نشریه علمی سازمان انرژی اتمی ایران

شماره ۱۹، صفحات ۲۷ - ۱۹، ۱۳۷۸

ارسال جهت آزادی

بررسی اثر پرتوهای یونساز بر سیستم ایمنی مایعی بدن در پرتونگاران صنعتی

فریده ذاکری، احمد مسعود**، مهدی سهرابی**

*امور حفاظت در برابر اشعه، سازمان انرژی اتمی ایران**

*دانشکده پزشکی دانشگاه تهران، گروه ایمونولوژی***

چکیده

در این تحقیق، سیستم ایمنی مایعی (هومورال[1]) ۵۱ پرتونگار صنعتی که مقدار پرتوگیری شغلی بالائی داشته‌اند مورد بررسی قرار گرفته است و ۲۰ نفر نیز به عنوان کنترل در نظر گرفته شده‌اند. افراد پرتودیده به ۴ گروه با پرتوگیری یکساله: کمتر از ۳۰ میلی‌سیورت، از ۳۰ تا ۵۹ میلی‌سیورت، از ۶۰ تا ۸۹ میلی‌سیورت و یک گروه نیز با پرتوگیری اتفاقی ۴۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌سیورت طبقه‌بندی شده‌اند. اندازه‌گیری سطح سرمی ایمونوگلوبولین‌های[2] IgA، IgM، IgG نشان داد که با افزایش دُز پرتوگیری، سطح این ایمونوگلوبولین‌ها در بدن کاهش می‌یابد. کاهش سطح سرمی IgM در ۴ گروه مورد آزمون به ترتیب: ۵، ۱۱، ۱۲ و ۳۵ درصد و کاهش سطح سرمی IgA در این ۴ گروه به ترتیب ۱، ۵، ۱۰ و ۲۲ درصد نسبت به کنترل بود، اما از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل در آنها مشاهده نشد. غلظت سرمی IgG نسبت به کنترل در گروه اول ۶ درصد افزایش و در گروههای بعدی به ترتیب ۹، ۱۹ و ۲۵ درصد کاهش نشان داد، بطوری که در گروه چهارم که پرتوگیری افراد بین ۴۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌سیورت بوده است، نسبت به گروه کنترل و گروه ۱ اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد ($P<0/05$). عیار[3] ایزوهماگلوتینین‌های[4] سرم (یا ایمونوگلوبولین‌های طبیعی) که بیشتر از جنس IgM هستند نیز اندازه‌گیری شد که مؤید کاهش غلظت سرمی IgM در این افراد بود. عیار ایزوهماگلوتینین‌ها نیز باافزایش پرتوگیری کاهش نشان داد، هرچند از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. نتایج حاصل از الکتروفورزپروتئین‌های سرم افراد پرتودیده نیز نشانگر کاهش بخش گاماگلوبولینی (مشتمل بر ایمونوگلوبولین‌ها) در آنان بود.

گاماگلوبولین‌ها در گروههای ۱ تا ۴ به ترتیب حدود ۳، ۱۱، ۲۱ و ۳۸ درصد کاهش نشان دادند، بطوری که تجزیه و تحلیل نتایج آزمون (t-test)، اختلافهای معنی‌داری را بین گروه ۴ باکنترل و باگروه ۱ نشان داد ($P<0/05$). در مورد سایر اجزای پروتئین‌های سرم، علاوه بر گاماگلوبولین‌ها، آلبومین نیز با افزایش پرتوگیری کاهش نشان داد، هرچند این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود، اما درصد آلفاگلوبولین‌ها و بتاگلوبولین‌ها با افزایش پرتوگیری افزایش معنی‌داری نشان داد ($P<0/05$). IgE کلّ[5] سرم به طریق ELISA[6] اندازه‌گیری شد. نتایج نشان دادند که برخلاف سایر ایمونوگلوبولین‌های سرم، با افزوده شدن دُز پرتوگیری در گروههای مورد آزمون افزایش تدریجی در IgE سرم مشاهده می‌شود.

۱- مقدمه

تابش پرتوهای یونساز به طور مستقیم یا غیر مستقیم بر بدن، سبب تضعیف، مهار و تغییر پاسخگوئی ایمنی می‌شود و در نتیجه بدن در معرض ابتلا به عفونت و سرطان قرار می‌گیرد. اثرهای گستردهٔ پرتوهای یونساز بر سیستم ایمنی بدن، شامل اثر آنها بر مغز استخوان، تیموس، طحال و گرههای لنفی است که منجر به تغییر در تعداد و عملکرد یاخته‌های ریشه‌ای خونساز، یاخته‌های بالغ موجود در خون محیطی به ویژه لنفوسیت‌ها و عاملهای هومورال ترشح شده از آنها، که تنظیم‌کننده‌های مهم سیستم ایمنی هستند می‌شود و عدم توازن هورمونها و واسطه‌های زیست‌شناختی، منجر به از بین رفتن سازوکارهای تنظیمی و سرانجام نقص ایمنی می‌گردند و زمینهٔ بروز عفونتها و نئوپلازیها[7] فراهم می‌شود [۱]. بنابراین، بررسی وضعیت سیستم ایمنی پرتونگاران صنعتی که از دوربین‌های مجهز به چشمهٔ ایریدیوم ۱۹۲ و کبالت ۶۰ برای بررسی قطعات جوش داده شده استفاده می‌کنند و در میان سایر کارکنان با پرتوهای یونسازبالاترین‌میزان پرتوگیری شغلی را داشته‌اند حائز اهمیت

