

Una Corte italiana riconosce l'origine professionale di un neurinoma del trigemino in un utilizzatore di telefoni mobili: un esempio concreto dei complessi rapporti tra scienza e diritto

SUSANNA LAGORIO, P. VECCHIA*

Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute - Istituto Superiore di Sanità, Roma

* Dipartimento Tecnologie e Salute - Istituto Superiore di Sanità, Roma

KEY WORDS

Trigeminal neuroma; mobile telephones; workers' compensation

SUMMARY

«An Italian Court recognizes the occupational origin of a trigeminal neuroma in a mobile telephone user: a case-study of the complex relationships between science and law». Background: Scientific knowledge is essential for the resolution of disputes in law and administrative applications (such as toxic tort litigation and workers' compensation) and provides essential input for public policy decisions. There are no socially agreed-upon rules for the application of this knowledge except in the law. On a practical level, the legal system lacks the ability to assess the validity of scientific knowledge that can be used as evidence and therefore relies heavily on expert opinion. A key issue is how to ensure that professionals in any field provide judges with sound advice, based on relevant and reliable scientific evidence. The search for solutions to this problem seems particularly urgent in Italy, a country where a number of unprecedented verdicts of guilt have been pronounced in trials involving personal injuries from exposure to electromagnetic fields. Objectives and Methods: An Italian Court has recently recognized the occupational origin of a trigeminal neuroma in a mobile telephone user, and ordered the Italian Workers' Compensation Authority (INAIL) to award the applicant compensation for a high degree (80%) of permanent disability. We describe and discuss the salient aspects of this sentence as a case-study in the framework of the use (and misuse) of scientific evidence in toxic-tort litigations. Results: Based on the motivations of the verdict, it appears that the judge relied on seriously flawed expert testimonies. The "experts" who served in this particular trial were clearly inexperienced in forensic epidemiology in general, as well as in the topic at hand. Selective overviews of scientific evidence concerning cancer risks from mobile phone use were provided, along with misleading interpretations of findings from relevant epidemiologic studies (including the dismissal of the Interphone study results on the grounds of purported bias resulting from industry funding). The necessary requirements to proceed to causal inferences at individual level were not taken into account and inappropriate methods to derive estimates of personal risk were used. Conclusions: A comprehensive strategy to improve the quality of expert witness testimonies in legal proceedings and promote just and equitable verdicts is urgently needed in Italy. Contrary to other countries, such as the United States or the United Kingdom, legal standards for expert testimony, such as preliminary assessment of scientific evidence admissibility and qualification requirements for professionals acting as experts in the courtroom, are lacking in our country.

Pervenuto il 30.9.2010 - Accettato il 21.12.2010

Corrispondenza: Susanna Lagorio, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 Roma - Tel. 0649904304

Fax 0649904305 - E-mail: susanna.lagorio@iss.it

In this and similar contexts, recommendations issued by professional associations (including EBEA and BEMS) could play a role of paramount importance. As examples, we refer to the guidelines recently endorsed by the UK General Medical Council and the American Academy of Pediatrics.

RIASSUNTO

Le conoscenze scientifiche sono essenziali per la risoluzione di controversie legali in ambito legale ed amministrativo (ad esempio, nei contenziosi su danni alla persona da esposizione a sostanze tossiche e nel riconoscimento di malattie professionali) e forniscono un contributo essenziale nelle decisioni di politica sanitaria. Non ci sono regole socialmente riconosciute per le modalità di applicazione di tali conoscenze se non nel diritto. Dal punto di vista pratico, il sistema legale non ha la capacità di valutare la validità delle conoscenze scientifiche da utilizzare come elemento di prova e si basa pertanto largamente sulle opinioni di esperti. Una questione chiave è come assicurare che i professionisti forniscano ai magistrati pareri attendibili, basati su dati pertinenti e affidabili. La ricerca di soluzioni a questo problema appare particolarmente urgente in Italia, un paese in cui sono stati emessi verdetti di condanna senza precedenti in procedimenti per lesioni personali derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici. Ad esempio, un tribunale italiano ha recentemente riconosciuto l'origine professionale di un neurinoma del trigemino in un utilizzatore di telefonia mobile e ha disposto che l'Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni e le Malattie Professionali (INAIL) concedesse al ricorrente una pensione per un alto grado di invalidità permanente (80%). Questo articolo descrive e discute gli aspetti salienti di questa sentenza, come un case-report nel quadro dell'uso (ed abuso) di evidenze scientifiche nei contenziosi legali sull'esposizione a sostanze tossiche. Dalla disamina delle motivazioni del verdetto, sembra che il giudice si sia basato su perizie tecniche molto carenti dal punto di vista metodologico. Gli "esperti" che hanno servito in questo processo erano chiaramente inesperti sia in epidemiologia forense, sia nello specifico argomento in discussione. Al magistrato sono state fornite una rassegna selettiva delle evidenze scientifiche in materia di rischi di tumore in relazione all'uso di telefoni cellulari ed una fuorviante interpretazione dei risultati degli studi epidemiologici rilevanti (incluso il suggerimento di non considerare i risultati dello studio Interphone a causa di presunte distorsioni derivanti da finanziamenti di fonte industriale). Non sono stati rispettati i requisiti necessari per procedere ad inferenze causali a livello individuale e sono stati utilizzati metodi inappropriati per ricavare le stime di rischio personale. È urgente in Italia una strategia d'ampio respiro per migliorare la qualità delle perizie tecniche ed ottenere verdetti corretti ed equi. Contrariamente ad altri paesi, come gli Stati Uniti o il Regno Unito, mancano nel nostro paese standard legali per le testimonianze di esperti, quali la valutazione preliminare di ammissibilità delle evidenze scientifiche prodotte e requisiti di qualificazione per i professionisti chiamati ad espletare i ruoli di periti e consulenti tecnici di parte). In contesti come questo, le raccomandazioni in merito al ruolo degli esperti in tribunale promulgate da associazioni professionali (quali EBEA e BEMS) potrebbero esercitare un ruolo di fondamentale importanza. Come esempio, si fa riferimento alle linee guida recentemente emanate dal General Medical Council inglese e dall'Accademia Americana di Pediatria.

INTRODUZIONE

Le evidenze scientifiche hanno un ruolo di primo piano nei procedimenti legali finalizzati all'accertamento delle responsabilità per danni fisici personali conseguenti all'esposizione (ambientale o lavorativa) a sospetti o accertati fattori di rischio.

Tuttavia, l'uso delle evidenze scientifiche in ambito legale e giudiziario pone problemi particolari in quanto il requisito di oggettività previsto per

le evidenze probatorie dai sistemi legali in vigore nelle società democratiche e pluralistiche si scontra con l'assenza di regole certe e socialmente riconosciute per valutare la validità delle conoscenze scientifiche, la cui sintesi ed interpretazione viene pertanto affidata ad esperti (12).

Le difficoltà che si incontrano nei tentativi di "avvicinare la legge alla scienza e la scienza alla legge", tipicamente nei casi di accertamento dei nessi di causalità, sono legate alle diverse finalità del pro-

cesso interpretativo applicato in un contesto e nell'altro, all'eterogeneità degli approcci adottati e ai differenti standard di prova richiesti (23).

Gli esperti in diverse discipline biomediche (in particolare l'epidemiologia e la tossicologia occupazionale e ambientale) rivestono, dunque, un ruolo critico ed essenziale nelle controversie legali in ambito civile e penale, come pure nei giudizi amministrativi concernenti il risarcimento dei lavoratori per infortuni e malattie professionali.

Il risvolto problematico della questione consiste nel come assicurare che, o permettere ai giudici di valutare se, le evidenze probatorie prodotte dagli scienziati siano solide ed affidabili.

Riteniamo che la ricerca di soluzioni a questo problema sia particolarmente urgente nel nostro paese. A sostegno di questa tesi discutiamo nel seguito le motivazioni scientifiche della sentenza recentemente pronunciata da una Corte italiana su un tema di particolare attualità in ambito forense: l'accertamento di una relazione causale tra esposizione a diverse sorgenti di campi elettromagnetici e insorgenza di tumori.

IL CASO IN ESAME

La Corte di Appello di Brescia - Sezione Lavoro, con la sentenza N° 614 del 10 dicembre 2009, ha riconosciuto l'origine professionale di un neurinoma del trigemino in un utilizzatore di telefoni mobili (cellulari e cordless), condannando l'INAIL a corrispondere al ricorrente la rendita per malattia professionale prevista per il grado di inabilità accertato (80%).

Si tratta di un verdetto assolutamente inedito. Negli Stati Uniti, la maggior parte dei contenziosi legali per tumori cerebrali attribuiti dal ricorrente all'uso di telefoni cellulari (come pure quelli relativi a casi di leucemia infantile o dell'adulto in relazione all'esposizione campi magnetici a bassissima frequenza prodotti da elettrodomestici o da dispositivi elettrici) non ha superato lo stadio del procedimento indiziario e, i rari casi che sono stati discussi in giudizio, si sono conclusi con verdetti simili a quello espresso dalla Corte d'Appello della Georgia nel 1997: *"The scientific evidence regarding whether elec-*

tromagnetic fields cause harm of any kind is inconclusive. In reaching this conclusion, we do not close the door on the possibility that science may advance to a point at which damage from electromagnetic fields is legally recognizable, and an action may lie" (31).

Per comprendere come sia stato possibile raggiungere nel caso italiano una conclusione diametralmente opposta, occorrerebbe analizzare in dettaglio le evidenze scientifiche presentate e discusse nell'ambito del procedimento in questione. Mentre però copie della sentenza circolano sul web (ad esempio: <http://polab.it/srl/wp-content/uploads/2010/02/sentenza-brescia.pdf>, le perizie dei consulenti tecnici d'ufficio (CTU) e di parte su cui i giudici si sono basati non sono ancora accessibili (perché è attualmente in atto un ricorso in appello) e non è agevole ricostruire le argomentazioni prodotte a supporto del nesso di causalità in discussione. Ci concentriamo perciò su quanto i giudicanti riferiscono in merito alla documentazione scientifica e alle consulenze tecniche loro fornite.

