



Forni a microonde

Data:

12 ottobre 2016

I forni a microonde (o anche semplicemente «microonde») funzionano mediante radiazioni ad alta frequenza (le microonde) che, assorbite dai cibi, sono trasformate in calore. Le derrate alimentari riscaldate con questo tipo di apparecchi non contengono microonde e, perciò, non emettono radiazioni. Grazie all'involucro di metallo e alla fine rete metallica incorporata nello sportello del forno, la maggior parte delle microonde rimane all'interno dell'apparecchio e solo una piccola quantità ne fuoriesce. Sulla superficie dell'apparecchio (a 0-5 cm di distanza) si può registrare un'intensità di radiazione più alta, ma basta allontanarsi di 30 cm circa perché tali valori siano inferiori di oltre dieci volte ai limiti ammessi. La fuga di radiazioni può essere maggiore se le guarnizioni dello sportello sono difettose o sporche.



Il rischio maggiore sia della cottura tradizionale sia di quella con il forno a microonde resta comunque quello di ustionarsi. L'acqua o le pietanze bollenti sono molto pericolose se, rovesciandosi, entrano in contatto con il corpo.

Secondo le conoscenze attuali, le emissioni di un forno a microonde non danneggiato e utilizzato correttamente non costituiscono un pericolo per la salute. Tuttavia possono costituire un pericolo i cibi troppo caldi o gli agenti patogeni non completamente eliminati durante la cottura.

Utilizzando in modo corretto il forno a microonde si possono riscaldare i cibi senza pericolo. Ecco alcuni consigli.

- Leggere attentamente le istruzioni d'uso e le norme di sicurezza dell'apparecchio e rispettarle. In caso di domande o dubbi, rivolgersi al rivenditore o al fabbricante.
- Utilizzare il forno a microonde soltanto per riscaldare alimenti.
- Posizionare il forno a microonde fuori dalla portata dei bambini o utilizzare l'apposita funzione di protezione per evitare un'accensione o un'apertura involontarie da parte dei bambini.
- Tenere puliti lo sportello, le guarnizioni e l'interno del forno, e controllare che il dispositivo di chiusura, la guarnizione e l'involucro non siano danneggiati. Non utilizzare mai un apparecchio con danni palesi, come lo sportello difettoso o deformato. Rivolgersi al fabbricante per le riparazioni.
- Evitare il surriscaldamento e l'evaporazione esplosiva dei liquidi immergendo nel recipiente di cottura un bastoncino di vetro o un cucchiaino di plastica resistente al calore.
- In generale, cucinare le uova sui fornelli, perché riscaldandole nel forno a microonde possono esplodere.
- Punzecchiare gli alimenti rivestiti di pelle o buccia (p. es. frutti, patate, pomodori) prima di metterli nel microonde, oppure cuocerli in un altro modo.



- Riscaldare gli alimenti almeno a 70°C per 10 minuti, in modo da cuocerli bene sia all'interno che all'esterno e da eliminare tutti i microrganismi presenti. Di tanto in tanto rimestare o girare i cibi affinché siano riscaldati in modo uniforme.
- Per evitare ustioni, riscaldare gli alimenti per bambini con metodi tradizionali. Se si desidera utilizzare comunque il microonde, ricordarsi di togliere sempre il succhiotto prima di riscaldare il biberon, evitare l'evaporazione esplosiva dei liquidi (vedi consiglio sopra), rimestare la pappa e accertarsi che non sia troppo calda prima di somministrarla al bambino. Non utilizzare il forno a microonde tenendo il bambino in braccio.



1 Dati tecnici

Frequenze tipiche

- 0 Hz dovuti ai magneti permanenti necessari al funzionamento del magnetron (campo magnetico statico)
- 50 Hz dovuti all'alimentazione elettrica (campo magnetico a bassa frequenza).
- 2,45 GHz dovuti alle radiazioni a microonde (campo elettromagnetico ad alta frequenza).

