



Studi su animali: i risultati

Gli studi su animali rappresentano un'opportunità per ottenere informazioni dettagliate sull'interazione tra campi elettromagnetici e sistemi viventi, nonché l'intero insieme di funzioni cellulari tra cui le risposte immunitarie, le variazioni a livello cardiovascolare e altri comportamenti che non possono essere osservati né essere presi in considerazione negli studi svolti a livello cellulare. Un altro vantaggio degli esperimenti su animali è dato dal fatto che la maggior parte degli agenti in grado di provocare l'insorgenza di tumori su animali risultano cancerogeni anche per l'uomo, e viceversa, con meccanismi molto simili.

Nel corso degli anni sono stati effettuati studi su animali sani, ma anche su esemplari geneticamente modificati per aumentare le probabilità di insorgenza di tumori, indagini in cui il solo agente era costituito dal campo elettromagnetico a radiofrequenza e studi in cui il campo elettromagnetico veniva somministrato in combinazione ad altri agenti chimici o fisici di accertata cancerogenicità; il tutto per avere una panoramica il più completa possibile, sia degli effetti che degli eventuali meccanismi di induzione.

Inoltre, occorre fare una distinzione tra gli studi in cui l'esposizione è analoga a quella a cui sono sottoposti gli utilizzatori di telefono cellulare e quelli in cui i livelli di esposizione sono stati modificati e rafforzati in modo da valutare le reazioni e dosi elevate e verificare la presenza o meno di eventuali effetti a soglia.

Studi convenzionali su animali sani

Una serie molto importante di indagini è stata portata avanti nell'ultimo decennio da diversi autori, allo scopo di evidenziare eventuali associazioni tra insorgenza di tumori a carico del cervello ed esposizione a campi a radiofrequenza. Tutte le indagini sono state effettuate con l'intento di simulare condizioni di esposizione ai campi emessi da telefono cellulare, pertanto la testa dei roditori è stata maggiormente esposta alla radiofrequenza rispetto al corpo, con rapporto tra SAR pari a 10:1.

Gli animali utilizzati in questi studi sono stati esposti a campi a radiofrequenza per la maggior parte della loro vita e in alcuni esperimenti le esposizioni sono state cominciate in

utero.

Gli studi condotti su animali da laboratorio esposti a campi elettromagnetici con frequenze comprese tra 835 MHz e 1.62 GHz non hanno mostrato effetti né a livello di sistema nervoso centrale né per quanto riguarda l'aumento di incidenza di tumori al cervello; questo si è dimostrato vero sia per i topi la cui esposizione è iniziata in utero, sia per gli esemplari la cui esposizione è iniziata soltanto dalla nascita.

Inoltre in questi studi non sono stati riscontrati effetti sulla durata della vita né effetti di cancerogenicità a carico di altri organi.

Altri esperimenti sono stati condotti al fine di individuare una eventuale relazione tra esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza ed insorgenza di tumori vari, singoli o multipli.

Negli animali esposti a campi con frequenza compresa tra 900 MHz e 2.45 GHz, con valori di SAR a corpo intero varianti tra 0.15 e 4 W/Kg non è stato riscontrato alcun aumento di insorgenza dei singoli tumori organo-specifici (ad eccezione di alcuni organi endocrini), mentre è stato osservato un significativo incremento nell'insorgenza di tumori multipli primari maligni, ma nessun aumento nell'insorgenza di tumori multipli primari benigni. In conclusione, i risultati ottenuti negli studi non hanno mostrato evidenza di un effetto cancerogeno a carico del cervello derivante dalla esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza; per quanto riguarda invece l'insorgenza di tumori vari, sia singoli che multipli, le prove scientifiche di un effetto cancerogeno non risultano definitive, rendendo così necessari ulteriori analisi ed approfondimenti.

