Relationship between occupational exposure and concentration of some trace elements in radiology and radiotherapy workers

A Ebrahiminia* D Shahbazi-Gahrouei** A Karegar*** A Farzan****

*Msc of Medical physics
** Associate professor of Medical physics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
***Ph.D of biochemistry, Alzahra hospital, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
****Instructor of biostatistics, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

✷Abstract

Background: Investigating the chronic radiation effects in radiotherapy workers requires consideration of those parameters in which any small changes could result in profound effect on biological system. In this regard, body trace elements are believed to have important roles.

Objective: To assess the biological effect of occupational exposure on blood trace elements concentrations.

Methods: This was a case–control study performed at Isfahan University of Medical Sciences in 2006. Fifty radiotherapy workers were selected as case group and an equal number of hospital staff with similar social class and no radiation exposure as control group. Blood samples were collected from all members of two groups followed by determination of serum content of trace elements including copper, iron, zinc and magnesium. The data were analyzed using variance and regression tests.

Findings: The mean concentrations of copper, iron, zinc and magnesium in technician group were 1.026±0.287, 1.052±0.185, 0.768±0.143, 21.112±1.272 and in control group 0.903±0.208, 1.00±0.134, 0.872±0.156, and 21.105±1.372, respectively. Values obtained for copper in technicians group were found to be higher than those of control group ($p<0.02$). Zinc concentration was shown to be significantly lower in female technicians ($p<0.03$) than in males. No significant difference was found for magnesium or iron between two study groups.

Conclusion: Based on data found in present study, the likelihood of the idea that chronic exposure to radiation could affect the concentration of body trace element is highlighted.

Keywords: Atomic absorption spectrometry, Exposure, Trace element, Radiation worker

Archive of SID

Corresponding Address: Department of Medical Physics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Email: ebrahiminia_ali@yahoo.com
Tel: +98 9127841484
Received: 2007/02/24
Accepted: 2008/02/02

www.SID.ir

ارتباط پرتوگیری شغلی با غلظت برخی عناصر کم مقدار خون در افراد پرتوکار

علی ابراهیمی نیا * دکتر داریوش شهبازی گهرویی** دکتر عبدالرسول کارگر *** علی فرزان****

* کارشناس ارشد فیزیک پزشکی

** دانشیار گروه فیزیک و مهندسی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

*** دکترای بیوشیمی، بیمارستان الزهرا، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**** مربی آمار حیاتی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

آدرس مکاتبه: دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، دانشکده پزشکی، گروه فیزیک پزشکی، تلفن ۰۹۱۲۷۸۴۱۴۸۴ Email: ebrahiminia_ali@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۲/۶ تاریخ پذیرش : ۸۶/۱۱/۱۳

***چکیده**

زمینه: برای بررسی اثرات مزمن پرتو در پرتوکاران باید شاخص‌هایی مورد توجه قرار گیرند که تغییرات کوچک در آنها، اثرات مهمی در سیستم‌های زنده ایجاد می‌کنند. عناصر کم مقدار بدن از این دیدگاه دارای اهمیت هستند.

هدف: مطالعه به منظور تعیین اثرات زیست شناختی پرتوگیری شغلی بر روی غلظت برخی عناصر کم مقدار خون در افراد پرتوکار انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه مورد- شاهدی در سال ۱۳۸۵ در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد. ۵۰ نفر از پرتوکاران بخش‌های تشخیصی و درمانی بیمارستان‌های شهر اصفهان به عنوان گروه مورد و ۵۰ نفر از کارکنان عادی غیر پرتوکار همان بیمارستان‌ها به عنوان گروه شاهد انتخاب شدند. میزان غلظت عناصر مس، روی، منیزیم و آهن در سرم خون این افراد اندازه‌گیری و با استفاده از آزمون آنالیز واریانس و رگرسیون مقایسه شدند.

