Archive of SID

Iran Occupational Health

Reviewl Article

http://ioh.iums.ac.ir

Iran Occupational Health.2019 (Oct-Nov);16(4):46-58.

Risk of cancer in occupational exposure to radar radiation: A systematic review

Vida Zaroushani, (*Corresponding author) Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran & Social Determinants of Health Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran. v.zaroushani@qums.ac.ir

Ali Safari Variani, Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

Saeid Ahmadi, Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

Abstract

Background and aims: One of the most environmental workplace factors is microwave radiation. In microwave spectrum, radar frequency with 1-300 GHz range have varied applications such as satellite, communications, military, Network, navigation, air-traffic Control, navigation, marine and weather. Uncontrolled occupational exposure to radar radiation caused to various disease and disorders such as oxidative stress, different kinds of cancers and other thermal and non-thermal adverse health effects. Regard to the importance of identification work related carcinogenic factors in prevention and decreasing cancer related costs and lack of similar studies, this study was conducted to systematically review the research on the risk of cancer in occupational exposure to radar radiation with frequency ranges 1 to 3000 GHz.

Methods: The present systematic search was carried out based on PRISMA guidelines and comprehensive search strategy was focused from March 2017 to September 2018 and update on September 2018 in PubMed, ISI Web of Science, Scopus and Google scholar, MAGIRAN and SID databases with English and Persian articles without time limits were searched. Keywords were selected based on PICO principle and collected from MeSH database. Comprehensive search were accomplishment by the following search terms: (worker OR technician OR occupation OR military OR airline OR navy OR police officer OR Weather) AND (occupational exposure OR workplace OR long-term exposure OR exposure OR radar OR microwave OR wireless OR high frequency range OR radiofrequency OR radiation OR electromagnetic) AND (control group, cohort OR prospective OR retrospective OR follow-up OR randomized control trial OR case-control) AND (cancer OR malignant OR melanoma OR metastatic OR non-thermal effect OR biological effect OR health effect OR Adverse Effect OR risk factor OR Sarcoma OR tumor or leukemia OR neoplasm OR Carcinoma OR Hepatoma OR lymphoma OR mortality) as single or complex terms in titles, abstracts and keywords. Then, taking into inclusion and exclusion criteria, the process of reviewing, screening and limiting the repeated and unrelated articles was carried out. In addition, manual references checking were done to retrieve the related articles. Also, any disagreements were resolved by consensus between reviewers. The inclusion criteria for selection studies were in design of case–control, cohort and randomized control trial studies, with control group and referring to the association between occupational exposure to radar radiation and all types of cancer in workers.

The exclusion criteria were as follows: 1) studies without control group 2) reviews, case and field studies, 3) studies with inhumane population such as in vitro, in vivo and animal studies. 4) Studies that radar frequencies were out of considered ranges (1-300 GHz) .5) studies with other occupational or non-occupational carcinogenic risk factors (such as solvents, workplace air pollution, environmental air pollution, smoking and etc).

After implementation of inclusion and exclusion criteria, data were extracted after preparation of the full text of included articles.

Results: A total of 533 studies was found. After removal of duplicated references, 272 studies were included for the title, keywords and abstract screening. Then, 219 studies were excluded since they did not meet inclusion criteria. Hence, 53 studies were selected for the eligibility assessment. At the end of selection process and after the quality assessment, 7

Keywords

Occupational Exposure,

Occupational Cancer,

Radar,

Systematic review

Received: 19/12/2018

Accepted: 11/05/2019

www.SID.ir

Archive of SID

studies remained in the systematic review that including 3 case-control studies and 4 cohort studies with no randomized control trial study. A manual search of the reference lists added no more articles in this review. All included studies were from English language and external databases in various countries including USA, Germany, and France. In this systematic review, a study of clinical trials and Persian studies were not found. Finally, based on inclusion and exclusion criteria, 7 articles (4 cohorts and 3 case-controls) were included, which were conducted during the 1950 to 2005 with 51898 sample size and range of ages 15–69 years that published from 1993 to 2016. Included studies examined relationship between occupational exposure to radar radiation and cancer strength among workers. Whole of the studies put determination of cancers and risk estimates in military workers. The great majority of included studies reported risk estimates with 95% confidence interval. Most included studies were conducted on testicular cancer (4 from 7 included studies) and brain cancer (4 from 7 included studies). In included studies, Relative risk were estimated, particularly about testicular, leukemia and brain cancers and mortality ratio in various types of cancers has been reported. The included studies reported no significant increase in mortality ratio about testicular cancer but increasing in relative risk were significant in two studies. There was also a significant increase in the relative risk of brain cancer in workers who occupationally exposed to radar radiation. Increase in mortality ratio due to brain cancer was significantly reported in two included studies.

Conclusion: The current systematic review was carried out to investigate the cancer among workers with occupational exposure to radar radiation. It is noticeable that previous related studies focused on both environmental and occupational exposure in worker and public population and it clearly did not determine the relationship between occupational radar exposure and cancer risk in workplace. Whilst, our study just focused on occupational exposure to radar radiation that lead to small number of included studies. The results of this study can be useful to prepare the occupational health policies in related to radar radiation and provide some information to conduct associated meta-analysis in future studies. On the limitations of the included studies, the continuation of experimental studies on humans with control groups, and focusing on the study of cancer-causing radar radiation in occupational exposure to workers is necessary.in this line, World Health Organization propose to conduct further differences studies especially case-control studies.

However, it should be mentioned that these results are yielded by a few numbers of available studies with no report in occupational dose and time exposure to radar frequency range. also, considering to some limitation such as few numbers of included studies, lack of data about exposure characterizations (exposure time, dose-response, average of exposure level) and demographic characterizations (average of age, average of experience, radar frequency range) it is better to continue further studies about this topic and future review studies include the congress publications without limitation in language. It is also suggested that other published articles in congresses also be used and the limitation in language of publications in the search process be removed. It is noticeable that, slight researches about occupational cancers in Iran were conducted in yet, such as studies in related to asbestosis, aromatic amines and chromium. Therefore, regarding the fast growing of cancer in developing countries like Iran, determination of occupational cancer risk factors could be useful to provide the cancer prevention and control program. So in this line, designing epidemiologic studies to focus on occupational cancers are very important especially about microwave and radar radiation.

Conflicts of interest: None
Funding: Gazvin University of Medical Sciences

How to cite this article:

Zaroushani V, Safari Variani A, Ahmadi S. Risk of cancer in occupational exposure to radar radiation: A systematic review. Iran Occupational Health. 2019 (Oct-Nov);16(4):46-58.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence

www.SID.ir

Archive of SID

مقاله مروری
http://ioh.iums.ac.ir
سلامت کار ایران
دوره ۱۶، شماره ۴، مهر و آبان ۱۳۹۸

ریسک ابتلا به سرطان در مواجهه‌های شغلی با پرتوهای راداری: یک مطالعه مروری نظام‌مند

ویدا زراوشانی: (*نویسنده مسئول) استادیار، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران، و مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران. v.zaroushani@qums.ac.ir
علی صفری واریانی: دانشیار، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران
سعید احمدی: استادیار، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

چکیده

زمینه و هدف: مواجهه شغلی با پرتوهای راداری دارای اثرات زیان‌بار حرارتی و غیرحرارتی متفاوتی است. با توجه به اهمیت شناخت ریسک فاکتورهای شغلی سرطان‌زا در پیشگیری و کاهش هزینه‌ها و نیز نبود مطالعات مشابه، این مطالعه با هدف مرور نظام‌مند پژوهش‌های انجام شده در رابطه با ریسک ابتلا به سرطان در مواجهه‌های شغلی با پرتوهای راداری (با فرکانس ۱ تا ۳۰۰۰ گیگاهرتز) انجام شد.

روش بررسی: جستجوی نظام‌مند بر اساس روش PRISMA و در محدوده زمانی مارس ۲۰۱۷ تا سپتامبر ۲۰۱۸ و در پایگاه‌های Sid، Magiran، Google Scholar، PubMed، Scopus و ISI Web of Science Database انجام شد و مقالات انگلیسی و فارسی زبان و بدون محدودیت زمانی بررسی شدند. کلیدواژه‌ها بر اساس اصل PICO و با استفاده از پایگاه MeSH انتخاب گردیدند. سپس با در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج، فرایند مرور، غربال‌گری و حذف اطلاعات تکراری، غیرمرتبط انجام شد. علاوه بر این بازیابی مجدد منابع انجام و پس از تهیه متن کامل مقالات ورودی، استخراج داده‌ها انجام شد.

