

Versione Marzo 2011

## Factsheet

### Fumi chirurgici - Pericoli e misure di protezione

Brigitte Merz, Martin Rügger, Edgar Käslin, Udo Eickmann, Michel Falcy, Inga Fokuhl, Martine Bloch

**Diverse procedure chirurgiche producono fumi ai quali può essere esposto il personale nei locali chirurgici. Verranno brevemente trattate le attuali conoscenze sulla composizione dei fumi e i potenziali pericoli oltre alle esperienze condotte fino a oggi sul personale esposto e saranno forniti consigli sulle adeguate misure di protezione in attività con esposizione a fumi chirurgici.**

I fumi vengono prodotti in numerose procedure chirurgiche nelle quali i tessuti vengono separati o coagulati in modo sicuro o le emorragie arrestate con l'uso di calore o ultrasuoni, per esempio con elettrocauteri, apparecchi laser o con bisturi a ultrasuoni. Ciò vale anche per particolari attività come, per esempio, la rimozione con apparecchi a ultrasuoni del cemento per l'osso durante gli interventi di revisione di endoprotesi [1].

I fumi chirurgici sono costituiti da una miscela di gas e vapore oltre a particolari inquinanti; la loro composizione può essere molto diversa a seconda della procedura, del tipo di utilizzo e di intervento. In base alle caratteristiche tossicologiche dei componenti e alle conoscenze ottenute da esperimenti in vitro e singoli esperimenti su animali si deve presumere che da questi fumi possano derivare effetti dannosi sulla salute del personale esposto. Un gruppo di lavoro della divisione sanitaria dell'Associazione internazionale per la sicurezza sociale (IVSS, *Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit*), sulla base di un'ampia ricerca della letteratura, ha elaborato una valutazione del rischio per le attività con esposizione a fumi chirurgici e ha preso una posizione comune sulla misure di protezione necessarie.

Nel testo prodotto per gli esperti di protezione del lavoro [2, 3] sono descritti la composizione e gli effetti chimici e biologici dei componenti, gli effetti noti fino ad oggi dei fumi chirurgici sugli esseri umani l'entità dell'effetto dell'esposizione del personale e, partendo dal principio di precauzione, le relative misure di protezione. I contenuti verranno presentati qui di seguito.

## Composizione dei fumi chirurgici

I fumi prodotti da un intervento chirurgico tramite un apparecchio laser o un elettrocauterio contengono una complessa miscela di componenti biologiche, cellulari, sostanze particolate, gas e vapori. La componente principale è il vapore acqueo (fino al 95%) che serve come mezzo di trasporto per gli inquinanti chimici inorganici, organici e biologici.

La dimensione delle particelle che si formano va da meno di 10 nanometri fino a più di 200 micrometri. Il diametro medio delle particelle dipende tra l'altro dall'intensità dell'energia applicata sui tessuti. Vengono indicati [4] per:

- Elettrocauterio -> diametro medio delle particelle:  $d < 0,1 \mu\text{m}$
- Laser (ablazione dei tessuti) -> diametro medio delle particelle:  $d \text{ ca. } 0,3 \mu\text{m}$
- Bisturi a ultrasuoni -> diametro medio delle particelle:  $d \text{ ca. } 0,35 - 6,5 \mu\text{m}$ .

Ciò significa che una parte molto grande di queste particelle contenute nel fumo può essere inalata e può penetrare negli alveoli.

A seconda del procedimento utilizzato e dei tessuti trattati la composizione quantitativa dei fumi è soggetta ad ampie variazioni [5].

