

INTERVENTI

Campi elettromagnetici a radiofrequenza, telefoni cellulari, ed effetti sulla salute: a che punto siamo?

Radiofrequency electromagnetic fields, mobile phones, and health effects: where are we now?

Lucia Miligi

SS Epidemiologia dell'ambiente e del lavoro, SC Epidemiologia dei fattori di rischio e degli stili di vita, Istituto per lo studio, la prevenzione e la rete oncologica (ISPRO), Firenze

Corrispondenza: l.miligi@ispro.toscana.it

RIASSUNTO

Il presente intervento propone elementi utili per l'inquadramento del tema dell'esposizione a radiofrequenze (RF), in particolare a quelle riconducibili alle telecomunicazioni, e dei possibili effetti sulla salute, anche alla luce della rapida evoluzione delle tecnologie (avvento del 5G). Le novità in campo obbligano, infatti, a una riflessione sulle possibili implicazioni in termini di salute pubblica. Non si tratta di una revisione sistematica degli studi, ma di un tentativo di fare il **punto sugli aspetti più dibattuti**. Lo sviluppo delle telecomunicazioni sta creando grande interesse in tutti i settori per la possibilità di nuove applicazioni, ma sta anche aumentando la preoccupazione per gli effetti non ancora del tutto noti sulla salute, al punto che a livello sia nazionale sia internazionale c'è una mobilitazione crescente contro l'introduzione del 5G. **Gli studi epidemiologici e le metanalisi sulla relazione tra tumori e RF, in particolare quelli sui telefoni cellulari, individuano ancora aree di incertezza che devono essere approfondite e gli studi su effetti non cancerogeni stanno diventando sempre più numerosi, suggerendo la possibilità di nuovi rischi. Gli scenari che si apriranno con la sperimentazione del 5G modificheranno probabilmente il livello di esposizione complessivo della popolazione a seguito di importanti cambiamenti nell'architettura della rete. È importante, quindi, adottare un approccio fortemente cautelativo.** Date le forti preoccupazioni della popolazione, le istituzioni competenti dovrebbero implementare programmi di informazione e sensibilizzazione attraverso un'adeguata comunicazione del rischio.

Parole chiave: radiofrequenze, telefoni cellulari, 5G, salute pubblica, effetti sulla salute

ABSTRACT

This paper aims to present useful elements for framing the issue of exposure to radio frequencies (RFs), in particular those related to telecommunications, and the possible effects on health also in the light of the rapid evolution of technologies (the advent of 5G). New developments in the field oblige us to reflect on the possible implications in terms of public health. Here, we have preferred to take stock and not to demand a systematic review. The development of telecommunications is creating great interest in all sectors for the possibility of new applications, but is also increasing concern for the effects on health not yet fully known, to the point that there is a growing mobilization against the introduction of 5G both at national and at international level. Epidemiological studies and meta-analyses on the relationship between cancer and RFs, particularly those on mobile phones, still identify areas of uncertainty that need to be investigated, and studies on non-cancer effects are growing in number, suggesting the possibility of new risks. The relative scenarios that will open with the 5G trial are likely to change the overall exposure level of the population as a result of major changes in the network architecture. Therefore, it is important to adopt a strongly precautionary approach. Given the strong concerns of the population, the competent institutions should implement information and awareness programmes through adequate risk communication.

Keywords: radiofrequencies, mobile phones, 5G, public health, health impact

INTRODUZIONE

Lo sviluppo delle telecomunicazioni sta creando grande interesse per la possibilità di nuove applicazioni, ma al contempo sta anche aumentando la preoccupazione per gli effetti non ancora del tutto conosciuti sulla salute.

Per quanto riguarda i tumori, dopo la valutazione della IARC del 2013,¹ che aveva definito i campi elettromagnetici a radiofrequenze come cancerogeni possibili, sono stati condotti numerosi studi che hanno indagato soprattutto l'uso del cellulare e i tumori della testa e, recentemente, **sono usciti i risultati di due studi sperimentali su animale che presentano risultati positivi coerenti tra loro.** A luglio di quest'anno inoltre è stato pubblicato il rappor-

to ISTISAN 19/11² "Radiazioni a radiofrequenze e tumori: sintesi delle evidenze scientifiche", in cui si è inteso presentare il quadro delle conoscenze attuali.