یافته‌ها: در جستجوهای اولیه در مجموع ۵۳۳ مطالعه یافت شد که همگی از پایگاه‌های خارجی بودند. در این فرایند، مطالعه کارآزمایی بالینی و مطالعات فارسی مرتبط یافت نشد. بر اساس معیارهای ورود و خروج، در نهایت تعداد ۷ مقاله (۴ مطالعه کوهورت و ۳ مطالعه مورد–شاهدی) وارد این مرور سیستماتیک شدند. مطالعات ورودی در طی سال‌های ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۵ و با ۵۱۸۹۸ نمونه انجام شده و در بازه زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۶ منتشر شده بودند. بیشتر مطالعات در خصوص سرطان بیضه و سرطان مغز صورت گرفته بود. در مطالعات ورودی، برآورد خطر نسبی صرفاً در خصوص سرطان‌های بیضه، لوسمی و مغز انجام و برآورد نرخ مرگ و میر در طیف وسیعی از سرطان‌ها گزارش گردیده بود. این مطالعات افزایش نرخ مرگ و میر ناشی از سرطان بیضه را غیر معنی‌دار اعلام نمودند اما افزایش خطر نسبی آن را در دو مورد معنی‌دار گزارش کرده بودند. همچنین افزایش نرخ مرگ و میر ناشی از ابتلا به سرطان مغز در میان کارکنان تحت مواجهه، در دو مطالعه معنی‌دار گزارش گردید. درحالی‌که افزایش خطر نسبی ابتلا به این سرطان در کارکنانی که با پرتوهای راداری مواجهه شغلی داشتند معنی‌دار اعلام شده بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه پژوهش حاضر جزء اولین مطالعات مروری است که در زمینه تأثیر مواجهه شغلی با پرتوهای راداری بر ریسک ابتلا به سرطان انجام شده لذا نتایج این مطالعه می‌تواند در سیاست‌گذاری سلامت در زمینه بهداشت پرتوهای غیریونیزان (متمرکز بر پرتوهای راداری) برای سازمان‌های فعال در این زمینه و نیز تمامی محیط‌های کاری که کارکنان آن‌ها با این دسته از پرتوها موجهه شغلی دارند مفید باشد و بخشی از اطلاعات مورد نیاز برای انجام یک مطالعه متاآنالیز مرتبط در آینده را تأمین نماید. با توجه به محدودیت مطالعات ورودی، ادامه تحقیقات تجربی روی انسان‌ها با گروه‌های شاهد و با تمرکز بر بررسی سرطان‌زایی پرتوهای راداری در مواجهه شغلی کارکنان امری ضروری به نظر می‌رسد. همچنین پیشنهاد می‌شود در مطالعات به از مقالات منتشره در همایش‌ها و کنگره‌ها نیز استفاده شده و محدودیت زبان چاپ مقاله در فرایند جستجو برداشته شود.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*
منبع حمایت کننده: *دانشگاه علوم پزشکی قزوین*

کلیدواژه‌ها
مواجهه شغلی،
سرطان شغلی،
پرتوهای راداری،
مرور نظام‌مند

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۹/۲۸
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۲۱

شیوه استناد به این مقاله:
Zaroushani V, Safari Variani A, Ahmadi S. Risk of cancer in occupational exposure to radar radiation: A systematic review. Iran Occupational Health. 2019 (Oct-Nov);16(4):46-58.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در محیط‌های شغلی کارکنان به خطرات متعددی روبرو هستند که می‌توانند تأثیر سوء بر سلامت و کیفیت زندگی آن‌ها داشته باشد (۱). پرتوهای الکترومغناطیس نیز از این قاعده مستثنا نبوده و در طیف مایکروویو، فرکانس‌های رادار با دامنه ۱-۳۰۰۰ گیگاهرتز، کارکنان مشاغل مختلفی مانند کنترل ترافیک، ایستگاه‌های هواشناسی، نظامی، دریایی و هواپیمایی با آن مواجهه دارند (۲). بررسی متون گذشته نشان می‌دهد مواجهه شغلی کنترل نشده با پرتوهای راداری می‌تواند اثرات زیان‌بار حرارتی و غیرحرارتی متفاوتی را به همراه داشته باشد. از این‌رو کنترل مواجهه کارکنان امری ضروری است (۳). در این خصوص کنترل‌های مدیریتی و مهندسی از مهم‌ترین و پرکاربردترین روش‌های حفاظتی هستند. به‌گونه‌ای که مطالعه مروری گذشته نویسندگان نشان داد کنترل‌های مدیریتی متنوعی شامل بازرسی، پایش پزشکی، مشارکت کارکنان، دستورالعمل ایمن کار، پیروی از استانداردها، نگهداری و تعمیرات، قفل و برچسب‌زنی، علائم ایمنی و هشداردهنده‌ها، پایش محیطی، مسئولیت کارفرمایان، رعایت حدود مجاز مواجهه، محدودیت دسترسی، کاهش خروجی انرژی، آموزش و رعایت فاصله دارای بیشترین تأکید از سوی نهادهای ملی و بین‌المللی فعال در زمینه حفاظت شغلی در برابر پرتوهای رادیویی و مایکروویو می‌باشند (۳). همچنین مطالعات مختلفی در خصوص انواع روش‌های حفاظ گذاری که نوعی اقدام مهندسی است جهت حفاظت کارکنان در برابر پرتوهای رادیویی و مایکروویو انجام شده که استفاده از حفاظ‌های نانوکامپوزیت موضوع جدیدی است که مورد توجه بسیاری از پژوهشگران خارجی و داخلی بوده است (۱۰-۴). نکته حایز اهمیت این است که تدوین حدود مجاز که رعایت آن یکی از اقدامات مدیریتی پیشنهادی از سوی بسیاری از سازمان‌ها می‌باشد بر اساس اثرات حرارتی بوده و اثرات غیرحرارتی در این پروسه در نظر گرفته نشده است حال آنکه بسیاری از اثرات غیرحرارتی مواجهه شغلی با پرتوهای مایکروویو می‌تواند منجر به اثرات زیان‌بار بر سلامت سیستم تولید مثل، سیستم ایمنی و خون‌ساز (بروز استرس اکسیداتیو، نقص در سیستم خون‌ساز و ایمنی بدن) (۱۳-۱۱)، ژنتیک، اعصاب - روان و بروز سرطان گردد(۱۱). در این میان ابتلا به سرطان بار اقتصادی زیادی را به جامعه و خانواده‌ها وارد می‌کند. هزینه‌های مستقیم پزشکی، غیر پزشکی (بیمار و خانواده)، هزینه‌های غیرمستقیم (تولید ازدست‌رفته)، هزینه‌های نامحسوس (کیفیت زندگی و بار روانی)، هزینه‌های واقعی و انتقالی (سرمایه، نیروی کار یا کاهش ظرفیت کلی اقتصاد برای تولید و خدمات) نمونه‌ای از این بار اقتصادی می‌باشد (۱۴).