EVIDENZE SCIENTIFICHE SULLA PLAUSIBILITÀ DI EFFETTI CANCEROGENI CONSEGUENTI ALL'USO DI TELEFONI MOBILI

Nella sentenza in oggetto, la disamina delle evidenze a favore di un ruolo dei telefoni cellulari nell'eziologia del neurinoma del trigemino diagnosticato al ricorrente si basa essenzialmente sui dati prodotti nella perizia del CTU, con particolare riferimento a *"una tabella molto chiara in cui sono riassunti alcuni studi dal 2005 al 2009. In tre di essi (Hardell group) si evidenzia un aumento significativo del rischio di neurinoma"*. Viene inoltre citata una pubblicazione più recente di Hardell & Carlberg (14) *"che si basa sulla revisione degli studi già pubblicati dallo stesso gruppo [...] Per quanto riguarda il neurinoma (dell'acustico), i risultati indicano un Odd ratio per l'uso del cordless di 1,5 e per il telefono cellulare di 1,7. Considerando l'uso >10 anni, gli odd ratio sono rispettivamente di 1,3 e di 1,9"*. [NdR - C'è un errore nell'ultimo OR citato, il valore riportato nella pubblicazione è 2,9 (IC 95% 1,6-5,5)].

A questo proposito è quasi banale, ma evidentemente non superfluo, osservare che qualunque

valutazione scientifica, comprese quelle di rischio, non si basa mai su “alcuni” studi opportunamente selezionati, ma sull’insieme di tutti i dati disponibili (epidemiologici e sperimentali). Gli studi possono essere diversamente pesati in base alla loro qualità, replicabilità e coerenza (effettuando quello che viene definito il “bilancio delle evidenze”), ma nessuno può essere escluso a priori.

I risultati degli studi epidemiologici, inoltre, vanno interpretati con cautela, in quanto le eventuali associazioni esposizione-malattia possono essere casuali (un semplice effetto del caso), causali (reali), o non-causali (spurie, dovute a distorsioni o a fattori di confondimento).

Benché non esistano criteri assoluti per valutare la validità dell’evidenza scientifica, è possibile valutare la validità dei risultati di singoli studi epidemiologici, esaminando attentamente i metodi utilizzati (33).

Sono di grande aiuto, in questo delicato processo interpretativo, analisi di coerenza interna, analisi della variabilità dei risultati al variare di specifiche procedure (*sensitivity analyses*) e, in misura ancora maggiore, stime quantitative dell’impatto di diverse sorgenti di errore ottenute da studi collaterali di validazione.

La griglia di lettura proposta da Sir Augustin Bradford-Hill nel 1965 (antecedenza temporale dell’esposizione rispetto alla malattia, forza e specificità dell’associazione, presenza di una relazione non monotona tra esposizione-effetto, consistenza con i risultati di studi analoghi condotti da altri ricercatori in diversi contesti, coerenza con i risultati degli studi di laboratorio, analogia con le evidenze relative agli effetti di fattori di rischio simili a quello in studio) è ancora oggi largamente utilizzata per guidare l’interpretazione dei risultati degli studi epidemiologici (5). Ai fini della presente discussione è particolarmente importante sottolineare che le inferenze di causalità a partire dai risultati degli studi epidemiologici hanno caratteristiche diverse (in termini di presupposti, obiettivi e portata delle conclusioni) a seconda del “livello” al quale si svolgono. Utilizzando la terminologia suggerita da Philip Cole (9), si distinguono infatti tre tipi di inferenze di causalità applicate, rispettivamente, ai risultati di uno studio epidemiologico, ad un insieme

di studi e al rapporto esposizione-malattia in uno specifico individuo.

I risultati di un singolo studio possono essere esaminati dal punto di vista del grado di plausibilità di un’interpretazione causale delle associazioni osservate, ma in queste inferenze di “I livello” è impossibile raggiungere una conclusione definitiva (25).

Le inferenze di causalità basate sull’insieme delle evidenze fornite da numerosi studi epidemiologici e sperimentali (inferenze di “II livello”) permettono invece di trarre conclusioni d’ordine generale.

Solo quando è stato stabilito un rapporto di causalità tra esposizione e malattia a livello di popolazione, è possibile valutare la causalità di una relazione esposizione-malattia in una specifica persona (inferenze di “III livello”). In quest’ultimo tipo di accertamenti, inoltre, è necessario che il profilo di esposizione sperimentato dal soggetto al quale è stata diagnosticata una specifica malattia sia compatibile (in termini di intensità, durata, tempo trascorso dall’inizio dell’esposizione, etc.) con quello al quale è stato dimostrato che l’agente d’interesse (come entità) è in grado di provocare la malattia in questione (come entità) (25).

L’accertamento dei nessi causali a livello individuale, dunque, presuppone che l’esposizione d’interesse sia una causa riconosciuta della malattia d’interesse, ma la sussistenza di questo presupposto non sembra sia stata adeguatamente verificata nella sentenza qui in discussione.

I campi elettromagnetici a radiofrequenza (100 kHz - 300 GHz) vengono largamente utilizzati nel settore delle telecomunicazioni, nell’industria e in medicina e ciò comporta per chiunque molteplici occasioni di esposizione quotidiana negli ambienti di vita e di lavoro.

Utilizzano segnali a radiofrequenza (RF), ad esempio, i telefoni cellulari e loro stazioni radio-base, i sistemi di comunicazione *wireless* (WiFi e WLAN), i trasmettitori radio-televisivi, i riscaldatori industriali dielettrici e ad induzione, i dispositivi per la sorveglianza elettronica di articoli commerciali, le apparecchiature per diatermia e ipertermia, e la risonanza magnetica nucleare.

Le RF interagiscono con gli organismi viventi, principalmente cedendo energia che viene trasfor-

mata in calore. Gli effetti termici delle RF sono ben documentati e alla loro prevenzione sono finalizzati gli standard di protezione attualmente in vigore.

Negli ultimi venti anni la comunità scientifica impegnata nel settore del bioelettromagnetismo ha focalizzato la ricerca sui rischi eventualmente associati all'esposizione prolungata a livelli sub-termici di RF, in relazione soprattutto alla possibilità di effetti a lungo termine, tra cui il cancro.

Nessuna agenzia nazionale o internazionale ha però finora stabilito che vi sia per le RF evidenza sufficiente, o anche limitata, di cancerogenicità nell'uomo e/o negli animali da esperimento, né ha classificato le RF come cancerogeni certi, probabili o possibili.

La sentenza cita due rassegne della letteratura, le cui differenze metodologiche e di contenuto non sembrano apprezzate. La prima è una revisione sistematica ed esaustiva di tutte le evidenze scientifiche (epidemiologiche, di laboratorio in vivo ed in vitro, sui meccanismi d'azione e sugli aspetti sociologici relativi alla percezione e alla comunicazione del rischio) pertinenti agli effetti a lungo termine dell'esposizione a radiofrequenze (RF), condotta dal gruppo di esperti dell'International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection e pubblicata in un volume di 378 pagine [ICNIRP 16/2009] (46). L'altra è una rassegna narrativa settoriale degli studi epidemiologici sul rischio di tumori intracranici in relazione all'uso dei telefoni mobili effettuata da un singolo autore [Kundi, 2009] (22).

Tra l'altro, il brano del volume dell'ICNIRP riportato a pag. 9 della sentenza (*"Results of epidemiological studies to date give no consistent or convincing evidence of a causal relation between RF exposure and any adverse health effect. On the other hand, these studies have too many deficiencies to rule out an association"*) si riferisce ad una revisione degli studi epidemiologici sull'esposizione a RF pubblicati entro il 2003 [ICNIRP 16/2009 (46): p. 307]. La rassegna aggiornata degli studi epidemiologici su telefoni cellulari e tumori, presentata poco oltre nello stesso volume dell'ICNIRP [pp. 343-378], conclude invece come segue: *"In the last few years the epidemiologic evidence on mobile phone use and risk of*

brain and other tumors of the head has grown considerably. In our opinion, overall the studies published to date do not demonstrate a raised risk within approximately ten years of use for any tumor of the brain or any other head tumor. However, some key methodologic problems remain – for example, selective non-response and exposure misclassification. Despite these methodologic shortcomings and the still limited data on long latency and long-term use, the available data do not suggest a causal association between mobile phone use and fast-growing tumors such as malignant glioma in adults, at least for tumors with short induction periods. For slow-growing tumors such as meningioma and acoustic neuroma, as well as for glioma among long-term users, the absence of associations reported thus far is less conclusive because the current observation period is still too short. Currently data are completely lacking on the potential carcinogenic effect of exposures in childhood and adolescence." (46).

Non sembra, inoltre, che la Corte sia stata informata delle numerose altre revisioni sistematiche delle evidenze scientifiche sui possibili effetti biologici e sanitari dell'esposizione a campi RF effettuate negli ultimi anni da comitati internazionali di esperti che, all'unanimità, concordano nel ritenere che non vi sia al momento adeguato supporto all'ipotesi che le RF abbiano effetti cancerogeni (18) e di cui segnaliamo a titolo esemplificativo solo le quattro più recenti pubblicate nel 2009 (1, 13, 38, 40).

Sulla base di quanto riportato dal giudice nella sentenza in oggetto, le evidenze prodotte dal perito a supporto di un ruolo eziologico delle RF utilizzate nella telefonia mobile nell'induzione di neurinomi endocranici consistono nei risultati di tre studi caso-controllo su tumori intracranici e uso di telefoni mobili condotti da un gruppo di ricercatori svedesi (Lennart Hardell e collaboratori, Dipartimento di Oncologia dell'Ospedale Universitario di Örebro), con particolare riferimento ad un'analisi combinata del secondo e terzo studio (14).