Studi su ceppi transgenici

Vari studi sono stati portati avanti su animali geneticamente modificati per induzione di tumore, con la finalità di verificare se l'esposizione a campi a radiofrequenza fosse in grado di produrre un aumento in numero dei tumori diagnosticati. Analisi sono state fatte per quanto riguarda i linfomi, i tumori mammari e particolari tipologie di tumori cerebrali. Ceppi genetici modificati per induzione di tumori generici sono stati sottoposti a segnali GSM (902 MHz) e DCS (1.8 GHz) con SAR pari a 0.4 W/kg, 4 W/kg e in condizioni di "sham exposure" ovvero una situazione per cui è stata simulata in tutto per tutto la condizione di esposizione senza però procedere alla somministrazione dell'agente fisico. In seguito all'esposizione non sono state rilevate associazioni tra esposizione al campo a

radiofrequenza e aumento nell'incidenza e nella gravità di lesioni non tumorali o tumori, né risposte anomale all'esposizione da parte dell'organismo animale.

Serie molto importanti di indagini sono state portate avanti a partire dal 2007 per verificare uno studio condotto 10 anni prima da Repacholi, nel quale era stata nel quale era stata evidenziata una associazione tra esposizione di ratti transgenici per induzione di linfoma ed esposizione ai campi a radiofrequenza simili a quelli utilizzati per la telefonia GSM. Lo studio, effettuato sottoponendo gli animali a campi con livello di SAR pari a 0.5-1.4-4 W/kg, ha evidenziato una diminuzione della sopravvivenza degli animali esposti rispetto ai controlli; per quanto concerne invece l'incidenza di linfoma, non sono state riscontrate sostanziali differenze tra i gruppi esposti e i controlli, così come non sono state rilevate incidenze particolari di altri tumori. Questo ha portato gli autori ad affermare che i campi a radiofrequenza non hanno effetti nell'incidenza di linfoma o di altri tumori in ratti geneticamente modificati. La questione della ridotta sopravvivenza dei topi esposti rimane ancora oscura e inspiegabile in quanto mancano le necessarie informazioni riguardo alle cause di morte degli animali.

Lo studio è stato replicato sempre nel 2007 sottoponendo topi transgenici per linfoma a segnali UMTS con SAR pari a 0.4 W/kg. . In questo caso non si è verificato l'accorciamento della durata in vita dei ratti esposti.

Studi finalizzati alla individuazione di una eventuale associazione tra esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza ed incidenza di tumori mammari sono stati condotti a partire dagli anni '80 su femmine di ratto geneticamente predisposte all'insorgenza di tumori mammari. Gli animali sono stati sottoposti a campi di frequenza pari a 2.45 GHz e SAR compreso tra 2 e 8 W/kg. In seguito all'esposizione è stato riscontrato un aumento nella velocità di formazione del tumore e una conseguente diminuzione della sopravvivenza anche se gli alti valori di SAR raggiunti nell'esperimento potrebbero aver causato uno stress termico negli animali e aver di conseguenza influito sui risultati dello studio.

Inoltre i risultati ottenuti non sono stati confermati dagli esperimenti successivi in cui topi sottoposti alla medesima variazione genetica sono stati esposti a segnali con livelli di SAR inferiori, ma per periodi di tempo più lunghi. I risultati osservati non hanno mostrato alcun aumento nell'insorgenza di tumori mammari né alcuna diminuzione nella sopravvivenza, portando alla conclusione che l'esposizione a campi a radiofrequenza non incida su questi due parametri.

Studi riguardanti una eventuale associazione tra esposizione ai campi a radiofrequenza ed incidenza di tumore cerebrale sono stati condotti esponendo ceppi modificati patched1, transgenici per sviluppo di rabdomiosarcoma e medulloblastoma, a campi RF con frequenza pari a 900 MHz e SAR di 0.4 W/kg non hanno trovato nessuna differenza in termini di sopravvivenza tra animali esposti e gruppo di controllo; i due specifici tumori sono stati osservati negli animali transgenici e non nel gruppo di controllo, come atteso. Nei topi transgenici l'incidenza di rabdomiosarcoma è stata superiore negli animali esposti rispetto ai controlli, ma questa differenza non risulta essere statisticamente significativa; l'incidenza di medulloblastoma e di altri tumori random, comprese le lesioni precancerose della cute non ha subito variazioni in funzione della avvenuta esposizione. Altri studi finalizzati a verificare un eventuale effetto promotore di tumori cerebrali della esposizione a campi a 1950 MHz non hanno evidenziato nessuna differenza tra animali esposti, gruppo di controllo non esposto e gruppo sham exposed.

