

Version Mars 2011

Factsheet Fumées chirurgicales – Risques et mesures de protection

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

Diverses techniques chirurgicales génèrent des fumées auxquelles les personnes travaillant dans le domaine chirurgical peuvent être exposées. Après avoir dressé un état des lieux succinct des connaissances actuelles sur la composition des fumées, les risques potentiels ainsi que l'expérience acquise chez les personnes exposées, nous décrivons les recommandations pour des mesures de protection adaptées en cas d'activités impliquant une exposition à des fumées d'origine chirurgicale.

Diverses techniques chirurgicales permettent de couper ou de cautériser des tissus par l'effet de la chaleur ou des ultrasons, et d'assurer également l'hémostase, par ex. avec un électrocautérisateur, un laser ou un bistouri à ultrasons. Ces techniques génèrent toutefois des fumées. Il en va de même pour certaines activités particulières comme l'ablation de ciment osseux avec des instruments à ultrasons lors de la révision des endoprothèses [1].

Les fumées d'origine chirurgicale représentent un mélange de substances toxiques sous forme de gaz, de vapeur ou de particules dont la composition varie grandement selon la technique ainsi que le type d'utilisation et d'opération. Compte tenu des propriétés toxicologiques des composants, des connaissances tirées des études *in vitro* et de certains essais chez l'animal, on peut supposer que ces fumées sont à même d'entraîner des effets délétères chez le personnel exposé.

En se basant sur une étude approfondie de la littérature, un groupe de travail de la section santé de l'Association internationale de la sécurité sociale (AISS) a évalué les risques des activités comportant une exposition à des fumées d'origine chirurgicale, et a élaboré une position commune sur les mesures de protection nécessaires.

Le document de travail destiné aux experts en sécurité au travail qui en a résulté [2,3] décrit la composition et les effets chimiques et biologiques des composants, les conséquences sur l'homme des fumées chirurgicales connues à ce jour, ainsi que les paramètres qui influencent cette exposition et les mesures de protection découlant du principe de précaution.

On trouvera ci-après un résumé de ce travail.

Composition des fumées d'origine chirurgicale

Les fumées générées par un laser ou un cautérisateur électrique lors d'une intervention chirurgicale contiennent un mélange complexe de substances biologiques et cellulaires, de particules, de vapeur ou de gaz. La vapeur d'eau constitue le principal composant (jusqu'à 95 %); il sert de moyen de transport aux produits chimiques toxiques organiques et anorganiques ainsi qu'aux substances toxiques biologiques.

La taille des particules va de moins de 10 nanomètres jusqu'à plus de 200 micromètres. Le diamètre moyen des particules dépend notamment de l'intensité de l'énergie délivrée dans les tissus. On retiendra les indications suivantes [4]:

- Cautérisateur électrique → diamètre moyen des particules $d < 0,1 \mu\text{m}$
- Laser (ablation des tissus) → diamètre moyen des particules $d \text{ env. } 0,3 \mu\text{m}$
- Bistouri à ultrasons → diamètre moyen des particules $d \text{ env. } 0,35 - 6,5 \mu\text{m}$

Cela signifie qu'une très grande partie de ces particules peut être inhalée et parvenir jusqu'aux alvéoles.

La composition quantitative des fumées varie sensiblement selon la technique utilisée et les tissus traités [5].

Les analyses quantitatives ont mis en évidence la présence de nombreux produits organiques issus d'une pyrolyse tels que des hydrocarbures aromatiques, de l'acide cyanhydrique, du formaldéhyde et des hydrocarbures aromatiques polycycliques. Les méthodes de traitement basées sur l'électrochirurgie s'accompagnent également, comme pour tout processus de combustion, de la production de substances toxiques anorganiques comme les oxydes de carbone (CO et CO₂), les oxydes de soufre et d'azote, et l'ammoniac.

Les particules des fumées ou des aérosols libérés contiennent en outre des matériaux biologiques tels que des cellules intactes, des matières cellulaires, des cellules sanguines et des fragments d'ADN viral. Sur le plan expérimental, il a été possible de cultiver des bactéries viables à partir des fumées de laser (il s'agissait de *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* et *Mycobacterium tuberculosis*) [6].

