Archive of SID

ارزیابی میدانهای الکتریکی و مغناطیسی ، فرکانس بسیار پایین(ELF) و بررسی اثرات آن بر پارامترهای خونی کارگران یکی از صنایع سنگین فلزی تهران

مهدی رکنیان[1*]، پروین نصیری[2]، حجت زراعتی[3]

۱- کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی تهران- انستیتوتحقیقات و خدمات بهداشتی درمانی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲- استاد گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و انستیتوتحقیقات بهداشتی درمانی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳- دانشیار گروه آمار حیاتی، دانشکده بهداشت و انستیتوتحقیقات بهداشتی درمانی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۲۱ **تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۶/۲**

چکیده

مقدمه: بررسی و مطالعه اثرات ناشی از القاء جریان و میدانهای الکتریکی و مغناطیسی با فرکانس بی نهایت کم در بدن انسان از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است تا بدین وسیله اثرات ایجاد محتمل در مولکولی،سلولی و اندامی تعیین شوند . هدف از این مطالعه ارزیابی شدت میدانهای الکتریکی و مغناطیسی با فرکانس بینهایت کم تعیین ارتباط اختمالی این میدانها با تغییرات پارامترهای خونی افراد شاغل در یکی از صنایع سنگین تهران است.این مطالعه از نوع مطالعه موردی است.تعداد نمونه های مورد بررسی در این مطالعه که با میدانهای الکتریکی و مغناطیسی مواجهه دارند، ۲۰۵ نفر است که در ۴ گروه شامل ۱- کارگران کوره القایی۲-کارگران سختی القایی۳-جوشکاران۴-اپراتورهای کامپیوتر طبقه بندی می شوند.

مواد و روشها: در زمینه ارزیابی تماس با میدانهای الکتریکی و مغناطیسی و مطالعه اپیدمیولوژیک اثرات آن در مشاغل متدهای متنوعی توصیه و به کار برده شده است. طیف متدها از متدهای ساده دسته بندی مشاغل تا متدهای پیچیده ای مانند مدل ماتریکس مواجهه شغلی است که بر اساس اندازه گیریهای مواجهه پرسنل و بازسازی آن بعد از مواجهه است. در این پژوهش از روشهای استاندارد جهت اندازه گیری میزان میدانهای الکتریکی و مغناطیسی استفاده شد. در این مطالعه اندازه گیری شدت میدانهای الکتریکی و مغناطیسی بر اساس دزیمتری که بر پایه روش ۲۰۲ کتابچه روشهای اندازه گیری انستیتو ملی ایمنی و بهداشت حرفه ای امریکا انجام شد.جهت تعیین تغییرات پارامترهای خونی از کارگران نمونه های خونی گرفته شد و سپس به وسیله روشهای معتبر آنالیز شد.همچنین جهت بررسی سیر تغییرات پارامترهای هماتولوژی کارگران از نتایج آزمایشات خونی سالهای قبل مندرج در پرونده های کارگران استفاده گردید.

نتایج: اندازه گیرها نشان دهنده شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی عظیمی را در اطراف کوره های القایی است و به صورت کلی محدوده شدت میدان الکتریکی برای گروه کارگران القایی ۲۴۵۲/۳-۲/۳ ولت بر متر ومحدوده شدت میدان مغناطیسی۳۲۵/۱-۱ میکرو تسلا می باشد. در سایر مشاغل از قبیل کارگران سختی القایی این محدوده برای میدانهای الکتریکی ۶۸/۵-۲/۴۵ ولت بر متر و برای میدانهای مغناطیسی ۲۰/۴-۱/۳ میکرو تسلا می باشد.در گروه جوشکاران بازه میدانهای الکتریکی ۱۱/۲۳-۱/۰۲ ولت بر متر و میدانهای مغناطیسی ۳/۲۵-۰/۱۲ میکرو تسلا است و درنهایت در گروه اپراتورهای کامپیوتر میدانهای الکتریکی در محدوده ۱۸۶/۲-۲۱/۱ ولت بر متر قراردارد و برای میدانهای مغناطیسی این بازه ۰/۲۵-۰/۰۷ میکرو تسلا است.

بحث و نتیجه گیری: در گروه کارگران کوره القایی میانگین پارامترهای گلبول سفید و حجم گلبول قرمز به طور معنی دار افزایش نشان میدهد، در صورتی که میانگین گلبولهای قرمز کاهش یافته است ($P<0.05$). در گروه کارگران سختی القایی میانگین پارامترهای گلبولهای سفید، متوسط غلظت وزنی هموگلوبین و حجم گلبول قرمز به طور معنی دار افزایش پیدا کرده است در صورتی که میانگین گلبول قرمز و هموگلوبین کاهش پیدا کرده است. ($P_V<0.05$).در گروه جوشکاران میانگین پارامترهای گلبولهای سفید، حجم گلبول قرمز و هموگلوبین به شکل معنی دار افزایش پیدا کرده است و درنهایت در گروه اپراتورهای کامپیوتر شاخص های گلبول قرمز و هماتوکریت به شکل معنی دار کاهش پیدا کرده است. (مجله فیزیک پزشکی ایران، دوره ۶، شماره ۳ و ۴، پیاپی (۲۴ و ۲۵)، پاییز و زمستان ۸۸: ۵۷-۴۷)

واژگان کلیدی: میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس بسیار پایین، تغییرات خونی، میدانهای الکتریکی و مغناطیسی، صنایع سنگین فلزی، دسته بندی مشاغل

* **نویسنده مسؤول: مهدی رکنیان**

آدرس: گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران Mehdi_ roknisn@yahoo.com

