

Milloin leikkaussalissasi oli paloharjoitus?

Apua! Tuli irti leikkaussalissa!

Tulipalo voi alkaa leikkaussalissa potilaassa, potilaan päällä tai potilaan lähellä kirurgisen toimenpiteen aikana. Suurin osa raportoiduista tapauksista on saanut alkunsa sähkökirurgisen laitteen aiheuttamasta kipinästä hapekkaassa tai ihonpuhdistusaineen saturoimassa ympäristössä. Leikkaussaleista löytyy helposti kaikki tarpeellinen tulipalon syttymiseen, ja siksi palo voi alkaa nykyaikaisessa leikkaussalissa. Suurin osa tulipaloista voidaan estää. Palon sammutus voi olla vaikeaa, koska muun muassa leikkausalue ja sen paljastamat syvemmät kudokset sekä soveltuvien sammutusvälineiden valinta vaikeuttavat tulen sammuttamista.

Leikkaussalissa syttyvällä tulipalolla voi olla tuhoisat seuraukset potilaalle. Sairaalaosaoloaika pitenee, syntyy haittaava arpi, tai potilas voi jopa kuolla (Niskanen ym. 2007, Haith ym. 2012). Tulipalo leikkaussalissa on aina vaarallinen yksittäiselle potilaalle, mutta sen syttymisen riski on pieni suhteessa koko sairaalatoimintaan tai muihin suuriin riskeihin, kuten sähkökatkoon tai tietotekniseen häiriöön. Tulipalo on vaarallinen myös työntekijöille; leikkaussalitulipalon aiheuttamia palovammoja on kuvattu ainakin anestesiologeilla ja kirurgeilla (Bowdle ym. 1987, Dhebri ym. 2002).

Tulen syttymiseen tarvitaan lämpöä, happea ja palavaa materiaalia, ja niitä on runsaasti kaikissa leikkaussaleissa (Caplan ym. 2008). Yhdenkin tekijän puuttuminen estää syttymisen. Onneksi leikkaussaleissa syttyy suhteellisen vähän tulipaloja. Yhdysvalloissa on arvioitu tapahtuvan vuodessa noin 50–600 leikkaussalitulipaloa, joista noin 15–20 %:ssa seu-

raukset ovat olleet vakavia (Wolf 2000, Haith ym. 2012). Vanha hokema, että on helpompi estää kuin sammuttaa tulipalo, pätee erityisesti leikkaussaliolosuhteissa. Sairaaloiden paloturvallisuutta pyritään parantamaan koko ajan, ja työtä tehdään paljon juuri ehkäisyn saralla. Leikkausalue ja sen paljastamat syvemmät kudokset sekä soveltuvien sammutusvälineiden valinta vaikeuttavat tulen sammuttamista.

Englanninkielisessä kirjallisuudessa leikkaussalitulipaloja luonnehditaan kahdella käsitteellä: ”operating room fire” tai ”surgical fire”, joita käytetään toistensa synonyymeinä. Yhdysvaltain lääkevalvontaviranomainen (FDA) määrittelee näistä jälkimmäisen tulipaloksi, joka syttyy potilaassa, potilaan päällä tai potilaan lähellä kirurgisen toimenpiteen aikana. Suurin osa raportoiduista leikkaussalitulipalotapauksista on saanut alkunsa sähkökirurgisen laitteen aiheuttamasta kipinästä hapekkaassa tai ihonpuhdistusaineen saturoimassa ympäristössä. Vuosien varrella on kuitenkin tapahtunut useita epätavallisia syttymisiä (Macdonald 1994), kuten suolikaasujen syttyminen (Dhebri ym. 2002, Raval ym. 2005) tai virtsarakon kaasujen räjähtäminen (Di Tonno ym. 2003, Khan ym. 2007).

Pikainen internethaku ”leikkaussalitulipalo” antoi 2750 osumaa, joista suurin osa oli kuitenkin kahden eri tapaturman kertausta eri lehdissä tai keskustelupalstoilla. Vaikuttaa siltä, että leikkaussalitulipalot ovat Suomessa harvinaisia mutta synnyttävät suurta median kiinnostusta ja oikeutettua huolta potilasturvallisuudesta. Tätä katsausartikkelia varten pyysimme Meilahden sairaalan leikkaussalissa työskenteleviä ja työskennelleitä kirurgikollegoitamme kirjoittamaan omin sanoin tulipaloleikkaussalikokemuksestaan.



