

# Prevenzione e gestione degli incendi in sala operatoria: revisione della letteratura

*The prevention and management of fires in the operating rooms: a literature review*

**Alessandra Zampieron**, Dottore Magistrale in Scienze Infermieristiche e Ostetriche, Azienda Ospedaliera di Padova. Coordinatore e Docente Corso di Laurea in Infermieristica Pediatrica, Docente Corso di Laurea in Infermieristica e Corso di Laurea Magistrale in Scienze Infermieristiche e Ostetriche, Università degli Studi di Padova.

**Sofia Casumaro**, Infermiere, RSA "Fondazione S. Tecla" di Este.

**Marilisa Corso**, Dottore Magistrale in Scienze Infermieristiche e Ostetriche, ULSS 7 Pieve di Soligo. Tutor, Docente Corso di Laurea in Infermieristica, Università degli Studi di Padova.

## Riassunto

**Introduzione:** gli incendi in sala operatoria si verificano con bassa frequenza, ma non esistono registri ufficiali per la segnalazione. Nonostante sia un evento raro, le sue conseguenze possono essere disastrose. La sua prevenzione si basa su un approccio combinato di tutta l'equipe di sala operatoria.

**Materiali e metodi:** la revisione della letteratura è stata condotta attraverso la banca dati Medline: sono stati rilevati 732 articoli con le parole chiave operating room, surgical, e fire. I criteri di selezione: lingua inglese, presenza di tutti e tre i termini, pertinenza all'argomento: prevenzione e gestione degli incendi in sala operatoria, esclusione delle lettere: sono stati individuati 100 articoli.

**Risultati:** la letteratura affronta essenzialmente due tematiche: la prevenzione e la gestione degli incendi. La prevenzione si focalizza sulla descrizione del triangolo del fuoco e sui ruoli degli operatori nell'agire su fonti di innesco, ossidanti e combustibili, nonché sulla necessità di una corretta comunicazione tra i componenti del team chirurgico. La parte sulla gestione di un incendio in sala operatoria differenzia i comportamenti in base alle dimensioni: incendio di piccole o grandi dimensioni.

**Discussione:** gli articoli presi in esame rispecchiano la frequenza di questo fenomeno negli Stati Uniti e affrontano la tematica alla luce delle norme e delle regole di comportamento di questo Paese. Le informazioni contenute in letteratura sono comunque applicabili nel contesto italiano. È evidenziata una concordanza di opinioni tra autori sulla necessità di una maggiore sensibilità da parte di tutti i professionisti che lavorano all'interno delle sale operatorie nei confronti del problema degli incendi in sala operatoria, nonché sulla mancanza di una documentazione ufficiale per la segnalazione degli eventi che permetta la quantificazione del fenomeno.

**Conclusioni:** l'analisi degli articoli evidenzia l'importanza della comunicazione quale mezzo di prevenzione degli incendi. Per quantificare il rischio presente durante un intervento è opportuno utilizzare una guida per l'assegnazione del rischio d'incendio. Ad ogni punteggio di rischio è poi assegnato un protocollo da mettere in atto per garantire la massima sicurezza per il paziente.

**Parole chiave:** Sala operatoria, Chirurgico, Fuoco.

## Abstract

**Introduction:** fires in the operating room occur with low frequency, but there are no official reports for their documentation. Although fires are rare events, consequences could be disastrous. Their prevention is based on operating room team-based approach.

**Materials and methods:** the review was conducted in Medline database with the keywords operating room, surgical, and fire. 732 articles were retrieved. 100 articles were identified on the basis of the following selection criteria: English language, presence of all terms, relevance, matching with the topic (prevention and fire management in the operating room) and no letters.

**Results:** the literature addresses two main issues: prevention and management of fires. Prevention focuses on the description of the fire triangle and the roles of professionals on sources of ignition, oxidizers and fuel, and the need for proper communication between the members of the surgical team. With regard to the management of fire the behaviors are distinguished according to their size (small or large).

**Discussion:** examined literature reflects the occurrence of this phenomenon in the United States and it is based on US standards and policy. Evidences are applicable also to the Italian context. There is a substantial concordance among the authors to sustain that the awareness of all professionals working in an operating room should be increased. Literature recognized also that the lack of official documentation for reporting such events doesn't allow to properly size the phenomenon.

**Conclusions:** the literature highlights the importance of communication for fire prevention. Guidelines should be used to assign a risk score to each operation. Protocols should be then assigned to each risk score in order to ensure the maximum level of safety for the patient.

**Key words:** Operating room, Surgical, Fire.

## Introduzione



Questa revisione critica della letteratura è stata effettuata per dare visibilità ad un problema non frequente e per questo poco sentito

dal personale della sala operatoria<sup>1</sup>, ma potenzialmente estremamente grave: gli incendi in sala operatoria. A seguito dell'eliminazione dei gas anestetici infiammabili è diminuita anche l'educazione dello staff delle sale operatorie verso questo problema, con un possibile aumento degli incendi in sala operatoria e degli incendi chirurgici<sup>2,3</sup>.

## REVISIONE

PERVENUTO 10-11-2011  
ACCETTATO 30-12-2011

GLI AUTORI DICHIARANO DI NON AVER CONFLITTO DI INTERESSI.

CORRISPONDENZA PER RICHIESTE:  
MARILISA CORSO, marilisa.corso@ulss7.it

Gli incendi in sala operatoria sono incendi che avvengono all'interno della sala operatoria, ma che non coinvolgono necessariamente il paziente, gli incendi chirurgici invece sono dati da materiali che si infiammano sul paziente o al suo interno<sup>3,4</sup>.

