Possibili rischi connessi alle esposizioni nell'infanzia

Alessandro Polichetti
Dipartimento di Tecnologie e Salute
Istituto Superiore di Sanità

CAMPI MAGNETICI ELF

AMERICAN JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY Vol. 109, No. 3
Copyright © 1979 by The Johns Hopkins University School of Hygiene and Public Health
All rights reserved
Printed in U.S.A.

Original Contributions

ELECTRICAL WIRING CONFIGURATIONS AND CHILDHOOD CANCER

NANCY WERTHEIMER[1] AND ED LEEPER

Wertheimer, N. (Dept. of Preventive Medicine, U. of Colorado Medical Center, Box C-245, Denver, CO 80262), and E. Leeper. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 109:273–284, 1979.

An excess of electrical wiring configurations suggestive of high current-flow was noted in Colorado in 1976–1977 near the homes of children who developed cancer, as compared to the homes of control children. The finding was strongest for children who had spent their entire lives at the same address, and it appeared to be dose-related. It did not seem to be an artifact of neighborhood, street congestion, social class, or family structure. The reason for the correlation is uncertain; possible effects of current in the water pipes or of AC magnetic fields are suggested.

electricity; electromagnetic fields; leukemia; neoplasms

Le evidenze scientifiche di possibili effetti a lungo termine dei campi elettrici e magnetici ELF sono state ricercate per mezzo di:

- **studi epidemiologici;**
- **studi sperimentali *in vivo* su animali;**
- **studi sperimentali *in vitro* su campioni cellulari.**

WORLD HEALTH ORGANIZATION
INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER

IARC MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS

VOLUME 80

NON-IONIZING RADIATION, PART 1: STATIC AND EXTREMELY LOW-FREQUENCY (ELF) ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS

2002
IARC*Press*
LYON
FRANCE

British Journal of Cancer (2000) 83(5), 692–698
© 2000 Cancer Research Campaign
doi: 10.1054/bjoc.2000.1376, available online at http://www.idealibrary.com on IDEAL®

A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia

A Ahlbom[1], N Day[2], M Feychting[1], E Roman[3], J Skinner[2], J Dockerty[4], M Linet[5], M McBride[6], J Michaelis[7], JH Olsen[8], T Tynes[9] and PK Verkasalo[10,11,12]

Analisi effettuata aggregando i dati originali degli studi epidemiologici più metodologicamente corretti (9 su 26 pubblicati nel periodo 1979-2000).

Evidenziato un raddoppio del rischio di leucemia infantile statisticamente significativo (cioè con bassa probabilità dovuto a semplici fluttuazioni statistiche) negli esposti a più di 0.4 μT rispetto agli esposti a meno di 0.1 μT.

L'associazione statistica, osservata per mezzo di studi epidemiologici, tra alti livelli residenziali di campi magnetici ELF e un aumentato rischio di leucemia infantile è stata giudicata come evidenza limitata (giudizio intermedio tra quello di evidenza inadeguata ed evidenza sufficiente).

Evidenza limitata: l'associazione riportata dagli studi epidemiologici può essere credibilmente interpretata in termini di relazione causa-effetto tra esposizione e malattia, ma non è possibile escludere altre spiegazioni dell'associazione osservata.

Spiegazioni alternative per le associazioni epidemiologiche osservate:

- **effetto del caso (poco probabile, essendo le associazioni statisticamente significative);**
- **fattori confondenti (fattori di rischio associati sia alla patologia che all'esposizione, che possono essere noti o ignoti);**
- **distorsioni connesse al reclutamento dei soggetti studiati (bias di selezione).**

Non sono state osservate evidenze consistenti che le esposizioni dei bambini ai campi elettrici e magnetici ELF siano associate con tumori cerebrali o altre forme di tumori solidi (evidenza inadeguata).

Non sono state osservate evidenze consistenti che le esposizioni residenziali o occupazionali degli adulti ai campi elettrici e magnetici ELF aumentino il rischio di qualunque forma di cancro (evidenza inadeguata).

Gli studi su animali da esperimento non hanno mostrato un consistente effetto cancerogeno o co-cancerogeno delle esposizioni ai campi magnetici ELF (evidenza inadeguata).

Sebbene molte ipotesi siano state avanzate per spiegare possibili effetti cancerogeni dei campi magnetici ELF, non è stata individuata nessuna spiegazione scientifica attendibile.

I campi magnetici ELF sono stati classificati dall'International Agency for Research on Cancer come possibilmente cancerogeni (Gruppo 2B).

A causa dell'insufficienza dei dati, i campi magnetici statici e i campi elettrici statici ed ELF non possono essere classificati in relazione alla loro cancerogenicità (Gruppo 3).

La classificazione della IARC

1 L'agente è cancerogeno per l'uomo

2A L'agente è probabilmente cancerogeno per l'uomo

2B L'agente è possibilmente cancerogeno per l'uomo

3 L'agente non è classificabile per quanto riguarda la cancerogenesi nell'uomo

4 L'agente è probabilmente non cancerogeno per l'uomo

© 2006 Wiley-Liss, Inc.

Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: A case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan

Michinori Kabuto[1*], Hiroshi Nitta[1], Seiichiro Yamamoto[2], Naohito Yamaguchi[3], Suminori Akiba[4], Yasushi Honda[5], Jun Hagihara[6], Katsuo Isaka[7], Tomohiro Saito[8], Toshiyuki Ojima[9], Yosikazu Nakamura[9], Tetsuya Mizoue[10], Satoko Ito[11], Akira Eboshida[11], Shin Yamazaki[12], Shigeru Sokejima[12], Yoshika Kurokawa[1] and Osami Kubo[3]

In Giappone erano attesi elevati numeri di soggetti esposti ai livelli più alti di campo magnetico per via dell'alta densità di popolazione e della vicinanza delle abitazioni alle linee elettriche (non solo ad alta tensione, ma anche linee di distribuzione).