Potenza

500 – 2000 (apparecchi per uso domestico).

1.1 Principio

I materiali cattivi conduttori elettrici, come l'acqua e molte altre componenti alimentari, assorbono l'energia prodotta dalle microonde. L'assorbimento è causato dalla trasmissione dell'energia alle particelle elettriche cariche (ioni) e ai dipoli. I dipoli presenti con maggiore frequenza nelle derrate alimentari sono le molecole di acqua.

Tutti i dipoli e gli ioni che si trovano in un alimento sono costantemente in movimento. Se un alimento è esposto anche a un campo elettrico, i dipoli cercano di orientarsi in direzione di questo campo a seconda della loro carica. Il campo elettrico (radiazione) di un forno a microonde modifica la propria direzione in modo estremamente rapido (cinque miliardi di volte al secondo). Gli ioni e i dipoli cercano di orientarsi secondo la direzione di questo campo alternato, incrementando a loro volta le proprie oscillazioni. Ciò si traduce in un aumento della temperatura nell'alimento.

Questo processo di riscaldamento si contrappone al riscaldamento convenzionale dei cibi, durante il quale l'energia termica è convogliata sulla superficie esterna dell'alimento e penetra poi al suo interno per conduzione termica.

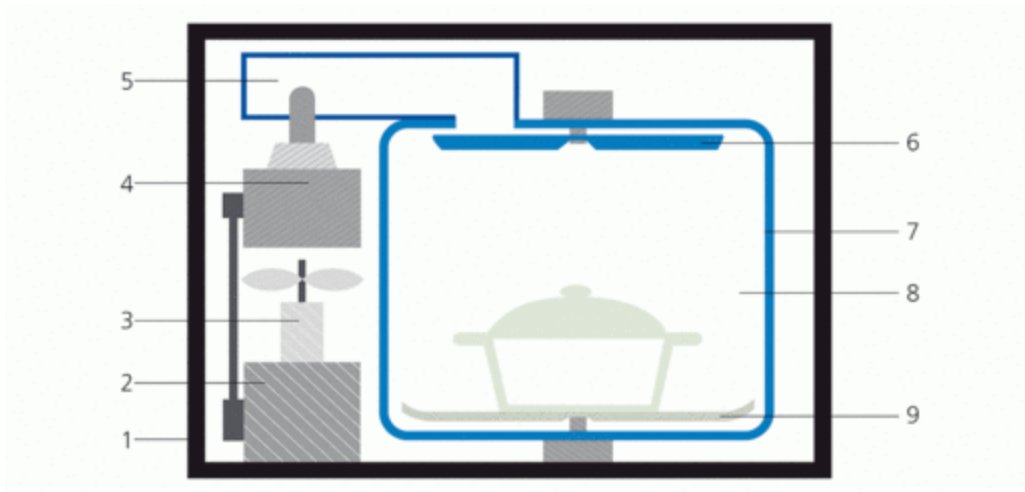
1.2 Struttura

La radiazione a microonde è prodotta dal magnetron, un generatore ad alta frequenza. Un trasformatore genera l'alta tensione necessaria al funzionamento del magnetron. Questo si accende e si spegne 50 volte al secondo, per cui la radiazione a microonde è simile a una pulsazione. La durata tipica di uno di questi «pacchetti di impulsi» è di 10 ms. Grazie al magnetron, la radiazione viene convogliata all'interno del forno, nello spazio di cottura.

