

EFFETTI SULLA RIPRODUZIONE E SULLA FERTILITA'

RIPRODUZIONE FEMMINILE – STUDI SUGLI EFFETTI PRENATALI E POSTNATALI

Il famoso istituto svedese Karolinska di Stoccolma ha pubblicato il 3 febbraio 2011 un comunicato stampa, emettendo un avviso riguardo alle tecnologie wireless, come cellulari, telefoni cordless e Wi-Fi, poiché rappresentano un rischio per bambini e donne incinte. Secondo il comunicato, è necessario abbassare i limiti di esposizione: "Gli attuali standard statunitensi e ICNIRP per le radiazioni a radiofrequenza e microonde dalle tecnologie wireless sono del tutto inadeguati. Non sono mai stati concepiti per affrontare il tipo di esposizione derivante dai dispositivi wireless che ora colpisce oltre 4 miliardi di persone". (Olle Johansson, professore, Dipartimento di neuroscienze, Karolinska Institute, Stoccolma, sagereports.com/smart-meter-rf/?page_id=382).

Nakamura e colleghi (2000) hanno esaminato l'impatto dell'esposizione continua a radiazioni a 2,45 GHz (2 mW/cm² per 90 minuti) sulla gravidanza, sull'utero, sul flusso sanguigno tra utero e placenta, e sui livelli di ormoni e mediatori biochimici (corticosterone, estradiolo, prostaglandina E₂, prostaglandina F_{2α}). L'esposizione ha ridotto il flusso sanguigno e aumentato i livelli di progesterone e prostaglandina F_{2α} negli animali gravidi, mentre gli effetti sui livelli di corticosterone ed estradiolo erano simili in animali gravidi e non gravidi. Le radiazioni a 2,45 GHz potrebbero influire sul ciclo utero/placenta a causa della prostaglandina F_{2α}, rappresentando un possibile fattore di rischio per la gravidanza.

Margaritis et al. (2014) hanno studiato l'oogenesi nelle ovaie di due ceppi di *Drosophila* (moscerino della frutta) esposti a campi elettromagnetici di diverse frequenze per valutare la loro idoneità come biomarcatori. Sono stati esaminati la capacità riproduttiva (fecondità) e l'apoptosi durante l'oogenesi. Sono stati analizzati gli effetti della modulazione degli impulsi e della radiazione a onda continua, con esposizioni a un forno a microonde, Bluetooth (intensità di campo minima 0,3 V/m nei primi 7 giorni) e Wi-Fi (2,44 GHz, 2,1 V/m, impulso 10 Hz, durata dell'impulso 1 ms). Gli animali non trattati e sottoposti a esposizione fittizia hanno servito come controlli.

Tutti i tipi di radiazioni, comprese le radiazioni Bluetooth di basso livello fino a 22 V/m dai telefoni cellulari, hanno mostrato un aumento significativo del tasso di apoptosi e una riduzione della fecondità dal 10% (Wi-Fi e Bluetooth) al 30% (telefoni cellulari e telefoni cordless DECT). Le radiazioni sembrano influire su meccanismi sconosciuti durante le fasi di sviluppo degli ovociti, riducendo significativamente il numero di pupe nella prole. Gli autori suggeriscono che gli effetti non sono mediati dai componenti ELF, ma dagli impulsi. Nonostante il livello di esposizione relativamente basso, il Bluetooth ha causato danni simili a quelli causati da segnali senza impulsi emessi da un generatore FM, che a 13 V/m erano 43 volte superiori ai livelli di esposizione Bluetooth.

Özorak e Naziroğlu (2013) hanno studiato la prole maschile di ratti femmine esposti a radiazioni a 2450, 900 e 1800 MHz (1 ora al giorno, 5 giorni a settimana durante la

gravidanza e per 6 settimane dopo la nascita, con una densità di potenza di 12 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ e un campo elettrico di 10 V/m, e con un SAR corporeo totale compreso tra 0,01 e 1,2 W/kg, con una media di $0,18 \pm 0,07$ W/kg). Lo studio in doppio cieco ha analizzato reni e testicoli per la presenza di oligoelementi (cromo, rame, ferro, manganese, selenio e zinco), che agiscono come cofattori negli enzimi antiossidanti, e per i parametri ossidativi della perossidazione lipidica, glutazione e glutazione perossidasi, e le vitamine A, E e beta-carotene nei reni e nel tessuto testicolare della prole di 4, 5 e 6 settimane. Gli animali di 4 settimane hanno mostrato una maggiore sensibilità alle radiazioni rispetto agli animali di 5 e 6 settimane. Nei ratti di 6 settimane, lo stress ossidativo ha determinato differenze significative nei livelli di stato antiossidante totale (TAS), perossidazione lipidica, rame e ferro nei reni rispetto ai controlli. Gli autori concludono che l'esposizione a radiazioni a 900, 1800 e 2450 MHz può causare stress ossidativo nei reni e nei testicoli dei ratti giovani, riflesso in un aumento della perossidazione lipidica e dei livelli di ferro ossidabile, e una riduzione dei livelli di oligoelementi, TAS e glutazione (GSH) nei reni e nei testicoli degli animali in via di sviluppo, paragonabile alla pubertà umana.

