

Avaluació de riscos higiènics en un hospital

Xavier Guardino Solà

PID_00186804



Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca>

Índex

Introducció	7
1. Presentació	11
2. Exposició a radiació ultraviolada	13
2.1. Introducció	13
2.2. Efectes sobre la salut	14
2.3. Utilització de les làmpades germicides en les sales d'operacions	14
2.3.1. Recomanacions	16
2.4. Utilització de cabines PUVA en el departament de dermatologia	17
2.4.1. Recomanacions	18
3. Exposició a camps electromagnètics	19
3.1. Introducció	19
3.2. Riscos en unitats de fisiologia i rehabilitació	19
3.2.1. Reducció de la densitat de potència de la radiació	20
3.2.2. Reducció del temps d'exposició	21
3.3. Senyalització	21
3.4. Ressonància magnètica (RM)	22
3.4.1. Recomanacions	23
4. Exposició a radiacions ionitzants	25
4.1. Instal·lacions radioactives	25
4.2. Radiodiagnòstic	26
4.3. Radioteràpia	27
4.4. Medicina nuclear	27
5. Exposició a làsers	29
5.1. Introducció	29
5.2. Aplicacions mèdiques dels làsers	29
5.3. Incidents detectats a l'Hospital de Sant Andreu	31
5.4. Mesures de prevenció i protecció	32
6. Exposició a fums quirúrgics	33
6.1. Introducció	33
6.2. Composició dels fums quirúrgics	33
6.2.1. Gasos i vapors	33
6.2.2. Partícules diverses	34
6.2.3. Microorganismes	34

6.3.	Efectes sobre la salut de les persones exposades	34
6.4.	Determinacions ambientals	35
7.	Exposició al formaldehid: anatomia patològica	39
7.1.	Introducció	39
7.2.	Classificació i valors límit	39
7.3.	Determinacions ambientals de formaldehid	40
7.3.1.	Laboratori d'anatomia patològica. Sala d'inclusió	40
7.4.	Mètodes de control	43
7.4.1.	Protecció general i col·lectiva	43
7.5.	Control d'operacions específiques	45
7.5.1.	Biòpsies	45
7.5.2.	Rentatges i perfusions	46
7.5.3.	Recipients i envasos	46
7.5.4.	Transvasaments	47
7.5.5.	Manipulació del formol	47
7.5.6.	Tractament i eliminació d'abocaments	48
7.5.7.	Aplicació de formol en àrees o zones de treball	48
7.6.	Equips de protecció individual (EPI)	48
7.7.	Altres productes químics en anatomia patològica	49
8.	Exposició al glutaraldehid	50
8.1.	Introducció	50
8.2.	Efectes sobre la salut	50
8.3.	Classificació i valors límit	51
8.4.	Usos del glutaraldehid a l'hospital	52
8.4.1.	Esterilització d'endoscòpis	52
8.4.2.	Neteja de superfícies en zones d'alt risc	52
8.4.3.	Utilització en anatomia patològica, radiologia i dermatologia	53
8.5.	Personal exposat	54
8.6.	Nivells de contaminació	54
8.7.	Mesures de protecció general i col·lectiva	54
8.8.	Equips de protecció individual (EPI)	55
8.9.	Pla de controls ambientals periòdics	55
9.	Exposició a l'òxid d'etilè. Esterilització	56
9.1.	Introducció	56
9.2.	Exposició a l'òxid d'etilè en la unitat d'esterilització	56
9.2.1.	Disseny	57
9.2.2.	Determinacions ambientals	58
9.3.	Mesures preventives	58
9.4.	Alternatives a l'ús de l'òxid d'etilè	59
9.4.1.	Peròxid d'hidrogen	59
9.4.2.	Peròxid d'hidrogen i àcid peracètic	60
9.4.3.	Formaldehid	60
9.4.4.	Glutaraldehid	60

10. Exposició a ciments ossis. El metacrilat de metil.....	61
10.1. Introducció	61
10.2. Manipulació i tècniques de preparació del ciment ossi	61
10.3. Efectes tòxics i personal exposat	63
10.4. Classificació i valors límit ambientals	63
10.5. Mesurament de l'exposició	63
10.6. Mesures per a prevenir l'exposició	64
10.6.1. Mesures preventives de tipus general i col·lectiu	64
10.6.2. Mesures de protecció personal	65
10.6.3. Mesures que cal prendre en cas d'alliberament accidental	65
10.7. Altres components dels ciments ossis	66
10.7.1. Hidroquinona (núm. CAS 123-31-9)	66
10.7.2. Peròxid de benzoil (núm. CAS 94-36-0)	66
11. Exposició a gasos anestèsics.....	67
11.1. Introducció	67
11.2. Efectes sobre la salut i valors límit	67
11.3. Determinacions ambientals efectuades a l'Hospital de Sant Andreu	68
12. Exposició a agents citostàtics. La quimioteràpia.....	72
12.1. Introducció	72
12.2. Exposició laboral	72
12.3. Citostàtics determinats en ambients de treball	73
12.3.1. Concentracions en l'aire	73
12.3.2. Concentracions en terres, superfícies de treball i guants	73
12.3.3. Concentracions en superfícies de recipients (vials)	74
12.4. Mesures de prevenció i protecció	74
12.4.1. Recepció, emmagatzematge i transport	75
12.4.2. Preparació i reconstitució	75
12.4.3. Àrea de treball	75
12.4.4. Preparació o reconstitució	76
12.4.5. Administració	77
12.4.6. Equips de protecció individual: característiques i utilització correcta	77
12.4.7. Gestió dels residus	78
12.4.8. Excretes dels pacients	79
12.4.9. Tractament de vessaments	79
12.4.10. Exposició accidental	80
12.5. Gestió i organització del treball	80
13. Exposició a productes químics en general.....	82
13.1. Introducció	82

13.2. Medicaments i productes aplicats directament als pacients per via oral, dèrmica i parenteral	82
13.3. Medicaments i productes aplicats per via inhalatòria	82
13.3.1. Aerosolteràpia	82
13.3.2. Broncodilatadors i tractaments d'asma	83
13.3.3. Monòxid de nitrogen (NO)	84
13.4. Agents conservants, fixadors i colorants	84
13.5. Dissolvents i altres productes químics emprats als laboratoris i en activitats no assistencials	85
13.6. Insecticides i raticides	86
14. Exposició a agents desinfectants.....	88
14.1. Introducció	88
14.2. Característiques generals	88
14.3. Alcohols: etílic i isopropílic	88
14.3.1. Valors de referència i efectes potencials per a la salut ...	89
14.4. Clor i hipoclorit sòdic	89
14.4.1. Usos més comuns	89
14.4.2. Valors de referència i efectes potencials per a la salut ...	90
14.5. Iode i iodòfors	90
14.5.1. Valors de referència i efectes potencials per a la salut ...	90
14.6. Compostos fenòlics	90
14.6.1. Valors de referència i efectes potencials per a la salut ...	90
14.7. Compostos d'amoni quaternari	90
14.7.1. Valors de referència i efectes potencials per a la salut ...	91
14.8. Peròxid d'hidrogen (H ₂ O ₂)	91
14.8.1. Valors de referència i efectes sobre la salut	91
14.9. Biguanides: la clorhexidina	91
15. Riscos biològics.....	92
15.1. Introducció	92
15.2. Risc de propagació d'una infecció a l'hospital	93
15.2.1. Focus de contaminació	93
15.2.2. Hoste susceptible	93
15.2.3. Rutes de transmissió	94
15.3. Mesures preventives	94
Activitats.....	95

Introducció

“Health care for health care workers”: la cura de la salut dels treballadors que tenen cura de la salut.

Sembla que no hauria de representar cap problema, ja que qui té cura de la salut dels altres hauria de ser un expert a tenir cura de la seva pròpia salut. No obstant això, en un informe de l'Organització Mundial de la Salut (OMS) publicat el 1983 s'indicava que la salut, la seguretat i les condicions de treball en l'àmbit sanitari de la major part dels països eren lluny de trobar-se en una bona situació.

L'Estat espanyol, segons aquest informe, no n'era una excepció. La salut laboral no es va introduir als hospitals espanyols fins al 1973, quan en alguns centres es va responsabilitzar d'aquest tema els serveis de medicina preventiva propis. Aquests serveis duïen a terme campanyes de protecció de la salut laboral, establien les bases per a iniciar controls ambientals, desenvolupaven programes per al control d'infeccions hospitalàries i recollien informació epidemiològica del centre sanitari i la seva àrea d'influència. No obstant això, segons l'informe en qüestió, la falta de programes d'actuació adequats, d'informació sobre riscos no biològics, de poder executiu i, en definitiva, d'interès per part de l'estament mèdic en conjunt dificultaven el seu treball.

La situació actual ha canviat molt. Ha millorat manifestament el control dels riscos biològics mitjançant la profilaxi, la immunització activa i el desenvolupament de protocols d'actuació específics per a controlar el risc; s'han establert procediments de gestió de residus sanitaris i, en conjunt, hi ha un grau de conscienciació més elevat pel que fa a l'eliminació o la reducció d'aquest tipus de risc, a la qual cosa no va ser aliena l'aparició de la síndrome d'immunodeficiència adquirida, dels nous virus emergents o dels agents transmissibles no convencionals.

Els riscos de tipus físic i químic també es pot considerar que són objecte de més control i reducció. La introducció de noves tecnologies per al diagnòstic, basades en noves formes d'energia, ha vingut acompanyada de mesures estrictes de control equiparables a les preses tradicionalment respecte de les radiacions ionitzants, mentre que els processos que impliquen la utilització de productes químics, que poden afectar els treballadors, també es van controlant gradualment. En són exemples la reducció de l'exposició a gasos anestèsics residuals i al formaldehid (formol), el control i la reducció en la utilització de l'òxid d'etilè en l'esterilització, els procediments per a la manipulació i l'eliminació segura de citostàtics i els programes de gestió de residus químics desenvolupats en la major part dels hospitals espanyols al llarg d'aquests últims anys.

Lectura recomanada

Occupational hazards in hospitals. Report in a WHO meeting. The Hague, octubre, 1981. Copenhagen: WHO, 1983.

Mentre que hi ha bibliografia abundant sobre les malalties nosocomials (les que pateixen els pacients a causa de l'estada hospitalària), no es disposa de dades fiables recents sobre les malalties professionals relacionades amb el camp de la higiene industrial, que se centren majoritàriament en les infeccions a conseqüència de les exposicions a agents biològics. Les malalties infeccioses més importants, i a les quals estan exposats els professionals sanitaris més sovint en l'activitat diària que realitzen, són d'etiologia vírica; destaquen les següents: les hepatitis B, C i D i la síndrome d'immunodeficiència adquirida (sida), a més de la tuberculosi i altres malalties bacterianes. També cal destacar, encara que només s'esdevé de manera puntual, l'aparició de malalties no endèmiques a causa de contagi, en període d'observació, de malalts procedents d'altres països en què són endèmiques.

Per bé que són antigues, es disposa d'estadístiques d'accidents amb risc biològic; és a dir, que poden generar malalties infeccioses entre els treballadors. Les comentem a continuació.

Pel que fa al grup professional al qual pertany l'accidentat, en la figura 1 es presenten els resultats obtinguts, en què destaca que les persones dependents de l'àrea d'infermeria són les que pateixen el percentatge més alt (52%) d'accidents. Quant a l'activitat realitzada durant el contagi, també hi ha un percentatge destacat (54%) en relació amb la manipulació de sang, seguida de la recollida de material (20%) (vegeu la figura 2). La causa immediata més habitual de l'accident és la punxada (80%), amb molta diferència respecte d'altres causes (vegeu la figura 3). Finalment, pel que fa al lloc on es produeixen els accidents, la sala és la localització més habitual (42%), seguida de la sala d'operacions (21%) i del servei d'urgències i el laboratori (tots dos amb el 10%; vegeu la figura 4).

Figura 1. Accidents per estaments

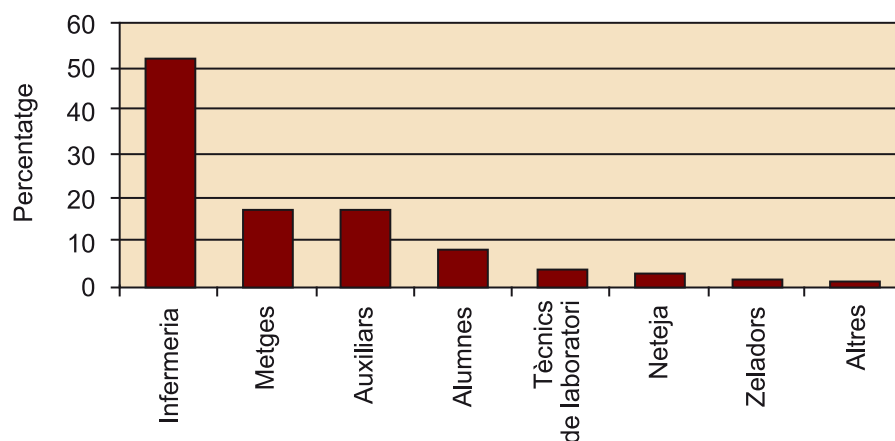


Figura 2. Accidents segons l'origen

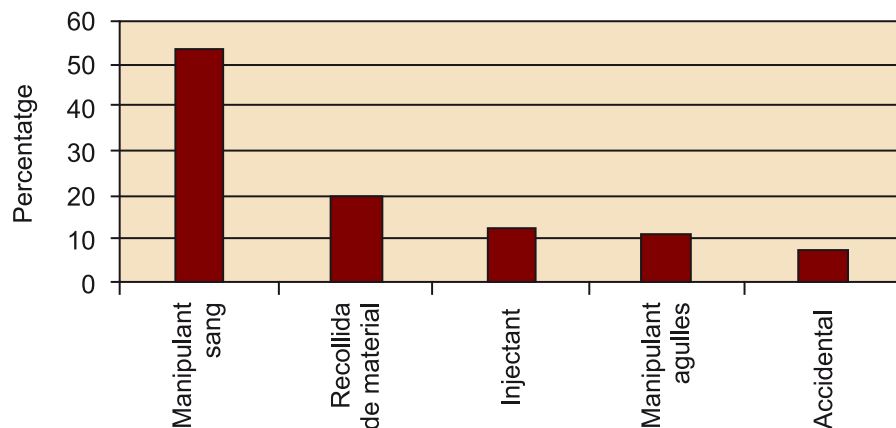


Figura 3. Causa de l'accident

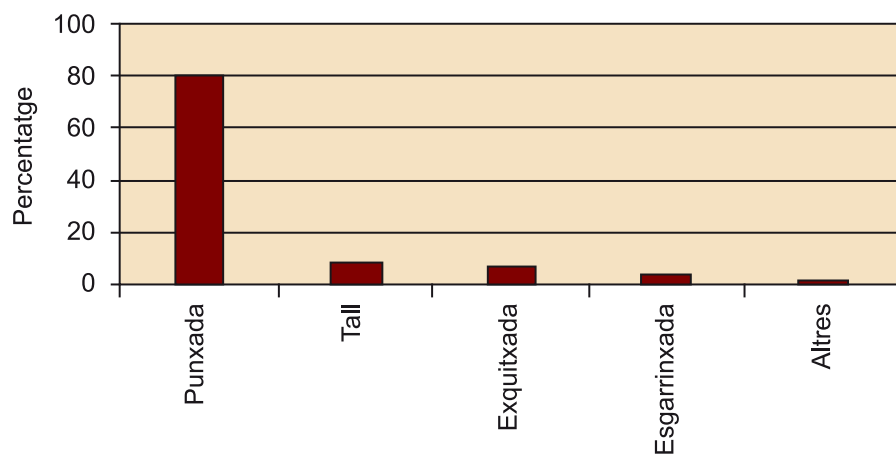
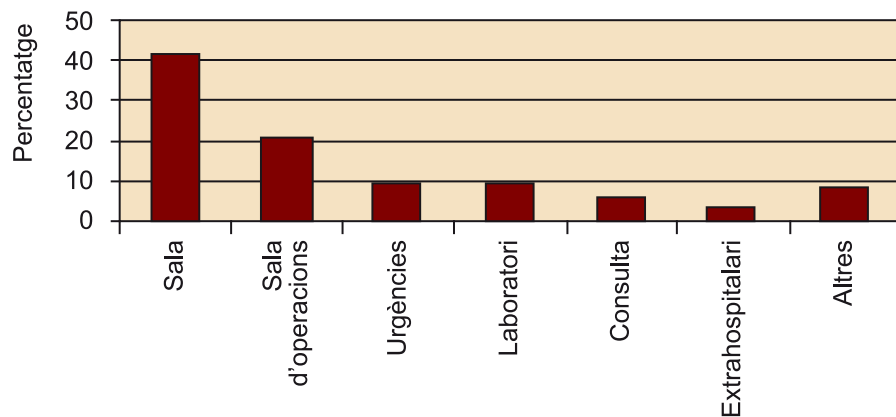


Figura 4. Lloc de l'accident



L'entrada en vigor de la Llei de prevenció de riscos laborals va influir molt positivament en aquest desenvolupament, sobretot pel que fa a la dotació i l'organització dels serveis de prevenció i a la realització d'avaluacions de riscos higiènics.

No obstant això, la contínua aparició de noves tecnologies, de nous tractaments, nous fàrmacs i de nous sistemes de diagnòstic implica una actualització permanent en les mesures de control i bones pràctiques en la seva utilització i aplicació.

En aquest mòdul es revisen els riscos que hi ha en un hospital de tercer nivell, que és el que ofereix atenció mèdica a les activitats orientades a restablir la salut i rehabilitar pacients que pateixen malalties d'una complexitat diagnòstica i de tractament elevada, per mitjà d'una o diverses especialitats mèdiques, quirúrgiques o medicoquirúrgiques. Aquest nivell pot comprendre també funcions de suport especialitzat per a la vigilància epidemiològica i activitats de recerca i desenvolupament de recursos humans altament capacitats.