Gli studi di Hardell, descritti in una decina di diverse pubblicazioni il cui grado di sovrapposizione non è chiaro, sono stati criticati dal punto di vista metodologico (2, 4). Per citare solo alcuni dei problemi interpretativi sollevati, segnaliamo che essi includono solo casi prevalenti di tumori intra-

cranici; la valutazione dell'esposizione si basa sulla storia d'uso del cellulare raccolta mediante questionari postali a volte integrati con interviste telefoniche, senza alcun tentativo di valutare possibili errori di misura ed il loro impatto sui risultati; i tassi di rispondenza tra i casi non vengono correttamente calcolati (le proporzioni di rispondenti escludono dal denominatore i casi deceduti e i casi non contattabili su parere dei medici curanti); i tassi di partecipazione tra i controlli sono insolitamente elevati e non vengono disaggregati per motivo della non-partecipazione; le procedure di selezione dei controlli non vengono adeguatamente descritte; non vengono forniti sufficienti dettagli sulle modalità di calcolo degli indicatori di esposizione (ad esempio, non viene chiarito se le variabili di esposizione temporalmente connotate siano o meno calcolate in riferimento ad una stessa data in ciascun set caso-controllo); i risultati vengono di solito riportati separatamente per tipo di telefono mobile utilizzato (cellulari analogici, cellulari digitali e telefoni cordless), contando dunque più volte gli utilizzatori di diversi tipi di telefoni mobili.

I risultati degli studi di Hardell, inoltre, non sono consistenti con le numerose altre evidenze epidemiologiche pertinenti attualmente disponibili, fornite da una trentina di studi originali e indipendenti, inclusi uno studio di coorte sull'incidenza di tumori tra 400.000 titolari Danesi di contratti di telefonia mobile e molti studi caso-controllo, prevalentemente incentrati sul rischio di tumori intracranici e della parotide in relazione all'uso auto-riferito di telefoni cellulari (2).

Inoltre, gli incrementi del rischio di tumori cerebrali maligni e benigni (inclusi i neurinomi del nervo acustico) osservati nelle indagini di Hardell anche a breve distanza dall'inizio d'uso dei telefoni mobili (1-5 anni) e per modeste intensità di esposizione (85 ore di uso cumulativo), non sono compatibili con gli andamenti temporali dell'incidenza dei tumori del sistema nervoso centrale registrati nei paesi nord-europei o negli Stati Uniti negli ultimi decenni, che non documentano alcun incremento dei tassi di queste neoplasie nelle fasce di popolazione tra cui l'uso del cellulare si è diffuso più precocemente ed è stato più intenso (10, 17).

Il problema della discordanza dei risultati ottenuti dal gruppo di Hardell con quelli ottenuti dalla quasi totalità degli studi epidemiologici condotti da altri ricercatori è rilevante e, come recentemente suggerito, dovrebbe essere affrontato esplorando le differenze metodologiche tra studi e la loro verosimile influenza sull'affidabilità dei relativi risultati (34). Purtroppo, la mancanza negli articoli di Hardell et al. di importanti dettagli metodologici rende difficile questo tipo di valutazione comparativa.

CRITERI INTERPRETATIVI APPLICATI ALLE EVIDENZE SCIENTIFICHE ESAMINATE

Non si trova nella sentenza alcun accenno a criteri interpretativi degli studi epidemiologici osservazionali (36), a linee-guida sulle modalità di presentazione dei loro risultati (47) o a strumenti di valutazione della loro qualità (35).

Sulla base della documentazione esaminata, i giudici affermano che *“l'analisi della letteratura non porta ad giudizio esaustivo, ma con tutti i limiti insiti nella tipologia degli studi, un rischio aggiuntivo per i tumori cerebrali, ed in particolare per il neurinoma, è documentato dopo esposizione per anni (>10) a radiofrequenze emesse da telefoni cellulari e portatili”*.

Una simile conclusione induce a pensare che *“i limiti”* delle evidenze epidemiologiche attualmente disponibili [piccolo numero di soggetti con lunghe durate d'uso del cellulare, in particolare per quanto riguarda gli studi sul rischio di neurinomi del nervo acustico, e possibili distorsioni da partecipazione differenziale e da errori nella stima dell'esposizione (2)] non siano stati compresi appieno.

La maggior parte degli studi epidemiologici ad oggi disponibili ha utilizzato indicatori di esposizione molto grezzi, basati sulla storia d'uso del cellulare riferita all'intervista, che non possono certo essere considerati indicatori affidabili dell'esposizione cumulativa a RF da telefoni cellulari, né tantomeno della *“dose”* biologicamente efficace di energia a RF assorbita (2).

Il tasso di assorbimento specifico di energia (SAR, specific absorption rate) è l'indicatore di dose utilizzato in relazione agli effetti biologici accertati (di tipo acuto e a soglia) delle radiofrequenze

(RF). Tuttavia, poiché mancano evidenze sperimentali a supporto di un effetto cancerogeno delle RF e non sono noti i meccanismi attraverso cui le RF potrebbero indurre o promuovere lo sviluppo di tumori, non è chiaro se il SAR sia appropriato anche per (eventuali) effetti sub-termici di tipo cancerogeno.

Inoltre, l'assorbimento di energia elettromagnetica durante le conversazioni al cellulare è estremamente localizzato e varia in funzione della distanza dall'antenna (non è più misurabile oltre un raggio di 5 cm circa dalla sorgente) e della potenza del segnale. La potenza emessa dal telefonino dipende a sua volta da molti fattori, legati all'utilizzatore, alla ricetrasmittente, al sistema di trasmissione del segnale e alla rete di stazioni radio-base.

Infine, ricordare in dettaglio l'intensità d'uso del cellulare è difficile anche nel passato recente e per stimare l'affidabilità degli indicatori di esposizione basate sulle storie d'uso del telefono cellulare riferite all'intervista è necessario confrontarli con dati obiettivi, ad esempio i dati registrati dagli operatori di rete.

RILEVANTI OMISSIONI NELLE EVIDENZE SCIENTIFICHE ESAMINATE

Tra gli studi epidemiologici esaminati dagli estensori della sentenza non viene mai esplicitamente citato lo studio Interphone, nonostante si tratti dello studio epidemiologico più grande e più informativo sinora mai realizzato sul rischio di tumori in relazione all'uso dei telefoni cellulari.

Interphone è uno studio collaborativo internazionale promosso e coordinato dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), con l'obiettivo di valutare se l'assorbimento di energia elettromagnetica a radiofrequenza durante l'uso del telefono cellulare comporti un incremento dell'incidenza di tumori negli organi e tessuti più vicini alla sorgente di esposizione.

Il progetto Interphone consiste in una serie di studi caso-controllo realizzati in 13 paesi del mondo (Australia, Canada, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Giappone, Israele, Inghilterra, Italia, Norvegia, Nuova Zelanda e Svezia) secondo un protocollo comune (8).

Erano eleggibili per lo studio tutti i casi incidenti di tumori intracranici o della parotide diagnosticati nel periodo 2000-2004 tra oltre 45 milioni di residenti nelle aree in studio, insieme ad un campione di soggetti sani di controllo estratti casualmente dalla popolazione target (8).

Hanno accettato di partecipare allo studio 2.765 casi di glioma, 2.425 casi di meningioma, 1.121 casi di neurinoma del nervo acustico, 109 tumori maligni della parotide e 7.658 controlli (8).

Inoltre, nell'ambito di Interphone sono stati realizzati numerosi studi collaterali di validazione finalizzati a valutare la presenza di sorgenti di distorsione (*bias* di informazione e *bias* di selezione) e a stimarne l'impatto sui risultati (7, 48-51).

Mentre il data-set internazionale veniva assemblato e si avviavano le relative analisi, nove dei tredici centri Interphone hanno pubblicato i risultati degli studi locali, incluse tre analisi combinate degli studi su neurinoma del nervo acustico (37), glioma (27) e meningioma (28) condotti in 5 paesi nord-europei. Gli articoli sono apparsi tra il 2004 e il 2008, in tempo utile dunque per essere considerati nel procedimento in esame.

La pubblicazione più recente del gruppo di ricerca Interphone è del maggio 2010 (43) e descrive i risultati delle analisi del rischio di tumori cerebrali in relazione all'uso del cellulare riferito all'intervista dalle oltre 10.700 persone incluse nel data-set internazionale (2.708 casi di glioma, 2.409 casi di meningioma e 5.634 controlli appaiati per età, sesso e area di residenza). Non viene evidenziato alcun incremento del rischio di glioma o meningioma tra gli utilizzatori regolari di telefoni cellulari, né alcuna tendenza all'aumento del rischio di questi tumori in funzione di crescenti intensità o durate d'uso, o all'aumentare del tempo trascorso dall'inizio d'uso. I risultati dell'analisi internazionale sono consistenti con quelli degli studi locali precedentemente pubblicati. Per maggiori dettagli si rimanda al comunicato stampa della IARC (http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2010/pdfs/pr200_E.pdf), e alla scheda "Cell phones and cancer risk" del National Cancer Institute degli Stati Uniti (<http://www.cancer.gov/cancertopics/factsheet/Risk/cellphones>).

Gli studi collaterali condotti nell'ambito di Interphone hanno prodotto risultati utili ad interpre-

tare non solo i propri risultati, ma anche quelli di studi analoghi condotti da altri gruppi di ricercatori.

Gli studi Interphone di validazione del profilo d'uso del cellulare riferito all'intervista mediante dati di traffico registrati dagli operatori di rete (48-49), hanno indicato che è più facile ricordare il numero delle chiamate (sottostimate in media del 18%) rispetto alla loro durata (sovrastimata in media del 40%). Inoltre, è stata anche documentata una suscettibilità degli indicatori di esposizione da intervista a distorsioni del ricordo (48), con conseguente sovrastima delle misure di effetto (*"upward-recall bias"*).

Utilizzando telefoni cellulari dotati di un software di registrazione della potenza emessa, Interphone ha individuato i principali determinanti della variabilità dell'energia elettromagnetica emessa dai cellulari durante le conversazioni vocali [frequenza e sistema di trasmissione del segnale, caratteristiche delle rete locale, distanza tra ricetrasmittente e stazione radio-base, entità di traffico telefonico contemporaneo nella zona e durata della chiamata (51)].