یافته ها: میانگین غلظت مس، آهن، روی و منیزیم در گروه مورد به ترتیب ۰/۲۸۷±۱/۰۲۶، ۰/۱۸۵ ±۱/۰۵۲، ۱۴۳ /۰± ۰/۷۶۸ و ۱/۲۷۲± ۲۱/۱۱۲ و در گروه شاهد ۰/۲۰۸ ±۰/۹۰۳، ۰/۱۳۴ ±۱، ۱۵۶ /۰± ۰/۸۷۲ و ۱/۳۷۲± ۲۱/۱۰۵ میلی‌گرم در لیتر بود. افزایش معنی‌دار غلظت مس در پرتوکاران ($p<0/02$) و کاهش معنی دار عنصر روی در زنان پرتوکار ($p<0/03$) مشاهده شد. بین عنصر منیزیم و آهن با مواجهه با پرتو ارتباط معنی داری به دست نیامد.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این پژوهش مؤید احتمال تأثیر پرتوگیری مزمن بر روی غلظت برخی فلزهای خون بود.

کلیدواژه‌ها: پرتوگیری، اسپکترومتر جذب اتمی، عناصر کم مقدار، پرتوکار

***مقدمه:**

پرتوکاران بخش‌های تشخیصی و درمانی در معرض پرتوگیری شغلی با دوز پایین قرار دارند. از آنجا که این دوز به طور طولانی مدت دریافت می‌شود، ممکن است اثرات زیست شناختی به همراه داشته باشد، ولی چگونگی پاسخ های زیستی نسبت به این گونه پرتوها تا حد زیادی مبهم باقی مانده است.[۱و۲] با توجه به حساسیت پرتوی DNA، عمده مباحث در این زمینه متمرکز شده است. در حالی که برخی از اثرات پرتوها، مانند واکنش‌های زنجیره‌ای رادیکالی و پراکسیداکسیون چربی در غشا، کاهش فعالیت آنزیمی، جریان های یونی، فعال شدن کانال های یونی و تغییر در غلظت عناصر کم مقدار در مقوله آسیب DNA قرار نمی گیرند.[۳و۴] در خصوص اثرات زیستی دوزهای پایین، تغییرات کوچک اما مهم در سیستم های زنده مد نظر است. لذا، عناصر کم مقدار از این لحاظ مورد توجه هستند. غلظت عناصری از قبیل مس، روی، آهن و منیزیم در بدن توسط سیستم هوموستاز کنترل می‌شود و محدوده قابل قبول آنها برای حفظ ویژگی‌های ساختمانی سلول و

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد بافت‌های بدن بسیار محدود است. تغییر اندک در میزان این عناصر می‌تواند تغییرهای مهمی در فعالیت‌های فیزیولوژیک بدن ایجاد کند.[۶و۷]

این عناصر برای تمام فرآیندهای حیاتی نقش ضروری دارد و با پیشرفت روش‌های اندازه‌گیری اهمیت آنها روز به روز روشن‌تر می‌شود.[۵] اخیراً گزارش‌هایی در رابطه با تأثیر دوزهای پایین اشعه ایکس بر میزان غلظت فلزهای کم مقدار در خون و تغییرات ساختمانی در موی سر و ناخن پرتوکاران گزارش شده است.[۸و۹] همچنین اثرات مزمن اشعه ایکس و گاما بر روی نمونه‌های حیوانی به صورت تغییر در غلظت عناصر کم مقدار در خون و بافت‌های در معرض تابش گزارش شده‌است.[۱۰و۱] اثرات دوز بالای پرتوهای ایکس و گاما بر میزان عناصر کم مقدار بافت های مختلف موش صحرایی نیز از نظر آماری معنی‌دار بوده‌است.[۱] با توجه به اندک بودن مطالعه در زمینه اثرات پرتوگیری شغلی در پرتوکاران و نقش آن بر میزان غلظت عناصر مس، آهن، روی و منیزیم در بدن، این پژوهش به منظور تعیین اثرات زیست شناختی پرتوگیری شغلی بر روی غلظت برخی عناصر کم مقدار خون در افراد پرتوکار انجام شد.