۱- Humoral

۲- Immunoglobulin

۳- Titre

۴- Isohemagglutinins

۵- Total IgE

۶- Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay :کوتاه شده

۷- Neoplasia

فراوان است [۲]. گزارشهای متعدّدی از کاهش سطح ایمونوگلوبولین‌ها و تغییر غلظت پروتئین‌های سرم به دنبال پرتوگیریهای شغلی واتفاقی [۳ و ۴]، پرتودرمانی [۵ و ۷]، همچنین در بازماندگان تابش‌دیده از انفجارات اتمی [۸] و تحقیقات انجام شده برروی حیوانات آزمایشگاهی (۹ و ۱۴) وجود دارد. در این تحقیق، احتمال تضعیف پاسخهای هومورال در ۵۱ پرتونگار صنعتی که پرتوگیری بالاتر از حد مجاز داشتند، به منظور پیشگیری از بروز آن و یا بکارگیری روشهای مقتضی برای ترمیم پاسخهای دفاعی، مورد بررسی قرارگرفته است. در این مورد، غلظت سرمی ایمونوگلوبولین‌های IgM، IgA، IgG، IgE و عیار ایزوهماگلوتینین‌ها اندازه گیری شد و الکتروفورز پروتئینهای سرم، به منظور تعیین میزان گاماگلوبولین‌ها (شامل ایمونوگلوبولین‌ها) و سایرگلوبولین‌های سرم به عمل آمد.

۲- مواد و روشها

۲-۱- *افراد مورد مطالعه*

۵۱ نفر از پرتونگاران مرد، شاغل در مراکز صنعتی که گزارش دُزیمتری فیزیکی بیشتر از ۴ میلی‌سیورت در ماه داشتند مورد بررسی قرارگرفتند. سن آنان از ۲۲ تا ۴۱ سال و سابقه کارشان با پرتوهای یونساز از ۲ تا ۱۵ سال بود. افراد کنترل ۲۰ نفر بودند که از مردان کاملاً سالم و بدون پرتوگیری شغلی یا پزشکی و در سنین بین ۱۸ تا ۴۱ سال انتخاب شدند. همهٔ افراد پرتودیده و کنترل به وسیلهٔ پرسش‌نامه‌هائی، از لحاظ بیماری و دارودرمانی در یک ماه گذشته، رادیوتراپی، عکسبرداری با پرتو ایکس، اعتیاد و ابتلا به آلرژی یا بیماری انگلی دقیقاً مورد ارزیابی قرارگرفتند. به استثنای یکی از افراد پرتودیده که بالاترین پرتوگیری را (۱/۵-۲ گری) همراه با علائم حاد پرتوگیری (یعنی کاهش پلاکت، نوتروفیل، گلبولهای سفید و کاهش وزن) داشت، بقیه افراد مورد آزمایش همگی خود را سالم، بدون درمانهای پزشکی و اعتیاد معرفی کردند. دُز پرتوگیری آنها در یکسال گذشته محاسبه شد که از ۱۰ mSv (حداقل) تا ۲۰۰۰ mSv (حداکثر) بود.

۲-۲- *نمونه گیری*

از هر یک از این افراد، ۶ تا ۸ سانتی‌مترمکعب خون لخته و ۲ سانتی‌مترمکعب خون غیرلخته (همراه با EDTA[۸]) گرفته شد. همهٔ نمونه‌ها صبح گرفته شدند. سرمها جدا شدند و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد گردیدند. گروه خونی افراد نیز تعیین و برای اندازه گیری عیار ایزوهماگلوتینین‌های سرم خون یادداشت شد.

۲-۳- *روشهای اندازه گیری*

اندازه گیری غلظت سرمی IgM، IgG و IgA به روش پخش شعاعی منفرد (SRID[۹]) که به توسط مانسینی[۱۰] شرح داده شده است انجام گرفت [۱۵-۱۶]. اندازه گیری IgE به روش آنزیمی (ELISA) و با استفاده از کیت انجام شد. تعیین عیار ایزوهماگلوتینین‌های سرم به روش ماکرو (در لوله آزمایشگاهی) انجام شد [۱۷]. الکتروفورز پروتئینهای سرم نیز با دستگاه الفور[۱۱] انجام گرفت و مقدار درصد پنج باند اصلی پروتئین تعیین شد.

۳- نتایج

افراد مورد آزمون برحسب مقدار پرتوگیری یکساله، به ۴ گروه طبقه‌بندی شدند (جدول ۱). گروه چهارم در یکسال گذشته علاوه بر پرتوگیری شغلی، در معرض پرتوگیری اتفاقی نیز قرار داشتند.

جدول ۱- توزیع فراوانی نمونه‌های مورد آزمایش

گروهها	مجموع دز دریافتی در سال (میلی‌سیورت)	تعداد
۱	کمتر از ۳۰	۲۹ نفر
۲	از ۳۰ تا ۵۹	۱۲
۳	از ۶۰ تا ۸۹	۴
۴*	بیش از ۹۰	۶
	جمع	۵۱ نفر
۵	کنترل	۲۰ نفر

* پرتوگیری گروه چهارم از ۴۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌سیورت بوده است.

نتایج اندازه گیری غلظت سرمی ایمونوگلوبولین‌ها در جدول ۲ درج شده است.