I risultati dei recenti studi sperimentali, insieme agli annunci dell'uscita della nuova tecnologia 5G, hanno creato un forte allarme nella popolazione. Anche in Italia, così come in altri Paesi, si sono formati movimenti e associazioni per lo stop al 5G. Associazione dei medici per l'ambiente (ISDE-Italia) ha preparato un appello in cui esprime preoccupazione e, invocando il principio di precauzione, chiede la sospensione dell'utilizzo e della diffusione della tecnologia 5G.³

All'inizio del 2019, il Parlamento italiano, attraverso la

INTERVENTI

IX Commissione (trasporti, poste e telecomunicazioni), ha avviato un'indagine conoscitiva sulle nuove tecnologie delle telecomunicazioni, con particolare riguardo alla transizione al 5G e alla gestione dei *big data*. Nel febbraio 2019, vi è stata una specifica audizione, nel corso della quale ISDE e Legambiente hanno espresso preoccupazioni per l'immissione di una nuova tecnologia di cui ancora non si conoscono del tutto i possibili rischi e hanno chiesto l'applicazione del principio di precauzione e l'adozione di azioni volte a tutelare la popolazione esposta, soprattutto i più vulnerabili. In quest'ottica, è stato richiesto da Legambiente che non si alzino gli attuali valori limite e che si attivi una ricerca finalizzata a capire in quali ambienti è corretto o meno l'utilizzo dei 5G. I ricercatori dell'Istituto Ramazzini hanno presentato i risultati della sperimentazione animale da loro condotta sottolineando che i risultati ottenuti sono congruenti con quelli dello studio del *National Toxicology Program* (NTP) e hanno auspicato che anche i produttori di telefoni cellulari facciano i passi adeguati per l'adozione di un atteggiamento prudentiale e per ridurre l'esposizione della popolazione. Il ricercatore esperto in fisica, ascoltato in rappresentanza dell'Istituto superiore di sanità (ISS), ha fatto presente la distinzione tra effetti a breve e lungo termine ricordando i limiti di legge e ha fatto presente che la tecnologia 5G non è ancora stata studiata dal punto di vista epidemiologico e che questa tecnologia utilizza bande di frequenza diverse da quelle utilizzate finora, in particolare la banda di frequenza 24-28 GHz. Queste onde di elevata frequenza hanno una capacità di penetrazione nel corpo umano ridotta e non penetrano negli edifici, proprio per questo occorrerà installare numerosi ripetitori. Il rappresentante dell'ISS ha sottolineato che questa tecnologia servirà soprattutto sulla comunicazione tra dispositivi e che dovrebbe comportare la vicinanza delle antenne ai dispositivi piuttosto che alle persone.⁴ Un elemento addizionale in questo quadro è il recente appello firmato dal presidente del comitato scientifico di ISDE (Agostino Di Ciaula) e da Benedetto Terracini e pubblicato sul sito di ISDE,⁵ con cui si avanzano critiche al rapporto ISTISAN e se ne chiede il ritiro per procedere a una valutazione più ampia e completa delle conoscenze sugli effetti sulla salute a oggi disponibili. I firmatari dell'appello, infatti, chiedono che vengano considerati non solo gli effetti cancerogeni, ma tutti i possibili effetti sulla salute.

È ovvio, dunque, che il presente intervento non pretende di essere una revisione sistematica degli effetti sulla salute dell'esposizione a radiofrequenze (RF), in particolare quelle riconducibili alle telecomunicazioni, ma vuole presentare gli elementi essenziali del quadro complessivo, anche alla luce della rapida evoluzione delle tecnologie (avvento del 5G), che obbliga a una riflessione sulle possibili implicazioni in termini di salute pubblica.

BREVI CENNI SULL'EVIDENZA DISPONIBILE SULLA CANCEROGENICITÀ DELL'ESPOSIZIONE A RF

GLI STUDI EPIDEMIOLOGICI SU UTILIZZATORI DI TELEFONI CELLULARI

La valutazione di cancerogenicità presentata nella monografia IARC n.102 del 2013 si è basata soprattutto sugli studi effettuati sugli utilizzatori di telefoni cellulari.¹ Nella valutazione finale, la IARC conclude che i campi elettromagnetici a RF sono "possibili cancerogeni per l'uomo" (gruppo 2B), in quanto vi è limitata evidenza di cancerogenicità per l'uomo, limitata evidenza negli animali e debole supporto dagli studi sui meccanismi di azione. La valutazione si è basata principalmente sullo studio multicentrico internazionale caso controllo INTERPHONE e su studi caso controllo svedesi su meningiomi e gliomi e neurinomi acustici (effettuati dal gruppo del ricercatore svedese Lenart Hardell). La IARC, pur rilevando che gli studi sono stati affetti da *bias* di selezione e di informazione, osserva un incremento di rischio di glioma e di neurinoma acustico in relazione all'esposizione a telefoni mobili nei soggetti con esposizione cumulativa più elevata che hanno usato il cellulare nella stessa parte dove si è sviluppato il tumore e nel lobo temporale (area cerebrale maggiormente esposta quando si usa un cellulare all'orecchio).¹