تلفن: ۰۹۱۲۶۲۷۶۳۰۸ +۹۸ (۲۱) -۷۷۸۸۶۹۸۲

www.SID.ir

Archive of SID

۱-مقدمه

حدود صد سال پیش تولید الکتریسیته آغاز و هفتاد سال است که انتقال امواج رادیویی شروع شده است .۵۰ سال پیش برای اولین بار رادار مورد استفاده قرار گرفت و در حقیقت از سال ۱۹۵۰ به بعد است که مقادیر مهمی از انرژی مغناطیسی و الکتریکی در محیط زندگی ما قرار گرفته و از همین زمان است که مسائلی راجع محیط زیست و جوامع انسانی که در معرض میدانهای الکتریکی و مغناطیسی هستند قوت گرفت [۱]. میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانسهای مختلف و شدتهای بالا امروزه به عنوان یک فاکتور مهم در محیط زیست مطرح است و به دلیل ترس از پیدایش امراضی ناشناخته، تغییر ترکیبات خون، تاثیر در سیستمهای عصبی دگرگونیهای ژنتیک و بروز امراضی چون رشد سرطانی سلولها نگرانی مردم و انگیزه تحقیقاتی مراکز علمی جهان افزایش پیدا کرده است [۲]. اثرات میدانهای الکترومغناطیسی فرکانس پایین با اثرات این میدانهای در فرکانس بالا متفاوت است چرا که در فرکانس پایین ولتاژ جریان موجود بیشتر است و این در شرایطی است که موجودات زنده آزادانه و بدون محافظ در معرض آنها قرار دارند.

تا به امروز مطالعات گسترده ای بروی انسانها و سایر موجودات زنده در زمینه بررسی اثرات میدانهای الکترومغناطیسی صورت گرفته است. اولین مطالعات درباره اثرات احتمالی مواجهه با میدانهای الکتریکی و مغناطیسی در مقالات شوروی سابق در دهه ۱۹۶۰ منتشر شده است.آنها در کارگران پستهای توزیع و انتقال برق،اختلالات ذهنی متنوع؛مشکلات قلبی و عروقی،گوارشی و سیستم اعصاب مرکزی را گزارش کرده اند. مطالعات مشابهی روی کارگران تاسیسات الکتریکی در دهه های بعد ادامه یافت هر چند که اکثر نتایج حاصله ضد و نقیض بود [۳]. شاید بتوان گفت که گسترده ترین مطالعه در دهه ۹۰ به وسیله ۳۰ نفر از بهترین متخصصان جهان صورت گرفت.این تیم حدود ۳۰۰۰ نفر ساعت روز بر روی این پروژه کار کردند و ماحصل تلاش بی وقفه این گروه امروزه مبنای بسیاری از مطالعات است. در مطالعات صورت گرفته افراد مورد بررسی در مشاغل مختلفی همچون مهندسی برق و الکترونیک، تعمیر کاران رادیو تلویزیون، کوره های القایی، اپراتورهای کامپیوتر،برق کاران، نورپردازان، متصدیان خطوط تلفن، جوشکاران قرار داشتند[٤]. اگر چه تماس واقعی با میدانهای الکتریکی و مغناطیسی برای این کارگران مشخص نشده است،ولی این مطالعات نوعا مولد فرضیه است.در سالهای اخیر نیز مطالعات بسیاری نیز در این زمینه صورت گرفته که از آن جمله می توان به مطالعه کارپیدیس و همکاران در سال ۲۰۰۷ اشاره نمود .در این تحقیق ارتباط بین امواج الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پائین با تومورهای بدخیم مغزی بررسی شد که در نهایت هیچگونه ارتباطی بین این دو مشاهده نگردید [۵]. در همین سال به وسیله دوانیپور[1] و همکاران مطالعه ای در خصوص امواج مذکور و ارتباط آن با آلزایمر صورت گرفت که در نهایت ارتباطی افزایشی مشاهده گردید [٦].

در سال ۲۰۰٦ به وسیله اندریاس سیدلر[2] مطالعه ای در زمینه ارتباط بین امواج اکترومغناطیس با فرکانس پائین و بیماری زوال عقل انجام پذیرفت که در نهایت در این مطالعه نیز ارتباطی بین پارامترهای مورد آزمون یافت نگردید. [۷]. این مطالعات خود باعث طرح پرسشهای مهمی شد که امروزه از طریق مطالعات اپیدمیولوژی با طراحی بهتر پیگیری می شوند.جنبه مهم مطالعات جدید ارزیابی تماس بر اساس اندازه گیری واقعی است. برای ارزشیابی کامل اثرات بهداشتی، مشاهدات و مطالعات اپیدمیولوژی باید همراه تجارب آزمایشگاهی کنترل شده باشد. هنگامیکه مطالعات آزمایشگاهی مکانیسمهایی را برای اثرات مشاهده شده ارائه دهد و مطالعات روی موجودات زنده وقوع احتمالی چنین آثاری را تایید کند این نتایج خود پایه ای جهت قانونمند کردن رابطه عامل و اثر می شود [۸]، اگرچه انجام چنین کاری در بیشتر

[1] Davanipour
[2] Andreas Seidler

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایشگاههای جهان به خاطر نبود امکانات مشکل و سخت می باشد. با توجه به اینکه بحث های گسترده ای در مورد تغییر و کاهش استانداردهای جاری در بین محققین وجود دارد، لذا به نظر می رسد توجه بیشتر محققین در زمینه میدانهای الکتریکی و مغناطیسی در سالهای اخیر به امواج ELF بخصوص در فرکانسهای قدرت (۵۰-۶۰ هرتز) معطوف گشته است[٤] .