۸- Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid

۹- Single Radial Immuno -Diffusion :کوتاه شدهٔ

۱۰- Mancini

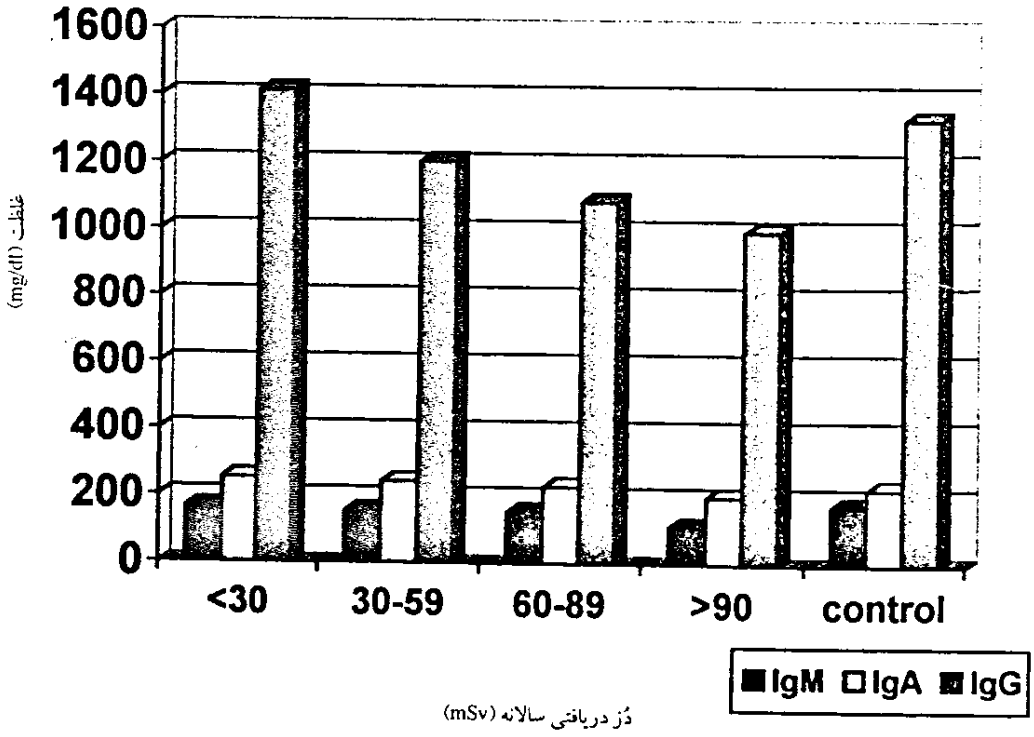
۱۱- Elphor

جدول ۲- توزیع میانگین و انحراف معیاری ایمونوگلوبولین‌های سرم خون برحسب پرتوگیری یکساله در گروههای مورد آزمون و کنترل

گروهها برحسب پرتوگیری یکساله (میلی‌سیورت)	میانگین و انحراف معیار / تعداد	IgM	IgG	IgA	IgE
کمتر از ۳۰	۲۹ نفر	۱۶۶/۶۰ ± ۹۹/۱۵	۱۴۱۱/۶۶ ± ۳۰۳/۶۳	۲۵۲/۸۶ ± ۱۰۶/۳۹	۱۱۴/۷۰ ± ۱۰۰/۲۳
از ۳۰ تا ۵۹	۱۲	۱۵۵/۶ ± ۶۸/۶۳	۱۳۰۲/۹۱ ± ۲۵۱/۰۲	۲۴۳/۱۶ ± ۷۳/۹۶	۱۶۴/۸۳ ± ۱۴۱/۴۰
از ۶۰ تا ۸۹	۴	۱۵۴/۲۵ ± ۵۱/۱۱	۱۰۸۲/۵۰ ± ۲۱۳/۶۰	۲۲۹ ± ۷۳/۹۶	۳۸۱ ± ۳۰۰
بیش از ۹۰	۶	۱۱۴/۱۶ ± ۴۳/۵۲	۹۹۲/۵۰ ± ۱۳۴/۳۷	۲۰۰/۳۳ ± ۷۳/۵۰	۹۲۳ ± ۷۵۰
کنترل	۲۰	۱۷۵/۶۰ ± ۷۳/۹۰	۱۳۲۸/۲۵ ± ۲۵۸/۲۴	۲۲۵/۳۵ ± ۸۶/۷۹	۸۳/۵۵ ± ۳۴/۵۸

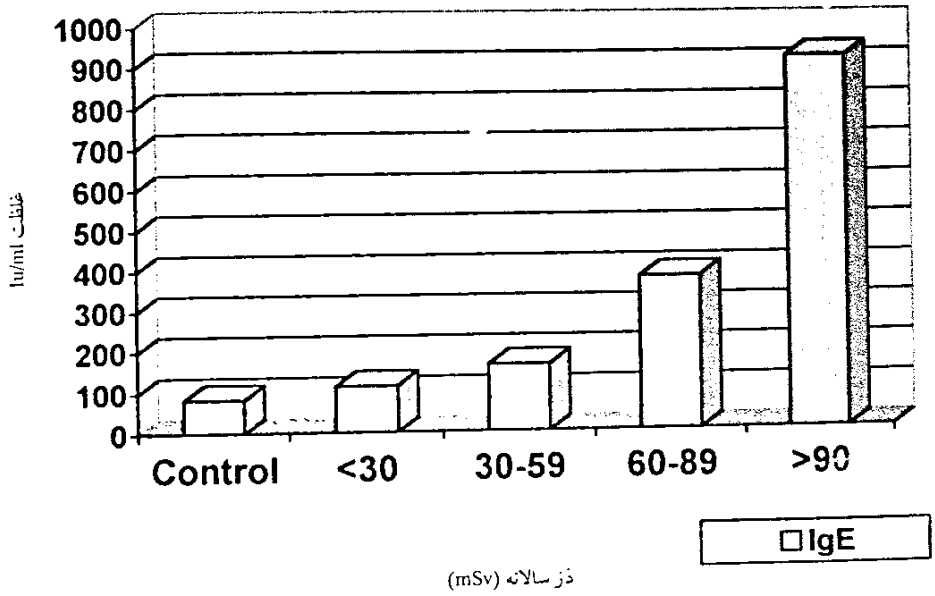
نتایج نشان می‌دهد که با افزایش مقدار پرتوگیری در گروههای پرتودیده نسبت به کنترل، به تدریج غلظت‌های IgM، IgG و IgA در سرم خون کاهش ولی غلظت IgE افزایش یافته است. میانگین IgM در گروههای چهارگانه به ترتیب: ۵، ۱۱، ۱۲ و ۳۵ درصد و میانگین IgA به ترتیب ۱، ۵، ۱۰ و ۲۲ درصد کاهش نسبت به کنترل نشان می‌دهد، امّا از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. میانگین IgG در گروه ۱ نسبت به کنترل حدود ۶ درصد افزایش و در گروههای بعد به ترتیب ۹، ۱۹ و ۲۵ درصد کاهش نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل واریانس با استفاده از روش آماری توکی[۱۲] نشان می‌دهد که بین گروه ۴ و دو گروه کنترل و ۱ اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<0/05$)، (نمودار ۱).