Una linea di ricerca nell'ambito dello studio internazionale Interphone, inoltre, è stata interamente dedicata alla stima della distribuzione cerebrale del SAR durante l'uso del cellulare (7, 52). Un gruppo di neuro-radiologi ha revisionato le immagini diagnostiche (risonanze magnetiche o tomografie computerizzate) dei casi di glioma e meningioma, stabilendo la localizzazione tridimensionale (3D) del sito di origine della neoplasia. Questi dati permetteranno di approfondire ulteriormente lo studio effettuando analisi della relazione tra sede del tumore e distanza dalla sorgente di RF, come pure analisi del rischio di tumore in funzione della distribuzione di SAR a livello cerebrale. Analisi di questo tipo sono state già realizzate nelle componenti finlandese (15) e giapponese (41) dello studio Interphone e, benché basate su un piccolo numero di casi, non hanno evidenziato incrementi del rischio di glioma nelle aree cerebrali più prossime alla sorgente di RF o con i livelli più elevati di SAR.

Non sembra, infine, che i consulenti tecnici (d'ufficio o di parte) abbiano segnalato alla Corte che gli sviluppi delle conoscenze nell'ambito dei

possibili effetti a lungo termine dell'esposizione a livelli sub-termici di radiofrequenze sono attivamente monitorati in Europa e nel resto del mondo attraverso specifici programmi di revisione, sintesi e divulgazione delle conoscenze, quali il Progetto EFHRAN (European Health Risk Assessment Network on EMF: <http://efhran.polimi.it/>) o il Progetto Internazionale Campi Elettromagnetici dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (<http://www.who.int/peh-emf/en/>). Nel quadro di quest'ultimo è stata da lungo tempo programmata una monografia della IARC dedicata alla valutazione della cancerogenicità delle RF (il gruppo di esperti si riunirà a Lione il 24-31 Maggio 2011), alla quale seguirà un volume della collana *Environmental Health Criteria* sull'intero spettro di effetti biologici e sanitari delle RF, a completamento della serie dedicata ai campi elettromagnetici (53, 54).

OBIEZIONI SOLLEVATE DAI CONSULENTI TECNICI DELLA DIFESA

Apparentemente, l'INAIL aveva sollevato due obiezioni sulla perizia del CTU:

- le evidenze prodotte sulla relazione tra uso dei telefoni mobili e rischio di neurinomi dell'acustico non sono pertinenti alla relazione causale in discussione, relativa ad un neurinoma del trigemino;
- gli studi citati dal CTU non consentono di rispondere positivamente al quesito, in quanto *"si tratterebbe di studi con un basso numero di casi mentre lo studio del 2000 dell'OMS ha escluso effetti negativi sulla salute"*.

La Corte ritiene però che nessuna di queste *"censure"* meriti accoglimento.

Nel primo caso, l'obiezione viene respinta in quanto i neurinomi del nervo acustico e quelli del trigemino *"appartengono allo stesso distretto corporeo, [...] l'angolo ponto-cerebellare, che è una porzione [...] dello spazio endocranico certamente compresa nel campo magnetico che si genera dall'utilizzo di telefoni cellulari e cordless"*.

Questa contro-argomentazione ha un certo grado di plausibilità, ma ciò non toglie che non esiste al momento alcuna evidenza epidemiologica

specifica sulla relazione tra neurinoma del trigemino ed uso del telefono cellulare e, soprattutto, la maggior parte degli studi disponibili sul rapporto tra neurinoma del nervo acustico e uso di telefoni mobili non osservano incrementi di rischio tra gli utilizzatori né riportano incrementi del rischio all'aumentare del livello e della durata d'uso; la lenta crescita di questi tumori benigni implica ulteriori problemi nell'interpretazione dei risultati degli studi; le osservazioni relative al sottoinsieme degli utilizzatori a lungo termine non sono robuste perché basate su piccoli numeri (2, 38).

Alla seconda critica dell'INAIL, la Corte ribatte quanto segue: *“Lo studio dell'OMS, risalente appunto al 2000, e basato ovviamente su dati ancora più risalenti, non tiene conto dell'uso più recente, ben più massiccio e diffuso, di tali apparecchi e del fatto che si tratta di tumori a lenta insorgenza: pertanto gli studi del 2009, basati su dati più recenti, sono di per sé più attendibili. Inoltre, [...], non si tratta di studi con un basso numero di casi, ma al contrario del tutto esauritivo in quanto si tratta di 678 casi [...]. Inoltre, a differenza dello studio della IARC, co-finanziato dalle ditte produttrici di telefoni cellulari, gli studi citati dal CTU sono indipendenti”*.

Non è chiaro a cosa i giudici si riferiscano con la locuzione *“studio dell'OMS risalente al 2000”*. Potrebbe trattarsi della prima versione (Giugno 2000) del FactSheet N° 193 “Telefoni cellulari e stazioni radio-base” dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (attualmente sostituita dalla revisione del Maggio 2010; <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/index.html>). Se così è, va chiarito che non si tratta di uno studio, ma di un documento di consenso scientifico a carattere divulgativo, sottoposto ai commenti di un *Advisory Committee* che comprende esperti di circa 70 paesi.

La Corte non può certo riferirsi all'articolo del gruppo internazionale di ricerca Interphone sul rischio di tumori cerebrali in relazione all'uso del cellulare, pubblicato solo nel Maggio 2010 (41), ma potrebbe forse trattarsi di una o più delle numerose analisi degli studi locali afferenti ad Interphone, pubblicate nel periodo 2004-2008.

Comunque sia, è opportuno segnalare che i casi inclusi nello studio Interphone sono stati diagnosticati tra il 2000 ed il 2004 (8), mentre i casi

inclusi nell'analisi di Hardell & Carlberg (2009) sono stati diagnosticati tra il 1997 ed il 2003 (14). Quindi, Interphone presenta semmai un leggero vantaggio di “aggiornamento” rispetto agli studi di Hardell e collaboratori.

In secondo luogo, l'analisi di Hardell & Carlberg (2009) include 243 casi di neurinomi del nervo acustico, 130 dei quali risultavano utilizzatori di telefoni cellulari, e solo 20 di questi ultimi erano utilizzatori da 10 anni o più (14). Sono invece 678 i casi di neurinoma del nervo acustico considerati nell'analisi combinata degli studi Interphone condotti in 5 paesi nord-europei, tra i quali vi erano 360 utilizzatori regolari di cellulare, compresi 47 utilizzatori da 10 anni o più (37). Pertanto, nel quadro comunque limitato di osservazioni disponibili sul rischio di neurinomi del nervo acustico in relazione all'uso prolungato del telefono cellulare, lo studio Interphone è semmai in leggero vantaggio anche in termini di dimensione rispetto agli studi del gruppo di Hardell.

Nello studio Interphone nord-europeo (37), però, non sono stati osservati né incrementi del rischio di neurinoma del nervo acustico tra gli utilizzatori di telefoni cellulari (OR 0,9; IC 95% 0,7-1,1), né associazioni tra rischio di neurinoma e ore cumulative d'uso, numero totale di chiamate, o durata d'uso del cellulare (OR per gli utilizzatori da 10 anni o più = 1,1; IC 95% 0,7-1,8). È stato rilevato un incremento di rischio per l'uso del cellulare per 10 o più anni solo tra coloro che avevano dichiarato di utilizzare il telefono dallo stesso lato della neoplasia, ma gli autori sottolineano che il risultato è d'incerta interpretazione perché il lato d'uso auto-riferito è una variabile estremamente suscettibile a distorsioni, specialmente quando rilevata dopo la diagnosi del tumore (37). Le distorsioni possibili sono di diverso tipo. Il calo d'udito, che è un sintomo precoce del neurinoma, può indurre cambiamenti nel lato d'uso del telefono, determinando una sottostima del rischio ipsilaterale. Al contrario, una distorsione del ricordo (*recall bias*) può provocare una sovrastima del rischio ipsilaterale. Inoltre, poiché il neurinoma del nervo acustico è un tumore benigno caratterizzato da una lunga fase preclinica (nell'ordine di diversi anni), se le persone che usano il cellulare preferenzialmente dal lato in

cui si sta sviluppando la neoplasia si accorgono della perdita d'udito prima di coloro che utilizzano il cellulare dal lato opposto, si può verificare un altro tipo di distorsione (*detection bias*), con effetti di sovrastima del rischio ipsilaterale.

Le illazioni relative alla mancanza di indipendenza scientifica dello “*studio della IARC*” (certamente, in questo caso si tratta dello studio Interphone) meritano un commento particolare.

Come riportato nel comunicato stampa della IARC N° 200 del 17 maggio 2010 (http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2010/pdfs/pr200_E.pdf), lo studio Interphone è costato 19,2 milioni di Euro, 5,5 milioni dei quali di fonte industriale (meno del 30%).

Di questi 5,5 milioni di Euro:

- 3,5 milioni sono stati forniti dal Mobile Manufacturers' Forum (MMF) e dall'Associazione Internazionale dell'Industria della Telefonia Mobile (GSMA), ma questi fondi sono stati gestiti dall'Unione Internazionale Contro il Cancro (UICC) e la IARC li ha ricevuti stipulando un contratto che prevedeva specifiche clausole a garanzia della totale indipendenza degli scienziati, descritte in dettaglio nella scheda presente da molti anni in rete (<http://www.iarc.fr/en/research-groups/RAD/RCAAd.html>);
- 1,5 milioni di Euro circa sono arrivati indirettamente ai centri locali attraverso tasse e sovvenzioni raccolte da agenzie governative;
- solo 0,5 milioni di Euro (2,5% del totale dei costi dello studio) sono stati forniti direttamente dall'industria ai centri locali di Canada e Francia ma, anche in questo caso, attraverso contratti che preservavano la totale indipendenza dei ricercatori.