Esposti: B > 0.4 μT

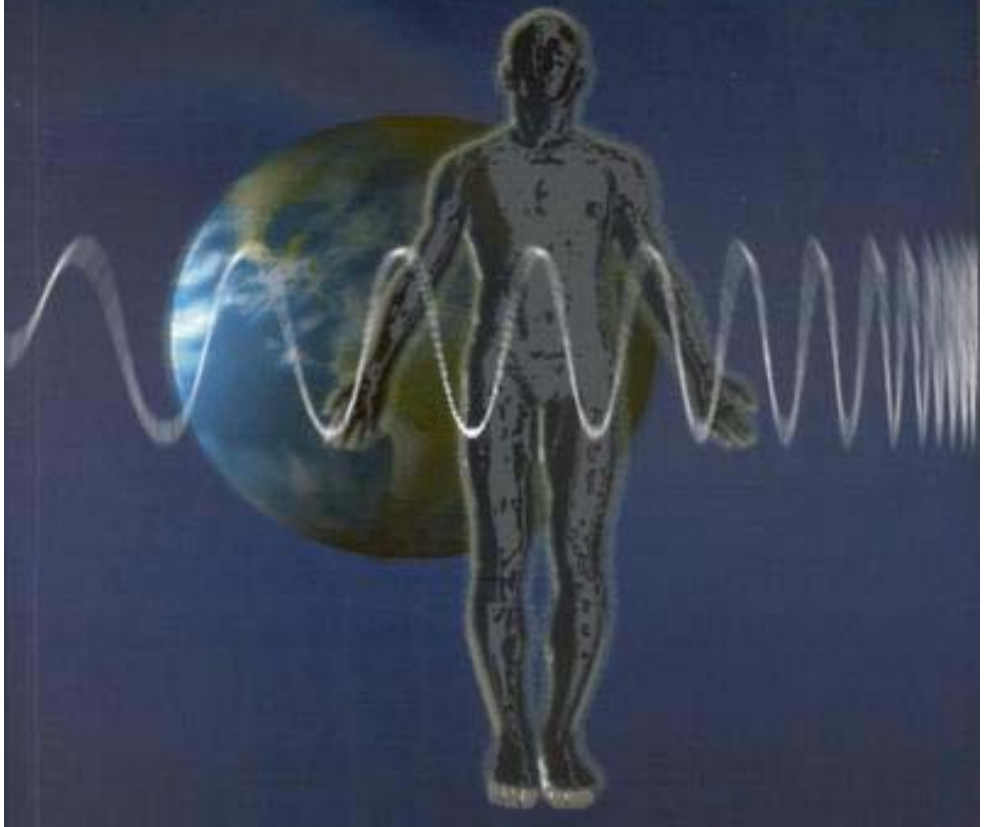
Non esposti: B < 0.1 μT

RR = 2.6 (IC95%: 0.76-8.6) (tutte le leucemie)

RR = 4.7 (IC95%: 1.15-19.0) (solo LLA)

Environmental Health Criteria N°238

Extremely Low Frequency Fields



World Health Organization

Dopo aver confermato la valutazione della IARC, si raccomanda che le nuove ricerche siano finalizzate a riconciliare le evidenze epidemiologiche con gli studi sperimentali che offrono uno scarso supporto all'ipotesi di un nesso causale tra esposizione a campi magnetici ELF e leucemia infantile.

Residential Magnetic Field Exposure and Childhood Brain Cancer

A Meta-Analysis

Gabor Mezei,[a] *May Gadallah,*[b] *and Leeka Kheifets*[b]

(*Epidemiology* 2008;19: 424–430)

Sulla base dei risultati di 13 studi, cut-off a 0,2 µT:

RR = 1.14 (IC95%: 0.78-1.67)

Sulla base dei risultati di 5 studi, cut-off a 0,4 µT:

RR = 1.68 (IC95%: 0.83-3.43)

I risultati della meta-analisi non permettono di escludere un moderato aumento di rischio ai più alti livelli di esposizione.

Tuttavia, l'associazione (non significativa) con i tumori cerebrali ottenuta ai livelli più alti di esposizione, come nel caso della leucemia, può indicare distorsioni nella selezione dei controlli negli studi relativi ad entrambe le patologie.

Incertezze scientifiche:

