

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

Sono onde elettromagnetiche di **energia inferiore a 10 eV** (energia necessaria a spostare un elettrone dall'orbita periferica)

1. Radiazioni ultraviolette
2. Radiazioni del campo visibile
3. Radiazioni infrarosse
4. Radiazioni prodotte dai **LASER**
5. Microonde
6. Radiofrequenze
7. ELF

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

**RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE:** fanno parte dello spettro solare ed hanno una  $\lambda$  compresa tra 200 e 400 nm

## **FONTI NON SOLARI DI RADIAZIONI U.V.**

- 1. Saldatura ad arco**
- 2. Forni ad arco termico**
- 3. Saldatura e taglio di metalli con torce al plasma**
- 4. Impiego di bulbi a fluorescenza**
- 5. Impiego di lampade germicide**

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE

|        |           | nm      |  |
|--------|-----------|---------|--|
| U.V.-A | $\lambda$ | 315-400 | regione luce nera ( <b>retina</b> )                        |
| U.V.-B | $\lambda$ | 280-315 | regione eritema ( <b>crystallino</b> )                     |
| U.V.-C | $\lambda$ | <280    | regione germicida ( <b>cornea</b> )<br>(saldatura ad arco) |

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE

### EFFETTI BIOLOGICI

**Cute:** lesioni di tipo **eritematoso** a carico delle parti scoperte. Una amplificazione della risposta cutanea è causata da **agenti fotosensibilizzanti** presenti in essenze vegetali e da **agenti fotoallergizzanti**. Gli effetti cronici sono causati da aumento delle fibre elastiche con diminuzione del collagene e atrofia dell'epidermide, cui si associano metaplasia cellulare con possibili esiti in neoplasia.

## MED: minimal erythematol dose

E' la dose di radiazione che causa un arrossamento cutaneo nei soggetti con fototipo II e corrisponde a

$$1 \text{ MED} = 250 \text{ J/m}^2/\text{h} \text{ o } 69,4 \text{ mW/m}^2$$

## UVI: ultraviolet index

Esprime l'irradiazione effettiva e corrisponde a

$$1 \text{ UVI} = 25 \text{ mW/m}^2$$

## SED: standard erythema dose

È equivalente ad una esposizione radiante effettiva eritematogena di:

**100 J/m<sup>2</sup>**

---

| fototipo | abbronzatura al sole      | bruciatura al sole | colore capelli | colore occhi   | MED<br>J/m <sup>2</sup> /h |
|----------|---------------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------------------|
| I        | raramente                 | sempre             | rosso          | blu            | 200                        |
| II       | talvolta                  | comunemente        | biondo         | blu/verde      | 250                        |
| III      | solitamente               | talora             | castano        | grigio/castano | 350                        |
| IV       | sempre                    | raramente          | nero           | castano        | 450                        |
| V        | cute naturalmente marrone | mai                |                |                |                            |
| VI       | cute naturalmente nera    | mai                |                |                |                            |

---





## Unusual High Exposure to Ultraviolet-C Radiation

Andrea Trevisan<sup>\*1</sup>, Stefano Piovesan<sup>2</sup>, Andrea Leonardi<sup>3</sup>, Matteo Bertocco<sup>4</sup>,  
Piergiorgio Nicolosi<sup>4</sup>, Maria Guglielmina Pelizzo<sup>4,6</sup> and Annalisa Angelini<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Medicine and Public Health, University of Padova

<sup>2</sup>Service of Prevention and Protection, University of Padova

<sup>3</sup>Department of Neuroscience, Ophthalmology Unit, University of Padova

<sup>4</sup>Department of Information Engineering, University of Padova

<sup>5</sup>Institute of Pathology, University of Padova

<sup>6</sup>National Council for Research-INFM Luxor Laboratory, Padova

**Table 2.** Ocular and epidermal signs and symptoms observed at the initial examination, approximately 2–19 h after UV-C exposure. Subjects had multiple signs and symptoms.

| Ocular symptoms                       | Number | Skin signs        | Number |
|---------------------------------------|--------|-------------------|--------|
| Burning sensation                     | 20     | Erythema          | 20     |
| Tearing                               | 8      | Burning sensation | 6      |
| Pain                                  | 7      | Irritation        | 1      |
| Blurry vision                         | 7      | Pain              | 1      |
| Hindrance to open                     | 4      |                   |        |
| Conjunctival redness and lid swelling | 3      |                   |        |
| Photophobia                           | 1      |                   |        |

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE

### EFFETTI BIOLOGICI

**Occhio:** gli effetti oculari possono essere **transitori** (si sviluppano entro 6-12 ore con congiuntivite e cheratite e scompaiono entro 24-48 ore) e **permanenti**.

Per  $\lambda$  comprese tra 295 e 325 nm (regione spettrale U.V.-B) vi è il rischio di insorgenza della **cataratta**.