زندگی امروز در روی کره زمین غوطه ور شدن در دریایی از میدانهای الکترومغناطیسی طبیعی است.در قرن گذشته این محیط طبیعی بدلیل حضور طیف وسیع و در حال گسترش میدانهای مصنوعی الکترومغناطیسی به شدت تغییر کرده است. کاربردهای روزمره در زمینه های ارتباطی(زمینی و هوایی) امور نظامی، دریانوردی همچنین در صنایع(مانند استفاده در فرایند ذوب فلزات، فولادسازی)، مصارف خانگی و زمینه های درمانی سبب می شود که افراد به میزان بیشتری در معرض میدانهای الکترومغناطیسی قرار گیرند. اما مسئله بسیار مهم این است که با وجود این پیشرفتهای شگرف در زمینه استفاده و تولید این امواج تا به امروز دانشمندان جهان به این اتفاق نظر نرسیده اند که میدانهای الکترومغناطیسی دارای اثرات ثابت شده ای است [۹].

در این بررسی، تلاش بر این است که ارزیابی تماس بر اساس اندازه گیری واقعی میدان در محیط و در نزدیکی منابع تولید آنها صورت گیرد و ارتباط شدت این میدانها با تغییرات خونی مورد تحقیق قرار گیرد.

۲- مواد و روشها

جهت بررسی دقیق تر و همه جانبه میدانهای الکتریکی و مغناطیسی بر روی افرادی که در مشاغل مختلف مشغول به کار هستند چهار گروه شغلی به شرح زیر: ۱-کارگران کوره های القایی ۲-کارگران دستگاههای سختی القایی۳- جوشکاران ٤- اپراتورهای کامپیوتر را انتخاب و مورد مطالعه قرار دادیم.

جدول ۱-توزیع فراوانی مطلق و نسبی افراد مورد بررسی بر حسب محل اشتغال

محل اشتغال	تعداد(نفر)	درصد
اپراتورهای کامپیوتر	۵۰	٢٤
کارخانه کوره القایی	۵۱	۲۵
کارخانه سختی القایی	٤۵	۲۲
جوشکاران	۵۹	۲۹
کل افراد(نفر)	۲۰۵	۱۰۰

لازم به ذکر است به علت ماهیت تولیدی نظامی این صنعت خانمها در این واحد تولیدی شاغل نیستند و تمامی افراد شاغل در گروههای مورد بررسی مرد می باشند.

مطالعه حاضر از این حقیقت بهره می برد که گروه تحقیق افراد معینی را که در طول ایام اشتغال در ارتباط با میدانهای مغناطیسی بوده اند انتخاب و درجه سلامتی این افراد را با استانداردهای روز پزشکی مقایسه کرده است .

محقق اطلاعات خود را از طریق نمونه گیری از خون محیطی در محل کار و بررسی دقیق نتایج آزمایشات خون مندرج در پرونده های شغلی و معایناتی پرسنل در طی سالیان گذشته(بدو استخدام، میانه دوران کاری و سال آخر) بدست آورده است. بدین وسیله سیر تغییرات پارامترهای خونی افراد مورد مطالعه را از این طریق مورد بررسی قرار گرفته داده است. در این مطالعه سعی شده است تا ارتباط بین عواملی چون شدت میدان الکترومغناطیسی و سابقه کار و سن بررسی شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲-توزیع فراوانی مطلق و نسبی افراد مورد بررسی بر حسب سن به تفکیک محل اشتغال

محل اشتغال	اپراتورهای کامپیوتر		کارخانه کوره القایی		کارخانه سختی القایی		جوشکاران		کل افراد	
گروه سنی	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
۲۰-۳۰	۱۰	۲۰	۷	۱۳/۷	٦	۱۳/۳	۱۰	۱٦/۹	۳۳	۱٦/۱
۳۰-٤۰	۳۱	٦۲	۳۳	٦٤/۷	۳۲	۷۱/۱	۳۰	۵۰/۸	۱۲٦	٦۱/۵
٤۰-۵۰	۹	۱۸	۱۰	۱۹/٦	۷	۱۵/٦	۱٤	۲۳/۷	٤۰	۱۹/۵
بالاتر از ۵۰ (سال)	۰	۰	۱	۲	۰	۰	۵	۸/۵	٦	۲/۹
کل افراد(نفر)	۵۰	۱۰۰	۵۱	۱۰۰	٤۵	۱۰۰	۵۹	۱۰۰	۲۰۵	۱۰۰
میانگین(سال)	۳٤/۳۲		۳۵/٦		۳٤/۵۱		۳٦/۸۱۳		۳۵/۳۹	
انحراف معیار	۵/۲٤۲۸		۵/٦۸۵٦۹		٤/۷۰۷۹		۷/۳۷۰٦		۵/۹۸۳۲۳	

جدول ۳- توزیع فراوانی سابقه کار افراد مورد بررسی بر حسب محل اشتغال

محل اشتغال	اپراتورهای کامپیوتر		کارخانه کوره القایی		کارخانه سختی القایی		جوشکاران		کل افراد	
سابقه کاری(سال)	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
۱-۵	۱۷	۳٤	۱۲	۲۳/۵	۱۷	۳۸/۷	۱۰	۱٦/۹	۵٦	۲۷/۳
۵-۱۰	۱۹	۳۸	۱٤	۲۷/۵	۱۷	۳۸/۷	۱٤	۲۳/۷	٦٤	۳۱/۲
۱۰-۱۵	۹	۱۸	۱۷	۳۳/۳	۵	۱۱/۱	۲۰	۳۳/۹	۵۱	۲٤/۹
۱۵-۲۰	۵	۱۰	۸	۱۵/۷	۵	۱۱/۱	۱۰	۱٦/۹	۲۸	۱۳/۷
۲۰-۲۵	۰	۰	۰	۰	۱	۲/۲	٤	٦/۸	۵	۲/٤
۲۵-۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱/۷	۱	۰/۵
کل افراد(نفر)	۵۰	۱۰۰	۵۱	۱۰۰	٤۵	۱۰۰	۵۹	۱۰۰	۲۰۵	۱۰۰
میانگین(سال)	۷/۸۸		۸/۲۸۸۹		۱۰/۰۱۹٦		۱۱/۹۱۵۳		۹/٦٦۳٤	
انحراف معیار	٤/۲٤۵۷		٤/۷۷۰۲		٤/۷۷۰۲		٦/۰۲۳۷		۵/۲۷۳۷	

