

职业暴露和生活接触的低频电磁场与成年人急性髓系白血病——基于病例对照研究的Meta分析

王星 王小钦 顾静文

【摘要】 目的 研究职业或居住环境中暴露于电磁场与成年人罹患急性髓系白血病(AML)危险因素的关系。方法 收集发表于1980—2010年共9篇相关病例对照研究,用RevMan 5.0软件进行Meta分析。结果 电磁场暴露与AML的OR值为1.24(95%CI: 1.11~1.37)。以暴露强度 $<0.1 \mu\text{T}$ 为参照,当暴露值分别为 $0.1 \sim 0.2 \mu\text{T}$ 和 $\geq 0.2 \mu\text{T}$ 时,分别为 $OR=1.17(95\%CI: 0.98 \sim 1.39)$ 和 $OR=1.51(95\%CI: 1.15 \sim 1.98)$ 。结论 Meta分析显示极低频电磁场可能是成年人AML的危险因素之一。进一步对暴露距离、职业暴露或居住环境暴露进行亚组分析,也均揭示电磁场可增加成年人AML的患病风险。

【关键词】 白血病,急性髓系;危险因素;电磁场;病例对照研究;Meta分析

Occupational and residential exposure to electric and magnetic field and its relationship on acute myeloid leukemia in adults — A Meta-analysis WANG Xing, WANG Xiao-qin, GU Jing-wen. Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China
Corresponding authors: GU Jing-wen, Email: jingwengu@yahoo.com; WANG Xiao-qin, Email: wangxiaojin@shmu.edu.cn

【Abstract】 Objective Studies had suggested that risk of leukemia might be associated with occupational or residential exposures to electromagnetic fields and varied at distance to and level of the exposure or type of occupations. Through pooled analyses, etiologic insight on the associations between exposure and disease might be explained. **Methods** We carried out a Meta-analysis based on primary data (1980–2010) from 9 studies related to the electric and magnetic fields exposure and acute myeloid leukemia in adults to assess whether the combined results, adjusted for potential confounding, would indicate an association between them. **Results** In this study the overall estimated OR value was 1.24(95%CI: 1.11–1.37). The odds ratios for exposure categories of $0.1 \sim 0.2 \mu\text{T}$, $\geq 0.2 \mu\text{T}$, compared with $<0.1 \mu\text{T}$, were 1.17(95%CI: 0.98–1.39) and 1.51(95%CI: 1.15–1.98), respectively. **Conclusion** Through employing the alternate cut points, stratification by level of exposure or distance and the relation on different ways of exposure, there appeared consistent evidence of increased risk between acute myeloid leukemia in adults and the extremely low frequency-electromagnetic to field exposure.

【Key words】 Acute myeloid leukemia; Risk factors; Electromagnetic fields; Case-control study; Meta-analysis

白血病的发病机制至今仍不完全清楚。电离辐射、苯以及烷化剂是目前较为公认与白血病发病有关的三种因素,但其中已知的危险因素仅可解释一小部分病例,大部分的病因至今仍然无法阐明^[1]。文献报道指出吸烟、电磁场、染发、有机溶剂和病毒感染等有可能是白血病患病的危险因素^[2-4],但

尚无定论。总体而言,人类一直暴露于电磁场的环境中,包括日照、宇宙射线及地面的辐射,近年来尤其是低频电磁场的隐形暴露越来越多,已有不少关于电磁场与职业及居住环境相关的报道,WHO最近也在进行一项关于极低频率电磁场的环境健康标准评估审核,对其与成年人白血病的关系,仍尚无一致性结果,建议进行Meta分析,进一步整合资源。Wertheimer等^[5]在1982年首先报道了居住环境中高压线与儿童癌症有关。但也有认为没有证据显示会增加危险性^[1,6]。有限的研究指出居住环境或工作