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE

### NOTE

1. La probabilità di sviluppare un cancro cutaneo dipende da vari fattori quali: 1) **pigmentazione della cute**, 2) **una storia di bolle da scottature solari** e 3) dalla dose di UV accumulata

2. Lavoratori all'aperto entro 40° di latitudine dall'equatore, possono essere esposti a livelli attorno al TLV per non più di cinque minuti a mezzogiorno durante l'estate

3. L'ozono è prodotto da sorgenti che emettono radiazioni UV con  $\lambda$  al di sotto di 250 nm

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

## **RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE**

### **NOTE**

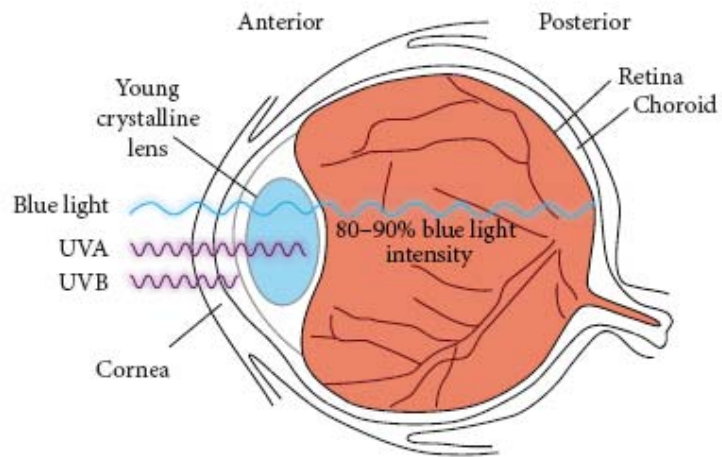
4. L'esposizione a UV associata all'esposizione sistemica o topica a sostanze chimiche (inclusi farmaci) può causare eritema cutaneo per valori inferiori al TLV. L'ipersuscettibilità dovrebbe essere sospettata se il lavoratore presenta reazioni cutanee quando esposto a valori inferiori al TLV o quando esposto a livelli che non hanno causato eritema significativo negli stessi soggetti nel passato. Tra le numerose sostanze che possono causare ipersensibilità agli UV, vi sono piante e antibiotici (tetracicline, sulfamidici), antidepressivi (imipramina), diuretici, cosmetici, distillati del catrame, coloranti, etc.

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

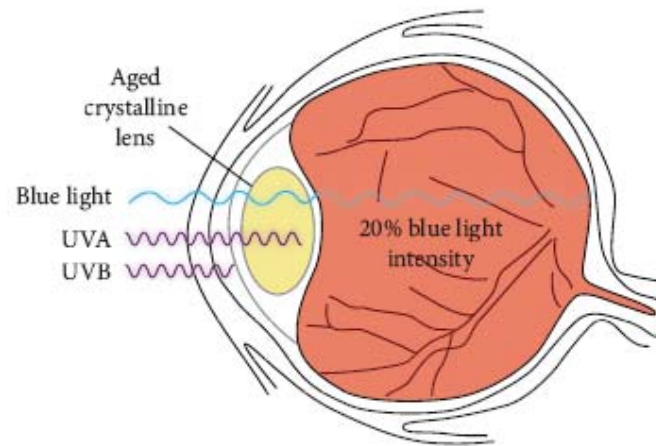
## **RADIAZIONI DEL CAMPO VISIBILE**

**Sono radiazioni con una  $\lambda$  compresa tra 400 e 750 nm.**

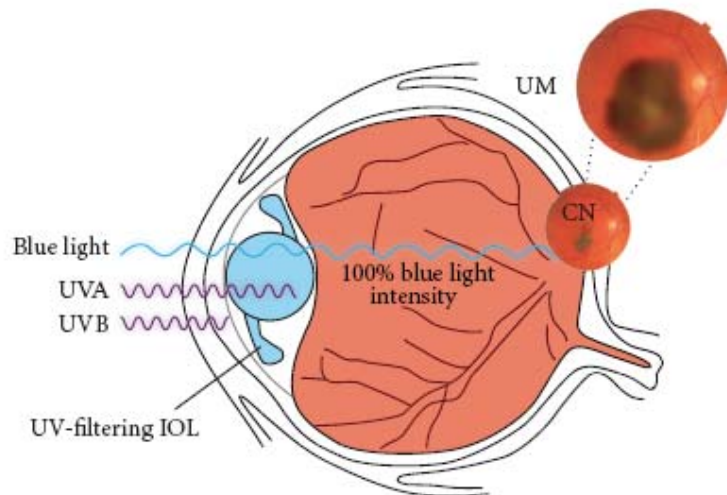
**Possono essere elettivamente assorbite dall'epitelio pigmentato retinico ove possono causare ustioni alla coroide e alla retina.**



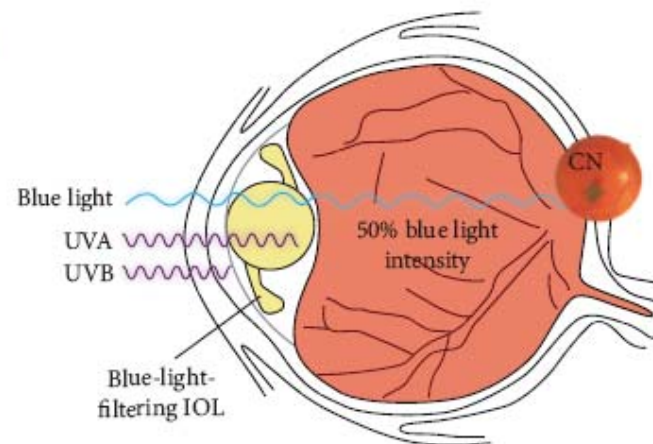
(a)