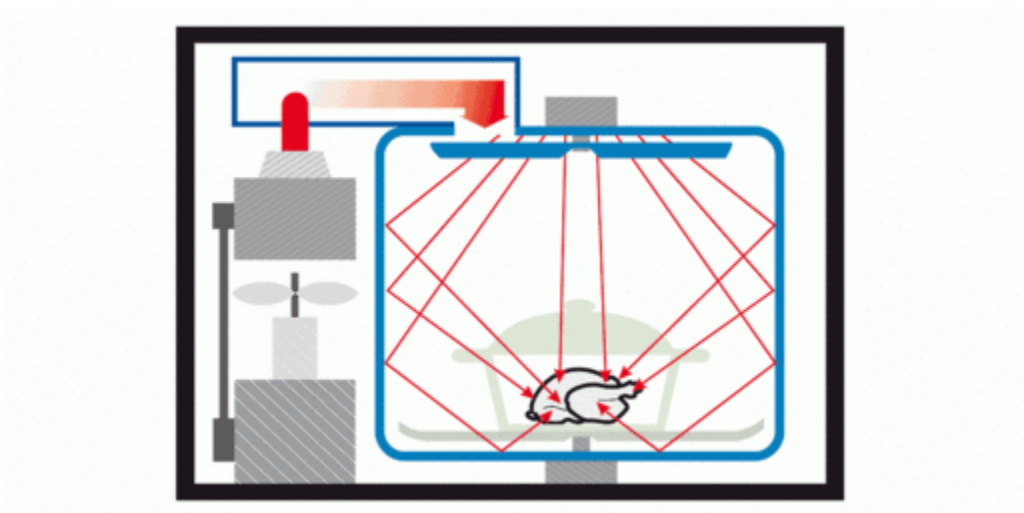
Le pareti metalliche dell'involucro e una rete di metallo interna, incorporata nello sportello del forno, fanno sì che la radiazione sia riflessa e resti all'interno dell'apparecchio. All'apertura dello sportello, la fonte di microonde s'interrompe immediatamente e, nel giro di 10 μ s (microsecondi), il forno non emette più radiazioni.



La riflessione sulle pareti porta a una sovrapposizione di radiazioni che, in alcuni punti, sono amplificate e in altri ridotte. Tali effetti d'interferenza fanno sì che l'intensità di radiazione sia diversa nei vari punti dell'apparecchio. Un'antenna rotante o un piatto girevole presente all'interno permettono di riscaldare gli alimenti in modo più uniforme.



- 1 Involucro
- 2 Trasformatore
- 3 Ventilatore
- 4 Magnetron
- 5 Guida d'onda
- 6 Ventola di distribuzione
- 7 Lamina di distribuzione
- 8 Cavità di cottura
- 9 Piatto girevole





1.3 Funzionamento

Il trasformatore genera l'alta tensione necessaria al funzionamento del magnetron, che produce onde elettromagnetiche. Tali microonde vengono convogliate attraverso un tubo metallico, la cosiddetta guida d'onda, all'interno dello spazio di cottura, dove vengono distribuite mediante un'antenna rotante, raggiungendo direttamente o di riflesso dalle pareti interne le vivande poste sul piatto girevole.

1.4 Stoviglie adatte e inadatte per la cottura nel forno a microonde

Gli isolatori elettrici, come il vetro e la porcellana, lasciano penetrare quasi completamente le microonde e sono pertanto materiali idonei per le stoviglie da utilizzare nei forni a microonde. Da evitare, invece, la porcellana con decorazioni in oro, poiché le decorazioni vengono distrutte.

I materiali conduttori elettrici, come i metalli, hanno invece il potere di riflettere quasi interamente le microonde, per cui gli alimenti nei recipienti di metallo non vengono riscaldati. I recipienti metallici, inoltre, non dovrebbero essere utilizzati poiché impediscono una distribuzione ottimale delle microonde all'interno dello spazio di cottura. Se le parti metalliche di un recipiente sono troppo vicine alle pareti interne del forno a microonde, c'è il rischio che si sviluppino scintille.

2 Misurazione delle esposizioni

2.1 Radiazioni ad alta frequenza

Fuga di radiazioni dai forni a microonde

La fuoriuscita di radiazioni ad alta frequenza dai forni a microonde in funzione è chiamata fuga di radiazioni: il valore massimo ammesso è di 5 mW/cm² a una distanza di 5 cm, che corrisponde a un'intensità del campo elettrico pari a 137 V/m. In tre diversi studi sono state analizzate le fughe di radiazioni da apparecchi nuovi e usati, sia in case private che in ristoranti (tabella 1).