TAPAUK 1. Tein verisuoniproteesiin sivureiän kertakäyttöisellä diatermialaitteella, jonka vastuslanka kuumenee sivussa olevaa nappia painamalla. Kun laitteen käyttö lopetettiin, vastuksen päälle asetettiin suojus lämmön eristämiseksi. Laitte tulisi hävittää palamattoman materiaalin mukana. Leikkauksen lopuksi se kuitenkin päätyi roskakoriin ilman suojusta ja aiheutti tulipalon, vaaratilanteen leikkausosastolla sekä mittavat vahingot.

Lämpö

Riittävän korkean lämpötilan saavuttavia lähteitä tulen syttymiselle leikkaussalissa ovat sähkölaitteet. Sähkötoimiset hemostaasin tekemiseen ja leikkaamiseen tarkoitettavat välineet ovat sähkökirurgisia, ja niiden mekanismi perustuu syntyvään jännitteeseen käsittelykappaleen ja hoidettavan kohteen välillä – ei kuumennukseen tai polttoon – ja vaikutus on joko koaguloiva tai leikkaava tai edellä mainittujen ajoittain monimutkaiset yhdistelmät. **TAULUKKOON** on koottu tärkeimpiä leikkaussalissa tulipalon aiheuttavia lämmönlähteitä ja syttyviä materiaaleja.

Leikkaava monopolaarivirta, jossa antojännite on koko ajan vakio ja virta siirtyy kohteeseen valokaaren välityksellä, saattaa kuumentaa sähkökirurgisen laitteen metallisen kärjen jopa 910°C asteeseen (Bowdle ym. 1987). Tällainen lämpötila sytyttää helposti palavan materiaalin (Thompson ym. 1998). Vaikka laitteen virta on hetkellinen, lämpö voi varastoitua metalliseen kärkeen tarttuneeseen hiiltyneeseen kudokseen tai kohdekudokseen (Thompson ym. 1998). Monopolaarisen laitteen toinen toimintatapa eli koagulaatio ei ole leikkaavaa turvallisempi. Trakeostomiaa tehtäessä on koaguloivan toimintamuodon todettu aiheuttavan jopa enemmän hengitysteiden paloja kuin leikkaavan (Thompson ym. 1998, Chee ym. 1998, Wu ym. 2002).

Bipolaarisessa laitteessa virta kulkee vain pinsetin kärkien välisellä alueella. Se on turvallisempi vaihtoehto (Bailey ym. 1990, Aly ym. 1991), mutta happipitoisessa ympäristössä tässäkin saattaa syntyä tulipalon sytyttävä kipinä, joka muodostuu elektrodien ja kudoksen välillä (Lim ym. 1997).

TAULUKKO. Tulen syttymiseen tarvitaan kolme komponenttia; lämpöä, syttyvää ja palavaa materiaalia ja syttyvää kaasua, joita löytyy helposti leikkaussaleista.

Lämpöä tuottavat

Laserit
Sähkökirurgiset laitteet
Argonsäde
Porat
Kuituoptisten laitteiden kaapelit
Defibrillaattorin lätkät ja päitsimet

Palavat materiaalit

Leikkaustakit, -käsineet, -liinat, -maskit, -mussyt
-taitokset, tupot, haavanpeittomateriaalit
Kirurgisten tarvikkeiden pakkausmateriaalit

Potilaan lämmityslaitteet
Peitot
Potilaan vaatteet
Antiemboliasukat
Potilaan hiukset

PVC-intubaatioputket
Imut
Happimaskit
Nenä-mahaletkut
Taipuisat endoskoopit
Skooppien ja letkujen steriilit suojukset
Verenpainemansetti
Verityhjiömansetti
Anestesiatarvikkeiden pakkausmateriaalit

Alkoholia tai muita syttyviä aineita sisältävät puhdistusaineet

Sytyvät kaasut

Happi
Typpioksidi
Suolistokaasut, yleensä metaani

Valokuitua käyttävä teknologia on yleistynyt leikkaussaleissa. Valokuitulamppujen etuna on kirkas ja kohdennettu valo. Nämäkin ovat aiheuttaneet tulipaloja, sillä niiden distaalipään lämpötila voi nousta jopa 190 °C:een (Williams ym. 2006, Smith ym. 2008). Smith ja Roy (2008) hautasivat kokeessaan valokuitukaapelin pään polypropyleenisen leikkausliinan sisään ja saivat aikaan liinaan reiän 15 sekunnissa.