مقدار شدت میدان الکترومغناطیسی توسط دستگاه HI-3604[۱۰] اندازه گیری شد. محاسبات مربوط به تعیین میزان دز تماس افراد با استفاده از متد شماره ۲۰۲ کتابچه روشهای ارزیابی میدانهای الکتریکی و مغناطیسی NIOSH صورت گرفت [۱۱]. بعد از اندازه گیری میدانهای الکتریکی و مغناطیسی و تعیین دز، این مقادیر را با حدود مجاز[1] TLV [3]کردیم[۱۲]. جهت اندازه گیری میدانهای الکتریکی و مغناطیسی در سه گروه جوشکاران، اپراتورهای کوره القایی، اپراتورهای سختی القایی ابتدا شغل افراد مورد بررسی کامل قرار گرفت. ایستگاههای کاری، موقعیت و فاصله فرد از منبع اصلی میدانهای الکتریکی و مغناطیسی مشخص گردید و سپس در هر ایستگاه ۳ تا ۵ بار این میدانها اندازه گیری گردید و در نهایت از این اندازه گیریها برای هر ایستگاه میانگین گرفته شد و بعنوان شاخص معرفی گردید.لازم به ذکر است موقعیت اندازه گیری میدانهای الکتریکی و مغناطیسی کاملا منطبق بر ایستگاههای کاری افراد می باشد. جهت اندازه گیری میزان میدانهای الکتریکی و مغناطیسی اپراتورهای کامپیوتر از متد استاندارد اندازه گیری جهت

[1] Threshold Limit Values

www.SID.ir

Archive of SID

مونیتورهای CRT[9] استفاده گردید.(لازم به ذکر است در این اندازه گیری مارک های مختلف مونیتور دارای مقادیر متفاوتی از میدانهای الکتریکی و مغناطیسی بودند که این تفاوت در بررسی لحاظ گردیده است). متد حاضر جزء اولین و بهترین متدهای موجود در زمینه بررسی میدانهای الکترومغناطیسی با در نظر گرفتن شغل و پارامترهای دخیل در آن می باشد.بر اساس متد فوق این تحقیق در سه فاز صورت گرفت:

فاز ۱ - نیازمند یهای مطالعه/ طراحی تحقیق: مرحله اول، پوشش دهنده طرح و ساختار کلی مجموعه داده ها، تجزیه و تحلیل و تفسیر است. این مرحله ارائه گر روش های تحقیق و نظریه های پردازش داده ها می باشد و انواع تجهیزات مورد استفاده برای اندازه گیری میدانهای الکتریکی و مغناطیسی و داده های فعالیت شغلی را مشخص می کند.

فاز ۲- بررسی سوابق شغلی و انتخاب گرو ههای مورد مطالعه: مرحله دوم به شناسایی سوابق شغلی در فعالیت های کاری، روشها، زمان کار و دیگر عوامل مشخص کننده ارتباط بین تغییرات پارامترهای خونی و میدانهای الکتریکی و مغناطیسی می پردازد.

توالی فعالیتهای این مرحله تحقیق عبارتند از :

۱-انتخاب گروه های شغلی در معرض

۲- جمع آوری اطلاعات مربوط به محل کار و مشاغل موجود و فعالیتهای رایج

۳-دسته بندی مشاغلی که دارای ریسک مواجهه با میدانهای الکتریکی و مغناطیسی هستند.

٤-جمع آوری اطلاعات فردی شامل نوع کار، زمان صرف شده برای کار، فعالیتهای مرتبط، زمان صرف شده برای فعالیتهای مرتبط و غیره.

فاز ۳- ارزیابی های زمینه ای: دراین فاز اندازه گیری میدانهای الکتریکی و مغناطیسی بر اساس روشهای استاندارد و نمونه گیری خون صورت گرفت. لازم به ذکر است در این واحد تولیدی صنعتی اندازه گیری میدانهای الکتریکی و مغناطیسی و معاینات دوره ای بصورت سالیانه صورت می گیرد و نتایج عینا به پرونده های پزشکی و شناسنامه سلامت کار فرد انتقال داده می شود. در این مطالعه نمونه گیری در محل کار انجام شد و آنالیز نمونه ها نیز در نزدیکترین نقطه ممکن یعنی بیمارستان کارخانه صورت گرفت. بدین وسیله خطاهای ممکن ناشی از در زمان حمل نمونه و آنالیز به حداقل کاهش داده شد.

پارامترهای خونی مورد بررسی عبارتند از: گلبولهای قرمز[1] (RBC)، گلبولهای سفید[2](WBC)، هموگلوبین [3] (Hgb) هماتوکریت[4](Hct)، حجم متوسط گلبول قرمز[5](MCV)، متوسط وزن هموگلوبین در گلبول قرمز[6] (MCH)، میانگین غلظت وزنی هموگلوبین[7] (MCHC)، پلاکت ها[8] (PLT) [۱۳].

سنجش پارامترهای خونی از طریق نمونه گیری خون و آنالیز آن توسط دستگاه آنالیزور نمونه های خون مدل PCE-170 ساخت ژاپن انجام شده است. با نظر مشاور آمار تمامی افراد در معرض میدان به عنوان جامعه آماری انتخاب شده اند. در این پژوهش هیچگونه دخالت مستقیم توسط محقق بر روی مدت یا میزان تماس یا دیگر عوامل محیطی بر افراد اعمال نشده است و کیفیت این مطالعه به مهارت و ابتکار محقق در گزینش گروههای مورد نظر برای مقایسه بستگی دارد . در مجموع، داده های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار توسعه یافته SPSS آنالیز شدند. مدل آماری برای تجزیه و تحلیل داده ها آنالیز واریانس یکطرفهANOVA ، آزمون کروسکال والیس، آزمون فریدمن و در نهایت استفاده از مدل رگرسیون (Probability F=0.001)ACKWARD استفاده شده است.