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.08.019

作者单位:200040 上海,复旦大学附属华山医院

通信作者:顾静文,Email: jingwengu@yahoo.com; 王小钦,Email:

wangxiaojin@shmu.edu.cn

场所暴露于电磁场环境均可引起成年人白血病^[7],但缺乏一致的测量和评价标准。在一项关于职业暴露与各型白血病发病危险性的 Meta 分析中, Kheifets 等^[8]基于 38 项研究得出相对危险度(*RR*)值为 1.2(95%*CI*: 1.1 ~ 1.3), 而急性髓系白血病(*AML*) *RR* 值为 1.4(95%*CI*: 1.2 ~ 1.7), 但作者未进行生活暴露史与白血病的相关性研究, 也未能得出一致的结果; 然而丹麦一项全国性的队列研究显示^[9], 在 28 224 名职业暴露至少 3 个月以上人员中, 未见到罹患肿瘤的危险度上升。因此有必要依据 PRISMA 2009 的要求纳入合格的病例对照研究^[10], 进行电磁场辐射(生活暴露和职业暴露)与 *AML* 间关系的 Meta 分析。

资料与方法

1. 资料来源: 通过 Cochrane 图书馆、Medline、EMBASE、EBSCO、OVID 和中国生物医学文献库、万方数据库、中国知网数据库搜索刊登于 1980 年 1 月至 2010 年 7 月的相关文献。利用以下关键字进行主题词与自由词检索: 急性髓系白血病(*acute myeloid leukemia*)、电磁场(*electromagnetic fields*)、病例对照研究(*case-control study*)、队列研究(*cohort study*)、危险因素(*risk factors*)。根据查到文献后的参考文献, 进行手工检索, 以防遗漏重要的文献。

2. 文献纳入及排除标准:

(1) 纳入标准: ①该研究为病例对照研究; ②病例均为 *AML* 患者; ③入选者均为成年人(年龄 > 15 岁); ④测量的结局为罹患 *AML*; ⑤提供可供分析的数据, 如 *OR* 值及 95%*CI*; ⑥经质量评价标准评价后符合较高质量标准。

(2) 排除标准: ①未提供可供分析的效应值(缺乏 *OR* 值或病例对照例数); ②非原始数据的报道(已排除评论、系列报道、信件、病例报道及动物学研究和体内研究); ③排除仅报道死亡病例和偶然暴露史的病例(因本研究目的并非电磁场暴露的急性期反应)。

3. 质量评价标准: 采用 Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale Case Control Studies 标准(http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/nos_manual.pdf)。①选择病例组的方式是否合适, 即从病例代表性、病例诊断正确性、有无选择性偏倚、样本量是否足够(把握度 > 80%) 等方面进行评价; ②对照组的选择是否合适, 即从对照组代表性、有无选择性偏倚、应答率高(> 80%)、随机化选择或

配对是否合理、样本量是否足够等方面进行评价; ③测量暴露因素的偏倚, 从暴露有无明确的定义、暴露测量的方法是否客观和准确、病例组和对对照组测量暴露的方法是否一致、是否为盲法测量进行评价; ④是否考虑到其他混杂性因素, 并进行了校正。符合上述评价标准 14 条中 10 条以上的文献认为是高质量文献, 剔除极低质量的文献(符合评价标准 < 4 条者)。

4. 数据提取与分析: 由 2 名评价者独立完成阅读文献(初筛标准为病例对照研究且数据完整)。按 Meta 分析要求筛选出所有符合纳入标准的相关文献, 逐篇进行质量评价, 剔除重复报告、质量差、报道信息太少而无法利用的文献。根据设计的表格提取数据(包括一般信息和研究相关信息及效应值), 建立数据库, 核对数据, 采用 RevMan 5.0 软件(Cochrane 协作网所提供)分析电磁场暴露、暴露强度、暴露距离及职业或居住暴露于电磁场与成年人 *AML* 发病的关系。入选文献中职业暴露采用的是 Job-exposure Matrix 评价体系, 生活暴露史采用该国相关部门提供的软件进行评价(综合考虑电塔高度、与高压线的距离及离发病时间最近的电线和距建筑物 < 300 m 输变电线的负荷量)^[11]。如果研究报告不完整则与作者联系进行核实。若 2 名评价者意见相悖, 则通过与其他作者讨论进行解决。在获得全文后进行数据提取, 如果有重复报道则选择最近的研究。文献选择流程见图 1。