Des virus ont par ailleurs pu être mis en évidence dans les fumées. La plupart des travaux concernaient le papillomavirus humain (HPV); c'est ainsi que l'ADN de ce virus a été identifié à différentes reprises dans les échantillons de fumées provenant de la coagulation de verrues [7, 8, 9,10]. L'infectiosité de ces ADN viraux s'est toutefois révélée difficile à déterminer [7,11].

Fletcher a constaté la présence de cellules viables de mélanome dans la fumée résultant de l'électrocautérisation d'un mélanome [12]. Le nombre de cellules viables était moindre avec une puissance de 30 W qu'avec une puissance de 10 W.

Risques potentiels des fumées chirurgicales

La littérature toxicologique dont on dispose sur ce thème est très vaste. Elle repose cependant essentiellement sur des expériences *in vitro* ainsi que sur quelques études conduites chez l'animal. Les risques pour la santé qui ont été extrapolés pour le personnel exposé semblent plausibles et concevables (si on les compare avec les études

réalisées en médecine environnemental). Cela vaut aussi bien pour l'effet des particules comparé à celui des poussières fines et à leur pouvoir infectieux potentiel, que pour les propriétés toxicologiques des divers composés toxiques qui ont pu être mises en évidence dans les fumées chirurgicales.

Les composants des fumées d'origine chirurgicale peuvent provoquer des symptômes aigus dose-dépendants: il peut s'agir de céphalées, de sensation de faiblesse, de nausées, de fatigabilité musculaire ainsi que d'irritation des yeux et des voies respiratoires. Outre des effets toxiques généraux aigus et des infections, des effets spécifiques sont théoriquement aussi imaginables. Pour l'heure, seuls la mutagénèse et le risque de cancer ont été évalués au titre des effets spécifiques des fumées chirurgicales; le nombre d'études est cependant faible et ne permet pas de tirer des conclusions définitives. On trouvera des détails sur les aspects toxicologiques et les effets de certaines substances contenues dans les fumées, ainsi que sur les mélanges mêmes de fumées, dans la publication déjà mentionnée [2].

Expérience chez l'homme

On dispose en comparaison de peu de données sur la question de savoir si les risques décrits existent effectivement chez les personnes exposées. Certaines données font toutefois état d'une gêne olfactive pendant le travail [13,14,15]. Plusieurs cas de papillome du larynx d'origine probablement professionnelle chez le personnel de bloc opératoire exposé aux fumées de laser ont été publiés. Une papillomatose du larynx diagnostiquée chez une infirmière a été reconnue comme maladie professionnelle; cette soignante avait assisté à des traitements de papillomatose [16]. Il n'existe cependant guère d'études épidémiologiques à avoir recherché sur une base plus large si les risques attendus chez les personnes concernées, compte tenu des examens de laboratoire, se manifestaient effectivement de façon démontrable.

Quelques auteurs ont essayé de remédier à ce manque de données en ayant recours à une évaluation du risque [17]: en se basant d'un côté sur les connaissances toxicologiques théoriques et, de l'autre, sur le type et l'importance de l'exposition, ils ont tenté d'évaluer quantitativement le risque sanitaire potentiel du personnel exposé.

Dans une enquête par questionnaire menée auprès de 4200 membres de la Société américaine des lasers médicaux et de la Société américaine de chirurgie dermatologique, Gloster et Roenigk [10] ont trouvé que, par rapport à la population de la région d'Olmsted (Minnesota) et aux patients traités à la Mayo Clinic entre 1988 et 1992 pour des verrues, les 570 médecins qui ont répondu au questionnaire ne présentaient pas un taux significativement plus important de lésions cutanées de ce type. On notera toutefois que chez les dermatologues effectuant des gestes chirurgicaux, les verrues étaient localisées essentiellement au niveau des mains, du visage et de la région nasopharyngée, alors que le mode de répartition observé chez les patients traités à la Mayo Clinic différait significativement de celui constaté chez les médecins (atteinte prédominante de la plante du pied et de la région ano-génitale).

Même si l'étude de Gloster présente quelques points faibles (par ex. taux de réponse médiocre), on peut néanmoins conclure que l'exposition du personnel médical à des particules infectieuses s'accompagne probablement d'un faible risque sanitaire.