(b)



(c)



(d)

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

## **RADIAZIONI INFRAROSSE**

**Sono radiazioni con una  $\lambda$  compresa tra 750 nm e 1 mm**

**Fonti di radiazioni IR sono:**

- 1. Fusione e soffiatura del vetro**
- 2. Fusione dei metalli**
- 3. Conduzione di forni**



# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI INFRAROSSE

Gli effetti biologici sono a carico dell'**occhio** e dipendono dalla  $\lambda$ .

**$\lambda > 1,4 \mu\text{m}$** : assorbimento a livello dell'epitelio corneale

**$\lambda < 1,4 \mu\text{m}$** : attraversano la pupilla e vengono assorbite dal cristallino, riscaldandolo e alterandone la composizione.

I raggi IR sono causa di un **effetto termico** che si apprezza sulle palpebre, sulla congiuntiva e sul cristallino.

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIAZIONI INFRAROSSE

A carico dell'occhio possono causare **congiuntivite cronica**. Altra patologia caratteristica è la **cataratta** (causata dall'effetto termico) a lenta evoluzione.

**E' frequente nell'industria del vetro.**

Una temperatura di 46°C è sufficiente per la comparsa di iniziale opacità del cristallino.

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## LASER

light amplification by stimulated emission of radiation

Sistema di amplificazione straordinaria della luce che sfrutta il fenomeno dell'emissione stimolata di radiazioni nella regione dall'IR all'UV.

La radiazione emessa è un'onda monocromatica **collimata** (tutte le componenti sono parallele) e **coerente**, con la caratteristica di concentrare su di una superficie puntiforme una enorme energia ( $>100 \text{ MW/cm}^2$ ).

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## LASER

light amplification by stimulated emission of radiation

L'apparecchiatura LASER è composta da tre elementi:

1. Materiale attivo, medium, che può essere **solido** (YAG: yttrio, alluminio e quarzo per radiazioni che emettono nell'IR-1064 nm), **liquido** o **gassoso** (argon, krypton, CO<sub>2</sub> per radiazioni nella zona blu-verde e rossa dello spettro);
2. Un sistema che fornisce l'energia necessaria al materiale attivo per iniziare il processo di emissione di radiazioni forzate;
3. Una camera di risonanza che assicuri il perpetrarsi dell'emissione radiante amplificata per ripetuti passaggi attraverso il materiale attivo.

## CLASSIFICAZIONE DEI LASER

1. **Classe 1:** non è pericolosa l'osservazione prolungata e diretta del fascio
2. **Classe 2** (definita per la sola radiazione visibile): non è pericolosa l'osservazione diretta del fascio se non prolungata oltre 0,25 s che è il tempo tipico del riflesso palpebrale nel visibile
3. **Classe 3A:** come la classe 2, ma è pericolosa l'osservazione diretta tramite sistemi ottici
4. **Classe 3B:** è pericolosa l'osservazione diretta del fascio a occhio nudo. Non è pericolosa l'osservazione della luce diffusa da uno schermo per  $t < 10$  s
5. **Classe 4:** è pericolosa anche l'osservazione della luce diffusa da uno schermo. Può innescare incendi

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

## **LASER**

**light amplification by stimulated emission of radiation**

### **Applicazione industriale dei LASER:**

- 1. Taglio e saldatura metalli**
- 2. Microelettronica**
- 3. Campo sanitario**

**I rischi dipendono dalla  $\lambda$  della radiazione emessa:**

- 1. Le radiazioni emesse nello spettro visibile sono elettivamente assorbite dall'epitelio pigmentato retinico**
- 2. Le radiazioni emesse nell'UV o nell'IR sono assorbite dagli annessi, dalla cornea, dal cristallino e dal corpo vitreo.**



## DEFINIZIONI

1. Corrente di contatto ( $I_c$ ) tra una persona e un oggetto: è definita in Ampere (A)
2. Densità di corrente ( $J$ ) è definita come la corrente che passa attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. E' espressa in  $A/m^2$
3. Intensità di campo elettrico ( $E$ ) è una grandezza vettoriale che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. E' espressa in Volt (V) per metro ( $V/m$ )
4. Intensità di campo magnetico ( $H$ ) è una grandezza vettoriale che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. E' espressa in  $A/m$



## DEFINIZIONI

5. Induzione magnetica (**B**) è una grandezza vettoriale che determina una forza agente sulle cariche in movimento. E' espressa in Tesla (**T**). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono legate dall'equazione

$$1 \text{ A/m} = 4 \pi 10^{-7} \text{ T}$$

6. Densità di potenza (**S**) è una grandezza impiegata nel caso di frequenze molto elevate per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente ad una superficie, divisa per l'area della stessa ed è espressa in Watt (**W**) per m<sup>2</sup> (**W/m<sup>2</sup>**)

## DEFINIZIONI

7. Assorbimento specifico di energia (**SA**) che viene definito come l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in Joule (**J**) per kg (**J/kg**)
8. Tasso di assorbimento specifico (**SAR**) è il valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso del tasso di assorbimento di energia per unità di massa di tessuto corporeo ed è espresso in **W/kg**

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

**CAMPI MAGNETICI STATICI**



CAMPO MAGNETICO

## CAMPI STATICI

Addetti assistenza pazienti durante esami RM possono essere esposti a campi magnetici  $>200$  mT.