Syttyvä ja palava materiaali leikkaussalissa

Lähes kaikki vieraat materiaalit, joita käytetään potilaan peittelyyn, desinfiointiin tai anestesiaan tai lääkäreiden ja sairaanhoitajien suojaamiseen tai itse toimenpiteen suorittamiseen leikkaussalissa voivat syttyä ja palaa (Batra ym. 2008, Rocos ym. 2012). Goldberg (2006) raportoi, että matalasta happipitoisuudesta huolimatta leikkausliinat syttyivät helposti tuleen sähkökirurgisen laitteen monopolaarisen toimintamuodon aiheuttamasta kipinästä, vaikka yhtä testattavista leikkausliinoista mainostettiin syttymättömänä. Siten sytykettä ja helposti syttyvää materiaalia ei saisi varastoida lähekkäin.

TAPAUS 2. Kadaaverileikkauksessa iho avattiin monopolaarisella koaguloivalla diatermialla, jonka teho säädettiin suureksi leikkaus- ja koagulaatiotehon parantamiseksi. Selluloosasta valmistettu leikkausliina syttyi leikkauksen aikana palamaan kirkaalla sinisellä liekillä, ja huomasimme palon vasta liinaan ilmaantuneen reiän suuretessa. Liekki tukahdutettiin ja diatermian tehoa pienennettiin. Tämän jälkeen siirryttiin takaisin puuvillataitosten käyttöön.

Wolf ja Simpson (1987) tutkivat PVC:stä valmistettujen intubaatioputkien syttymistä 50 %:n typpioksiduuli- ja 50 %:n happiympäristössä. Molemmissa tilanteissa intubaatioputket syttyivät rajusti tuleen, joka tuhosi koko putken. PVC:stä valmistetut putket sulavat jo suhteellisen matalissa lämpötiloissa (100–260 °C) ja höyrystyvät korkeissa lämpötiloissa ja tuottavat myrkyllisiä kaasuja. Palon seurauksena syntyneet myrkylliset kaasut voivat olla jopa vaarallisempia kuin itse palovamma.

Alkoholia sisältävät ihonpesuaineet ovat luonnollisesti helposti syttyviä. Kim ym. (2013) selostavat tapauksen, jossa käsikirurgista leikkausta varten leikkausalue puhdistettiin 83-prosenttisellä alkoholipitoisella aineella. Erikoista tässä tapauksessa on, että tuli syttyi puhdistetulle alueelle, ennen kuin leikkaus aloitettiin. Tapausta tutkittaessa päädyttiin siihen, että alkoholipitoinen pesuneste valui

ja kerääntyi leikkausalustalle ja syttyi staattisen sähköön aiheuttamasta kipinästä. Batra ym. (2008) kuvaavat samantyyppisen tapauksen, jossa alkoholipitoinen pesuaine, jonka ei annettu kuivua riittävästi ennen sähkökirurgisen laitteen käyttöä, syttyi palamaan potilaan päällä. Briscoe ym. (1976) tutkivat, saadaanko ihonpesuun käytettävä antiseptinen aine syttymään tuleen sähkökirurgisella laitteella. Alkoholipitoiset puhdistusaineet syttyivät helposti, vaikka niissä oli vain 20 % alkoholia. Samassa kokeessa saatiin myös jodipesuaine syttymään ilokaasupitoisessa ympäristössä.

TAPAUS 3. Vatsan alueen verisuonileikkauksen aikana tuli tarve avata nivunen, minkä vuoksi peitteitä kevennettiin ja alue pestiin spriillä. Kun aloin sulkea ihonalaista verenvuotoa elektrokoagulaation avulla, käsissäni tuntui lämpimältä ja leikkausliinat alkoivat sulaa ympäriltä. Koska liekkejä ei näkynyt, kesti muutamia sekunteja, ennen kuin leikkaustiimimme ymmärsi, mistä oli kysymys. Märkä sprii oli syttynyt palamaan reiden alueella. Palo saatiin nopeasti tukahdutettua liinoilla. Potilas sai ensimmäisen asteen palovamman, joka parani ongelmitta.

Muutamaa vuotta myöhemmin vastaavanlaisessa tilanteessa annoimme spriin kuivua, mutta siitä huolimatta tapahtui rystysiä kuumentanut lehdus ilman näkyviä liekkejä. Aikaisemman kokemuksen perusteella paloalueen päälle painettiin välittömästi nahkea rätkki, ja palo tukahdutti. Potilas toipui leikkauksesta ongelmitta.