Come membri del gruppo di ricerca internazionale Interphone possiamo affermare con cognizione di causa che, in accordo a quanto previsto dai contratti, tutte le decisioni relative allo studio (disegno, realizzazione, analisi statistiche, interpretazione e pubblicazione dei risultati) sono state prese esclusivamente dai ricercatori coinvolti e che i finanziatori (pubblici e privati) non hanno avuto accesso a nessun risultato prima della pubblicazione.

D'altra parte, la ricerca scientifica (e gli studi epidemiologici di grandi dimensioni in particolare modo) è estremamente costosa. Ci sembra ragionevole che chi trae profitto da una determinata tecnologia debba contribuire in qualche misura agli studi scientifici volti a valutarne la sicurezza d'uso per i consumatori. Non è affatto impossibile conciliare sovvenzioni di fonte industriale e indipendenza scientifica, purché si adottino opportuni meccanismi di filtro per garantire che la conduzione degli studi non sia influenzata dalla fonte di finanziamento. Meccanismi di questo tipo sono stati previsti e hanno funzionato nello studio Interphone.

Senza mettere in discussione la necessità di trasparenza rispetto a potenziali conflitti d'interesse, è inoltre importante chiarire che le associazioni tra fonte di finanziamento e tipo di risultati (presenza o assenza di associazioni esposizione-malattia) non informano di per sé sull'affidabilità dei risultati stessi; è stato anzi osservato che gli studi con fonti miste di finanziamento risultavano superiori dal punto di vista qualitativo agli studi finanziati solo da fonti industriali o solo da fonti pubbliche (16).

ACCERTAMENTO DEL NESSO DI CAUSALITÀ ESPOSIZIONE-MALATTIA NEL CASO INDIVIDUALE IN DISCUSSIONE

La sentenza tiene conto del “*costante insegnamento della Suprema Corte*” secondo cui, in caso di malattie professionali non ufficialmente riconosciute dagli enti previdenziali competenti [*“non tabellate”*] o di malattie ad eziologia multifattoriale, “*la prova della causa di lavoro, che grava sul lavoratore, deve essere valutata in termini di ragionevole certezza, nel senso che, esclusa la rilevanza della mera possibilità dell'origine professionale, questa può essere invece ravvisata in presenza di un rilevante grado di probabilità. A tale riguardo, il giudice deve non solo consentire all'assicurato di esperire i mezzi di prova ammissibili e ritualmente ridotti, ma deve altresì valutare le conclusioni probabilistiche del consulente tecnico in tema di nesso causale, considerando che la natura professionale della malattia può essere desunta con elevato grado di probabilità dalla tipologia delle lavorazioni svolte, dalla natura dei macchinari presenti nel-*

l'ambiente di lavoro, dalla durata della prestazione lavorativa e dall'assenza di altri fattori extralavorativi, alternativi o concorrenti, che possano costituire causa della malattia".

Non è chiaro se nel dibattito sia stato affrontato il problema di come discriminare il contributo dell'uso del cellulare per ragioni professionali dal contributo di questa stessa sorgente di esposizione utilizzata a scopo personale.

Nel caso specifico, la Corte ritiene "evidentemente integrato il requisito di elevata probabilità che integra il nesso causale richiesto dalla normativa" in quanto "il CTU ha spiegato i valori di odd ratio che lo portano a sostenere la probabilità qualificata del ruolo, quanto meno concausale, dell'uso dei telefoni nella causazione dell'infortunio".

Viene attribuita particolare rilevanza all'opinione del perito secondo il quale "sembra essere utile confrontare il dato di rischio individuale ottenuto dal consulente (2,9) con quello ricavato per il fattore di rischio, universalmente riconosciuto, dell'esposizione a radiazioni ionizzanti. [...]. Nei soggetti esposti a 1 Gy di RI [i.e. ad 1 gray di radiazioni ionizzanti - NdR], come i sopravvissuti alle esplosioni atomiche giapponesi di Hiroshima e Nagasaki, è stato accertato un rischio relativo di tipo oncologico di 1,39 per "tutti i tumori", con un minimo di 1,22 per i tumori di "utero e cervice" ed un massimo di 4,92 per la "leucemia", il che significa che il rischio oncogeno medio delle RI è inferiore a quello che si ha per l'esposizione alle radiofrequenze in riferimento ai neurinomi endocranici (vedi relazione dott. Grasso depositata il 25-11-2009, pag. 7 e 8)".

Con questo audace quanto improprio accostamento si giunge alla paradossale conclusione secondo cui le radiazioni di un'esplosione atomica sono meno pericolose di quelle dei telefoni cellulari.

Sorvolando sull'infelice collocazione dell'aggettivo "giapponesi" che trasforma le vittime nei propri carnefici, vogliamo sottolineare che il confronto tra i rischi di tumore conseguenti all'esposizione a radiazioni ionizzanti e a radiofrequenze proposto dal CTU alla Corte è del tutto inappropriato per almeno quattro motivi.

Innanzitutto le radiazioni ionizzanti sono considerate dalla IARC cancerogeni accertati (gruppo 1) (19, 20) e sono disponibili stime quantitative del

rischio di specifici tumori per dose di radiazione assorbita (45). Invece, le evidenze scientifiche attuali non supportano l'ipotesi che le radiofrequenze abbiano effetti cancerogeni, e ciò si deve proprio al fatto che nella maggior parte degli studi disponibili (epidemiologici e sperimentali) non si sono osservate associazioni tra rischio di tumori ed esposizione (presunta, stimata o misurata), né sono stati rilevati trend d'incremento del rischio all'aumentare della frequenza, intensità e durata dell'esposizione (1, 13, 18, 38, 40, 46).

Inoltre, in questo esercizio di valutazione comparata della "potenza cancerogena" delle radiofrequenze e delle radiazioni ionizzanti, vengono utilizzati termini di paragone (misure di effetto, indicatori di esposizione e neoplasie di cui si confrontano i rischi) del tutto eterogenei.

Il "rischio individuale" di neurinoma in relazione all'esposizione alle RF da telefoni mobili stimato dal CTU è stato semplicemente mutuato dal valore dell'Odds Ratio (OR=2,9; IC 95% 1,6-5,5) osservato in un singolo studio caso-controllo e basato su 20 casi e 99 controlli che avevano riferito di aver cominciato ad utilizzare i telefoni cellulari 10 anni o più prima della diagnosi (14). L'OR è una misura comparativa di rischio, utilizzata nelle analisi degli studi caso-controllo, che corrisponde al quoziente degli odds di malattia tra gli esposti e i non-esposti ad un certo agente. L'OR non equivale al rapporto tra i tassi di incidenza di una determinata malattia tra esposti e non esposti (Rapporto tra Tassi o Rischio Relativo=RR), cioè al rapporto tra le rispettive probabilità di ammalarsi (che si può calcolare solo in uno studio di coorte); ne è una buona stima quando la malattia d'interesse è rara e, soprattutto, solo quando la probabilità di essere incluso nello studio (o di accettare di parteciparvi) è indipendente dal livello di esposizione sia per i casi sia per i controlli. La violazione di questo requisito costituisce una delle principale fonti di distorsione negli studi caso-controllo (distorsione da selezione, *selection bias*).

Abbiamo già sottolineato, inoltre, che la durata d'uso del cellulare di per sé (tanto più se auto-riferita e rilevata dopo la diagnosi della malattia) non è un buon surrogato dell'intensità di esposizione a RF: ad analoghe durate d'uso possono corrisponde-

re intensità d'uso quotidiane diverse e a parità di livelli d'uso possono aversi diversi livelli di assorbimento di energia a radiofrequenza. In poche parole, nessuno ha finora dimostrato che il tempo trascorso da quando abbiamo cominciato ad utilizzare il telefono cellulare sia in grado di predire il rischio di sviluppare un tumore endocranico in una persona con le nostre caratteristiche (genere, età, area geografica di provenienza, etc.).

Per descrivere il "*rischio oncogeno medio delle RT*" (concetto del tutto inedito per quanto ci risulta), invece, il CTU utilizza misure di effetto ottenute dalla coorte dei sopravvissuti ai bombardamenti di Hiroshima e Nagasaki del 1945 (Life Span Study – LSS), senza peraltro citare la specifica pubblicazione da cui queste misure sono tratte. Comunque sia, si tratta di rischi calcolati confrontando l'incidenza di tumori (o la mortalità per tumori) tra circa 30.000 persone che si trovavano a Hiroshima o Nagasaki al momento delle esplosioni atomiche, che hanno assorbito dosi di radiazioni comprese tra 0,005 e 4 Gy e che sono state seguite per un periodo di 40-50 anni, con l'incidenza di tumori sperimentata da altri 70.000 residenti nelle stesse città nel 1945, che al momento delle esplosioni o si trovavano fuori città oppure c'erano ma hanno avuto la fortuna di assorbire dosi di radiazione molto basse (inferiori a 0,005 Gy). Tuttavia, nelle pubblicazioni relative al LSS, le misure di effetto presentate non sono rischi relativi (cioè rapporti tra tassi di incidenza o mortalità negli esposti e nei non esposti, RR), ma consistono in rischi relativi in eccesso (ERR) per unità di dose: i valori rappresentano cioè di quanto aumenta il rischio tra gli esposti, in rapporto ai soggetti considerati non esposti, per ogni gray di radiazione assorbita. A partire dall'ERR si può calcolare facilmente il RR, ma sempre inteso come incremento di rischio per unità di dose.

Confrontare questi dati con stime di rischio attinenti ad una particolare categoria di durata d'uso del telefono cellulare o di qualsiasi altro surrogato di esposizione cumulativa a radiofrequenze (non quantificata e non quantificabile in termini di "dose") è del tutto sbagliato dal punto di vista metodologico.

Infine, che senso ha confrontare il rischio di ricevere una diagnosi di un qualsiasi tipo di cancro

con il rischio di sviluppare un raro e benigno tumore di un particolare nervo cranico?