IgE برخلاف سایر ایمونوگلوبولین‌ها، با افزایش پرتوگیری یکساله افزایش یافته است بطوریکه بین گروه ۴ با کنترل و سایر گروهها اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود ($P<0/05$)، (نمودار ۲).



نمودار ۱- غلظت‌های سرمی IgM، IgA و IgG در گروههای پرتودیده و مقایسه آنها با کنترل

۱۲- Tukey



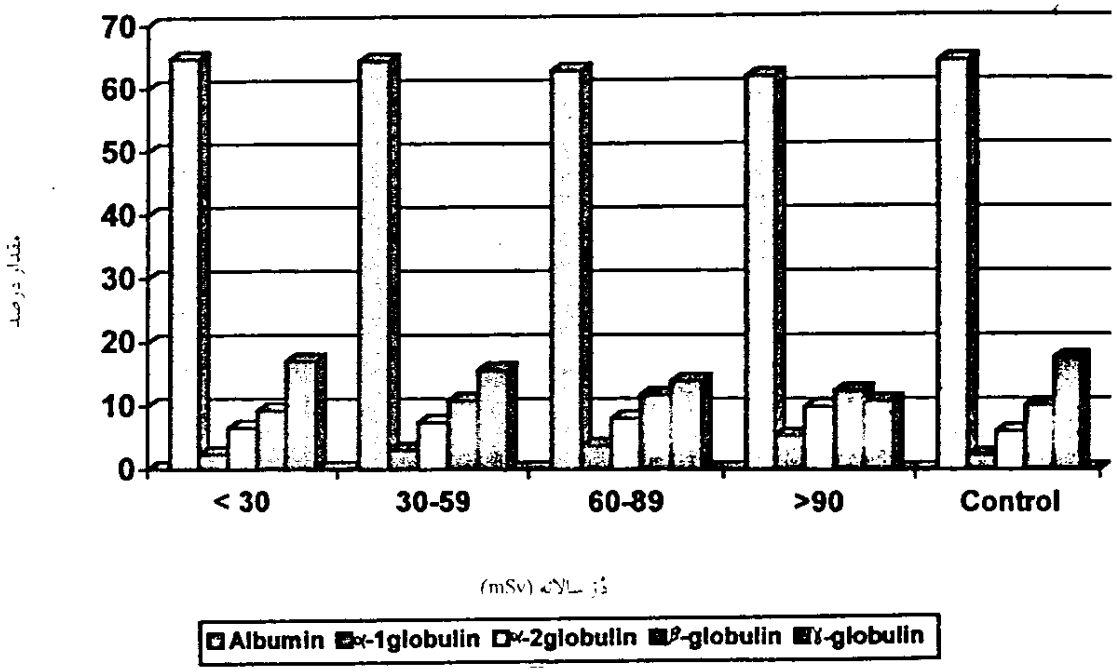
نمودار ۲- غلظت سرمی IgE در گروههای پرتودیده و مقایسه آن با کنترل

به منظور بررسی گاما گلوبولینها (که مشتمل بر ایمونوگلوبولین‌هاست) و همچنین بررسی سایر پروتئینهای سرم، الکترفورز پروتئین به عمل آمد. نتایج این بررسیها در جدول ۳ نشان داده شده است.

نتایج بدست آمده نشان دادند که در اثر افزایش پرتوگیری، میانگین آلبومین و گاما گلوبولین‌ها نسبت به کنترل کاهش و میانگین آلفایک و آلفادو و بتا گلوبولین‌ها نسبت به کنترل افزایش یافته است. علیرغم کاهش مقدار درصد آلبومین در اثر افزایش پرتوگیری، اختلاف معنی‌داری در مقایسه با کنترل مشاهده نشد. در مورد آلفایک گلوبولین‌ها، تجزیه و تحلیل واریانس نشان داد که بین چند گروه اختلاف معنی‌دار وجود دارد و با استفاده از روش توکی بین گروه ۳ با دو گروه کنترل و ۱، و بین گروه ۴ با گروههای دیگر و کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P<0/05$)؛ در مورد آلفادو گلوبولین‌ها بین گروه ۴ با سه گروه کنترل و ۱ و ۲ اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P<0/05$)؛ در مورد بتا گلوبولین‌ها، بین گروه ۴ با دو گروه کنترل و ۱ اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P<0/05$)؛ در مورد گاما گلوبولین‌ها نیز بین گروه ۴ با دو گروه کنترل و ۱ اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P<0/05$). (نمودار ۳).