*مواد و روش‌ها:

این مطالعه مورد- شاهدی در سال ۱۳۸۵ بر روی ۱۰۰ نفر از کارکنان بیمارستان‌های شهر اصفهان انجام شد. ۵۰ نفر از آنها پرتوکار و ۵۰ نفر غیر پرتوکار و در هر گروه ۲۵ نفر زن و ۲۵ نفر مرد بودند. پرتوکاران دارای سابقه کاری ۵ تا ۲۰ سال از بخش‌های تشخیصی و درمانی بیمارستان‌هایی که در زمینه‌های پرتونگاری، پرتودرمانی و پزشکی هسته‌ای فعالیت داشتند انتخاب شدند. بر اساس گزارش سازمان انرژی اتمی در ارزیابی فیلم بج کارکنان، افراد مذکور دوزی بین صفر تا ۱ میلی‌سیورت در دو ماه دریافت می‌کردند. افراد گروه شاهد (غیر پرتوکار) از کارکنان همان بیمارستان‌ها،که پرتوگیری نداشته و از نظر سن و طبقه اجتماعی و اقتصادی با افراد گروه مورد سازگاری داشتند، انتخاب شدند. برای جلوگیری از تداخل عواملی مثل بیماری‌های کبدی، کلیوی، داروها، حاملگی، مصرف سیگار و تغذیه، افراد هر دو گروه از بین داوطلبینی انتخاب شدند که با غذاهای معمولی تغذیه می‌کردند، عادت غذایی خاصی نداشتند، فاقد هرگونه بیماری حاد یا مزمن بودند، هیچ دارویی مصرف نمی‌کردند و هیچ یک از خانم‌ها باردار نبودند. نمونه گیری به ساعات خاصی از صبح محدود شد تا نوسان احتمالی در مقدار عناصر به حداقل برسد. برای حذف خطاهای ناشی از آلودگی محیطی، پیپت‌ها، ظروف شیشه ای و لوله‌های آزمایش قبل از شروه کار در محفظه ۲۰ لیتری حاوی اسید کلریدریک ۱۰ درصد قرار داده شدند و سپس با آب دیونیزه سه مرتبه آبکشی و خشک شدند.

۵ سی‌سی خون از ورید آرنجی افراد مورد نظر به وسیله سرنگ پلاستیکی جمع‌آوری، به داخل لوله آزمایش پلاستیکی ریخته و درب آن با پارافیلم مسدود شد تا به آرامی لخته شود. برای جدا سازی سرم از بقیه محتویات خون، لوله ها به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور بر دقیقه سانتریفوژ شدند. سپس سرم به وسیله سمپلر جدا و به داخل لوله آزمایش دیگری ریخته شد. درب لوله‌های حاوی سرم با پارافیلم مسدود و در فریزر با برودت ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. برای اندازه گیری غلظت عناصر مس، روی، آهن و منیزیم سرم از دستگاه اسپکترومتر جذب اتمی (pu 9100, Philips, UK) استفاده شد. در این اندازه‌گیری‌ها از شعله استیلن استفاده گردید و دستگاه برای هر عنصر کالیبره شد. محلول استاندارد اصلی عنصر مورد نظر، با استفاده از پیپت‌های بسیار دقیق به داخل بالن ژوژه ریخته شد و با رقیق کردن متوالی با آب دیونیزه غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۲، ۱ و ۱/۲۵ میلی‌گرم در لیتر از محلول استاندارد اصلی به دست آمد. با اندازه‌گیری‌های متوالی و روش آزمون و خطا رقیق کننده‌ها و محلول شاهد یکسان انتخاب شدند. به