Un campo magnetico statico  $>2$  T causa: vertigini, nausea, sapore metallico e fosfeni.

La pressione arteriosa subisce un incremento del 2% per ogni T oltre i 2.

E' stato inoltre calcolato che le differenze di potenziale necessarie per indurre depolarizzazione del nodo seno-atriale possono essere indotte da campi superiori a 5 T.

L'International Commission on Non Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) ha stabilito per il campo magnetico statico un limite di esposizione occupazionale del corpo intero di **200 mT**, un valore limite di picco di **2 T** (**5 T** per gli arti).

A legislazione italiana prevede un limite di **200 mT** per la durata massima di **1 h/die** (**2 T** **15 m/die**).

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## MICROONDE

Sono onde elettromagnetiche con frequenza compresa tra 300 MHz e 300 GHz e una  $\lambda$  compresa tra 1 mm e 1 m.

Trovano impiego in campo sanitario (radarterapia) e industriale (saldatura di materiali plastici, incollaggio del legno, preriscaldamento di resine termoindurenti) oltre che nel settore domestico (forni a microonde).

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## RADIOFREQUENZE

Sono onde elettromagnetiche con frequenza compresa tra 300 kHz e 300 MHz e una  $\lambda$  compresa tra 1 m e 10 km.



# **IMPIEGHI**

- 1. Telecomunicazioni e radiolocalizzazioni**
- 2. Processi produttivi industriali e artigianali**
- 3. Attività domestiche**
- 4. Applicazioni mediche**

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## MICROONDE E RADIOFREQUENZE

I fattori che condizionano gli effetti biologici sono l'estensione e la distribuzione dell'energia assorbita. L'assorbimento dipende dalla **frequenza** (massimo nel range tra 60 e 600 MHz), dalla **forma**, dalle **dimensioni** e dalle **caratteristiche dielettriche del corpo irradiato**.

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

## **MICROONDE E RADIOFREQUENZE**

**Le microonde vengono assorbite superficialmente, mentre le radiofrequenze vengono assorbite dagli strati profondi.**

**Vi è un aumento della temperatura a livello subcellulare cui possono conseguire fenomeni degenerativi a carico di macromolecole proteiche. Potrebbero essere coinvolti effetti non termici.**

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## MICROONDE E RADIOFREQUENZE

E' possibile l'insorgenza di cataratta per microonde o radiofrequenze di intensità  $>100$  mW/cm<sup>2</sup> (il limite è 10).

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## MICROONDE E RADIOFREQUENZE

Altri possibili effetti sono:

1. Sul sistema endocrino (effetti su tiroide, ipofisi e surrene)
2. Sul SNC (cefalea, affaticamento, irritabilità, insonnia per valori  $<1 \text{ mW/cm}^2$ )
3. Su stimolatori cardiaci
4. Sul sistema emopoietico (su differenziazione e maturazione di GR, GB e piastrine per valori  $<1 \text{ mW/cm}^2$ )
5. Effetti mutageni, teratogeni e oncogeni

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## CAMPI ELETTROMAGNETICI

Per i telefoni cellulari (testa e collo), la UE pone il limite di 10 W/kg per i lavoratori e di 2 W/kg per la popolazione generale.

I telefoni cellulari causano un assorbimento di energia  $< 2$  W/kg.

Le antenne radiobase espongono gli abitanti più vicini a 2 V/m.

Il campo decade in rapporto alla distanza per un fattore  $1/d^2$ ,  $1/d^3$ .