Happi

Happipitoinen ympäristö lisää tulipalon syttymisen mahdollisuutta ja myös tulipalon voimakkuutta. Lämmityspeatot ja leikkausliinat voivat joskus muodostaa teltan, jonne happi tai anestesiakaasut pääsevät kerääntymään ja konsentroitumaan (Chapp ym. 2011). Normaalisti hengitysilman happipitoisuus on 21 % mutta käytettäessä lisähapetta, ilman happipitoisuus saattaa suurentua jopa 100 %:iin (Wolf ym. 2004). Kun ilman happipitoisuus suurenee, myös tulipaloriski lisääntyy (Greco ym. 1995, Wolf ym. 2004). Tulipalot, jotka syttyvät runsaassa happipitoisessa ilmassa, palavat kuumemmalla liekillä ja leviävät helpommin (Daane ym. 2005).

TAPAU 4. Henkitorviavannetta tehdessäni henkitorven pinnan pieni verenvuoto vaati ennen pistoreiän tekoa elektrokoagulaation. Vaikka käytin diatermian kärkeä vain kevyesti henkitorven pinnalla, se ilmeisesti puhkaisi henkitorvea juuri sen verran, että ventilaattorin paineella puhaltama sataprocenttinen happi ja diatermian kärki kohtasivat. Kaulalla lehahti liekki, ja intubaatioputki mustui. Ainakin yksi leikkauskäsineen sormi paloi nahkaani kiinni. Sataprocenttisen hapen synnyttämä liekki on verrattavissa kaasuhitsausvälineiden liekkiin. Sen sammuttamista keittosuolaliinoilla tai omin käsin ei voi kenellekään suositella. Potilas sai kurkunpään palovamman, joka muurasi ylähengitystiet aluksi umpeen. Palovammat eivät onneksi ulottuneet syvempiin hengitysteihin, ja kaasujenvaihto hoitui vastikään asetetun trakeostomian kautta.

Tilanteissa, joissa kirurgi joutuu käyttämään sähkötoimisia laitteita ja joissa lisähappea tarvitaan, tulipaloa voidaan estää käyttämällä maskiventilaatiota tai laryngaalimaskia happiviiksien tai happiletkun sijaan. Hapetus voidaan katkaista hetkeksi happeuttamalla potilasta kuitenkin ennen katkaisua 100-prosenttisessa hapella minuutin ajan tai pienentämällä happipitoisuus 30 %:iin, silloin kun kirurgi joutuu käyttämään sähkötoimista laitetta lähellä hengitysteitä tai hapetuslaitetta (Bruley ym. 2002, Apfelbaum ym. 2013). Kirjallisuuden mukaan, meno-paluu-tyyppiseen kirurgiaan (leikkaukseen kotoa, lyhytkirurgia, päiväkirurgia yms.), jossa vältetään raskasta anestesiaa ja intubaatiota ja potilaan lisähapettaminen suoritetaan happiviiksien tai happiletkun kautta, saattaa siten liittyä lisääntynyt tulipaloriski (Shapiro 2008, Engel ym. 2012). Tämä riski on erityisesti suurentunut, kun kyseessä on kasvojen ja pään tai kaulan alueen kirurgia (Meneghetti ym. 2007).

Jako kahteen. Karkeasti ottaen leikkaussalitulipalot voidaan siis jakaa kahteen: joko potilaassa tai hänen päällään tapahtuviin. Potilaan sisällä tapahtuviin paloihin kuuluvat tulen syttyminen hengitysteissä, minkä voivat aiheuttaa hengityspotken tai valokuituisen bronkoskoopin syttyminen tai vatsaontelon palot. Potilaan päällä tapahtuvia paloja ovat muun muassa peittelymateriaalien syttyminen.

nen. Toimenpiteet voidaan myös jakaa suuriin tai pieniin niiden tulipaloriskin kannalta. Ei ole olemassa tulipaloriskitöntä toimenpidettä.