Tabella 1: valori medi per la fuga di radiazioni da forni a microonde a una distanza di 5 cm dagli apparecchi.

Studio		Fuga di radiazioni media (mW/cm ²)	Numero di apparecchi misurati	Età degli apparecchi (anni)
Studio [2]: apparecchi usati		0,41	106	0,1 – 14
Studio [3]	ap- parecchi nuovi	0,08	60	0
	ap- parecchi usati	0,17	103	1 - 23
Studio [4]: apparecchi usati		inferiore a 0,062 per il 50% degli apparecchi, massimo 0,086	130	0,5 – 18

I tre studi giungono alla conclusione che la fuga di radiazioni avviene con maggiore frequenza quando le guarnizioni degli sportelli dei forni a microonde sono logorate o sporche, oppure quando lo sportello o il dispositivo di chiusura è rovinato. Solo in un caso è stato superato il valore massimo ammesso per la fuga di radiazioni.

Tasso di assorbimento specifico (TAS)

L'esposizione delle persone alle radiazioni ad alta frequenza è descritta al meglio dal tasso di assorbimento specifico (TAS), espresso in W/kg, che indica la potenza elettromagnetica (W) assorbita dal corpo umano (kg).

In uno degli studi sono stati determinati i valori TAS dovuti alla fuga di radiazioni da un forno a microonde[5]. L'apparecchio è stato preparato in modo da emettere il valore massimo ammesso per la fuga. Dalle misurazioni è risultato che sia a una distanza di 30 cm (corrispondente all'irradiazione dell'intero corpo), sia a una distanza di 5 cm (corrispondente p. es. all'irradiazione della testa nell'atto di osservare i cibi in cottura), i valori TAS erano nettamente inferiori alle raccomandazioni sui valori limite (tabella 2). Solo a contatto diretto con il forno il valore limite raccomandato è stato superato [6, 7].



Tabella 2: valori TAS di un forno a microonde con il valore massimo ammesso per la fuga di radiazioni (5 mW/cm² a una distanza di 5 cm), in rapporto ai valori limite raccomandati per i diversi tipi di esposizione.

Distanza (cm)	Misurazioni sui forni a microonde, SAR (W/kg)	Valori limite raccomandati	
		SAR (W/kg)	Parti del corpo esposte
< 0,1	7,95	4	Extremitäten
5	0,256	2	Kopf, Rumpf
30	0,0056	0,08	ganzer Körper

2.2 I campi magnetici a bassa frequenza

I campi magnetici a bassa frequenza sono prodotti dal trasformatore, dal motore del piatto girevole e dal potente trasformatore del magnetron. In 34 misurazioni effettuate su altrettanti forni a microonde sono stati determinati, effettuando una media, i campi magnetici a bassa frequenza (cfr. tabella 3) [8]. I valori misurati sono risultati tutti inferiori al limite raccomandato di 100 μ T. Inoltre, più la distanza dall'apparecchio aumentava, maggiormente i valori diminuivano.

Tabella 3: campi magnetici a 50-Hz di 34 forni a microonde misurati; valore medio \pm scarto dal valore standard.

Distanza (cm)	Campo magnetico (μ T)
5	27,3 \pm 16,7
50	1,66 \pm 0,63
100	0,37 \pm 0,14

3 Conseguenze per la salute

3.1 Effetti dei campi elettromagnetici

Radiazioni ad alta frequenza

Per quanto riguarda le radiazioni emesse dai forni a microonde, sono stati analizzati i potenziali effetti sugli occhi. Poiché il cristallino è poco irrorato, fatica a smaltire il calore accumulato. Pertanto è sensibile alle alte temperature, che possono avere come conseguenza un'opacizzazione permanente (cata-



ratta). Osservando i cibi in cottura attraverso lo sportello di vetro, gli occhi si trovano molto vicini all'apparecchio e quindi anche alla fuga di radiazioni. Diversi studi hanno però dimostrato che, se lo sportello è ben chiuso, l'esposizione è troppo bassa perché si verifichi un significativo aumento della temperatura [9].