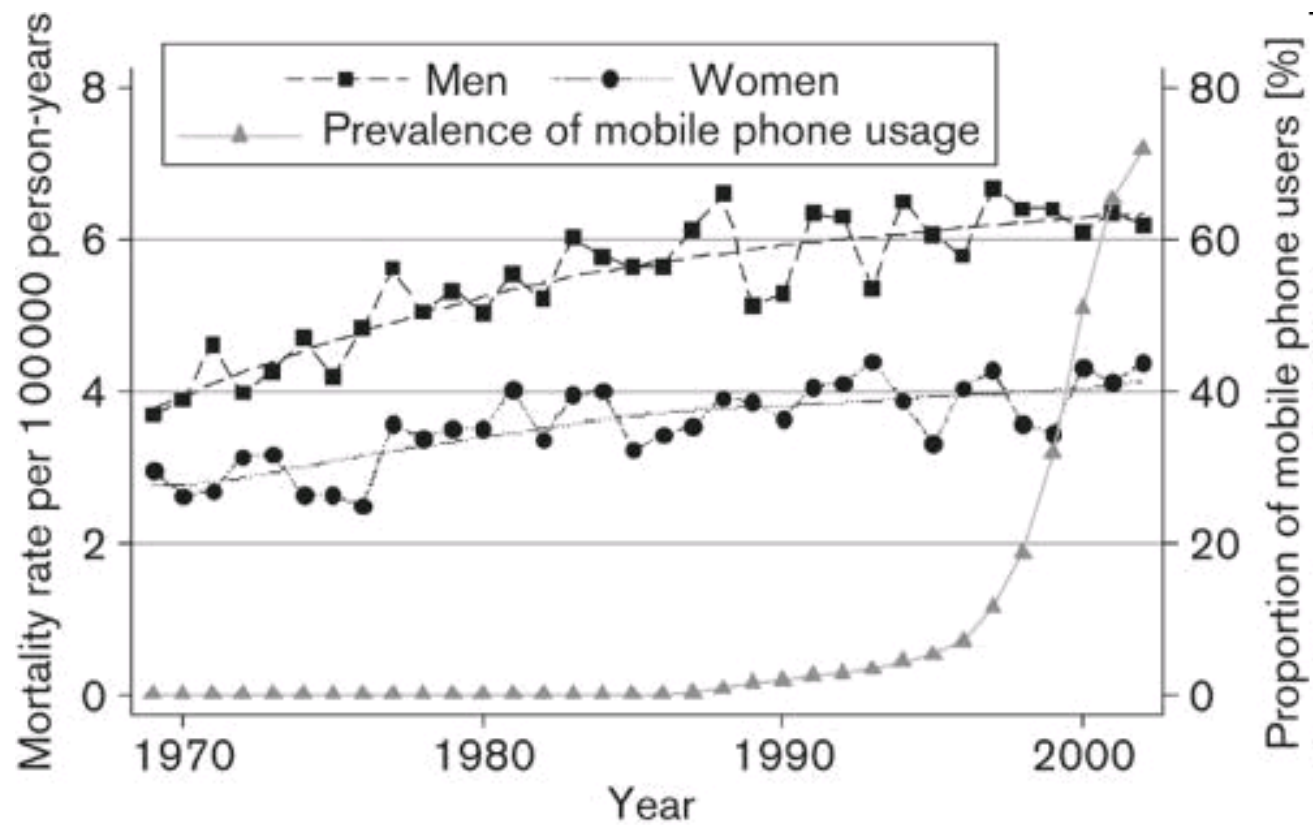
# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## CAMPI ELETTROMAGNETICI

Per la posizione dell'antenna e le proprietà dielettriche dei tessuti e delle ossa, la potenza che la testa assorbe è pari al 30-50% di quella totale (0,6 W).

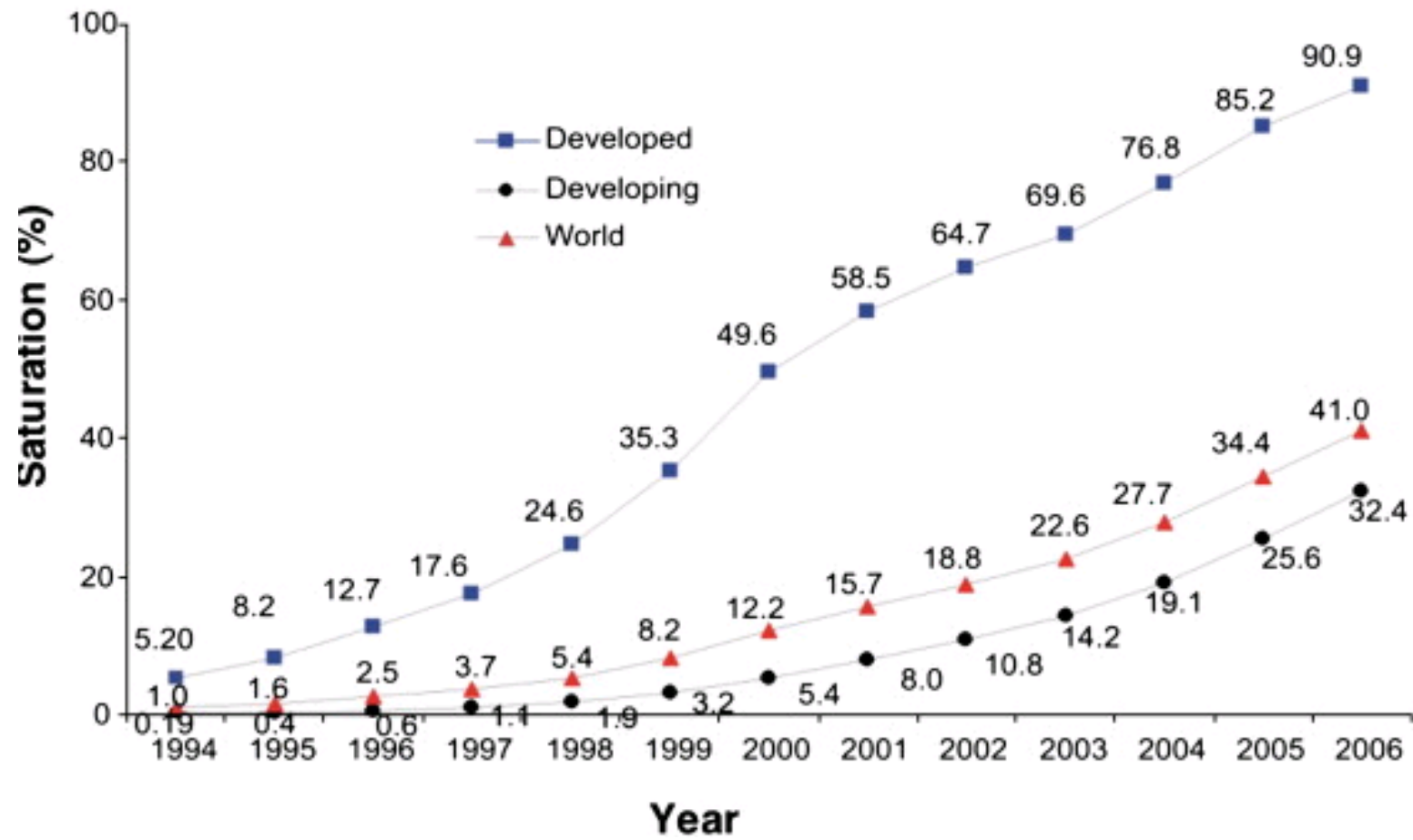
La maggior parte delle RF viene assorbita dalla **pelle** (30%) e dai **muscoli** (20%).