دستیابی به یک حقیقت علمی در خصوص نقش مواجهه شغلی با پرتوهای راداری بر بروز بیماری سرطان در میان شاغلین، می‌تواند به تدوین و پیگیری برنامه‌های مناسب در امر سیاست‌گذاری سلامت محیط کار و کاهش بار اقتصادی سرطان‌زایی آن کمک نماید. (۱۵) از طرفی شناخت و کنترل ریسک فاکتورهای شغلی مؤثر در ابتلا به سرطان از اولویت‌های تحقیقاتی وزارت بهداشت و سایر مراکز تحقیقاتی مختلف کشور که در زمینه سرطان مطالعه می‌کنند مانند مرکز تحقیقات بالینی سرطان بیمارستان میلاد و موسسه ملی توسعه تحقیقات علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران می‌باشد همچنین آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان در مونوگراف شماره ۱۰۲ خود به لزوم انجام تحقیقات در خصوص تأثیر مواجهه شغلی با پرتوهای راداری بر بروز بیماری سرطان تأکید نموده است (۱۶-۱۸). تاکنون مطالعات متعددی به شیوه تحلیلی (مورد – شاهدی)، مروری و اپیدمیولوژیک در خصوص تأثیر مواجهه شغلی با پرتوهای الکترومغناطیس بر نوع معینی از سرطان مانند سرطان بیضه، لوسمی، تومور مغزی یا عموم سرطان‌ها انجام شده است (۳۰-۱۹). در این مطالعات طیف وسیعی از پرتوهای الکترومغناطیس بررسی شده است؛ اما مطالعه سیستماتیکی که در خصوص تأثیر مواجهه شغلی با پرتوهای راداری (با فرکانس ۱ تا ۳۰۰۰ گیگاهرتز) بر ابتلا به بیماری سرطان در میان کارکنان تحت مواجهه باشد یافت نشد. از این‌رو این پژوهش سعی دارد تا به این موضوع بپردازد.

روش بررسی

استراتژی جستجو و انتخاب مطالعه: جستجو توسط

www.SID.ir

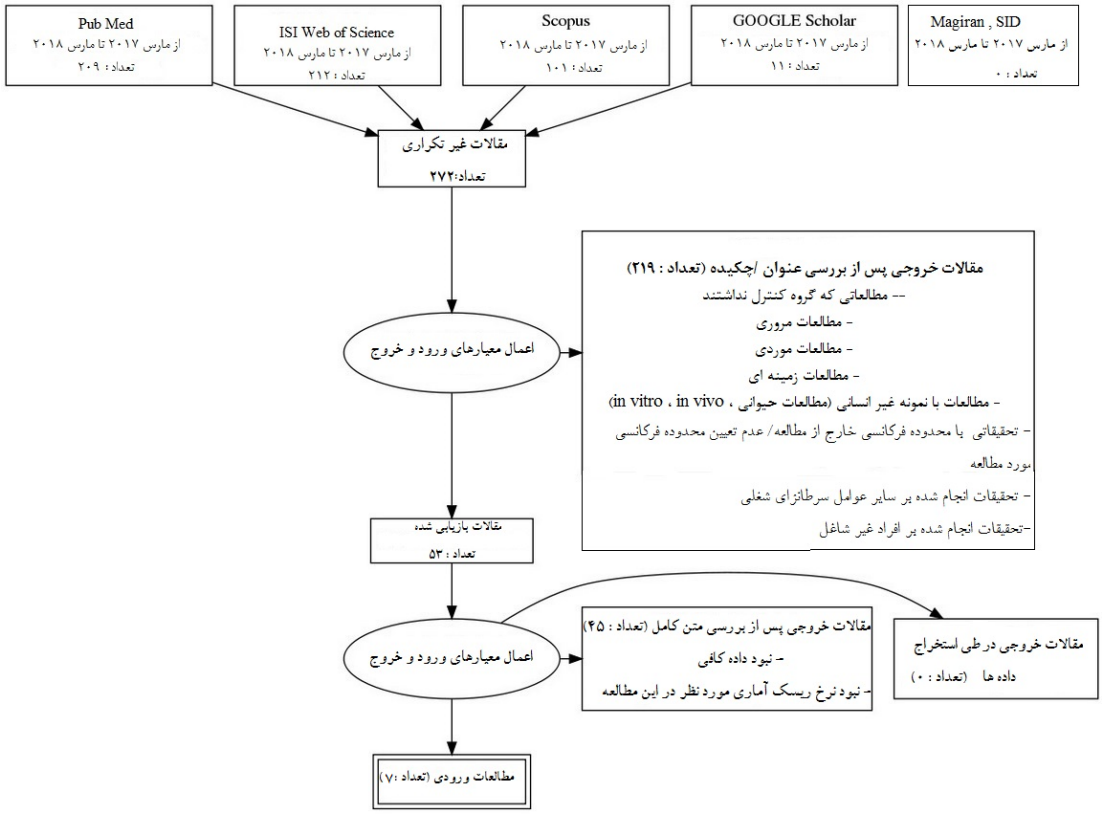
Archive of SID

دو محقق مستقل و در محدوده زمانی مارس ۲۰۱۷ تا مارس ۲۰۱۸ انجام و مجدداً در سپتامبر ۲۰۱۸ به‌روز شد. جستجو در پایگاه‌های داخلی Sid، Magiran و پایگاه‌های خارجی Google Scholar، PubMed، Scopus و ISI Web of Science Database انجام و مقالات انگلیسی و فارسی زبان و بدون محدودیت زمانی، با استفاده از کلیدواژه‌های زیر که بر اساس اصل PICO و از پایگاه MeSH انتخاب و جمع‌آوری شدند و به صورت تک و یا در ترکیب با یکدیگر برای جستجوی مقالات استفاده گردیدند:

(worker OR technician OR occupation OR military OR airline OR navy OR police officer OR Weather) AND (occupational exposure OR workplace OR long-term exposure OR exposure OR radar OR microwave OR wireless OR high frequency range OR radiofrequency OR radiation OR electromagnetic) AND (control group, cohort OR prospective OR retrospective OR follow-up OR randomized control trial OR case-control) AND (cancer OR malignant OR melanoma OR metastatic OR non-thermal effect OR biological effect OR health effect OR Adverse Effect OR risk factor OR Sarcoma OR tumor or leukemia OR neoplasm OR Carcinoma OR hematoma OR lymphoma OR mortality).

در این مرحله مقالاتی که در عنوان یا خلاصه آن‌ها واژه‌های «سرطان، رادار» یا «سرطان، الکترومغناطیس» یا «سرطان، مایکروویو» مشاهده شد انتخاب شدند. سپس عناوین، چکیده‌ها و کلمات کلیدی این مقالات بررسی شد و مقالاتی حاوی شاخص‌های ارزیابی ریسک مانند نسبت شیوع استاندارد (SIR)، نسبت شانس (OR)، خطر نسبی (RR) و نسبت مرگ و میر (MR) انتخاب شدند. برای افزایش حساسیت جستجو، منابع مقالات منتخب نیز مورد بازبینی قرار گرفت. همچنین، جستجو در لینک مقالات مرتبط نیز انجام شد. سپس با بررسی عنوان و خلاصه تمام مقالات جمع‌آوری شده، مقالات مرتبط از غیر مرتبط جدا و مقالات تکراری نیز حذف شدند. سرانجام متن کامل مقالاتی که به عنوان مرتبط جمع‌آوری شده بود مورد واکاوری قرار گرفت.

معیارهای ورود و خروج مطالعه: در این مطالعه برای



شکل ۱ – مسیر جستجو انتخاب مطالعات ورودی در مطالعه مرور سیستماتیک حاضر بر اساس روش Prisma ۲۰۰۹ (۳۱)

www.SID.ir

Archive of SID

ورود مطالعات مرتبط که در مرحله قبل جمع‌آوری شده بودند از معیار زیر استفاده گردید: ۱) مقالات مبتنی بر مطالعات مورد-شاهدی، ۲) مطالعات کوهورت و ۳) مطالعات کارآزمایی بالینی[1] که ارتباط بین مواجهه شغلی با پرتوهای راداری در محدوده فرکانسی ۱ تا ۳۰۰ گیگاهرتز را با انواع سرطان در کارکنان مربوطه بر اساس تخمین‌های آماری RR،OR،SIR و MR بررسی نموده باشد.

معیارهای خروج از مطالعه به شرح زیر انتخاب شد: ۱) مطالعات بدون گروه کنترل ۲) مطالعات موردی و زمینه‌ای ۳) مطالعات با جمعیت غیر انسانی مانند آزمایشات in vitro، in vivo و مطالعات بر روی حیوانات. ۴) مطالعات انجام شده بر گروه‌های غیر شغلی ۵) مطالعاتی که فرکانس پرتوهای مورد بررسی خارجی از محدوده راداری باشد،۶) مطالعاتی که سایر عوامل خطر سرطان‌زای شغلی یا غیر شغلی مانند حلال‌ها، آلودگی هوا در محل کار، آلودگی هوا محیطی، سیگار کشیدن و غیره را بررسی کرده باشد.