Dopo la valutazione della IARC, sono stati pubblicati altri studi epidemiologici sugli utilizzatori di cellulari, tra cui aggiornamenti degli studi del gruppo di Hardell,⁶ dello studio INTERPHONE,⁷ studi condotti in Francia,⁸ Svezia⁹ e in Corea,¹⁰ analisi *pooled* degli studi,¹¹ metanalisi,¹²⁻¹⁶ fino ad arrivare alla più recente metanalisi di Röösl.¹⁷

Lo studio del gruppo svedese di Hardell⁶ sui gliomi, condotto nel periodo 2007-2009 su base nazionale, osserva incrementi di rischio per uso del cellulare anche per moderate durate e quantità di uso; risultati analoghi sono stati osservati per i neurinomi acustici.

Lo studio INTERPHONE⁷ ha prodotto diversi approfondimenti sul dataset originale; tra questi, un'analisi spaziale della relazione tra sede del glioma e distanza dalla sede di esposizione, mettendo in evidenza un aumento di rischio per distribuzione intracranica del glioma e lateralità d'uso così come riferita dal soggetto, indipendentemente, però, dall'intensità d'uso.

Lo studio francese,⁸ invece, non osserva aumenti di rischio per uso regolare del cellulare né per glioma né per meningioma, ma una tendenza all'aumento del rischio per durata di utilizzo e per ore totali.

Lo studio svedese di Patterson⁹ osserva lievi incrementi di rischio non statisticamente significativi per uso regolare, ma con attenuazione del rischio per uso ≥10 anni o per uso ipsilaterale della sede tumorale, e un incremento di rischio non significativo per il quartile superiore di utilizzo.

Lo studio coreano¹⁰ non trova associazione per uso di te-

INTERVENTI

lefonari cellulari e gliomi, ma osserva un aumento di rischio per uso ipsilaterale.

Gli studi di coorte più recenti, come l'aggiornamento della coorte danese¹⁸ su 358.403 utilizzatori di telefoni cellulari e la *Million Women cohort* britannica,¹⁹ non hanno mostrato aumenti di rischio.

Gli autori del rapporto ISTISAN² concludono che dai risultati della metanalisi degli studi pubblicati fino al 2017, non si rileva un aumento di incidenza dei tumori intracranici in relazione all'uso prolungato del cellulare (≥ 10 anni). Si rileva comunque che i risultati per glioma acustico sono eterogenei e che alcuni studi riportano incrementi di rischio in relazione all'uso intenso e prolungato.

Gli autori fanno presente che rimangono

aree d'incertezza riguardo a periodi di

latenza superiori ai 15 anni, ai tipi di

tumore cerebrale più rari e agli effetti

dell'inizio dell'uso del cellulare nell'infanzia.

Tali risultati sono in linea con quelli

di altre due metanalisi pubblicate

in precedenza,^{12,13} ma non con altre tre

che riportano aumenti di rischio significativi

per tumori cerebrali negli utilizzatori per

un tempo più lungo.¹⁴⁻¹⁶

Per quanto riguarda i tumori nell'età

infantile e giovanile, non presi in

considerazione negli studi svedesi o in

INTERPHONE, dopo la classificazione della

IARC è stato pubblicato solo uno studio,

CEFALO,²⁰ che non ha mostrato complessivamente

un aumento di rischio tra chi ha usato regolarmente

il cellulare, anche se in un'analisi limitata a un sottogruppo

si osserva un aumento del rischio con l'aumento della

latenza dall'inizio dell'uso, ma non con la frequenza.

È in corso lo studio caso controllo internazionale MOBI-Kids

sui tumori cerebrali infantili e dell'adolescenza, lo studio

più grande finora condotto su queste classi di età e disegnato

in modo da limitare al massimo i bias che avevano caratterizzato

gli studi precedenti sugli adulti.²¹⁻²³

PROBLEMI DI VALIDITÀ DEGLI STUDI

Va sottolineata la difficoltà di studiare l'esposizione a telefoni cellulari. Si tratta, infatti, di una esposizione complessa, in continua evoluzione e con cambiamenti nelle modalità di utilizzo da parte degli utenti. Il problema della misclassificazione dell'esposizione può affliggere e aver afflitto gli studi a oggi condotti. Sono stati, però, condotti recenti studi di validazione dell'esposizione. Nell'ambito dello studio MOBI-Kids, lo studio MOBI-EXPO apposi-

tamente disegnato per raccogliere informazioni sull'uso dei cellulari attraverso l'applicazione di uno specifico software nel cellulare, ha fornito informazioni importanti per i futuri studi epidemiologici, ma anche per disegnare strategie future di minimizzazione dell'esposizione²³ e ha indicato che i giovani possono ricordare l'uso del cellulare abbastanza bene.²⁴ Sono state confrontate le informazioni sull'uso del cellulare dichiarate dai soggetti e le informazioni derivanti dagli operatori telefonici per conoscere il grado di concordanza e si è osservato che le informazioni desunte da parte dei gestori non rappresentano un *gold standard* per le peculiarità d'uso dei giovani.²⁵