Nell'analisi qualitativa sono stati dimostrati numerosi prodotti organici di pirolisi come idrocarburi aromatici, acido cianidrico, formaldeide e idrocarburi aromatici policiclici. Come in ogni processo di combustione, anche nel caso delle procedure chirurgiche si formano inquinanti inorganici come ossidi di carbonio ( $\text{CO}$  und  $\text{CO}_2$ ), zolfo, ossido di azoto e ammoniaca. Nelle particelle dei fumi o degli aerosol liberati si è inoltre trovato anche materiale biologico come cellule intatte, frammenti cellulari, cellule ematiche e frammenti di DNA virale. In via sperimentale è *anche stato* possibile coltivare batteri vitali ottenuti da fumi di laser tra cui *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* e *Mycobacterium tuberculosis* [6]. Nel fumo è stato possibile dimostrare anche virus. La maggior parte dei lavori riguarda lo *Human Papilloma Virus* (HPV): il DNA di questo virus è stato più volte dimostrato in campioni di fumo sviluppatosi durante la laser-coagulazione di papillomi [7, 8, 9,10]. È tuttavia risultato difficile stabilire l'infettività di questo DNA virale [7,11].

Fletcher ha dimostrato cellule vitali di melanoma nel fumo di un melanoma sottoposto a elettrocauterizzazione [12]. In un intervento con una gamma di potenza di 30 W il numero di cellule vitali era inferiore rispetto alla gamma di potenza di 10 W.

## **Pericoli potenziali dei fumi chirurgici**

La letteratura tossicologica disponibile su questo tema è molto voluminosa. Questa tuttavia riguarda principalmente esperimenti in vitro e qualche studio su animali da esperimento. I pericoli per la salute da ciò derivanti per il personale esposto sembrano plausibili e condivisibili in base ai confronti incrociati con ricerche in medicina ambientale. Ciò vale per l'effetto delle particelle rispetto alle polveri fini e la loro potenziale infettività e anche per le qualità tossicologiche di diversi inquinanti che è stato possibile dimostrare nei fumi.

Le sostanze contenute nei fumi chirurgici possono causare, a seconda della dose, sintomi acuti sotto forma di cefalea, astenia, nausea, debolezza muscolare e irritazione di occhi e vie aeree. Oltre agli effetti acuti da tossicità generale e infezioni, teoricamente si possono supporre anche effetti specifici. Fino a oggi, come effetti specifici dei fumi chirurgici, sono stati valutati solo la mutagenesi e il rischio di cancro; il numero di ricerche è tuttavia limitato e non permette conclusioni definitive. Nella pubblicazione sopra citata [2] sono descritti nel dettaglio la tossicologia e l'effetto dei singoli componenti dei fumi e delle miscele di fumi in generale.

## **Esperienze pratiche sull'uomo**

In confronto esistono pochi dati su valutazioni che abbiano verificato se i pericoli descritti siano effettivamente significativi per il personale esposto. Il personale esposto riferisce tuttavia di un odore particolarmente disturbante durante il lavoro [13,14,15]. Sono stati pubblicati singoli case report su verosimili papillomi laringei di origine professionale nel personale di sala operatoria esposto a fumo da apparecchiatura laser. Una papillomatosi laringea diagnosticata in un'infermiera è stata riconosciuta come malattia professionale; l'infermiera aveva assistito a trattamenti per papillomatosi [16]. Tuttavia sono pressoché inesistenti studi epidemiologici che abbiano valutato su larga scala se i supposti rischi si manifestino effettivamente in misura dimostrabile nelle persone esposte.

Alcuni autori hanno affrontato la scarsità di dati con l'aiuto di una valutazione del rischio [17], cioè, utilizzando le conoscenze di tossicologia teorica da un lato e il tipo e l'entità dell'esposizione dall'altro, cercando di valutare quantitativamente il possibile pericolo per la salute del personale.