1. Presentació

Al final del 2008 es va inaugurar l'Hospital de Sant Andreu, després de quatre anys d'obres a partir del moment que es va decidir construir-lo per a substituir l'antic hospital, situat al centre de la ciutat, que definitivament no podia mantenir un nivell adequat d'atenció per falta d'espai i inadequació de l'edifici vuitcentista.

Durant el llarg procés de construcció es van tenir en compte tots els requisits per a obtenir unes instal·lacions que oferissin un nivell adequat de condicions de treball; tanmateix, la complexitat de les feines de construcció i les lògiques modificacions d'espais per a reubicar noves tecnologies i àrees de tractament van fer impossible aconseguir, d'entrada, una situació que garantís completament unes condicions higièniques adequades per al conjunt dels treballadors de la instal·lació.

Per tot això, la gerència de l'hospital, de comú acord amb el Comitè de Seguretat i Salut i el servei de prevenció propi de l'hospital, va encarregar a l'empresa Estudis Higiènics, SA (EHSA) un estudi a fons de totes les àrees, serveis, activitats i condicions de treball en general, des del punt de vista dels possibles riscos higiènics que poguessin afectar la salut dels treballadors, tenint en compte, òbviament, els requisits associats a la presència de pacients amb diferents graus d'afectació.

Tal com constava en el contracte d'assessorament, durant l'any 2011 i el primer semestre del 2012, EHSA va dur a terme els treballs d'assessorament. Després d'entrevistar-se amb els representants dels treballadors de diferents departaments del centre, les primeres visites dels higienistes es van centrar en un seguit de mesuraments simples (avaluació bàsica o inicial) referents a temperatures, el soroll ambiental i la ventilació; per a això es van efectuar diversos mesuraments senzills amb els quals es va poder comprovar que, probablement a causa de la construcció recent de l'edifici, no hi havia situacions anòmales en relació amb aquests paràmetres. Pel que fa a la ventilació, concretament, es van mesurar cabals d'aire en diferents zones a fi de comprovar si els nivells de ventilació s'ajustaven al que recomanaven diferents normes.

Lectura recomanada

Podeu trobar un resum de tots els aspectes relacionats amb la ventilació en hospitals en l'NTP 859: Ventilació general en hospitals. La pàgina web és la següent: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/856a890/859w.pdf>. Se'n recomana la consulta.

Normes que cal tenir en compte en el disseny i el funcionament de la ventilació en hospitals

- UNE 100713:2005. Instal·lacions de condicionament d'aire en hospitals.
- EN-ISO 14644-1:2000. Sales netes i locals controlats.
- UNE-EN 13779:2008. Ventilació d'edificis no residencials.

Nota

Les normes UNE no són accessibles per Internet. S'han de comprar.

A continuació, el grup d'higienistes va iniciar un estudi a fons en totes les àrees de l'hospital amb la col·laboració permanent del tècnic higienista del servei de prevenció propi. Els resultats obtinguts, agrupats segons les diferents activitats hospitalàries i segons els riscos existents, es presenten a continuació.

Figura 5. Hospital de Sant Andreu



2. Exposició a radiació ultraviolada

2.1. Introducció

L'existència d'exposició laboral en centres sanitaris a radiació ultraviolada (UV; λ : 180-400 nm) es deu a la utilització de làmpades germicides, tant de manera general en espais que es volen mantenir estèrils com en tractaments dermatològics.

Les làmpades germicides són llums de descàrrega de mercuri de baixa pressió, l'emissió de les quals correspon en un 95% a una longitud d'ona de 254 nm. L'eficàcia germicida de les radiacions ultraviolades és màxima a longituds d'ona de 265 nm, per la qual cosa les làmpades germicides poden provocar l'exposició professional principalment a radiació ultraviolada UVC (λ : 180-280 nm) i també a UVB (λ : 280-315 nm).

L'acció germicida efectiva requereix sovint uns nivells elevats d'irradiància de radiació ultraviolada actínica (UVC i UVB), que és capaç de generar ozó a partir de l'oxigen de l'aire a longituds d'ona inferiors a 250 nm. L'ozó és un compost tòxic que té una gran capacitat d'afectació de les vies respiratòries i genera hiperreactivitat bronquial. Una bona ventilació és fonamental per a evitar que els treballadors, els pacients i el públic en general estiguin exposats a aquest gas.

Pel que fa a l'exposició a radiacions UVC a l'Hospital de Sant Andreu, es van estudiar dues situacions diferents. En primer lloc, el problema existent en les sales d'operacions de traumatologia, concretament en els quatre d'ortopèdia, que estaven equipats amb làmpades UV germicides col·locades al sostre, seguint un model d'esterilització adoptat de l'Hospital Brigham and Women's de Boston, Massachusetts, EUA. En segon lloc, la utilització de raigs UVA en el departament de dermatologia, on es duen a terme sessions de fotoquimioteràpia. Aquest procediment terapèutic aprofita les reaccions de fotosensibilització d'una manera selectiva; subministra oralment un fàrmac determinat i alhora aplica radiació UVA i visible.

2.2. Efectes sobre la salut

Els principals efectes descrits de les radiacions òptiques en els ulls són fotoqueratitis a la còrnia, cataractes fotoquímiques al cristal·lí i lesions fotoquímiques i tèrmiques a la retina. Pel que fa a la pell, hi ha els següents: eritemes, envelliment accelerat i augment de la pigmentació, reaccions de fotosensibilització, cremades, i, sobretot, risc de càncer de pell –l'Agència Internacional de Recerca sobre el Càncer (IARC) ha classificat tota la radiació UV (UVA, UVB i UVC) com a carcinògena per als humans, grup 1.

Lectura recomanada

IARC. *Solar and ultraviolet radiation*. Volum 100D: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100D/mono100D-6.pdf>

2.3. Utilització de les làmpades germicides en les sales d'operacions

Alguns treballadors de sales d'operacions s'havien queixat de molèsties a la pell i als ulls, causades possiblement per aquesta exposició. De les catorze infermeres i personal auxiliar entrevistats, cinc van esmentar símptomes possiblement relacionats amb l'exposició a radiacions UVC: tres van descriure irritació als ulls, una queratosi actínica (un precursor del càncer de pell), i un altre tenia irritacions en tots dos ulls i queratosis actíniques. La majoria del personal va informar de la falta de formació sobre els perills de l'exposició a UVC i que no feien servir equips de protecció individual (EPI) adequats a la feina o bé perquè no n'havien rebut instruccions o bé perquè consideraven que aquests equips eren molestos i incòmodes per a poder fer bé la feina.

Atès que, com ja s'ha comentat, la relació entre la possible exposició a UVC i els efectes que s'han indicat és àmpliament admesa en el camp de la prevenció de riscos laborals, incloent-hi la possibilitat d'efectes cancerígens a la pell, es va decidir dur a terme un estudi de camp en les àrees i el personal possiblement afectat.

Es va fer una visita amb profunditat a les àrees equipades amb làmpades UV germicides (vegeu el model de làmpada germicida que s'utilitza en la figura 6) i es van dur a terme mesuraments d'exposició utilitzant dosímetres personals col·locats a l'altura de l'espatlla, i també entre la roba de treball i la personal (samarretes). Els resultats obtinguts es presenten en la taula 1.

Figura 6. Model de làmpada germicida de sostre utilitzada a l'hospital



Taula 1. Dosis mesurades en les sales d'operacions d'ortopèdia

Sales d'operacions	Personal	Durada (min)	Dosi (J/m ²)	
			Ambient (fora de l'EPI o de la roba)	Atenuada (directament a sobre de la pell)
11	Deambulant 2 Infermer/a Anestesiata	94	370	2,35-0,023
12	Deambulant Infermer Anestesiata Resident	195	850-550	ND-0,6
13	Deambulant Infermer	44	185	0,021
14	Deambulant Infermer	144	47	0,0023

El valor de referència de dosi per al marge de longituds d'ona, determinat segons la corba de ponderació S (λ) (taules A1 i A3 de l'RD 486/2010), és 30 J/m², ajustat a 270 nm.

Roba de protecció en el cas de radiacions UV

Per a protegir-se de les radiacions UV és recomanable que la roba sigui de teixit, no de punt; de cotó o de polièster, gruixuda i de color fosc.

Font: INSHT (2000). *Condiciones de trabajo en centros sanitarios*. Madrid.

Una anàlisi de la política de l'hospital en relació amb la utilització de làmpades germicides va portar a les conclusions següents.

- La majoria del personal no tenia formació sobre els riscos de l'exposició a radiacions UVC.
- Alguns treballadors es queixaven que els EPI proporcionats eren incòmodes i molestos.

Lectura recomanada

Reial decret 486/2010, de 23 d'abril, sobre la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a radiacions òptiques artificials. BOE núm. 99, de 24 d'abril de 2010: http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/normativa/textoslegales/rd/2010/486_2010op-ticas/pdfs/realdecreto4862010de23deabrilsobrelaprotecciondelasal.pdf

- Per les dues raons anteriors, la majoria del personal no utilitzava els EPI, ni tampoc cremes protectores de la pell.

La informació epidemiològica recollida sobre vint-i-dos treballadors exposats en situacions equivalents en els últims deu anys a l'Hospital Brigham and Women's de Boston va reportar tres casos de melanoma, tres amb carcinoma de cèl·lules basals i cinc amb queratosi actínica.

2.3.1. Recomanacions

Amb vista del que s'ha exposat, l'EHSa va fer les recomanacions següents:

- Retirar les làmpades UV en les sales d'operacions de cirurgia ortopèdica, cosa que impedirà definitivament l'exposició durant les intervencions quirúrgiques.
- Continuar les revisions anuals de la pell en el cas dels treballadors prèviament exposats a UVC.
- Els treballadors que hi han estat exposats han de notificar amb urgència qualsevol tipus de lesió cutània que aparegui a la pell exposada.
- Si, per algun motiu, l'hospital vol continuar utilitzant aquestes làmpades s'han d'esmenar les deficiències identificades, que inclouen la millora de la formació, el requeriment de l'ús adequat de tots els EPI –que serien obligatoris–, la realització de mesuraments de control rutinaris de l'exposició i l'oferiment a tot el personal –incloent-hi els cirurgians, els anestesistes, les infermeres i els auxiliars, que treballen regularment en les sales d'operacions afectades–, de revisions periòdiques de la pell i exàmens oculars com a part d'un programa de vigilància mèdica.

Una altra possibilitat és fer servir les làmpades germicides únicament quan no s'utilitzen les instal·lacions, per mitjà d'un sistema automatitzat que n'impedeixi el funcionament quan hi hagi persones presents, amb una precaució especial en el cas del personal de neteja que hi pugui haver a la sala d'operacions durant el funcionament d'aquestes làmpades.

La substitució d'aquest sistema de desinfecció per flux d'aire laminar esterilitzat amb filtres HEPA (*high efficiency particulate air*) o per irradiació UVC prèvia en els conductes d'aire condicionat (en aquest cas s'ha d'evitar l'accés accidental a aquests conductes per part de persones que en desconeguin la ubicació i que puguin rebre una dosi elevada de radiació UV) s'ha de considerar la manera adequada d'eliminar el perill. A més d'eliminar la font del perill, la substitució també elimina la necessitat de formació, conscienciació dels perills, la formació en l'ús dels EPI, la supervisió contínua del seu ús, la inspecció i avaluació dels EPI i la vigilància mèdica.

2.4. Utilització de cabines PUVA en el departament de dermatologia

En el Departament de Dermatologia de l'Hospital es duen a terme sessions de fotoquimioteràpia en les anomenades *cabines PUVA* (psoralens + UVA) – vegeu la figura 7–, en què els pacients, després d'haver-los subministrat de manera oral un determinat fàrmac (psoralèn), o bé directament, se sotmeten a radiacions UVA (λ : 315-400 nm) i visible (λ : 400-780 nm), per bé que sempre hi ha certs nivells d'UVC i UVB. Les cabines tenen un sistema de ventilació i eliminació de l'ozó que n'evita la presència en l'ambient.

Figura 7. Cabines PUVA



Es van efectuar mesuraments a l'interior i a l'exterior de les cabines PUVA, i es van obtenir els valors d'irradiància següents: a l'interior (en W/m^2), de 2,5 nm a 254 nm (UVC), de 17,5 nm a 310 nm (UVB) i de 63 nm a 365 nm (UVA); a fora de la cabina no es van detectar nivells apreciables d'irradiància.

Com ja s'ha comentat, les cabines PUVA de l'Hospital de Sant Andreu tenen una obertura a la part superior per a ventilar el recinte i eliminar l'ozó format. Depenent del recobriment del sostre i les parets, hi pot haver exposició professional per la reflexió de les radiacions òptiques en aquests recobriments. En aquests casos s'hauria de substituir la pintura o el recobriment del sostre i les parets.

2.4.1. Recomanacions

A conseqüència de l'estudi realitzat es va establir com a norma general que el personal sanitari que atén la teràpia en cap cas no ha de romandre a la cabina durant la irradiació del pacient. Per a evitar la irradiació accidental dels professionals, la porta de la cabina ha de disposar d'un dispositiu d'enclavament que en obrir-se desconnecti la font d'alimentació de les làmpades d'UV.

És recomanable protegir la pell i els ulls, amb peces de màniga llarga i pantalons, i ulleres de protecció amb oculars filtrants adequats, quan, per algun motiu, hi hagi exposició a radiació UV.

Finalment, s'ha de considerar la senyalització de les zones amb risc d'exposició. Vegeu la figura 8.

Figura 8. Senyalització de radiacions no ionitzants



Lectura recomanada

Per a qüestions de senyalització per a la protecció davant de radiacions UV als hospitals podeu consultar l'article "Normas básicas de seguridad durante el manejo de equipos de radiaciones no ionizantes": http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0465-546X2012000100008&script=sci_abstract&tlng=es

3. Exposició a camps electromagnètics

3.1. Introducció

A l'Hospital de Sant Andreu hi ha bàsicament dues àrees amb el risc d'exposició a camps electromagnètics: la unitat de fisiologia i rehabilitació i la de diagnòstic per la imatge per ressonància magnètica.

3.2. Riscos en unitats de fisiologia i rehabilitació

En les unitats de fisiologia i rehabilitació s'utilitza la tècnica de diatèrmia (vegeu l'aparell més utilitzat a l'hospital en la figura 9), que consisteix en l'aplicació de calor, mitjançant radiofreqüències i microones, damunt les zones del cos del pacient que ho requereixin. Aquesta tècnica té la finalitat d'ajudar en la cicatrització ràpida de ferides, en l'absorció d'edemes i hematomes, en l'alleujament del dolor i, en general, en l'increment de la circulació perifèrica. En certes circumstàncies també es fa servir amb finalitats de millora estètica dels pacients.

Figura 9. Aparell de diatèrmia utilitzat a l'Hospital de Sant Andreu



La utilització diferent dels aparells de diatèrmia depèn de les zones lesionades i del tipus de lesió, a més de les disponibilitats del centre hospitalari. Els instruments de diatèrmia fan servir radiofreqüències o microones, i poden emetre de manera contínua o pulsativa.

En el marge de freqüències descrit, el risc que cal considerar en aquestes àrees és únicament d'escalfament corporal per part dels treballadors que les atenen.

Els focus d'emissió d'ones electromagnètiques en l'ambient de treball són: la consola de generació i control, els cables que porten el corrent modulats des de la consola fins a l'aplicador i els aplicadors de radiació (elèctrodes per a radiofreqüència o radiadors per a microones). El blindatge de la consola determina el nivell de radiació (fugues) a prop seu.

Els cables de conducció es poden convertir en focus d'emissió d'aquestes radiacions per les fugues que es produeixen per mitjà del seu aïllament a causa d'una protecció coaxial insuficient dels cables per defecte de fabricació o deterioració. La zona d'influència dels aplicadors és on, en teoria, s'han d'esperar nivells més alts de densitat de potència. Les radiacions de radiofreqüència i microones poden travessar els envans o paraments de poca densitat, per la qual cosa la permanència en estances contigües a les de diatèrmia pot comportar exposició a aquest tipus de radiació.

Tenint en compte l'efecte tèrmic d'aquestes ones, l'individu que hi està exposat rep una dosi, expressada com a energia, que és el producte de la potència de la radiació rebuda per unitat de superfície (densitat de potència) pel temps d'exposició.

No es van dur a terme mesuraments, ja que en el departament de fisiologia i rehabilitació els aparells disponibles estaven certificats. No obstant això, sí que es van realitzar una sèrie de recomanacions generals tendents a reduir al màxim el risc d'exposició dels treballadors d'aquest departament.

3.2.1. Reducció de la densitat de potència de la radiació

El valor de la densitat de potència en l'ambient s'incrementa a mesura que augmenta la potència de funcionament de l'equip per a la mateixa freqüència de l'ona; per això és convenient triar la intensitat més baixa de funcionament de l'aparell, sense que això afecti la dosi que ha de rebre el pacient. També es recomana revisar periòdicament els cables portadors del corrent modulats i el canvi periòdic d'aquests (manteniment preventiu).

També cal tenir en compte que si s'incrementa el valor de la superfície de recepció, que s'aconsegueix en allunyar-se del focus d'emissió del feix, es disminueix la densitat de potència rebuda. La densitat de potència de la radiació és inversament proporcional al quadrat de la distància al focus, quan els altres paràmetres romanen constants.

L'energia que transporta la radiació pot ser, en gran part, absorbida si s'interposen en el seu recorregut pantalles metàl·liques connectades equipotencialment a terra. Aquestes poden ser massisses, amb la qual cosa seran més efectives, o poden estar formades per malles amb una mida de llum adequada. El sistema més eficaç d'impedir el pas de la radiació és l'anomenada *gàbia de Faraday*, la funció de la qual consisteix a confinar electromagnèticament el compartiment d'aplicació de radiofreqüència i microones.