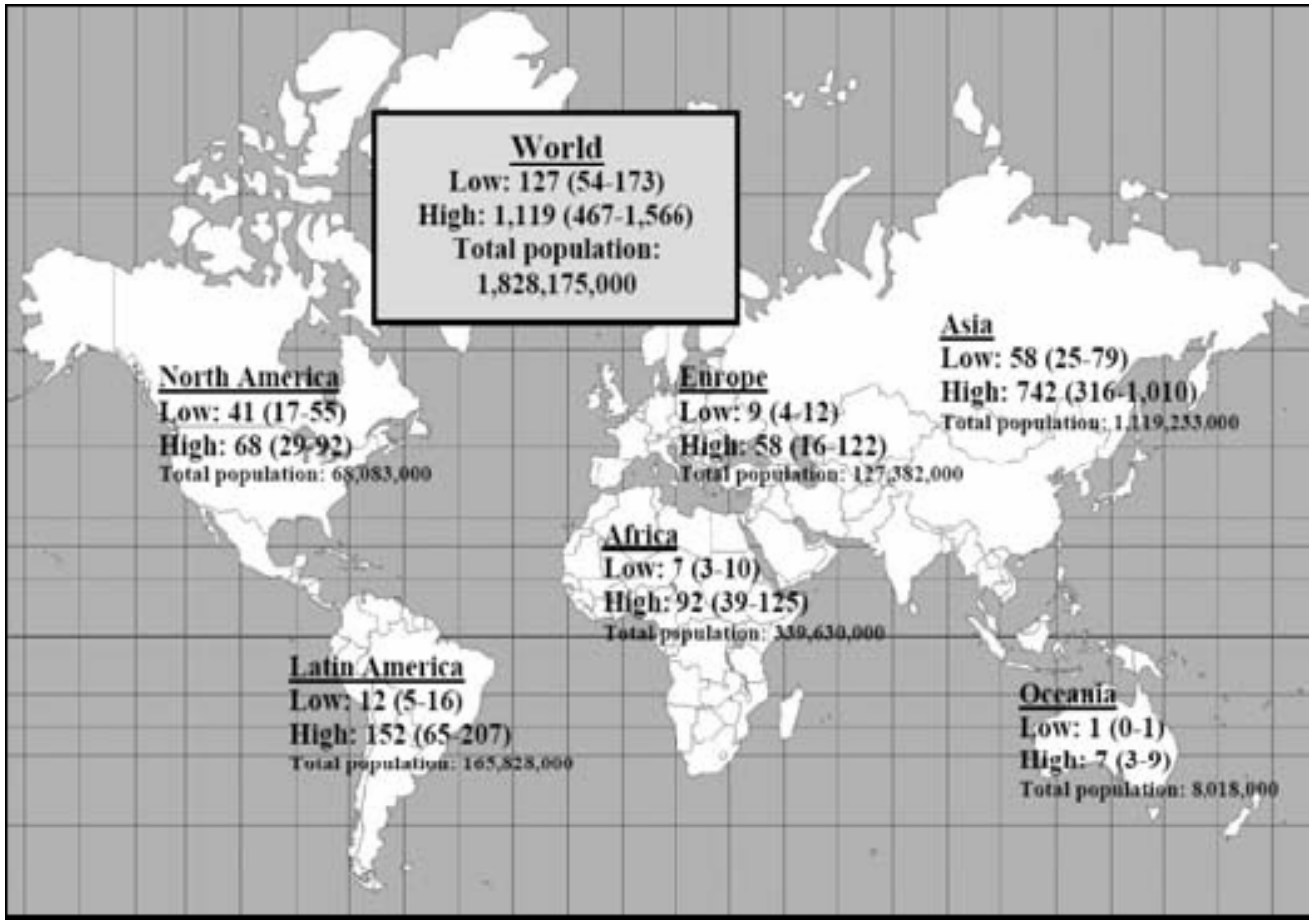
- **esistenza del nesso causale;**
- **aspetto dell'esposizione più rilevante per l'effetto sanitario (metrica di esposizione);**
- **relazione esposizione-risposta;**
- **periodo di esposizione, e sua durata, rilevante ai fini dell'induzione o della promozione della malattia.**

Queste incertezze rendono problematica qualsiasi valutazione quantitativa dei (possibili) rischi.

Public Health Impact of Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields

Leeka Kheifets,[1] Abdelmonem A. Afifi,[2] and Riti Shimkhada[1]

[1]Department of Epidemiology, and [2]Department of Biostatistics, School of Public Health, University of California, Los Angeles, California USA



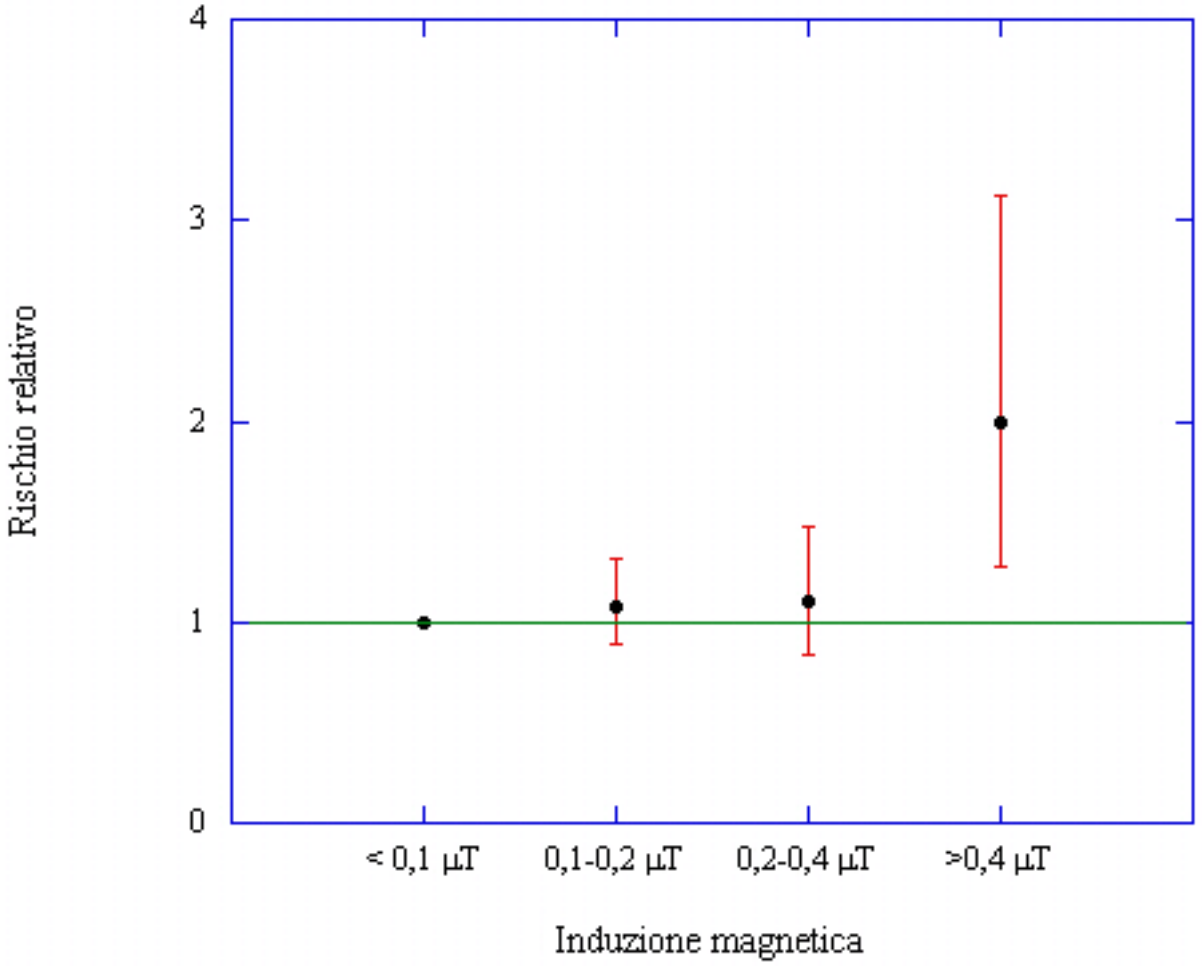
Casi stimati di leucemia infantile possibilmente attribuibili ad esposizioni superiori a 0.4 µT (casi totali di leucemia infantile nel 2000: nel mondo 49000, in Europa 4878)