本研究以 *OR* 值为效应指标, 计算合并 *OR* 值及 95%*CI*。对研究文献所得的 *OR* 值进行异质性检验, 根据 *I*² 值进行异质性大小的评估, *I*² 值 > 50% 表示存在较大的异质性, 用随机效应模型进行合并, 反之用固定效应模型分析^[12]。敏感性分析主要包括①比较全部入选文献与排除小样本或者大样本研究资料后剩余文献的 Meta 分析结果; ②比较全部入选文献与发表于不同时段文献的 Meta 分析结果。采取亚组分析探寻可能的异质性原因, 主要按照暴露水平(< 0.1、0.1 ~ 0.2 和 ≥ 0.2 μT)、暴露距离(< 50、50 ~ 100 和 ≥ 100 m)、暴露方式(职业暴露或者生活暴露)进行分组。对入选文献进行发表偏倚评估(包括制作漏斗图和对称性检验)。漏斗图对称则说明发表偏倚较小。

结 果

1. 异质性分析: 共有 9 项病例对照研究符合要求, 最终入选的病例为 6361 例, 对照 11 219 例^[3, 13-45], 分布在新西兰、英国、法国、中国、美国、瑞典及挪威

质性(表1和图2)。

2. 总体效应值和亚组分析:合并9项病例对照研究结果, $OR=1.24(95\%CI: 1.11 \sim 1.37)$ (图2)。提示暴露电磁场可能是成年人AML的危险因素。根据暴露水平、暴露距离和不同接触场合进行亚组分析,共有5项研究报道了3个暴露水平(基线、中等和高等水平)^[13-17],合并后的OR值提示暴露于高水平($\geq 0.2 \mu T$)的电磁场环境中可能会增加罹患白血病的风险($OR=1.51, 95\%CI: 1.15 \sim 1.98$)(图3),为此我们所纳入的数据由于原文作者进行了分组分析,也呈现出分组的特点,根据原文献暴露水平或者距离的分组就出现分组的病例。与居住距离电磁场 $> 100 m$ 相比,居住距离电磁场 $< 50 m$ 的OR值为1.33($95\%CI: 1.01 \sim 1.66$),说明近接触距离也许会增加白血病发病风险(图4)。对生活接触电磁场和职业接触分别进行分析,提示生活接触和职业接触均可能导致AML发病危险性的提高,OR值分别为1.12($95\%CI: 1.00 \sim 1.26$)和1.15($95\%CI: 1.01 \sim 1.32$),职业接触的危险性更高一些,可能与接触的强度及暴露时间有关。

3. 敏感性分析:通过排除小样本量的研究、采用不同统计学方法分析资料等进行敏感性分析,观察合并效应值的变化,发现合并后的OR值差异无统计学意义,说明结论可靠稳定。

4. 发表偏倚:通过应用RevMan 5.0软件制作漏斗图和对其对称性检验,发现漏斗图基本对称,无明显发表偏倚(图5)。

图1 文献选择流程

7个国家。针对这9篇病例对照研究采用固定效应模型进行分析,得出 $I^2=9\%, P=0.35$,表明无明显异

表1 纳入Meta分析的9篇关于职业接触或生活暴露低频电磁场与成年人AML病例对照研究的基本特征和效应值(根据暴露距离和强度)