Archive of SID

www.SID.ir

منظور حذف تداخل‌های طیفی و مکش راحت‌تر نمونه توسط پودرساز، رقیق‌سازی نمونه‌ها به نسبت ۱ به ۵ برای عناصر مس، روی و آهن انجام شد و منیزیم نیز با نسبت ۱ به ۵۰ رقیق شد. پس از انتخاب لامپ مخصوص عنصر مورد نظر در دستگاه اسپکترومتر جذب اتمی، میزان طیف جذبی هریک از محلول‌ها اندازه‌گیری و منحنی کالیبراسیون آنها رسم شد. به منظور بررسی تکرارپذیری سیستم، در تمام مراحل اندازه‌گیری و کنترل کیفی سیستم، از روش اضافه کردن استاندارد به نمونه استفاده شد و همچنین طیف جذبی محلول‌های استاندارد نسبت به مقادیری که در راهنمای دستگاه برای غلظت ppm ۱ از عناصر فوق عنوان شده بود، مقایسه شد. غلظت عناصر مورد نظر در گروه پرتوکار و شاهد سه بار اندازه‌گیری شد. داده‌ها با آزمون‌های آنالیز واریانس و رگرسیون تجزیه و تحلیل شدند.

***یافته‌ها:**

میانگین سنی گروه پرتوکار ۵±۳۷ و گروه شاهد ۶± ۳۵ سال بود و دو گروه از نظر توزیع سنی و جنسی تفاوت معنی داری نداشتند.

مقدار متوسط غلظت عناصر مس، آهن، روی و منیزیم در گروه پرتوکار به ترتیب ۰/۲۸۷±۱/۰۲۶، ۰/۱۸۵±۱/۰۵۲، ۰/۱۴۳±۰/۷۶۸ و ۱/۲۷۲±۲۱/۱۱۲ و در گروه شاهد به ترتیب ۰/۲۰۸±۰/۹۰۳، ۰/۱۳۴±۱، ۰/۱۵۶±۰/۸۷۲ و ۱/۳۷۲±۲۱/۱۰۵ میلی گرم در لیتر بود. مقدار این عناصر به تفکیک جنس و شغل در جدول شماره ۱ آمده است. شغل، جنس و سن بر غلظت عنصر مس تأثیرگذار بودند (p<۰/۰۲ و CI=۹۵۰/۰) و معادله آن به صورت زیر به دست آمد:

Cu =۰/۷+۰/۰۱۱A-۰/۱۷۳S -۰/۱۱۶ W

در این معادله، W نمایان‌گر شغل (پرتوکار یا غیر پرتوکار)، S نمایان‌گر جنس، Y نمایان‌گر سابقه پرتوکاری و A نمایان‌گر سن است. همچنین در معادله رگرسیونی عدد صفر برای پرتوکار و عدد ۱ برای غیر پرتوکار و همچنین عدد صفر برای زنان و عدد ۱ برای مردان فرض شده است.

جدول ۱- میانگین غلظت عناصر مس، آهن، روی و منیزیم (میلی‌گرم بر لیتر) در افراد مورد مطالعه

گروه	عنصر	مس	آهن	روی	منیزیم
پرتوکار	زن	۱/۱۰۴±۰/۳۶۵	۱/۰۴۳±۰/۲۰۷	۰/۷۱±۰/۱	۲۱/۰۶۳±۱/۲۵۹
	مرد	۰/۹۴۹±۰/۱۵۴	۱/۰۶۰±۰/۱۶۴	۰/۸۲۶±۰/۱۵۸	۲۱/۱۶۲±۱/ ۳۰۸
شاهد	زن	۰/۹۵۹±۰/۲۵۳	۰/۹۵۰±۰/۱۰۳	۰/۸۴۰±۰/۲۰۷	۲۱/۲۴۲±۱/ ۲۸۶
	مرد	۰/۸۴۷±۰/۱۳۳	۱/۰۵۲±۰/۱۴۴	۰/۹۰۵±۰/۱۶۷	۲۰/۹۶۸±۱/ ۴۶۶