L'incidenza attuale di incendi chirurgici è sconosciuta perché non esiste un deposito formale per le statistiche sulla loro incidenza. L'ECRI (Emergency Care Research Institute) afferma che questa frequenza è comparabile a quella di altri errori chirurgici come ad esempio l'errato sito d'intervento<sup>3,5</sup>. La JCAHO (Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organization) il 24 giugno 2003 ha emesso un *Sentinel Event Alert*, nel quale ha sottolineato la necessità di un'attenta vigilanza e prevenzione degli incendi chirurgici. Nel 2003 negli Stati Uniti d'America la JCAHO ha stabilito come obiettivo nazionale per la sicurezza dei pazienti, per le strutture accreditate per la chirurgia ambulatoriale, la riduzione del rischio d'incendio in sala operatoria, e l'ha riconfermato negli obiettivi nazionali per la sicurezza dei pazienti del 2006<sup>3,6,8</sup>. La JCAHO ha utilizzato la ricerca fatta dall'ECRI ed ha identificato le più comuni fonti d'innesco nei presidi elettrochirurgici (68%) e nel laser (13%), ha dichiarato che il sito d'incendio più comune è rappresentato dalle vie aeree (34%) e che un ambiente arricchito d'ossigeno è un fattore contribuyente nel 72% dei casi<sup>8,11</sup> che il 28% degli incendi chirurgici avviene sulla testa e sul collo del paziente, mentre altri siti corporei vengono interessati nel 14% dei casi.<sup>12</sup> Gli incendi chirurgici sono inoltre più frequenti durante gli interventi di chirurgia delle vie aeree per via endoscopica (27%), chirurgia orofaringea (24%), chirurgia cutanea o transcutanea (23%), e tracheostomia (18%)<sup>13</sup>. Gli incendi chirurgici negli USA sono stimati essere tra i 550 e i 650 all'anno su ventitre milioni di interventi chirurgici su pazienti degenti, e ventisette milioni di interventi chirurgici su pazienti ambulatoriali.

Approssimativamente venti portano a gravi lesioni e uno o due portano alla morte del paziente<sup>12</sup>.

Un incendio chirurgico può portare a conseguenze serie o addirittura disastrose quali: la morte del paziente, gravi lesioni che richiedono una gestione medica a lungo termine, stress psicologico al paziente, ai suoi familiari ed allo

staff chirurgico, implicazioni legali e pubblicità negativa per la struttura ospedaliera<sup>14,15</sup>.

## Materiali e Metodi

### Fonti dei dati e parole chiave

La revisione della letteratura è stata condotta attraverso la banca dati Medline, in data 20/08/2010.

Una prima ricerca è stata effettuata per rivista, usando il Journal dell'American Perioperative Registered Nurses Association (AORN Journal). Da un articolo identificato con questa modalità si sono ricercati gli articoli correlati. Successivamente si sono usate comunque parole chiave libere e Mesh relative al tema trattato. Complessivamente sono stati rilevati 732 articoli. I risultati sono riassunti nella Tabella 1.

### Criteri di selezione

I criteri di selezione sono stati i seguenti:

- *Lingua inglese.*
- *Presenza nel corpo del testo o nell'abstract di tutti e tre i seguenti termini operating, room, surgical, e fire.*
- *Pertinenza all'argomento: prevenzione e gestione degli incendi in sala operatoria.*
- *Tipo di articolo: esclusione delle lettere.*

Sulla base dei criteri di selezione sono stati individuati 100 articoli. Di questi, 78 sono stati visionati in full-text, per 22 è stato considerato solo l'abstract.

## Risultati

Il termine "incendio" definisce "il fenomeno di combustione che si manifesta con luce, fiamme e calore"<sup>16</sup>. Il triangolo del fuoco è un semplice modello che dimostra i principi chimici che stanno alla base di un incendio ed aiuta a capi-

re meglio gli elementi che devono essere presenti affinché ne scaturisca uno. Il triangolo è composto di tre elementi separati: una fonte d'innesco, un ossidante e una fonte di combustione. Sono considerati sicuri quando separati l'uno dall'altro, ma sono pericolosi se uniti<sup>1,3,4,14,16,50</sup>.

### Fonti d'innesco: il ruolo del chirurgo e dell'infermiere strumentista

Le fonti d'innesco supportano la combustione, fornendo calore alla miscela di ossigeno e combustibili, e sono gestite principalmente dal chirurgo<sup>37</sup>; l'elettrobisturi, implicato in circa il 70% degli incendi chirurgici, e i laser, (10% circa degli incendi chirurgici)<sup>4,10,14,17,28,30,32,51,52</sup>. Altre fonti d'innesco sono: l'elettrocauterizzatore, la sorgente luminosa a fibre ottiche, i cavi a fibre ottiche, gli elettrodi del defibrillatore, il coagulatore argon-plasma, e i presidi elettrici che possono produrre scintille. Gli elettrobisturi monopolari e bipolari, e i coagulatori argon-plasma producono calore con lo scopo di controllare il sanguinamento chirurgico<sup>3,10,19,40,43,47,48,52,55</sup>.

Il chirurgo e l'infermiere strumentista devono collaborare nell'assicurare che, durante le procedure di elettrochirurgia e di elettrocauterizzazione, sia selezionato il voltaggio minimo necessario per la realizzazione della procedura; che i presidi siano collegati all'alimentatore del corretto voltaggio<sup>56,60</sup>; che la punta dell'elettrobisturi sia tenuta pulita per minimizzare la probabilità di scintille o di incendio di detriti di tessuto. Devono controllare che gli elettrodi dell'elettrobisturi, quando non utilizzato, siano posti in una fondina o in un altro luogo lontano dal paziente; che l'elettrobisturi venga messo in modalità stand-by quando non è utilizzato e che venga attivato solo quando la punta è sotto la visione

Tab. 1 Ricerca in Medline.

Parole chiave	Limiti	Risultati
Ricerca per rivista: AORN Journal	Ultimi 5 anni	721
Related article: Surgical fires:100% preventable, still a problem.	Ultimi 10 anni	79
Operating room fires	Ultimi 10 anni	110
Surgical fires	Ultimi 10 anni	194
Electrosurgical fires	Ultimi 10 anni	13
Laser surgery fires	Ultimi 10 anni	40
("surgical procedures, operative"[MeSH Terms] OR surgical [Text Word]) AND ("fires"[MeSH Terms] OR fires[Text Word])	Ultimi 10 anni	189
("operating rooms"[MeSH Terms] OR operating room[Text Word]) AND ("fires"[MeSH Terms] OR fires[Text Word])	Ultimi 10 anni	107

diretta della persona che lo maneggia; disattivare l'elettrobisturi prima che sia rimosso dal sito chirurgico. Se è utilizzata una fonte aperta di ossigeno, quando possibile, deve essere utilizzata un bisturi bipolare che non produce scintille o archi. Evitare di utilizzare l'elettrobisturi negli interventi sulla trachea e in prossimità di combustibili in un ambiente arricchito d'ossigeno<sup>3,17,31,34,38,44,45,47,61,62</sup>.