纳入文献	年龄(岁)	病例采集方法	病例暴露数/总病例数	对照暴露数/总暴露例数	OR值(95%CI)	暴露期限(年)	暴露测量方法(生活接触/职业接触)
[15]	≥ 16	Thames Cancer Registry	104/248	636/1432	0.90(0.69 ~ 1.19)		居住暴露于高压线附近,暴露指数依据距离判断
[14]	≥ 15	Yorkshire Cancer Registry	152/801	122/801	1.30(1.00 ~ 1.69)		暴露于高压线;电磁场强度测量在每幢建筑物中心,距离地面1 m
[45]	55.4 ± 14.9	Department of hematology of Dieu, Paris and Henri-Mondor	14/147	23/490	1.81(0.91 ~ 3.60)	1984—1988	职业接触暴露矩阵
[16]	≥ 16	Population registry in Sweden	17/72	216/1083	1.24(0.71 ~ 2.18)	1960—1985	暴露高压输电线,主要暴露指数依据距离
[33]	50 ~ 60	Social Security department	34/72	70/134	0.82(0.46 ~ 1.45)	1978—1989	职业接触暴露矩阵
[44]	≥ 15	Cancer Registry of Taiwan	250/870	206/889	1.34(1.08 ~ 1.66)		居住暴露于60 Hz电磁场,主要测量指数是距离
[31]	25 ~ 75	Hematological oncology center in New Zealand	19/110	20/199	1.87(0.95 ~ 3.68)	1989—1991	职业接触暴露矩阵
[3]	≥ 30	Cancer Registry of Iowa	24/46	135/306	1.08(0.58 ~ 2.00)	1981—1983	职业接触暴露矩阵
[32]	20 ~ 75	Cancer Registry of New Zealand	20/225	49/471	1.67(0.91 ~ 3.06)		职业接触暴露矩阵

注:文献[31]是以医院为基础的研究,其余均以人群为基础的研究

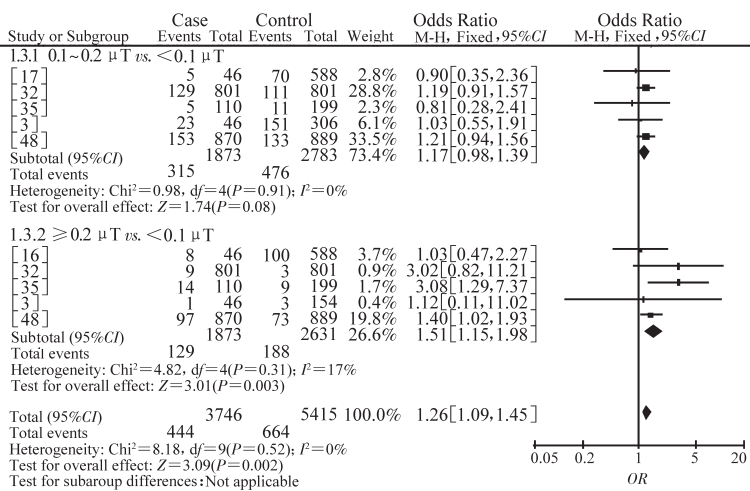
讨 论

已有许多流行病学研究表明,职业接触或者生活居住暴露于低频电磁场(50~60 Hz)可能是诱发白血病或者其他肿瘤的因素之一^[9,18-27],但既往报道的结论并非完全一致,存在争议。本研究搜集病例 6361 例和对照 11 219 例,采用 Meta 分析方法得出低频电磁场可能是成年人 AML 发病危险因素的结论。电磁场暴露的强度和距离的亚组分析也支持接触电磁场是 AML 发病危险因素。以电磁场强度 <0.1 μT 为比较基线,在 0.1~0.2、≥0.2 μT 的水平其 OR 值分别为 1.17(95% CI: 0.98~1.39) 和 1.51(95% CI: 1.15~1.98),且无论职业接触或者生活接触高强度暴露均是危险因素。本研究还表明与距高压线居住距离 >100 m 相比,居住在 50 m 以内的 OR 值为 1.31(95% CI: 0.87~1.99),揭示暴露距离远近也是一种危险因素。然而一些文献报道却未发现随着高压线距离的靠近^[14,15,17,28,29],白血病发病率有上升的趋势,可能是由于研究样本量较小而得出假阴性结果,因 OR 值偏小,小样本量的研究很难发现差异有统计学意义。

与生活暴露相比,职业暴露更具有高危险性。文献[30-33]报道一些从事电焊、管道、空调和变电所等职业人群 OR 值有明显升高。在一些研究中表明社会经济水平比较低的人群更容易居住在高压线附近,此外长时间接触电器(家用电器、电热毯和热水床)的人群虽然有潜在的风险但难以量化评估^[34],结果也往往不一致。这也为将来的研究提出挑战,即应进行低频电磁场强度的测量和精确量化评估。