Complessivamente per i forni a microonde non vi sono indicazioni concernenti effetti nocivi sulla salute dovuti a un aumento della temperatura corporea.

Campi magnetici a bassa frequenza

I forni a microonde rientrano nella categoria di elettrodomestici che tendenzialmente producono campi magnetici a bassa frequenza di maggiore intensità. L'esposizione ai campi magnetici generati da questo tipo di apparecchi rimane comunque abbastanza contenuta, dato che essi vengono utilizzati solo per brevi periodi di tempo. Da studi condotti sinora non sono stati stabiliti con certezza effetti provocati dai forni a microonde sulla salute [10-13].

3.2 Rischi in caso di uso improprio degli apparecchi

Riscaldamento di alimenti e di oggetti

Tipicamente i forni a microonde riscaldano i cibi rapidamente e creano una sovrappressione al loro interno, a condizione che i pezzi non siano eccessivamente grossi (spessore massimo 3-4 cm). All'interno del microonde gli alimenti come uova, pomodori, patate o salsicce, rivestiti da uno strato esterno o da un involucro chiuso, potrebbero scoppiare o esplodere durante la cottura o dopo essere stati estratti dal forno. Prima della cottura questi alimenti devono pertanto essere punzecchiati a sufficienza o sbucciati/sgusciati. Per le uova andrebbe preferita la bollitura tradizionale, poiché riscaldando le uova crude o cotte e sgusciate nel microonde queste possono esplodere e provocare ustioni da leggere a gravi [14] e lesioni agli occhi.

I contenitori sigillati, come bottiglie, vasetti di pappe per bambini, imballaggi sotto vuoto ecc., devono essere aperti prima di essere riscaldati nel forno a microonde. I biberon vanno riscaldati senza succhiotto, poiché c'è il rischio che esplodano e causino gravi ustioni [15].

Riscaldamento di liquidi e alimenti

Nel forno a microonde, i liquidi possono essere riscaldati anche oltre il loro punto di ebollizione senza che si formino vapori o bolle. Alla minima agitazione del contenitore, dai liquidi troppo caldi (p. es. bevande, soluzioni per inalazioni) possono svilupparsi grosse bolle che esplodono e fanno schizzare il liquido bollente fuori dal recipiente col rischio di provocare ustioni. Tale rischio può essere evitato immergendo nel contenitore un bastoncino di vetro, un cucchiaino di plastica o un cucchiaino da caffè, se è accertato che quest'ultimo è di materiale uniforme (p. es. acciaio legato, ma non argentato!).

Con le microonde i liquidi, gli alimenti e le sostanze gelatinose (p. es. sacchetti per impacchi freddi o



caldi) vengono di regola riscaldati più rapidamente al loro interno, per cui il contenitore o il cibo estratto dal forno non sempre scotta al tatto. Specialmente nel caso delle pappe per bambini occorre prestare attenzione al rischio di ustioni della cavità oro-faringea. I liquidi, i cibi o altri oggetti devono perciò essere rimestati per controllare che non raggiungano temperature troppo elevate.

Per evitare incidenti, i forni a microonde devono essere posizionati fuori dalla portata dei bambini. Anche i bambini minori di due anni sono in grado di aprire un forno a microonde e di estrarne il contenuto [16]. I bambini costituiscono la fascia d'età a maggiore rischio di lesioni causate dal forno a microonde [17].