Problemi di *recall bias* e *bias* di selezione o partecipazione

sono stati considerati con modelli di simulazione

nell'ambito dello studio CEFALO, suggerendo che errori e

bias che portano una sottostima della

forza dell'associazione sono comunque piccoli.²⁶

GLI STUDI EPIDEMIOLOGICI

SU ESPOSIZIONI A STAZIONI RADIOBASE

Le esposizioni derivanti non dall'uso del telefono

cellulare, ma da altri sorgenti, quali le stazioni radio-

base (SRB), sono di natura diversa, soprattutto perché questa

non si limita alla testa e, come appare da studi di monitoraggio,

è di minore intensità.² Per queste esposizioni,

la normativa nazionale prevede limiti e livelli

d'attenzione tra i più bassi in Europa; d'altro

canto sono proprio queste le esposizioni che maggiormente

preoccupano la popolazione. Uno studio sui tumori infantili

e residenza della madre in gravidanza e sulla vicinanza

a stazioni radiobase e sulle caratteristiche tecniche delle

stazioni radiobase fornite dai gestori, pubblicato nel 2010,

non aveva rilevato aumenti di rischio,²⁷ mentre un altro

grande studio effettuato a Taiwan per esposizione dei bambini

residenti vicino a un'antenna radiobase mostra un lieve

aumento di rischio, ma gli autori dichiarano che lo studio

è affetto da numerosi limiti metodologici.²⁸

Nelle conclusioni del già ricordato Rapporto ISTISAN

si specifica che le evidenze epidemiologiche sul rischio

di tumori pediatrici ed esposizioni a SRB sono limitate,

e anche gli studi più recenti, e che hanno indagato in

particolare il rischio di leucemie infantili in relazione alla

vicinanza ad antenne radio televisive utilizzando disegni

adeguati di valutazione dell'esposizione, non confermano

quanto suggerito nei primi studi.²



INTERVENTI

I NUOVI STUDI SPERIMENTALI SU ANIMALI

La IARC, alla luce della revisione dei risultati degli studi sperimentali su animali, concludeva nella monografia del 2013 che c'è limitata evidenza per la cancerogenicità delle RF.¹ Nel 2018, sono stati pubblicati i risultati di due studi sperimentali su animale, rispettivamente del **National Toxicology Program** (NTP)^{29,30} e dell'**Istituto Ramazzini**.³¹

Lo studio dell'NTP consiste in due esperimenti in parallelo, uno sui ratti e uno sui topi, su esposizione a RF a tutto il corpo per due differenti modulazioni utilizzate dai gestori di cellulari sia negli Stati Uniti sia in Europa (GSM e CDMA). Per quanto riguarda i tumori, lo studio ha rilevato che **livelli di esposizioni più elevati a RF, nel 2G e 3G (sia GSM sia CDMA) provocano un più alto numero di tumori del cuore e del cervello**. Sulla base dei risultati, l'NTP **valuta l'esistenza di una chiara evidenza per i tumori delle cellule del cuore nei ratti maschi** (schwannoma maligno), **qualche evidenza per i tumori del cervello sempre nei ratti maschi** (gliomi maligni), **qualche evidenza per tumori delle ghiandole surrenali nei ratti maschi** (feocromocitoma). L'NTP specifica, inoltre, che i risultati degli studi condotti su animale **non possono essere direttamente applicati all'uomo, dato che i livelli di esposizione e la durata sono maggiori di quelli che la popolazione può ricevere dai telefoni cellulari e che non riguardano esposizioni (4G o 5G) né per frequenze e modulazioni utilizzate per il Wi-Fi**.^{29,30}

Lo studio dell'**Istituto Ramazzini** è stato condotto su ratti maschi e femmine esposti sull'intero corpo **dal periodo prenatale alla morte naturale**. Anche in questo studio, si osserva **un aumento di incidenza di tumori di tipo schwannoma del cuore nei ratti maschi esposti alle più alte dosi (50 V/m)**. Inoltre, è stato osservato **un aumento non statisticamente significativo di iperplasia delle cellule di Schwann del cuore sia nei maschi sia nelle femmine alle più alte esposizioni**, così come **aumenti di rischio dei tumori maligni della glia nelle femmine trattate alle più alte dosi**. Gli autori dello studio concludono che questi risultati sono coerenti e rinforzano i risultati dello studio dell'NTP, anch'essi rilevando che il tipo di tumori è lo stesso di quello osservato negli studi epidemiologici e che questi studi sperimentali **forniscono sufficiente evidenza per una rivalutazione della cancerogenicità delle RF da parte della IARC**.³¹