### **Ossidanti: il ruolo dell'anestesista e dell'infermiere di anestesia**

Gli ossidanti presenti in sala operatoria includono **ossigeno, protossido d'azoto, aria compressa ed aria ambiente**<sup>4,14,35,39,48,51,55</sup>, forniti al paziente attraverso tubi endotracheali, maschere facciali, cannule nasali, e sono gestiti principalmente dall'anestesista e dall'infermiere di anestesia<sup>17,37,39,46,49,50,57,58</sup>.

L'ossigeno che viene somministrato ad una concentrazione superiore a quella presente in aria ambiente, crea un ambiente arricchito d'ossigeno<sup>32,35,52,67,47</sup>. Elementi che normalmente bruciano in aria ambiente, più facilmente si incendiano in un ambiente arricchito d'ossigeno, ad esempio il cloruro di polivinile (PVC) che è uno dei materiali che costituiscono i tubi endotracheali ed altri presidi medici, s'incendia ad una concentrazione di ossigeno pari al 26%<sup>2,18,29,40,42,43,60,63,69</sup>.

Il rischio d'incendio aumenta proporzionalmente all'aumento della concentrazione d'ossigeno. Il protossido d'azoto contiene ossigeno, può quindi anch'esso supportare la combustione e l'incendio può essere grave quanto quelli che avvengono con l'utilizzo di ossigeno al 100%<sup>3</sup>. Il protossido d'azoto mescolato con i gas intestinali produce una miscela esplosiva facilmente innescabile da un presidio elettrochirurgico<sup>3,39</sup>. Idrogeno, metano e ossigeno sono gas estremamente infiammabili e vengono prodotti da batteri che si trovano nel tratto gastrointestinale, particolarmente nel tratto inferiore e la loro concentrazione aumenta quando ossigeno e protossido d'azoto vengono somministrati durante l'anestesia. L'uso di manitolo per pulire l'intestino accresce la concentrazione di idrogeno nel colon. I pazienti con condizioni cliniche come la stenosi del piloro o l'ostruzione del tratto superiore gastrointestinale che richiedono un intervento chirurgico,

solitamente presentano una quantità di gas all'interno dell'intestino dovuta alla stasi ed alla crescita batterica superiore a quella fisiologica. Se durante l'intervento chirurgico l'intestino viene perforato si può avere la liberazione di questi gas che possono diventare combustibile per un incendio intra-addominale<sup>2,29,39,59,70</sup>.

L'utilizzo di ossigeno tramite sistema aperto può aumentare facilmente la concentrazione dell'ossigeno attorno alla testa e al collo del paziente. Ci sono circostanze particolari durante la chirurgia di testa e collo dovute alle condizioni del paziente, in cui è necessaria un'alta concentrazione di ossigeno locale. L'ECRI raccomanda di utilizzare nei pazienti intubati sottoposti a chirurgia dell'orofaringe un sistema d'aspirazione all'interno dell'orofaringe per eliminare i gas presenti<sup>17,44</sup>. Si rende comunque necessario un aumento dell'attenzione per quanto riguarda il rischio di incendio chirurgico. Durante la chirurgia dell'orofaringe si può ridurre la perdita di ossigeno all'interno dell'orofaringe impregnando garze, tamponi o spugne, utilizzati con i tubi endotracheali non cuffiati e mantenendoli bagnati per aumentare la loro resistenza alle fiamme<sup>3,17,56,59,63-65,71,72</sup>. Alcuni autori consigliano di verificare l'integrità della cuffia del tubo endotracheale come barriera per prevenire perdite di ossigeno in trachea<sup>43,73</sup>. Insufflare sul campo operatorio biossido di carbonio a 10L/min previene gli incendi durante gli interventi di tracheotomia in cui viene utilizzato il bisturi diatermico<sup>74</sup>.

Quando esiste la potenzialità di un incendio delle vie aeree è necessario assicurarsi che siano immediatamente disponibili siringhe riempite con soluzione fisiologica. Negli interventi chirurgici che coinvolgono il capo e il collo, l'anestesista deve condividere con il chirurgo le vie aeree del paziente e può trovarsi in difficoltà ad avere un accesso immediato ad esse a causa del posizionamento del paziente. È quindi importante aumentare la vigilanza e predisporre misure preventive per diminuire la probabilità di eventi avversi<sup>32,75</sup>. L'uso del pulsossimetro per la valutazione dell'ossigenazione del sangue arterioso permette, in alcune procedure, di eliminare la necessità di fornire ossigeno supplementare<sup>3,4,36,47,76,77</sup>. Riducendo la frazione di ossigeno inspirato (FiO<sub>2</sub>) ad un valore inferiore al 30% è stato

dimostrato che si riduce significativamente il rischio di incendio e di esplosione<sup>3,43,44,78</sup>. Il rischio viene ridotto anche utilizzando aria compressa al posto dell'ossigeno supplementare<sup>44,79</sup>.

Quando si utilizza il sistema di respirazione aperto, tendendo i teli si permette all'aria di circolare evitando l'accumulo di ossigeno sotto di essi<sup>4,10,14,17,18,20,21,36,44,47,52,59,71,77</sup>. I pazienti che ne potrebbero beneficiare, non dovrebbero essere privati di ossigeno a bassi flussi fornito attraverso cannula nasale quando il sito chirurgico è ad almeno dieci centimetri dalle narici<sup>80</sup>. Negli interventi di adenoidectomia nei bambini viene consigliato l'utilizzo di maschere laringee<sup>65,82</sup>. Uno studio ha dimostrato che i tubi più sicuri per l'utilizzo con il laser sono quelli in acciaio inossidabile<sup>43,81,83</sup>.