Suuren riskin toimenpiteissä syttymisen aiheuttava lämmönlähde – esimerkiksi diatermialaite – on hapekkaan leikkausalueen lähellä (Apfelbaum ym. 2013). Esimerkkejä suuren riskin toimenpiteistä ovat muun muassa tonsillektomiat, trakeostomiat, laryngaalipapilloomien poisto, kaihi- ja muu silmäkirurgia, poranreiän kautta tehty (burr hole) kirurgia ja pään, kaulan tai kasvojen alueen muutosten poisto. Suunielun kirurgiassa mansetillinen intubaatioputki estää hapen vuotamisen nielun ja suun alueelle. Raman ym. (2012) osoittivat, että mansetitön intubaatioputki ei ollut tiivis ja annettaessa 100-prosenttista happea, se kerääntyi suunielutilaan suurin pitoisuuksin, mikä riitti tulen syttymiseen suurimmalla osalla potilaista. Roy ym. (2011) osoittivat, että alle 50-prosenttinen happi ei enää kokeellisessa mallissa sytyttänyt tulta diatermialaitteen kipinästä suunielutilaan. Vaikka tulen syttyminen hengitysteissä johtaa potentiaalisesti kuolemaan, tällaisia tapauksia on raportoitu vain harvoin (Lew ym. 1991, Baur ym. 1999, Niskanen ym. 2007).

TAPAU 5. Potilaalla oli hankala hengitysteiden leikkaukseen soveltumaton kasvain. Tarkoituksena oli avata reitti laserilla ilmatien ylläpitämiseksi. Laserlaitteen kanssa oli teknisiä ongelmia, eikä kommunikaatio pelannut ongelmien keskellä: Sisäänhengityskaasun happiosuus (FiO2) oli jäänyt suureksi, todennäköisesti sataprocenttiseksi. Kun laser vihdoin saatiin toimimaan, hengitysteissä leimahti. Intubaatioputki todettiin täysin mustuneeksi ja osin sulaneeksi. Potilas onneksi säästy pahimmalta, koska kasvainhautaamisen vuoksi palovamma ei päässyt leviämään distaaliseen hengityspuustoon.

Leikkaussalissa tapahtuviin tulipaloihin liittyikin varsin suuri hengitystiepalovamman riski (Bailey ym. 1990, Smith ym. 2011). Raportoidut ihopalovammat ovat laajuudeltaan onneksi suhteellisen pieniä, keskimäärin alle 5 % koko kehon pinta-alasta, mikä vastaa noin viittä kämmettä (Haith ym. 2012). Potilaan kasvot ovat yleisimmin vammautuva alue

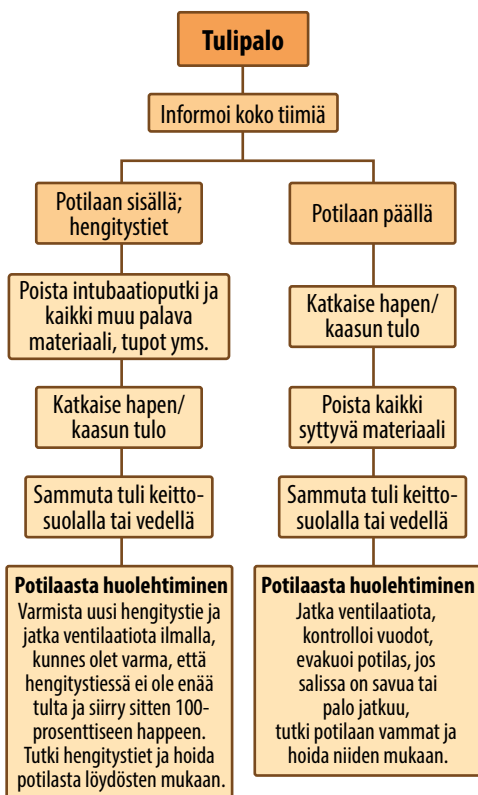
leikkaussalitulipaloissa, ja toiseksi yleisin ovat tonsillat. Noin 78 % kaikista leikkaussalitulipaloista tapahtuukin kasvojen, kaulan tai tonsillojen toimenpiteiden aikana (Meneghetti ym. 2007).

Tulen sammutus

KUVASSA on esitetty American Society of Anesthesiologists Task Forcen mukaiset leikkaussalitulipalon sammutus- ja potilaasta huolehtimissuositukset (Apfelbaum ym. 2013).

Kun tulipalo havaitaan, on toimittava välittömästi! Jos tuli on irti hengitysteissä, intubaatioputki poistetaan heti, ja anestesiakaasujen tulo katkaistaan. Hengitysteistä ja suusta poistetaan kaikki syttyvä materiaali ja keittosuolaliuosta kaadetaan hengitysteihin. Kun palo on muualla kuin hengitysteissä, anestesiakaasujen tulo katkaistaan välittömästi, kaikki palava ja syttyvä materiaali poistetaan paloalueelta ja sen läheisyydestä, tuli sammutetaan keittosuolaliuoksella tai muulla tavoin. Jos nämä välittömät toimenpiteet eivät sammuta tulta, se tukahdutetaan hiilidioksisammuttimella. Jos tulipalo ei vielääkään sammu, tehdään palohälytys, potilas evakuoidaan, salin ovi suljetaan ja kaasunsyötö saliin katkaistaan (Apfelbaum ym. 2013).