In una ricerca effettuata con un questionario su 4200 membri della Società americana di medicina laser e della Società americana di chirurgia dermatologica, Gloster e Roenigk [10], hanno osservato che i 570 medici che hanno risposto, rispetto alla popolazione della regione di Olmsted (Minnesota) e ai pazienti trattati per verruche tra il 1988 e il 1992 presso la Mayo Clinic, non mostravano un significativo aumento di queste lesioni cutanee. Tuttavia, nei dermatologi che praticavano la chirurgia, le verruche si trovavano soprattutto su mani, viso e nell'area nasofaringea. Nei pazienti trattati presso la Mayo Clinic, al contrario, era possibile osservare un pattern di distribuzione significativamente diverso da quello dei chirurghi. Nei pazienti erano colpite prevalentemente le piante dei piedi e la regione anogenitale. Anche se lo studio di Gloster mostra alcuni punti deboli (per esempio una bassa percentuale di risposte), è comunque possibile concludere che, probabilmente, per il personale sanitario esposto può essere presente un piccolo rischio per la salute derivante da particelle infettive.

In una ricerca effettuata con un questionario nel 2001 dal NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) [13,14,15] quasi la metà dei 48 partecipanti ha riferito almeno un sintomo che loro collegavano all'esposizione a fumi in sala operatoria nelle 4 settimane precedenti lo studio. Questi, in ordine di frequenza, erano cefalea, sensazione di bruciore a livello di naso e faringe, disturbi di tipo rinitico, irritazione degli occhi, tosse e altri sintomi, soprattutto asmatiformi.

L'unico studio prospettico pubblicato fino a oggi che valuti la questione dei danni per la salute da fumi in sala operatoria è quello di Gates [18]. Gli autori hanno studiato una coorte reclutata per la prima volta nel 1976 e nuovamente studiata in seguito tra le iniziali 121.700 infermiere (*Nurses' Health Study*, NHS) con il quesito su una possibile associazione tra l'esposizione a fumi in sala operatoria e la comparsa di un carcinoma broncogeno del polmone. In questo caso non si dimostrò alcuna significativa associazione tra la durata dell'esposizione a fumi in sala operatoria e la comparsa di un carcinoma broncogeno del polmone.

Questi scarsi dati epidemiologici non sono in grado di fugare dubbi e riserve sulla rilevanza clinica dei rischi per la salute da fumi di sala operatoria dimostrati prevalentemente in via sperimentale.

### **Determinanti dell'esposizione**

L'emissione di fumi è molto variabile a seconda delle prestazioni della procedura utilizzata e dei tessuti trattati e inoltre subisce ampie oscillazioni durante l'intervento.

In diversi interventi chirurgici l'esposizione ai fumi è importante e di lunga durata, come per esempio nella resezione di tumori del peritoneo parietale o di diversi organi interni [19]. Una notevole quantità di fumi si produce in particolare nell'elettrocauterizzazione di noduli tumorali quando questi devono essere rimossi prima di una chemioterapia intraperitoneale dalla superficie del peritoneo viscerale.

L'esposizione ai fumi chirurgici degli addetti dipende da diversi fattori:

- dispositivo chirurgico utilizzato
- impianti di aspirazione dei fumi
- impianti di ventilazione tecnica dei locali
- tipo di intervento
- organizzazione del lavoro
- fattori individuali legati all'operatore e al paziente

## Valutazione dell'esposizione

Le informazioni sull'esposizione personale ai fumi chirurgici sono complessivamente incomplete. Tuttavia è possibile fare alcune affermazioni di base.