Durante l'anestesia locale o la sedazione per via endovenosa, quando viene somministrato ossigeno supplementare, sospendere la fornitura di ossigeno almeno 60 secondi prima dell'utilizzo dell'elettrobisturi, del laser o di altre fonti d'innescio su testa, viso o collo, per permettere il ritorno ad una condizione di aria ambiente<sup>4,20,26,47,71,80</sup>.

### **Combustibili: il ruolo dell'infermiere di sala operatoria**

I combustibili sono qualsiasi cosa che possa bruciare. In sala operatoria sono presenti numerosi combustibili, quali: il cemento per ossa che crea fumi durante il miscelamento, presidi, forniture e rifiuti; materiali come ad esempio camici, mascherine chirurgiche, tessuti, teli di carta, teli in polipropilene, spugne, garze; presidi in plastica e in gomma come i circuiti d'anestesia, vie aeree artificiali, coperture nere del tavolo operatorio, manicotto per la misurazione della pressione arteriosa, tubo endotracheale, cannule nasali, maschere di plastica, guanti, cateteri, materassi, presidi per il posizionamento del paziente, lacci emostatici. Molti di questi materiali sono composti di cellulosa o di fibre polimeriche come gomma, nylon, polietilene e polipropilene<sup>1,3,4,14,18,29,32,35,39,40,47,48,51,52,55,81,85</sup> e sono gestiti dall'infermiere di sala operatoria<sup>37,39</sup>.

Altri combustibili presenti in sala operatoria sono soluzioni e creme, come gli unguenti a base di petrolio, soluzioni antisettiche, tinture di benzoino, aneste-

sia topica spray<sup>32,35,55</sup>. Gli antisettici iodati in base alcolica esplodono in presenza di protossido d'azoto e sono infiammabili in presenza di ossigeno al 100% ad una temperatura di 820°C. Gli antisettici su base acquosa bruciano senza fiamme a temperature superiori ai 100°C<sup>10,86</sup>. Lo iodopovidone al 10% in soluzione alcolica non deve essere utilizzato per l'antisepsi della cute<sup>41,59,86</sup>. Vi sono anche sostanze quali l'etere etilico che, ad una temperatura di 180 °C, subisce un processo di autocombustione e i suoi vapori sono infiammabili da superfici calde<sup>87</sup>. Si ritiene quindi opportuno attendere che gli antisettici infiammabili si siano completamente asciugati prima di creare il campo sterile.

I presidi ignifughi riducono la velocità di propagazione del fuoco sulla loro superficie, oppure resistono all'innesco quando esposti ad alte temperature, questo principio non è però applicabile in un ambiente arricchito d'ossigeno, dove anche i materiali ignifughi bruciano velocemente<sup>88,89</sup>. Uno studio effettuato sull'infiammabilità di 4 tipi di teli chirurgici ha dimostrato che nessuno dei teli si è incendiato a contatto con un elettrobisturi bipolare anche in presenza di una concentrazione di ossigeno al 100% in quanto i teli non sono conduttori di elettricità, però si sono incendiati tutti quando posti a stretto contatto dell'elettrobisturi mentre stava scaricando l'elettricità su di una arancia utilizzata per simulare il materiale biologico, nonostante una casa costruttrice avesse definito il suo telo non infiammabile<sup>89</sup>. Un altro studio ha verificato l'infiammabilità dei teli chirurgici a contatto con il laser in presenza di aria ambiente, di ossigeno al 50% e di ossigeno al 100% ed è risultato che in aria ambiente il polipropilene e il fenolo non si incendiano, mentre gli asciugamani di tela, di cotone/poliestere, di tessuto non tessuto in cellulosa e poliestere si infiammano. Tutti i materiali testati si incendiano in ossigeno al 50% e al 95% e con l'aumento della concentrazione di ossigeno diminuisce il tempo d'innesco<sup>90</sup>. Un ulteriore studio ha dimostrato che le coperte di riscaldamento ad aria forzata prevengono i danni al paziente quando esposto ad una fonte luminosa a fibre ottiche non protetta<sup>91</sup>.

Nella chirurgia dell'orofaringe è raccomandato usare teli chirurgici con foglio di incisione fenestrato per isolare l'incisione dall'ambiente arricchito d'ossige-

no e dai vapori infiammabili provenienti da sotto il telo<sup>17</sup>. Gli infermieri devono coprire, inoltre, barba, baffi e sopracciglia vicini al sito chirurgico con un lubrificante chirurgico idrosolubile per renderli non infiammabili<sup>14,20,47,59,65</sup>. I lubrificanti oculari proteggono l'epitelio corneale e riducono i danni a congiuntiva e palpebre<sup>88</sup>.

#### ***L'importanza della comunicazione tra i componenti del team chirurgico***

Secondo l'Editor dell'AORN Journal la causa principale degli incendi chirurgici è la mancanza di comunicazione tra i componenti dello staff chirurgico, mentre è un componente essenziale per la sicurezza del paziente<sup>14</sup>. A conferma di questo, vi è evidenza che il 60% degli eventi sentinella segnalati alla JCAHO rivelavano una comunicazione inefficace tra i professionisti dello staff chirurgico<sup>25</sup>. Alcune strutture sanitarie hanno inserito la valutazione del rischio d'incendio durante ogni intervento utilizzando il time-out come strumento di comunicazione per aumentare la consapevolezza di ogni membro dello staff coinvolto nella procedura<sup>2,92,93</sup>.

#### ***La gestione di un incendio in sala operatoria***

La principale responsabilità di tutto il team operatorio nel caso si sviluppi un incendio chirurgico è la protezione del paziente<sup>16</sup>.

I primi segnali d'incendio sono suoni come un "pop", uno schiocco, o un "foomp", odore di bruciato, fumo, decolorazione dei teli, dei circuiti e la presenza di fiamme<sup>2,4,71</sup>. L'intervento deve essere fermato immediatamente e lo staff deve operare in modo simultaneo e coordinato per gestire al meglio la situazione. Le procedure da seguire per la gestione degli incendi è diversa a seconda che l'incendio sia di piccole dimensioni, di grandi dimensioni o che coinvolga le vie aeree<sup>4</sup>. Non va rimosso niente dalla sala operatoria e va lasciato tutto al suo posto per il personale che investigherà sull'incidente.