اختلافات احتمالی در خصوص انتخاب مقالات، با توافق طرفین یا با استفاده از شخص سومی به عنوان داور برطرف شد و در نهایت مجدداً مقالات تکراری حذف شده و مقالات ورودی به مطالعه مشخص شدند. در شکل ۱ مسیر انتخاب مقالات در این مطالعه نشان داده شده است.

استخراج داده‌ها: در این مرحله، داده‌های مقالات شامل نویسنده اول، مبدأ کشور، سال انتشار، جنسیت، نوع مطالعه، حجم نمونه، دوره پیگیری، عنوان محیط کار/ شاغل، نوع سرطان و نتیجه مطالعه از مقالات ورودی استخراج گردید. اطلاعات مربوطه در جداول جداگانه به تفکیک خطر نسبی / نسبت شانس و نیز نرخ مرگ و میر ناشی از ابتلا به انواع سرطان که در مطالعات ورودی گزارش شده بود ارائه گردید.

یافته‌ها

نتیجه جستجو و انتخاب مطالعه: در اولین گام جستجو، در مجموع ۵۳۳ مطالعه یافت شد که همگی از پایگاه‌های خارجی بودند. پس از حذف مقالات تکراری تعداد ۲۷۲ مطالعه بر اساس عنوان، چکیده و واژه‌های کلیدی انتخاب شدند. سپس با توجه به معیارهای ورود و خروج، تعداد ۲۱۹ مطالعه دیگر نیز حذف شدند. از این رو، ۵۳ مطالعه باقی مانده که تعداد ۴۶ مورد از آن‌ها در طی بررسی متن کامل مقاله و استخراج داده‌ها حذف و در پایان فرایند انتخاب، ۷ مطالعه باقی ماند. از این تعداد ۳ مطالعه مورد - شاهدی (۱۹، ۲۴، ۲۸) و ۴ مطالعات کوهورت (۳۴-۳۲) بود (شکل ۱). شایان ذکر است در طی این بررسی و جستجوی سیستماتیک، مطالعه کارآزمایی بالینی که در ارتباط با موضوع مورد نظر بوده و دارای معیارهای ورودی و فارغ از معیارهای خروجی باشد یافت نشد. همچنین در بازیابی مجدد منابع با استفاده از بررسی فهرست منابع مقالات، مطالعه جدیدی که دارای معیارهای ورودی و فارغ از معیارهای خروجی باشد یافت نشد.

ویژگی‌های مطالعه: به توجه به معیارهای ورود و خروج مورد نظر در این پژوهش، در نهایت تعداد ۷ مقاله (۴ کوهورت و ۳ مورد-شاهدی) وارد مطالعه شدند که در طی سال‌های ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۵ در کشورهای مختلف ایالات‌متحده (۲۸، ۳۲، ۳۳)، آلمان (۱۹، ۳۵) و فرانسه(۲۴, ۳۴) با ۵۱۸۹۸ نمونه با محدوده سنی ۱۵-۶۹ سال انجام شده و ارتباط مواجهه شغلی با پرتوهای راداری در محیط‌های شغلی که عمدتاً محیط‌های نظامی بودند با ریسک ابتلا به سرطان بررسی کرده بودند. این مطالعات در بازه زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۶ منتشر شده بودند .

در خصوص خطر نسبی و نسبت شانس ابتلا به انواع سرطان در میان کارکنانی که با پرتوهای راداری مواجهه شغلی داشتند در میان ۷ مطالعه ورودی، تعداد ۵ مطالعه (۳ مطالعه مورد-شاهدی و ۲ مطالعه کوهورت)، خطر نسبی و نسبت شانس ابتلا به انواع سرطان را در مجموع بر ۴۴۴۷۵ نفر از کارکنان وابسته به محیط‌های کاری نظامی بررسی کردند. مطالعات مورد نظر در بازه زمانی ۲۰۰۵-۱۹۵۰ انجام و در محدوده زمانی ۲۰۰۷-۱۹۹۳ منتشر شده بودند (جدول ۱).

[1] Randomized Controlled Trial (RCT)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات مطالعات در خصوص بررسی خطر نسبی / نسبت شانس ابتلا به سرطان در گروههای شغلی تحت مواجهه با پرتوهای راداری

نویسنده	سال انتشار	کشور	نوع مطالعه	جنسیت جمعیت تحت مواجهه	حجم نمونه	دوره پیگیری (سال)	عنوان محیط کار/ شاغل	نوع سرطان	خروجی و نتیجه مطالعه
الم (۱۹)	۲۰۰۲	آلمان	مورد- شاهدی	مرد	۱۰۶۶	۱۹۹۵- ۱۹۹۷	ناوگان دریایی، هواپیمایی و نظامی	سرطان بیضه	نسبت شانس / معنی دار نبود
والشرتس (۲۴)	۲۰۰۷	فرانسه	مورد- شاهدی	مرد	۱۰۲۹	۲۰۰۲- ۲۰۰۵	تکنسین رادار	سرطان بیضه	نسبت شانس / معنی دار نبود
گراوس (۳۲)	۲۰۰۲	آمریکا	کوهورت	زن/ مرد	۴۰۸۹۰	۱۹۹۷- ۱۹۵۰	نیروی دریایی	سرطان بیضه	خطر نسبی/ معنی دار بود
دیویس (۳۳)	۱۹۹۳	آمریکا	کوهورت	مرد	۳۴۰	۱۹۷۹- ۱۹۹۱	افسران پلیس	سرطان بیضه	نسبت شانس / معنی دار بود
گراوس (۳۲)	۲۰۰۲	آمریکا	کوهورت	زن/ مرد	۴۰۸۹۰	۱۹۹۷- ۱۹۵۰	نیروی دریایی	لوسمی مزمن لنفوئیدی، لوسمی حاد میلوئید، لوسمی مزمن میلوئیدی، لوسمی نانلیمفوتیک ، لوسمی حاد نانلیمفوتیک	خطر نسبی / معنی دار بود
گرایسون (۲۷)	۱۹۹۶	آمریکا	مورد شاهدی	مرد	۱۱۵۰	۱۹۷۰- ۱۹۸۹	نیروی هوایی	سرطان مغز	نسبت شانس / معنی دار بود

جدول ۲- مشخصات مطالعات در خصوص بررسی نرخ مرگ و میر سرطان در گروههای شغلی تحت مواجهه با پرتوهای راداری

نویسنده	سال انتشار	کشور	نوع مطالعه	دوره پیگیری	حجم نمونه	عنوان محیط کار/ شاغل	نوع سرطان	نتیجه مطالعه
دابویس (۳۴)	۲۰۱۶	فرانسه	کوهورت	۱۹۷۵-۲۰۰۰	۱۱۸۴	نیروی دریایی	لب ها، دهان و گلو	معنی دار نبود
دابویس (۳۴)	۲۰۱۶	فرانسه	کوهورت	۱۹۷۵-۲۰۰۰	۱۱۸۴	نیروی دریایی	اندام های دستگاه گوارش و پرده صفاق،	معنی دار نبود
دابویس (۳۴)	۲۰۱۶	فرانسه	کوهورت	۱۹۷۵-۲۰۰۰	۱۱۸۴	نیروی دریایی	چشم، مغز و سیستم عصبی	معنی دار نبود
دابویس (۳۴)	۲۰۱۶	فرانسه	کوهورت	۱۹۷۵-۲۰۰۰	۱۱۸۴	نیروی دریایی	سایت های دیگر و نامشخص	معنی دار نبود
دگراو (۳۶)	۲۰۰۹	آلمان	کوهورت	۱۹۶۳-۱۹۹۴	۷۳۴۹	نیروی نظامی	اندامهای تناسلی	معنی دار نبود
گراوس (۳۲)	۲۰۰۲	آمریکا	کوهورت	۱۹۹۵۰-۱۹۹۷	۴۰۸۹۰	نیروی دریایی	سرطان رحم و حفره دهانی رحم سرطان ریه ، نایژه و نای،سرطان بیضه، سرطان مغز ،سرطان لنفوم و مولتیپل میلوما،لوسمی غیر لیمفوتیک	معنی دار نبود
گراوس (۳۲)	۲۰۰۲	آمریکا	کوهورت	۱۹۹۵۰-۱۹۹۷	۴۰۸۹۰	نیروی دریایی	سرطانهای مری ، پستان و لوسمی لنفوسیتی	معنی دار بود
دگراو (۳۶)	۲۰۰۹	آلمان	کوهورت	۱۹۶۳-۱۹۹۴	۷۳۴۹	نیروی نظامی	لب ها، دهان و گلو	معنی دار بود
دگراو (۳۶)	۲۰۰۹	آلمان	کوهورت	۱۹۶۳-۱۹۹۴	۷۳۴۹	نیروی نظامی	چشم، مغز و سیستم عصبی	معنی دار بود
دگراو (۳۶)	۲۰۰۹	آلمان	کوهورت	۱۹۶۳-۱۹۹۴	۷۳۴۹	نیروی نظامی	سایت های دیگر و نامشخص	معنی دار بود