Se proprio si vuole ricorrere a questo improprio paragone, sarebbe più pertinente riferirsi all'eccesso di rischio relativo (ERR) osservato nella coorte di Hiroshima e Nagasaki per il neurinoma endocranico (schwannoma), pari a 4,5 (IC 95% 1,9-9,2), e corrispondente ad un RR di 5,5 per sievert, cioè per ogni unità di dose equivalente assorbita (32).

LA PERIZIA NELL'ORDINAMENTO GIURIDICO ITALIANO

Nell'ambito del procedimento penale, la perizia è uno dei mezzi di prova previsti dal legislatore ed è specificamente e genericamente finalizzata ad integrare le conoscenze del giudice con quelle di un esperto. Il giudice dispone la perizia quando nel corso del procedimento sia necessario compiere una valutazione in ordine alla quale siano necessarie specifiche competenze tecniche o scientifiche (art. 220 e segg. c.p.p.).

Rispetto agli altri strumenti di conoscenza e di valutazione, la perizia si caratterizza per essere un "mezzo di prova" particolarmente garantito. Sin dalla fase del conferimento dell'incarico, infatti, si instaura un contraddittorio tra il perito ed i consulenti delle parti i quali possono assistere alle operazioni ed avanzare osservazioni e richieste. Tuttavia ogni potere decisionale e valutativo compete unicamente al perito; perciò le parti potranno soltanto cercare di dimostrare al giudice l'erroneità o lacunosità della perizia. Il perito, dunque, esercita nel procedimento penale una funzione para-giudiziale e gli viene demandata la soluzione di specifiche questioni tecniche, liberando da tale incombenza il giudice (44).

Di solito la perizia è disposta a richiesta di parte, ma può anche essere disposta d'ufficio nel dibattimento nei casi in cui il giudice avverta la necessità di motivare la sentenza sulla base di un sapere specialistico che deve essere applicato ad un fatto provato.

Il giudice, tuttavia, non è vincolato dalla perizia e può quindi disattenderne le conclusioni dando

adeguata motivazione. È in questa accezione che il giudice viene definito “*peritus peritorum*”, anche se tale espressione potrebbe sembrare in contraddizione con quanto affermato in precedenza. Se il giudice non ha le cognizioni tecniche necessarie per la valutazione di fatti per i quali è necessario possedere cognizioni tecnico scientifiche (spesso di elevata specializzazione), come gli sarà possibile valutare i risultati di una perizia o, più genericamente, di una prova scientifica? In effetti, alcuni hanno parlato di “paradosso” della prova scientifica (42). La risposta viene fornita dallo stesso Autore (42) che chiarisce che non è necessario che il giudice abbia le conoscenze scientifiche dell’esperto né che compia *ex novo* il percorso dal medesimo compiuto; è sufficiente che egli sia in grado di valutare la validità dei metodi scientifici utilizzati. Non è richiesto che il giudice sia un esperto, ma che sia in grado di valutare a quali condizioni una informazione può essere ritenuta dotata di validità scientifica (sulla base, ad esempio, del suo livello di riconoscimento nell’ambito della comunità scientifica).

In conclusione, il giudice dovrebbe essere informato sui presupposti di validità del metodo o della prova scientifici utilizzati nel processo e dovrebbe essere pronto ad esaminare visioni scientifiche diverse o anche contrapposte e a scegliere, dando logicamente conto della scelta, quella più convincente. Questa scelta andrebbe effettuata non in base ad un’opzione pregiudiziale ed immotivata, ma dovrebbe fondarsi, avendo dato il più ampio spazio al contraddittorio, su una dimostrata attendibilità scientifica e su argomentazioni che non abbiano trovato obiezioni insuperabili (6).

IL RICONOSCIMENTO DELL’Eziologia PROFESSIONALE DI MALATTIE ED INFORTUNI IN ITALIA

In Italia, l’assicurazione contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali è obbligatoria dal 1965 (D.P.R. 30 giugno 1965, n. 1124) e l’Istituto Nazionale per l’Assicurazione contro gli Infortuni e le Malattie Professionali (INAIL) è legalmente tenuto a riconoscere l’eziologia professionale di malattie di cui è scientificamente provata l’insorgenza

a seguito dell’esposizione a determinati agenti chimici, fisici o biologici e di cui è obbligatoria la denuncia da parte di medici che ne diagnosticano l’occorrenza. Queste patologie, gli agenti che le possono causare e le lavorazioni che possono comportare esposizioni a tali agenti, vengono elencate in tabelle delle malattie professionali predisposte da un’apposita Commissione Scientifica e periodicamente aggiornate per tener conto degli sviluppi nelle conoscenze scientifiche (artt. 3 e 211 del D.P.R. 30 giugno 1965, n. 1124; artt. 10 e 139 del D.L. 23 febbraio 2000, n. 38).

In base a quanto ribadito da un recente decreto del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale di concerto con il Ministero della Salute (D.M. 9 aprile 2008), l’INAIL potrà superare la presunzione legale d’origine professionale della patologia denunciata solo ed esclusivamente dimostrando che il lavoratore sia stato addetto in maniera sporadica o occasionale alla mansione o alla lavorazione tabellata; il lavoratore sia stato concretamente esposto all’agente patogeno connesso alla lavorazione tabellata in misura non sufficiente a cagionare la patologia; la malattia sia riconducibile ad altra causa di origine extralavorativa.

Inoltre, nella nuova versione della tabella delle malattie professionali di cui al D.M. del 9 aprile 2008, allo scopo di non produrre un arretramento del livello di tutela per le patologie non nosologicamente definite, è stata inserita per alcuni agenti patogeni la voce “altre malattie causate dalla esposizione” ai suddetti agenti. In questi casi, le tabelle indicano la sostanza patogena senza definire la patologia e l’eziologia professionale della malattia può ritenersi accertata solo a seguito della prova che sia stata cagionata dall’agente indicato in tabella. La suddetta prova deve ritenersi raggiunta in presenza di un elevato grado di probabilità dell’idoneità causale della sostanza indicata in tabella rispetto alla patologia denunciata, per come desumibile anche dai dati epidemiologici e dalla letteratura scientifica. Nella valutazione di queste patologie, pertanto, si fa riferimento ai principi giurisprudenziali elaborati dalla Corte di Cassazione secondo cui qualunque patologia può essere inclusa in astratto tra le malattie inserite in tabella, ma in concreto, spetta alla scienza medica definire, in base a criteri da essa

ritenuti affidabili, la potenziale eziopatogenesi rilevante anche sul piano giuridico (INAIL – Direzione Generale - Direzione Centrale Prestazioni. Circolare n. 47 del 24 luglio 2008).

In presenza dell'accertata potenzialità eziopatogenetica della sostanza indicata rispetto alla patologia denunciata, quest'ultima dovrà essere trattata come malattia tabellata secondo i criteri già forniti per le patologie nosologicamente definite. La prova di una diversa eziologia della patologia denunciata potrà essere fornita dall'INAIL, oltre che dimostrando la non idoneità della lavorazione a causare la patologia nei termini suindicati, anche dimostrando che, sulla base dei risultati raggiunti dalla scienza medica, la patologia stessa non è causalmente riconducibile all'agente patogeno tabellato ovvero che è riconducibile ad un fattore extralavorativo alle stesse condizioni indicate al punto precedente (INAIL – Direzione Generale - Direzione Centrale Prestazioni. Circolare n. 47 del 24 luglio 2008).

POSSIBILI IMPLICAZIONI DELLA SENTENZA E ALCUNI SPUNTI DI RIFLESSIONE

In base a quanto discusso nel paragrafo precedente, la sentenza emessa dalla Corte di Appello di Brescia non dovrebbe comportare una revisione della tabella delle malattie professionali riconosciute dall'INAIL come associate all'esposizione a radiofrequenze.

Tuttavia, tale sentenza è in palese contraddizione con il principio di un accertamento basato su solide evidenze scientifiche.

D'altra parte, considerata l'attuale diffusione dei telefoni cellulari nel mondo [4.6 miliardi di utenze nel 2009 (21)] e in Italia [il rapporto contratti per abitante ha raggiunto il 150% nel 2008 (26)], questa sentenza potrebbe costituire un precedente seguito da un numero ingestibile di ricorsi per il riconoscimento di nessi causali tra insorgenza di tumori (non solo neurinomi) in relazione all'uso (non solo professionale) di telefoni mobili e di altre sorgenti di radiofrequenze.

In definitiva, a noi sembra che questa sentenza sia un buon esempio dei problemi di relazione tra

le sfere della ricerca scientifica, della sanità pubblica e della giustizia.

Le conoscenze scientifiche per loro natura sono soggette a continua discussione e revisione, ed è essenziale che in tutti gli ambiti di applicazione, compreso quello legale, ne sia compresa e rispettata l'intrinseca collettività (30).

Si tratta di un problema riconosciuto in tutti i paesi del mondo occidentale, di non facile soluzione, che è stato affrontato in modo diverso nei diversi contesti nazionali.

Tuttavia, è ricorrente l'individuazione dell'elemento critico essenziale nell'esperto, la sua qualificazione a produrre evidenze scientifiche sullo specifico caso in discussione; la sua capacità di illustrare esaustivamente, obiettivamente, semplicemente e onestamente lo stato delle conoscenze sull'argomento; la sua consapevolezza della specificità d'uso delle evidenze scientifiche nel contesto giudiziario (12, 23).

Negli Stati Uniti i giudici valutano in via preliminare l'ammissibilità delle testimonianze di esperti nei procedimenti civili e penali, decidendo se gli esperti sono qualificati o meno a testimoniare nel caso specifico e se la testimonianza prodotta è rilevante ed affidabile. Per questa valutazione i giudici americani si basano sugli standard di riferimento proposti in diverse sentenze della Corte Suprema [*Frye v United States*, 293 F 1013 (DC Cir 1923)]; *Daubert v Merrell Dow Pharmaceuticals Inc*, 509 US 579 (1993); *General Electric Co v Joiner*, 522 US 136 (1997); *Kumho Tire Co Ltd v Carmichael*, 526 US 137 (1999)]. Lo standard "Daubert" è stato discusso e criticato da più punti di vista, ma nessuno sembra negare che si tratti di un meritevole tentativo di migliorare la qualità delle evidenze scientifiche probatorie (29).