[1] Red blood cell
[2] White blood cell
[3] Hemoglobin
[4] Hematocrite
[5] Mean corpuscular volume
[6] Mean corpuscular hemoglobin
[7] Mean corpuscular hemoglobin concentration
[8] Platelet
[9] Cathode ray tube

www.SID.ir

Archive of SID

۳-نتایج

جهت بررسی میزان همبستگی بین متغیرهای مستقل(میدانهای الکتریکی و مغناطیسی،سابقه کار و سن افراد) و متغیرهای وابسته (پارامترهای خونی) در دروه های زمانی مختلف از مدل رگرسیون چندگانه بررسی اثر همزمان متغیرهای مختلف بر تغییرات فاکتورهای خونی در دوره های زمانی مختلف در کارگران گروههای مختلف استفاده شد. در این بررسی میزان تاثیر متغیر مستقل بر متغیرهای وابسته برای هر گروه کاری به صورت جداگانه مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. علت استفاده از این مدل حذف پارامترهای مخدوش کننده نظیر میزان منواکسید کربن در محیط کار، آلودگیهای شیمیایی و فیزیکی، بیماریهای فردی و همچنین سیگار می باشد. در جداول ۳ تا ۵ ذیل اطلاعات ضریب رگرسیون نسبی(BETA) و p برای همه فاکتورهای موثر ارائه شده است. سطح معنی داری هر کدام از آزمون هادر زیر جداول قید گردیده است.

جدول ۲- مدل رگرسیون چندگانه بررسی اثر همزمان متغیرهای مختلف بر تغییرات فاکتورهای خونی در دوره های زمانی مختلف در کارگران سختی القایی

متغیر مستقل / فاکتور وزنی	دز مواجهه با میدانهای الکتریکی	دز مواجهه با میدانهای مغناطیسی	سن	سابقه کار	عدد ثابت
WBC 1-2	P(V)=۰/۰۲۱ BETA=۰/۳٤۲				P(V)=۰/۲۰۸
RBC 1-3		P(V)=۰/۰۲۳ BETA=-۰/۳۳۹		P(V)=۰/۰۳۷ BETA=-۰/۱۰۲	P(V)=۰/۰۵۸
Hgb 1-3	P(V)=۰/۰۲۲ BETA=-۰/۱٤۱				P(V)=۰/۹۳۱
MCV 1-3				P(V)=۰/۰۲۹ BETA=۰/۱۹۵	P(V)=۰/۰٤٦
MCHC 2-3			P(V)=۰/۰۰٤ BETA=۰/۸٦۲		P(V)=۰/۰۵۵

WBC 1-2:مقایسه میزان اختلاف WBC در بدو استخدام و میانه استخدام

RBC 1-3:مقایسه میزان اختلاف RBC در بدو استخدام و سال آخر

Hgb 1-3:مقایسه میزان اختلاف Hgb در بدو استخدام و سال آخر

MCV 1-3: مقایسه میزان اختلاف MCV در بدو استخدام و سال آخر

MCHC 2-3:مقایسه میزان اختلاف MCHC در میانه استخدام و سال آخر

*حدود احتمال F در بازه ۰/۰۵تا ۰/۰۵۱ است

آنالیز رگرسیون وضریب همبستگی پارامترهای خون با متغیرهای مستقل معنادار (میدانهای الکتریکی و مغناطیسی،سابقه کار و سن افراد) برای گروه کاری کارگران سختی القایی در جدول (۲) ارائه شده است. در این بررسی مشخص شد که بین پارامتر گلبولهای سفید و متغیر میدانهای الکتریکی در دوره های زمانی بدو استخدام و میانه استخدام، بدو استخدام و آخرین سال فعالیت ارتباط خطی معنا داری وجود دارد ($p<0.05$). ضریب همبستگی مثبت بوده و حکایت از تاثیر افزایشی میدانهای الکتریکی بر روی گلبولهای سفید دارد.

بین تعداد گلبولهای قرمز و متغیر سابقه کار و میدانهای مغناطیسی در دوره زمانی میانه استخدام و آخرین سال

www.SID.ir

Archive of SID

فعالیت ارتباط خطی معنا داری وجود دارد ($p<0.05$). بررسیها نشان می دهد همانند گروه اپراتورهای کامپیوتر میدانهای مغناطیسی موجب تاثیر منفی بر روی این پارامتر می شود و آن را در طولانی مدت کاهش می دهد.همچنین مشخص شد میزان تاثیر میدانهای مغناطیسی تا حدودی نسبت به سابقه کار در کاهش میزان گلبولهای قرمز بیشتر است.همچنین لازم به ذکر است بین پارامتر MCV و متغیر سابقه کار در دوره زمانی بدو استخدام و آخرین سال فعالیت و همچنین پارامتر MCHC و متغیر سن در دوره زمانی میانه استخدام و آخرین سال فعالیت ارتباط معناداری وجود دارد($p<0.05$). به نظر می رسد سیستم خونسازی و اریتروپوئیزیست در طولانی مدت تطابق یافته است [١٤]. از دیگر پارامترهای تغییر یافته در اثر مواجهه با میدانهای الکترومغناطیس هموگلوبین است.بین پارامتر Hgb و متغیر میدانهای الکتریکی در دوره زمانی بدو استخدام و آخرین سال فعالیت ارتباط معناداری وجود دارد($p<0.05$).ضریب همبستگی در این بررسی منفی است و حکایت از تاثیر کاهشی این میدانها بر پارامتر مورد نظر دارد.