همچنین یافته‌های این پژوهش در خصوص خطر مرگ و میر ناشی از ابتلا به انواع سرطان در میان کارکنانی که با پرتوهای راداری مواجهه شغلی داشتند نشان داد در میان ۷ مطالعه ورودی، تعداد ۳ مطالعه کوهورت، خطر مرگ و میر ناشی از ابتلا به انواع سرطان را در مجموع بر ۴۹۴۲۳ نفر از کارکنان وابسته به

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مشخصات مطالعات در خصوص بررسی نرخ مرگ و میر سرطان در گروههای شغلی تحت مواجهه با پرتوهای راداری

نویسنده	سال انتشار	کشور	نوع مطالعه	دوره پیگیری	حجم نمونه	عنوان محیط کار/ شاغل	نوع سرطان	نتیجه مطالعه
دابویس (۳۴)	۲۰۱۶	فرانسه	کوهورت	۱۹۷۵-۲۰۰۰	۱۱۸۴	نیروی دریایی	اندام های دستگاه تناسلی	معنی دار بود
دگراو (۳۶)	۲۰۰۹	آلمان	کوهورت	۱۹۶۳-۱۹۹۴	۷۳۴۹	نیروی نظامی	اندام های گوارشی	معنی دار بود
دگراو (۳۶)	۲۰۰۹	آلمان	کوهورت	۱۹۶۳-۱۹۹۴	۷۳۴۹	نیروی نظامی	اندام های تنفسی	معنی دار بود
دابویس (۳۴)	۲۰۱۶	فرانسه	کوهورت	۱۹۷۵-۲۰۰۰	۱۱۸۴	نیروی دریایی	اندام های تنفسی	معنی دار بود
دگراو (۳۶)	۲۰۰۹	آلمان	کوهورت	۱۹۶۳-۱۹۹۴	۷۳۴۹	نیروی نظامی	استخوان، بافت همبند، پوست و سینه	معنی دار بود
دابویس (۳۴)	۲۰۱۶	فرانسه	کوهورت	۱۹۷۵-۲۰۰۰	۱۱۸۴	نیروی دریایی	استخوان، بافت همبند، پوست و سینه	معنی دار بود
دگراو (۳۶)	۲۰۰۹	آلمان	کوهورت	۱۹۶۳-۱۹۹۴	۷۳۴۹	نیروی نظامی	بافت لنفاوی و خونساز	معنی دار بود
دابویس (۳۴)	۲۰۱۶	فرانسه	کوهورت	۱۹۷۵-۲۰۰۰	۱۱۸۴	نیروی دریایی	بافت لنفاوی و خونساز	معنی دار بود

محیط‌های کاری نظامی بررسی کردند. مطالعات مورد نظر در بازه زمانی ۲۰۰۰-۱۹۹۵۰ انجام و در محدوده زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۲ منتشر شده بودند (جدول ۲).

در این میان تعدادی از مطالعات خطر نسبی، نسبت شانس و نیز نرخ مرگ و میر ناشی از ابتلا به انواع سرطان‌ها را معنی‌دار و تعدادی دیگر غیر معنی‌دار گزارش کردند. بررسی یافته‌ها نشان داد که بیشتر مطالعات در خصوص سرطان بیضه (۴ مطالعه) و سرطان مغز (۴ مطالعه) صورت گرفته است (جداول ۱ و ۲).

بحث و نتیجه‌گیری

با پیشرفت سریع در فن‌آوری‌ها، وابستگی به دستگاه‌های بی‌سیم و مواجهه افراد با تابش‌های الکترومغناطیسی از خانه تا محل کار و مکان‌های عمومی افزایش یافته است. شناسایی عوامل سرطان‌زای مرتبط با شغل به جهت تأثیر آن در پیشگیری و کنترل دارای اهمیت ویژه‌ای است. چنانکه در ۲۹ تا ۳۰ ژانویه سال ۲۰۱۷ در تهران کارگاه آموزشی «سرطان شغلی / محیط زیست» به عنوان بخشی از کنگره بین‌المللی پیشگیری و تشخیص سرطان با حضور ۴۲ نفر از نمایندگان وزارت بهداشت، دانشگاه‌های علوم پزشکی و سازمان‌های تحقیقاتی تشکیل شد (۳۷). با توجه به بار اقتصادی بسیار زیاد این بیماری، نتایج مطالعه حاضر می‌تواند در شناسایی ریسک فاکتورهای شغلی مؤثر در ایجاد سرطان و کاهش هزینه‌های مربوطه مفید باشد.

بررسی متون گذشته نشان داد مطالعات متعددی در خصوص تأثیر مواجهه شغلی با پرتوهای الکترومغناطیس رادیویی و مایکروویو و بروز انواع سرطان انجام شده است (۲۹، ۴۲-۳۸). همچنین مطالعات مختلفی در خصوص بررسی اثرات زیان‌بار بیولوژیک در میان کارکنانی که با پرتوهای راداری مواجهه شغلی دارند انجام شده که موارد مختلفی مانند سیستم تولید مثل، سیستم بینایی، پوست و ... را بررسی نموده است (۴۸-۴۳)؛ اما در این میان مطالعاتی که در خصوص برآورد ریسک ابتلا به سرطان در میان کارکنان تحت مواجهه با پرتوهای راداری باشد و مطابق با معیارهای ورود و خروج این مطالعه باشد بسیار اندک بود. به‌گونه‌ای که در نهایت فقط ۷ مقاله (۴ مطالعه کوهورت، ۳ مطالعه مورد-شاهد) با مجموع تعداد نمونه ۵۱۸۹۸ وارد این بررسی شدند. در این بررسی مطالعه کارآزمایی بالینی که شرایط ورود به مطالعه را داشته باشد یافت نشد. در تمام مطالعات، تعیین سرطان‌ها و برآورد ریسک با فاصله اطمینان ۹۵٪ در کارکنان شاغل در محیط‌های نظامی بررسی شده بود.

در میان مطالعات ورودی، برآورد خطر نسبی صرفاً در خصوص سرطان‌های بیضه، لوسمی و مغز انجام شده بود. خطر نسبی لوسمی و مغز معنی‌دار (۲۸، ۳۲) و خطر نسبی سرطان بیضه در دو مطالعه معنی‌دار (۳۲، ۳۳) و در دو مطالعه دیگر غیر معنی‌دار (۱۹، ۲۴) اعلام شد. این محدودیت در مورد نرخ مرگ و میر صادق نبود و طیف وسیعی از سرطان‌ها که جزئیات آن در جدول شماره ۲ ارائه شده است گزارش گردیده بود.

سرطان بیضه یکی از سرطان‌هایی بود که موضوع تحقیق بسیاری از پژوهشگران را به خود اختصاص داده بود. به‌گونه‌ای که در میان ۷ مطالعه ورودی، تعداد ۴ مطالعه در این خصوص انجام شده بود. در ۳ مطالعه خطر نسبی (۲۴، ۳۳، ۴۹) و یک مطالعه نرخ مرگ و

www.SID.ir

Archive of SID

میر به همراه خطر نسبی ابتلا به این سرطان بررسی شده بود(۳۲). این مطالعات نرخ مرگ و میر ناشی از سرطان بیضه را غیر معنی‌دار و خطر نسبی ابتلا به این سرطان را در دو مورد معنی‌دار و در دو مورد غیر معنی‌دار اعلام کردند (جداول ۱و۲).