Shahin et al. (2013) hanno esaminato topi femmina esposti a radiazioni a 2,45 GHz (densità di potenza non termica di $0,033549$ mW/cm², SAR di $0,023023$ W/kg, 2 ore al giorno per 45 giorni). Dopo 45 giorni, sono stati prelevati campioni di sangue e omogenati di tessuto dai reni e dalle ovaie per analizzare i parametri delle cellule del sangue (eritrociti, leucociti, rapporto tra neutrofili e linfociti, emoglobina), le rotture del DNA, NO, nitriti/nitrati (NO₂-/NO₃-), progesterone (P4), estradiolo (E2), ROS ed enzimi antiossidanti, superossido dismutasi (SOD), catalasi (CAT) e glutazione perossidasi (GSH-Px). Negli animali esposti è stato osservato un aumento significativo dei ROS, dell'emoglobina, del conteggio totale degli eritrociti e dei leucociti, delle rotture del DNA e degli ormoni (P4 ed E2 erano elevati nel plasma rispetto ai controlli, ma in modo significativo solo E2), oltre a una diminuzione significativa di NO e dell'attività enzimatica antiossidante in tutti gli organi esaminati. Le radiazioni a microonde di basso livello inducono risposte fisiologiche allo stress nei topi gravidi, con conseguente morte embrionale. Nelle ovaie, i follicoli erano ingranditi, il numero di embrioni era significativamente ridotto e lo sviluppo embrionale ritardato. Gli autori attribuiscono gli effetti negativi allo stress ossidativo (i ROS compromettono il sistema di difesa antiossidante e possono portare all'apoptosi), a variazioni nei livelli di progesterone ed estradiolo e alle rotture del DNA. Le variazioni nel conteggio dei leucociti indicano un processo infiammatorio. Le radiazioni a 2,45 GHz sono un potente fattore scatenante dello stress ossidativo. Nel primo studio longitudinale su questo tipo di radiazione, Sangün et al. (2015) hanno analizzato gli effetti dell'esposizione prolungata alle radiazioni Wi-Fi (2,45 GHz) sulla crescita e sullo sviluppo di giovani ratti femmina. Durante l'embriogenesi, che è una fase di sviluppo molto vulnerabile, gravi danni possono derivare da esposizioni esterne a sostanze chimiche o radiazioni. Le giovani femmine sono state sottoposte a esposizione simulata e a esposizione prenatale e postnatale (radiazioni a 2,45 GHz per 1 ora al giorno fino alla pubertà, con un campo elettrico di 45,5 V/m e un SAR corporeo totale di $0,143$ W/kg). Alla pubertà, sono stati prelevati campioni di siero, tessuti ovarici e cerebrali per determinarne lo stato ossidativo e antiossidativo.

È stato rilevato stress ossidativo cronico in entrambi gli organi. Nel siero sono stati misurati i livelli di ormone follicolo-stimolante (FSH), ormone luteinizzante (LH), 17 β -estradiolo (E2) e fattore di crescita insulino-simile 1 (IGF-1). Solo l'LH è aumentato significativamente nel siero dopo l'esposizione pre e postnatale rispetto ai controlli con esposizione simulata. Inoltre, ipotalamo e ovaie sono stati analizzati istologicamente per identificare eventuali cambiamenti cellulari e tissutali, senza riscontrare differenze significative. L'esposizione prenatale a 2,45 GHz ha causato compromissioni nella crescita e pubertà ritardata nei ratti femmina. I livelli di esposizione nello studio erano conformi ai limiti internazionali di esposizione. L'esposizione cronica alle radiazioni Wi-Fi, soprattutto durante la fase intrauterina e la prima infanzia, può avere effetti negativi sulla crescita e sulla pubertà. Gli autori raccomandano l'adozione di misure precauzionali nelle vicinanze di queste fonti di radiazioni e in caso di esposizione prolungata.

Yüksel e Nazıroğlu et al. (2016) hanno esposto ratti femmina a 900, 1800 e 2450 MHz per un anno. Successivamente, madri e prole sono state analizzate per valutare lo stato ormonale e lo stress ossidativo. Nella prole di 4, 5 e 6 settimane, gli effetti delle radiazioni erano più pronunciati rispetto alle madri, con differenze particolarmente evidenti per l'esposizione a 2,45 GHz. La revisione di Desai, Kesari e Agarwal (2009) riassume i risultati degli studi sulle radiazioni RF (telefono cellulare e 2,45 GHz) e i loro effetti sul sistema riproduttivo. Gli autori concludono che, oltre ad altri danni (come a DNA, membrane cellulari e omeostasi del calcio), la fertilità maschile potrebbe essere compromessa e i limiti di esposizione attualmente validi dovrebbero essere abbassati. Altre sette revisioni giungono a conclusioni simili, coprendo tutte le gamme di frequenza: **Adams et al. (2014)**, **Agarwal et al. (2011)**, **Behari e Rajamani (2012)**, **Bellieni e Pinto (2012)**, **British Columbia Centre for Disease Control (BCCDC) (2013)**, **Dama e Bhat (2011)**, **Gye e Park (2011)**, **La Vignera et al. (2012)**.

Maurizio GIANI
Presidente Associazione C.C.E.
Comuni Contro Elettrosmog



San Diego (CALIFORNIA)
7-febbraio-2025