In Gran Bretagna coesistono quattro sistemi legali indipendenti (Inghilterra, Galles, Scozia e Irlanda del Nord), ma in ciascuno di essi esistono norme analoghe riguardo ai requisiti legali delle testimonianze di esperti in tribunale.

Il General Medical Council (GMC) ha diffuso nel luglio del 2008 un documento ufficiale che riassume gli obblighi spettanti ai professionisti chiamati a testimoniare in tribunale e che, per la prima volta, introduce sanzioni in caso di reiterata

mancata osservanza delle linee-guida (11). Riportiamo un estratto dei punti salienti di questa guida:

The role of an expert witness

- *The role of an expert witness is to assist the court on specialist or technical matters within their expertise.*
- *The expert's duty to the court overrides any obligation to the person who is instructing or paying them. The expert witness has the duty to act independently and not be influenced by the party who retains him or her.*

Giving expert advice and evidence

- *When giving evidence or writing reports, the expert witness must restrict his or her statements to areas where he or she has relevant knowledge or direct experience.*
- *An expert witness must only deal with matters, and express opinions, that fall within the limits of his / her professional competence.*
- *An expert witness must give a balanced opinion, and be able to state the facts or assumptions on which it is based.*
- *An expert witness must make sure that any written report or evidence given is accurate and not misleading, that is to say that any reasonable step must be taken to verify any information provided and no relevant information must deliberately be left out.*
- *Wherever it is possible to do so without being misleading, the expert witnesses should use language and terminology that will be readily understood by those for whom they are providing expert advice or opinion.*
- *An expert witness must be honest, trustworthy, objective and impartial.*

Sanctions

Serious or persistent failure to follow this guidance will put the expert's registration at risk.

Anche molte associazioni professionali nord-americane hanno prodotto raccomandazioni ufficiali finalizzate a migliorare la qualità delle testimonianze di esperti nei procedimenti legali, civili e penali. Ad esempio, l'Accademia Americana di Pediatria è stata la prima associazione medica a definire una propria politica in questo ambito nel 1989 e ha recentemente pubblicato un aggiornamento delle proprie linee-guida (3). Le raccomandazioni sono analoghe a quelle del GMC britannico:

Recommendations

- *Expert witnesses have an obligation to present complete, accurate, and unbiased information to assist the triers of facts to understand the scientific issues so that they can arrive at a fair and equitable result.*
- *The best strategies for improving the quality of medical expert witness testimony must include strengthening the qualifications for serving as a medical expert, educating pediatricians about standards for experts, and providing more specific guidelines for physicians conduct throughout the legal process.*

Advocacy and Education

AAP believes that the establishment of a certain minimal qualifications for physicians who serve as expert witnesses will improve the quality of testimony and promote just and equitable verdicts. Therefore AAP support the following efforts:

- *Implement the recommendations of this statement through legislative or regulatory reform of expert witness testimony (e.g. establish minimal qualifications).*
- *Education [...]*
- *Aid in the establishment of expert panels to study, standardize, and disseminate elements of expert testimony that have been inadequately addressed (e.g. define "within a reasonable degree of medical certainty", establish the role of evidence-based medicine in expert opinions, opine whether expert testimony should be considered "the practice of medicine").*

Relevant qualifications

- *Physicians should limit their participation as medical experts to cases in which they have genuine expertise.*
- *Physician expert witnesses should be certified by the relevant board recognized by the American Board of Medical Specialties or...[...] Alternatively, the expert should be capable of demonstrating sufficient training or clinical experience in the clinical area at issue to be qualified and accepted as an expert by the relevant specialty board(s).*
- *Physician expert witnesses must have been actively engaged in clinical practice in the medical specialty or area of medicine about which they testify [...]. Alternatively, the expert should be able to demonstrate updated competence in the profession within a reasonable time period contiguous to the alleged act. Evidence of updated competence could include medical student or resident teaching, relevant publications, or research.*

- *Physician expert witnesses should not give false, misleading, or misrepresentative details about their qualifications.*

Standard of Testimony

- *Physicians expert witnesses should take all necessary steps to provide thorough, fair, objective, and impartial review of medical facts.*

- *Regardless of the source of the request for testimony (plaintiff or defendant), physician expert witnesses should lend their knowledge, experience, and best judgment to all relevant facts of the case.*

- *Physicians expert witnesses should not exclude relevant information for any reason and certainly not to create a perspective that favor the plaintiff or the defendant.*

- *The physician expert should be comfortable with his or her testimony regardless of whether it is to be used by the plaintiff or defendant.*

Ensuring that the testimony is proper

- *Physicians expert witnesses must take all necessary precautions to ensure that the expert work is relevant, reliable, honest, unbiased and based on sound scientific principles.*

- *Physicians expert witnesses must know that transcripts of depositions and courtroom testimony are public records and may be reviewed by others outside the courtroom.*

I problemi relativi al trasferimento delle conoscenze scientifiche “dal laboratorio all’aula del tribunale” sono stati affrontati anche negli ambiti disciplinari della medicina del lavoro e dell’epidemiologia (12, 39).

Negli Stati Uniti, ad esempio, le linee-guida del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) raccomandano l’adozione di una metodologia basata sulle evidenze nelle determinazioni di causalità nell’ambito di procedimenti medico-legali (24).

La Commissione Europea ha finanziato il progetto di ricerca “Risk Assessment and Management – European Training Programme” (Risk ASSETs; <http://www.hpa.org.uk/riskassets/>), avviato nel 2009 e finalizzato a sviluppare un programma organico di formazione per tecnici qualificati nella valutazione dei rischi associati all’esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici, in accordo alla le-

gislazione e alle politiche dell’Unione Europea e degli Stati Membri. Tossicologia, epidemiologia e valutazione dell’esposizione a sostanze chimiche, a prodotti di consumo e a campi elettromagnetici sono le discipline prioritarie individuate. Uno dei primi prodotti di Risk ASSETs sarà l’elenco, specifico per area disciplinare, delle competenze necessarie per qualificare esperti in grado di produrre valutazioni dei rischi sanitari consistenti tra loro e di elevata qualità.

CONCLUSIONI

Considerate le motivazioni della sentenza, sembra che il giudice si sia basato su perizie tecniche molto carenti dal punto di vista metodologico.

Gli “esperti” che hanno servito in questo processo erano chiaramente inesperti sia in epidemiologia forense, sia nello specifico argomento in discussione.

Al magistrato sono state fornite una rassegna selettiva delle evidenze scientifiche in materia di rischi di tumore in relazione all’uso di telefoni cellulari ed una fuorviante interpretazione dei risultati degli studi epidemiologici rilevanti (incluso il suggerimento di non considerare i risultati dello studio Interphone a causa di presunte distorsioni derivanti da finanziamenti di fonte industriale).

Non sono stati rispettati i requisiti necessari per procedere ad inferenze causali a livello individuale e sono stati utilizzati metodi inappropriati per ricavare le stime di rischio personale.

Ci sembra dunque che si imponga una discussione critica delle basi scientifiche di questa sentenza e che a questa sia particolarmente chiamata la comunità specialistica del settore (medici del lavoro, medici legali, epidemiologi ed esperti di altre discipline coinvolte nella ricerca sugli effetti sanitari dell’esposizione a campi elettromagnetici).

Ci sembra inoltre che questa sentenza segnali l’esistenza di un problema più ampio, relativo alle relazioni tra scienza, diritto e politica, che coinvolge le istituzioni (governo, università, agenzie di ricerca, magistratura, strutture del servizio sanitario nazionale, enti previdenziali) e le figure professionali che operano in settori di confine tra queste

aree (giuristi, magistrati, medici legali, ricercatori in vari ambiti disciplinari, operatori e dirigenti dell'INAIL, etc.).

È urgente in Italia una strategia d'ampio respiro per migliorare la qualità delle perizie tecniche ed ottenere verdetti corretti ed equi.

Contrariamente ad altri paesi, come gli Stati Uniti o il Regno Unito, mancano nel nostro paese standard legali per le testimonianze di esperti, quali la valutazione preliminare di ammissibilità delle evidenze scientifiche prodotte e requisiti di qualificazione per i professionisti chiamati ad espletare i ruoli di periti e consulenti tecnici di parte.

In contesti come il nostro, linee-guida sulle testimonianze di esperti in ambito giudiziario promulgate da associazioni professionali appaiono lo strumento di auto-regolamentazione più agile per cominciare ad affrontare problema.