- Componenti gassose  
Con l'uso di procedure chirurgiche elettriche o laser nelle moderne sale operatorie l'inquinamento da sostanze gassose o sotto forma di vapore è relativamente basso. In effetti si può verificare la presenza di odori disturbanti, tuttavia, per sostanze come toluolo, butanone o etilbenzene, non vengono superati gli attuali valori limite nell'aria. Va tuttavia notato che in questo caso si tratta di un miscuglio eterogeneo di diversi inquinanti; le possibilità di valutare questi miscugli in base ai valori limite delle singole sostanze sono scarse. D'altra parte nei fumi si trovano sostanze volatili con caratteristiche cmr (cancerogene, mutagene, tossiche per la riproduzione) come per esempio il benzolo. Come per altri prodotti della pirolisi simili, per esempio il fumo di tabacco, va osservato il principio generale della minima esposizione.
- Componenti particolate  
Le concentrazioni nell'aria di tutte le particelle possono, nei processi qui descritti, raggiungere alcuni  $\text{mg}/\text{m}^3$  e in questo modo inquinare le vie aeree del personale interessato a seconda della loro quantità (Valori limite generali delle polveri in Svizzera: frazione a passaggio alveolare =  $3 \text{ mg}/\text{m}^3$ ; frazione inalabile =  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ ). Devono quindi essere messe in atto adeguate misure di protezione. Il risultante inquinamento da particolato per il personale consiste in gran parte di particelle fini (particella di dimensioni nanometriche). Una valutazione conclusiva dell'inquinamento risultante da queste particelle nanometriche a tutt'oggi non è ancora possibile. A causa della capacità delle nanoparticelle di raggiungere, oltre alle classiche vie di *uptake*, tutte le sedi dell'organismo (cosiddetta traslocazione), l'inquinamento con questi materiali potrebbe causare ulteriori effetti.
- Componenti biologiche  
La diffusione di cellule e componenti cellulari biologicamente attive tramite procedure elettrochirurgiche o laser è probabile. L'esposizione che si verifica in tal modo non è ancora quantificabile. A scopo preventivo dovrebbe tuttavia essere evitata la liberazione di fumi.
- Odori disturbanti  
I prodotti della pirolisi di tessuti umani diffondono odori sgradevoli che spesso vengono percepiti come nauseanti.

Il problema dell'esposizione ai fumi chirurgici effettivamente è spesso noto agli interessati. Tuttavia, fino a oggi, non sono state messe in atto le relative misure per una sua riduzione. Una valutazione conclusiva del pericolo per la salute derivato dai fumi chirurgici non è al momento possibile per la mancanza di dati scientifici e studi epidemiologici sufficienti e

coerenti. In base al principio di precauzione, tuttavia, è indicata l'introduzione di misure di protezione adeguate.

## Misure di protezione

Per evitare l'esposizione ai fumi chirurgici sono disponibili le classiche misure di protezione che vengono messe in atto anche sui luoghi di lavoro tecnici per evitare o ridurre l'esposizione. Anche sui luoghi di lavoro medici, inoltre, si deve tener conto della normale priorità di scelta delle misure di protezione, ovvero prima di tutto l'esclusione del pericolo (sostituzione), quindi la messa in atto di misure di protezione tecniche (incapsulamento del pericolo, aspirazione delle fonti, ecc.), quindi la messa in atto di misure di protezione organizzative (piani di utilizzo, ecc.) e solo alla fine l'utilizzo di misure di protezione personali (maschera di protezione delle vie aeree, ecc.) Come base di decisione per le appropriate misure di protezione si deve eseguire una valutazione del pericolo.

## Misure di protezione tecniche

L'aspirazione dei fumi chirurgici nel punto di origine è la migliore misura di protezione. A questo proposito si possono formulare i consigli che seguono.

### - Sistemi di aspirazione chirurgici

Quando la quantità di fumi chirurgici è piccola può essere utilizzato un dispositivo di aspirazione chirurgico (classici aspiratori da parete), con interposto un filtro monouso, per rimuovere il fumo dal campo operatorio [20,21,22].

### - Aspiratori mobili di fumi

Per maggiori quantità di fumi devono essere utilizzati aspiratori di fumi indipendenti (mobili) che possano impiegare un'efficienza di aspirazione venti volte più elevata rispetto ai sistemi di aspirazione chirurgici. Gli aspiratori mobili di fumi vengono messi in vendita dai produttori di strumenti sia per chirurgia laser sia per elettrochirurgia.

Nella scelta del dispositivo va anche tenuta presente l'intensità di rumore che può produrre sia lo stesso gruppo di aspirazione sia il processo di aspirazione.