Al cervello arrivano rispettivamente il 10% (**sostanza grigia**) e il 6% (**sostanza bianca**).



Mortalità per neoplasie cerebrali e uso dei telefoni cellulari





International Telecommunication Union, 2007

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

## **CAMPI ELETTROMAGNETICI ELF**

**Possono essere generati da fonti quali:**

- 1. Trasporto e distribuzione dell'energia elettrica (elettrodotti e sottostazioni elettriche),**
- 2. Utilizzo di apparecchiature elettriche**

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## CAMPI ELETTROMAGNETICI

Associazione tra esposizione e insorgenza di cancro

| <b>CEM</b> | <b>tipi di cancro</b> | <b>O.R. (C.I.)</b> | <b>ass.</b> |
|------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| <b>ELF</b> | cervello              | 0,95 (0,54-1,69)   | -           |
|            | testicolo             | 1,7 (1,3-3,2)      | +           |
|            | corpo uterino         | 1,2 (1,1-1,39)     | +           |
|            | mammella donne        | 1,0 (0,6-1,7)      | -           |
|            | mammella donne        | 1,5 (1,1-2,0)      | +           |
|            | cervello              | 1,8 (0,7-4,7)      | +           |
|            | linfoma non Hodgkin   | 3,05 (1,07-8,80)   | +           |
|            | leucemia              |                    | -           |
|            | leucemia              | 2,4 (1,0-6,1)      | +           |
|            | mammella uomini       |                    | -           |
| <b>RF</b>  | <b>tutti i tipi</b>   |                    | <b>+</b>    |

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## CAMPI ELETTROMAGNETICI

### Associazione tra esposizione e altre patologie

| CEM | patologia             | O.R. (C.I.)      | ass. |
|-----|-----------------------|------------------|------|
| ELF | Alzheimer             | 0,74 (0,29-1,92) | -    |
|     | riduzione fertilità   | 0,3 (0,1-1,0)    | -    |
|     |                       | 0,7 (0,2-2,1)    | -    |
|     | alt. param. bioch.    |                  | +    |
|     | alt. freq. card.      |                  | +    |
|     | alt. param. imm.      |                  | -    |
|     | suicidio              | 2,18 (1,25-3,80) | +    |
| RF  | alt. seme e liv. orm. |                  | +    |
| MO  | effetti oculari       |                  | -    |

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## CAMPI ELETTROMAGNETICI

### Associazione tra esposizione dei genitori e cancro nei bambini

| CEM   | tipi di cancro | O.R. (C.I.)      | ass. |
|---|----------------|------------------|------|
| uso di elettrodomestici durante la gravidanza | LLA            | 1,59 (1,11-2,29) | +    |
| operatori telefonici                          | neuroblastoma  | 6,1 (0,7-50,9)   | +    |
| elettricisti                                  | neuroblastoma  | 1,1 (0,6-2,0)    | -    |
| ELF $\geq 30 \mu\text{T}$                     | LLA            | 2,0 (1,1-3,5)    | +    |
|   | tutti i tipi   | 0,72 (0,42-1,25) | -    |