جدول ٣- مدل رگرسیون چندگانه بررسی اثر همزمان متغیرهای مختلف بر تغییرات فاکتورهای خونی در دوره های زمانی مختلف در اپراتور های کامپیوتر

متغیر مستقل / فاکتور وزنی	دز مواجهه با میدانهای مغناطیسی	سابقه کار	عدد ثابت
RBC 1-3	P(V)=٠/٠٠١✳ BETA=-٠/١٣٥		P(V)=٠/٦٠٩
MCH 2-3		P(V)=٠/٠١٣ BETA=-٠/٠٤٩	P(V)=٠/٠٢٤

RBC 1-3:مقایسه میزان اختلاف RBC در بدو استخدام و سال آخر

MCH 2-3:مقایسه میزان اختلاف MCH در میانه استخدام و سال آخر

✳حدود احتمال F در بازه ٠/٠٥تا ٠/٠٥١ است.

ضریب همبستگی و انالیز رگرسیون پارامترهای خون با متغیرهای مستقل معنا دار(میدانهای الکتریکی و مغناطیسی، سابقه کار) برای گروه کاری اپراتورهای کامپیوتر در جدول (٣) ارائه شده است.در این بررسی مشخص شد که بین تعداد گلبولهای قرمز و میدانهای مغناطیسی در دوره بدو استخدام و آخرین سال فعالیت ارتباط خطی معنا داری وجود دارد ($p<0.05$). این نشان میدهد قرار گرفتن در معرض میدانهای مغناطیسی در طولانی مدت بر میزان گلبولهای قرمز که خود از دو گروه سلولی اریتروسیت و لوکوسیت تشکیل شده است تاثیر منفی گذاشته و موجب کاهش این پارامتر می شود.بین پارامترMCH و سابقه کار در دوره دوم نمونه گیری نیز ارتباط خطی معنا داری وجود دارد. ($p<0.05$).لازم به ذکر است ضریب همبستگی دارای علامت منفی است و حکایت از تاثیر کاهشی این متغیرها بر پارامتر مورد بررسی دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مدل رگرسیون چندگانه بررسی اثر همزمان متغیرهای مختلف بر تغییرات فاکتورهای خونی در دوره های زمانی مختلف در جوشکاران

متغیر مستقل / فاکتور وزنی	دز مواجهه با میدانهای الکتریکی	سن	سابقه کار	عدد ثابت
WBC 2-3	P(V)=۰/۰۲۱ BETA=۰/۳			P(V)=۰/۲۱٦
Hgb 1-2		P(V)=۰/۰۰۱ BETA=-۰/۸۱۳		P(V)=۰/۰۰۰
Hgb 1-3			P(V)=۰/۰۱۸ BETA=۰/۲۳۰	P(V)=۰/۰۰۰
MCV 1-2		P(V)=۰/۰۳۰ BETA=۰/٤٤٦		P(V)=۰/۹۹۰
MCV 2-3	P(V)=۰/۰۱۱ BETA=۰/۳۲۹			P(V)=۰/۰۰۸

WBC 2-3:مقایسه میزان اختلاف WBC در میانه استخدام و سال آخر

Hgb 1-2:مقایسه میزان اختلاف Hgb در بدو استخدام و میانه استخدام

Hgb 1-3:مقایسه میزان اختلاف Hgb در بدو استخدام و سال آخر

MCV 1-2:مقایسه میزان اختلاف MCV در بدو استخدام و میانه استخدام

MCV 2-3:مقایسه میزان اختلاف MCV در میانه استخدام و سال آخر

*حدود احتمال F در رنج ۰/۰۵تا ۰/۰۵۱ است.

آنالیز رگرسیون وضریب همبستگی پارامترهای خون با متغیرهای مستقل معنا دار (میدانهای الکتریکی،سابقه کار و سن افراد) برای گروه کاری کارگران جوشکار در جدول شماره(٤) ارائه شده است.در این بررسی مشخص شد که بین پارامتر گلبولهای سفید و متغیر میدانهای الکتریکی به دوره زمانی میانه استخدام و آخرین سال فعالیت ارتباط خطی معنا داری وجود دارد ($p<0.05$) و ضریب همبستگی مثبت می باشد.

به نظر می رسد همانند گروه کارگران سختی القایی گلبولهای سفید نسبت به میدانهای الکتریکی از خود واکنش التهابی بروز داده اند[١٤]. میدانهای الکتریکی ناشی از موتورهای جوشکاری عمدتا در حد خیلی کم هستند اما نکته حائز اهمیت در این باره این است که کارگران جوشکار در اکثر مواقع فاصله ای نزدیک تا منبع مولد این میدانها یعنی دستگاه جوشکاری دارد.کم بودن فاصله عامل موثری در دریافت حداکثر مواجهه فرد در زمینه میدانهای الکتریکی و مغناطیسی است.بین پارامتر هموگلوبین و متغیر سن(ضریب همبستگی-) و سابقه کار(ضریب همبستگی+) در دوره های زمانی به ترتیب بدو استخدام و میانه استخدام،بدو استخدام و آخرین سال فعالیت نیز ارتباط خطی معنا داری موجود است ($p<0.05$). این مسئله را می توان به بر هم خوردن تنظیم اریتروپوئیزیس نسبت داد اما نکته مهم این است که براساس مشاهدات انجام شده در جدول میانگین پارامترهای خونی مشخص شد میزان تغییرات این پارامتر کم است و در محدوده نرمال قرار دارد. درنهایت بین پارامتر حجم گلبو لهای قرمز MCV[1] و متغیرهای سن و میدانهای الکتریکی در دوره های زمانی به ترتیب بدو استخدام و میانه استخدام،میانه استخدام و آخرین سال فعالیت ارتباط معناداری وجود دارد ($p<0.05$).ضریب همبستگی مثبت بوده و حاکی از تاثیر مثبت این متغیر ها بر افزایش حجم گلبولهای قرمز است.

