

Çocukluk Çağı Lösemileri ve Elektromanyetik Alan

Childhood Leukemia and Electromagnetic Fields

Alpaslan Türkkkan

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi
Halk Sağlığı Anabilim Dalı
Bursa, Türkiye

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Dr. Alpaslan Türkkkan
Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Halk Sağlığı Anabilim Dalı
Görükle Kampüsü 16059 Bursa, Türkiye
Tel.: +90 224 295 42 81
Faks: +90 224 245 09 13
E-posta: aturkkkan@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 25.02.2009

Kabul Tarihi/Accepted: 19.08.2009

© Güncel Pediatri Dergisi, Galenos Yayıncılık tarafından basılmıştır. Her hakkı saklıdır.

© The Journal of Current Pediatrics, published by Galenos Publishing. All rights reserved.

ÖZET

Bu derlemede, konutlarda yüksek gerilim hattı (YGH) kaynaklı, çok düşük frekanslı elektromanyetik alana maruziyet ile çocukluk çağı lösemileri arasındaki ilişki irdelenmiştir. Elektromanyetik alan (EMA) biyolojik etkilere yol açmaktadır. Tüm toplum değişik seviyelerde EMA'lara maruz kalmakla birlikte çocuklar daha duyarlıdır. Kentsel alanın önemli EMA kaynaklarından başlıcası YGH'larıdır. YGH kaynaklı EMA-lösemi ilişkisi, doz-yanıt ve uzaklık açısından çok sayıdaki çalışmada incelenmiştir. EMA ile genel sağlık sonuçlarına yönelik farklı görüşler dikkat çekmektedir. Ancak EMA ile çocukluk çağı lösemileri ilişkisi diğer sağlık sonuçlarından ayrı tutulmalıdır. Sınır bir değer belirlenmemiş olmasına karşın yaygın kanı, 0,4 µT ve üzerindeki maruziyetlerde 15 yaş ve altında lösemi riskinin 2 kat arttığıdır. (*Güncel Pediatri 2009; 7: 137-41*)

Anahtar kelimeler: Elektromanyetik alan, lösemi

SUMMARY

In this review, the relationship between very low frequency electromagnetic fields, originating from high voltage powerlines, and childhood leukemia was evaluated. Electromagnetic fields have biological effects. Whole populations are effected by different levels of electromagnetic fields but children are more sensible. In urban areas high voltage powerlines are the main sources of electromagnetic fields. The relation of electromagnetic fields due to high voltage powerlines and leukemia with consideration of dose-response and distance is investigated in several studies. There are different opinions on the effects of electromagnetic fields on general health. The relation between electromagnetic fields and childhood leukemia must be considered separately. Although there is no limit value, it is generally accepted that exposure to 0.4 µT and over doubles the risk of leukemia in children 15 years and younger. (*Journal of Current Pediatrics 2009; 7: 137-41*)

Key words: Electromagnetic fields, leukemia

Giriş

Radyasyon maddeye ve insana nüfuz edebilen dalgalar veya parçacıklar biçimindeki enerji yayımı ya da aktarımıdır. Radyasyon maddedeki etkisine göre iyonlaştırıcı (nükleer) ve iyonlaştırmayan (elektromanyetik) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İyonlaştırıcı radyasyon atom ve moleküllerden elektron koparabilirken, konumuz olan iyonlaştırmayan radyasyon, atomik bağları kırarak yeterli enerjiye sahip değildir. Buna karşın ısınma, kimyasal reaksiyon değişimleri, hücreler ve dokularda elektrik akımının indüklenmesi yoluyla biyolojik etkilere yol açmaktadır. Elektromanyetik alan (EMA)

elektrik yüklerin hareketinden doğan, elektrik ve manyetik alan bileşenlerine sahip elektromanyetik enerji içeren kuvvet alanıdır (1). Kentsel alanda başlıca EMA kaynakları yüksek gerilim hatları, trafolar, cep telefonu baz istasyonları, radyo-televizyon-telsiz vericileri olup konutlar ve diğer yapılarda da etkisini göstermektedir. Cep telefonları da güncelliğini koruyan önemli EMA kaynaklarıdır. Konutlarda ise elektrik tesisatı ve elektrikli aletler EMA oluşturmaktadır.