جدول ۳- میانگین و انحراف معیارهای آلبومین، آلفایک‌گلوبولین، آلفادوگلوبولین، بتا گلوبولین و گاما گلوبولین در گروههای مورد آزمایش و کنترل

گروهها برحسب پرتوگیری یکساله (میلی‌سیورت)	تعداد	درصد و انحراف معیار: آلبومین	آلفا-۱-گلوبولین	آلفا-۲-گلوبولین	بتا گلوبولین	گاما گلوبولین
کمتر از ۳۰	۲۹ نفر	۶۴/۷۴ ± ۴/۲۵	۲/۳۹ ± ۰/۶۴	۶/۵۵ ± ۱/۵۹	۹/۳۱ ± ۱/۷۳	۱۷/۰۵ ± ۴/۴۱
از ۳۰ تا ۵۹	۱۲	۶۴/۲۵ ± ۳/۹۸	۳/۰۵ ± ۰/۹۷	۷/۴۲ ± ۲/۰۳	۱۰/۹۰ ± ۱/۹۲	۱۵/۶۱ ± ۲/۶۴
از ۶۰ تا ۸۹	۴	۶۲/۶۷ ± ۳/۵۷	۳/۷۵ ± ۱/۴۲	۸ ± ۰/۸۶	۱۱/۷۲ ± ۱/۸۹	۱۳/۸۵ ± ۳/۲۰
بیش از ۹۰	۶	۶۱/۷۱ ± ۹/۴۹	۵/۳۵ ± ۱/۳۷	۹/۸۶ ± ۲/۱۵	۱۲/۳۱ ± ۱/۲۱	۱۰/۷۵ ± ۱/۵۷
کنترل	۲۰	۶۴/۰۹ ± ۴/۴۶	۲/۳۱ ± ۰/۶۳	۶/۰۳ ± ۱/۲۷	۱۰/۰۹ ± ۱/۵۹	۱۷/۴۷ ± ۳/۳۳



نمودار ۳- الکتروفورز پروتئینهای سرم در گروههای پرتودیده و مقایسه آن با کنترل

نتایج اندازه‌گیری عیار ایزوهماگلوتینین‌ها یا ایمونوگلوبولین‌های طبیعی در جدول ۴ نشان داده شده است.

به طوری که مشاهده می‌شود عیار ایزوهماگلوتینین‌ها (Anti-A و Anti-B) که از جنس IgM هستند نیز مانند غلظت IgM در سرم افراد پرتودیده با افزایش پرتوگیری کاهش می‌یابد اما این کاهش، اختلاف معنی‌داری را نسبت به کنترل نشان نمی‌دهد (نمودار ۴).

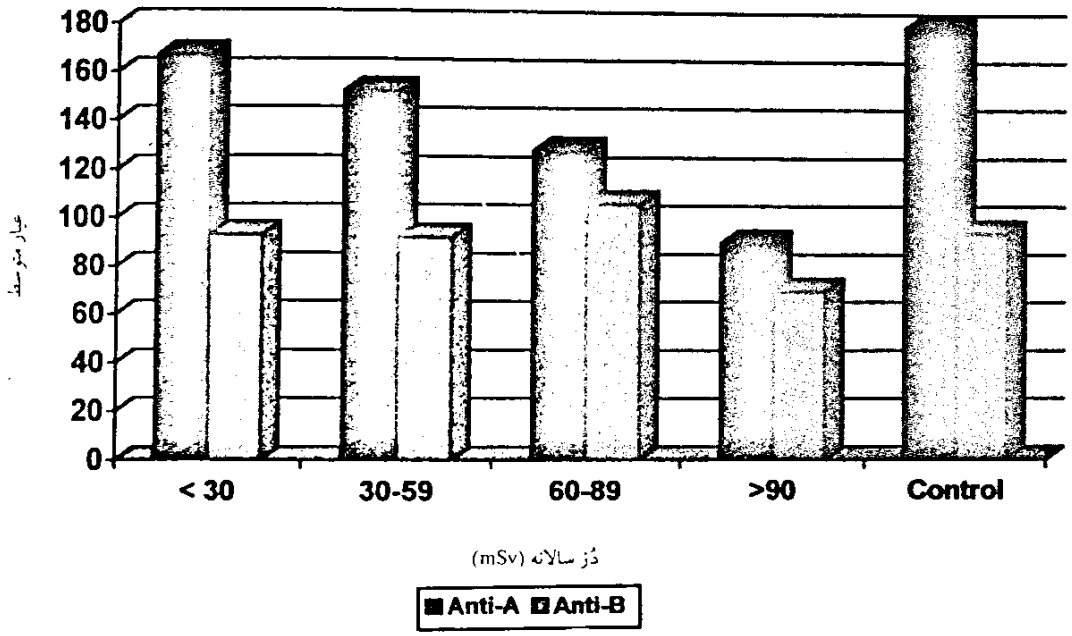
از آنجا که افراد واجد گروه خونی خاص درگروههای ۴-۲، به علت کم بودن تعداد نمونه‌ها از لحاظ آماری قابل تجزیه و تحلیل نبودند، اطلاعات مربوط به گروههای ۴-۲ در هم ادغام شدند، تا با گروه ۱ و کنترل قابل مقایسه باشند. با وجود این، کاهش عیار Anti-A و Anti-B در هر گروه نسبت به کنترل اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

۴- بحث

نتایج بررسی اثر پرتوهای یونساز بر پاسخهای ایمنی هومورال در پرتونگاران صنعتی نشان می‌دهند که سطح ایمونوگلوبولین‌های سرم شامل IgM،IgA و IgG با افزایش دُز پرتوگیری یکساله آنها نسبت به کنترل کاهش می‌یابد، و با نتایج بدست آمده ازسایر تحقیقات در این زمینه مطابقت دارد به طوریکه در بررسی افرادی که پرتوگیری اتفاقی گاما به مقدار ۱/۷۵ گری داشتند، حتی ۱۶ سال پس از واقعه، میزان IgA را ۱۷٪ و IgG را ۸٪ کمتر از گروه کنترل

جدول ۴- میانگین و انحراف معیار عیار ایزوهماگلوتینین‌های A و B در سرم خون گروههای مورد آزمایش