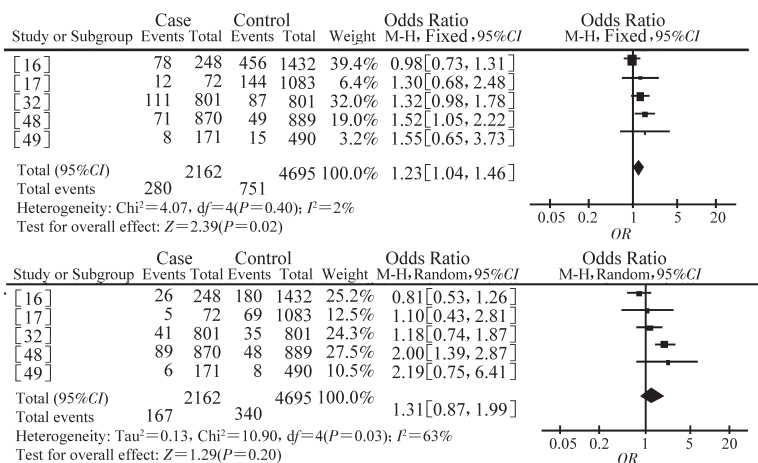
生物学机制可以部分解释低频电磁场导致肿瘤发生的原因。一种假说认为低频电磁场使骨髓抑制和机体免疫力缺陷,染色体发生断裂和重组,染色体双股 DNA 有可逆性断裂。瑞典 Nordenson 等^[35]曾研究当地火车司机的外周血淋巴细胞染色体突变情况,研究

图 2 病例对照研究在固定效应模型下合并的效应值



注:分别以<0.1 μT 为参照;上部为暴露强度 0.1~0.2 μT vs. <0.1 μT 的 Meta 分析;下部为暴露强度 ≥0.2 μT vs. <0.1 μT 的 Meta 分析

图 3 不同暴露水平病例对照研究的 Meta 分析



注:上部为采用固定模型进行的接触距离 50~100 m vs. ≥100 m 的 Meta 分析;下部为采用随机效应模型进行的接触距离 <50 m vs. ≥100 m 的 Meta 分析

图 4 不同暴露距离病例对照研究的 Meta 分析

图5 发表偏倚漏斗图

结果支持暴露于2~15 μT 的电磁场可以导致染色体变异的假说。另一种假说提出低频电磁场可使松果体分泌褪黑素减少,通过基础实验表明这种激素可以调节雌激素,起到清除自由基的作用^[36],提示极低频电磁场似乎对那些受药物、激素等调节的细胞增殖有影响,研究观察到在变电所工作人员中,褪黑素的水平有所下降^[37]。有研究指出雌激素受体不仅存在于生殖器官,同时也分布于肾上腺、肾脏、肝脏、大脑和淋巴系统^[38,39],雌激素在中枢神经系统肿瘤^[40]、睾丸癌^[41]、卵巢和子宫癌^[42]及乳腺癌^[43]的病因学机制中起到重要作用。

本研究结果显示,低频电磁场可能是成年人AML的危险因素之一。为今后白血病的预防提供了线索,然而众所周知,Meta分析无法做效应调整,在处理数据时难免出现某些不合理性,需要在今后的研究中进行多因素分析模型以校正混杂效应。