L'International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) ha pubblicato una valutazione critica dei due studi³² segnalandone i punti di forza e i limiti. Nel rapporto ISTISAN viene sottolineato che **i livelli di esposizione utilizzati nei due studi sono molto più elevati di quelli rilevabili in ambiente e della norma nazionale**.²

Una recente **review sui 5G** e studi in vivo e in vitro sot-

tolinea che **non esiste una relazione coerente tra densità di potenza, durata, o frequenza di esposizione anche se gli studi disponibili non forniscono informazioni sufficienti e adeguate per una completa valutazione sulla sicurezza di questa tecnologia o sulla questione degli effetti non termici**.³³

ALTRI EFFETTI SULLA SALUTE

I tumori non sono gli unici effetti sulla salute che sono stati associati all'esposizione a RF. Anche se numericamente meno numerosi rispetto agli studi sui tumori, coinvolgono molte funzioni, da quelle riproduttive a quelle neurologiche.

Per quanto riguarda gli **aspetti riproduttivi**, un recente studio su quattro coorti di nascita e sull'uso del cellulare in gravidanza ha osservato per le donne nella categoria intermedia di esposizione nascite a un'età gestazionale più bassa.³⁴ **Alcuni effetti sulla qualità spermatica** (frammentazione del DNA spermatico) sono stati associati ai soggetti nel gruppo a maggior frequenza d'uso di cellulari.³⁵ Sono stati indagati **problemi comportamentali** e **capacità di concentrazione negli adolescenti** ed esposizione a RF derivanti dall'uso del telefono cellulare e altre apparecchiature *wireless*. Uno studio del 2016 non trova associazione³⁶ mentre un altro studio, sostanzialmente negativo, osserva che nei bambini che vivono in aree ad alta esposizione si possono manifestare alcuni effetti.³⁷ Sono stati suggeriti effetti di natura psichiatrica, quali la **depressione** o **disturbi del sonno**, per **uso eccessivo del telefono cellulare negli adolescenti**.³⁸ La possibilità della comparsa di possibili effetti neurologici, fenomeni di dipendenza e problemi comportamentali nei bambini e negli adolescenti costituiscono un punto di allarme e forte preoccupazione.³⁹

LE VALUTAZIONI SUGLI EFFETTI SULLA SALUTE DELL'ESPOSIZIONE A RF E I NUOVI STUDI

Gli effetti sulla salute delle RF sono stati e sono molto studiati come documentato dal sito EMF portal⁴⁰ che sintetizza sistematicamente la ricerca scientifica sugli effetti dei campi elettromagnetici e rende disponibile un utilissimo database degli articoli.

Le evidenze sulla cancerogenicità delle RF sono state considerate anche nel rapporto della Commissione europea sui rischi emergenti del 2015 insieme anche alla valutazione su altri effetti sulla salute.⁴¹

Secondo quanto riportato nelle conclusioni del rapporto, c'è **evidenza limitata di studi su effetti neurologici** e sui **sintomi**; per quanto riguarda gli **studi sullo sviluppo nel bambino** e **problemi comportamentali**, **gli studi presentano risultati conflittuali e limitazioni metodologiche**. Nel complesso, gli studi epidemiologici non mostrano aumenti di rischio per i tumori cerebrali, ma alcuni sollevano que-

INTERVENTI

siti da approfondire riguardanti un aumentato di rischio di glioma e neuroma acustico negli forti utilizzatori di telefoni cellulari.

Anche l'OMS dovrebbe preparare un aggiornamento della valutazione di tutti i rischi per la salute derivanti da esposizione a radiofrequenze.

Sono, inoltre, in corso studi internazionali, come GeRoNiMO che si focalizza sugli effetti delle RF sulla salute, quali i tumori, le malattie neurodegenerative, comportamento, esiti riproduttivi negativi e invecchiamento, che utilizza nuovi metodi di valutazione dell'esposizione,⁴² e lo studio SCAMP sui bambini per valutare la relazione tra l'uso del telefono cellulare e altri dispositivi a RF e sviluppo neuro cognitivo e comportamentale.⁴³

CONSIDERAZIONI GENERALI

L'obiettivo di questo intervento era dare un quadro generale su quanto successo recentemente e fornire elementi che possano essere utili per una discussione tra i lettori di *E&P* su una questione che, come si è cercato di mettere qui in evidenza, presenta un'intrinseca complessità.