Leikkausalue ja sen paljastetut syvemmät kudokset sekä hengitystiekontaminaatio asetavat omat rajoituksensa tulen sammuttamiselle potilaan päällä tai sisällä olevissa paloissa. Sammutuspeitot voivat jättää tulen palamaan potilaan ympärillä, eikä niiden käyttöä suositella. Vaahtosammuttimet kontaminoivat



KUVA. Leikkaussalitulipalon säännöt, hengitystiepalovamman hoitosäännöt ASA:n (American Society of Anesthesiologist) mukaan (Apfelbaum ym. 2013).

haavan ja lisäävät haavatulehdusriskiä ja muita haavakomplikaatioita. Mikäli keittosuola ei riitä sammuttamaan tulta, on vaahtosammuttimien käyttöä kuitenkin harkittava (Emergency Care Research Institute 2003, Daane ym. 2005).

Vesipohjaisten sammuttimien ongelma on, että niissä käytettävä vesi ei ole steriiliä ja veden sähkönjohtamiskyky voi aiheuttaa sähköiskun tai oikosulun (Emergency Care Research Institute 2003). Jauhensammuttimissa käytettävä jauhe ei ole vesiliukoista, se ärsyttää hengitysteiden limakalvoja, ja sitä on hankala poistaa haavoista. Hiilidioksidisammutin sen sijaan ei jätä haavaan jäämiä, sillä se tukahduttaa tulen ja myös minimoi lämmön aiheuttamat vaikutukset, koska se viilentää sammutettavaa kohtaa. Yhdysvaltalainen Emergency Care Research Institute (2003) suosittaa, että 5 kg:n hiilidioksidisammut-



timia pitäisi olla jokaisessa leikkaussalihuooneessa. On huomioitavaa, että hiilidioksidi kaasusammuttimissa on -76 celsiusasteista, ja lisäksi se syrjäyttää hapen. Sen käyttöön ei siis ole syytä ryhtyä kevyin perustein.

Chung ym. (2012) yrittivät tukahduttaa tulen potilaan päällä leikkausliinoilla, jotka syttyivät tuleen. Seurauksena syntyi savua, joka laukaisi palohälyttimen. Levinnyt palo oli hankala sammuttaa ja vaati lopulta sammuttimien käyttöä. Tapaus päättyi onnellisesti, koska potilaille aiheutui vain pieniä palovammoja.

Ehkäisy

Hart ym. (2011) havaitsivat neljä tärkeää harhaluuloa tulipalojen ehkäisyn tiellä:

1. Tulipaloja ei syty nykyaikaisissa sairaaloissa.
2. Jos tulipalo syttyy, sitä ei olisi voitu ehkäistä.
3. Tulipaloja syttyy vain muissa sairaaloissa, ei meidän sairaalassamme.
4. Koko meidän leikkaussalihenkilökuntamme tietää, mitä tehdä tulen syttyessä.

Tulipalon ehkäisyssä kenties tärkeintä on kirurgin ja anestesiologin välinen kommunikatio, erityisesti toimenpiteissä, joissa sähkötoimista leikkausvälinettä tai sähkökirurgista laitetta käytetään kasvojen ja kaulan tai suunielun toimenpiteissä ja joissa potilaan happeuttaminen tapahtuu happiviiksien tai ventilaatiomaskin kautta tai käytetään mansetitonta intubaatioputkea (Sosis 2005).

Tunnistamalla etukäteen todennäköiset vaaratilanteet ja välttämällä ne huolellisella suunnittelulla, voidaan tulipalovaaraa vähentää. Potilaan huolellinen liinoitus estää happi tai happi-typpioksiduulin konsentroitumisen ”teltoihin” tai liinojen alle. Helposti syttyviä aineita sisältävien ihonpuhdistusaineiden annetaan kuivua riittävästi ennen sähkötoimisten leikkausvälineiden käyttöä. Leikkausalueella käytetään vain tuppoja, liinoja tai muuta helposti syttyvää materiaalia kostutettuna. Tilanteissa, joissa on suurentunut tulipalovaara, kirurgi voi laitevalinnoillaan pienentää riskiä, esimerkiksi trakeostomioissa henkitorvi avataan veitsellä, ei diatermiällä.