Gàbia de Faraday

És una caixa metàl·lica, normalment de reixeta, que protegeix dels camps elèctrics estàtics ja que provoca que el camp electromagnètic a l'interior en equilibri sigui nul, anul·lant l'efecte dels camps externs.

3.2.2. Reducció del temps d'exposició

Es recomana reduir els temps de permanència a les zones de més nivell de radiació. La unitat de temps, per a la valoració del risc d'exposició laboral a aquestes radiacions, és un cicle de sis minuts. Lògicament, la permanència durant més temps en zones de més irradiació tindrà efecte en la ponderació dels valors de densitat de potència, la qual cosa significarà un risc més gran.

3.3. Senyalització

La presència de camps electromagnètics pot tenir incidència en el funcionament elèctric dels marcapassos o en la seva programació. En conseqüència, la informació sobre l'existència d'aquests camps i d'ones electromagnètiques té un interès especial per a les persones que porten aquests aparells, o altres pròtesis metàl·liques. Cal tenir en compte que poden ser portadors de marcapassos els professionals, els pacients o el públic de pas. A l'hospital s'advertia del risc, i la prohibició d'accés als recintes en què hi ha aquestes radiacions estava indicada amb el senyal que es mostra en la figura 10, acompanyada de l'avís escrit corresponent.

Figura 10. Senyal de prohibició a les persones que porten un marcapassos



No obstant això, s'ha de considerar també que hi ha altres materials o mecanismes introduïts en l'organisme que poden experimentar també l'efecte dels camps electromagnètics, com per exemple els neuroestimuladors, les pròtesis metàl·liques, etc.

3.4. Ressonància magnètica (RM)

La ressonància magnètica és una tècnica de diagnòstic per la imatge que permet obtenir imatges de teixits de l'interior de l'organisme sense utilitzar radiació ionitzant. La qualitat de les imatges i l'agressivitat més baixa del tipus de tecnologia emprada, per al pacient i els professionals, fan que se n'hagi estès l'ús als hospitals (l'Hospital de Sant Andreu no n'és cap excepció).

El fonament d'aquesta tècnica és la capacitat d'alguns àtoms per a emetre un senyal de radiofreqüència (RF) quan són sotmesos a un camp magnètic intens i estimulats amb ones d'RF. Quan s'introdueix el pacient en el si d'un camp magnètic, els nuclis dels àtoms s'orienten d'acord amb les línies del camp magnètic. En aplicar-los una radiació electromagnètica d'RF, aquests nuclis es mouen canviant d'orientació (ressonància). Quan cessa l'aplicació d'RF, els àtoms alliberen energia i tornen a la situació inicial (relaxació).

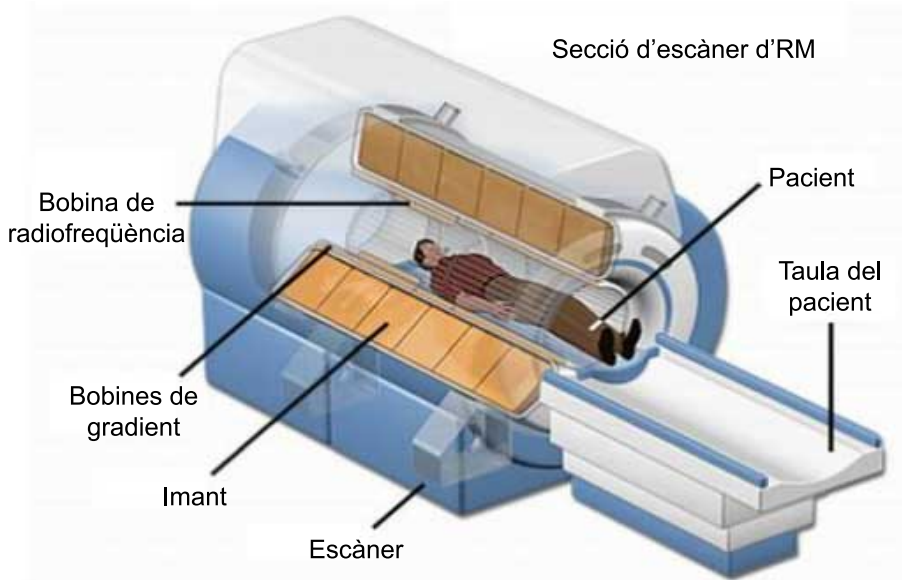
La composició química del medi determina la facilitat per a alliberar l'energia, és a dir, el temps de relaxació. Aquest paràmetre informa l'especialista sobre l'estructura bioquímica del medi.

La instal·lació d'RM disposa de diferents compartiments separats i proveïts d'aïllament electromagnètic a partir d'una gàbia de Faraday, malles metàl·liques o allunyament (distància). En la figura 11 es presenta un esquema del model que hi ha a l'Hospital de Sant Andreu.

Lectura recomanada

Per a qüestions de senyalització per a la protecció davant de camps electromagnètics als hospitals podeu consultar l'article "Normas básicas de seguridad durante el manejo de equipos de radiaciones no ionizantes": http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0465-546X2012000100008&script=sci_abstract&lng=es

Figura 11. Esquema d'un aparell d'RM



3.4.1. Recomanacions

A causa del principi físic de funcionament, hi ha exposició professional a camps magnètics estàtics, a gradients d'aquests i a radiofreqüències.

Des del punt de vista de la protecció del treballador, cal assegurar-se que aquest està separat i aïllat del recinte on hi ha l'aparell d'RM, de manera que als passadissos o als locals propers (en les tres dimensions de l'espai) els nivells de densitat de flux magnètic i de densitat de potència de la radiofreqüència es trobin per sota dels nivells de referència que indica la norma EN-50499:2009 (vegeu també la norma UNE-EN 21502 IN: 2010). Cal recordar que els possibles efectes a llarg termini, relacionats segons alguns autors amb problemes oncològics, es consideren de moment no constatables.

L'avanç de la radiació de tipus radiofreqüència o microones es pot absorbir i aturar mitjançant malles o blindatges metàl·lics; en canvi, els camps magnètics d'extremament baixa freqüència de longituds d'ona molt grans o estàtics no són absorbits tan fàcilment, per la qual cosa es recorre a l'augment de distància entre el focus i els receptors.

La presència dels professionals en el recinte d'RM ha de ser tan breu com sigui possible, ja que els nivells de densitat de flux magnètic són elevats. Per al bon funcionament dels monitors, el lloc de control d'imatge està convenientment allunyat de l'imant i apantallat respecte a les radiofreqüències. No obstant això, com que la presència humana hi és pràcticament contínua, és convenient conèixer els nivells de radiació RF existents i de la densitat de flux del camp magnètic.

Lectures recomanades

UNE-EN 50499:2009: Procediment per a l'avaluació de l'exposició dels treballadors als camps electromagnètics: <http://www.ca.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=n&codigo=N0044294&PDF=Si>

UNE-EN 21 502 IN: 2010: Guia per a l'avaluació de l'exposició dels treballadors a camps electromagnètics en relació amb la Directiva 2004-40-CE.

Finalment, s'ha de considerar la senyalització de les zones amb el risc d'exposició. El senyal és el de la figura 8.

4. Exposició a radiacions ionitzants

4.1. Instal·lacions radioactives

Les instal·lacions radioactives es classifiquen en tres categories segons les activitats dels radionúclids utilitzats i la tensió de pic a la qual poden funcionar les fonts radioactives. Als hospitals, com és el cas de l'Hospital de Sant Andreu, només hi ha instal·lacions radioactives de segona i tercera categories. Les de segona són instal·lacions amb una tensió de pic superior a 200 kV, els acceleradors de partícules i les que contenen fonts de neutrons. Són de tercera les instal·lacions que treballen amb una tensió de pic inferior a 200 kV, l'administració de substàncies radioactives amb finalitats de tractament, diagnòstic o recerca.

Encara que comentarem breument les característiques d'aquestes instal·lacions, l'higienista no intervé en la protecció dels treballadors que treballen en aquestes àrees, ja que hi ha una reglamentació específica sorgida de les directives Euratom de la UE i que han estat transposades a la legislació espanyola mitjançant el Reial decret 1836/1999, modificat pel Reial decret 35/2008 sobre instal·lacions nuclears i radioactives i el Reial decret 783/2001, modificat pel Reial decret 1439/2010, sobre protecció sanitària contra radiacions ionitzants, que estableixen de manera detallada el *modus operandi* d'aquestes instal·lacions en què no pertoca l'acció de l'higienista industrial. També existeix una reglamentació específica, el Reial decret 1085/2009, que aprova el Reglament sobre instal·lacions d'aparells de raigs X amb finalitats mèdiques.

En el Reial decret 35/2008, que aprova el Reglament sobre instal·lacions nuclears i radioactives, es defineixen les instal·lacions nuclears (no existeixen als hospitals), les instal·lacions radioactives i les tres categories en què es classifiquen i els procediments d'autoritacions administratives que n'afecten les diverses fases del disseny, la construcció i l'ús. També estableixen les condicions de formació del personal, que ha de disposar d'unes llicències específiques (supervisor i operador), a més de l'existència d'un servei de protecció radiològica (SPR), que és l'equivalent del servei de prevenció (SP), i fins i tot, i en paral·lel amb aquest, també hi ha la possibilitat de contractar una unitat tècnica de protecció radiològica (UTPR), equivalent al servei de prevenció aliè (SPA). Finalment, també s'exigeix una documentació de les actuacions dins de les instal·lacions radioactives que queda reflectida en l'anomenat *diari d'operacions*. Tot això ho supervisa el Consell de Seguretat Nuclear que encomana, en el cas que ens afecta, aquesta supervisió al Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme i unitats equivalents de les comunitats autònomes.

El Reial decret 1439/2010, que aprova el Reglament sobre protecció sanitària contra radiacions ionitzants, per la seva banda, estableix les normes relatives a la protecció dels treballadors i el públic en general davant d'aquestes radiacions. Bàsicament, fixa els límits de dosis i els principis fonamentals de protecció que ha d'aplicar el titular de la instal·lació: l'avaluació del risc tenint en compte les condicions laborals, la classificació de les àrees i dels llocs de treball, amb la senyalització corresponent, i de la dels treballadors, segons la probabilitat d'exposició, i les condicions de la vigilància de la salut obligatòria.

Lectures recomanades

La legislació sobre radiacions ionitzants que interessa és la següent.

Reial decret 35/2008, de 18 de gener, pel qual es modifica el Reglament sobre instal·lacions nuclears i radioactives, aprovat pel Reial decret 1836/1999, BOE núm. 42, de 18 de febrer de 2008: <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-2935>

Reial decret 1439/2010, de 5 de novembre, pel qual es modifica el Reglament sobre protecció sanitària contra radiacions ionitzants, aprovat pel Reial decret 783/2001, BOE núm. 279, de 18 de novembre de 2010: <http://www.boe.es/boe/dias/2010/11/18/pdfs/BOE-A-2010-17709.pdf>

Reial decret 1085/2009, de 3 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament sobre instal·lació i utilització d'aparells de raigs X amb finalitats de diagnòstic mèdic, BOE núm. 173, de 18 de juliol de 2009: <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2009-11932>

L'Hospital de Sant Andreu té instal·lacions radioactives amb tres finalitats:

- Radiodiagnòstic.
- Radioteràpia.
- Medicina nuclear.

4.2. Radiodiagnòstic

Les instal·lacions de radiodiagnòstic, de les quals l'Hospital de Sant Andreu té vuit unitats, estan constituïdes per un tub de raigs X que emet un feix homogeni, un generador per a alimentar-lo i el sistema d'imatge, actualment informatitzat. L'operador, en el moment de la irradiació del pacient, es troba fora de la instal·lació, amb la qual cosa la possibilitat d'irradiar-se és remota. Tant l'equip com la sala disposen de blindatges homologats. Cal assenyalar també l'ús dels aparells de raigs X portàtils, que duen a terme irradiacions a pacients ingressats quan no hi ha la possibilitat de ser desplaçats a les instal·lacions fixes; en aquests casos, hi ha establert un protocol que implica, entre altres normes, que en el moment del disparament s'absentint de la sala els treballadors que intervenen en l'acció.

A banda de les instal·lacions de radiodiagnòstic, que realitzen tota classe d'exploracions, cal remarcar l'existència d'altres instal·lacions de radiodiagnòstic que duen a terme exploracions específiques: radiologia dental, mamografies, tomografia computada (TC), tomografia per emissió de positrons (TEP), i l'anomenada *radiologia intervencionista*, en què s'utilitzen tècniques d'imatge per a executar procediments mínimament invasius. En aquesta tèc-

nica és especialment important la protecció personal de l'operador, per mitjà de pantalles i equips que evitin la irradiació de les diverses parts del cos, sovint amb davantals de plom, davantals, canelleres o, fins i tot, guants.

4.3. Radioteràpia

La radioteràpia, o oncologia radioteràpica, és un tipus de tractament oncològic que utilitza les radiacions per a eliminar les cèl·lules tumorals a la part de l'organisme on s'apliquin (tractament local). La radioteràpia actua sobre el tumor; destrueix les cèl·lules malignes i així impedeix que creixin i es reproduïxin. Aquesta acció també s'exerceix sobre els teixits normals; no obstant això, els teixits tumorals són més sensibles a la radiació i no poden reparar el dany produït d'una manera tan eficient com ho fa el teixit normal, de manera que són destruïts i es bloqueja el cicle cel·lular.

Es distingeixen bàsicament dos tipus de tractament, la braquiteràpia i la teleteràpia.

La **braquiteràpia** consisteix a col·locar una font radioactiva (o diverses) en contacte amb el tumor o introduir-la-hi mitjançant agulles o catèters. D'aquesta manera es concentra la dosi en el tumor directament amb escassa irradiació del teixit sa circumdant al tumor. Aquesta activitat es porta a terme de manera rutinària en les zones especialment equipades per a aquesta funció a l'Hospital de Sant Andreu.

En la **teleteràpia**, o **radioteràpia externa**, la font d'irradiació és a una certa distància del pacient en equips de grans dimensions, com són la unitat de cobalt i l'accelerador lineal d'electrons. En aquest tipus de tractament, que és el més comú, els pacients es presenten diàriament de manera ambulatoria per un període variable, depenent de la malaltia que s'estigui tractant. La radiació pot ser de raigs gamma, raigs X, electrons, protons o nuclis atòmics, instal·lacions de les quals disposa l'Hospital de Sant Andreu.

Les mesures de protecció en aquest cas són idèntiques a les que s'han comentat per al radiodiagnòstic.

4.4. Medicina nuclear

En medicina nuclear s'utilitzen radiotracadors que estan formats per un fàrmac transportador i un isòtop radioactiu. Aquests radiofàrmacs s'apliquen a l'interior de l'organisme humà de diverses maneres (la més utilitzada és la intravenosa). Una vegada que el radiofàrmac és dins l'organisme, es distribueix per diversos òrgans segons les característiques que tingui. La distribució del radiofàrmac és detectada per un aparell detector de radiació (gammacambra) i emmagatzemada digitalment. Després es processa la informació i s'obtenen imatges de tot el cos o de l'òrgan que s'estudia. Aquestes imatges, a diferència

de la major part d'imatges obtingudes en la radiologia tradicional, mostren el funcionament dels òrgans i teixits explorats o revelen alteracions d'aquests a escala molecular. És molt característica la gammagrafia òssia.

N'és una variant la teràpia metabòlica, tècnica que consisteix a provocar l'acumulació d'una substància en un òrgan o zona de l'organisme per a irradiar la zona que interessa amb finalitats terapèutiques. Seria equivalent a una braquiteràpia aplicada de manera sistèmica.

En medicina nuclear es genera un gran volum de residus, tant per la utilització de fonts no encapsulades com per la gran quantitat de material radioactiu generat, a més de les excretes dels pacients sotmesos a teràpia metabòlica. Per aquest motiu cal considerar d'una manera especial el fet de gestionar-los correctament.

Els radionúclids aplicats en medicina nuclear per al diagnòstic són sempre de vida curta, com el tecneci 99. Per això, normalment, una vegada s'ha acabat el tractament, atès l'elevat decreixement de la seva activitat, permeten eliminar-los com a residus químics dins del pla de residus sanitaris de l'Hospital de Sant Andreu. En els casos en què la velocitat de decreixement no sigui suficient per a aconseguir nivells d'activitat negligibles (per sota dels límits que els farien considerar residus radioactius), el procediment adequat és emmagatzemar-los de manera temporal fins que en decreixi l'activitat, com es duu a terme amb les mostres i els reactius procedents dels laboratoris de radioimmunoassaig (RIA).

5. Exposició a làsers

5.1. Introducció

Un làser (*light amplification by stimulated emission of radiation*, amplifcació de la llum per emissió estimulada de radiació) és un dispositiu que produeix un feix de radiació coherent, el diàmetre del qual amb prou feines augmenta amb la distància, cosa que és impossible d'aconseguir amb fonts de radiació convencionals. Els làsers poden emetre radiació de manera contínua o poden ser pulsatius, és a dir emeten la potència en forma de pulsacions separades per un cert interval de temps.

La quantitat d'energia que pot transmetre un làser depèn de la potència d'aquest i de la longitud d'ona d'emissió que es produeix per mitjà d'ones electromagnètiques. Els riscos per a la salut, deguts a l'exposició a làsers, depenen de la longitud d'ona de la radiació òptica, de la zona del cos on incideixi (pell o ulls), de la potència del làser i del temps que duri l'exposició; en conseqüència, la magnitud de l'exposició depèn de la densitat de potència que rep l'individu (irradiància) i del temps d'exposició. El nivell màxim d'exposició a radiació làser al qual pot estar sotmès un individu a la pell o els ulls s'anomena *exposició màxima permesa* (EMP). Els efectes biològics de la radiació làser són els següents:

- Efecte tèrmic.
- Efecte fotoquímic.
- Efecte electromagnètic.
- Efectes mecànics (pulsacions).