EMA'ların sağlık etkileri kanser, üreme sağlığı sorunları, sinir dokusunun bozulması ile karakterize nörodegeneratif hastalıklar ile kalp hastalıklarına odaklanmıştır (2). EMA gücü, kaynaktan uzaklaştıkça azalmaktadır. Bu

nedenle EMA kaynaklarına yakın olmanın sağlık riskini artıracağı düşünülmekte ve maruziyet seviyesine ek olarak uzaklık da önemli bir değişken olarak değerlendirilmektedir. Çalışmalar, özellikle 14 yaşından küçüklerde doğulan/yaşanılan konutun yüksek gerilim hattına olan uzaklıkları üzerine yoğunlaşmaktadır. Çalışmaların büyük bir çoğunluğu da çocukların yatak odasında yapılan tek seferlik ya da 24-48 saatlik EMA ölçümleri üzerinden değerlendirme yapmaktadır.

Yapılan çalışmalar sonucu Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi (IARC) başlıca yüksek gerilim hatları ve elektrikli aletlerden kaynaklanan çok düşük frekanslı manyetik alanı insanda sınırlı kanıta sahip kanserojen ve hayvan deneylerinde yeterli kanserojen olarak tanımlanan grup 2B'de sınıflandırmıştır (3). Kanserler içinde özellikle çocukluk çağı lösemilerine yönelik çalışmalar, sayıca fazla olması ve anlamlı ilişkileri göstermesi nedenleriyle dikkat çekicidir. Derlemenin amacı, kentsel alanda çok düşük frekanslı EMA kaynağı olan yüksek gerilim hatları ile çocukluk çağı lösemileri arasındaki ilişkiyi irdelemektir.

EMA Maruziyeti

Manyetik alan daha çok Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) kullanılan gauss ya da uluslararası kabul görmüş tesla birimi ile tanımlanır. Manyetik alan ölçümlerinde miligauss; 1/1000 gauss ve mikrotesla ise 1/1000000 tesla'dır. Miligauss ve mikrotesla arasındaki ilişki $0,1 \mu T = 1 mG$ şeklindedir.

Önemli soru; toplumda EMA'a ne kadar maruz kalmaktadır. Toplum değişik seviyelerde EMA'a maruz kalmaktadır. EMA maruziyeti açısından yerleşim alanlarının ve konutların özelliklerine göre anlamlı farklılıklar vardır. Metropolitan alanda konutlarda ve çocuk odalarındaki maruziyet; şehir, kasaba ve kırsal alana göre daha fazladır. Eski yapılar, hem iş hem konut amaçlı kullanılan binalar ve enerji hatlarına yakın konutlarda maruziyet daha fazladır. Konutlarda maruziyeti elektrik tesisatının durumu ve kullanılan elektrikli cihazlar belirler (4). Maruziyetin diğer belirleyicileri, sosyal yaşamı ve çevreyi belirleyen yaş durumu ile çalışanlar için çalışma koşullarıdır.

İspanya'da kentsel alanda yapılan ölçümlerde, kent içi farklılıklar dikkat çekmiştir. Ölçülen en yüksek değer 7,3 μT olup ölçümlerin %14,4'ü, sağlığa olumsuz etkisi olabileceği gösterilmiş olan, 0,2 μT 'dan fazladır (5). Türkiye'de maruziyet belirlemeye yönelik az sayıda çalışma vardır. Ankara'da yüksek gerilim hatları izdüşü-

mündeki ortanca değer 9,1 mG (0,91 μT) olarak bulunmuştur. Ortalaması 10 mG üzerinde olan 11 (%52,4) yüksek gerilim hattı bildirilmiştir (6). Hem İspanya hem Ankara çalışmaları kentlerde özellikle yüksek gerilim hatlarından kaynaklanan EMA maruziyetinin sağlık riski oluşturacağını düşündürmektedir.

Uzun yaşam diliminin geçirildiği konutlar EMA'a daha çok maruz kalınan yerlerdir. Bu nedenle çocuklar ve yaşlılar bundan daha fazla etkilenmektedir. ABD'de konut maruziyetinin incelendiği, 992 ev ve odaların ortasında yapılan ölçümlerde evlerin %50'sinde manyetik alanın 0,6 mG ve altı (0,06 μT), %15'inde ise 2,1 mG (0,21 μT) olduğu ve tüm ölçümlerin ortalamasının 0,9 mG (0,09 μT) olduğu bildirilmiştir (7).