YDINASIA

- ▶ Leikkaussalissa on runsaasti palon syttymiseen tarvittavaa materiaalia ja lämmönlähteitä.
- ▶ Toimenpiteet jaotellaan suuren ja pienen riskin leikkaustoimenpiteisiin tulipalovaaran mukaan.
- ▶ Ei ole olemassa tulipaloriskitöntä leikkaustoimenpidettä.
- ▶ Luutuneet ennakkokäsitykset tulipalovaarasta auttavat tulipalojen syttymistä.

Lopuksi

Huolimatta hyvästä ennaltaehkäisevästä toiminnasta tulipalo voi syttyä leikkaussalissa. Sen vuoksi jokaisen työntekijän tulisi tietää, mitä tehdä tulen syttyttyä. Säännölliset paloharjoitukset valmistavat kaikkia toimimaan tottuneesti tulipalon sattuessa ja paljastavat puutteet tulipalojen aikaisessa toiminnassa. HUS:ssa paloturvallisuuskoulutuksesta ei saa olla yli viittä vuotta, ja paikka paikoin raja on laskettu jopa kolmeen vuoteen. Kirjallisuudesta emme löytäneet suositusta, kuinka usein paloharjoituksia tulisi pitää. Jos henkilökunta vaihtuu leikkaussalissa usein, kerran vuodessa järjestettävät paloharjoitukset takaisivat sen, että jokainen uusikin työntekijä tietäisi, mitä tulisi tehdä palon syttyessä. Ja olisiko nykyiseen tarkistuslistaan lisättävä leikkaussalin tai toimenpiteen paloturvallisuuden arvio? ■

* * *

Kiitämme kaikkia kirurgikollegoitamme, jotka jakoiivat kokemuksensa omasta tulipalotapaturmastaan tätä katsausartikkeliä varten. Lisäksi kiitämme Meilahden sairaalan leikkaussalin henkilökuntaa tulipalovaarakeskusteluistamme, joita käytiin tämän artikkelin valmistelun aikana. Kiitämme myös erityisesti HUS:n turvallisuuspäällikkö Aaro Toivosta, hänen kommentistaan.

VIRVE KOLJONEN, dosentti, erikoislääkäri
Töölön sairaala, plastiikkakirurgian klinikka,
Topeliuksenkatu 5, 00260 Helsinki

HEIKKI MÄKISALO, dosentti, erikoislääkäri
HUS, Meilahden sairaala, elinsiirto- ja maksakirurgian klinikka