5.2. Aplicacions mèdiques dels làsers

A l'Hospital de Sant Andreu s'utilitzen làsers bàsicament en oftalmologia, però també de manera puntual en dermatologia, otorinolaringologia, ginecologia, neurocirurgia, odontologia o urologia. Les propietats per a transmetre energia de les radiacions òptiques (tèrmica i fotoquímica) fan dels làsers instruments cada vegada més utilitzats com a equips quirúrgics (vegeu l'apartat dedicat als fums quirúrgics) i terapèutics. En la taula 2 podeu observar els làsers que s'utilitzen més en les sales d'operacions.

Taula 2. Làsers que s'utilitzen més en cirurgia

Tipus (gas)	Tècnica
Diòxid de carboni	Neurocirurgia
	Otorinolaringologia

Tipus (gas)	Tècnica
	Ginecologia
	Cirurgia general
Argó	Coagulació
	Segellament de vessaments (retina)
	Cirurgia plàstica
	Gastroenterologia
	Dermatologia
Cristall de granat, alumini i itri dopat amb neodimi (Nd:YAG)	Gastrointestinal
	Urologia
	Ginecologia
	Cirurgia general
	Efectes tèrmics i de penetració profunda

La major part dels làsers que s'utilitzen als centres sanitaris són d'alta potència, de les classes 3B i 4 (ho veurem més endavant), per la qual cosa és necessari un elevat grau d'exigència en el compliment dels requisits de seguretat, que recull la norma UNE EN 60825.

La filosofia de prevenció de riscos per exposició a làsers concorda més amb els sistemes de prevenció d'accidents que amb els de prevenció de malalties professionals; això es deu en gran part al fet que es poden produir danys reversibles o irreversibles en molt poc temps d'exposició.

Els làsers que assoleixen l'EMP en menys temps són els que tenen una gran potència d'emissió. A causa de les diferents característiques dels làsers i, per tant, el diferent grau de risc que comporta el fet de manipular-los, segons la UNE EN 60825 n'hi ha cinc classes, designades 1, 2, 3A, 3B i 4. Cada una té assignat un nivell accessible d'emissió màxim permès que s'anomena *límit d'emissió accessible* (LEA). Aquests nivells LEA varien segons la longitud d'ona i el temps de durada de l'emissió.

Classificació dels làsers

Els làsers de classe 1 són segurs en condicions raonables d'utilització.

Els làsers de classe 2 tenen poca potència de sortida i tenen una longitud d'ona compresa entre 400 nm i 700 nm, en la banda de l'espectre visible. Encara que no són intrínsecament segurs, la protecció ocular s'aconsegueix per reflexos d'avertiment.

Els làsers de classe 3A tenen una potència màxima de sortida de fins a 5 mW per a emissió contínua o cinc vegades el límit dels de classe 2 per a pulsacions compreses entre 400 nm i 700 nm. La visió directa del feix amb l'ajuda d'instruments òptics pot ser perillosa.

Els làsers de classe 3B d'emissió contínua (EC) no poden sobrepassar 0,5 W i en els làsers de pulsio l'exposició radiant ha de ser inferior a $10^5 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$. La visió directa del feix és sempre perillosa, mentre que la reflexió difusa és segura.

Els làsers de classe 4 són els de més potència. Poden produir reflexions difuses perilloses (no solament és perillosa la visió directa del feix sinó també la radiació provinent d'una reflexió sobre superfícies especulars o difuses). Poden originar incendis.

Els làsers han d'estar etiquetats amb etiquetes visibles i col·locades de manera que es puguin llegir sense que calgui l'exposició humana a una radiació que excedeixi el LEA per a la classe 1. Excepte aquests, els altres han de portar una etiqueta d'avís com la que es mostra en la figura 12.

Figura 12. Senyalització d'ús de làser



Els productes làser de les classes 3B i 4 han de portar una etiqueta al costat de les obertures per les quals s'emeti radiació que excedeixi el LEA per a les classes 1 i 2. El text ha de ser el següent: "obertura làser", o també: "eviteu l'exposició, per aquesta obertura s'emet radiació làser".

5.3. Incidents detectats a l'Hospital de Sant Andreu

La casuística d'incidents detectats pel Servei de Prevenció de l'Hospital de Sant Andreu és la següent.

- Exposició ocular anticipada durant l'alineació.
- Mala alineació òptica.
- No utilitzar la protecció ocular disponible.
- Funcionament de l'equip incorrecte.
- Exposició intencionada de personal desprotegit.
- Utilització d'un equip desconegut.
- Reparació incorrecta de l'equip.
- Inhalació de fums quirúrgics.

5.4. Mesures de prevenció i protecció

El fabricant del làser és responsable de classificar el producte i procurar que tingui l'etiquetatge corresponent, segons el que estableix la UNE EN 60825. La mateixa norma recull les mesures preventives operatives, organitzatives o individuals, que s'han d'incorporar al làser.

Atès que els ulls són, amb diferència, l'òrgan amb més risc, la protecció personal gira al voltant de l'ús d'ulleres de seguretat adequades que, depenent del tipus, poden oferir protecció entre longituds d'ona que van dels 180 nm als 1.000 µm. Per a treballs d'ajust de làsers de longitud d'ona entre 400 nm i 700 nm, en els quals és necessari veure (sense fixar la vista) la trajectòria del làser, s'utilitzen ulleres especialment dissenyades a aquest efecte i que protegeixen en aquesta banda de l'espectre.

Les ulleres han de portar marcat de manera permanent el camp d'aplicació per al qual ofereixen protecció (longituds d'ona, grau de protecció, si l'exposició pot ser contínua o pulsativa o si són resistents a impactes). Les ulleres d'ajust han de portar clarament marcat l'avís "ulleres d'ajust".

Finalment, pel que fa a la contaminació química generada per l'ús de làsers quirúrgics, ateses la seva especificitat i la preocupació que hi ha entre les persones que treballen a les sales d'operacions de l'Hospital de Sant Andreu, es tracta en un apartat específic.

6. Exposició a fums quirúrgics

6.1. Introducció

Amb vista a disposar de tècniques quirúrgiques menys invasives s'empra la calor i els ultrasons per a ressecat i cauteritzar teixits o aturar el sagnat. Aquestes tècniques produeixen fums, que podrien ser perillosos per a la salut del personal de la sala d'operacions. Són exemples de la utilització d'aquests equips a l'Hospital de Sant Andreu els següents:

- Les tècniques electroquirúrgiques, com l'electrocauterització utilitzada per a la resecció de tumors, la laparoscòpia i altres procediments endoscòpics en general.
- Les tècniques de làser utilitzades en oftalmologia.
- Els dispositius per a intervencions específiques, com l'eliminació del ciment ossi mitjançant ultrasons durant reintervencions en endopròtesis.

6.2. Composició dels fums quirúrgics

6.2.1. Gasos i vapors

En la taula 3 es recullen els principals compostos determinats en fums quirúrgics en la molta bibliografia existent. Caldria afegir-hi els gasos característics de la combustió com el monòxid de carboni i el diòxid de carboni, els òxids de nitrogen i sofre i l'amoníac.

Taula 3. Compostos químics principals detectats en fums quirúrgics

Acetonitril	Etilè
Acetilè	Estirè
Acroleïna	Fenol
Acrilonitril	Formaldehid
Benzè	Hidrocarburs aromàtics policíclics
Butadiè	Metà
Butà	Piridina
Butè	Pirrolidina

Cianur d'hidrogen	Propè
Cresols	Toluè
Età	Xilens

6.2.2. Partícules diverses

Segons dades de la bibliografia, la grandària de les partícules presents en els fums quirúrgics varia entre 200 µm i < 10 nm, segons la intensitat amb què l'energia aplicada actua sobre els teixits. Segons la font de generació, presenten els valors de grandària de partícula següents.

- Electrocoagulació → diàmetre mitjà: $d < 0,1 \mu\text{m}$
- Làser (resecció del teixit) → diàmetre mitjà: $d = 0,3 \mu\text{m}$
- Bisturí ultrasònic → diàmetre mitjà: $d = 0,35\text{-}6,5 \mu\text{m}$

6.2.3. Microorganismes

Segons la bibliografia, solen estar compostos de cèl·lules intactes, fragments cel·lulars, cèl·lules sanguínies o fragments de DNA viral i s'han detectat els microorganismes viables següents:

- Entre els bacteris viables s'han cultivat *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, i micobacteris com *Mycobacterium tuberculosis*.
- Virus infecciosos com el VIH (virus de la immunodeficiència humana), el VHB (virus de l'hepatitis B), el VPB (virus del papil·loma boví) i el VPH (virus del papil·loma humà). També en aquest cas, la presència dels virus està associada al tipus d'intervenció. Per exemple, el DNA del VPH es troba en nombroses mostres de fum produïdes durant l'electrocoagulació de berrugues amb làser. Atès que no hi ha cap prova específica per a avaluar l'activitat biològica de DNA detectat en fum, és difícil determinar-ne la presència.
- Cèl·lules viables de melanoma; s'han detectat en el fum produït per l'electrocauterització de melanomes.

6.3. Efectes sobre la salut de les persones exposades

En la taula 4 es relacionen els efectes que es descriuen en la bibliografia causats per fums quirúrgics.

Taula 4

Inflamació aguda o crònica de les vies respiratòries (bronquitis, asma, emfisema)	Hepatitis
Anèmia	Infecció per VIH
Ansietat	Hipòxia, marejos
Risc de carcinoma i mutagènesi	Llagrimeig
Disfunció cardiovascular	Leucèmia
Còlics	Nàusees, vòmits
Dermatitis	Esternuts
Irritació dels ulls	Irritació de la gola
Mal de cap	Debilitat
Disminució de la visió del camp quirúrgic	Olors desagradables

Lectura recomanada

Podem consultar *Surgical smoke: Risks and preventive measures* a la pàgina web següent: http://www.issa.int/esl/content/download/144555/2899508/file/2-surgical_smoke.pdf

6.4. Determinacions ambientals

La major part de les substàncies de la taula a són presents en l'aire ambient quan s'efectuen mesuraments d'immissió, per això a l'Hospital de Sant Andreu es va dur a terme un estudi comparatiu entre els compostos identificats a les sales d'operacions durant l'aplicació de tècniques que generaven fums quirúrgics i els valors obtinguts a l'exterior d'aquestes sales (vegeu la taula 5).

Taula 5. Compostos identificats qualitativament en les mostres exteriors i de sala d'operacions i en determinacions efectuades a l'Hospital de Sant Andreu els dies 28 de juliol de 2011 i 5 d'agost de 2011

Compost	Exterior (28/07/2011)	Sala d'operacions (28/07/2011)	Exterior (05/08/2011)	Sala d'operacions (05/08/2011)
Isobutà	x		x	
2-metil-1-propè	x		x	
n-butà	x	x	x	x
Acetaldehid	x		x	x
Metanol	x		x	
Isopentà	x	x	x	
n-pentà	x	x	x	
Etanol	x	x	x	x
1,3-pentadiè	x	x	x	x
1,2-triclorotrifluoroetà	x		x	x
Acetona	x	x	x	x
Isopropanol	x	x	x	x
Disulfur de carboni	x	x	x	x

Compost	Exterior (28/07/2011)	Sala d'operacions (28/07/2011)	Exterior (05/08/2011)	Sala d'operacions (05/08/2011)
Diclorometà	x	x	x	x
Ciclopentà	x	x	x	x
3-metilpentà		x	x	x
n-hexà	x	x	x	x
1-propanol	x		x	x
2-etoxi-2-metilpropà			x	x
Metilciclopentà		x	x	
Metiletilcetona	x		x	
Cloroform			x	
2-metilhexà			x	
Tetraclorur de carboni	x		x	
Benzè	x		x	
Àcid acètic	x		x	
Tricloroetilè			x	
Toluè	x	x	x	x
Tetracloroetilè	x		x	x
Acetat de butil	x		x	x
Etilbenzè	x	x	x	x
Nonà	x		x	x
m+p-xilè	x	x	x	x
o-xilè	x	x	x	x

Posteriorment, es va poder dur a terme un estudi quantitatiu. Els resultats obtinguts es presenten en la taula 6 i en la taula 7.

Taula 6. Presa de mostres el 10 de desembre de 2011

Compost	Exterior (1 h 30')	Ambiental Sala d'operacions (1 h 30')	Personal (2 h)
	µg/m ³ per mostra		
Etanol	77,4	230,2	162,7
Acetona	7,1	9,6	26,5
Isopropanol	9,0	5,8	7,5
Ciclopentà	4,2	0,5	<loq

Compost	Exterior (1 h 30')	Ambiental Sala d'operacions (1 h 30')	Personal (2 h)
	µg/m ³ per mostra		
<i>n</i> -hexà	0,3	0,2	0,3
<i>n</i> -propanol	1,3	0,7	0,8
Cloroform	1,1	0,4	0,2
Tetraclorur de carboni	0,7	0,4	0,5
Benzè	1,0	0,3	0,6
Tricloroetilè	2,4	1,0	1,3
Toluè	4,6	2,3	3,3
Tetracloroetilè	0,3	0,1	0,2
Acetat de butil	0,5	0,3	0,5
Etilbenzè	0,5	0,2	0,4
<i>m</i> + <i>p</i> -xilè	1,5	0,7	1,2
<i>o</i> -xilè	0,4	0,2	0,4
α -pinè	0,1	0,2	0,5
Ciclohexanona	0,1	0,5	3,8
1,2,4-trimetilbenzè	0,3	0,3	0,4
Limonè	0,3	0,4	0,7

Taula 7. Presa de mostres l'11 de desembre de 2011

Compost	Exterior (2 h)	Ambiental Sala d'operacions (2 h)	Personal Laparoscòpia (2 h)	Personal Bisturí + la- paroscòpia (4 h)
	µg/m ³ per mostra			
Etanol	ND	223,6	42,7	129,29
Acetona	ND	5,1	54,2	20,76
Isopropanol	ND	1,4	9,8	5,76
Ciclopentà	ND	1,9	0,3	0,04
<i>n</i> -hexà	1,26	0,3	0,1	0,06
<i>n</i> -propanol	ND	0,2	1,5	0,19
Cloroform	<loq	0,6	0,2	0,06
Tetraclorur de carboni	0,07	0,3	0,5	0,19

ND: no detectat
<loq: inferior al límit de quantificació

Compost	Exterior (2 h)	Ambiental Sala d'operacions (2 h)	Personal Laparoscòpia (2 h)	Personal Bisturí + la- paroscòpia (4 h)
	µg/m ³ per mostra			
Benzè	0,03	0,3	0,4	0,20
Tricloroetilè	<loq	0,1	0,1	0,02
Toluè	<loq	0,8	1,2	0,41
Tetracloroetilè	<loq	0,1	0,1	0,04
Acetat de butil	0,03	0,1	0,3	0,06
Etilbenzè	0,02	0,2	0,3	0,08
<i>m+p</i> -xilè	0,07	0,6	1,1	0,28
<i>o</i> -xilè	0,05	0,2	0,4	0,12
<i>α</i> -pinè	0,02	0,5	0,3	0,43
Ciclohexanona	ND	1,0	4,0	6,13
1,2,4-trimetilbenzè	0,08	0,3	0,4	0,16
Limonè	0,06	0,3	0,4	0,27

ND: no detectat

<loq: inferior al límit de quantificació

No s'han efectuat determinacions de partícules ni de microorganismes en fums quirúrgics a l'Hospital de Sant Andreu.

7. Exposició al formaldehid: anatomia patològica

7.1. Introducció

El formaldehid continua sent una de les substàncies més utilitzades en els centres sanitaris. La seva solució aquosa, habitualment del 37% al 50% i amb un 10-15% de metanol, és coneguda com a **formol** o **formalina**. No obstant això, com que és un gas i passa ràpidament a l'ambient, té caràcter irritant i està classificat com a cancerigen (de categoria 2 en la Unió Europea i de categoria 1 segons la IARC) hi ha una àmplia tendència a eliminar-ne l'ús, quan és possible, o bé a reduir l'exposició al màxim, prenent les mesures de correcció pertinents. Per això, contínuament s'estan desenvolupant nous sistemes per a poder controlar correctament l'exposició i, sobretot, destinats a aconseguir disminuir-ne els nivells ambientals.

A l'Hospital de Sant Andreu, com en la majoria d'hospitals, en les unitats d'anatomia i anatomia patològica les solucions de formaldehid són molt utilitzades, però també en altres àrees, incloent-hi la sala d'autòpsies i el dipòsit de cadàvers, i en moltes operacions de neteja. S'ha comprovat que diverses operacions típiques de l'àrea d'anatomia patològica, com la realització de biòpsies, el rentatge de peces, les perfusions, els transvasaments, els dosatges i altres manipulacions amb les solucions impliquen una emissió important del contaminant que afecta directament l'àrea respiratòria del treballador. També s'ha observat que des dels recipients o contenidors de conservació de peces sovint es produeixen fugites de vapors que afecten les zones dedicades a aquest efecte, especialment si es recullen peces grans o fins i tot en el cas de cadàvers.

En definitiva, com a possibles causes de la contaminació per formaldehid en l'ambient de treball s'han trobat les següents:

- La manipulació o l'estudi de les peces anatòmiques conservades.
- Les tasques de conservació.
- Les característiques dels envasos i recipients contenidors.
- L'absència de sistemes de retirada de contaminants i renovacions d'aire adequades.
- Les manipulacions indegudes.

7.2. Classificació i valors límit

En la taula 8 es mostren la classificació i les característiques de perillositat del formaldehid i les seves diferents solucions en aigua.