سرطان بیضه شایع‌ترین بدخیمی در مردان است که در مطالعات گذشته شیوع آن بیشتر در محدوده سنی ۲۰ تا ۳۴ سال (۵۰) و در مطالعات جدیدتر این محدوده سنی افزایش یافته و ۱۵ تا ۴۹ سال گزارش گردیده است. با این حال یک تا دو درصد از همه نئوپلاسم‌ها در مردان و پسران را سرطان بیضه تشکیل می‌دهد. این سرطان به دو نوع سرطان سلول‌های بنیادی سمینوماتوس و غیر سمینوماتوس[2]تقسیم می‌شود (۵۱). پژوهش‌های قبلی نشان داده است که میزان بروز سرطان بیضه در ۴۰ سال گذشته با افزایش قابل توجهی روبرو شده، افزایشی که در بین کشورهای صنعتی (آمریکای شمالی، اروپا و اقیانوسیه) برجسته‌تر بوده است (۵۰، ۵۱). با توجه به چنین افزایشی، باید آموزش‌های بیشتری توسط متخصصین ارولوژی و آندرولوژی در خصوص توجه به علائم سرطان بیضه در نوجوانان و بزرگسالان ارائه گردد (۵۰).

سرطان مغز دیگر سرطانی بود که در بیشتر مطالعات ورودی به این مرور سیستماتیک بررسی شد. در میان مطالعات ورودی تعداد ۴ مطالعه به این موضوع پرداخته بودند. در این میان تعداد ۳ مطالعه به بررسی نرخ مرگ و میر (۳۲، ۳۴، ۳۶) و یک مطالعه به بررسی خطر نسبی پرداخته بود (۲۸). نتایج مطالعات مربوطه افزایش خطر نسبی ابتلا به سرطان مغز را در کارکنانی که با پرتوهای راداری مواجهه شغلی دارند معنی‌دار اعلام کردند. همچنین افزایش نرخ مرگ و میر ناشی از ابتلا به این سرطان در میان کارکنان تحت مواجهه، در دو مطالعه معنی‌دار گزارش گردید (جداول ۱ و ۲).

گلیوما و منتژیوم شایع‌ترین انواع تومور مغزی در بزرگسالان هستند. گلیوم‌ها عمدتاً بدخیم بوده و تقریباً ۸۰٪ از همه تومورهای بدخیم مغز را شامل می‌شود. در مقابل منتژیم‌ها معمولاً خوش‌خیم هستند، اگرچه تقریباً ۵٪ آن‌ها بدخیم هستند. علل این بیماری‌ها تا حد زیادی ناشناخته باقی مانده است. تشعشعات یونیزان و اختلالات ژنتیکی، بخش کوچکی از ریسک فاکتورهای مربوطه است که اثر قطعی آن‌ها شناسایی شده است. همچنین مطالعات مختلف اثر احتمالی عوامل دیگری مانند برخی از پرتوهای غیر یونیزان (مخصوصاً میدان الکترومغناطیسی فرکانس خیلی پایین و رادیویی) و نیز برخی مواد شیمیایی را بر سرطان‌زایی نشان داده‌اند. البته این مورد هنوز به قطعیت نرسیده و مورد بررسی و تحقیق در جوامع علمی است. بر اساس مطالعات گذشته، مکانیزم بیوفیزیکی پرتوهای رادیویی (با محدوده فرکانسی بین ۱۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز) که ممکن است در تومورهای مغزی نقش داشته باشد روشن نیست؛ اما فرضیه اثر حرارتی جذب انرژی رادیویی) و فرضیه‌های غیرحرارتی مانند استرس اکسیداتیو که ناشی از تشکیل جفت‌های رادیکال و خروجی کلسیم باشد پیشنهاد شده است. شایان ذکر است این فرضیه‌ها در نتیجه تعدادی از مطالعات invivo بدست آمده و نیازمند انجام مطالعات اپیدمیولوژیک بیشتر در این زمینه است (۵۲).

همان‌طور که می‌دانیم، پرتوهای مایکروویو برای شکستن پیوندهای شیمیایی در DNA به اندازه کافی انرژی ندارند، اما ممکن است با ایجاد اثرات ژنوتوسیک و مکانیسم‌های غیرمستقیمی مانند ایجاد رادیکال‌های آزاد (۵۳، ۵۴) یا اختلال در فرآیندهای تعمیر DNA باعث ایجاد سرطان شوند (۴۴، ۵۵، ۵۶). مشاهدات تا به امروز نشان می‌دهد که استرس اکسیداتیو و سرطان با هم ارتباط دارند. استرس اکسیداتیو می‌تواند منجر به التهاب مزمن شود که به نوبه خود می‌تواند بیشترین بیماری‌های مزمن شامل سرطان را از طریق تبدیل یک سلول طبیعی به سلول‌های تومور، بقای سلول تومور، تکثیر، مقاومت بیشتر، مقاومت رادیویی، تهاجم، انجیوژنز و بقای سلول‌های بنیادی را ایجاد نماید(۵۷). مطالعات نشان داده است گونه‌های واکنشی اکسیژن[3] در انواع مختلفی از سرطان‌های گوناگون مانند لوسمی (۵۸)، لنفوم (۵۹)، پروستات (۶۰) و ملانوما (۶۱) دخیل هستند. برخی مطالعات ورودی به این مرور سیستماتیک بروز لوسمی را گزارش نموده بودند (۳۲).

در سال ۲۰۱۱، آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان

[2] Seminomatous and non- seminomatous

[3] Reactive Oxygen Species (ROS)

www.SID.ir

Archive of SID

(IARC)[4] و نیز سازمان جهانی بهداشت (WHO)[5] میدان های الکترومغناطیسی رادیویی را در گروه 2B (احتمالا سرطان زا برای انسان) از مواد سرطان‌زا طبقه بندی کرد. هرچند شواهد اپیدمیولوژیک در ارتباط با مواجهه شغلی با پرتوهای رادیویی و سرطان ناکافی به نظر می رسید و این تقسیم بندی بر اساس مطالعات محدودی بود که بر روی حیوانات انجام شده است. از این‌رو این سازمان در انتشارات اخیر خود به پژوهشگران تأکید می‌کند که به انجام مطالعات مورد-شاهدی روی آورند و حتی آن را برتر از مطالعات کوهورت می داند (۶۲). نتایج این مطالعه نیز بر گویانی اهمیت ادامه مطالعات مورد شاهدی در این خصوص می‌باشد.

شایان توجه است تاکنون در خصوص سرطان‌های شغلی در کشور تحقیقات محدودی و در خصوص موادی مانند آزبستور، آمینهای آروماتیک، کروم شش ظرفیتی انجام شده (۶۶-۶۳) از این‌رو در جستجوهای انجام شده، تحقیقی که در خصوص تأثیر سرطان‌زایی مواجهه شغلی با پرتوهای راداری باشد در مطالعات فارسی یافت نشد. با توجه به شیوع بالای سرطان در سالهای اخیر در کشور و همچنین اهمیت شناسایی ریسک فاکتور مؤثر در بحث سرطان‌های شغلی، انجام مطالعات اپیدمیوژیک مربوطه درکشور بسیار ضروری است و لازم است که توجه مراکز تحقیقاتی سرطان در کشور به تأثیر عوامل شغلی بر ریسک ابتلا به سرطان بیشتر شود.

بررسی تأثیر دوز بر روی سرطان‌های گزارش شده، از علاقه مندیهای نخست پژوهشگران در این مطالعه بود اما با توجه به اینکه در مطالعات ورودی، شدت مواجهه یا دوز دریافتی گزارش نشده بود از این‌رو بررسی این مورد امکان پذیر نبود و یکی از محدودیتهای این پژوهش بود. همچنین در این مطالعه، جستجوهای در پایگاه‌های خارجی صرفاً در میان مقالات انگلیسی زبان انجام شد که این امر منجر به تعداد جستجوها و احتمالا کاهش تعداد مطالعات ورودی گردیده است. از این‌رو پیشنهاد می گردد در مطالعات بعدی این محدودیت برداشته و علاوه بر مجلات، همایش‌ها، کنگره‌ها و کنفرانسهای ملی یا بین‌المللی نیز بررسی گردد.