Gli impianti di telecomunicazione sono aumentati nel tempo, ma l'intensità dei segnali è diminuita passando dai sistemi analogici a quelli digitali e alcune misure possono abbassare le esposizioni (dalla schermatura rappresentata degli edifici per quanto riguarda l'esposizione alle stazioni radiobase o l'uso di auricolare o viva voce nell'utilizzo del cellulare). D'altro lato, il numero di utenti di telefonia è in aumento e preoccupa l'uso dei cellulari nei bambini e nei giovani.²

Inoltre, le reti 5G rappresentano un'ulteriore evoluzione della tecnologia e andranno a modificare anche le modalità di utilizzo delle radiofrequenze, dato che sicuramente le emittenti aumenteranno numericamente anche per le molteplicità delle applicazioni (reti connessione uomo-uomo, uomo-macchina, macchina-macchina) e al momento non è possibile prevedere i livelli ambientali di RF a esse associate. L'introduzione della tecnologia 5G potrà, quindi, portare a scenari di esposizione molto complessi, con livelli di campo fortemente variabili nel tempo e nello spazio e nell'uso delle risorse delle bande di frequenza.²

Di conseguenza, come spiegato nel rapporto ISTISAN, un singolo valore (medio o di picco) valutato in un'area o in un intervallo di tempo potrebbe non essere la metrica valida per descrivere un'esposizione caratterizzata da un grado di incertezza e variabilità senza precedenti e forse sarà necessario impiegare altre metodiche e fare riferimento a nuove linee guida. Se da una parte aumenteranno sul territorio il numero di punti di emissioni, dall'altra le potenze medie di questi impianti dovrebbero essere più basse e la rapida variazione temporale dei segnali porterà a un'ulteriore riduzione dei livelli medi.² Comunque una valutazione adeguata dell'impatto di questa tecnolo-

gia sarà possibile solo a seguito della conoscenza dettagliata delle caratteristiche tecniche degli impianti e della loro distribuzione sul territorio.² Sono attualmente in corso in Italia le prime sperimentazioni, ovvero le prime applicazioni, il cui impatto viene valutato dalle ARPA regionali. Sarà quindi necessario lo sviluppo della normativa tecnica nazionale e/o l'emanazione di specifiche linee guida da parte del Sistema nazionale di protezione ambientale (SNPA). Monitorare i livelli di esposizioni della popolazione diventa un imperativo fondamentale per capire cosa sta succedendo e per fornire indicazioni utili anche per la conduzione degli studi epidemiologici.

A mio avviso, in attesa che vengano condotti ulteriori studi epidemiologici che chiariscano meglio gli effetti sulla salute di queste esposizioni e che siano caratterizzati da una definizione dell'esposizione che tenga conto del contributo di tutte le fonti di RF, dovrebbe essere adottato un approccio cautelativo. Rispetto a questo, si sottolinea che l'Agenzia nazionale francese per la sicurezza ambientale e sanitaria (ANSES) ha redatto un rapporto nel 2013 contenente raccomandazioni prioritarie per limitare le esposizioni a radiofrequenze, tenendo conto in particolare dei soggetti maggiormente esposti al rischio.⁴⁴ In Italia, il Ministero della salute fornisce, sul suo proprio sito, numerosi elementi conoscitivi e raccomandazioni sul tema telefoni cellulari e salute.⁴⁵ A luglio scorso è iniziata una campagna informativa per un uso corretto del cellulare realizzata dai Ministeri della salute, dell'istruzione, università e ricerca, e dell'ambiente e tutela del territorio e del mare. Ritengo che una campagna comunicativa come questa possa essere utile, ma che certo non sia sufficiente rispetto alla complessità che abbiamo cercato di delineare. Sarebbe necessario un piano strutturato di informazione, comunicazione e sensibilizzazione che illustri tutti gli aspetti, dalle evidenze, o mancanze di evidenze, sui diversi rischi, al controllo delle esposizioni e del rispetto dei limiti, agli scenari che si aprono con l'introduzione delle nuove tecnologie come il 5G. In particolare, non si può non sottolineare che, mentre ancora si sta discutendo sugli effetti del 3G e 4G, sono già state vendute le bande di frequenza sui 5G, ovvero su una tecnologia le cui implicazioni sono ancora poco prevedibili, come peraltro si sottolinea anche nel recente rapporto ISTISAN. Sicuramente, a oggi ancora non si vede un adeguato coinvolgimento delle diverse istituzioni competenti in materia (salute, telecomunicazioni e ambiente) che lavorino insieme per affrontare i diversi aspetti che questa tecnologia comporta. Del resto, occorre considerare che le preoccupazioni della popolazione hanno portato alcuni sindaci al rifiuto della "sperimentazione" del 5G nel loro territorio⁴⁶ e le controversie sembrano essere presenti anche a livello europeo. Come è evidente, la situazione non è tale da consentire una qualche conclusione. Certo, il punto non è quello di ostacolare o meno il progresso tecnico e le sue applicazioni, ma