EMA maruziyeti açısından sağlıklı sonuçlara ulaşmak için bireysel maruziyet seviyelerinin de incelenmesi zorunludur. ABD'de 1000 kişide, 24 saat boyunca yapılan ölçümlerde; maruziyet ortalaması 0,89 mG (0,089 μT) bulunmuştur. Toplumun %14,3'ünün 24 saatlik ortalama maruziyeti 2 mG'dur (0,2 μT). Toplumun %6,3'ünün 3 mG (0,3 μT), %2,42'sinin 5 mG (0,5 μT) ve %0,46'sının 10 mG (1 μT) maruziyeti saptanmıştır. Bu durumda her dört kişiden birinin ortalama 0,2 μT 'dan fazla EMA'a maruz kaldığı söylenebilir. Bireyler yüksek düzeyde ancak kısa süreli EMA'lara maruz kalabilmektedir. Toplumun %25'i bir saatini 4mG'den (0,4 μT), %9'u ise 8 mG'den (0,8 μT) yüksek alanlarda geçirmektedir. Yaş gruplarına göre de maruziyet farklılıkları vardır. En fazla maruziyet ortalaması (0,97 mG) çalışma hayatındaki yaş grubundadır. Bunu okul öncesi yaş grubu (0,80 mG) ve okul çağı çocukları (0,76 mG) izler (8). Taiwan'da yapılan çalışmada 7 yaş ve altındaki çocukların %7,3'ünün 0,3 μT ve %5,4'ünün 0,4 μT 'dan fazla maruziyeti bildirilmiştir (4).

Wertheimer ve Leeper'in (9) 1979 yılında çok düşük frekanslı EMA maruziyeti ile çocukluk çağı kanserleri arasındaki ilişkiyi bildirmeleri, dikkatleri EMA'ların sağlık etkileri üzerine çekmiştir. Son 20 yıl içinde de artan şekilde değişik EMA kaynakları ile sağlık sonuçları arasındaki ilişki incelenmiştir.

Doz-Yanıt İlişkisi

EMA ile lösemi arasındaki ilişkiyi araştıran çok sayıda çalışma vardır. EMA ile lösemi arasında anlamlı ilişki olmadığını bildiren çalışmalar (10-13) bulunmasına karşın, 0,4 μT ve üstündeki maruziyetlerde çocukluk çağı lösemi riskinin 2 kat arttığı bildirilmektedir (14). Ancak riskin daha düşük maruziyetlerde ve daha fazla olduğunu gösteren çalışmalar da yayınlanmıştır. Tablo 1'de değişik ülkelerde yapılmış, konutlarda ve

özellikle yatak odalarından yapılan ölçümlerle YGH-lösemi ilişkisini inceleyen araştırma örnekleri ve sonuçları sunulmuştur. Almanya'da yapılan çalışma, gündüz maruziyetine göre gece maruziyetinde, doz yanıt ilişkisinin daha belirgin olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar bu durumun gece maruziyetinde melatonin hormon üretim ve salınımının baskılanmasından kaynaklanabileceğini bildirmektedir. Çalışmanın diğer önemli özelliği 4 yaşından küçüklerde riskin daha fazla olduğunu göstermesidir. Gece maruziyeti $\geq 0,4 \mu\text{T}$ olan 4 yaş altı çocuklarda çocukluk çağı lösemi riski 14,9 kat (%95 güven aralığı =1,2-185) artmaktadır (15). Başka bir çalışmada riskin 6 yaş altında arttığı gösterilmiştir (16). Çalışmalar çocukların EMA maruziyetine daha duyarlı olup risk grubu oluşturduklarını düşündürmektedir.

EMA Kaynağına Uzaklık-Lösemi İlişkisi

EMA kaynaklarına yakınlık ile lösemi arasında ilişki olup olmadığı tartışmalıdır (11). Elektrik iletim hatlarına uzaklık ile lösemi arasında gösterilen ilişki diğer çocukluk çağı kanserlerinde bulunamamıştır (17). Tablo 1'de YGH'dan uzaklık-lösemi ilişkisini inceleyen çalışmalardan örnekler sunulmuştur. Özellikle yaşamın ilk yıllarında enerji nakil hatlarına yakın yaşamının lenfoproliferatif ve myeloproliferatif hastalık riskini artırabileceğine dikkat çekilmektedir. Yüksek gerilim hattına 300 metreden yakın alanda doğan ve 15 yaşına kadar ya-

şayanlarda lösemi ve lenfoma açısından risk vardır (18). Bu çalışmalar enerji iletim hatlarına yakın yaşamın özellikle çocukluk çağı lösemileri için önemli bir risk olabileceğini düşündürmektedir.