Con i comuni sistemi di aspirazione con ricircolazione dell'aria, il **sistema di filtro** deve poter fermare sia sostanze particolate sia quelle sotto forma di gas o vapori. Se i fumi chirurgici vengono liberati regolarmente in locali scarsamente areati, come per esempio nei locali di ambulatori che dispongono solo di un'aerazione naturale, data la produzione di odori e la liberazione anche di prodotti della pirolisi sotto forma di gas e vapore, nell'impianto di aspirazione può essere utile prevedere l'impiego di filtri con carbone attivo.

#### - Impianti di ventilazione ambientale

I locali di trattamento medico di regola dispongono di un impianto di ventilazione secondo le direttive nazionali che tengono conto delle indispensabili necessità igieniche in queste sedi. Gli impianti di ventilazione nelle sale operatorie devono per esempio ridurre il numero di germi e particelle nell'aria e contemporaneamente eliminare in modo sicuro, all'esterno del locale, il calore prodotto e l'emissione di sostanze nocive. Ciò può avvenire attraverso diversi sistemi di afflusso e di derivazione dell'aria, per esempio attraverso prese d'aria vicine al tetto e sbocchi d'aria vicini al pavimento, oppure tramite controsoffitti a flusso laminare fissati sopra al campo operatorio che possono garantire un flusso aereo privo di turbolenze dall'alto verso il basso. In questo caso sono necessarie grandi quantità di aria, che ammontano a circa 1000-2000 m<sup>3</sup>/h di aria fresca. Ciò comporta un ricambio d'aria di circa 10-20 volte all'ora.

Impianti di ventilazione di questa dimensione eliminano rapidamente dal locale piccole quantità di fumi e non si verifica alcun rilevante aumento dei fumi nelle singole aree di lavoro.

Gli impianti di ventilazione nelle sale operatorie, con le sopracitate quantità di aria fresca, sono circa 20-40 volte più efficienti di un aspiratore mobile di fumi. In queste circostanze gli impianti di ventilazione non dovrebbero essere particolarmente influenzati dagli aspiratori mobili.

#### - Aspirazione di fumi dagli endoscopi

L'aspirazione di fumi dalle cavità del corpo, per esempio in caso di interventi endoscopici, è tecnicamente dispendiosa. Questi fumi non rappresentano un problema di medicina del lavoro per chi effettua il trattamento, ma sono un problema per il chirurgo a causa dell'interferenza sulla visuale durante il trattamento endoscopico, problema che non viene ulteriormente trattato nell'ambito del lavoro presentato.

## **Misure di protezione organizzative**

- Controllo dell'efficacia delle misure di protezione

Il controllo delle misure di protezione adottate è utile per garantire lo standard di protezione del personale. Il controllo a intervalli regolari dell'efficacia delle misure di protezione adottate (per esempio impianti di ventilazione, impianti di aspirazione) è critico. Deve inoltre essere verificato regolarmente se la valutazione del pericolo alla base della decisione per le misure adottate è ancora attuale e se questa prende in sufficiente considerazione le reali condizioni del luogo.

- Piani di lavoro

Tramite misure di organizzazione del lavoro, per esempio la programmazione di efficaci piani di lavoro, è importante che si ottenga l'allontanamento più efficace possibile della gran parte del personale dai fumi chirurgici prodotti.

- Informazione del personale

Il personale impiegato nelle unità operatorie si può proteggere al meglio dai fumi chirurgici se viene informato sul meccanismo di generazione del fumo, sui pericoli derivanti da esso e sulle possibili misure di protezione.

## **Misure di protezione personali**

Se sono disponibili un'aspirazione efficace e una ventilazione sufficiente dei locali, dal punto di vista della tutela del lavoratore non vi è la necessità di prendere ulteriori misure di protezione personali, piuttosto sono fondamentali solo gli standard igienici nell'esecuzione degli interventi chirurgici, che sono misure di protezione indispensabili per il personale. La normale protezione per la bocca (mascherina chirurgica) rappresenta una misura igienica che non offre alcuna protezione adeguata verso sostanze gassose o in forma di vapore. Essa non arresta nessuna particella di piccola dimensione che può formarsi nei processi di pirolisi. Allo stesso modo questa protezione per la bocca non è un mezzo adatto per proteggersi dai rischi biologici (virus, componenti cellulari).