Taula 8. Classificació de les diferents solucions de formol

Concentració (C)	Pictograma	Paraula d'avertiment	Indicacions de perill
$\geq 25\%$		Perill	<ul style="list-style-type: none"> - Se sospita que provoca càncer - Tòxic en cas d'inhalació - Tòxic en contacte amb la pell - Tòxic en cas d'ingestió - Provoca cremades greus a la pell i lesions oculars greus - Pot irritar les vies respiratòries - Pot provocar una reacció al·lèrgica en la pell
$5\% \leq C \leq 25\%$		Atenció	<ul style="list-style-type: none"> - Se sospita que provoca càncer - Nociu en cas d'inhalació - Nociu en contacte amb la pell - Nociu en cas d'ingestió - Provoca irritació cutània - Provoca irritació ocular greu - Pot irritar les vies respiratòries - Pot provocar una reacció al·lèrgica en la pell
$\geq 1\%$		Atenció	<ul style="list-style-type: none"> - Se sospita que provoca càncer - Pot provocar una reacció al·lèrgica en la pell
$\geq 0,2\%$		Atenció	<ul style="list-style-type: none"> - Pot provocar una reacció al·lèrgica en la pell

Font: presa de l'INSHT, NTP 873.

El valor límit ambiental per a exposicions curtes (LEP VLA-EC) de l'INSHT – Institut Nacional de Seguretat i Higiene en el Treball– (2012) per al formaldehid és de 0,3 ppm (0,37 mg/m³) i cal recordar que està classificat com a cancerígen en humans, grup 1, per la IARC.

7.3. Determinacions ambientals de formaldehid

S'han dut a terme a l'hospital una sèrie de determinacions ambientals que es presenten a continuació. Els mètodes emprats per a la determinació en aire han estat INSHT MTA/MA-018/A89 i NIOSH 2016. Els mostrejos personals s'han ajustat en tots els casos a un temps de quinze minuts.

7.3.1. Laboratori d'anatomia patològica. Sala d'inclusió

La sala d'inclusió és on se seleccionen els teixits que s'analitzaran. Quan es reben peces anatòmiques completes, el patòleg forense en fa una anàlisi macroscòpica per identificar-ne les anomalies i en selecciona fragments tissulars, amb una grandària aproximada de 3 cm x 2 cm, per fer-ne la inclusió amb la tècnica de parafina.

Lectures recomanades

Podeu consultar:

NTP 248: Formaldehid: el seu control en laboratoris d'anatomia i anatomia patològica http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/201a300/ntp_248.pdf

NTP 873: Prevenció de l'exposició a formaldehid <http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/821a921/873w.pdf>

Es van dur a terme cinc mostrejos personals (taula 9) i quatre d'ambientals (taula 10) a la sala d'inclusió, l'esquema en planta de la qual es presenta en la figura 13.

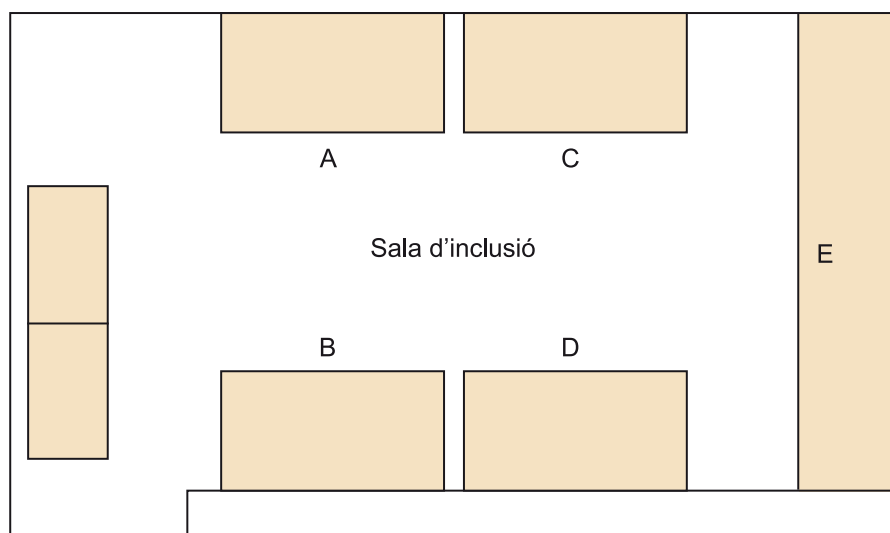
Taula 9. Mostrejos personals (de quinze minuts)

Referència	Concentració (ppm)
T 1 Punt A (matí)	0,06
T 2 Punt B (matí)	0,36
T 6 Punt C (tarda)	0,50
T 7 Punt D (tarda)	0,24
T 8 Punt B (tarda)	0,22

Taula 10. Mostrejos ambientals

Referència	Concentració (ppm)	Temps de presa de mostres
T 3 Punt E (matí)	0,18	105
T 4 Recepció de mostres	0,030	103
T 5 Despatx unitat bàsica de PRL	0,008	130
T 9 Punt E (tarda)	0,22	64

Figura 13. Esquema en planta de la sala d'inclusió



Altres determinacions ambientals i personals dutes a terme a l'hospital en zones en què hi havia queixes d'olor irritant es recullen en la taula 11 i en la taula 12.

Taula 11. Mostrejos ambientals en diferents àrees de l'hospital

Lloc (nombre de mostres preses)	Temps de mostreig	Concentració (ppm)
Magatzem (sense ventilació) (1)	60	43

Lloc (nombre de mostres preses)	Temps de mostreig	Concentració (ppm)
Magatzem de mostres (6)	30-100	0,06-0,54
Despatx (1)	45	<0,01
Cambra frigorífica de cadàvers (1)	35	2,18
Arxiu de mostres (7)	25	0,14-36
Pràctiques de dissecció de cadàvers (6)	15	0,38-2,94
Recepció de mostres (5)	40-100	0,04-0,70
Sala de tall (3)	50-60	0,25-0,48
Sala de pràctiques (2)	60	0,04-0,07
Sala de processament (4)	30-35	0,04-0,44
Sala de talla (&)	30-100	0,03-1,11
Sala de descans (1)	80	0,03
Sala de necròpsies (4)	35-40	0,07-8,40
Arxiu de mostres d'autòpsies (6)	30	1,10-1,60
Sala d'endoscòpies	15	0,01-0,08
Laboratori (general) (4)	15	0,08-6,90
Operacions de neteja i desinfecció en general	15	0,01-1,62

Taula 12. Mostrejos personals en diferents àrees de l'hospital

Personal exposat (nombre de mostres preses)	Concentració (ppm)
Patòleg que treballa en cabina d'extracció (8)	0,31-0,72
Patòleg que treballa en la taula de talla (8)	0,75-3
Tècnic que passeja (8)	0,01-2,21
Patòleg que passeja (10)	0,26-2,0
Tècnic en recollida de mostres (2)	0,04-0,25
Tècnic en laboratori d'immunohistoquímica (2)	0,2-1,2
Tècnic en sala de tall (2)	0,32-0,45

7.4. Mètodes de control

7.4.1. Protecció general i col·lectiva

Per a prevenir l'exposició a formaldehid cal reduir-ne al mínim possible la presència en el lloc de treball, protegir el treballador d'esquitxades i contactes directes amb la pell i establir un pla de formació i informació del personal que el fa servir. Per això, a l'Hospital de Sant Andreu s'han establert les instruccions següents.

- No s'ha d'utilitzar el formol de manera generalitzada com a element de desinfecció; cal restringir-ne l'ús a situacions en què es consideri imprescindible per motius d'asèpsia.
- S'ha d'evitar l'existència de fonts de contaminació innecessàries, com ara recipients oberts, i eliminar ràpidament els vessaments.
- S'han de seguir procediments de treball adequats, evitar l'evaporació i la formació d'aerosols i mantenir els recipients tancats.
- La utilització de vitrines amb tancament i aspiració forçada (vegeu la figura 14) redueix la presència de formaldehid d'una manera molt eficaç. És preferible aquest tipus de cabina que la de taula amb filtre (figura 15).
- La utilització de taules amb aspiració (figura 16 i figura 17) també proporciona bons resultats, si bé s'han d'utilitzar en àrees amb poc moviment d'aire i seguint procediments de treball tendents a provocar la mínima generació de formaldehid provinent de les mostres manipulades.
- Hi ha també unitats portàtils d'extracció que aspiren l'aire per mitjà de filtres impregnats amb permanganat de potassi que fixa químicament el formaldehid. Aquestes unitats són especialment útils per a eliminar l'aldehid en sales d'emmagatzematge de peces petites fixades amb formaldehid.
- Una renovació general de l'aire adequada és imprescindible per a minimitzar-ne les concentracions residuals.

Figura 14. Cabina d'extracció

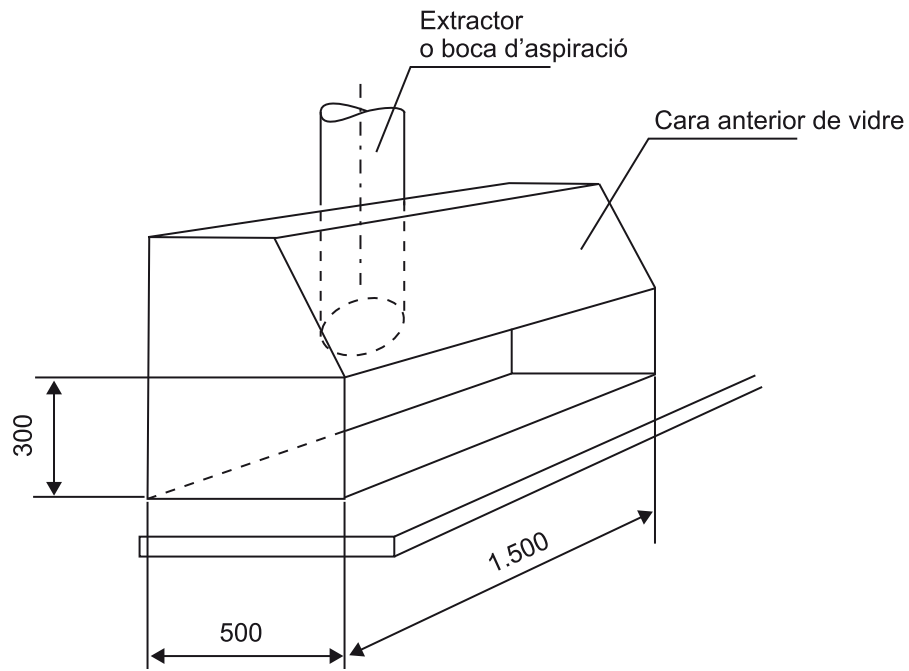


Figura 15. Cabina d'extracció de taula amb filtre

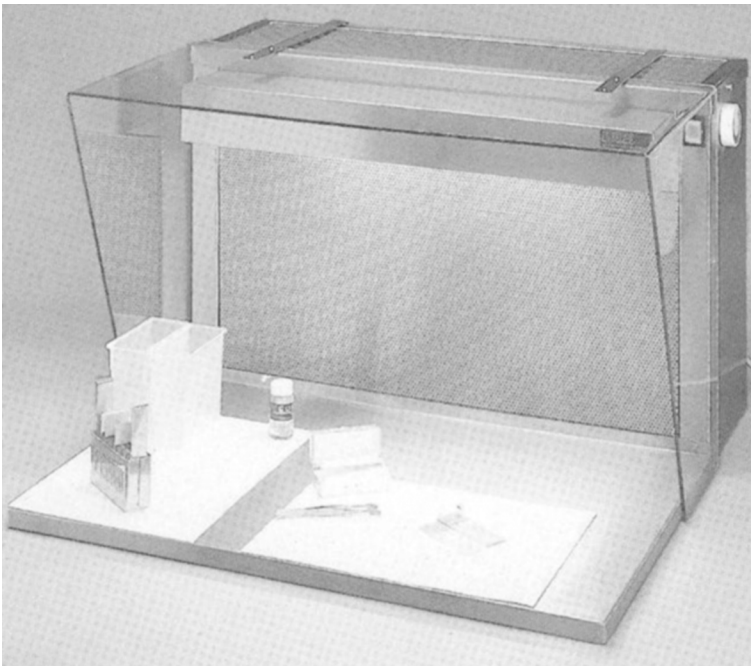


Figura 16. Taula d'extracció amb aspiració superior i inferior

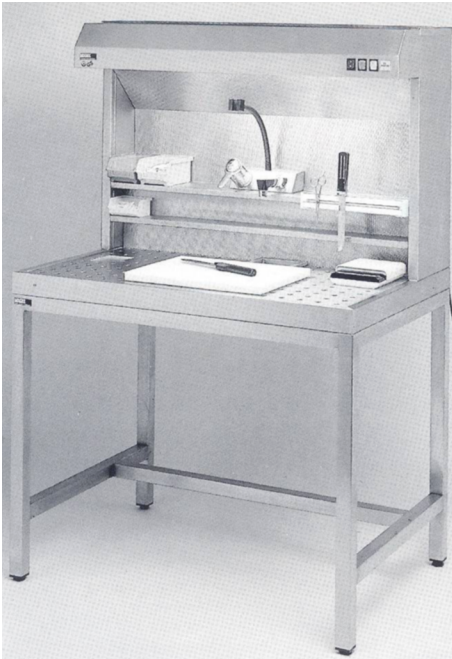
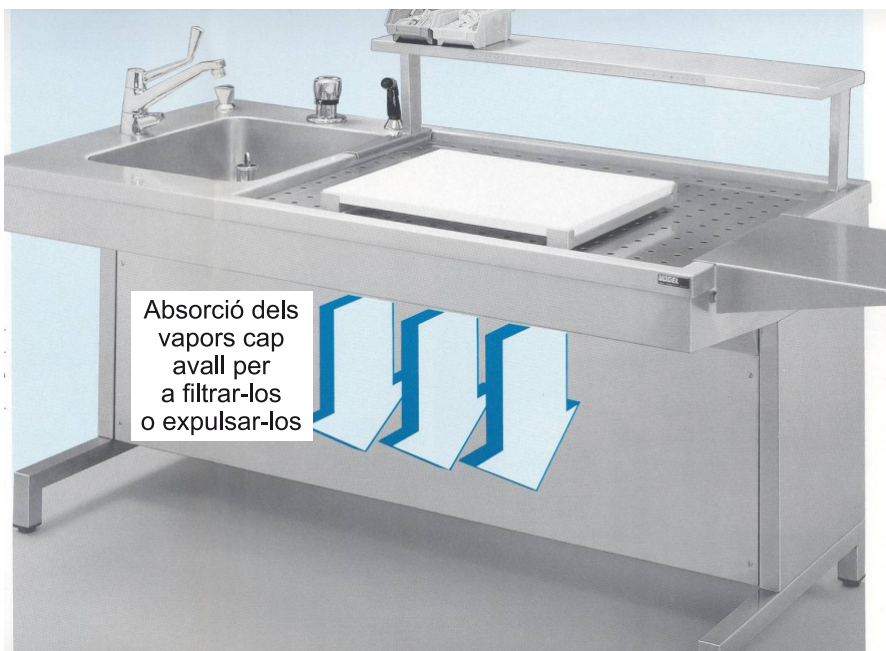


Figura 17. Cabina d'extracció de taula amb filtre



7.5. Control d'operacions específiques

De la mateixa manera, s'han estudiat les operacions específiques en què intervé el formaldehid.

7.5.1. Biòpsies

Les biòpsies sobre peces anatòmiques conservades en formaldehid s'han de realitzar mitjançant extracció localitzada amb la finalitat de retirar els vapors del contaminant de l'atmosfera respiratòria de l'operador i eludir la contami-

nació de l'àrea. El sistema adequat sol ser la instal·lació d'un equip d'extracció localitzada, preferentment una vitrina dissenyada en funció de la superfície de treball requerida, una taula amb extracció perimetral o inferior, o, preferiblement, una combinació de totes dues (taules de talla). Vegeu la figura 18. A l'interior del tancament creat s'han de situar els contenidors oberts i tot el material contaminat o impregnat amb la finalitat, no solament d'evitar exposicions al personal, sinó també d'evitar la contaminació de les àrees adjacents.

Figura 18. Taula combinada



7.5.2. Rentatges i perfusions

Aquestes tècniques requereixen també un tancament equipat amb sistemes d'extracció. Els criteris poden ser els mateixos que els exposats en el punt anterior, amb l'única diferència que han de ser construïts sobre una àrea de treball que inclogui instal·lació o sistema de recollida i eliminació d'abocaments.

D'altra banda, en feines com les que es consideren en aquest apartat, són freqüents les esquitxades i les projeccions. Per això, el personal a càrrec d'aquestes tasques ha d'utilitzar pantalles facials, a més de guants i, si escau, davantals o petos.

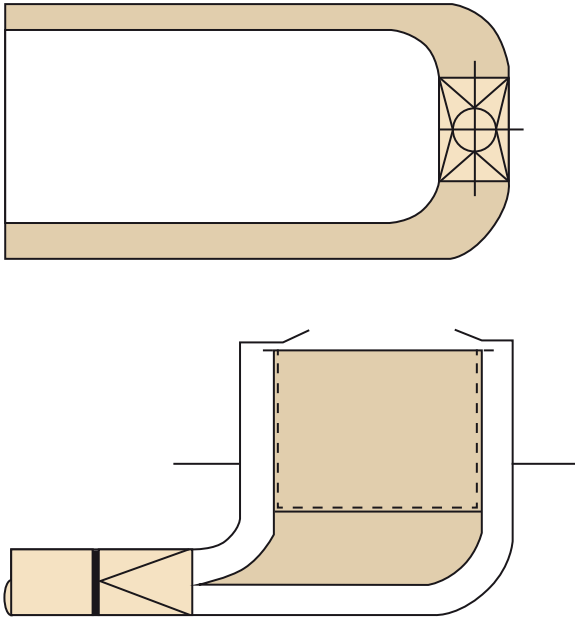
7.5.3. Recipients i envasos

Els recipients o contenidors de peces han de poder assegurar-ne l'hermeticitat, i cal descartar els que per la peculiar forma que tenen es tombin amb facilitat. Els contenidors pesants han d'incorporar nanses que facilitin el fet de moure'ls, i s'han de transportar en carros amb la finalitat d'evitar incidents que es traduïran en vessaments de grans volums.