Dans une petite étude par questionnaire réalisée en 2001 par le NIOSH (National Institute for Occupational Safety Health) [13,14,15], la moitié tout juste des 48 participants a fait état d'au moins un symptôme qu'elle liait à l'exposition à des fumées en salle d'opération au cours des 4 semaines ayant précédé l'étude. Les symptômes mentionnés étaient, par ordre de fréquence décroissant, des céphalées, une sensation de brûlure dans le nez et la gorge, des troubles de type rhinite, une irritation oculaire, une toux ainsi que d'autres troubles, surtout asthmatiformes.

La seule étude prospective sur les lésions sanitaires dues aux fumées en salle d'opération dont on dispose à ce jour a été publiée par Gates [18]. Les auteurs ont étudié un groupe de 121 700 infirmières recrutées initialement en 1976, puis réexaminées à plusieurs reprises ensuite (Nurses' Health Study, NHS) à la recherche d'une éventuelle association entre une exposition aux fumées chirurgicales et la survenue d'un carcinome bronchique. Aucune association significative n'a été mise en évidence entre la durée de l'exposition aux fumées en bloc opératoire et la survenue d'un carcinome bronchique.

Ces maigres données épidémiologiques ne permettent ni de confirmer ni d'éliminer les doutes et réserves sur la pertinence clinique des risques sanitaires liés aux fumées chirurgicales et qui ont été identifiés surtout à travers des travaux expérimentaux.

Déterminants de l'exposition

L'émission de fumées varie considérablement suivant la puissance de la technique employée et le tissu traité, et subit de surcroît de grandes fluctuations au cours de l'opération.

Certaines interventions chirurgicales s'accompagnent d'une exposition importante et prolongée aux fumées, par exemple les résections de tumeurs, les résections du péritoine pariétal ou de divers viscères [19]. Des quantités très importantes de fumée sont générées, en particulier lors de l'électrocautérisation de nodules tumoraux lorsque ceux-ci doivent être réséqués à la surface du péritoine viscéral avant une chimiothérapie intrapéritonéale.

L'exposition des employés aux fumées chirurgicales dépend de différents facteurs:

- Matériel chirurgical
- Dispositif d'aspiration des fumées
- Système de ventilation
- Type d'intervention
- Organisation du travail
- Paramètres individuels liés à l'opérateur et au patient

Évaluation de l'exposition

Les informations sur l'exposition des individus à des fumées chirurgicales sont dans l'ensemble incomplètes. On peut toutefois dégager quelques données fondamentales:

- Composants gazeux

L'exposition à des substances gazeuses ou des vapeurs est relativement faible dans les salles d'opérations modernes avec les techniques chirurgicales faisant appel au laser ou à l'électrochirurgie. Bien qu'une gêne olfactive puisse se révéler, les valeurs limites existantes pour les substances en suspension dans l'air telles que le toluène, la butanone ou l'éthylbenzène sont loin d'être atteintes. On tiendra toutefois compte du fait qu'on a affaire ici à un mélange hétérogène de diverses substances dangereuses; les possibilités d'évaluation de tels mélanges avec des valeurs limites fixées pour des substances données sont limitées. D'autre part, les fumées renferment des substances volatiles qui présentent des propriétés CMR (cancérogènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction) comme le benzène. Comme pour les autres produits comparables de pyrolyse, notamment la fumée du tabac, il s'agit donc de respecter le principe général de minimisation de l'exposition.

- Composants particulaires

Les concentrations dans l'air de toutes les particules peuvent être de quelques mg/m³ dans les processus décrits ici et donc surcharger les voies aériennes des employés par leur seule masse (valeur limite générale pour les poussières en Suisse: fraction alvéolaire = 3 mg/m³; fraction inhalable = 10 mg/m³). Il importe par conséquent de prendre les mesures de protection qui s'imposent. L'exposition des employés aux particules est due surtout à de très fines particules (de l'ordre du nano). Pour l'heure, il n'est pas encore possible d'évaluer de façon définitive l'exposition à ces particules de l'ordre du nanomètre. Étant donné la capacité des nanoparticules de pénétrer dans toutes les parties du corps (un processus connu sous le nom de translocation) en dehors des voies d'absorption classiques, les expositions à ces matériaux pourraient provoquer des effets supplémentaires inédits.

- Composants biologiques

Il est probable que les interventions reposant sur l'électrochirurgie ou le laser sont responsables d'une propagation de cellules et de composants cellulaires biologiquement actifs. Même si l'exposition qui en résulte n'est pas encore quantifiable, le dégagement de fumées devrait cependant être évité pour des raisons préventives.