با توجه به اینکه پژوهش حاضر جزء اولین مطالعات مروری است که در زمینه تأثیر مواجهه شغلی با پرتوهای راداری بر ریسک ابتلا به سرطان انجام شده لذا نتایج این مطالعه می‌تواند در سیاست‌گذاری سلامت در زمینه بهداشت پرتوهای غیریونیزان (متمرکز بر پرتوهای راداری) برای سازمان‌های فعال در این زمینه و نیز تمامی محیط‌های کاری که کارکنان آن‌ها با این دسته از پرتوها موجهه شغلی دارند مفید باشد.

همچنین این مطالعه می‌تواند بخشی از اطلاعات مورد نیاز برای انجام یک مطالعه متاآنالیز مرتبط در آینده را تأمین نماید. با توجه به تعداد محدود مطالعات ورودی و محدودیتهای ذکر شده، یافته‌های این پژوهش قطعی و نهایی نبوده و پیشنهاد می گردد انجام مطالعات انسانی که دارای گروه‌های شاهد بوده و بر تأثیر سرطان‌زایی مواجهه شغلی با پرتوهای راداری تمرکز نماید ادامه یابد. انجام متاآنالیز در این خصوص می‌تواند مفید باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود در مطالعات به از مقالات منتشره در همایش‌ها و کنگره‌ها نیز استفاده شده و محدودیت زبان چاپ مقاله در فرایند جستجو برداشته شود.

تقدیر و تشکر

این پژوهش توسط دانشگاه علوم پزشکی قزوین طی قرار داد پژوهشی شماره ۴۰۴۳۶ پشتیبانی شد. بدین وسیله از حمایت‌های معاونت پژوهشی دانشکده بهداشت و دانشگاه علوم پزشکی قزوین کمال قدردانی به عمل می آید. همچنین از مساعدت‌های آقای جلال حسنی دوآبی سپاسگزاری می گردد.

References

1. Mokarami H, Mortazavi SB, Asgari A, Choobineh A, Stallones L. Multiple dimensions of work-related risk factors and their relationship to work ability among industrial workers in Iran. Int J Occup Safe Ergonom. 2017;23(3):374-9.
2. Cember H, Johnson TE. Non-ionizing radiation safety. Introduction to Health Physics fourth ed. New York: McGraw-Hill Publishing Company; 2009. p. 721-802.

[4] International Agency for Research on Cancer (IARC)
[5] World Health Organization (WHO)

www.SID.ir

Archive of SID

3. Khavanin A, Jonidi Jafari A, Ahmadi S, Zaroushani V. A Review on Administrative Controls to Radiofrequency and Microwave Radiation based on recommendations of International Organizations. Iran Occup Health J. 2018;15(3):134-43. [Persian]
4. Zaroushani V, Khavanin A, Mortazavi SB, Jonidi Jafari A. Efficacy of Net Epoxy Resin for Electromagnetic Shielding in X-Band Frequency Range. Health Scope. 2016;5(3):1-7.
5. Zaroushani V, Khavanin A, Mortazavi SB, Jnonidi Jafari A. Improvement of electromagnetic shielding effectiveness for radar frequencies using dispersion factor. Iran Occup Health J. 2016;13(1):1-10. [Persian]
6. Zaroushani V, Khavanin A, Mortazavi SB. An attenuation Layer for Electromagnetic Shielding in X- Band Frequency. Iran J Health Safe Environ. 2015;2(2):264-9.
7. zaroushani V, Khavanin A, Mortazavi S, Jonidi Jafari A, Moeini M, Javadzadeh M. The Role of a New Electromagnetic Shielding in Reducing the Microwave Radiation (A Case Study for the X-Band Frequencies). Iran Occup Health J. 2015;12(5):90-9. [Persian]
8. Zaroushani V, Khavanin A, Jonidi Jafari A, Mortazavi SB, Khajenasiri F. Investigation of factors influencing the efficacy of electromagnetic shielding in X band frequency range. J Health Safe Work. 2016;6(4):1-16. [Persian]
9. Zaroushani V, Khavanin A, Jonidi Jafari A, Mortazavi SB. A New Microwave Shield Preparation for Super High Frequency Range: Occupational Approach to Radiation Protection. J Res Health Sci. 2016;4(16):206-11.
10. Khavanin A, Jonidi Jafari A, Safari Variani A, Zaroushani V. Investigation on the effect of structural factors on shielding effectiveness in double-layer electromagnetic shields. J Health Safe Work. 2018;8(1):43-54.
11. Zaroushani V, Khavanin A, Mortazavi SB. Nonthermal Effects of Radar Exposure on Human: A Review Article. Iranian Journal of Health, Safety & Environment. 2014;1(1):43-52. [Persian]
12. Khavanin A, Zaroushani V, Rezaei A, Mortazavi SB, Mirzaei R, Hassani. J. investigation of biological effect of microwave mobile phone on antioxidant capacity in rabbit blood. Iran J Basic Med Sci. 2006;9(4):244-9[Persian].
13. Khavanin A, Zaroushani V, Mortazavi S, Rezaei A, Mirzaei R. Comparison of antioxidant capacity changes in rabbit blood after disconnected exposure to mobile phone microwave. J Sabzevar Unu Med Sci. 2008;14(4):238-45.
14. Daroudi A, Zendehdel K, Nahvijou A, Zahmatkesh H, Akbarisari A. A Review of Methods for Estimating Economic Burden of Cancer. Hakim Health Syst Res J. 2014;16(4):349-57.
15. Zaret M. Pancreatic cancer in broadcast (radio and radar) technicians. FASEB Journal (Federation of American Societies for Experimental Biology); (United States). 1990;4(CONF-9104107).
16. National Institute for Medical Research Development. Available from: nimad.ac.ir.
17. Introduction to the IARC Monographs Volume 102.
18. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields as Possibly Carcinogenic to Human 2011. Available from: http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf.
19. Baumgardt-Elms C, Ahrens W, Bromen K, Boikat U, Stang A, Jahn I, et al. Testicular cancer and electromagnetic fields (EMF) in the workplace: results of a population-based case–control study in Germany. Cancer Causes Control. 2002;13(10):895-902.
20. Davis RL, Mostofi FK. Cluster of testicular cancer in police officers exposed to hand-held radar. Am J Indust Med. 1993;24(2):231-3.
21. Hardell L, Nasman A, Ohlson CG, Fredrikson M. Case-control study on risk factors for testicular cancer. Int j oncol. 1998;13(6):1299-304.
22. McGlynn KA, Trabert B. Adolescent and adult risk factors for testicular cancer. Nature Rev Urol. 2012;9(6):339-49.
23. Merimsky O, Levita M, Merimsky E, Chaitchik S. Radiofrequency and testicular cancer. Oncol Rep. 1996 Mar 1;3(2):365-8.
24. Walschaerts M, Muller A, Auger J, Bujan L, Guérin JF, Lannou DL, et al. Environmental, occupational and familial risks for testicular cancer: a hospital-based case-control study. Int J Androl. 2007;30(4):222-9.
25. Clapp R, Howe G, Lefevre MJ. Environmental and occupational causes of cancer. Lowell Center for Sustainable Production. 2007 Oct:3.
26. Elwood JM. Epidemiological studies of radio frequency exposures and human cancer. Bioelectromagnetics. 2003;24(S6):S63-73.
27. Goldsmith JR. Epidemiologic evidence relevant to radar (microwave) effects. Environl Health Perspect. 1997;105(Suppl 6):1579.
28. Grayson JK. Radiation exposure, socioeconomic status, and brain tumor risk in the US Air Force: A nested case-control study. Am J Epidemiol. 1996;143(5):480-6.
29. Richter ED, Berman T, Ben-Michael E, Laster R, Westin JB. Cancer in radar technicians exposed to radiofrequency/microwave radiation: sentinel episodes. Int J Occup Environ Health. 2000;6(3):187-93.
30. Savitz DA. Overview of epidemiologic research on electric and magnetic fields and cancer. Am Indust Hyg Assoc J. 1993;54(4):197-204.