Un cas especial és el dels tancs fixos en què es conserven cadàvers o grans peces, que es troben habitualment en unitats dedicades a l'ensenyament. Les mesures tècniques de control del contaminant inclouen esclatxes de captació

disposades perimetralment als tancs. La velocitat de captació proporcionada pels equips extractors ha d'assolir 0,3 metres per segon al centre de la superfície del contenidor (vegeu la figura 19).

Figura 19. Taula amb extracció perimetral



Novament, s'ha detectat el risc d'esquitxades i projeccions –aquestes tasques són realitzades fins i tot amb l'ajuda de polispastos–, per la qual cosa es fan extensius els equips de protecció individual proposats en l'apartat anterior.

7.5.4. Transvasaments

La recepció de solucions de formaldehid de grau comercial comporta la possible utilització d'envasos d'una capacitat relativa, cosa que n'implica el transvasament, i aquesta tasca provoca l'aportació del contaminant a l'atmosfera de treball. Per això, els transvasaments s'han de realitzar sempre mitjançant extracció localitzada. Un sistema adequat consisteix en la disposició d'una esclatxa immediatament propera al focus d'emissió, en aquest cas a l'aixeta de sortida del recipient des del qual es vol transvasar o bé la sortida de la bomba utilitzada.

7.5.5. Manipulació del formol

Altres tasques, com els dosatges, la preparació de noves solucions, els pipetejos, etc., exigeixen una sèrie de precaucions i, en algun cas, novament sistemes d'extracció localitzada. Òbviament, s'han de bandejar els pipetejos lliures i altres operacions no adients, com ara l'abandó de recipients sense tancar o sense etiquetar, disposar-los en llocs alts, etc.

Cal destacar d'una manera especial els treballs de neteja de material de vidre o envasos contaminats amb formaldehid. L'àrea de treball s'ha de tractar mitjançant extracció localitzada, i el personal que ho realitza, moltes vegades

aliè al laboratori, ha d'estar informat de la perillositat de l'agent i no ho ha d'executar com si es tractés d'una neteja rutinària; s'ha de dotar dels equips de protecció individual corresponents i d'extracció localitzada tan a prop com sigui possible al punt de treball.

7.5.6. Tractament i eliminació d'abocaments

Els abocaments i esquitxades de quantitat petita es poden absorbir mitjançant paper, fer-ne l'evaporació en vitrina i després cremar el paper. Si es produeixen en una quantitat gran, s'ha de cobrir la zona afectada amb bisulfit sòdic, afegir-hi una quantitat petita d'aigua i barrejar-ho. La mescla es pot disposar en un recipient adequat i després de deixar passar un interval de temps d'una hora, aproximadament, s'aboca pel desguàs amb un excés d'aigua. La zona contaminada es pot tractar amb aigua sabonosa.

Els residus s'han de gestionar dins del pla de gestió de residus sanitaris de què disposa l'hospital.

7.5.7. Aplicació de formol en àrees o zones de treball

El tractament d'àrees o superfícies de treball requereix proporcionar una renovació adequada de l'aire del local. El cabal de ventilació depèn que existeixin (o s'utilitzin) extraccions localitzades i de la manera de treballar (bones pràctiques).

A les sales destinades a acollir contenidors de conservació en què es puguin realitzar moviments de peces grans cal tenir previst un sistema que proporcioni retirades i aportacions d'aire suplementaris, augmentant sensiblement la ventilació ja que en alguns casos es produiran emissions considerables de contaminant que caldrà evacuar de pressa per a evitar contaminacions residuals i d'àrees properes. S'ha de tenir sempre en compte el criteri de no reciclar l'aire extret des d'un laboratori i, òbviament, mantenir-lo sempre en depressió, igual que en les zones petites o fins i tot els armaris destinats a l'estoc d'envasos que contenen petites mostres.

7.6. Equips de protecció individual (EPI)

La utilització d'EPI implica l'establiment d'un programa per a dur-ne a terme la gestió adequada, des de la decisió de l'ús que se n'ha de fer fins a la formació i la informació als usuaris, sense oblidar en cap cas el caràcter d'"última protecció" que tenen. Els EPI recomanats generalment per a treballar amb formaldehid són els que protegeixen del contacte dèrmic i d'esquitxades, com ara guants, davantals, ulleres i màscares facials. Si es vol evitar completament la inhalació de vapors, s'han de fer servir equips de protecció respiratòria.

7.7. Altres productes químics en anatomia patològica

En aquest apartat ens hem centrat en la problemàtica del formaldehid tant per l'ús ampli que se'n fa com per l'alt grau de perillositat que implica; tanmateix, cal afegir que en l'activitat en anatomia patològica hi ha presents també els xilens (valor límit ambiental per a exposicions diàries –VLA-ED– de 200 ppm, valor límit ambiental per a exposicions curtes –VLA-EC– de 250 ppm) i el metanol (VLA-ED de 50 ppm i VLA-EC de 100 ppm). La barreja d'isòmers que constitueixen el primer s'identifica per una olor dolça característica, mentre que la presència en l'aire del segon queda emmascarada per la sensació irritant del formaldehid.

En totes les determinacions ambientals efectuades de tots dos productes en l'àrea d'anatomia patològica no es van assolir concentracions superiors a 10 ppm de xilens i 5 ppm de metanol, per la qual cosa es va descartar establir un pla de mesuraments periòdics.

8. Exposició al glutaraldehid

8.1. Introducció

A l'Hospital de Sant Andreu el glutaraldehid s'utilitza sol o en combinació amb altres productes, en primer lloc, per a esterilitzar el material destinat a endoscòpies (colonoscòpies, broncoscòpies) i altres aparells o materials delicats no resistents a l'hipoclorit sòdic (lleixiu) ni a la calor, o bé com a tractament més eficaç davant d'alguns agents biològics com el VIH i el *Mycobacterium tuberculosis*, entre d'altres. També s'utilitza en neteja, desinfecció i esterilització de superfícies, com ara terres, parets, armaris i taules, en sales d'operacions i en zones d'alt risc. Finalment, també se n'esmenta la presència en els laboratoris d'anatomia patològica, en l'operació de fixació de teixits, en radiologia, durant el revelatge de plaques, i en dermatologia, per al tractament de berrugues. Després de consultar el Comitè d'Infeccions de l'hospital, se'ns comenta que a causa de les excepcionals qualitats bactericides, fungicides i viricides que té, cada vegada s'utilitza més.

Des del punt de vista químic, el glutaraldehid és un producte molt reactiu que es polimeritza en aigua. Les solucions aquoses lleugerament àcides són relativament estables, aspecte que es pot incrementar amb l'addició de productes específics com el metanol. En el medi alcalí, en canvi, la reactivitat és més alta, i pot arribar a ser violenta a pH elevats. En aquest medi, a una temperatura ambient, reacciona ràpidament amb els grups amino de les proteïnes i les desnatura, raó per la qual s'utilitza com a antisèptic.

A l'hospital, per a fer-lo servir com a antisèptic, s'usa en solucions aquoses, associat amb un altre aldehid (glutaraldehid + formaldehid), amb dos aldehids (glutaraldehid + formaldehid + glioxal) i amb altres principis actius com sals d'amoni quaternari i fenol (fenolats). Per bé que es disposa de solucions aquoses de diferents concentracions (50%, 25% i 2%), la més emprada és la més diluïda.

8.2. Efectes sobre la salut

El glutaraldehid és un irritant de la pell, dels ulls i de les vies respiratòries i un sensibilitzant; se n'ha de restringir l'ús als casos en què sigui imprescindible. D'altra banda, l'aplicació d'unes bones pràctiques de manipulació és fonamental per a reduir l'exposició als nivells més baixos possibles. En exposicions de durada curta i fins i tot a concentracions baixes, produeix irritació de les mucoses i especialment del tracte respiratori superior, si bé cal tenir-ne en compte la baixa pressió de vapor (el punt d'ebullició és proper a 200 °C).

Pel que fa al contacte dèrmic amb solucions que contenen glutaraldehid, no s'han descrit efectes irritants a concentracions inferiors al 0,5% ni tampoc sensibilització a concentracions inferiors al 0,1%. El contacte perllongat o repetit amb la pell a concentracions més elevades pot produir dermatitis i sensibilització. No hi ha acord sobre si la inhalació prologada i repetida pot produir asma. D'altra banda, els estudis sobre genotoxicitat, cancerigenicitat i toxicitat reproductiva no han mostrat resultats positius, ni en toxicologia experimental ni en estudis epidemiològics realitzats en treballadors d'hospitals.

8.3. Classificació i valors límit

El glutaraldehid està classificat amb els trets següents:

- Tòxic agut per inhalació i ingestió de tercera categoria (H331-301).
- Corrosiu per a la pell de categoria 1B (H314: provoca cremades greus a la pell i lesions oculars greus).
- Sensibilitzant respiratori i dèrmic de primera categoria (H334: pot provocar símptomes d'al·lèrgia o asma o dificultats respiratòries en cas d'inhalació i H317: pot provocar una reacció al·lèrgica a la pell).
- Tòxic aquàtic agut de categoria 1 (H400: molt tòxic per als organismes aquàtics).

Atès que es fa servir sempre diluït, cal assenyalar que la seva classificació es modifica segons els diferents nivells de dilució en aigua:

- Concentració entre el 0,5% i el 10%: irritant de la pell de segona categoria (H315: provoca irritació cutània).
- Concentració entre el 2% i el 10%: causa danys als ulls (H318: provoca lesions oculars greus).
- Concentració entre el 0,5% i el 2%: irritant ocular (H319: provoca irritació ocular greu).
- Concentració superior al 0,5%: STOT (*specific target organ toxicity*, 'toxicitat específica per a l'òrgan diana') en aquest cas com a sensibilitzant respiratori (H335: pot irritar les vies respiratòries) i sensibilitzant de la pell (H317: pot provocar una reacció al·lèrgica a la pell).

El VLA-EC és de 0,05 ppm (0,2 mg/m³). És un valor molt baix, fixat per a protegir del caràcter sensibilitzant que té, i si es manipula en quantitats rellevants, per exemple en neteja general, és molt difícil de complir.

8.4. Usos del glutaraldehid a l'hospital

8.4.1. Esterilització d'endoscopis

L'esterilització d'endoscopis es realitza per immersió en un recipient que conté una solució del 2% de glutaraldehid activada amb bicarbonat sòdic, diluïda i amb agitació. El nivell de dilució, 1:8 o 1:15, com també la durada de la immersió, depenen del grau de desinfecció o esterilització pretès. El recipient emprat sol ser de material plàstic amb tapa, encara que no de tancament hermètic. Una vegada transcorregut el temps fixat, els objectes s'extreuen i es renten amb aigua abans d'aplicar-los a un altre pacient. Aquesta operació en la major part dels casos es realitza de manera manual, per bé que l'hospital ha adquirit recentment un sistema que en permet l'automatització (vegeu la figura 20).

Figura 20.



Equip per a neteja manual

Equip per a neteja automàtica

En aquestes unitats s'han trobat nivells de concentració en aire relativament elevats (ho veurem més endavant) a causa del tipus de treball i de les concentracions utilitzades. Per això, com ja s'ha dit, s'han d'establir uns procediments de treball adequats, destinats principalment a evitar l'evaporació o la formació d'aerosols mitjançant el control de l'agitació, l'absència de moviments bruscos i mantenint oberts els recipients el mínim de temps possible, sobretot si no es disposa d'un sistema d'extracció localitzada.

8.4.2. Neteja de superfícies en zones d'alt risc

A l'hospital s'empren mescles de glutaraldehid amb altres aldehids o sals d'amoni quaternari diluïts a l'1%, en la neteja de superfícies de sales d'operacions, unitats de cures intensives (UCI), urgències, hemodiàlisis i altres àrees de risc elevat. En aquest cas cal tenir en compte que el glutaraldehid aplicat, malgrat que presenta una pressió de vapor petita, com ja hem comentat, s'acabarà evaporant afavorit per la seva aplicació estesa a grans superfícies, ja que l'evaporació és un fenomen superficial.

Per a aquest tipus d'aplicacions s'ha de considerar en primer lloc si el seu ús és imprescindible o bé pot ser substituït per altres productes menys problemàtics, per descomptat, amb la mateixa eficàcia. En segon lloc, s'ha de valorar la necessitat d'una ventilació suficient i adequada a les necessitats d'asèpsia de la zona. En tercer lloc s'han de valorar en aquestes àrees els requisits de qualitat d'aire per part dels pacients amb problemes respiratoris que hi estiguin ingressats.

A continuació, a manera d'exemple presentem el procediment de neteja que s'utilitza a l'hospital per a reduir al mínim l'exposició dels treballadors al glutaraldehid en la neteja "terminal" de les sales d'operacions, que és la que es realitza al final de l'activitat.

Procediment de neteja

- 1) Buidatge dels contenidors de residus a les bosses de plàstic utilitzades. S'han de tancar amb doble nus i evacuar-les per a efectuar-ne l'eliminació, segons el pla de gestió de residus sanitaris del centre.
- 2) Tancament de la sala d'operacions durant un temps perquè l'aire quedi en repòs amb la finalitat que puguin sedimentar les partícules en suspensió.
- 3) Si al terra de la sala d'operacions hi ha taques de sang, pus o altres líquids orgànics, es fa una primera neteja amb aigua, detergent i lleixiu (100 ml de lleixiu en 10 l d'aigua). Una vegada eliminades aquestes taques es llença l'aigua i s'esbandeix la galleda amb aigua neta.
- 4) Neteja del mobiliari amb la solució d'aldehids a la concentració que indiqui el protocol específic de la sala d'operacions (si no hi ha cap contraindicació, a l'1%) començant per les superfícies horitzontals (taula d'operacions, taules auxiliars i instrumental), després les verticals del mobiliari i, finalment, les parets, sempre de dalt a baix.
- 5) Una vegada acabada la neteja del mobiliari i les parets es frega i es desinfecta el terra.
- 6) Al final de la neteja es llença l'aigua de l'esbandida de la baieta i la solució que s'ha utilitzat per a la neteja, de manera que quan es comenci una nova neteja s'utilitzi sempre aigua i solució totalment netes.

Durant les operacions que s'han descrit en el punt quart és convenient portar peces de protecció personal amb la finalitat d'evitar qualsevol contacte directe amb la pell com ara guants, ulleres o pantalles facials per a evitar possibles esquitxades (vegeu l'apartat d'equips de protecció individual o EPI). Cal tenir en compte que les mascaretes quirúrgiques no protegeixen en absolut dels vapors i molt poc de les esquitxades. També, s'han de seguir les precaucions habituals quan s'utilitza lleixiu i quan s'eliminen les solucions aquoses que resulten després de la neteja.

Aquestes mateixes precaucions s'han de considerar en la neteja de les zones de risc elevat.

8.4.3. Utilització en anatomia patològica, radiologia i dermatologia

Finalment, també s'utilitza com a fixador en histopatologia, en el revelatge de radiografies i en el tractament de berrugues. En conseqüència, els locals on es realitzen aquestes operacions han d'estar proveïts d'una bona ventilació amb la finalitat de reduir al màxim la contaminació ambiental per glutaraldehid, i també per altres possibles contaminants, com el formaldehid en el primer cas i l'àcid acètic en el segon.

Lectura recomanada

Podem consultar:

NTP 506: Prevenció de l'exposició a glutaraldehid en hospitals:
http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/501a600/ntp_506.pdf

8.5. Personal exposat

El col·lectiu de treballadors exposats professionalment al glutaraldehid està encapçalat pel personal de la neteja, que és el més directament afectat i a qui han d'anar adreçats els esforços més grans per a controlar i reduir al màxim la possibilitat d'exposició. No obstant això, el nombre potencial d'exposats és elevat ja que abasta pràcticament tots els treballadors sanitaris que desenvolupen l'activitat en alguna de les àrees que s'han esmentat anteriorment.

8.6. Nivells de contaminació

S'han efectuat determinacions ambientals de glutaraldehid emprant el mètode analític NIOSH 2532 i el de Levin i altres (1985) (*Anal. Chem.*, vol. 57, núm. 1032, modificat) amb mostres de quinze minuts en les unitats d'endoscòpia, les sales d'operacions i les zones d'alt risc. Es van prendre mostres personals i ambientals en unitats d'endoscòpies a prop de les cubetes de desinfecció i en les sales d'operacions durant l'operació de neteja del final de la jornada laboral. Els resultats s'exposen en la taula 13.

Taula 13. Determinacions de glutaraldehid en diferents zones

Àrea estudiada	Concentració
Departament d'endoscòpies. Mostres ambientals	0,5 ppb - 0,04 ppm
Departament d'endoscòpies. Mostres personals	0,5 ppb - 0,06 ppm
Sales d'operacions. Mostres ambientals	<0,5 ppb
Sales d'operacions. Mostres personals	<0,5 ppb
Neteja exhaustiva de zones de risc. Mostres personals	0,5 ppb - 0,04 ppm

Les concentracions ambientals determinades es correlacionen clarament amb el cabal d'aire de renovació, la disponibilitat de sistemes d'extracció localitzada i el sistema de neteja (manual o automàtic). L'existència i el compliment de protocols estrictes de treball és un altre factor determinant en l'existència d'exposicions ambientals de glutaraldehid.

8.7. Mesures de protecció general i col·lectiva

- Reduir-ne al mínim possible la presència en el lloc de treball emprant-lo només en els casos en què sigui necessari i en les condicions en què la probabilitat d'entrar-hi en contacte per la pell o per inhalació sigui molt petita. Cal evitar sempre l'existència de fonts de contaminació innecessàries, com ara recipients oberts, i eliminar ràpidament els vessaments, recollint-los amb papers o draps absorbents que una vegada utilitzats s'han de dipositar en recipients hermètics.
- Protegir el treballador davant d'esquitxades i contactes directes amb la pell.

- Establir un pla de formació i informació del personal que el maneja.
- Realitzar la vigilància mèdica adequada per a la protecció de persones sensibilitzades.