Un'adeguata protezione delle vie aeree dalle componenti particolate dei fumi chirurgici è rappresentata dalle mezze maschere con filtraggio del particolato secondo la norma EN 149:2001 + A1:2009 (filtro almeno di classe FFP2) [23]. Le componenti sotto forma di gas e vapori possono essere arrestate soltanto da un apposito filtro a carbone attivo.

Nei lavori di manutenzione su impianti di ventilazione e filtraggio vanno utilizzate misure di protezione personale adeguate in base a un'indagine sui pericoli.



## **Prevenzione in medicina del lavoro**

Attualmente la medicina del lavoro dispone solo di pochi criteri per una prevenzione medica nelle attività ed esposizioni qui presentate. Fino a oggi non è nota pressoché alcuna malattia causata dai fumi chirurgici. Non è quindi indicata una particolare ricerca preventiva in medicina del lavoro con lo scopo di diagnosticare precocemente malattie da esposizione ai fumi chirurgici. Programmi di prevenzione specificamente orientati all'esposizione ai fumi chirurgici, per quanto ne sappiamo, non vengono effettuati di routine in nessuna sede.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla esauriente brochure dell'IVSS [2].

## Bibliografia

- [1] **Aldinger P.R.;** Kleine H.; Goebel A.; Eickmann U.; Breusch S.J.; Schadstoffemissionen bei der Entfernung von Knochenzement mit Ultraschallgeräten in der Revisionsendoprothetik. Biomed. Technik 2001; 46: 287-289.
- [2] **IVSS,** Internationale Sektion der IVSS für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten im Gesundheitswesen: Eickmann U.; Falcy M.; Fokuhl I.; Rügger M.; Bloch M.; Chirurgische Rauchgase – Gefährdungen und Schutzmassnahmen, Hamburg 2010, erhältlich unter [www.issa.int](http://www.issa.int). oder [www.suva.ch](http://www.suva.ch)
- [3] **Eickmann U.;** Falcy M; Fokuhl I; Rügger M; Bloch M.; Chirurgische Rauchgase - Gefährdungen und Schutzmaßnahmen. Arbeitsmed. Sozialmed.Umweltmed. 2011; 46: 14-23.
- [4] **Alp E.;** Bijl D.; Bleichrodt R.P.; Hansson B.; Voss A.; Surgical smoke and infection control. Journal of Hospital Infection 2006; 62: 1-5.
- [5] **Al Sahaf O.S.;** Vega-Carrascal I.; Cunningham F.O.; McGrath J.P.; Bloomfield F.J.; Chemical composition of smoke produced by high-frequency electrosurgery. Ir J Med Sci 2007; DOI 10.1007/s11845-007-0068-0. 176: 229-232.
- [6] **Walker B.;** High efficiency filtration removes hazards from laser surgery. Br J Theatre Nurs 1990; 27,6: 10-12.
- [7] **Garden J.M.;** O'Bannion M.K.; Shelnitz L.S.; Pinski K.S.; Bakus A.D.; Reichmann M.E.; Sundberg J.P.; Papillomavirus in the vapor of carbon dioxide laser-treated verrucae. JAMA 1988; 259,8: 1199-1202.
- [8] **Sawchuk W.S.;** Weber P.J.; Lowy D.R.; Dzubow L.M.; Infectious papillomavirus in the vapor of warts treated with carbon dioxide laser or electrocoagulation: detection and protection. J Am Acad Dermatol 1989; 21,1: 41-9.
- [9] **Kashima H.K.;** Kessis T.; Mounts P.; Shah K.; Polymerase chain reaction identification of human papillomavirus DNA in CO<sub>2</sub> laser plume from recurrent respiratory papillomatosis. Otolaryngology-Head and Neck Surgery 1991; 104,2: 191-195.
- [10] **Gloster H.M.;** Roenigk R.K.; Risk of acquiring human papillomavirus from the plume produced by the carbon dioxide laser in the treatment of warts. Journal of the American Academy of Dermatology 1995; 32,3: 436-441.
- [11] **Garden J.M.;** O'Bannion M.K.; Bakus A.D.; Olson C.; Viral disease transmitted by laser-generated plume (Aerosol). Arch Dermatol 2002; 138: 1303-1307.
- [12] **Fletcher J.N.;** Mew D.; DesCoteaux J.G.; Dissemination of melanoma cells within electrocautery plume. Am J Surg 1999; 178,1: 57-59.
- [13] **King B.;** McCullough J.; Health Hazard Evaluation Report. HETA ,#2000-0402-3021 Inova Fairfax Hospital Falls Church, Virginia. November 2006 (2006a).
- [14] **King B.;** McCullough J.; Health Hazard Evaluation Report. HETA ,#2001-0066-3019 Morton Plant Hospital Dunedin, Florida. October 2006 (2006b).