Preparazione igienica degli alimenti

Nel forno a microonde, il riscaldamento dei cibi può non essere uniforme:

- a seconda di come l'apparecchio è costruito, la cavità di cottura può presentare zone molto calde, ma anche zone più fredde;
- le diverse componenti degli alimenti (acqua, grassi, proteine, carboidrati) non si riscaldano tutte con la stessa rapidità; il cibo può quindi essere caldissimo in certi punti («hot spots») e meno caldo in altri («cold spots»);
- i cibi molto salati si riscaldano più rapidamente: in superficie possono risultare bollenti.

Il riscaldamento non uniforme degli alimenti nel microonde può impedire la completa eliminazione dei microrganismi in essi contenuti. Per preparare i cibi in modo che risultino igienicamente irreprensibili è sufficiente adottare alcuni accorgimenti:

- prolungare i tempi di riscaldamento: riscaldando e cuocendo successivamente gli alimenti è possibile equilibrare la temperatura fra le zone calde e quelle più fredde; il processo può essere accelerato rimestando i cibi. Gli alimenti devono essere riscaldati, internamente ed esternamente, ad almeno 70°C per 10 minuti;
- in certi casi non è possibile cuocere a fondo grandi quantità di cibo e pezzi di cibo piuttosto grossi (di spessore superiore a 3-4 cm): si consiglia allora di rinunciare al microonde e preferire altre forme di cottura.

Modifiche nella composizione chimica degli alimenti.

Ogni volta che un alimento viene riscaldato, la sua composizione chimica si modifica: si formano nuove sostanze e altre vengono parzialmente distrutte. Queste trasformazioni dipendono dal tempo di cottura e dalla temperatura. Le trasformazioni che avvengono nei cibi cotti nel forno a microonde corrispondono grosso modo ai cambiamenti provocati da una cottura convenzionale. Il valore nutritivo, la digeribilità delle proteine, la composizione degli aminoacidi e la stabilità delle vitamine liposolubili (A ed E) sono simili nei due metodi di cottura. Rispetto alla cottura convenzionale, la cottura nel microonde danneggia in misura minore la stabilità delle vitamine idrosolubili (C e B). I grassi si ossidano meno, cosicché non possono formarsi sostanze tossiche altamente reattive (radicali). Di regola, rispetto alla cottura in padella, il riscaldamento nel forno a microonde produce meno sostanze indesiderate, come idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e ammine eterocicliche aromatiche. Non si



formano però nemmeno le tipiche crosticine aromatiche.

Da approfondite indagini tossicologiche per verificare la presenza di nuove sostanze tossiche nei cibi riscaldati o cotti nel microonde [18] non sono emerse differenze fra la cottura convenzionale e la cottura a microonde. Le analisi microbiologiche e biochimiche, inoltre, non hanno rivelato alcuna azione tossica degli alimenti riscaldati o cotti nel microonde sul patrimonio genetico.

4 Rechtliche Regelung

I forni a microonde sono considerati prodotti elettrici a bassa tensione e come tali sono disciplinati in Svizzera nell'ordinanza sui prodotti elettrici a bassa tensione [19]. In virtù di quest'ordinanza, in condizioni di esercizio o di impiego conformi alle disposizioni e, per quanto possibile, anche in condizioni prevedibili di esercizio o di impiego non corretto o, ancora, in presenza di guasti prevedibili, i prodotti a bassa tensione non devono mettere in pericolo persone o cose. Inoltre, i prodotti a bassa tensione possono essere immessi in commercio soltanto se sono conformi ai requisiti principali concernenti la sicurezza e la protezione della salute della direttiva europea (CE) «bassa tensione».

Un fabbricante che immetta in commercio un prodotto a bassa tensione deve poter presentare una dichiarazione di conformità dalla quale risulti che il prodotto è conforme ai requisiti principali. I requisiti principali dei singoli prodotti sono stabiliti in norme tecniche. Per i campi elettromagnetici dei forni a microonde è applicabile la norma SN EN 62233 [20] per il settore a bassa frequenza e la norma SN EN 60335-2-25 [21] per quello ad alta frequenza. I rispettivi criteri di conformità sono identici alle raccomandazioni dell'UE sul valore limite [6].