I risultati degli studi epidemiologici sono generalmente espressi per mezzo del rischio relativo RR:

$$RR = \frac{\text{Rischio medio dei più esposti}}{\text{Rischio medio dei meno esposti}}$$

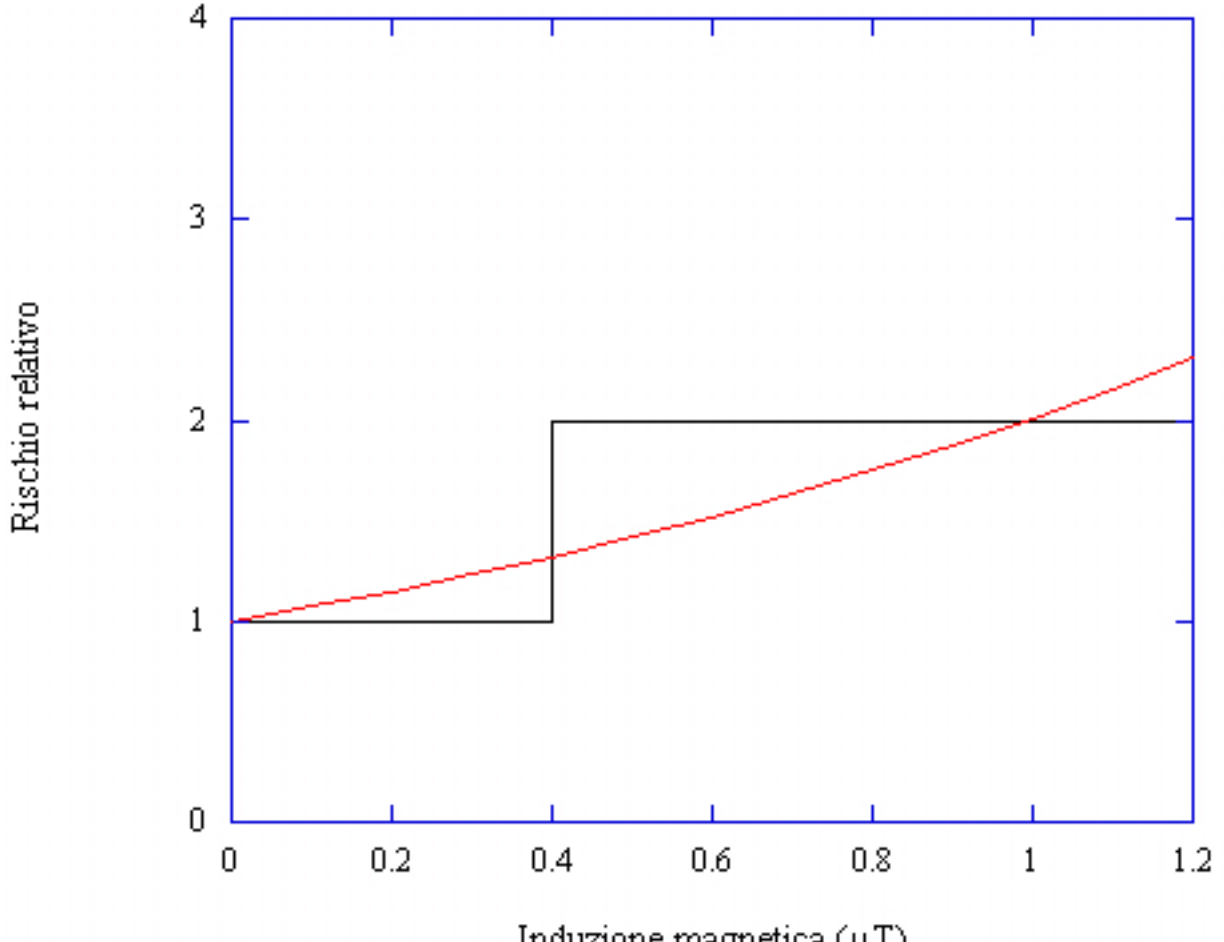
L'analisi dei dati aggregati di precedenti studi epidemiologici effettuata da Ahlbom et al. (2000) indica un rischio relativo RR = 2.0 statisticamente significativo (IC95%: 1.27-3.13) degli esposti a livelli di induzione magnetica B > 0.4 μT rispetto agli esposti a B < 0.1 μT.

Questi risultati non indicano che un bambino esposto a meno di 0.4 μT non sia soggetto ad un rischio associato al campo magnetico (non esiste nessuna indicazione del fatto che 0.4 μT sia una "soglia" per la cancerogenicità), né indicano che i bambini esposti a più di 0.4 μT siano tutti soggetti ad un rischio doppio di contrarre leucemia (non esiste nessuna indicazione del fatto che il rischio in funzione dell'esposizione sia "a gradino").


4
3
2
1
0
Rischio relativo
< 0,1 µT
0,1-0,2 µT
0,2-0,4 µT
>0,4 µT
Induzione magnetica

Rischio relativo per ogni 0.2 μT (esposizione come variabile continua):

RR = 1.15 (IC95%: 1.04-1.27)



Effetti a soglia:

è in linea di principio possibile la totale eliminazione del rischio.

Effetti privi di soglia:

non è possibile una totale eliminazione del rischio, ma solo la sua riduzione ad un livello "accettabile".

L'adozione di una politica cautelativa di riduzione delle esposizioni è resa complessa dal fatto:

- **non siamo a conoscenza di soglie per gli effetti a lungo termine;**
- **non siamo in grado di associare il rischio a determinati livelli di esposizione;**
- **non conosciamo quale sia l'aspetto dell'esposizione più rilevante per l'effetto sanitario.**

Tutto ciò non permette di valutare i benefici sanitari derivanti da determinate misure di riduzione delle esposizioni.