Çok düşük frekanslı EMA'lar dışında radyofrekans EMA kaynağı olan televizyon ve radyo vericileri ile çocukluk çağı lösemileri ilişkisi de incelenmiştir. Radyo ve TV vericilerine yakın yaşamın lösemiler ile ilişkisinin olmadığını bildiren çalışma (19) bulunmasına karşın; Güney Kore'de yapılan olgu/kontrol (2,884/3,082) çalışmasında AM (Amplitude Modulation) radyo yansıtıcılarına 2 km ve daha yakın yaşayan 0-14 yaş grubunda tüm lösemiler açısından anlamlı artmış risk bildirilmektedir (20).

EMA ile lösemi ilişkisini gösteren çalışmalara ek olarak, lösemi tanısı almış çocuklar arasında EMA maruziyeti kaynaklı sağ kalım farklılıkları da bildirilmiştir. ABD'de 386 lösemili çocuk üzerinde yürütülen kohort çalışmasında $\geq 0,3 \mu\text{T}$ maruziyette azalmış sağ kalım gösterilmiştir (21). Avustralya'da 123 lösemili çocuk üzerinde televizyon yansıtıcılarına yakın yaşam ile sağ kalım ilişkisi incelenmiştir. Çalışma, beş yıllık sağ kalımın yansıtıcıya 0-4 km. mesafede olanlarda %55, 4-12 km. arası mesafede yaşayanlarda %71 olduğunu göstermiştir. Bu oranlar on yıllık sağ kalım için %33 ve %62 olarak bulunmuştur (22). Almanya'da 1-14 yaş grubundaki 595 lösemili çocuk üzerinde yapılan kohort çalışmasında $0,2 \mu\text{T}$ üstündeki maruziyet ile azalmış sağ kalım ilişkisi bildirilmiştir (23).

Tablo 1. Yüksek gerilim hattı kaynaklı EMA ile çocukluk çağı lösemileri ilişkisini araştıran çalışma örnekleri

Yıl (ref)	Çalışma tipi	Yaş grubu	Olgu sayısı	Kontrol sayısı	Değer (μT)	Uzaklık (metre)	OR* (%95 GA)**
1993 (31)	Olgu/kontrol	0-15	141	554	$\geq 0,2$ $\geq 0,3$	- -	2,7 (1,0-6,3) 3,8 (1,4-9,3)
1999 (16)	Olgu/kontrol	0-14	29	33	$\geq 0,14$	-	4,5 (1,3-15,9)
2000 (30)	Meta analiz	0-14	2656	7084	$> 0,3$	-	1,7 (1,2-2,3)
2000 (14)	Meta analiz	0-14	3247	10400	$\geq 0,4$	-	2,0 (1,2-3,1)
2001 (15)	Olgu/kontrol	0-14	514	1301	$\geq 0,2$ $\geq 0,4$	- -	3,2 (1,3-7,8) 5,5 (1,1-26,6)
2005 (17)	Olgu/kontrol	0-14	9700	9700	- -	<200 200-599	1,6 (1,1-2,4) 1,2 (1,0-1,47)
2006 (27)	Olgu/kontrol	0-15	251	495	$> 0,4$	-	4,67 (1,1-19,0)
2007 (18)	Olgu/kontrol	0-94	854	854	-	<300	3,23 (1,3-8,3)
2007 (28)	Olgu/kontrol	0-14	60	59	$> 0,45$ -	- <500	3,6 (1,1-12,4) 8,8 (1,7-58,4)
2007 (29)	Meta analiz	0-16	1842	3099	$\geq 0,4$	-	1,9 (1,1-3,3)

* OR: Odds ratio (risk oranı)