در زنان تأثیر شغل و سن بر عنصر مس معنی‌دار بود (p<۰/۰۳) ارتباط آن به صورت (Cu=-۰/۱۸۵W+۰/۰۲۱A) تعریف شد. در مردان، شغل تنها عامل تأثیرگذار بر عنصر مس بود و ارتباط آن‌ها به صورت Cu= ۰/۷۹۵-۰/۰۸۸W بود. ارتباط بین سابقه کار با غلظت مس سرم در زنان پرتوکار معنی‌دار نبود، اما در مردان پرتوکار این ارتباط معنی‌دار بود (p<۰/۰۳) که معادله پیش بینی آن به صورت Cu=۰/ ۷۹۳+۰/۰۱۱Y به دست آمد.

متوسط غلظت آهن سرم پرتوکاران بیش‌تر از گروه شاهد بود، اما این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود.

Archive of SID

www.SID.ir

غلظت این عنصر فقط با جنس ارتباط معنی‌داری داشت، به طوری که متوسط غلظت آن در مردان بیش‌تر از زنان بود. بین غلظت منیزیم سرم و مواجهه با پرتو نیز رابطه‌ای مشاهده نشد.

بین غلظت عنصر روی و پرتوکار بودن ارتباط معنی‌داری وجود داشت($p<۰/۰۲$ با سطح اطمینان ۹۵ درصد). این تغییرات غلظت فقط در زنان پرتوکار مشاهده شد؛ یعنی در زنان پرتوکار متوسط غلظت عنصر روی کم‌تر از گروه شاهد بود و ارتباط خطی آن به صورت $Zn=۰/۶۴+۰/۱۴۶\ W$ به دست آمد. بین غلظت این عنصر و سابقه پرتوکاری رابطه‌ای مشاهده نشد. و در زنان و مردان پرتوکار کاهش معنی‌دار نسبت مس به روی (Cu/Zn) نسبت به گروه شاهد به دست آمد.

* بحث و نتیجه‌گیری:

در این مطالعه افزایش متوسط غلظت مس و کاهش غلظت عنصر روی در سرم پرتوکاران در مقایسه با گروه شاهد مشاهده شد. با توجه به این‌که متوسط غلظت عناصر فوق با محدوده طبیعی گزارش شده در متون مرجع مطابقت دارد، می‌توان نتیجه گرفت که خطای سیستمیک وجود نداشته است. عنصر روی در زنان پرتوکار در مقایسه با زنان شاهد کاهش معنی‌داری را نشان داد. پرتوکار بودن بر غلظت عنصر مس سرم خون غلظت این عنصر با سابقه کار فقط در مردان مشاهده گردید. میانگین غلظت آهن در پرتوکاران بیشتر از افراد تاثیرگذار بوده که در هر دو جنس صادق است. ارتباط غیر پرتوکار بوده ولی این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. نسبت مس به روی نیز در پرتوکاران کاهش معنی‌داری را نشان داد. در مطالعه کاترجی و همکاران، کاهش عناصر مس و روی و افزایش غلظت آهن در پرتوکاران در مقایسه با گروه شاهد گزارش شد.[۱۶] همچنین در بررسی‌هایی که بر روی سرم خون کارکنان نیروگاه چرنوبیل انجام شد، افزایش غلظت عنصر مس مشاهده شد.[۲] در مطالعه‌ای که در ایران انجام شد، کاهش معنی‌دار عنصر مس در زنان پرتوکار در مقایسه با گروه شاهد به دست آمد.[۱۷]

نتایج به دست آمده در برخی موارد با مطالعه‌های قبلی متفاوت است که این اختلاف‌ها می‌تواند به علت نوع نمونه خون در این مطالعه‌ها باشد. در مطالعه کاترجی و مطالعه انجام شده در کشور ایران از خون کامل استفاده شده بود، در حالی‌که در مطالعه حاضر از سرم خون استفاده شد. همچنین گوناگونی ژنتیکی، عوامل تغذیه ای و حساسیت فردی نسبت به پرتو می تواند توجیه کننده این تفاوت‌ها باشد. هر عاملی که سبب از بین رفتن یکپارچگی غشای سلول شود، آغازگر آسیب اکسیداتیو بوده و سبب نشت فلزات کم مقدار از اجزای سلولی خواهد شد. یافته‌های این پژوهش مؤید احتمال تأثیر پرتوگیری مزمن بر روی غلظت برخی فلزهای خون بود.