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## CAMPI ELETTROMAGNETICI

### Associazione ELF e neoplasie

| <b>CEM</b>       | <b>tipi di cancro</b> | <b>O.R. (C.I.)</b> | <b>ass.</b> |
|------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
|                  | LLA                   | 2,28 (1,34-3,91)   | +           |
| 0,2 $\mu$ T      |                       | 2,7 (1,0-6,3)      | +           |
| 0,3 $\mu$ T      |                       | 3,8 (1,4-9,3)      | +           |
|                  |                       | 2,5 (1,08-4,28)    | +           |
|                  |                       | 1,8 (0,7-4,2)      | -           |
|                  |                       | 1,49 (1,11-2,00)   | -           |
|                  |                       | 2,15 (1,08-4,28)   | +           |
|                  |                       | 1,49 (1,11-2,0)    | -           |
|                  |                       | 1,24 (0,86-1,79)   | -           |
|                  |                       | 3,2 (0,7-14,9)     | +           |
| $\geq 0,2 \mu$ T |                       | 1,4 (0,3-6,3)      | -           |
|                  |                       | 0,92 (0,47-1,79)   | -           |
|                  |                       | 1,3 (0,8-2,21)     | -           |
| $\geq 0,2 \mu$ T | totale                | 1,55 (0,65-3,67)   | -           |
|                  | notturno              | 3,21 (1,33-7,80)   | +           |

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## CAMPI ELETTROMAGNETICI

### Associazione ELF e neoplasie

| <b>CEM</b> | <b>tipi di cancro</b> | <b>O.R. (C.I.)</b> | <b>ass.</b> |
|------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| <100 m     | leucemia              | 1,45 (0,54-3,88)   | +           |
| <50 m      |                       | 2,0 (0,4-9,0)      | +           |
|            |                       | 1,3 (1,0-1,7)      | +           |
|            |                       | 0,90 (0,49-1,63)   | -           |
|            | linfomi               | 1,58 (0,91-2,76)   | -           |
|            | linfomi               |                    | -           |
|            | cervello              | 1,0 (0,2-3,9)      | -           |
|            | cervello              | 2,5 (1,0-6,3)      | +           |
|            | SNC                   | 1,89 (1,34-2,67)   | +           |
|            | SNC                   |                    | -           |
|            | SNC                   | 0,5 (0,11-1,86)    | -           |
| ≥0,2 μT    | mammella femmine      | 1,0 (0,7-1,5)      | -           |
| ≥0,2 μT    | mammella maschi       | 2,1 (0,3-14,1)     | +           |
|            | varie forme           | 1,4 (0,6-2,9)      | dubbio      |

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## CAMPI ELETTROMAGNETICI

### Associazione telefonia cellulare e patologie

| <b>patologie</b>                                   | <b>O.R. (C.I.)</b> | <b>ass.</b> |
|--|--------------------|-------------|
| ridotta produzione e rilascio melatonina           |                    | -           |
| alterazione potenziali lenti cerebrali             |                    | +           |
| alterazione funzioni cognitive e tempi di reazione |                    | +           |
| alterazioni processi cognitivi cerebrali           |                    | +           |
| cefalea  | 1,31 (1,0-1,7)     | +           |
| aumento calore orecchio                            |                    | 97%         |
| aumento sensazione di bruciore al volto            |                    | 62%         |
| cefalea  |                    | 40%         |
| interferenza con la pompa dell'insulina            |                    | -           |
| leucemia   | 0,97 (0,78-2,21)   | -           |
| neoplasie cerebrali                                | 0,85 (0,6-1,2)     | -           |
| neoplasie SNC: gliomi                              | 0,9 (0,5-1,6)      | -           |
| meningiomi   | 0,7 (0,3-1,7)      | -           |
| neurinoma acustico                                 | 1,4 (0,6-3,5)      | -           |
| tutti  | 1,0 (0,6-1,5)      | -           |
| neoplasie cerebrali e SNC                          | 0,95 (0,81-1,12)   | -           |
| neoplasie ghiandole salivari                       | 0,72 (0,29-1,49)   | -           |



# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## CAMPI ELETTROMAGNETICI

### Studi sperimentali

| <b>CEM</b>          | <b>organismo</b> | <b>alterazioni</b>         | <b>associazione</b> |
|---------------------|------------------|----------------------------|---------------------|
| ELF                 | topi             | neoplasia cerebrale        | -                   |
| 5 Hz-500 kHz        | volontari        | ipersensibilità            | -                   |
| 50-60Hz 100 $\mu$ T | ratti            | neoplasie mammarie         | >                   |
| 50 Hz 14 mT         | batteri          | non mutageni o co-mutageni |                     |
| 900 MHz             | topi             | linfomi                    | +                   |
| RF                  | ratti            | rotture DNA cerebrale      | +                   |
| RF                  | topi             | danni DNA cerebrale        | -                   |

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

## **CAMPI ELETTROMAGNETICI**

### **Raccomandazioni O.M.S. sui telefoni cellulari**

**(giugno 2000)**

**Nessuna ricerca ha portato a conclusioni significative sul fatto che le RF provenienti dai telefoni cellulari o dalle stazioni radiobase causino effetti avversi per la salute. D'altro canto sono necessarie ulteriori ricerche per una migliore valutazione del rischio e sono richiesti almeno 3-4 anni perché queste ricerche vengano completate.**