** %95 GA: %95 güven aralığı

Sonuç

EMA'nın sağlık etkilerine yönelik farklı görüşler bulunmaktadır. EMA'nın genel sağlık sorunları açısından yeterli kanıt olmadığı, öncelikli halk sağlığı sorunu olmadığı bildirilmektedir (24). Ancak, EMA maruziyeti açısından çocukluk çağı lösemilerini diğer sağlık sonuçlarından ayrı tutmak gereklidir. Bir meta analiz çalışmasında EMA'ların önemli halk sağlığı sorunu olduğu, risk şiddeti orta derecede olsa da güçlü ve tutarlı bir şekilde ilişkinin gösterildiği saptanmaktadır (25). Lösemi ile EMA arasında ilişki olmadığını bildiren çalışmalara karşın, doza ve kaynağa uzak yaşam ile ilişkisini gösteren çalışmalar göz ardı edilemez bulgular sunmaktadır. Ulusal Çevre Sağlığı Bilim Enstitüsü, bilimsel kanıtlar açısından EMA ile sağlık arasındaki zayıf ilişkiye karşın çocukluk çağı lösemilerinde bu ilişkinin göz ardı edilemeyeceğini bildirmektedir (26). Çalışmalar farklı dozlardaki riske dikkat çekmekle birlikte özellikle 0,3 ve 0,4 µT üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Yaşam alanlarında EMA maruziyeti sağlık riski oluşturduğu düşünülen seviyelerin üzerinde olabilmektedir. Özellikle eski yapılar, kentsel alan, yüksek gerilim hattına yakın yaşam, başta çocuklar olmak üzere sağlık riski taşımaktadır. Yüksek gerilim hattı kaynaklı çok düşük frekanslı EMA'ların olası kanserojen olduğu, 0,2 µT ve üzeri maruziyette riskin oluşabileceği, çocukların yetişkinlere göre daha duyarlı olduğu ve gece maruziyetinin daha riskli olduğu unutulmamalıdır.

Hastalık oluşumuna ek olarak lösemili hastalarda EMA maruziyetinin sağ kalım süresini etkileyebileceği ayrıntılı incelemeye değer bir konudur.

EMA kaynaklı sağlık risklerinin azaltılması sağlıklı kentleşme ile gerçekleştirilebilir. Özellikle EMA maruziyeti açısından risk grubunu oluşturan 15 yaş altı grubun toplu yaşadığı kreş, anaokulu, okul, eğlence merkezleri, spor kompleksleri ve sağlık kuruluşlarının kurulma aşamasında, EMA ölçümlerinin yapılarak sağlık etki değerlendirmelerinin yapılması gereklidir. Yine bu alanlarda faaliyet gösteren kurum/kuruluşlarda ölçümler ile saptanan riskli alanlar için korunmaya yönelik önlemler uygulanmalıdır.

EMA'ların olumsuz sağlık etkilerinden korunmanın bir yolu da ailelerin ve toplumun EMA'lar ve özellikle çocukların maruziyetini azaltacak önlemler hakkında bilgilendirilmesi ve toplumsal bilinç oluşturulmasıdır.