گروهها برحسب پرتوگیری یکساله (میلی‌سیورت)	تعداد افراد دارای Anti-A	میانگین و انحراف معیار Anti-A	تعداد افراد دارای Anti-B	میانگین و انحراف معیار Anti-B
کمتر از ۳۰	۱۸ نفر	۱۶۷ ± ۶۶	۲۳ نفر	۹۳ ± ۳۵
از ۳۰ تا ۵۹	۸	۱۵۲ ± ۶۸	۱۰	۹۲ ± ۳۸
از ۶۰ تا ۸۹	۱	۱۲۸	۲	۱۰۶ ± ۳۷
بیش از ۹۰	۵	۹۰ ± ۳۵	۵	۷۰ ± ۳۵
کنترل	۱۳	۱۸۰ ± ۷۸	۱۵	۹۴ ± ۳۹



نمودار ۴- عیار ایزوهماگلوتینینها در گروههای پرتودیده و مقایسه آن با کنترل

گزارش کرده‌اند [۱۸] و در مطالعه برروی دو فرد که پرتوگیری X تمام بدنی ۵۰۰-۲۰۰ رونتگن (۴۳۵-۱۷۴ راد) داشتند نیز کاهش هر ۳ ایمونوگلوبولین پیش‌گفته گزارش شده است [۳]. در مواردی که افراد تحت تابش دُزهای درمانی تمام بدنی ۳۰۴-۸۷ راد قرار گرفته‌اند ۲۰٪ کاهش در IgA و IgG و کاهش کمتری در IgM گزارش شده است [۵]. تحقیقات به عمل آمده بر روی موشهای آزمایشگاهی نیز کاهش بیشتر IgA و کاهش کمتر IgM و IgG در پرتوگیری ۷/۵-۷ گری گزارش شده است [۱۹]، و در مطالعه بر روی یک خانواده چینی که پرتوگیری گاما حدود ۲ گری داشتند، IgM و IgA در حد هنجار و IgG کاهش یافته گزارش شده است [۴].

بنابراین انتظار می‌رود که کاهش ایمونوگلوبولین‌های سرم متناسب با افزایش دُز، تواتر و شدت بیشتری یابد. در این مورد، سازوکارهای متفاوتی دخالت دارند؛ پرتوها در سنتز ایمونوگلوبولین‌ها به صورت کاهندهٔ تعداد یاخته‌های تولیدکنندهٔ آنها، یا کاهندهٔ توان سنتز در این یاخته‌ها ایجاد اختلال می‌کنند، زیرا لنفوسیتهای B به مرگ «میان-فازی» ناشی از تابش بسیار حساس بوده و مقدار D_0[۱۳] برابر ۱/۴۵-۰/۷ گری دارند. مقادیر D_0 برای سلولهای تولیدکنندهٔ IgM، ۱/۲-۰/۶ گری و برای سلولهای تولیدکنندهٔ IgG_2، ۲/۱-۰/۹ گری است [۱۳]. علت دیگر ممکن است تسریع مرحلهٔ سوخت (کاتابولیسم[۱۴]) آنها در اثر پرتو باشد بطوریکه در نمونه‌های موش آزمایشگاهی نیمه عمر IgG در اثر تابش، ۵۰٪ کاهش نشان می‌دهد، در حالیکه در مورد IgM و IgA تغییری در نیمه عمر آنها مشاهده نمی‌شود [۱۹]. کاهش سطح سرمی IgA ممکن است بیشتر مربوط به خروج آن از بافت پوششی[۱۵] آسیب‌دیدهٔ آن بخش از روده باشد که ترشحات یاخته‌های پلاسمایی (پلاسماسلهای) خود را بطور معمول به جریان خون می‌ریزند [۱۹]. کاهش غلظت سرمی IgM در این افراد مؤیّد کاهش عیار ایزوهماگلوتینین‌ها است که از جنس IgM هستند و با سایر مطالعات انجام شده بر روی سیستم ایمنی مایعی مطابقت دارد [۲۰]. نتایج الکتروفورز پروتئینهای سرم افراد پرتودیده نیز کاهش بخش گاماگلوبولینی را نسبت به کنترل نشان می‌دهد که مؤیّد کاهش ایمونوگلوبولین‌های سرم آنان است. گاماگلوبولین‌ها در ۴ گروه به ترتیب ۳، ۱۱، ۲۱ و ۳۸ درصد کاهش نسبت به کنترل نشان دادند که تجزیه و تحلیل آنها اختلاف معنی‌داری بین گروه ۴ با دو گروه کنترل و ۱ نشان داد ($P < 0/05$). امّا در مورد سایر اجزای پروتئینهای سرم، آلبومین هم با افزایش پرتوگیری کاهش نشان داد، ولی از لحاظ

۱۳- شیب دُز ۳۷٪ (دُز مورد نیاز برای کاهش تعداد سلولهای کلونوژنیک تا ۳۷ درصد از تعداد اولیه سلولها)