- Gêne olfactive

Les produits de pyrolyse des tissus humains dégagent une odeur désagréable souvent perçue comme écœurante.

Bien que la problématique de l'exposition à des fumées chirurgicales soit souvent connue par les intéressés, les mesures destinées à la réduire n'ont pour l'heure pas été appliquées de façon systématique.

Une évaluation définitive du risque des fumées chirurgicales pour la santé n'est actuellement pas possible faute de données scientifiques et d'études épidémiologiques plus substantielles et plus cohérentes. La mise en œuvre de mesures de protection est cependant indiquée au nom du principe de précaution.

Mesures de protection

Les mesures classiques de protection permettent d'éviter l'exposition aux fumées chirurgicales; elles peuvent aussi être utilisées pour les postes de travail techniques afin d'éviter ou de réduire l'exposition. Aux postes de travail médicaux, on tiendra compte également de la hiérarchie habituelle du choix des mesures de protection: d'abord évitement du risque (substitution), puis utilisation de mesures techniques de protection (encapsulage du danger, système d'aspiration des fumées à la source, etc.), puis mise en œuvre de mesures organisationnelles (plan d'action, etc.) et seulement enfin recours à des mesures de protection individuelle (masque de protection, etc.).

Une évaluation du risque doit être établie pour servir de base de décision aux mesures de protection à prendre.

Mesures techniques de protection

L'aspiration des fumées chirurgicales à la source est techniquement la meilleure mesure de protection. On peut à cette occasion formuler les recommandations suivantes:

- Systèmes d'aspiration chirurgicaux

Lorsque la quantité de fumée chirurgicale est faible, on peut utiliser un appareil d'aspiration chirurgical (systèmes d'aspiration muraux classiques) contenant un filtre à usage unique afin d'éloigner la fumée du champ opératoire [20,21,22].

- Systèmes d'aspiration portables des fumées

Pour des quantités plus importantes de fumée, il est préférable d'utiliser un système d'aspiration mobile, dont la puissance d'aspiration peut être plus de vingt fois supérieure à celle d'un système d'aspiration chirurgical.

Les fabricants proposent des systèmes d'aspiration mobiles aussi bien pour la chirurgie laser que pour l'électrochirurgie.

Lors du choix de l'appareil, on prêtera également attention à son niveau sonore (qui peut résulter aussi bien de l'appareil lui-même que du processus d'aspiration).

Dans les systèmes d'aspiration habituels avec évacuation d'air, le **système de filtre** doit pouvoir capturer aussi bien les particules que les gaz ou vapeurs.

En cas de dégagement régulier de fumées chirurgicales dans des locaux mal aérés, par exemple dans des cabinets médicaux ou des ambulances ne disposant que d'une aération naturelle, il peut être approprié de prévoir l'utilisation de filtres

contenant du charbon actif dans les équipements d'aspiration, à la fois en raison de la gêne olfactive que de la libération de gaz ou de vapeurs de pyrolyse.

- Systèmes de ventilation des locaux

Les locaux médicaux disposent en général d'un système de ventilation conforme aux directives nationales, qui tiennent compte des besoins hygiéniques spécifiques. C'est ainsi que la ventilation des blocs opératoires doit par exemple réduire les concentrations particulaires et microbiologiques dans l'atmosphère, tout en permettant en même temps l'évacuation de la chaleur produite et des émissions de substances nocives. Ceci peut être assuré par différents systèmes d'arrivée et d'évacuation de l'air, par exemple par des arrivées d'air proches du plafond avec des sorties proches du sol ou encore par un plafond filtrant (type flux laminaire). Ces systèmes doivent être placés au-dessus du champ opératoire et garantir un flux d'air peu turbulent de haut en bas. Ils nécessitent de grandes quantités d'air, de l'ordre de 1000 – 2000 m³/h d'air frais, ce qui correspond à un renouvellement de l'air environ 10 à 20 fois par heure.

Les systèmes de ventilation de cette importance permettent d'évacuer rapidement de petites quantités de fumée des locaux. On ne constate pas d'augmentation significative de la concentration des fumées dans les divers lieux de travail.