Kaynaklar

1. Şeker S, Çerezci O. Radyasyon Kuşatması. 1. Basım. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi ve Matbaası; 2000.
2. Feychting M, Ahlbom A, Kheifets L. EMF and Health. *Annu Rev Public Health* 2005; 26:165-89.
3. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. IARC 2002; vol. 80.
4. Li C, Mezei G, Sung FC, Silva M, Chen PC, Lee PC et al. Survey of residential extremely-low frequency magnetic field exposure among children in Taiwan. *Environ Int* 2007; 33: 233-8.
5. Paniagua JM, Jimenez A, Rufo M, Gutierrez JA, Gomez FJ, Antolin A. Exposure to extremely low frequency magnetic fields in an urban area. *Radiat Environ Biophys* 2007; 46:69-76.
6. Vaizoğlu SA, Göçgeldi E, Tekbaş ÖF, Güler Ç. Bir Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde yüksek gerilim hatlarına bağlı düşük frekanslı elektromanyetik kirlilik düzeylerinin incelenmesi. XI Ulusal Halk Sağlığı Kongresi, 23-26 Ekim 2007, Denizli, Kongre Kitabı, s.229, 2007.
7. Zaffanella L. Survey of residential magnetic field sources, Volume 1: Goals, Results and Conclusions. Palo Alto: CA Electric Power Research Institute; 1993. EPRI Report No. TR-102759.
8. Zaffanella L, Kalton GW. Survey of Personal Magnetic Field Exposure Phase II:1000-Person Survey EMFRAPID Program Engineering Project, 6. Oak Ridge: TN Lockheed Martin Energy Systems Inc, 1998.
9. Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 1979; 109:273-84.
10. Verkasalo PK, Pukkala E, Hongisto MY, Valjus JE, Jarvinen PJ, Heikkila KV et al. Risk of cancer in Finnish children living close to power lines. *BMJ* 1993; 307:895-9.
11. UK Childhood Cancer Study Investigators. Childhood cancer and residential proximity to power lines. *Br J Cancer* 2000; 83:1573-80.
12. Tynes T, Haldorsen T. Electromagnetic fields and cancer in children residing near Norwegian high-voltage power lines. *Am J Epidemiol* 1997; 145:219-26.
13. UK Childhood Cancer Study Investigators. Exposure to power-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer. *Lancet* 1999; 9194:1925-31.
14. Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J et al. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br J Cancer* 2000; 83:692-8.
15. Schüz J, Grigat JP, Brinkmann K, Michaelis J. Residential magnetic fields as a risk factor for childhood acute leukaemia: results from a German population-based case-control study. *Int J Cancer* 2001; 91:728-35.
16. Green LM, Miller AB, Villeneuve PJ, Agnew DA, Greenberg ML, Li J et al. A case-control study of childhood leukemia in southern Ontario, Canada, and exposure to magnetic fields in residences. *Int J Cancer* 1999; 82:161-70.
17. Draper G, Vincent T, Kroll ME, Swanson J. Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study. *BMJ* 2005; 330:1290-5.

18. Lowenthal RM, Tuck DM, Bray IC. Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: a case-control study. *Intern Med J* 2007; 37:614-9.
19. Merzenich H, Schmiedel S, Bennack S, Bruggemeyer H, Philipp J, Blettner M et al. Childhood leukemia in relation to radio frequency electromagnetic fields in the vicinity of TV and radio broadcast transmitters. *Am J Epidemiol* 2008; 168:1169-78.
20. Ha M, Im H, Lee M, Kim HJ, Kim BC, Gimm YM et al. Radio-frequency radiation exposure from AM radio transmitters and childhood leukemia and brain cancer. *Am J Epidemiol* 2007; 166:270-9.
21. Foliart DE, Pollock BH, Mezei G, Iriye R, Silva JM, Ebi KL, et al. Magnetic field exposure and long-term survival among children with leukaemia. *Br J Cancer* 2006; 1:161-4.
22. Hocking B, Gordon I. Decreased survival for childhood leukemia in proximity to television towers. *Arch Environ Health* 2003; 9:560-4.
23. Svendsen AL, Weihkopf T, Kaatsch P, Schuz J. Exposure to magnetic fields and survival after diagnosis of childhood leukemia: a German cohort study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2007; 16:1167-71.
24. Otto M, Mühlendahl KEV. Elektromagnetic fields (EMF): Do they play a role in children's environmental health (CEH)? *Int J Hyg Environ Health* 2007; 210:635-44.
25. Wartenberg D. Residential EMF Exposure and Childhood Leukemia: Meta-Analysis and Population Attributable Risk. *Bioelectromagnetics Supplement* 2001; 5:86-104.
26. National Institute of Environmental Health Sciences. National Institute of Environmental Health Sciences Report on Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields. NIH Publication No. 99-4493. Research Triangle Park; 1999. p.12-4.
27. Kabuto M, Nitta H, Yamamoto S, Yamaguchi N, Akiba S, Honda Y et al. Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: a case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan. *Int J Cancer* 2006; 119: 643-50.
28. Feizi AA, Arabi MA. Acute childhood leukemias and exposure to magnetic fields generated by high voltage overhead power lines-a risk factor in Iran. *Asian Pac J Cancer Prev* 2007; 8:69-72 .
29. Schüz J, Svendsen AL, Linet MS, McBride ML, Roman E, Feychting M, et al. Nighttime exposure to electromagnetic fields and childhood leukemia: an extended pooled analysis. *Am J Epidemiol* 2007; 166:263-9.
30. Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. *Epidemiology* 2000; 11:624-34.
31. Feychting M, Ahlbom A. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. *Am J Epidemiol* 1993; 138:467-81.