*مراجع:

1. Cengiz M, Gurkaynak M, Vural H, et al. Tissue trace element change after total body irradiation. Nephron Exp Nephrol 2003; 94(1): e 12-6

2. Protasova OV, Maksimov IA, Nikiforor AM. Altered balance of trace element in blood serum after exposure to low doses of ionization radiation. Bio Bull 2001 Jun, 28 (2): 344-9

3. Baisch H, Bluhm H. Effect of X-rays on cell membranes. I. changes of membrane potentional of L–cells. Radiate Environ Biophys 1978 Oct 12; 15(3): 213-9

4. Kuo, Saad AH, Koong AC, et al. Potassium-channel activation in response to low doses of gamma- irradiation involves reactive oxygen intermediates in non excitatory cells. J Proc in Nat Ac Sci. USA 1993 Feb 1; 90(3): 908-12

5. Rudd MJ, Chapman DE, Good MT. Iron, minerals and trace element. J Pediatric

Archive of SID

www.SID.ir

Gastroenterology and Nutrition. 2005; Feb, 41(2): 39-46
6. Ulri H, Yoldas T, Doluy K, Mungen B. Magnesium, zinc and copper content in hair and their serum concentration in patient with epilepsy. East J Med 2003; 7: 31-5
7. Chie S, Hiroshi K, Yutaka A, Ryoji O. Concentration of copper and zinc in liver and serum samples in billiary artesia patients. J Exp Med 2005 Jul; 27(1): 271-7
8. Majumdar S, Chatterjee J, Chaudhari K. Ultrastructural and trace metal studies on radiographers' hair and nails. Biol Trace Elem Res 1999 Feb; 67(2): 127-38
9. Man AC, Zheng YH, Mak PK. Structural and trace element changes in scalp hair of radiographers. Biol Trace Elem Res 1998 Jul; 63(1): 11-8
10. Chatterjee J, De K, Basu SK, Das AK. Collagen, zinc and iron contens of rat skin irradiated with low- does X-ray. Indian J Med Res 1993 Oct; 98: 243 -7
11. Schuschke DA. Dietary copper in the physiology of the micro circulation. J Nutr 1998; 127(12): 2274-8
12. Uauy R, Olivares M, Gonzalez M. Essentiality of copper in humans. Am J Clin Nutr 1998 May; 67(5 Suppl): 952 S-9 59 S
13. Good Man VL, Brewer GJ, Merajver SD. Copper deficiency as an anti-cancer strategy. Endocr Relat Cancer 2004 Jun; 11(2): 255-63
14. Elizabet F, Holly V, Dheldon R. Evidence supporting zinc as an important antioxidant for skin. Int J Dermatol 2002 Sep; 41(9): 606-11
15. Pathak P, Kapil U. Role of trace element zinc, copper and magnesium durin pregnancy and its outcom. Indian J Pediatr 2004 Nov; 71(11): 1003-5
16. Chatterjee J, Mukherjee BB, De k, et al. Trace metal levels of X- Ray technician's blood and hair. Biol Trace Elem Res 1994 Dec; 46(3): 211-27
17. Bolouri B, Goorabi H. Investigation of the possible effect of chronic occupation exposure to x- rays on the amount of trace element zinc and copper in the blood of x-ray technicians. J IUMS 1381; 32: 681-5
18. Method manual Philips Atomic Absorption Spectrometry model PU-9100. United Kingdom, 1990. 1-30

Archive of SID

www.SID.ir