CAMPI ELETTROMAGNETICI A RADIOFREQUENZE E MICRONDE

Le preoccupazioni circa rischi sanitari specifici per i soggetti più giovani sono dovute a diversi motivi:

- **una maggiore esposizione cumulativa a parità di età rispetto agli adulti di oggi**
- **un possibile maggiore assorbimento di energia elettromagnetica nei bambini rispetto agli adulti**
- **una possibile maggiore vulnerabilità di soggetti con un sistema nervoso in via di sviluppo**

Esposizioni

- **Esposizioni residenziali**
- **Esposizioni connesse all'utilizzo dei telefoni cellulari**

Esposizioni residenziali

I bambini nei primi anni di vita sono principalmente esposti ai livelli ambientali di fondo dovuti alle emissioni di antenne radiotelevisive e antenne fisse per telefonia cellulare.

Sorgenti potenziali di esposizione residenziale sono anche le tecnologie di comunicazione senza fili domestiche (Wi-Fi, telefoni cordless, telefoni cellulari utilizzati da qualcuno nelle vicinanze del bambino).

Per i bambini di età inferiore ai 5 anni, che passano la maggior parte del tempo in casa, l'esposizione residenziale è un buon predittore dell'esposizione individuale.

Prima dei due anni di età i bambini non usano il telefono cellulare, tuttavia possono essere esposti a campi emessi da altre sorgenti come i recenti baby phones o baby monitor che utilizzano la tecnologia DECT per permettere ai genitori di ascoltare a distanza rumori, colpi di tosse, pianto del bambino.

Esposizioni connesse all'uso del telefono cellulare

Rispetto a chi è adulto oggi, i bambini attuali saranno sottoposti ad un più lungo periodo di esposizione ai campi elettromagnetici emessi dai telefoni cellulari perché cominciano ad usarli ad un'età più precoce e probabilmente continueranno ad usarli.

I telefoni cellulari sono la principale sorgente di esposizione alle RF per i bambini poco meno che decenni e per gli adolescenti.

Bioelectromagnetics Supplement 7:S343–S350 (20

Review

Mobile Phone Use and Exposures in Children

Joachim Schüz*

Institute of Medical Biostatistics, Epidemiology and Informatics (IMBEI), University of Mainz, Mainz, Germany

La prevalenza di possessori o di utilizzatori regolari di telefoni cellulari tra i bambini e gli adolescenti è stata valutata tramite indagini statistiche.

In Italia, nel 2002, il 19% dei bambini di 10 anni, e il 39% dei bambini di 11 anni, possedeva un telefono cellulare (dati DOXA).

In Australia (2002-2003) il 93% dei bambini tra i 6 e i 9 anni di età hanno già usato il telefono cellulare dei genitori.

In Germania, la prevalenza d'uso tra i bambini di 12-13 anni è aumentata dal 3% nel 1998, al 57% nel 2001, al 69% nel 2002.

Utilizzo di telefoni cellulari = esposizione?

La diffusione dell'uso tra i bambini è dovuta anche all'offerta commerciale di servizi dedicati, come il download di giochi, immagini e suonerie, o servizi di chat e messaggeria.

Ciò comporta differenze nelle modalità di esposizione rispetto agli adulti.

Se i bambini utilizzano prevalentemente i telefoni cellulari per inviare messaggi, o per giocare, diminuisce l'esposizione della testa.

D'altra parte, può aumentare l'esposizione di altre parti del corpo, come gli occhi, le mani, l'addome, a seconda dell'utilizzo.

Le preoccupazioni circa rischi sanitari specifici per i soggetti più giovani sono dovute a diversi motivi:

- **una maggiore esposizione cumulativa a parità di età rispetto agli adulti di oggi**
- **un possibile maggiore assorbimento di energia elettromagnetica nei bambini rispetto agli adulti**

Verifica del rispetto dei limiti di base

Per verificare il rispetto dei limiti di SAR da parte dei singoli modelli di telefono cellulare viene utilizzato il fantoccio antropomorfo standard (SAM) realizzato sulla base della distribuzione statistica delle dimensioni delle teste degli adulti (90° percentile).

Lo scopo dell'utilizzo di SAM è produrre un SAR conservativo per una maggioranza significativa di persone durante l'uso normale del telefono cellulare.

Alcuni dei primi studi specifici di dosimetria numerica sull'assorbimento di energia elettromagnetica nella testa di un bambino che utilizza il telefono cellulare indicavano un maggiore assorbimento di energia elettromagnetica nella testa del bambino a causa delle sue più piccole dimensioni: veniva messa in discussione quindi la validità dei test nel caso dei bambini.

Studi successivi davano risultati contrastanti, mostrando tuttavia che l'utilizzo del fantoccio SAM è conservativo sia per gli adulti che per i bambini, se non si tiene conto del padiglione auricolare (estremità? 2→4 W/kg).

I primi studi di dosimetria numerica utilizzavano modelli della testa del bambino a partire da modelli della testa dell'adulto tramite scaling uniforme, ma:

- **il bambino non è un piccolo adulto**
- **le proporzioni cambiano con l'età**
- **lo scaling uniforme introduce errori anatomici**

Dai 5 ai 20 anni il cervello aumenta in volume di circa il 10%, mentre lo spessore del cranio aumenta di più del 70%. Dai 3 ai 20 anni lo spessore della pelle aumenta del 60%.

Riducendo uniformemente la testa di un adulto al suo 85% in volume, le dimensioni del cervello si ridurrebbero a quelle di un neonato.