۱۴- Catabolism

۱۵- Epithelium

آماری معنی‌داری نبود؛ در مطالعات مشابه نیز کاهش آن به دنبال پرتوگیری گزارش شده است و علت آن را آسیب وارد به روده دانسته‌اند که منجر به از دست رفتن آلبومین از طریق مجرای روده می‌شود؛ رقّت پلاسما در اثر تابش نیز ممکن است علت دیگر کاهش آلبومین باشد [۱۲]. درصد آلفایک گلوبولین‌ها و بتا گلوبولین‌ها با افزایش پرتوگیری افزایش معنی‌دار نشان می‌دهد ($P<0/05$) که در مطالعات مشابهی با پرتو X نیز گزارش شده است [۲۱]. آلفادوگلوبولین‌ها نیز به دنبال پرتوگیری افزایش معنی‌دار نشان دادند ($P<0/05$) که قبلاً در مقالات مشابه مشاهده شده است و علت آن کاهش کاتابولیسم (نه افزایش سنتز) است؛ همچنین افزایش هاپتوگلوبین‌ها [۱۶] که در الکتروفورز پروتئینهای سرم در منطقهٔ آلفادوگلوبولین‌ها قرار می‌گیرند به دنبال پرتوگیری گزارش شده است [۲۲]. بطورکلی می‌توان گفت که تغییرات پروتئینهای سرم در اثر تابش از الگوی خاصی تبعیت نمی‌کنند [۱]. نتایج بدست آمده دربارهٔ افزایش تدریجی غلظت IgE کلّ در سرم، همراه باافزایش پرتوگیری نیز بانتایج عرضه شده در مقالات مشابه مطابقت دارد، بطوری‌که در پرتودهی X به موشهای صحرایی تا ۴۰۰ رونتگن (۳۴۸ راد) نیز افزایش طولانی مدت عیار IgE گزارش شده است [۲۳]. یاماشیتا وهمکارانش نیز افزایش پاسخهای IgE را در موشهای SJL/J (Genetically low IgE respnoder) به دنبال پرتودهی به آنها گزارش کرده‌اند [۲۴]. سازوکارهای متعدّدی در این رابطه عمل می‌کنند، از جمله آنکه احتمالاً کاهش IgG به دنبال پرتوگیری، سبب نقص در تنظیم فیدبک توسّط این ایمونوگلوبولین می‌شود. یاخته‌های سنتزکنندهٔ IgE مقاومتر از یاخته‌های سنتزکنندهٔ سایر ایمونوگلوبولین‌ها بوده و یاخته‌هائی که در اثر پرتو آسیب می‌بینند نیز IgE راکه قبلاً سنتز کرده‌اند رها می‌سازند. در ضمن، این یاخته‌ها سریعاً از آسیب پرتو بهبود حاصل می‌کنند و در بافتهائی که سایر اجزای لنفوئیدی حساس به پرتو در آنها حذف شده‌اند، سریعاً تکثیر یافته و بر سایر یاخته‌های بهبودیافته غلبه می‌کنند. عدّه‌ای نیز معتقدند که پرتو سبب تخریب تنظیم‌کننده‌های مربوط به خون‌بندی (هموستاتیک) [۱۷] می‌شوند و در این رابطه نقش Tsupهای تنظیمی را مطرح می‌سازند. از طرف دیگر یکنوع لنفوسیت [۱۸] T(Th_2) مقاوم به پرتو وجود دارد که با ترشّح IL-4 سبب افزایش تولید IgE می‌شود [۲۵].

بنابراین، با توجّه به نتایج بدست آمده این پرسش مطرح می‌شود که آیا موتاسیون‌زائی مانند پرتو در دُزهای بررسی شده در این تحقیق می‌تواند عامل تهدیدکننده‌ای برای سلامت و ایمنی پرتوکاران صنعتی باشد؟ پاسخ این است که اگرچه کاهش مشاهده شده در ایمونوگلوبولین‌ها در گروههائی که کمتر از ۹۰ میلی‌سیورت در سال پرتوگیری داشتند اختلاف معنی‌داری باگروه کنترل نشان نداده است امّا این کاهش می‌تواند به عنوان اخطاری برای سلامت افراد موردتوجّه قرارگیرد. البته برخی از تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که پرتوهای یونساز با دُزهای کم‌قابلیت تحمّل موجود زنده را در درازمدت افزایش می‌دهند. امّا این پاسخهای تطابقی، با توجه به ویژگیهای افراد، تنوع زیادی نشان می‌دهند. بنابراین احتمال وقوع سرطان به عنوان یکی از اثرهای درازمدت پرتوهای یونساز در افراد مختلف، متفاوت و به هر حال دارای احتمال خطر است. در افرادیکه پرتوگیری آنها حدود ۴۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌سیورت در یک سال بوده است (گروه چهارم) علائم حاد پرتوگیری همراه با سندرمهای هماتوپوئتیک (در بالاترین مورد پرتوگیری که ۲۰۰۰ میلی‌سیورت بوده) مشاهده شده است. این افراد به علت کاهش لنفوسیت‌ها [۱۹]، کاهش گرانولوسیت‌ها [۲۰] وکاهش پلاکتهای خون محیطی [۲۱] وکاهش فاکتورهای هورمورال در معرض خطر بیشتری برای ابتلاء به عفونت‌ها و اثرهای درازمدت پرتوهای یونساز هستند که در این رابطه استفاده از رادیوپروتکتورها و درمان افراد پرتودیده به طرق مختلف از قبیل: پیوند مغز استخوان، انتقال خون یا پلاکت تازه و استفاده از آنتی‌بیوتیکها مطرح می‌شود [۲۶].

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از زحمات همکاران محترم گروه رادیوبیولوژی، آقایان رضاقلی‌آسایی و احمد حیدری و سرکارخانم روشن ورزگر قدردانی و تشکر می شود.