INTERVENTI

piuttosto quello di tenere presente quanto queste nuove tecnologie abbiano implicazioni su molti e diversi aspetti che oltretutto non riguardano solo le implicazioni per la salute, nonostante questo sia l'aspetto fondamentale e il più complesso da indagare. Ciò che più inquieta è la sensazione di essere di fronte a un avanzamento tecnologico che sembra sfuggire alla possibilità di controllo e rispetto a cui

si giustifica il monito di chi ammonisce che bisogna «stare attenti che la potenza tecnica non diventi prepotenza». ⁴⁷

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno.

Ringraziamenti: ringrazio la collega Caterina Ferrari (ISPRO, Firenze) per l'aiuto nella stesura di questo contributo.

BIBLIOGRAFIA

- IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Non-ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. Volume 102. Lyon, IARC, 2013.
- Lagorio S, Anglesio L, d'Amore G, Marino C, Scarfi MR. Radiazioni a radiofrequenze e tumori: sintesi delle evidenze scientifiche. Rapporti ISTISAN 19/11. Roma, Istituto Superiore di Sanità, 2019.
- http://www.isde.org/5G_appeal.pdf
- https://www.camera.it/leg18/203?idLegislatura=18&idCommissione=&tipoElenco=indaginiConoscitiveCronologico&annoMese=&breve=c09_telecomunicazioni&alendario=false&soloSten=false
- <https://www.change.org/p/ministero-della-sanit%c3%a0-il-rapporto-iss-su-radiofrequenze-e-cancro-%c3%a8-inadeguato-a-tutelare-la-salute-pubblica?signed=true>
- Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH. Case-control study of the association between malignant brain tumours diagnosed between 2007 and 2009 and mobile and cordless phone use. *Int J Oncol* 2013;43(6):1833-45.
- Grell K, Frederiksen K, Schüz J et al. The intracranial distribution of gliomas in relation to exposure from mobile phones: analyses from the INTERPHONE study. *Am J Epidemiol* 2016;184(11):818-28.
- Coureau G, Bouvier G, Lebailly P et al. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. *Occup Environ Med* 2014;71(7):514-22.
- Pettersson D, Mathiesen T, Prochazka M et al. Long-term mobile phone use and acoustic neuroma risk. *Epidemiology* 2014;25(2):233-4.
- Yoon S, Choi JW, Lee E, An H, Choi HD, Kim N. Mobile phone use and risk of glioma: a case-control study in Korea for 2002-2007. *Environ Health Toxicol* 2015;30:e2015015.
- Hardell L, Carlberg M. Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma - Analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997-2003 and 2007-2009. *Pathophysiology* 2015;22(1):1-13.
- Lagorio S, Rössli M. Mobile phone use and risk of intracranial tumors: a consistency analysis. *Bioelectromagnetics* 2014;35(2):79-90.
- Repacholi MH, Lerchl A, Rössli M et al. Systematic review of wireless phone use and brain cancer and other head tumors. *Bioelectromagnetics* 2012;33(3):187-206.
- Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szymczak W. Mobile phone use and risk for intracranial tumors and salivary gland tumors - A meta-analysis. *Int J Occup Med Environ Health* 2017;30(1):27-43.
- Prasad M, Kathuria P, Nair P, Kumar A, Prasad K. Mobile phone use and risk of brain tumours: a systematic review of association between study quality, source of funding, and research outcomes. *Neurol Sci* 2017;38(5):797-810.
- Wang P, Hou C, Li Y, Zhou D. Wireless Phone Use and Risk of Adult Glioma: Evidence from a Meta-Analysis. *World Neurosurg* 2018;115:e629-36.
- Rössli M, Lagorio S, Schoemaker MJ, Schüz J, Feychting M. Brain and salivary gland tumors and mobile phone use: evaluating the evidence from various epidemiological study designs. *Annu Rev Public Health* 2019;40:221-38.
- Frei P, Poulsen AH, Johansen C, Olsen JH, Steding-Jessen M, Schüz J. Use of mobile phones and risk of brain tumours: update of Danish cohort study. *BMJ* 2011;343:d6387
- Benson VS, Pirie K, Schüz J, Reeves GK, Beral V, Green J. Million Women Study Collaborators. Mobile phone use and risk of brain neoplasms and other cancers: prospective study. *Int J Epidemiol* 2013;42(3):792-802.
- Aydin D, Feychting M, Schüz J et al. Mobile phone use and brain tumors in children and adolescents: a multicenter case-control study. *J Natl Cancer Inst* 2011;103(16):1264-76.