[1] Mean corpuscular volume

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٥- مدل رگرسیون چندگانه بررسی اثر همزمان متغیرهای مختلف بر تغییرات فاکتورهای خونی در دوره های زمانی مختلف در کارگران کوره القایی

متغیر مستقل / فاکتور وزنی	دز مواجهه با میدانهای الکتریکی	دز مواجهه با میدانهای مغناطیسی	سن	سابقه کار	عدد ثابت
WBC 1-2	P(V)=٠/٠١٩ BETA=٠/٢٧٥				P(V)=٠/٠٠٣
WBC 1-3	P(V)=٠/٠١١ BETA=٠/٣٣٣				P(V)=٠/٠٠١
RBC 2-3		P(V)=٠/٠٠٤ BETA=-٠/٣١١		P(V)=٠/٠٠٦ BETA=-٠/٢٥١	P(V)=٠/٠١١
MCV 1-3			P(V)=٠/٠٠٩ BETA=٠/٣٦٢		P(V)=٠/٠٨٣

WBC 1-2:مقایسه میزان اختلاف WBC در بدو استخدام و میانه استخدام

WBC 1-3:مقایسه میزان اختلاف WBC در بدو استخدام و سال آخر

RBC 2-3:مقایسه میزان اختلاف RBC در میانه استخدام و سال آخر

MCV 1-3:مقایسه میزان اختلاف MCV در بدو استخدام و سال آخر

* حدود احتمال F در رنج ٠/٠٥تا ٠/٠٥١ است.

آنالیز رگرسیون وضریب همبستگی پارامترهای خون با متغیرهای مستقل معنا دار (میدانهای الکتریکی و مغناطیسی،سابقه کار و سن افراد) برای گروه کاری کارگران کوره القایی در جدول (٥) ارائه شده است. در این بررسی مشخص شد که بین پارامتر گلبولهای سفید و متغیر میدانهای الکتریکی در دوره های زمانی بدو استخدام و میانه استخدام و بدو استخدام و آخرین سال فعالیت ارتباط خطی معنا داری وجود دارد ($p<0.05$) و ضریب همبستگی مثبت می باشد.

یافته های ما نشان می دهد میزان تاثیر میدانهای الکتریکی بر افزایش گلبول سفید بیشتر بوده است.این موضوع را می توان به میزان میدانهای الکتریکی در این ناحیه نسبت داد چراکه در بین صنایع و گروههای کاری حداکثر میدانهای الکتریکی و حداکثر مواجهه متعلق به گروه کارگران کوره القایی است. در بررسی صورت گرفته بین پارامتر گلبولهای قرمز و متغیرهای میدانهای مغناطیسی و سابقه کار در دوره زمانی میانه استخدام و آخرین سال فعالیت ارتباط خطی معنا داری وجود دارد ($p<0.05$). ضریب همبستگی منفی می باشد.لازم به ذکر است بین سن و حجم گلبولهای قرمز در این گروه کاری ارتباط معنا دار وجود دارد که این ارتباط از ضریب همبستگی مثبتی برخودار است.

٤-بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج این پژوهش در بررسی فاکتورهای هماتولوژیک افراد در معرض میدانهای الکتریکی و مغناطیسی می توان چنین عنوان کرد که میدانهای الکتریکی و مغناطیسی سبب تغییرات مهمی درسیستم اریتروپوئیزیس[1] می شود.نتایج نشان میدهد که مطالعات ما در این زمینه، مطالعات دانشمندانی مانند لیبارز و اندرو١٩٧٦، سرتلی و مالاگوتی ١٩٨٠، مارینو و بیکر١٩٧٧ و یوسفی١٩٩٦[١٥] را تایید و فیلیپس ١٩٨٣ را رد می کند. مطالعات صورت گرفته نشان می دهد در گروههای کارگران کوره القایی، سختی القایی و اپراتورهای کامپیوتر بین تعداد گلبولهای

[1] Erythropoiesis

www.SID.ir

Archive of SID

قرمز و متغیر مستقل میدانهای مغناطیسی ارتباط خطی معنا داری وجود دارد و این میدانها سبب کاهش این پارامتر می شوند.

لازم به ذکر است متغیر سابقه کار نیز بر روی این پارامتر در دو گروه کوره القایی،سختی القایی نیز تاثیر کاهشی دارد . مشخص شد میزان تاثیر میدانهای مغناطیسی تا حدودی نسبت به سابقه کار در کاهش میزان گلبولهای قرمز بیشتر است. در زمینه افزایش میزان حجم گلبولهای قرمز(MCV) و میانگین غلظت وزنی هموگلوبین(MCHC) به نظر می رسد سیستم خونسازی و اریتروپوئیزیست در طولانی مدت با این پدیده تطابق یافته است.یافته های نشان می دهد که میدانهای مغناطیسی سبب نوعی کم خونی ماکروسیتیک خفیف می شود.چراکه در ما مشخص گردید که کاهش گلبولهای قرمز به همراه افزایش حجم آنها با نشانه های این عارضه هم خوانی دارند[١٤]. اما از آنجا که این تغییرات شدید نیست و خللی در میزان فعالیت فرد ایجاد نمی کند.معمولا تشخیص این عارضه مشکل است. در زمینه ساخت و ساز گلبولهای سفید نتایج عکس پدیده فوق را نشان می دهند.بدین تریب که در گروههای کارگران کوره القایی،سختی القایی و جوشکاران بین تعداد گلبولهای سفید و متغیر مستقل میدانهای الکتریکی ارتباط خطی معنا داری وجود دارد و این میدانها سبب افزایش این پارامتر می شوند.