- [15] **King B.;** McCullough J.; Health Hazard Evaluation Report. HETA ,#2001-0030-3020 Carolinas Medical Center Charlotte, North Carolina. November 2006 (2006c).
- [16] **Calero L.;** Brusis T.; Larynxpapillomatose – erstmalige Anerkennung als Berufskrankheit bei einer OP-Schwester. Laryngo-Rhino-Oto 2003; 82: 790-793.
- [17] **Scott E.;** Beswick A.; Wakefield K.; The Hazards of Diathermy Plume. Part 1: The Literature Search. British Journal of Perioperative Nursing 14 2004; 9, 409-414. Part 2: Producing Quantified Data. British Journal of Perioperative Nursing 14 2004; 10: 452-456.
- [18] **Gates M.A.;** Feskanich D.; Speizer F.E.; Hankinson S.E.; Operating room nursing and lung cancer risk in a cohort of female registered nurses. Scand J Work Environ Health 2007; 33: 140-7.
- [19] **Sugarbaker P.H.;** Peritonectomy procedures. Surg Oncol Clin N Am 2003; 12: 703-27.
- [20] **DIN EN 60601-22;** Medizinische elektrische Geräte - Teil 2-22: Besondere Festlegungen für die Sicherheit einschließlich der wesentlichen Leistungsmerkmale für chirurgische, therapeutische und diagnostische Lasergeräte IEC 76/314/CDV:2005; Deutsche Fassung prEN 60601-2-22:2005 VDE 0750-2-22:2005-11.
- [21] **DIN EN 60601-2-22 Beiblatt 1;** Sicherheit von Lasereinrichtungen – Leitfaden für die sichere Anwendung von Laserstrahlung am Menschen IEC/TR 60825-8-2006; Oktober 2007.
- [22] **Ball K.;** Controlling Surgical Smoke: A Team Approach. Information Booklet 2004. IC Medical Inc. 2002 W. Quail Avenue, Phoenix, AZ 85027.
- [23] **EN 149;** Atemschutzgeräte – Filtrierende Halbmasken zum Schutz gegen Partikel – Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung; Deutsche Fassung EN 149:2001 + A1:2009

## **Autori**

Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni (Suva), Lucerna (CH):

Dr. med. Brigitte Merz, Dr. med. Martin Rügger, Dr. phil. nat. Edgar Käslin

Associazione professionale per i servizi sanitari e l'assistenza sociale (BGW, *Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege*), Hamburg (D):

PD Dr. Ing. Udo Eickmann, Dr. rer. nat. Inga Fokuhl

Institut national de recherche et de sécurité (INRS) Paris (F):

Dr. med. Michel Falcy, Martine Bloch