En endoscòpia s'han d'observar procediments de treball adequats, evitant l'evaporació i la formació d'aerosols i mantenint els recipients tancats. La utilització de vitrines amb tancament i aspiració forçada redueix gairebé del tot la presència de glutaraldehid residual en l'aire de la sala, a més d'altres productes que poden acompanyar el glutaraldehid, com el fenol i el formaldehid. D'altra banda, una renovació general de l'aire adequada no solament contribueix a minimitzar les concentracions residuals, sinó que a més és imprescindible per a eliminar olors molestes, habituals en aquesta dependència. La utilització de sistemes automatitzats millora considerablement els problemes de contaminació.

En l'aplicació extensiva de solucions que contenen glutaraldehid per a desinfectar superfícies, s'ha de tenir en compte el protocol per a realitzar l'operació amb el mínim risc d'exposició, utilitzant sempre que calgui equips de protecció personal, guants, protecció ocular, màscara facial i davantals resistent a les solucions de glutaraldehid.

8.8. Equips de protecció individual (EPI)

La utilització d'EPI implica l'establiment d'un programa per a dur-ne a terme la gestió adequada, des de la decisió de l'ús que se n'ha de fer fins a la formació i la informació als usuaris, sense oblidar en cap cas el caràcter d'"última protecció" que tenen. Els EPI recomanats generalment per a treballar amb glutaraldehid són els que protegeixen del contacte dèrmic, com els guants, i d'esquitxades, com els guants, els davantals, les ulleres i les màscares facials. Si es vol evitar completament la inhalació de vapors, s'han d'utilitzar equips de protecció respiratòria certificats.

8.9. Pla de controls ambientals periòdics

Ateses les concentracions determinades de glutaraldehid, es proposa establir un procediment de control la periodicitat del qual estigui en funció dels nivells d'exposició observats. També es proposa que es duguin a terme aquests controls sempre que es produeixin modificacions en el procediment d'aplicació o bé quan es presentin queixes o es detecti alguna alteració en la salut dels treballadors que es pugui associar a l'exposició a glutaraldehid.

9. Exposició a l'òxid d'etilè. Esterilització

9.1. Introducció

La necessitat d'esterilitzar materials sensibles a la calor i a la humitat ha fet de l'òxid d'etilè l'agent esterilitzant adequat per als processos d'esterilització en fred. El grau elevat de perillositat que implica ha fet que els fabricants i els usuaris hagin engegat un seguit de mecanismes tendents a perfeccionar els equips i les instal·lacions i a establir dissenys i procediments de treball que redueixen al màxim l'exposició a aquest compost, com succeeix a l'Hospital de Sant Andreu. Malgrat que per a algunes aplicacions sembla insubstituïble, actualment hi ha disponibles tecnologies alternatives que l'hospital té en projecte per a eliminar definitivament l'ús de l'òxid d'etilè.

L'òxid d'etilè és un gas inflamable (categoria 1) i extremament reactiu. A temperatura ambient es polimeritza fàcilment. També es pot descompondre espontàniament tot i que no és corrosiu per als metalls ni per a diversos tipus de cautxús o de matèries plàstiques, cosa que en simplifica l'ús. També està classificat com a cancerigen i mutagen 1B, amb toxicitat aguda de categoria 3, irritant ocular i de la pell de categoria 2 i STOT (*specific target organ toxicity*, toxicitat específica per a l'òrgan diana; sensibilitzant respiratori) de categoria 3. Les indicacions de perill són les següents. H220: gas extremament inflamable; H350: pot provocar càncer; H340: pot provocar defectes genètics; H331: tòxic per inhalació; H319: provoca irritació ocular greu; H335: pot irritar les vies respiratòries, i H315: provoca irritació cutània.

Els valors límit d'exposició professional a agents químics adoptats per l'INSHT fixen per a l'òxid d'etilè un VLA-ED d'1 ppm (1,8 mg/m³).

9.2. Exposició a l'òxid d'etilè en la unitat d'esterilització

La unitat d'esterilització de l'Hospital de Sant Andreu està dividida en les tres àrees de treball següents:

- 1) Zona de preparació, on el material es neteja i es prepara abans del procés d'esterilització (zona "bruta").
- 2) Zona de l'autoclau, on té lloc el procés d'esterilització i ventilació i la càrrega i descàrrega de l'autoclau.
- 3) Zona d'emmagatzematge del material estèril, on el material clínic es guarda fins que és utilitzat (zona "neta").

9.2.1. Disseny

L'equip d'esterilització mitjançant òxid d'etilè té les característiques següents, d'acord amb el que estableixen les recomanacions habituals per a aquest tipus d'equips.

- L'autoclau d'òxid d'etilè (vegeu la figura 21) està aïllada físicament de l'àrea habitual de treball.
- L'equip treballa en pressió negativa.
- Només té una porta.
- Té un sistema d'extracció localitzada situada a la part superior de l'autoclau, per a extreure el gas residual.
- El recinte on hi ha l'autoclau està en depressió pel que fa a les zones de treball adjacents.
- L'òxid d'etilè se subministra en cartutxos d'una sola dosi i s'utilitza sempre en circuit tancat.
- El cicle d'esterilització inclou la ventilació del material.
- L'òxid d'etilè extret, una vegada finalitzat el cicle, s'evacua a l'exterior, directament o després del tractament pertinent segons les instruccions del fabricant.

Figura 21. Esterilitzador d'òxid d'etilè



9.2.2. Determinacions ambientals

Els marges de concentracions determinades utilitzant el sistema de lectura directa EO-Self-Scan es presenten en la taula 14.

Taula 14. Resultats de les determinacions ambientals d'òxid d'etilè

Lloc de la presa de mostra	Concentració (ppm)
Ambiental. Zona bruta	0,2-0,4
Ambiental. Zona neta	0,3-0,7
Personals. Zona bruta	0,2-0,6*
Personals. Zona neta	0,2-0,8*
Personals. Moment d'obertura de l'autoclau	4,2-8,3**

* Els valors més alts corresponen a les persones que durant la jornada laboral han obert l'esterilitzador per treure el material una vegada acabat el cicle. ** L'operació de buidatge dels esterilitzadors es duu a terme emprant protectors personals respiratoris.

9.3. Mesures preventives

A continuació es resumeixen les accions preventives establertes a l'hospital per a reduir al màxim l'exposició a l'òxid d'etilè.

- Esterilitzar només els materials que no es puguin tractar amb l'autoclau de vapor.

Lectura recomanada

Podeu consultar:
 NTP 470: Òxid d'etilè: prevenció de l'exposició en hospitals: http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/401a500/ntp_470.pdf

- La unitat d'esterilització és una zona de pas restringit i només és permesa l'entrada al personal del servei. Està convenientment senyalitzada.
- La porta de la zona on està situat l'òxid d'etilè ha de romandre tancada.
- Les intervencions del personal de manteniment i neteja s'han de fer en condicions de risc mínim (màquines parades, dies lliures) i sempre després d'haver-los-en informat i proporcionat els equips de protecció personal adequats. Es consideren treballs amb autorització.
- Es duen a terme controls periòdics per comprovar el funcionament correcte dels equips i dels sistemes d'extracció.
- L'autoclau s'utilitza sempre seguint les instruccions del fabricant. Tant els equips com les instal·lacions tenen un protocol de manteniment.
- Es respecta el període de ventilació del material, que ha de ser com a mínim de dotze hores.
- Per a obrir l'autoclau el personal s'ha de posar guants, mascareta, gorra i ulleres.
- Els cartutxos buits s'han d'introduir en l'airejador o afegir-los aigua per eliminar l'òxid d'etilè residual que pugui quedar. Una vegada tractat, el cartutx s'elimina com a residu urbà.
- Es realitzen controls ambientals i personals periòdics amb la finalitat de conèixer els nivells residuals d'òxid d'etilè. S'ha d'efectuar una avaluació ambiental quan se sospiti que hi ha una fuga.
- Es disposa d'una alarma sonora i visual que s'activa en cas de fuga o nivell de contaminació elevat. Hi ha instruccions detallades per a actuar en aquest cas, i també en el d'incendi.

9.4. Alternatives a l'ús de l'òxid d'etilè

9.4.1. Peròxid d'hidrogen

L'equip (sistema Sterrad ®) consta d'una cambra d'esterilització en la qual es col·loca el material que es processarà, un generador per a l'emissió de radiofreqüències (RF) i un recipient que conté peròxid d'hidrogen (H₂O₂) líquid en solució aquosa al 58%.

9.4.2. Peròxid d'hidrogen i àcid peracètic

L'equip (sistema Plazlite®) consta d'una cambra d'esterilització en la qual es col·loca el material que es processarà, un magnetró generador de microones, un contenidor amb una solució, per a diversos cicles, de peròxid d'hidrogen al 22%, àcid peracètic al 5%, àcid acètic al 5% i la resta aigua, i un sistema d'alimentació de gasos oxigen, hidrogen i argó.

9.4.3. Formaldehid

És un sistema que utilitza formaldehid al 2% amb vapor a baixa temperatura en buit.

9.4.4. Glutaraldehid

El glutaraldehid, que ja s'ha tractat en un apartat específic, és una possible alternativa que cal considerar per a esterilitzar els materials i els equips susceptibles de ser-hi submergits.

Lectura recomanada

Reial decret 665/1997, de 12 de maig, sobre la protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents cancerígens durant la feina. BOE núm. 124, de 24 de maig de 1997. Modificat pel Reial decret 1124/2000 i pel Reial decret 349/2003: http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/normativa/textoslegales/rd/1997/665_97/pdfs/realdecreto6651997de12de mayosobrelaproteccionde lostra.pdf

10. Exposició a ciments ossis. El metacrilat de metil

10.1. Introducció

L'anomenat *ciment ossi protèsic* que s'utilitza a l'Hospital de Sant Andreu en ortopèdia i odontologia és una resina acrílica la funció de la qual és assegurar la fixació de la pròtesi al teixit ossi receptor. S'utilitza en operacions de reemplaçament de maluc, de genoll i d'espatlla, en les vertebroplàsties i les pròtesis dentals, per a omplir els espais entre el metall de la pròtesi i la cavitat que s'ha preparat per a dur-ne a terme la inserció.

El ciment ossi es prepara a partir de dos components: un líquid que conté el monòmer i el polímer en pols, que comercialment es poden presentar en diferents formats (vegeu la taula 15).

Taula 15. Composició del ciment ossi

Líquid	Pols
Metacrilat de metil: monòmer (98%) Dimetil- <i>p</i> -toluïdina: agent accelerador de la reacció necessari perquè la barreja es produeixi en un temps adequat (1,5%) Hidroquinona: inhibidor de la reacció; estabilitza la barreja (0,0075%)	Polimetilmetacrilat: polímer Peròxid de benzoil: agent catalitzador; altera o retarda la velocitat de reacció Sulfat de bari: component que permet la radiopacitat del ciment

10.2. Manipulació i tècniques de preparació del ciment ossi

La preparació del ciment consisteix a barrejar els dos components de manera que es produeix una reacció de polimerització exotèrmica amb un despreniment de calor important que pot arribar als 100 °C al centre de la massa del polímer. És, per tant, durant aquest procés que es genera una major quantitat de vapors potencialment tòxics i nocius que poden ser inhalats directament pel tècnic encarregat de l'operació i altre personal present a la sala d'operacions, si no es prenen les mesures adequades.

Hi ha diferents sistemes per a preparar aquests ciments: recipients oberts, sistemes dissenyats per al control d'emissions quan es realitza la barreja i durant el procés d'enduriment i sistemes tancats que permeten el control d'emissions durant tota la manipulació dels components.

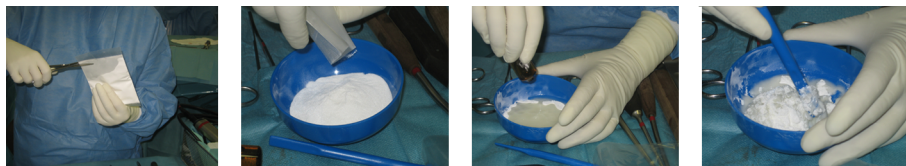
En el primer cas, la preparació es realitza de manera manual mitjançant un recipient mesclador obert i una espàtula. Els components del ciment s'afegeixen al recipient i es barregen sense cap tipus de tapa, tancament o una altra precaució (figura 22).

Lectura recomanada

Podeu consultar:

NTP 811: Ciments ossis: prevenció de l'exposició als seus components durant la preparació: <http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/786a820/811%20web.pdf>

Figura 22. Procediment de preparació en obert



En el segon cas, el control dels vapors durant la barreja i l'enduriment del ciment es realitza mitjançant un recipient que té connexió al buit per a evacuar el volum d'aire del sistema durant la barreja i l'enduriment. El sistema disposa d'una tapa amb una pala mescladora i una manovella. Els components del ciment s'afegeixen al recipient, es tanca amb la tapa i es connecta al buit; el ciment es barreja dins del recipient girant la manovella (figura 23). També hi ha un model d'aplicació en sistema tancat, emprant una xeringa o pistola (figura 24) que permet barrejar els dos components sense emissió de vapors.

Figura 23. Sistema amb evacuació de gasos



Figura 24. Aplicació en sistema tancat (pistola)



La durada total del procés és d'uns quinze minuts. El procediment que s'ha de seguir és determinat pel tipus d'aplicació i el criteri del traumatòleg, i també per la temperatura ambiental de la sala d'operacions i la forma d'emmagatzematge del ciment.

10.3. Efectes tòxics i personal exposat

El metacrilat de metil és una substància irritant per al sistema respiratori i a concentracions elevades pot provocar irritació de les vies inhalatòries, marejos, cefalees i efectes anestèsics. És també irritant per als ulls i sensibilitzant per a la pell. L'efecte més esmentat de l'exposició repetida és el narcòtic (anestèsic), i també el de la irritació ocular si les concentracions són elevades. Si el component líquid hi entra en contacte cal rentar-los amb aigua abundant. També poden presentar una reacció adversa amb les lents de contacte. L'aparició de dermatitis de contacte en individus sensibles no és rara. No s'han descrit efectes cancerígens, teratògens, mutàgens ni de toxicitat reproductiva.

Estan exposats al metacrilat de metil els cirurgians, les infermeres, altre personal de les sales d'operacions de traumatologia i especialment la persona que prepara el ciment ossi.

10.4. Classificació i valors límit ambientals

El metacrilat de metil està classificat com a líquid inflamable, de categoria 2, STOT (*specific target organ toxicity*, toxicitat específica per a l'òrgan diana; sensibilitzant respiratori) de categoria 3, irritant per a la pell de categoria 2, sensibilitzant per a la pell de categoria 1, amb les indicacions de perill H225: líquid i vapors molt inflamables; H335: pot irritar les vies respiratòries; H 315: provoca irritació cutània, i H317: pot provocar una reacció al·lèrgica a la pell.

Els límits d'exposició professional per a agents químics a l'Estat espanyol de l'any 2012 li assignen un VLA-ED de 50 ppm (208 mg/m³) i un VLA-EC de 100 ppm (416 mg/m³) amb la notació *sen* de "sensibilitzant cutani".

10.5. Mesurament de l'exposició

La determinació de metacrilat de metil en l'aire es pot dur a terme mitjançant mètodes diferents. En el nostre cas es va fer servir el mètode analític NIOSH 2537, que utilitza tubs adsorbents XAD-2 de 400 mg/200 mg. El temps de mostreig va ser en tots els casos de quinze minuts, que és, d'una banda, el temps que dura aproximadament la preparació del ciment, i, de l'altra, el temps de mostreig requerit per a comprovar el VLA-EC. Els resultats obtinguts es presenten en la taula 16.

Taula 16

Mostra	Concentració (ppm)
Ambientals	
Sala d'operacions 11	2
Sala d'operacions 12	1
Sala d'operacions 13	6

Mostra	Concentració (ppm)
Sala d'operacions 14	5
Personals	
Sala d'operacions 11 (infermera)	4
Sala d'operacions 11 (instrumentista)	15
Sala d'operacions 11 (auxiliar especialista)	45
Sala d'operacions 12 (infermera)	12
Sala d'operacions 12 (instrumentista)	20
Sala d'operacions 12 (auxiliar especialista)	33
Sala d'operacions 13 (infermera 1)	13
Sala d'operacions 13 (infermera 2)	12
Sala d'operacions 13 (instrumentista)	8
Sala d'operacions 13 (auxiliar especialista)	50
Sala d'operacions 14 (infermera 1)	15
Sala d'operacions 14 (instrumentista 2)	15
Sala d'operacions 14 (auxiliar especialista 1)	58
Sala d'operacions 14 (infermera 2)	9
Sala d'operacions 14 (instrumentista 2)	8
Sala d'operacions 14 (auxiliar especialista 2)	37

A l'hospital, a la sala d'operacions de traumatologia d'urgències, es realitzen molt poques intervencions que requereixin l'ús de metacrilat i, quan es produeixen, s'empra el sistema tancat amb pistola. Succeeix el mateix en les unitats d'estomatologia i odontologia.

10.6. Mesures per a prevenir l'exposició

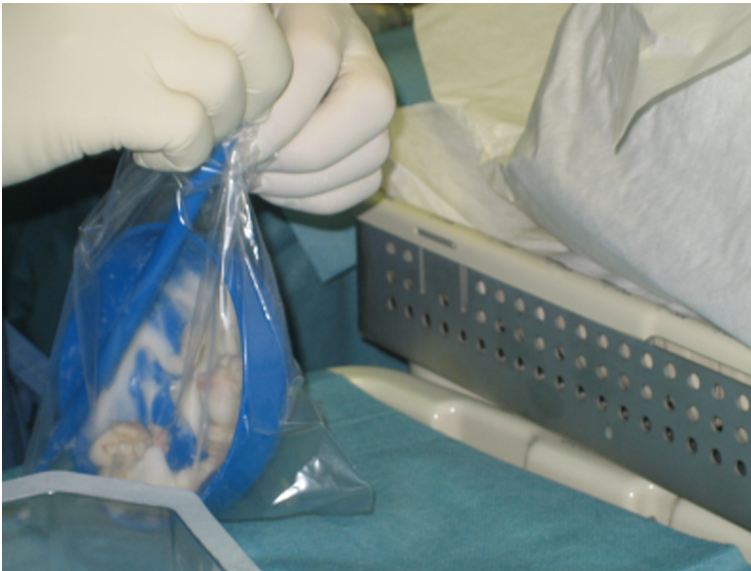
El metacrilat de metil és volàtil i inflamable, per la qual cosa la sala d'operacions ha de tenir una ventilació adequada i el component líquid i els vapors que se'n desprenen no han de quedar exposats a les flames obertes.