IOP PUBLISHING PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY

Phys. Med. Biol. **53** (2008) 3681–3695 doi:10.1088/0031-9155/53/13/019

Analysis of RF exposure in the head tissues of children and adults

J Wiart[1], A Hadjem[1], M F Wong[1] and I Bloch[2]

[1] France Telecom R&D, Issy les Moulineaux, France
[2] Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, TELECOM ParisTech, Paris, France

E-mail: joe.wiart@orange-ftgroup.com

Received 9 November 2007, in final form 5 May 2008
Published 18 June 2008
Online at stacks.iop.org/PMB/53/3681

5 years old

6 years old

8 years old

9 years old

12 years old

15 years old

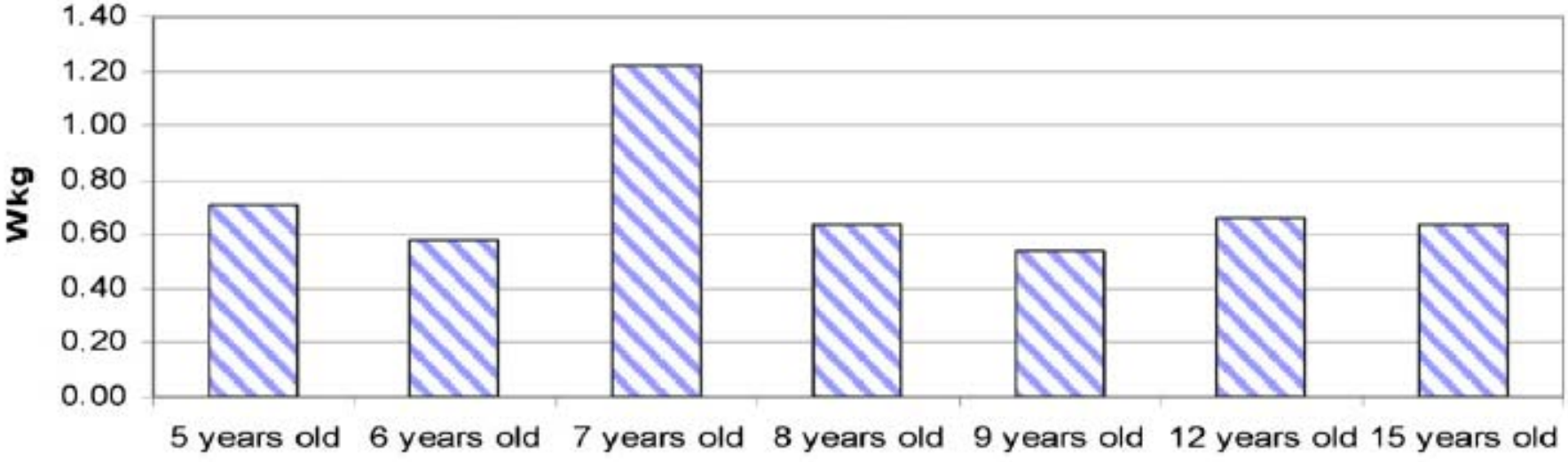


Figure 8. MSAR10g induced by CMP operating at 900 MHz in the different child head models (power emitted by the handset corresponding to an MSAR10g of 1 W kg^{-1} in VH).

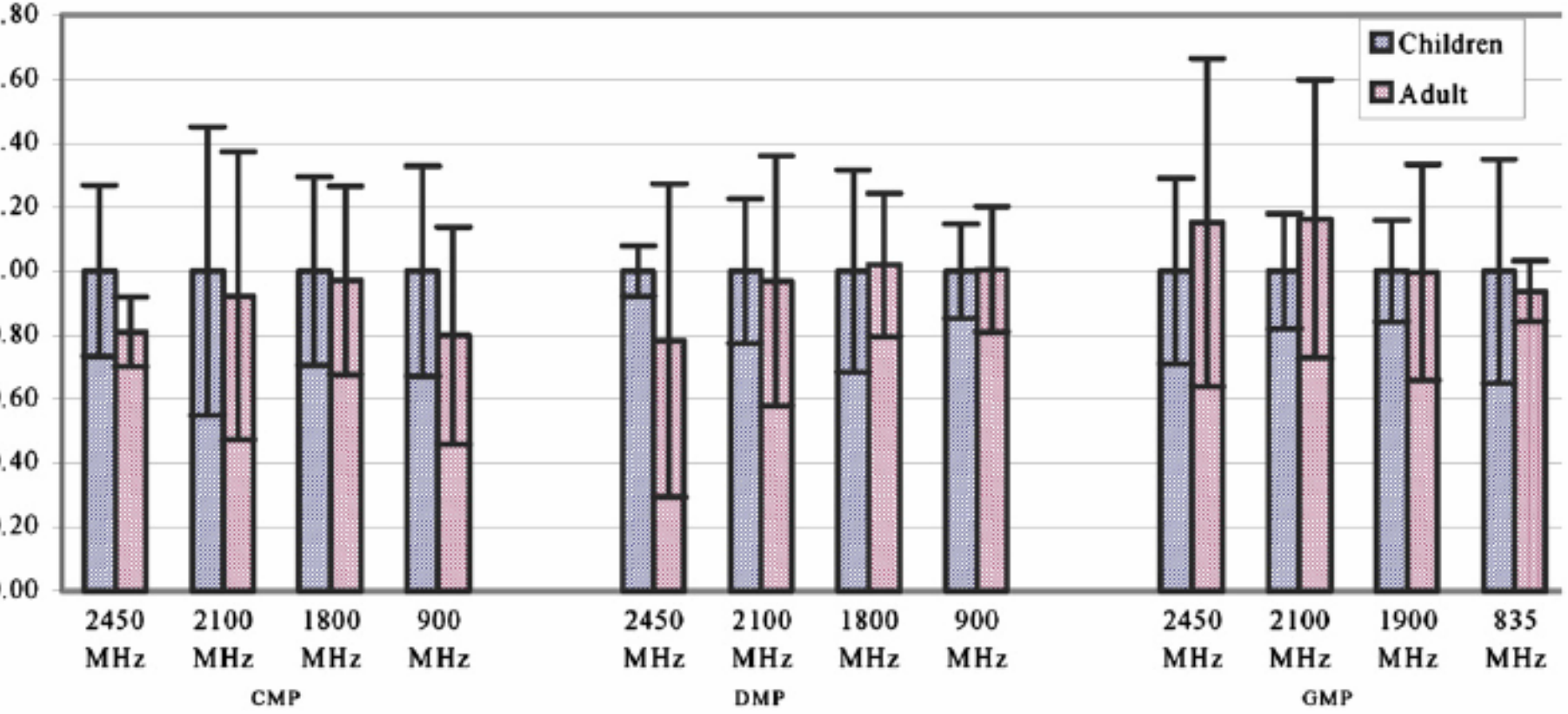


Figure 10. Relative mean MSAR10g in child and adult MRI-based head models (mean MSAR10g normalized to mean MSAR10g in child head models) with their standard deviations.