参 考 文 献

- [1] Zeeb H, Blettner M. Adult leukaemia: what is the role of currently known risk factors? *Radiat Environ Biophys*, 1998, 36(4): 217-228.
- [2] Linet MS. Leukemias and occupation in Sweden: a registry-based analysis. *Am J Ind Med*, 1988, 14(3): 319-330.
- [3] Blair A, Zahm SH. Agricultural exposures and cancer. *Environ Health Perspect*, 1995, 103 Suppl 8: S205-208.
- [4] Dich J, Zahm SH, Hanberg A, et al. Pesticides and cancer. *Cancer Causes Control*, 1997, 8(3): 420-443.
- [5] Wertheimer N, Fau-Leeper E, Leeper E. Adult cancer related to electrical wires near the home. *Int J Epidemiol*, 1982, 11(4): 345-355.
- [6] Cartwright RA. Extra low frequency electric and magnetic fields in the bedplace of children diagnosed with leukaemia: a case-control study. *European Journal of Cancer Prevention: the official journal of the European Cancer Prevention Organisation (ECP)*. *Eur J Cancer Prev*, 1997, 6(1): 93-95.
- [7] Verkasalo PK. Magnetic fields and leukemia-risk for adults living close to power lines. *Scand J Work Environ Health*, 1996, 22 Suppl 2: S1-56.
- [8] Kheifets LI, Afifi AA, Buffler PA, et al. Occupational electric and magnetic field exposure and leukemia: a Meta-analysis. *J Occup Environ Med*, 1997, 39(11): 1074-1091.
- [9] Johansen C, Fau-Raaschou, Nielsen O, et al. Risk for leukaemia and brain and breast cancer among Danish utility workers: a second follow-up. *Occup Environ Med*, 2007, 64(11): 782-784.
- [10] Knobloch K, Yoon U, Vogt PM. Preferred reporting items for systematic reviews and Meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg*, 2010, 8(5): 336-341.
- [11] Feychting M, Ahlbom A. Cancer and magnetic fields in persons living close to high voltage power lines in Sweden. *Lakartidningen*, 1992, 89(50): 4371-4374.
- [12] Mantel N, Haenszel W. Statistical aspects of the analysis of data from retrospective studies of disease. *J Natl Cancer Inst*, 1959, 22(4): 719-748.
- [13] Demers PA, Vaughan TL, Koepsell TD, et al. A case-control study of multiple myeloma and occupation. *Am J Ind Med*, 1993, 23: 629-639.
- [14] Youngson JH, Clayden AD, Cartwright RA. A case/control study of adult haematological malignancies in relation to overhead powerlines. *Br J Cancer*, 1991, 63(6): 977-985.
- [15] Coleman MP. Leukaemia and residence near electricity transmission equipment: a case-control study. *Br J Cancer*, 1989, 60(5): 793-798.
- [16] Feychting M, Ahlbom A. Magnetic fields, leukemia, and central nervous system tumors in Swedish adults residing near high-voltage power lines. *Epidemiology*, 1994, 5(5): 501-509.
- [17] Tynesv T, Haldorsen T. Residential and occupational exposure to 50 Hz magnetic fields and hematological cancers in Norway. *Cancer Causes Control*, 2003, 14(8): 715-720.
- [18] Rosu T, Negoiu M, Pasculescu S, et al. Meta-based biologically active agents: synthesis, characterization, antibacterial and antileukemia activity evaluation of Cu(II), V(IV) and Ni(II) complexes with antipyrine-derived compounds. *Eur J Med Chem*, 2010, 45(2): 774-781.
- [19] Vignati M, Giuliani L. Radiofrequency exposure near high-voltage lines. *Environ Health Perspect*, 1997, 105 Suppl 6: S1569-1573.
- [20] London SJ, Thomas DC, Bowman JD, et al. Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia. *Am J Epidemiol*, 1991, 134(9): 923-937.
- [21] Lovely RH, Buschbom RL, Slavich AL, et al. Adult leukemia risk and personal appliance use: a preliminary study. *Am J Epidemiol*, 1996, 143(7): 744-745.
- [22] Reif JS, Lower KS, Ogilvie GK. Residential exposure to magnetic fields and risk of canine lymphoma. *Am J Epidemiol*, 1995, 141(4): 352-359.