#### ***La gestione di un incendio di piccole dimensioni***

**Piccoli incendi sul paziente**, come quelli causati quando un elettrobisturi caldo infiamma i teli stesi sul paziente, o

quando il manipolo di un elettrocauterizzatore infiamma una spugna macchiata, possono essere estinti coprendoli con una mano guantata, con un asciugamano o con un foglio, o rimuovendo il materiale in fiamme dal paziente per poi estinguerlo. Dopo aver spento le fiamme, valutare le condizioni del paziente, trattare le lesioni e, a discrezione del chirurgo, procedere con l'intervento chirurgico<sup>16,17,94</sup>.

#### ***La gestione di un incendio di grandi dimensioni***

Nel caso si verifichi un **incendio di grandi dimensioni** restare calmi, sospendere immediatamente il flusso di gas al paziente e gettare acqua o soluzione salina sul fuoco. Rimuovere i teli e il materiale in fiamme dal paziente per proteggerlo dalle scottature e dall'inalazione di gas tossici ed estinguerlo<sup>2,4</sup>. Rimuovere questi materiali orizzontalmente perché sollevandoli verticalmente il fuoco si propaga sui teli chirurgici. Fatto questo, si rivolgono immediatamente le attenzioni al paziente<sup>4</sup>.

In molti casi la rimozione degli ossidanti, disconnettendo il circuito respiratorio, porta allo spegnimento dell'incendio o almeno alla diminuzione della sua intensità, inoltre la disconnessione del paziente dai circuiti respiratori facilita un suo rapido trasferimento. L'unico modo per proteggere il paziente dal calore provocato dal materiale bruciato e da quello in fiamme, è rimuoverlo. Infatti il calore può continuare a causare lesioni termiche. L'attenzione va immediatamente al paziente in quanto probabilmente non sta respirando, può avere una grave emorragia in atto e può trovarsi ancora a contatto con materiale infiammato<sup>2</sup>. Il personale di anestesia deve ripristinare la respirazione del paziente fornendo non ossigeno ma aria, fino a che possibili fonti d'incendio o di reinnesco siano eliminate. Il chirurgo e l'infermiere strumentista devono trattare le lesioni del paziente ed eventuali emorragie mentre l'infermiere di sala si occupa di estinguere tutti i materiali in fiamme rimossi dal paziente o ancora presenti su di esso<sup>17,94,96</sup>.

#### ***La gestione di un incendio nelle vie aeree***

I tubi endotracheali possono essere una pericolosa fonte d'incendio, agi-

scono come un fiamma ossidrica mandando fiamme e fumo all'interno delle vie aeree del paziente<sup>16</sup>. Al primo segnale di un incendio nelle vie aeree o nel tubo endotracheale, disconnettere immediatamente il circuito respiratorio dal tubo endotracheale e rimuovere il tubo<sup>4,59,75,94,97,98</sup>.

### **I diversi presidi disponibili per estinguere un incendio**

Gli estintori vanno usati nel caso di incendi che inghiottono il paziente o che sono migrati fuori da esso<sup>17</sup>.

La procedura corretta per utilizzare un estintore è riassunto dall'acronimo PASS:

- Pull: tirare il perno.
- Aim: puntare sulla base del fuoco e non alle fiamme.
- Squeeze: comprimere la leva.
- Sweep: spruzzare da lato a lato.

I tipi di presidi per l'estinzione degli incendi comunemente presenti in sala operatoria sono a base d'acqua, di biossido di carbonio e di polvere secca, ma non tutti sono ugualmente sicuri ed efficaci<sup>17</sup>. L'ECRI raccomanda l'utilizzo di estintori a biossido di carbonio<sup>2,19</sup>. I problemi che possono creare sono relativi alla non sterilità della sostanza che utilizzano con contaminazione della Sala Operatoria e dell'effetto irritante dei componenti sul paziente.

### **Le esercitazioni anti-incendio**

Le esercitazioni anti-incendio dovrebbero essere pianificate ed implementate sotto forma di programmi d'aggiornamento e di formazione generale<sup>14,99,100</sup>. Permettono non solo di esercitarsi nel rispondere ad un incendio<sup>17</sup> ma aiutano il personale a risolvere i problemi che potrebbero incontrare e sono richieste dagli standard di accreditamento<sup>16,46</sup>.

Nella pianificazione di un'esercitazione anti-incendio si devono considerare i seguenti elementi: la risposta corretta di ogni membro del team chirurgico e dello staff del gruppo operatorio; come spostare il paziente in un'altra sala operatoria in maniera semplice e sicura; come prevenire la diffusione di fumo; la localizzazione e l'operatività di estintori, pulsanti antincendio e uscite di sicurezza; la localizzazione, l'operatività e l'area di copertura delle valvole di zona dei gas medicali; la localizzazione, l'operatività e l'area di copertura dell'ali-

mentazione del quadro elettrico; quale sia la risposta del personale supplementare addetto all'estinzione dell'incendio<sup>94</sup>.

### **Conclusioni**

Gli articoli presi in esame rispecchiano la frequenza di questo fenomeno negli Stati Uniti e affrontano la tematica soprattutto alla luce delle norme e delle regole di comportamento di questo paese. Viene comunque evidenziata una concordanza di opinioni tra i diversi autori sulla necessità di una maggiore sensibilità da parte di tutti i professionisti che lavorano all'interno delle sale operatorie nei confronti del problema degli incendi in sala operatoria, nonché sulla mancanza di una documentazione ufficiale per la segnalazione di questi eventi che non permette la quantificazione esatta della frequenza del fenomeno. Inoltre, nella maggior parte dei casi si tratta di pubblicazioni non empiriche. Infatti, dei 100 articoli selezionati 28 sono revisioni, 25 sono case report, 11 sono linee-guida, 4 sono articoli, 6 sono editoriali, 3 sono commenti, 2 sono studi valutativi e 21 sono studi empirici. Gli studi presentati vanno a confermare le raccomandazioni presenti nella revisioni e negli articoli. Le informazioni contenute in letteratura sono comunque applicabili nel contesto italiano.