2365

KIRJALLISUUTTA

- Aly A, McIlwain M, Duncavage JA. Electrosurgery-induced endotracheal tube ignition during tracheotomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1991;100:31–3.
- Apfelbaum JL, Caplan RA, Barker SJ, ym. Practice advisory for the prevention and management of operating room fires: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Operating Room Fires. *Anesthesiology* 2013;118:271–90.
- Bailey MK, Bromley HR, Allison JG, Conroy JM, Krzyzaniak W. Electrocautery-induced airway fire during tracheostomy. *Anesth Analg* 1990;71:702–4.
- 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;2:10.
- Baur DA, Butler RC. Electrocautery-ignited endotracheal tube fire: case report. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1999;37:142–3.
- Bowdle TA, Glenn M, Colston H, Eisele D. Fire following use of electrocautery during emergency percutaneous trans-tracheal ventilation. *Anesthesiology* 1987;66:697–8.
- Bruley ME, de Richemond AL. Supplemental oxygen versus latent alcohol vapors as surgical fire precursors. *Anesth Analg* 2002;95:1464; author reply 1464–5.
- Caplan RA, Barker SJ, Connis RT, ym. Practice advisory for the prevention and management of operating room fires. *Anesthesiology* 2008;108:786–801.
- Chapp K, Lange L. Warming blanket head drapes and trapped anesthetic gases: understanding the fire risk. *AORN J* 2011;93:749–60.
- Chee WK, Benumof JL. Airway fire during tracheostomy: extubation may be contraindicated. *Anesthesiology* 1998;89:1576–8.
- Daane SP, Toth BA. Fire in the operating room: principles and prevention. *Plast Reconstr Surg* 2005;115:73e–5e.
- Dhebri AR, Afify SE. Free gas in the peritoneal cavity: the final hazard of diathermy. *Postgrad Med J* 2002;78:496–7.
- Emergency Care Research Institute. A clinician's guide to surgical fires. How they occur, how to prevent them, how to put them out. *Health Devices* 2003;32:5–24.
- Engel SJ, Patel NK, Morrison CM, ym. Operating room fires: part II. optimizing safety. *Plast Reconstr Surg* 2012;130:681–9.
- Greco RJ, Gonzalez R, Johnson P, ym. Potential dangers of oxygen supplementation during facial surgery. *Plast Reconstr Surg* 1995;95:978–84.
- Haith LR, Jr., Santavasi W, Shapiro TK, ym. Burn center management of operating room fire injuries. *J Burn Care Res* 2012;33:649–53.
- Khan A, Masood J, Ghei M, ym. Intravesical explosions during transurethral endoscopic procedures. *Int Urol Nephrol* 2007;39:179–83.
- Lew EO, Mittleman RE, Murray D. Endotracheal tube ignition by electrocautery during tracheostomy: case report with autopsy findings. *J Forensic Sci* 1991;36:1586–91.
- Lim HJ, Miller GM, Rainbird A. Airway fire during elective tracheostomy. *Anaesth Intensive Care* 1997;25:150–2.
- Macdonald AG. A brief historical review of non-anaesthetic causes of fires and explosions in the operating room. *Br J Anaesth* 1994;73:847–56.
- Meneghetti SC, Morgan MM, Fritz J, ym. Operating room fires: optimizing safety. *Plast Reconstr Surg* 2007;120:1701–8.
- Niskanen M, Purhonen S, Koljonen V, Ronkainen A, Hirvonen E. Fatal inhalation injury caused by airway fire during tracheostomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 2007;51:509–13.
- Raval MV, Weiner TM. Beware of the flaming hairball -a brief review and warning. *J Pediatr Surg* 2005;40:E37–8.
- Rocos B, Donaldson LJ. Alcohol skin preparation causes surgical fires. *Ann R Coll Surg Engl* 2012;94:87–9.
- Wolf GL. Danger from OR fires still a serious problem. *ASA Panel reports risks. J Clin Monit Comput* 2000;16:237–8.
- Shapiro FE. Anesthesia for outpatient cosmetic surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2008;21:704–10.
- Smith LP, Roy S. Fire/burn risk with electrosurgical devices and endoscopic fiberoptic cables. *Am J Otolaryngol* 2008;29:171–6.
- Smith LP, Roy S. Operating room fires in otolaryngology: risk factors and prevention. *Am J Otolaryngol* 2011;32:109–14.
- Sosis MB. Anesthesiologists must inform their surgical colleagues when there is a risk of an operating room fire. *Anesth Analg* 2005;101:1564.
- Thompson JW, Colin W, Snowden T, ym. Fire in the operating room during tracheostomy. *South Med J* 1998;91:243–7.
- di Tonno F, Fusaro V, Bertoldin R, Lavelli D. Bladder explosion during transurethral resection of the prostate. *Urol Int* 2003;71:108–9.
- Williams DM, Littwin S, Patterson AJ, Brock-Utne JG. Fiberoptic light source-induced surgical fires – the contribution of forced-air warming blankets. *Acta Anaesthesiol Scand* 2006;50:505–8.
- Wolf GL, Sidebotham GW, Lazard JL, Charchaflieh JG. Laser ignition of surgical drape materials in air, 50% oxygen, and 95% oxygen. *Anesthesiology* 2004;100:1167–71.
- Wu CC, Shen CH, Ho WM. Endotracheal tube fire induced by electrocautery during tracheostomy-a case report. *Acta Anaesthesiol Sin* 2002;40:209–13.

Summary**Fire in the operating room**

This article reviews the recent literature on operating room fires. Most of the reported cases have occurred from a spark from an ignition source in an oxygen-enriched atmosphere. Fire requires the presence of three components which all are ample in the operating room: heat, flammable materials or flammable gases.

SIDONNAISUUDET

Virve Koljonen: Ei sidonnaisuksia

Heikki Mäkisalo: Luentopalkkio (Roche, Schering-Plough), lisenssitulo tai tekijänpalkkio (Kustannus Oy Duodecim), koulutus/kongressikuluja yrityksen tuella (Johnson&Johnson, Novartis)

Tämä on Mitä opin -artikkeli.

2366 **Artikkeliin liittyvät interaktiiviset kysymykset löydät lehden verkkosivustolta www.duodecimlehti.fi**