- [23] Stepanyk R, Jahn O, Windischbauer G, et al. Electromagnetic fields—effects on health. *Acta Med Aust*, 2000, 27(3):69–77.
- [24] Deadman JE, Rivard C. Individual estimation of exposures to extremely low frequency magnetic fields in jobs commonly held by women. *Am J Epidemiol*, 2002, 155(4):368–378.
- [25] Kheifets L, Swanson J, Greenland S. Childhood leukemia, electric and magnetic fields, and temporal trends. *Bioelectromagnetics*, 2006, 27(7):545–552.
- [26] Swanson J, Vincent T, Kroll M, et al. Power-frequency electric and magnetic fields in the light of draper et al, 2005. *Ann NY Acad Sci*, 2006, 1076:318–330.
- [27] Kundi M, Hardell L, Sage C, et al. Electromagnetic fields and the precautionary principle. *Environ Health Perspect*, 2009, 117(11):A484–485.
- [28] Feychting M, Ahlbom A, Kheifets L. EMF and health. *Ann Rev Public Health*, 2005, 26:165–189.
- [29] Hakansson N, Floderus B, Gustavsson P, et al. Cancer incidence and magnetic field exposure in industries using resistance welding in Sweden. *Occupat Environ Med*, 2002, 59(7):481–486.
- [30] van Wijngaarden E, Nylander-French LA, Millikan RC, et al. Population-based case-control study of occupational exposure to electromagnetic fields and breast cancer. *Ann Epidemiol*, 2001, 11(5):297–303.
- [31] Bethwaite P, Cook A, Kennedy J, et al. Acute leukemia in electrical workers: a New Zealand case-control study. *Cancer Causes Control*, 2001, 12(8):683–689.
- [32] McLean D. Leukaemia and occupation: a New Zealand Cancer Registry-based case-control Study. *Int J Epidemiol*, 2009, 38(2):594–606.
- [33] Guénel P, Nicolau J, Imbernon E, et al. Exposure to 50–Hz electric field and incidence of leukemia, brain tumors, and other cancers among French electric utility workers. *Am J Epidemiol*, 1996, 144(12):1107–1121.
- [34] Foliart DE, Iriye RN, Tarr KJ, et al. Alternative magnetic field exposure metrics: relationship to TWA, appliance use, and demographic characteristics of children in a leukemia survival study. *Bioelectromagnetics*, 2001, 22(8):574–580.
- [35] Nordenson I, Mild KH, Järventaus H, et al. Chromosomal aberrations in peripheral lymphocytes of train engine drivers. *Bioelectromagnetics*, 2001, 22(5):306–315.
- [36] Reiter RJ, Carneiro RC, Oh CS. Melatonin in relation to cellular antioxidative defense mechanisms. *Horm Metab Res*, 1997, 29(8):363–372.
- [37] Burch JB, Reif JS, Yost MG, et al. Nocturnal excretion of a urinary melatonin metabolite among electric utility workers. *Scand J Work Environ Health*, 1998, 24(3):183–189.
- [38] Enmark E. Human estrogen receptor beta-gene structure, chromosomal localization, and expression pattern. *J Clin Endocrinol Metab*, 1997, 82(12):4258–4265.
- [39] Kuiper GG, Shughrue PJ, Merchenthaler I, et al. The estrogen receptor beta subtype: a novel mediator of estrogen action in neuroendocrine systems. *Front Neuroendocrinol*, 1998, 19(4):253–286.
- [40] Kheifets L, Ahlbom A, Crespi CM, et al. A pooled analysis of extremely low-frequency magnetic fields and childhood brain tumors. *Am J Epidemiol*, 2010, 172(7):752–761.
- [41] Baumgardt-Elms C, Schümann M, Ahrens W, et al. Residential exposure to overhead high-voltage lines and the risk of testicular cancer: results of a population-based case-control study in Hamburg (Germany). *Int Arch Occup Environ Health*, 2005, 78(1):20–26.
- [42] Floderus B, Stenlund C, Persson T. Occupational magnetic field exposure and site-specific cancer incidence: a Swedish cohort study. *Cancer Causes Control*, 1999, 10(5):323–332.
- [43] Savitz DA. Epidemiologic studies of electric and magnetic fields and cancer: strategies for extending knowledge. *Environ Health Perspect*, 1993, 101 Suppl 4:S83–91.
- [44] Li CY, Thériault G, Lin RS. Residential exposure to 60-Hertz magnetic fields and adult cancers in Taiwan. *Epidemiology*, 1997, 8(1):25–30.
- [45] Richardson S, Zittoun R, Bastuji-Garin S, et al. Occupational risk factors for acute leukaemia: a case-control study. *Int J Epidemiol*, 1992, 21(6):1063–1073.

(收稿日期:2011-02-24)

(本文编辑:张林东)