- Sadetzki S, Langer CE, Bruchim R et al. The MOBI-Kids Study Protocol: Challenges in Assessing Childhood and Adolescent Exposure to Electromagnetic Fields from Wireless Telecommunication Technologies and Possible Association with Brain Tumor Risk. *Front Public Health* 2014;2:124.
- Turner MC, Gracia-Lavedan E, Momoli F et al. Non-participation Selection Bias in the MOBI-Kids Study. *Epidemiology* 2019;30(1):145-53.
- Langer CE, de Llobet P, Dalmau A et al. Patterns of cellular phone use among young people in 12 countries: implications for RF exposure. *Environ Int* 2017;107:65-74.
- Goedhart G, van Wel L, Langer CE et al. Recall of mobile phone usage and laterality in young people: The multinational Mobi-Expo study. *Environ Res* 2018;165:150-57.
- Mireku MO, Mueller W, Fleming C et al. Total recall in the SCAMP cohort: Validation of self-reported mobile phone use in the smartphone era. *Environ Res* 2018;161:1-8.
- Aydin D, Feychting M, Schüz J et al. Impact of random and systematic recall errors and selection bias in case-control studies on mobile phone use and brain tumors in adolescents (CEFALO study). *Bioelectromagnetics* 2011;32(5):396-407.
- Elliott P, Toledano MB, Bennett J et al. Mobile phone base stations and early childhood cancers: case-control study. *BMJ* 2010;340:c3077.
- Li CY, Liu CC, Chang YH, Chou LP, Ko MC. A population-based case-control study of radiofrequency exposure in relation to childhood neoplasm. *Sci Total Environ* 2012;435-436:472-78.
- National Toxicology Program. Toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radiofrequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. NTP Technical Report 596. Research Triangle Park (NC), NTP, 2018.
- National Toxicology Program. Toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radiofrequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. NTP Technical Report 596. Research Triangle Park (NC), NTP, 2018.
- Falcioni L, Bua L, Tibaldi E et al. Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. *Environ Res* 2018;165:496-503.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP Note: Critical Evaluation of Two Radiofrequency Electromagnetic Field Animal Carcinogenicity Studies Published in 2018. *Health Phys* 2019. [Epub ahead of print]
- Simkó M, Mattsson MO. 5G Wireless Communication and Health Effects-A Pragmatic Review Based on Available Studies Regarding 6 to 100 GHz. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16(18): pii: E3406.
- Tsarina E, Reedijk M, Birks LE et al. Associations of Maternal Cell-Phone Use During Pregnancy With Pregnancy Duration and Fetal Growth in 4 Birth Cohorts. *Am J Epidemiol* 2019;188(7):1270-80.
- Rago R, Salacone P, Caponecchia L et al. The semen quality of the mobile phone users. *J Endocrinol Invest* 2013;36(11):970-74.
- Roser K, Schoeni A, Rössli M. Mobile phone use, behavioural problems and concentration capacity in adolescents: A prospective study. *Int J Hyg Environ Health* 2016;219(8):759-69.
- Calvente I, Pérez-Lobato R, Núñez MI et al. Does exposure to environmental radiofrequency electromagnetic fields cause cognitive and behavioral effects in 10-year-old boys? *Bioelectromagnetics* 2016;37(1):25-36.
- Tamura H, Nishida T, Tsuji A, Sakakibara H. Association between Excessive Use of Mobile Phone and Insomnia and Depression among Japanese Adolescents. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(7): pii:E701.
- Hardell L. Effects of Mobile Phones on Children's and Adolescents' Health: A Commentary. *Child Dev* 2018;89(1):137-40.
- <https://www.emf-portal.org/en>
- European Commission, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified SCENIHR. Opinion on Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF) 2015 SCENIHR
- <http://radiation.isglobal.org/index.php/en/project-description/geronimo-project-description>
- <https://www.scampstudy.org/>
- <https://www.anses.fr/en/content/radiofrequency-radiation-mobile-telephones-and-wireless-technologies>
- http://www.salute.gov.it/portale/news/p3_2_3_1_1.jsp?lingua=italiano&menu=dossier&p=dossier&id=7
- La Stampa, 5 agosto 2019. Internet a 5G entro il 2020, lo stop di alcuni sindaci: «Rischi per la salute dei cittadini».
- L'Espresso, 6 agosto 2019. Pacini M. Emanuele Severino: «Attenti alla potenza tecnica che diventa prepotenza».