### **Bibliografia**

1. BRULEY ME. *Surgical fires: perioperative communication is essential to prevent this rare but devastating complication*. Qual Saf Health Care. 2004;13(6):467-71.
2. WATSON DS. *New recommendations for prevention of surgical fires*. AORN J. 2010;91(4):463-9.
3. POLLOCK GS. *Eliminating surgical fires: a team approach*. AANA J. 2004;72(4):293-8.
4. American Society of Anesthesiologists Task Force on Operating Room Fires: CAPLAN RA, BARKER SJ, CONNIS RT, COWLES C, DE RICHMOND AL. *Practice Advisory for the prevention and management of operating room fires*. Anesthesiology. 2008;108(5):786-801.
5. *Surgical fires: a patient safety perspective*. Health Devices. 2006;35(2):45-8.
6. CATALANO K. *JCAHO'S National Patient Safety Goals 2006*. J Perianesth Nurs. 2006;21(1):6-11.
7. ASSAEL LA. *The need for national patient*

*safety goals for ambulatory oral and maxillofacial surgery*. J Oral Maxillofac Surg. 2007;65(1):1-2.

8. PUGLIESE G, BARTLEY JM. *Home study program. Can we build a safer OR?* AORN J. 2004;79(4):764-79.
9. BATRA S, GUPTA R. *Alcohol based surgical prep solution and the risk of fire in the operating room: a case report*. Patient Saf Surg. 2008;26(2):10.
10. PRASAD R, QUEZADO Z, ST ANDRE A, O'GRADY NP. *Fires in the operating room and intensive care unit: awareness is the key to prevention*. Anesth Analg. 2006;102(1):172-4.
11. SINGLA AK, CAMPAGNA JA, WRIGHT CD, SANDBERG WS. *Surgical field fire during a repair of bronchoesophageal fistula*. Anesth Analg. 2005;100(4):1062-4.
12. BEYEA SC. *Preventing fires in the OR*. AORN J. 2003;78(4):664-6.
13. SMITH LP, ROY S. *Operating room fires in otolaryngology: risk factors and prevention*. Am J Otolaryngol. 2010; 32(2):109-14.
14. WATSON DS. *Surgical fires: 100% preventable, still a problem*. AORN J. 2009;90(4):589-93.
15. NISHIYAMA K, KOMORI M, KODAKA M, TOMIZAWA Y. *Crisis in the operating room: fires, explosions and electrical accidents*. J Artif Organs. 2010; 13(3):129-33.
16. SMITH C. *Surgical fires-learn not to burn*. AORN J. 2004;80(1):24-54.
17. *A clinician's guide to surgical fires. How they occur, how to prevent them, how to put them out*. Health Devices. 2003;32(10):396-8.
18. *A team approach to surgical fire prevention. Understanding the fire triangle*. Health Devices. 2006;35(2):49-57.
19. *Surgical fires addressed in new guide*. Stand News. 2000;28(3):10-1.
20. *Educational videos on surgical fires*. Health Devices. 2000;29(7-8):274-80.
21. BEESLEY J, TAYLOR L. *Reducing the risk of surgical fires: are you assessing the risk?* J Perioper Pract. 2006;16(12):591-7.
22. HOLCOM B. *Accurate measurement of flammable gases*. Occup Health Saf. 2004;73(5):80-6.
23. LYPSON ML, STEPHENS S, COLLETTI L. *Preventing surgical fires: who needs to be educated?* Jt Comm J Qual Patient Saf. 2005;31(9):522-7.
24. GRALING PR. *Fighting fire with fire safety*. AORN J. 2006;84(4):561-3.
25. MOSKOWITZ M. *Fire in the operating room during open heart surgery: a case report*. AANA J. 2009;77(4):261-4.
26. BELLINO JV. *Operating room fire safety*. J Health Prot Manage. 2007;23(1):115-24.
27. YARDLEY IE, DONALDSON LJ. *Surgical fires a clear and present danger*. Surgeon. 2010;8(2):87-92.
28. DE FELICE E. *Shedding light: laser physics and mechanism of action*. Phlebology. 2010;25(1):11-28.
29. RINDER CS. *Fire safety in the operating*