بررسی ها نشان می دهد این میدانها بر روی میزان گلبولهای سفید اثر التهابی داشته طوری که باعث افزایش جزئی این پارامتر در دورهای زمانی ذکر شده دارد و باعث بروز نوعی پدیده لوکوسیتوزی در بین افراد مورد بررسی می شود. نتایج نشان میدهد که مطالعات ما در این زمینه، مطالعات دانشمندانی مانند کارتیر و گراور۱۹۷۵، سرتلی و مالاگوتی ۱۹۷٦،راگان۱۹۸۳، فیلیپس ۱۹۸۱ و یوسفی۱۹۹٦[١٥] را تصدیق و فام ۱۹۸۰ را رد می کند.

یافته های ما نشانگر تاثیرات مزمن میدانهای الکتریکی و مغناطیسی بر ساخت و ساز گلبولهای سفید می باشد.در زمینه علت این پدیده می توان در این فرضیه مطرح کرد که میدانهای الکتریکی موجب آزاد شدن گلبولهای سفید چسبیده به جداره اندوتلیوم[1] می شوند.در زمینه پارامترهای هماتوکریت و پلاکت ها ذکر این نکته ضروریست که در بررسیهای آماری مشخص گردید تغییرات جزئی این دو پارامتر با متغیرهای مستقل(به غیر از یک مورد در اپراتورهای کامپیوتر) ارتباط معنا داری وجود ندارد. میدانهای الکتریکی و مغناطیسی در اکثر این گروهها باعث افزایش و یا کاهش جزئی در مقادیر پارمترهای مورد بررسی شده است و این تغییرات معمولا منجر به عدول مقادیر از رنج نرمال آنها خارج نشده است. اما مسئله مهم اثرات نسبی این میدانها بر روی این پارامتر ها است.به همین دلیل پیشنهاد می شود در آینده بر روی مکانیسم اثر میدانهای الکتریکی و مغناطیسی بر روی پارامترهای خونی مطالعات گسترده تری صورت گیرد.امروزه با وجود اینکه مطالعات بیشماری در زمینه اثرات میدانهای الکتریکی و مغناطیسی بر روی انسان صورت گرفته است اما دانشمندان هنوز در مورد این اثرات یافت شده اتفاق نظر ندارند.

[1] Demargination

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Cember H.Introduction to Health Physics. In: Abookazemi ME,Sepehri H,Binesh AR,translators:Nashre Daneshgahi Publishers;1991.p.5-54
2. Tenforde, T.S: Tnteraction of ELF Magnetic Fields With Living Matter. In CRC Handbook of Biological Effects of Electeromagnetic Fields (edited by C. Polk and E Postow). Boca Raton . Fla. CRC Pres , 1986, 197-225.
3. Hitchcock, R.T., and R.M. Patterson: Raddio frequency and ELF Electromagnetic Fields: A Handbook for Health Professionals, New York ,Van Nostrand Reinhold, 1995,110-346.
4. Christopher J. Portier, & Mary S. Wolfe, Assessment of Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields،National Institute of Environmental Health Sciences،U.S. National Institutes of Health،U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service،NIEHS, NIH.USA, Research Triangle Park،August 1998-2002,188-231.
5. Ken K. Karipidis1,2, Geza Benke1, Malcolm R. Sim1, Timo Kauppinen3 and Graham Giles, Occupational exposure to ionizing andnon-ionizing radiation and risk of glioma, Occupational Medicine 2007;57:518–24.
6. Davanipour Z, Tseng CC, Lee PJ, Sobel E., A case-control study of occupational magnetic field exposure and Alzheimer's disease: results from the California Alzheimer's Disease Diagnosis and Treatment Centers.pubMed 2007 Jun 9;7:13.
7. Andreas Seidler, Petra Geller, Albert Nienhaus, Tanja Bernhardt, Ingeburg Ruppe, Siegfried Eggert, Maila Hietanen, Timo Kauppinen, Lutz Frölich, Occupational exposure to low frequency magnetic fields and dementia: a case–control study, Occupational and Environmental Medicine 2007;64:108-114
8. Attari GH.Evaluation of Electric and magnetic Fields With Extremely Low Frequncy(ELF) at Workers at High-Voltage Substations and Control Methods. [Dissertation].Tehran(Iran): Tehran University of Medical Sciences; 2000. Persian.
9. Fehresti M. Evaluation of Non Ionizing Radiation from Video Display Terminal(VDT)at Zanjan University of Medical Sciences and Assessment of Health Effect on Users.[Dissertation].Tehran(Iran): Tehran University of Medical Sciences; 2003. Persian.
10. Savitz, D.A. (). Overview of epidemiologic research on electric and magnetic fields and cancer. American Industrial Hygiene Association Journal, 1993, Vol 54, 197-204.
11. Joseph D. Bowman and Michael A. Kelsh and William T. Kaune Manual for Measuring Occupational Electric and Magnetic Fields Exposures,NIOSH ,USA , October 1998,41-70
12. American Conference of Governmental Industrial Hygienists: Documentation of the the threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, Sixth Edition Cincinati, Ohio. 2006,150-155.
13. Guyton A,Hall J. Guyton and Hall Physiology Review. Elsevier; 2005.p.125-193
14. Harrison, Tinsley Randolph, Principles of Internal Medicine , Oncology and Hematology, Hematopoietic Disorders.In:Derahkshan S,Bagherzadeh MH,translators:Hayan Publishers;1991.p.35-160
15. Yousedi HA.Evaluation of Relationship Between Occupational Exposure to Extremely Low Frequncy(ELF) Electric and magnetic Fields and Risk of Psychological Symptoms and Hematological Changes Among Workers at High-Voltage Substations.[Dissertation].Tehran(Iran): Tehran University of Medical Sciences; 1996. Persian.

www.SID.ir