**Si raccomanda quanto segue:**

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

## CAMPI ELETTROMAGNETICI

### Raccomandazioni O.M.S. sui telefoni cellulari

(giugno 2000)

1. Stretta osservanza delle linee guida sviluppate per proteggere la salute della popolazione;
2. Misure di precauzione. **Per i governi:** non dovrebbero introdurre arbitrari fattori di sicurezza oltre a quelli prodotti dalle linee guida. **Per la popolazione:** le attuali conoscenze scientifiche non indicano la necessità di particolari precauzioni per gli utilizzatori. Si suggerisce di limitare la lunghezza delle telefonate o l'uso di accorgimenti atti a tenere il telefono lontano dalla testa e dal corpo;

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

## **CAMPI ELETTROMAGNETICI**

### **Raccomandazioni O.M.S. sui telefoni cellulari**

**(giugno 2000)**

**3. I telefoni cellulari possono interferire con supporti elettromedicali (pace-makers e protesi acustiche) e quindi in reparti di terapia intensiva possono essere pericolosi per i pazienti. Non dovrebbero inoltre essere usati in aereo poiché potrebbero interferire coi sistemi di navigazione;**

**4. Non debbono essere utilizzati durante la guida di autoveicoli;**

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

## **CAMPI ELETTROMAGNETICI**

### **Raccomandazioni O.M.S. sui telefoni cellulari**

**(giugno 2000)**

- 5. Barriere protettive sono necessarie per le stazioni radiobase (soprattutto per quelle posizionate sul tetto delle abitazioni) onde limitare l'accesso a zone in cui i limiti di esposizione possono essere superati;**
- 6. Non ci sono evidenze scientifiche che accorgimenti per ridurre l'emissione di RF siano efficaci;**

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

## **CAMPI ELETTROMAGNETICI**

### **Raccomandazioni O.M.S. sui telefoni cellulari**

**(giugno 2000)**

**7. Le stazioni radiobase debbono offrire una buona copertura del segnale ed essere accessibili per la manutenzione. Anche se le RF attorno alle stazioni non sono considerate un rischio per la salute, il loro posizionamento dovrebbe tenere conto dell'estetica e della sensibilità pubblica. Stazioni radiobase da posizionare vicino a giardini d'infanzia, scuole o patronati debbono essere considerate con attenzione. E' richiesta una pubblica comunicazione e la discussione con tutte le parti in causa;**

# **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

## **CAMPI ELETTROMAGNETICI**

### **Raccomandazioni O.M.S. sui telefoni cellulari**

**(giugno 2000)**

**8. E' necessario un sistema di informazione sulla salute per raggiungere un livello generale di comprensione per ridurre ogni diffidenza e paura, sia reale che percettiva. L'informazione deve essere accurata, appropriata e comprensibile.**

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

IARC VOL. 80, 2002

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

## VALUTAZIONE:

1. Ci sono **limitate evidenze nell'uomo** per la cancerogenicità dei **campi magnetici a frequenze estremamente basse (ELF)** in relazione alla **leucemia infantile**
2. Ci sono **inadeguate evidenze nell'uomo** per la cancerogenicità dei **campi magnetici ELF** in relazione a **tutti gli altri tipi di cancro**



# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

IARC VOL. 80, 2002

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

## VALUTAZIONE:

3. Ci sono **inadeguate evidenze** nell'uomo per la cancerogenicità dei **campi elettrici e magnetici statici** e per i **campi elettrici ELF**

4. Ci sono **inadeguate evidenze** nell'animale da esperimento per la cancerogenicità dei **campi magnetici ELF**

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

IARC VOL. 80, 2002

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

### VALUTAZIONE:

5. **Non sono disponibili dati rilevanti sulla cancerogenicità dei campi elettrici e magnetici statici e dei campi elettrici ELF nell'animale da esperimento**

### VALUTAZIONE GLOBALE:

1. I campi magnetici ELF sono **possibili cancerogeni per l'uomo (gruppo 2b)**

2. I campi elettrici e magnetici statici e i campi elettrici ELF **non sono classificabili come cancerogeni per l'uomo (gruppo 3)**

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

IARC VOL. 102, 2013

## NON-IONIZING RADIATION, PART 2: RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS

### VALUTAZIONE:

1. Ci sono **limitate evidenze** nell'uomo per la cancerogenicità delle radiofrequenze.
2. Sono state osservate associazioni positive tra esposizione e radiofrequenze da telefoni cellulari e glioma e neuroma acustico.
3. Ci sono **limitate evidenze** nell'animale da esperimento per la cancerogenicità delle radiofrequenze.

# RADIAZIONI NON IONIZZANTI

IARC VOL. 102, 2013

NON-IONIZING RADIATION, PART 2: RADIOFREQUENCY  
ELECTROMAGNETIC FIELDS

## VALUTAZIONE GLOBALE:

1. I campi magnetici derivanti dalle radiofrequenze sono **possibili cancerogeni** per l'uomo (**gruppo 2b**).