Sulla base delle simulazioni effettuate, i valori di picco del SAR mediato su 10 g stimati nei modelli di testa di adulti e bambini sono circa gli stessi, perché le differenze sono piccole se confrontate con le deviazioni standard.

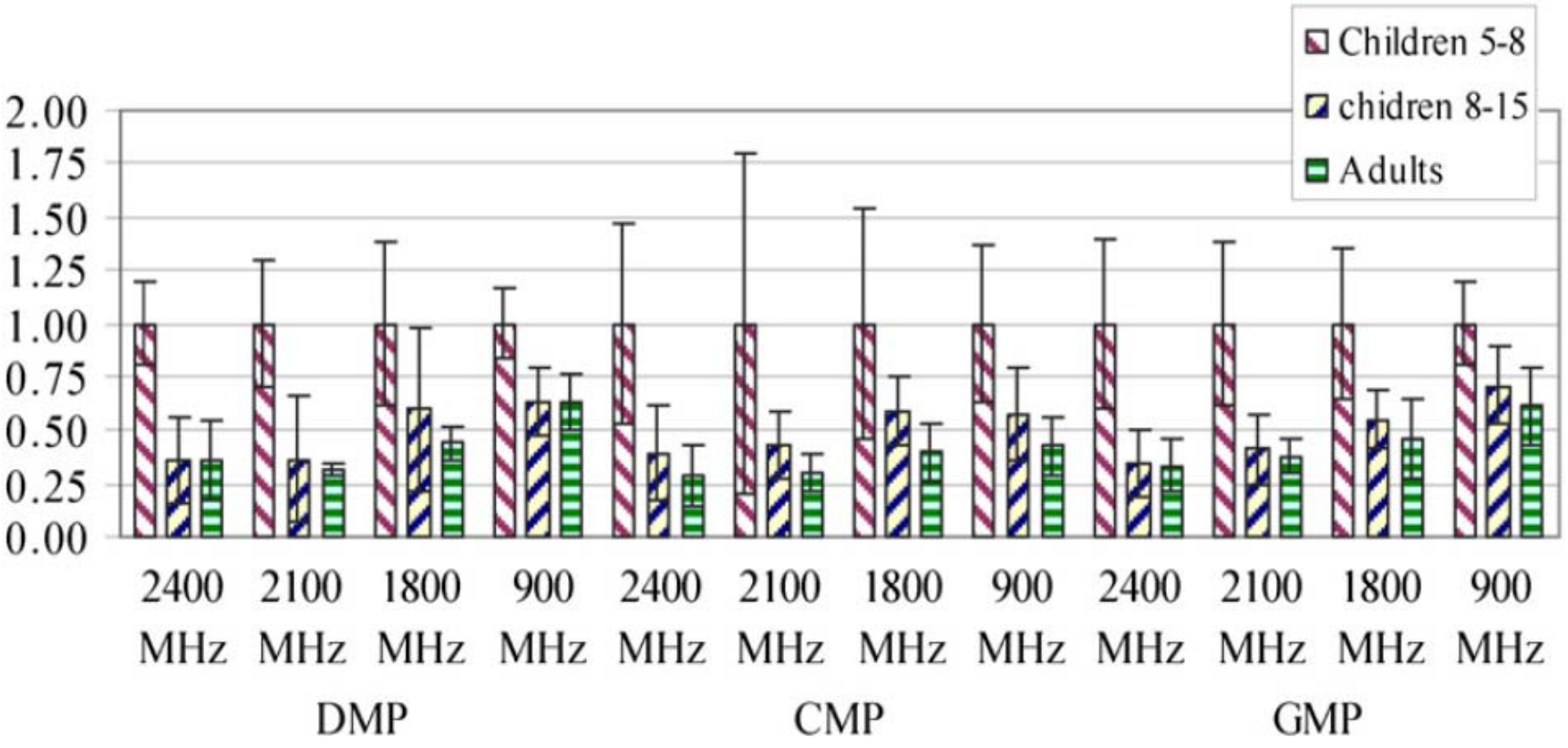


Figure 14. Relative mean MSAR1g in brain tissues of children and adults.

I confronti hanno anche mostrato che il massimo valore del SAR mediato su 1 g dei tessuti periferici del cervello, nei modelli di bambino tra 8 e 15 anni di età, è confrontabile con il corrispettivo valore nei modelli di adulto, mentre è circa due volte più alto per i modelli di bambino di età tra 5 e 8 anni.

Ciò è certamente dovuto al più piccolo spessore del padiglione auricolare, della pelle e delle ossa del cranio.

Le preoccupazioni circa rischi sanitari specifici per i soggetti più giovani sono dovute a diversi motivi:

- **una maggiore esposizione cumulativa a parità di età rispetto agli adulti di oggi**
- **un possibile maggiore assorbimento di energia elettromagnetica nei bambini rispetto agli adulti**
- **una possibile maggiore vulnerabilità di soggetti con un sistema nervoso in via di sviluppo**

Vulnerabilità biologica

Preoccupazioni circa una potenziale vulnerabilità dei bambini ai campi a RF sono sorte in quanto il loro sistema nervoso è in via di sviluppo e quindi potenzialmente più suscettibile del sistema nervoso degli adulti.

Lo sviluppo anatomico del sistema nervoso è quasi completo a circa due anni di età, ma lo sviluppo funzionale (rimodellamento delle connessioni sinaptiche tra i neuroni) continua fino all'età adulta.

Bioelectromagnetics Supplement 7:S107–S115 (2005)

Review

Developmental Effects of Electromagnetic Fields

Jukka Juutilainen*

Department of Environmental Sciences, University of Kuopio, Kuopio, Finland

Numerosi studi hanno valutato gli effetti sullo sviluppo dei campi a RF sugli animali. I campi a RF sono teratogenici a livelli di esposizione sufficientemente elevati da causare incrementi significativi di temperatura.