Allo stato attuale delle conoscenze, è possibile concludere che, l'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza non incide sulla formazione di tumori in ratti geneticamente modificati ed in generale non porta ad un accorciamento della durata della vita né a risposte anomale da parte dell'organismo.

Studi su azione combinata CEM + agenti genotossici

Un'altra importante linea di studi è stata condotta allo scopo di determinare se le radiofrequenze, in associazione con agenti cancerogeni noti, siano in grado di agire da promotori della cancerogenesi. Le combinazioni maggiormente studiate sono state azione combinata di CEM + ENU (etilnitrosurea) e CEM + MX (3-cloro-4-diclorometil-5-idrossi-2-furanone), un agente mutageno in grado di indurre formazione di neoplasie in siti vari. Studi portati avanti a partire dal 2000 hanno valutato gli effetti dei campi a radiofrequenza sullo sviluppo di tumori a carico del sistema nervoso centrale, indotto dalla somministrazione via transplacentare di un noto agente mutageno, l'ENU (etilnitrosurea). Gli animali sono stati esposti a campi elettromagnetici con frequenze comprese tra 836 MHz e 1,439 GHz e con valori di SAR a livello del cervello compresi tra 0,3 e 1.4 W/kg. In linea generale, questi studi non hanno fornito alcuna evidenza sperimentale riguardo al fatto che i campi a radiofrequenza possano promuovere lo sviluppo di tumori a carico del cervello precedentemente indotti da ENU.

Per quanto riguarda la cancerogenesi indotta dall'MX, gruppi di ratti trattati con il mutagene, sono stati esposti a segnali GSM a 900 MHz e SAR compreso tra 0.3 e 0.9 W/kg. I risultati osservati hanno mostrato che le sorgenti elettromagnetiche non incidono sulla mortalità degli animali, né sullo sviluppo delle diverse tipologie di tumori analizzati nello studio.

L'unico dato statisticamente discordante con i risultati ottenuti ha riguardato l'incidenza di tumori vascolari a livello dei linfonodi mesenterici, che è risultata maggiore nei topi esposti ai campi elettromagnetici rispetto ai topi trattati solo con MX. Tuttavia, l'analisi dei dati ottenuti e il successivo confronto tra i due gruppi di animali, ha portato gli autori a concludere che questa differenza riscontrata fosse dovuta alla bassa incidenza del tumore nel gruppo di controllo, e non all'alta incidenza della neoplasia nel gruppo esposto al campo elettromagnetico.

Estrapolazione risultati all'uomo.

In molti esperimenti, specie nel campo della fisiologia e della patologia, l'animale sostituisce l'uomo: idealmente le conoscenze che derivano da esperimenti effettuati su animali, ad esempio roditori, potrebbero essere estrapolate all'uomo, soprattutto in ambito tossicologico e nello studio della carcinogenesi.

C'è infatti una buona correlazione (84%) tra agenti che causano tumori nell'uomo e quelli che causano tumori nei roditori: ad esempio, la maggioranza dei fattori chimici che causano leucemia nell'uomo, causano leucemia anche nei roditori.

I meccanismi di interazione nel topo e nell'uomo seguono la stessa via metabolica e la stessa modalità di riparazione cellulare, ed è sufficiente, grazie a modelli matematici, rapportare le dosi alle dimensioni dell'uomo.

Occorre però in questo ambito, tenere in considerazione le differenze interspecie, infatti, sebbene molti tumori presentino caratteristiche simili nell'uomo e negli animali da laboratorio, è comunque necessario estrapolare i dati in modo corretto e contestualizzarli all'uomo.

Inoltre, per quanto riguarda l'esposizione a campi a radiofrequenza occorre effettuare anche delle complesse valutazioni di tipo dosimetrico. Il SAR infatti presenta un massimo alla frequenza di risonanza, tale parametro è legato alle dimensioni del corpo. Pertanto,

per alcune specifiche frequenze, può verificarsi che, a pari densità di potenza incidente, il SAR e quindi l'esposizione, sia maggiore nei piccoli animali (topo, ratto) che nell'uomo.