In mancanza di controlli di mercato approfonditi, in Svizzera è il fabbricante stesso a rispondere del rispetto dei criteri di conformità da parte dell'apparecchio. L'Ispettorato federale degli impianti a corrente forte (www.esti.admin.ch) verifica il rispetto delle disposizioni mediante controlli a campione sugli apparecchi già in commercio.



5 Bibliografia

1. International Life Science Institute (ILSI): Microwave Ovens. ILSI Europe Concise Monograph Series, 2006.
2. Alhekail ZOI. Electromagnetic radiation from microwave ovens. J.Radiol.Prot. 2001;21:251-8.
3. Thansandote A, Lecuyer D, Gaijda B. Radiation leakage of before-sale and used microwave ovens. Microwave World 2000;21:4-8.
4. Matthes R. Radiation emission from microwave ovens. J.Radiol.Prot. 1992;12:167-72.
5. Bangay B, Zombolas C. Advanced Measurements of Microwave Oven Leakage. The Journal of the Australian Radiation Protection Society 2003;20:47-51.
6. Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz (1999/519/CE) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999H0519&from=IT>
7. Preece AW et al. Magnetic fields from domestic appliances in the UK. Phys.Med.Biol. 1997;42:67-76.
8. Leitgeb N, Tropper K. Eye heating caused by microwave ovens. Biomed.Tech (Berl) 1993;38:17-20.
9. Behrens T et al. Quantification of lifetime accumulated ELF-EMF exposure from household appliances in the context of a retrospective epidemiological case-control study. J Expo.Anal.Environ Epidemiol. 2004;14:144-53.
10. Preston-Martin S et al. Los Angeles study of residential magnetic fields and childhood brain tumors. Am.J Epidemiol. 1996;143:105-19.
11. Kleinerman RA et al. Self-reported Electrical Appliance Use and Risk of Adult Brain Tumors. Am.J Epidemiol. 2005;161:136-46.
12. Hatch EE et al. Association between childhood acute lymphoblastic leukemia and use of electrical appliances during pregnancy and childhood. Epidemiology 1998;9:234-45.
13. Gurney JG et al. Childhood brain tumor occurrence in relation to residential power line configurations, electric heating sources, and electric appliance use. Am.J.Epidemiol. 1996;143:120-8.
14. Wolf Y, Adler N, Hauben DJ. Exploding microwaved eggs--revisited. Burns 2001;27:853-5.
15. Dixon JJ, Burd DA, Roberts DG. Severe burns resulting from an exploding teat on a bottle of infant formula milk heated in a microwave oven. Burns 1997;23:268-9.
16. Robinson MR, O'Connor A, Wallace L, Connell K, Tucker K, Strickland J. et al. Behaviors of young children around microwave ovens. J Trauma 2011, 71,5 Suppl 2; S534-S536.
17. Thambiraj DF, Chounthirath T, Smith GA. Microwave oven-related injuries treated in hospital EDs in the United States, 1990 to 2010. In: Am J Emerg.Med 2013;31,6,958-963.
18. Jonker D, Til HP. Human diets cooked by microwave or conventionally: comparative sub-chronic (13-wk) toxicity study in rats. Food Chem.Toxicol. 1995;33:245-56.
19. Ordinanza del 9 aprile 1997 sui prodotti elettrici a bassa tensione (OPBT; RS 734.26).
20. SN EN 62233 «Apparecchi per uso domestico e similare - campi elettromagnetici - metodo per la valutazione e le misure».
21. SN EN 60335-2-25 «Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare - Parte 2-25: Norme particolari per forni a microonde, compresi forni a microonde combinati».



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG

Messaggio per lo specialista:

Ufficio federale della sanità pubblica UFSP
emf@bag.admin.ch