- room. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2008;21(6):790-5.
30. RICHTER GT, WILLING JP. *Suction cautery and electrosurgical risks in otolaryngology.* *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2008;72(7):1013-21.
  31. NISKANEN M, PURHONEN S, KOLIJONEN V, RONKAINEN A, HIRVONEN E. *Fatal inhalation injury caused by airway fire during tracheostomy.* *Acta Anaesthesiol Scand.* 2007;51(4):509-13.
  32. WEBER SM, HARGUNANI CA, WAX MK. *DuraPrep and the risk of fire during tracheostomy.* *Head Neck.* 2006;28(7):649-52.
  33. WANG HM, LEE KW, TSAI CJ, LU IC, KUO WR. *Tracheostomy tube ignition during microlaryngeal surgery using diode laser: a casa report.* *Kaohsiung J Med Sci.* 2006;22(4):199-202.
  34. TYKOCINSKI M, THOMSON P, HOOPER R. *Airway fire during tracheotomy.* *ANZ J Surg.* 2006;76(3):195-7.
  35. SOSIS MB. *Anesthesiologists must do a better job of preventing operating room fires.* *J Clin Anesth.* 2006;18(2):81-2.
  36. BHANANKER SM, POSNER KL, CHENEY FW, CAPLAN RA, LEE LA, DOMINO KB. *Injury and liability associated with monitored anesthesia care: a closed claims analysis.* *Anesthesiology.* 2006;104(2):228-34.
  37. LAMPOTANG S, GRAVENSTEIN N, PAULUS DA, GRAVENSTEIN D. *Reducing the incidence of surgical fires: supplying nasal cannulae with sub-100% O<sub>2</sub> gas mixtures from anesthesia machines.* *Anesth Analg.* 2005;101(5):1407-12.
  38. LIN IH, HWANG CF, KAO YF, CHANG KA, PENG JP. *Tracheostomal fire during an elective tracheostomy.* *Chang Gung Med J.* 2005 Mar;28(3):186-90
  39. RAVAL MV, WEINER TM. *Beware of the flaming hairball- a brief review and warning.* *J Pediatr Surg.* 2005;40(4):E37-8.
  40. DAANE SP, TOTH BA. *Fire in the operating room: principles and prevention.* *Plast Reconstr Surg.* 2005;115(5):73e-75e.
  41. TOOHER R, MADDERN GJ, SIMPSON J. *Surgical fires and alcohol-based skin preparations.* *ANZ J Surg.* 2004;74(5):382-5.
  42. WHEATLEY TJ, MADDERN GJ. *Airway fire during formation of tracheostomy.* *ANZ J Surg.* 2002;72(2):157-8.
  43. ROGERS ML, NICKALLS RWD, BRACKENBURY ET, SALAMA FD, BEATTIE MG, PERKS AGB. *Airway fire during tracheostomy: prevention strategies for surgeons and anesthesiologists.* *Ann R Coll Surg Engl.* 2001;83(6):376-80.
  44. GRECO RJ. *Beware of fire! Plast Reconstr Surg.* 2001;107(7):1828-9.
  45. SMITH TL, SMITH JM. *Electrosurgery in otolaryngology-head and neck surgery: principles, advances, and complications.* *Laryngoscope.* 2001;111(5):769-80.
  46. ROGERS SA, MILLS KG, TUFAL Z. *Airway fire due to diathermy during tracheostomy in an intensive care patient.* *Anaesthesia.* 2001;56(5):441-3.
  47. LOWRY RK, NOONE RB. *Fires and burns during plastic surgery.* *Ann Plast Surg.* 2001;46(1):72-6.
  48. AMICUCCI GL, DI LOLLO L, FIAMINGO F, MAZZOCCHI V, PLATANIA G, RANIERI D. *Electrical safety during transplantation.* *Transplant Proc.* 2010;42(6):2175-80.
  49. CADY RF. *Operating room fires: the CRNA and the deposition.* *AANA J.* 2007;75(1):9-11.
  50. SHAPIRO FE. *Anesthesia for outpatient cosmetic surgery.* *Curr Opin Anaesthesiol.* 2008;21(6):704-10.
  51. FRIEDRICH M, TIRILOMIS T, SCHMITTO JD, POPOV AF, MOKASHI SA, HINTERTHANER M. *Intrathoracic fire during preparation of the left internal thoracic artery for coronary artery bypass grafting.* *J Cardiothorac Surg.* 2010;10(5):10.
  52. MELTZER HS, GRANVILLE R, ARYAN HA, BILLMAN G, BENNETT R, LEVY ML. *Gel-based surgical preparation resulting in an operating room fire during a neurosurgical procedure: a case report.* *J Neurosurg.* 2005;102(3 Suppl):347-9.
  53. SMITH LP, ROY S. *Fire/burn risk with electrosurgical devices and endoscopy fiberoptic cables.* *Am J Otolaryngol.* 2008;29(3):171-6.
  54. SANDHU H, TURNER R, POZO JL. *No smoke without fire- simple recommendations to avoid arthroscopic burns.* *Knee.* 2002;9(4):341-6.
  55. ALCENIUS M. *Inside the OR National Patient Goals.* *Nurs Manage.* 2006;37(1):11-2.
  56. YOUKER SR, AMMIRATI CT. *Practical aspects of laser safety.* *Facial Plast Surg.* 2001;17(3):155-63.
  57. CHOU AK, TAN PH, YANG LC, SUN GC, HSIEH SW. *Carbon dioxide laser induced airway fire during larynx surgery: a case report.* *Chang Gung Med J.* 2001;24(6):393-8.
  58. KUO CH, TAN PH, CHEN JJ, PENG CH, LEE CC, CHUNG HC. *Endotracheal tube fires during carbon dioxide laser surgery on the larynx. A case report.* *Acta Anaesthesiol Sin.* 2001;39(1):53-6.
  59. ANDERSEN K. *Safe use of lasers in the operating room-what perioperative nurses should know.* *AORN J.* 2004;79(1):171-88.
  60. HARGROVE M, AHERNE T. *Possible fire hazard caused by mismatching electrical chargers with the incorrect device within the operating room.* *J Extra Corpor Technol.* 2007;39(3):199-200.
  61. KLEIN RC. *Fire safety recommendations for administration of isoflurane anesthesia in oxygen.* *Lab Anim (NY).* 2008;37(5):223-4.
  62. MATTUCCI KF, MILITANA CJ. *The prevention of fire during oropharyngeal electrosurgery.* *Ear Nose Throat J.* 2003;82(2):107-9.
  63. DHAR V, YOUNG K, NOURAEI SA, SANDHU GS, TATLA T, FARRELL R. *Impact of oxygen concentration and laser power on occurrence of intraluminal fires during shared-airway surgery: an investigation.* *J Laryngol Otol.* 2008;122(12):1335-8.
  64. LEEMANN B, HEIDEGGER T, GROSSENBACHER R, SCHNIDER T, GERIG HJ. *A severe complication after laser-induced damage to a transtracheal catheter during endoscopic laryngeal microsurgery.* *Anesth Analg.* 2004;98(6):1807-8.
  65. DAVE R, MAHAFFEY PJ. *The control of fire hazard during cutaneous laser therapy.* *Lasers Med Sci.* 2002;17(1):6-8.
  66. TAKANASHI S, HASEGAWA Y, ITO A, SATO M, KAJI K, OKUMURA K. *Airflow through the auxiliary line of the laser fiber prevents ignition of intra-airway fire during endoscopic laser surgery.* *Lasers Surg Med.* 2002;31(3):211-5.
  67. PAUGH DH, WHITE KW. *Fire in the operating room during tracheotomy: a case report.* *AANA J.* 2005;73(2):97-100.
  68. ZIEMBA J. *Beyond putting out fires.* *Occup Health Saf.* 2006;75(1):56,58.
  69. AWAN MS, AHMED I. *Endotracheal tube fire during tracheostomy: a case report.* *Ear Nose Throat J.* 2002;81(2):90-2.
  70. DHEBRI AR, AFIFY SE. *Free gas in the peritoneal cavity: the final hazard of diathermy.* *Postgrad Med J.* 2002;78(922):496-7.
  71. DESAI MS. *Office-based anesthesia: new frontiers, better outcomes, and emphasis on safety.* *Curr Opin Anaesthesiol.* 2008;21(6):699-703.
  72. KADDUM RN, CHIDIAC EJ, ZESTOS MM, AHMED Z. *Electrocautery-induced fire during adenotonsillectomy: report of two cases.* *J Clin Anesth.* 2006;18(2):129-31.
  73. WU CC, SHEN CH, HO WM. *Endotracheal tube fire induced by electrocautery during tracheostomy—a case report.* *Acta Anaesthesiol Sin.* 2002;40(4):209-13.
  74. HO AM, WAN S, KARMAKAR MK. *Flooding with carbon dioxide prevents airway fire induced by diathermy during open tracheostomy.* *J Trauma.* 2007;63(1):228-31.
  75. HANDA KK, BHALLA APS, ARORA A. *Fire during the use of Nd-Yag laser.* *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2001;60(3):239-42.
  76. HO SY, FRENCH P. *Minimizing fire risk during eye surgery.* *Clin Nurs Res.* 2002;11(4):387-402.
  77. BARKER SJ, POLSON JS. *Fire in the operating room: a case report and laboratory study.* *Anesth Analg.* 2001;93(4):960-5.
  78. COLT HG, CRAWFORD SW. *In vitro study of the safety limits of bronchoscopic argon plasma coagulation in the presence of airway stents.* *Respirology.* 2006;11(5):643-7.
  79. RODGERS LA, KULWICKI A. *Safety in the use of compressed air versus oxygen for the ophthalmic patient.* *AANA J.* 2002;70(1):41-6.
  80. ORHAN-SUNGUR M, KOMATSU R, SHERMAN A, JONES L, WALSH D, SESSLER DI. *Effect of nasal cannula oxygen administration on oxygen concentration at facial and adjacent landmarks.* *Anaesthesia.* 2009;64(5):521-6.
  81. MENEGHETTI SC, MORGAN MM, FRITZ J,