Les systèmes de ventilation des salles d'opération sont environ 20 à 40 fois plus puissants qu'une aspiration mobile des fumées pour les flux d'air frais précités. Dans ces conditions, il faut considérer qu'une aspiration mobile des fumées n'a pas d'influence significative en salle d'opération.

- Évacuation de la fumée pendant les interventions endoscopiques

L'évacuation des fumées des cavités du corps humain, par exemple lors des interventions endoscopiques, est techniquement compliquée. Ces fumées ne posent pas de problème pour le personnel soignant sur le plan de la médecine du travail, mais constituent plutôt une difficulté pour le chirurgien en raison des problèmes de visibilité dus à la production de fumée lors des traitements endoscopiques. Nous n'approfondirons pas cet aspect dans le cadre de ce travail.

Mesures de protection d'ordre organisationnel

- Contrôle de l'efficacité des mesures de protection

Le contrôle des mesures de protection qui ont été prises contribue à garantir le niveau de protection des employés. Il importe de contrôler régulièrement l'efficacité des mesures de protection en vigueur (par ex. systèmes de ventilation, équipements d'aspiration). Qui plus est, il convient de vérifier régulièrement si l'appréciation du risque justifie encore les mesures décidées et si la situation concrète sur place est suffisamment prise en compte.

- Planning de travail

Les mesures d'organisation du travail, telles que l'élaboration d'un planning de travail efficace, doivent permettre à la plus grande partie des employés d'être séparés de manière aussi efficace que possible des fumées émanant des instruments chirurgicaux.

- Information des employés

Les personnes travaillant dans les salles d'opération peuvent davantage se protéger des fumées d'origine chirurgicale si elles connaissent les mécanismes de production des fumées, les risques ainsi encourus et les possibilités de se protéger.

Mesures de protection individuelle

Du point de vue de la protection des employés la présence d'une aspiration efficace et d'une ventilation suffisante rendent inutile la mise en place de mesures de protection individuelle additionnelles pendant les interventions chirurgicales. Ce sont au contraire les exigences d'hygiène pour la réalisation des interventions chirurgicales qui dictent alors seules le type de mesures de protection nécessaires pour les employés.

La protection médicale normale de la bouche (masque chirurgical) représente une mesure d'hygiène qui n'offre pas une protection adéquate contre les substances sous forme de gaz ou de vapeur. Ce type de masque ne bloque pas non plus les plus petites particules pouvant résulter des processus de pyrolyse. Enfin, ce masque ne convient pas pour se protéger des risques biologiques (virus, éléments cellulaires).

Les demi-masques de filtration des particules répondant à la norme EN 149:2001 + A1:2009 (filtre de classe FFP2 au moins) constituent une protection appropriée contre les composants particulaires des fumées chirurgicales [23]. Les composants gazeux et les vapeurs ne peuvent être retenus que par un filtre de charbon actif approprié.

Lors des travaux de maintenance des installations de ventilation et de filtrage, il convient de prendre des mesures de protection individuelle appropriées en se basant sur la détermination du risque.

Prévention en médecine du travail

La médecine du travail ne dispose pour l'heure que de très peu de critères pour la prévention médicale dans les activités et les expositions que nous venons de présenter. Pratiquement aucune pathologie due aux fumées d'origine chirurgicale n'a été identifiée à ce jour. Dans ces conditions, un examen de prévention spécialisé en médecine du travail visant à la détection précoce d'affections résultant de l'exposition à des fumées chirurgicales n'a aucun sens.

À notre connaissance, il n'existe nulle part ailleurs de programme de prévention concernant l'exposition à des fumées chirurgicales qui soit effectué de routine.

Pour un plus amples informations, on se référera à la brochure détaillée de l'AISS [2].

Bibliographie

- [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.; Rüeegger M.; Bloch M.; Chirurgische Rauchgase – Gefährdungen und Schutzmassnahmen, Hamburg 2010, erhältlich unter www.issa.int. oder www.suva.ch.
- [3] **Eickmann U.;** Falcy M; Fokuhl I; Rüeegger 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 CO₂ 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

Groupe d'auteurs

Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (Suva), Lucerne (CH):

Dr Brigitte Merz, Dr Martin Rügger, Edgar Käslin

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW), Hamburg (D):

Dr Udo Eickmann, PD, Inga Fokuhl

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

Dr Michel Falcy, Martine Bloch