۱۶- Haptoglobins
۱۷- Hemostatic
۱۸- Lymphocyte
۱۹- Lymphopenia
۲۰- granulocytopenia
۲۱- Thrombocytopenia

References

1. T.L. Walden, N.K. Farzaneh, Biochemistry of ionizing radiation, (1990).
2. R. varzegar, R.G. Assaei, A. Heidary, Chromosomal aberrations analysis of persons occupationally exposed to radition in Iran. Scientific Bulletin of the AEOI, II, (1992).
3. E. Balish . Irradiated humans: Microbial flora, Ig.s, complement, teransferrin, agglutinin and bacteriocidins. Rad. Res., 43,756-792, (1970).
4. k.F. Humbner, The medical basis for radiation accident preparedness, (1979).
5. E. Balish, Serum Ig. Levels in human exposed to therapeutic total-body gamma irradiation. Rad. Res., 62,145-158, (1975).
6. A. Tanay, S. Strober, Opposite effects of total lymphoid irradiation on T-cell dependent and T-cell independent antibody responses. J. Immunol., 132,2, 979-984, feb, (1984).
7. V. Covelli, V. Dimajo, M. Coppla, Late somatic effects in mice after TLI. Rad. Res., 116, 503-510, (1988).
8. B.H. Hall, Serum Ig.Levels in atomic bomb survivors in Hiroshima, Japan, Amer. J. Epidemiol., 98, 423-429, (1973).
9. D.C. Vann, T. Makinodan, In vitro antibody synthesis by diffusion chamber cultures of spleen cells. Imm. 102, 422-450, (1969).
10. R. Anderson, N. Warner, Ionizing radiation and the immune system. Advances in immunology, (1976).
11. C.C. Stewart, C.A. Perez, Effect of irradiation on immune responses. Radiobiology, 118, 201-210, Jan. (1976).
12. H. Bazin, H.S. Micklem, Concentration of immunoglobulins in lethally X-Irradiated mice. Nature, 215, 742-744, 12 Aug, (1967).
13. O.B. Zaalberg, F.H. lubbe, H. Hooijkaas, The effect of X-rays on the precursors of antibody forming cells (B cells) as measured with the in vitro limiting dilution assay. Int. J. Rad. Biol., 42,2, 131-139, (1982).
14. Zhong-Xiangeye. Mechanisms of TLI induced immunosuppressive failure of con-A stimulated splenocytes from TLT treated mice to express IL-2 and IL-2 rec. RNA. Transplantation, 50,5, 839-845,Nov, (1990).
15. N.R. Rose, H. Friedman, Fahey. Manual of clinical laboratory Immunology. Ch.21. Third ed, (1986).
16. G. Mancini, Immunochemical quantitation of antigens by SRID. Immunochemistry, 2. 235-254, (1965).
17. E. Benjamini, Short course of Immunology. Sec. ed, (1991).
18. R.A. Conrad, Immunohematological studies of Marshal Islanders sixteen years after fallout radiation exposure, J. Gerontol. 26, 28-36, (1972).
19. H. Bazin, P. Maldague, J.F. hermans, The metabolism of different Immunoglobulin classes in irradiated mice. Immunol., 18, 361-368, (1970).
20. R.M. Rog, M. Petrella, Humoral immune responses of mice injected with tocopherol after exposure to X-radiation. Immunopharmacol-Immunotoxicol., 9, 1, 47-70, (1987).
21. A. Sassen, Jb. K. Gibber, Incorporation of H3-phenylalanin into serum protein by the perfused liver of

normal and X-irradiated rat. Rad. Res., 25, 158-163, (1965).

22. Houshang Amir Rasouli, clinical Biochemistry, (1991).
23. T. Tada, M. Taniguchi, K. Okumura, Regulation of homocytotropic antibody formation in the rat. II. effect of X-irradiation., J. Immunol., 106, 4, 1012-1018, Apr, (1971).
24. Y. Yamashita, new Immunomodulator lobenzarit disodium (CCA): activation of IgE class-specific-suppressor T lymphocytes and regulation of IgE antibody response enhanced by sublethal X-irradiation in SJL/J mice, Int. Arch. Allergy, Appl. Immunol., 83, 3, 296-302, (1987).
25. S. Romagnani, Regulation and deregulation of human IgE. Immunol. Today, 11, 9,316-321, Sep. (1990).
26. S. Yamada, Ethoposide protects mice from radiation induced bone marrow death. Jpn. J. Cancer Res., 81, (1990).

THE EFFECT OF IONIZING RADIATION ON DIFFERENT IMMUNOGLOBULIN CLASSES, NATURAL IMMUNOGLOBULINS AND SERUM PROTEINS IN INDUSTRIAL RADIOGRAPHERS

*F. Zakeri, **A. Masoud, *M.Sohrabi*

National Radiation Protection Department, AEOI, P.O. Box 14155-4494, Tehran-Iran

**Tehran medical university, Immunol. Dept. P.O. Box 14155-6447*

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of ionizing radiation on the humoral immunity of 51 industrial radiographers compared to 20 normal controls. The annual effective dose ranges due to gamma-radiation at the latest year of exposure, were classified in 4 groups: 1-29 mSv, 30-59 mSv, 60-89 mSv and a fourth group with dose range of 400-2000 mSv as the accidental exposed group, were also studied. The findings showed that the serum levels of different immunoglobulin classes, respond differently to irradiation. The serum concentrations of IgM and IgA decreased with increasing radiation doses in all four groups, compared with controls, although the differences were not statistically significant, according to student t-test and Tukey method. The significant decrease in serum IgG level was observed in the fourth group compared with first group and control ($P<0.05$). Isohemagglutinins (natural immunoglobulins), which mostly are of IgM type, also decreased with increasing exposure doses in four groups, as occuring for serum IgM, with no statistical significance. On the contrary, the concentration of total IgE, as measured by the ELISA, was significantly increased in fourth group. Serum protein electrophoresis indicated a drop in the concentration of gamma-globulins, confirming the reduction in immunoglobulins caused by radiation exposure. The decrease in albumin and increase in alpha and beta globulins were also observed. The results of this study overally showed that the change of humoral factors in those groups who have recieved annual effective doses of less than 90 mSv, were not significantly different from controls. However, the immunosuppressive effects of radiation exposure was remarkable in the fourth group, therefore, this group are expected to be at high risk of delayed effects of radiation exposure such as increased incidence of cancer and infectious diseases.