Non c'è evidenza consistente di effetti a livelli non termici.

FGF Workshop - Open Questions in the Research on Biological and Health Effects of Low-Intensity RF-EMF. 17-19 November 2008 Stuttgart, Germany

Presentati risultati dei pochi studi effettuati su funzioni cognitive, sintomi, EEG ed effetti fisiologici in bambini durante l'utilizzo di telefoni cellulari (in un caso esposizione a campo emesso da antenna UMTS):

- **no effetti su funzioni cognitive (tempi di reazione, accuratezza, distrazione);**
- **aumento della frequenza del mal di testa (uno studio);**
- **alterazione dell'EEG (uno studio);**
- **no effetti fisiologici, a parte diminuzione nella resistenza della pelle (uno studio).**

In uno studio condotto in Australia (MoRPhEUS) sono state osservate alcune associazioni statisticamente significative tra alcune misure di performance cognitive in bambini tra gli 11 e i 15 anni di età e l'uso di telefoni cellulari valutato mediante un questionario.

L'uso dei telefoni cellulari era associato ad una risposta più rapida e meno accurata in alcuni compiti cognitivi, che indica un comportamento più impulsivo all'aumentare dell'uso del telefono cellulare.

Gli effetti erano simili sia per l'utilizzo del telefono per chiamate sia per l'utilizzo per l'invio di messaggi di testo, per cui gli effetti osservati non sembrano connessi all'esposizione all'energia a radiofrequenza.

Studi epidemiologici

Alcuni studi ecologici hanno esaminato il rischio di cancro, inclusa la leucemia infantile, in popolazioni residenti nelle vicinanze di antenne per la diffusione radiotelevisiva, senza fornire evidenze convincenti di rischio.

World Health Organization

2006 WHO Research Agenda for Radio Frequency Fields

Epidemiologia

Necessità di ricerca ad alta priorità

Studio caso-controllo multinazionale su larga scala del rischio di tumori del cervello nei bambini in relazione all'uso dei telefoni mobili, dopo uno studio di fattibilità.

Altre necessità di ricerca

Studio di coorte prospettico di bambini e adolescenti utilizzatori di telefoni cellulari sui rischi diversi dai tumori cerebrali, quali effetti cognitivi e disturbi del sonno.

Sundhedsstyrelsen STUK

GEISLAVARNIR RÍKISINS ICELANDIC RADIATION PROTECTION INSTITUTE

Statens strålevern

Statens strålskyddsinstitut Swedish Radiation Protection Authority

- Danish National Board of Health (Sundhedsstyrelsen)
- Radiation and Nuclear Safety Authority of Finland (Säteilyturvakeskus)
- Icelandic Radiation Protection Institute (Geislavarnir Ríkisins)
- Norwegian Radiation Protection Authority (Statens strålevern)
- Swedish Radiation Protection Authority (Statens strålskyddsinstitut)

Mobile Telephony and Health

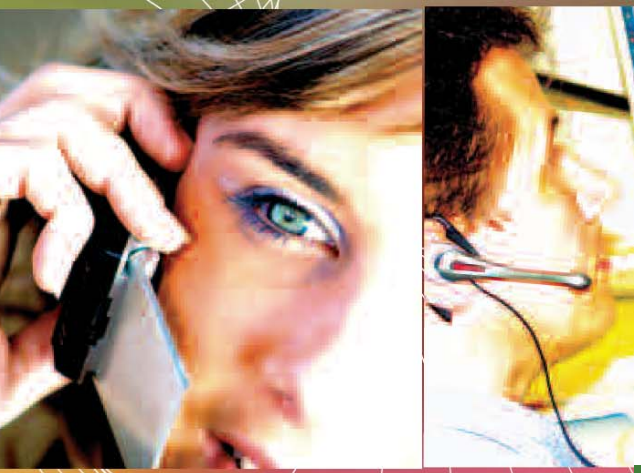
– A common approach for the Nordic competent authorities

"Non è certo se i bambini e i giovani siano più sensibili degli adulti ai campi elettromagnetici da telefonia mobile.

Le lacune esistenti nella conoscenza e la prevalente incertezza scientifica giustificano una certa attitudine cautelativa nei confronti dell'uso di telefoni cellulari.

Le autorità Nordiche ritengono saggio usare per esempio un kit a mani libere che riduce significativamente l'esposizione della testa. Questa informazione dovrebbe essere rivolta sia agli adulti che ai giovani e ai bambini. È importante che i genitori informino i giovani e i bambini su come ridurre l'esposizione da telefoni cellulari."

TÉLÉPHONES MOBILES



SANTÉ & SÉCURITÉ

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA SANTÉ,
DE LA JEUNESSE,
DES SPORTS
ET DE LA VIE ASSOCIATIVE

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA SANTÉ
DE LA JEUNESSE,
DES SPORTS
ET DE LA VIE ASSOCIATIV

Conseillez à vos enfants un usage modéré du téléphone mobile

"L'enfant de moins de 12 ans ne doit pas l'utiliser du tout! recommande le Ministère de la Santé."

Conclusioni
(campi magnetici ELF)

Le uniche indicazioni consistenti di effetti a lungo termine dei campi magnetici ELF si riferiscono alla leucemia nei bambini.

Per questo motivo la IARC ha classificato i campi magnetici ELF come possibili cancerogeni per l'uomo.

L'applicazione del principio di precauzione è resa complessa dal fatto che non è possibile valutare il possibile beneficio sanitario (riduzione del rischio) connesso a una qualunque strategia di riduzione delle esposizioni.

Conclusioni
(campi elettromagnetici a RF/MO)

La ricerca specifica su bambini e adolescenti non mostra che questi siano maggiormente a rischio, ammesso che un rischio esista.

Le sempre più numerose raccomandazioni da parte di autorità scientifiche e sanitarie per una maggiore cautela nei confronti di bambini e adolescenti, riflettono una maggiore attitudine alla prudenza, e non sono motivate dallo sviluppo delle conoscenze scientifiche che continuano al contrario ad essere tranquillizzanti.