www.SID.ir

Archive of SID

31. PRISMA 2009 Checklist 2009. Available from: www.prisma-tatement.org/PRISMAStatement/Checklist.
32. Groves FD, Page WF, Gridley G, Lisimaque L, Stewart PA, Tarone RE, et al. Cancer in Korean War Navy technicians: Mortality survey after 40 years. Am J Epidemiol. 2002;155(9):810-8.
33. Davis. Robert. L KMF. Cluster of testicular cancer in police officers exposed to hand-held radar. Am J Indust Med. 1993;24(2):231-3.
34. Dabouis V, Arvers P, Debouzy JC, Sebbah C, Crouzier D, Perrin A. First epidemiological study on occupational radar exposure in the French Navy: a 26-year cohort study. Int J Environ Health Res. 2016;26(2):131-44.
35. Degrave E, Meeusen B, Grivegnee AR, Boniol M, Autier P. Causes of death among Belgian professional military radar operators: a 37-year retrospective cohort study. Int J Cancer. 2009;124(4):945-51.
36. Degrave E, Meeusen B, Grivegnée AR, Boniol M, Autier P. Causes of death among Belgian professional military radar operators: A 37-year retrospective cohort study. Int J Cancer. 2009;124(4):945-51.
37. Vainio H, Zendehdel K. Occupational/Environmental Cancer at the International Congress on Cancer prevention & Early Detection: A Workshop Report. Basic Clin Cancer Res. 2017;9(4): 40-4.
38. Peleg M, Nativ O, Richter ED. Radio frequency radiation-related cancer: assessing causation in the occupational/military setting. Environmental Research. 2018;163:123-33.
39. Richter ED, Berman T, Levy O. Brain cancer with induction periods of less than 10 years in young military radar workers. Arch Environ Health. 2002;57(4):270-2.
40. Repacholi MH. Radiofrequency field exposure and cancer: What do the laboratory studies suggest? Environ Health Perspect. 1997;105(SUPPL. 6):1565-8.
41. Morgan RW, Kelsh MA, Zhao K, Exuzides KA, Heringer S, Negrete W. Radiofrequency exposure and mortality from cancer of the brain and lymphatic/hematopoietic systems. Epidemiology. 2000;11(2):118-27.
42. McElroy JA, Egan KM, Titus-Ernstoff L, Anderson HA, Trentham-Dietz A, Hampton JM, et al. Occupational exposure to electromagnetic field and breast cancer risk in a large, population-based, case-control study in the United States. J Occup Environ Med. 2007 Mar;49(3):266-74.
43. Rashidi B, Alizadeh K, Zareiy S. Effects of microwave exposure in the radar workers of Islamic Republic of Iran Air Force. Ebnesina J Med. 2009;12(1):4-10.
44. Zhi WJ, Wang LF, Hu XJ. Recent advances in the effects of microwave radiation on brains. Mil Med Res. 2017;4:29-43.
45. Strand LA, Martinsen JI, Borud EK. Cancer incidence and all-cause mortality in a cohort of 21582 Norwegian military peacekeepers deployed to Lebanon during 1978-1998. Cancer Epidemiol. 2015;39(4):571-7.
46. Singh S, Mani KV, Kapoor N. Effect of occupational EMF exposure from radar at two different frequency bands on plasma melatonin and serotonin levels. Int J Rad Biol. 2015 May 4;91(5):426-34.
47. Schrader SM, Langford RE, Turner TW, Breitenstein MJ, Clark JC, Jenkins BL, et al. Reproductive function in relation to duty assignments among military personnel. Reprod Toxicol. 1998;12(4):465-8.
48. Møllerløkken OJ, Moen BE. Is fertility reduced among men exposed to radiofrequency fields in the Norwegian Navy? Bioelectromagnetics. 2008 Jul;29(5):345-52.
49. Baumgardt-Elms C, Ahrens W, Bromen K, Boikat U, Stang A, Jahn I, et al. Testicular cancer and electromagnetic fields (EMF) in the workplace: Results of a population-based case-control study in Germany. Cancer Causes Control. 2002;13(10):895-902.
50. Huyghe E, Matsuda T, Thonneau P. Increasing Incidence of Testicular Cancer Worldwide: A Review. J Urol. 2003;170(1):5-11.
51. Yousif L, Blettner M, Hammer GP, Zeeb H. Testicular cancer risk associated with occupational radiation exposure: a systematic literature review. J Radiol Prot. 2010;30(3):389.
52. Floderus B, Stenlund C, Carlgren F. Occupational exposures to high frequency electromagnetic fields in the intermediate range (> 300 Hz–10 MHz). Bioelectromagnetics. 2002;23(8):568-77.
53. Kocaman A, Altun G, Kaplan AA, Deniz ÖG, Yurt KK, Kaplan S. Genotoxic and carcinogenic effects of non-ionizing electromagnetic fields. Environ Res. 2018;163:71-9.
54. Garaj-Vrhovac V, Gajski G, Paanin S, aroli A, Domijan AM, Flajs D, et al. Assessment of cytogenetic damage and oxidative stress in personnel occupationally exposed to the pulsed microwave radiation of marine radar equipment. Int J Hyg Environ Health. 2010;214(1):59-65.
55. Deshmukh PS, Megha K, Banerjee BD, Ahmed RS, Chandna S, Abegaonkar MP, et al. Detection of Low Level Microwave Radiation Induced Deoxyribonucleic Acid Damage Vis-a-vis Genotoxicity in Brain of Fischer Rats. Toxicol Int. 2013;20(1):19-24.
56. Levitt BB, Lai H. Biological effects from exposure to electromagnetic radiation emitted by cell tower base stations and other antenna arrays. Environ Rev. 2010 Nov 5;18(NA):369-95.
57. Reuter S, Gupta SC, Chaturvedi MM, Aggarwal

www.SID.ir

Archive of SID

BB. Oxidative stress, inflammation, and cancer: how are they linked? Free Rad Biol Med. 2010;49(11):1603-16.
58. Sumi D, Shinkai Y, Kumagai Y. Signal transduction pathways and transcription factors triggered by arsenic trioxide in leukemia cells. Toxicol Appl Pharmacol. 2010;244(3):385-92.
59. van de Wetering CI, Coleman MC, Spitz DR, Smith BJ, Knudson CM. Manganese superoxide dismutase gene dosage affects chromosomal instability and tumor onset in a mouse model of T cell lymphoma. Free Rad Biol Med. 2008;44(8):1677-86.
60. Khandrika L, Kumar B, Koul S, Maroni P, Koul HK. Oxidative stress in prostate cancer. Cancer Lett. 2009;282(2):125-36.
61. Fruehauf JP, Trapp V. Reactive oxygen species: an Achilles' heel of melanoma? Expert Rev Anticancer Ther. 2008;8(11):1751-7.
62. Miller AB, Morgan LL, Udasin I, Davis DL. Cancer epidemiology update, following the 2011 IARC evaluation of radiofrequency electromagnetic fields (Monograph 102). Environ Res. 2018;167:673-83.
63. Pouryaghoub G, Mehrdad R, Salehpour S, Shahryari M. Exposure to asbestos in patients with malignant mesothelioma in Iran. Tehran Uni Med J. 2014;72(2):79-86.
64. Pourabdian S, Janghorbani M, Khoubi J, Tahjvidi M, Mohebbi I. Relationship Between High Risk Occupation Particularly Aromatic Amines Exposure And Bladder Cancer In Isfahan: A Case – Control Study. Urmia Med J. 2010;21(2):224-34.
65. Fazli Z, Khodakarim S, Sajedifar J, Goli F, Zendedel R. Occupational and Environmental Risk Assessment of Inhalation Exposure to Hexavalent Chromium for Cancerous Effects. J Health. 2016;2(3):181-90.
66. Salehpour S, Azin S, Cheraghvandi A, Heidari MM, Mohammad Sadegh S. Job and environment factors in relation with pleural malignant mesothelioma and determination of occurrence chance of mesothelioma in exposure to asbestos. Iran Occup Health J. 2010;7(2):59-0.

www.SID.ir