NO POTENTIAL CONFLICT OF INTEREST RELEVANT TO THIS ARTICLE WAS REPORTED

BIBLIOGRAFIA

1. AGENCE FRANÇAISE DE SÉCURITÉ SANITAIRE ENVIRONNEMENTALE (AFSSET): *Les radiofréquences. Mise à jour de l'expertise relative aux radiofréquences. Rapport d'expertise collective*. Paris (France): AFSSET, Saisine n°2007/007, Octobre 2009: 1-467 (<http://www.afsset.fr>)
2. AHLBOM A, FEYCHTING M, GREEN A, et al: Epidemiologic evidence on mobile phones and tumor risk. A review. *Epidemiology* 2009; 20: 639-652
3. AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS: Policy Statement - Expert Witness Participation in Civil and Criminal Proceedings. *Pediatrics* 2009; 124: 428-438
4. BOICE JD, McLAUGHLIN JK: *Epidemiologic studies of cellular telephones and cancer risk. A review*. Swedish Radiation Protection Authority: SSI Report No 16, 2002
5. BRADFORD-HILL A: The environment and disease: Association or causation? *Proc Roy Soc Med* 1965; 58: 295-300
6. BRUSCO C: La valutazione delle prova scientifica. In Tonini P (Ed): *La prova scientifica nel processo penale. Dossier*. Dir Pen e Processo 2008; 6 (suppl 1): 23
7. CARDIS E, DELTOUR I, MANN S, et al: Distribution of RF energy emitted by mobile phones in anatomical structures of the brain. *Phys Med Bio* 2008; 53: 2771-2783
8. CARDIS E, RICHARDSON L, DELTOUR I, et al: The interphone study: design, epidemiological methods, and description of the study population. *Eur J Epidemiol* 2007; 22: 647-664
9. COLE P: Causality in epidemiology, health policy and law. *Environ Health Rep* 1997; 27: 10279-10285
10. DELTOUR I, JOHANSEN C, AUVINEN A, et al: Time trends in brain tumor incidence rates in Denmark, Finland, Norway, and Sweden, 1974-2003. *J Natl Cancer Inst* 2009; 101: 1721-1724
11. GENERAL MEDICAL COUNCIL (GMC): *Acting as an expert witness - guidance for doctors*. http://www.gmc-uk.org/guidance/ethical_guidance/expert_witness_guidance.asp
12. GUIDOTTI TL: Evaluation of scientific evidence in law, adjudication and policy: when occupational health takes the witness chair. *Med Lav* 2006; 2: 167-174
13. HABASH RWY, ELWOOD JM, KREWSKI D, et al: Recent advances in research on radiofrequency fields and health 2004-2007. *J Toxicol Environ Health* 2009; 12: 250-288
14. HARDELL L, CARLBERG M: Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours. *Int J Oncol* 2009; 35: 5-17
15. HARTIKKA H, HEINÄVAARA S, MÄNTYLÄ R, et al: Mobile phone use and location of glioma: a case-case analysis. *Bioelectromagnetics* 2009; 30: 176-182
16. HUSS A, EGGER M, HUG K, et al: Source of funding and results of studies of health effects of mobile phone use: systematic review of experimental studies. *Environ Health Perspect* 2007; 115: 1-4
17. INSKIP PD, HOOVER RN, DEVESA SS: Brain cancer incidence trends in relation to cellular telephone use in the United States. *Neuro Oncol* 2010 Jul 16: doi: 10.1093/neuonc/noq077 (Epub ahead of print)
18. INSTITUTE OF ELECTRIC AND ELECTRONIC ENGINEERS (IEEE) - COMMITTEE ON MAN AND RADIATION (COMAR): COMAR technical information statement: expert reviews on potential health effects of radiofrequency electromagnetic fields and comment on the Bioinitiative Report. *Health Phys* 2009; 97: 348-356
19. INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC): *Ionizing radiation, Part 1: X and gamma (γ) radiation, and neutrons* Lyon (France): IARC Press, 2000 (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans No 75)
20. INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC): *Ionizing radiation, Part 2: Some internally deposited radionuclides*. Lyon (France): IARC Press, 2001 (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans No 78).

21. INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU): *Measuring the information society*. ITU, 2010: <http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/2010/index.html>
22. KUNDI M: The controversy about a possible relationship between mobile phone use and cancer. *Environ Health Perspect* 2009; *117*: 316-324
23. KUNE R, KUNE G: Proof of causation and expert evidence: bringing science to the law and the law to science. *JLM* 2003; *11*: 112-121
24. KUSNETZ S, HUTCHISON M (Eds): *A guide to the work-relatedness of disease*. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, 1979 (NIOSH publication no 79-116)
25. LAGIOU P, ADAMI H-O, TRICHOPOULOS D: Causality in cancer epidemiology. *Eur J Epidemiol* 2005; *20*: 565-574
26. LAGORIO S: Epidemiologia delle radiofrequenze: aggiornamenti. Lo studio Interphone su tumori cerebrali e uso del telefono cellulare. In: *Atti del Convegno Giornate Siciliane di Radioprotezione – Il punto sulle NIR*. Associazione Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM) e Associazione Italiana di Radioprotezione (AIRP): Siracusa 3-5 Giugno 2010 (<http://www.airm.it/Giornate-Siciliane-di-Radioprotezione.html>)
27. LAHKOLA A, AUVINEN A, RAITANEN J, et al: Mobile phone use and risk of glioma in 5 North European countries. *Int J Cancer* 2007; *120*: 1769-1775
28. LAHKOLA A, SALMINEN T, RAITANEN J, et al: Meningioma and mobile phone use - a collaborative case-control study in five North European countries. *Int J Epidemiol* 2008; *37*: 1304-1313
29. MICHAELS D: Scientific evidence and public policy. *Am J Public Health* 2005; *95*: S5-S7
30. MIETTINEN O: Evidence in medicine: invited commentary. *Can Med Assoc J* 1998; *158*: 215-221
31. *Motorola v Ward*: 223 Ga App 678 at 680; 478 SE 2d 465 at 466, 1997
32. PRESTON DL, RON E, YONEHARA S, et al: Tumors of the nervous system and pituitary gland associated with atomic bomb radiation exposure. *J Natl Cancer Inst* 2002; *94*: 1555-1563
33. ROTHMAN JK, GREENLAND S: Causation and causal inference in epidemiology. *Am J Public Health* 2005; *95*: S144-S150 (doi:10.2105/AJPH.2004.059204)
34. ROTHMAN KJ: Health effects of mobile phones. *Epidemiology* 2009; *20*: 653-655
35. SANDERSON S, TATT ID, HIGGINS JPT: Tools for assessing quality and susceptibility to bias in observational studies in epidemiology: a systematic review and annotated bibliography. *Int J Epidemiol* 2007; *36*: 666-676
36. SAVITZ DA: *Interpreting epidemiologic evidence*. Oxford: Oxford University Press, 2003
37. SCHOEMAKER MJ, SWERDLOW AJ, AHLBOM A, et al: Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the Interphone case-control study in five North European countries. *Br J Cancer* 2005; *93*: 842-848
38. SCIENTIFIC COMMITTEE ON EMERGING AND NEWLY IDENTIFIED HEALTH RISKS (SCENIHR): *Health Effects of Exposure to EMF. Opinion adopted at the 28th plenary on 19 January 2009*. European Commission – Directorate General Health & Consumers. http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf
39. SINCLAIR DC: Epidemiology in the courtroom: an evidence-based paradigm for the determination of causation in compensation environments. *J Occup Environ Med* 2010; *52*: 456-461
40. SSM:s INDEPENDENT EXPERT GROUP ON ELECTROMAGNETIC FIELDS: *Recent Research on EMF and Health Risks. Sixth annual report from SSM:s independent Expert Group on Electromagnetic Fields 2009*. Stockholm: Swedish Radiation Safety Authority, Report No: 2009:36 (www.stralsakerhetsmyndigheten.se)
41. TAKEBAYASHI T, VARSIER N, KIKUCHI Y, et al: Mobile phone use, exposure to radiofrequency electromagnetic field, and brain tumour: a case-control study. *Br J Cancer* 2008; *98*: 652-659
42. TARUFFO M: La prova scientifica nel processo civile. In AA.VV: *Decisione giudiziaria e verità scientifica*. Milano: Giuffrè Editore, Collana Quaderni Rivista Trim Dir Proc Civ, 2005: 1110
43. THE INTERPHONE STUDY GROUP: Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the Interphone international case-control study. *Int J Epidemiol* 2010: Advance Access published May 17, 2010: doi:10.1093/ije/dyq079
44. TONINI P: *Manuale di procedura penale*. Milano: Giuffrè Editore, 10^a Edizione, 2009: 323
45. US NATIONAL RESEARCH COUNCIL - COMMITTEE TO ASSESS HEALTH RISKS FROM EXPOSURE TO LOW LEVELS OF IONIZING RADIATION: *Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII – Phase 2*. Washington, DC (USA): The National Academy Press, 2006
46. VECCHIA P, MATTHES R, ZIEGELBERGER G, et al (Eds): *Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz)*. International Commission for non-Ionising Radiation Protection: ICNIRP 16/2009: pp. 1-378: <http://www.icnirp.de/documents/RFReview.pdf>
47. VON ELM E, ALTMAN DG, EGGER M, et al: The Strengthening the Reporting of Observational Studies

- in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. Bull WHO 2007; 85: 867-872
48. VRIJHEID M, ARMSTRONG BK, BEDARD D, et al: Recall bias in the assessment of exposure to mobile phones. J Expo Sci Environ Epidemiol 2009; 19: 369-381
49. VRIJHEID M, CARDIS E, ARMSTRONG BK, et al: Validation of short-term recall of mobile phone use for the Interphone Study. Occup Environ Med 2006; 63: 237-243
50. VRIJHEID M, MANN S, VECCHIA P, et al: Determinants of mobile phone output power in a multinational study – implications for exposure assessment. Occup Environ Med 2009; 66: 664-671
51. VRIJHEID M, RICHARDSON L, ARMSTRONG BK, et al: Quantifying the impact of selection bias caused by non-participation in a case-control study of mobile phone use. Ann Epidemiol 2009; 19: 33-42
52. WAKE K, VARSIER N, WATANABE S, et al: The estimation of 3D SAR distributions in the human head from mobile phone compliance testing data for epidemiological studies. Phys Med Biol 2009; 54: 5695-5706. Epub 2009 Sep 1
53. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), INTERNATIONAL COMMISSION FOR NON-IONISING RADIATION PROTECTION (ICNIRP), INTERNATIONAL LABOUR OFFICE (ILO): *Static fields*. Geneva: WHO Press: Environmental Health Criteria No 232, 2006: <http://www.who.int/peh-emf/publications/reports/ehcstatic/en/index.html>
54. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), INTERNATIONAL COMMISSION FOR NON-IONISING RADIATION PROTECTION (ICNIRP), INTERNATIONAL LABOUR OFFICE (ILO): *Extremely low frequency fields*. Geneva: WHO Press: Environmental Health Criteria No 238, 2007: <http://www.who.int/peh-emf/publications/elf-ehc/en/index.html>

RINGRAZIAMENTI: *Gli Autori ringraziano il Dr Alberto Nobili (Procuratore Aggiunto presso il Tribunale di Milano) per le informazioni riguardo al ruolo della perizia come strumento di prova nel procedimento penale*