- BORKOWSKI RG, DJOHAN R, ZINS JE. *Operating room fires: optimizing safety.* Plast Reconstr Surg. 2007;120(6):1701-8.
82. MILITANA CJ, DITKOFF MK, MATTUCCI KF. *Use of the laryngeal mask airway in preventing airway fires during adenoidectomies in children: a study of 25 patients.* Ear Nose Throat J. 2007;86(10):621-3.
83. LAI HC, JUANG SE, LIU TJ, HO WM. *Fires of endotracheal tubes of three different materials during carbon dioxide laser surgery.* Acta anaesthesiol Sin. 2002;40(1):47-51.
84. SESTERHENN AM, DUNNE AA, BRAULKE D, LIPPERT BM, FOLZ BJ, WERNER JA. *Value of endotracheal tube safety in laryngeal surgery.* Lasers Surg Med. 2003;32(5):384-90.
85. LAI A, NG KP. *Fire during thoracic surgery.* Anaesth Intensive Care. 2001;29(3):301-3.
86. SPIGELMAN AD, SWAN JR. *Skin Antiseptics and the risk of operating theater fires.* ANZ J Surg. 2005;75(7):556-8.
87. WALLACE WJ. *Good practices for flammable and combustible liquids.* Occup Health Saf. 2005;74(3):82-7.
88. KELLEY P, O'HARA M, BISHOP J, BRENNER R, DOE E. *Flammability of common ocular lubricants in an oxygen-rich environment.* Eye Contact Lens. 2005;31(6):291-3.
89. GOLDBERG J. *Brief laboratory report: surgical drape flammability.* AANA J. 2006;74(5):352-4.
90. WOLF GL, SIDEBOTHAM GW, LAZARD JL, CHARCHAFLEH JG. *Laser ignition of surgical drape materials in air, 50% oxygen, and 95% oxygen.* Anesthesiology. 2004;100(5):1167-71.
91. WILLIAMS DM, LITWIN S, PATTERSON AJ, BROCK-UTNE JG. *Fiberoptic light source-induced surgical fires – the contribution of forced-air warming blankets.* Acta Anaesthesiol Scand. 2006;50(4):505-8.
92. CLARKE JR. *Designing safety into the minimally invasive surgical revolution: a commentary based on the Jacques Perissat Lecture of the International Congress of the European Association for Endoscopic Surgery.* Surg Endosc. 2009;23(1):216-20.
93. *Best practice for fire prevention in perioperative settings.* AORN J. 2006;84(Suppl 1):S37-44.
94. *When a fire occurs... Knowing how to respond in the event of a surgical fire.* Health Devices. 2006;35(2):58-63.
95. *Educational videos on surgical fires.* Health Devices. 2003;32(1):25-38.
96. STEELMAN VM, HOTTEL RA. *Where there's smoke, there's... AORN J.* 2009;89(5):825-7.
97. WERKHAVEN JA. *Microlaryngoscopy-airway management with anaesthetic techniques for CO(2) laser.* Paediatr Anaesth. 2004;14(1):90-4.
98. ILGNER J, FALTER F, WESTHOFEN M. *Long-term follow-up after laser-induced endotracheal fire.* J Laryngol Otol. 2002;116(3):213-5.
99. MCCARTHY PM, GAUCHER KA. *Fire in the OR- developing a fire safety plan.* AORN J. 2004;79(3):588-597.
100. FLOWERS J. *Code red in the OR: implementing an OR fire drill.* AORN J. 2004;79(4):797-805.

Nel sito [www.aniarti.it](http://www.aniarti.it) troverete gli abstract delle relazioni del 30° Congresso Nazionale "Infermieri, Area Critica E Le Sfide Dell'economia. L'assistenza Fra Tecnologie, Esigenze, Organizzazione, Responsabilità. Una Funzione Sociale Da Rivalorizzare Per Un Progresso Innovativo"

aniarti@aniarti.it