10.6.1. Mesures preventives de tipus general i col·lectiu

- 1) Utilitzar preferentment sistemes de preparació tancats (figura 23 i figura 24).
- 2) Disposar de protocols de treball segurs, que minimitzin l'evaporació del metacrilat. Per exemple, durant la preparació en obert, col·locar en el recipient en primer lloc la pols i a continuació el líquid.

- 3) Col·locar un sistema d'extracció localitzada tan a prop com sigui possible de la zona de preparació.
- 4) Dur a terme un control periòdic de la ventilació de la sala d'operacions.
- 5) Realitzar una gestió adequada dels residus, i col·locar-los en bosses tancades per a evitar l'evaporació del metacrilat residual (figura 25).

Figura 25. Recollida de residus



10.6.2. Mesures de protecció personal

- 1) Ulleres protectores de muntura integral que ofereixin protecció davant d'esquitxades, pols i aerosols.
- 2) Guants adequats. En cas que s'utilitzi un doble guant de làtex, es recomana canviar-los una vegada realitzada la preparació.
- 3) Mascareta respiratòria amb filtre adequat per a dissolvents orgànics i matèria particulada.
- 4) El personal que porti lents de contacte no ha d'estar a prop ni implicat en la preparació del ciment ossi.

10.6.3. Mesures que cal prendre en cas d'alliberament accidental

- 1) Absorbir la substància vessada amb material absorbent (sòlid o teixit) i eliminar-ho seguint les instruccions que hi hagi sobre gestió de residus de l'hospital.
- 2) Rentar el lloc del vessament amb aigua i detergent.
- 3) En cas de contacte amb la pell i els ulls, rentar-los amb aigua abundant.

10.7. Altres components dels ciments ossis

El ciment ossi, tal com es mostra en la taula 15, a més del metacrilat de metil, porta altres components que, si bé es troben a concentracions molt més baixes, el treballador també hi pot estar exposat. A continuació es tracten els que per les característiques i la toxicitat que tenen requereixen una atenció especial.

10.7.1. Hidroquinona (núm. CAS 123-31-9)

Té una concentració en el component líquid del 0,002%, aproximadament. Els límits d'exposició professional per a agents químics a l'Estat espanyol de l'any 2008 assignen a la hidroquinona un VLA-ED de 2mg/m³ amb la notació *sen* de "sensibilitzant cutani".

10.7.2. Peròxid de benzoïl (núm. CAS 94-36-0)

És un component de la pols dels ciments ossis. No té assignat cap valor límit d'exposició professional. Per inhalació pot produir tos i mal de coll, i, en cas de contacte, enrogiment de la pell i els ulls. El contacte perllongat pot produir sensibilització de la pell.

11. Exposició a gasos anestèsics

11.1. Introducció

L'evolució en la utilització de gasos anestèsics ha estat molt important en els últims anys, motiu pel qual a l'Hospital de Sant Andreu actualment només s'utilitzen el sevoflurà i el desflurà, juntament amb l'òxid de dinitrogen (N₂O); protòxid de nitrogen, òxid nítrós), l'ús del qual també va disminuint.

11.2. Efectes sobre la salut i valors límit

Els gasos anestèsics halogenats que s'utilitzen actualment no tenen descrits, a les concentracions residuals que es presenten en l'aire ambient, efectes tòxics rellevants. L'òxid de dinitrogen s'associa a estats d'excitació i vertigen, a banda, lògicament, de somnolència i descoordinació. També s'ha associat a possibles efectes sobre la fertilitat, l'embaràs i la lactància, encara que no ha estat classificat de manera formal com a causant d'aquests efectes.

L'òxid de dinitrogen té assignat un VLA-ED de 50 ppm, 92 mg/m³. No existeixen valors LEP (VLA-ED, VLA-EC) per al sevoflurà ni el desflurà, encara que sí per a l'òxid de dinitrogen (VLA-ED 50 ppm). El 1977, l'Institut Nacional per a la Seguretat i la Salut Ocupacional (NIOSH) dels Estats Units d'Amèrica va establir per als agents anestèsics com el cloroform, el tricloroetilè, l'halotà, el metoxiflurà, el fluoroxè i l'enflurà un valor límit recomanat (REL) de 2 ppm com a valor sostre durant seixanta minuts. L'isoflurà, el desflurà i el sevoflurà van ser inclosos posteriorment en aquesta recomanació.

Aquests valors REL proposats pel NIOSH estan basats en la concentració més baixa que es pot detectar utilitzant els procediments descrits per a la presa de mostra i anàlisi, i són aplicables a qualsevol agent anestèsic halogenat quan s'empra sol. Aquesta estratègia derivada dels valors REL per als gasos anestèsics prové del fet que el NIOSH reconeix que es poden produir efectes adversos en treballadors exposats, però que les dades que es tenen sobre exposició a aquests gasos en humans i animals són insuficients per a establir un valor límit segur. En l'àmbit hospitalari s'usen de manera extensiva els criteris que va establir el NIOSH en el seu moment.

Es troba en les sales d'operacions i també se'n sol detectar la presència en àrees adjacents i, sobretot, en les zones de reanimació, on els pacients contribueixen amb el que conté l'aire que exhalen. També hem d'assenyalar la seva aplicació en àrees diferents de les quirúrgiques (vegeu la taula 17).

Lectures recomanades

En l'NTP 606: Exposició laboral a gasos anestèsics es descriu detalladament l'evolució en l'ús de gasos anestèsics, a més de les característiques físiques, químiques i toxicològiques que tenen, incloent-hi els que s'han estudiat a l'hospital.

Podeu consultar també:

NTP 932: Gasos anestèsics en àmbits no quirúrgics (I): sistemes d'aplicació

NTP 933: Gasos anestèsics en àmbits no quirúrgics (II): protocols d'actuació i mesures de control

Taula 17. Aplicacions de sedació o anestèsia inhalatòria fora de la sala d'operacions

Àrea d'aplicació	Tipus de sedació o anestèsia	Exemple d'aplicació
UCI pediàtrica	Mescla equimolar 50/50 d'òxid de dinitrogen + oxigen (N ₂ O + O ₂)	Puncions arterials, venipuncions, etc. Procediments dolorosos (lumbars o medul·lars, etc.)
Urgències pediàtriques		Drenatge toràcic Reducció de fractures Sutures Procediments dolorosos
Hospital de dia de pediatria		Punció intratecal de fàrmacs Punció articular Puncions medul·lars o lumbars Sutures
Planta d'hospitalització		Punció intratecal de fàrmacs Punció articular Puncions medul·lars o lumbars
UCI postquirúrgica		Toracocentesis, drenatges...
Urgències traumatologia		Reducció de fractures simples i luxacions menors Sutures
Ginecologia i obstetrícia		Treball de part
Odontologia		Analgèsia en procediments dolorosos (extraccions, abscessos...)
UCI adulta	Aplicació inhalatòria d'halogenats: isoflurà o sevoflurà	Procediments en pacients crítics Trasllat de pacients crítics
Sala d'operacions ambulatoria		Exploracions de cirurgia menor Cardioversió Teràpia electroconvulsiva
Exploracions radiològiques		Procediments amb pacients intubats en: RMN Radiologia intervencionista Hemodinàmica
Endoscòpia digestiva Endoscòpia pulmonar		Exploracions i biòpsies en endoscòpia digestiva

Font: pres de l'NTP 932.

Lectura recomanada

En les NTP 932: Gasos anestèsics en àmbits no quirúrgics (I): sistemes d'aplicació i NTP 933: Gasos anestèsics en àmbits no quirúrgics (II): protocols d'actuació i mesures de control: <http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/ntp/ntp/926a937/933w.pdf> es detallen tots els aspectes relacionats amb l'exposició a gasos anestèsics fora de les sales d'operacions, incloent-hi els sistemes de control i equips adequats.

11.3. Determinacions ambientals efectuades a l'Hospital de Sant Andreu

S'han dut a terme diferents determinacions ambientals de gasos anestèsics en les sales d'operacions de l'hospital. Els mètodes emprats han estat els mètodes de l'INSHT per als anestèsics halogenats, per captació activa i passiva i òxid de dinitrogen.

a) Sevoflurà i desflurà. Sales d'operacions (vegeu la taula 18)

Taula 18

Sala d'operacions	Sevoflurà	Desflurà
	ppm	
Blanc ambiental	0,10	–
Sala d'operacions 2 ambiental	0,20	–
Sala d'operacions 2 ambiental	0,80	–
Sala d'operacions 2 ambiental	0,06	0,27
Sala d'operacions 2 ambiental	0,13	0,41
Unitat reanimació	–	0,70
Unitat reanimació	–	0,55
Sala d'operacions 4 ambiental	0,25	
Sala d'operacions 4 personal	0,46	
Sala d'operacions 5 ambiental	0,05	0,10
Sala d'operacions 5 personal	0,06	0,25
Sala d'operacions 6 ambiental	0,05	2,1
Sala d'operacions 6 personal	0,06	2,1
Sala d'operacions ORL ambiental	0,65	0,09-0,47
Sala d'operacions ORL Sala annexa		0,81
Sala d'operacions ORL personal	2,68	0,06-0,89
Cirurgia major ambulatoria	0,16	–
Cirurgia major ambulatoria	0,10	–
Ambiental passadís	0,47	0,29
Sala d'operacions 8 ambiental		0,85
Sala d'operacions 8 personal		2,71
Sala d'operacions 3 ambiental		0,64
Sala d'operacions 3 personal		0,75
Sala d'operacions trauma- tologia ambiental	ND	
Sala d'operacions trauma- tologia personal	ND	
Sala d'operacions 1 ambiental	1,32	
Sala d'operacions 1 personal	3,47	
Sala d'operacions urologia personal		0,18

Sala d'operacions	Sevoflurà	Desflurà
	ppm	
Sala d'operacions urologia ambiental		0,09

b) Sevoflurà. Unitats de cures intensives (UCI), amb aplicació del sistema Ana-ConDa (*anaesthetic conserving device*): és un respirador que s'utilitza en cures crítiques; consta d'un vaporitzador en miniatura que s'integra en el circuit respiratori en lloc del filtre humidificant, entre la peça en Y i el pacient (vegeu la taula 19).

Taula 19

Mostra	Sevoflurà (ppm)
UCIPO Personal infermera	1,4
UCIPO Ambiental 1	1,2
UCIPO Ambiental 2	1,1
UCIPO Ambiental 3 (zona exhalació pacient)	4,4
UCICA Ambiental 1	0,25-0,3
UCICA Ambiental 2	0,25-4,5
UCICA Ambiental 3 (zona exhalació pacient)	0,25-0,3
UCICA Personal infermera	0,3-0,5

UCIPO: UCI postoperatòria.

UCICA: UCI cardíaca. Amb sistema d'extracció de gasos residuals.

c) Òxid de dinitrogen. Sales d'operacions de pediatria (vegeu la taula 20).

Sistema Kalinox®. Barreja comercial equimolecular d'òxid de dinitrogen i oxigen (50%) que s'administra amb una mascareta facial.

Taula 20

Sala d'operacions	N ₂ O (ppm)	Temps d'exposició (h)
P-1	4	6
P-1	9	6
P-1	6	6
P-2	<2	8
P-2	<2	8
P-2	<2	8

* Horari especial per a reducció de llistes d'espera.

Sala d'operacions	N₂O (ppm)	Temps d'exposició (h)
P-3	15	10*
P-3	12	10*
P-3	8	10*
P-3	7	10*

* Horari especial per a reducció de llistes d'espera.

12. Exposició a agents citostàtics. La quimioteràpia

12.1. Introducció

Els citostàtics són substàncies citotòxiques dissenyades i utilitzades per a causar disfunció cel·lular, i inhibir el creixement de les cèl·lules canceroses mitjançant l'alteració del metabolisme i el bloqueig de la divisió i la reproducció cel·lular, per la qual cosa s'usen preferentment (encara que no de manera exclusiva) en el tractament farmacològic de malalties neoplàsiques (la quimioteràpia). A causa del mecanisme d'acció que tenen a escala cel·lular, poden produir efectes mutàgens, cancerígens o teratògens.

En l'estudi dut a terme a l'Hospital de Sant Andreu als departaments de farmàcia i hospital de dia d'oncologia s'ha pogut constatar la presència d'agents citostàtics en l'aire, a terra, en superfícies de treball i en els envasos subministrats pel fabricant.

12.2. Exposició laboral

Se sap que les dosis terapèutiques de citostàtics poden produir efectes clarament nocius en la salut dels pacients. No obstant això, és més difícil establir els possibles efectes adversos que pugui originar l'exposició professional crònica a nivells baixos de concentració de citostàtics. S'ha de tenir en compte que els efectes poden ser subclínic i no ser evidents durant anys (o generacions) d'exposició continuada. Però fins i tot en absència de dades epidemiològiques, la toxicitat dels agents citostàtics obliga a prendre precaucions per a minimitzar-ne l'exposició sistemàtica, ja que el potencial mutagen i cancerigen de molts agents neoplàsics està perfectament establert, encara que des del punt de vista de la seva utilització sanitària (i no de la fabricació) els citostàtics no s'identifiquen ni etiqueten amb els criteris de la legislació vigent sobre classificació, etiquetatge i envasament de productes químics, cosa que habitualment comporta una infravaloració del risc associat al fet de manipular-los.

No tota la medicació utilitzada a l'hospital en els tractaments antineoplàsics és de tipus citostàtic, ja que s'ha detectat un ús important de medicaments hormonals, immunològics i antibiòtics. En conseqüència, encara que es tracten tots com un únic grup pel que fa a la perillositat i la gestió de residus i excretes, seria òptim establir tractaments separats segons les característiques. Sobretot s'aplica de manera intravenosa, amb varietats diverses i aplicable a l'hospital de dia, però s'ha detectat un increment en els que s'administren de manera oral i en el tractament domiciliari, cosa que limita els problemes detectats en l'aplicació del procediment tradicional.

Lectura recomanada

Podeu consultar l'NTP 740: Exposició laboral a citostàtics en l'àmbit sanitari: http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/701a750/ntp_740.pdf

L'exposició a citostàtics en l'àmbit sanitari no implica exclusivament el personal sanitari (àrees de preparació de citostàtics –farmàcia– i d'administració –oncologia química–) sinó que també pot afectar el personal de subministrament, recepció i emmagatzematge, transport, laboratori i tractament de residus, a més del personal auxiliar i de la neteja, per contacte amb excretes de pacients sotmesos a quimioteràpia, o en cas d'accidents (vessaments, esquitxades o punxions).

12.3. Citostàtics determinats en ambients de treball

12.3.1. Concentracions en l'aire

La presència en l'aire ambient de treball és la primera causa directa d'exposició per via inhalatòria. En aquest sentit, s'han detectat a l'hospital concentracions en l'aire que varien entre $<1-195 \text{ ng/m}^3$ a la farmàcia i $<1-104 \text{ ng/m}^3$ en àrees adjacents. És evident que la implantació d'unes pràctiques de treball correctes com les que es proposen més endavant han de portar a no determinar mai concentracions en l'aire per sobre del límit de detecció.

12.3.2. Concentracions en terres, superfícies de treball i guants

En constatar-ne la presència en l'aire ambient i després d'observar que en la bibliografia també es recollia que apareixia en terres i superfícies de treball es va dur a terme un estudi sobre la presència de residus d'aquests productes en la farmàcia de l'hospital. Els resultats obtinguts es mostren en la taula 21.

Taula 21. Nivells de citostàtics en terres i superfícies de treball de la farmàcia de l'Hospital de Sant Andreu

Citostàtic	ng/cm ²
Ciclofosfamida	<0,009-6,6
Ifosfamida	<0,009-0,85
5-fluorouracil	<1,8-88
Metotrexat	<0,9-8,6
Platí	10^{-4} -0,1
Ciclofosfamida	ND-0,1
Ifosfamida	ND-0,05
Metotrexat	11-19 (superfície total)
Ciclofosfamida	ND-190
5-fluorouracil	<0,1-11
Ciclofosfamida	0,01

12.3.3. Concentracions en superfícies de recipients (vials)

La presència de citostàtics en l'aire i en superfícies podria quedar justificada per esquitxades, vessaments o, en molt pocs casos, evaporació del citostàtic. No obstant això, es tracta de situacions no habituals i en la farmàcia no s'havia produït cap fet d'aquestes característiques. A partir del que exposaven alguns treballs publicats, es va procedir a determinar la presència de citostàtics a la part exterior dels seus envasos. En la taula 22 es recullen resultats obtinguts que certament mostren la presència de citostàtics en mostres provinents de diferents fabricants.

Taula 22. Nivells de citostàtics en superfícies de vials

	Citostàtic	ng/cm²
Vials	cisplatí	0,2-99 (en total)
	carboplatí	7-251 (en total)
	ciclofosfamida	ND-39 (en total)
	ifosfamida	ND-344 (en total)
	metotrexat	ND-18 (en total)
	etopòsid	2,9-18,5
	5-fluorouracil	2,5-15,3
	doxorubicina	<0,1-0,2
Taps	cisplatí	0,6-21 (en total)
	ciclofosfamida	<0,001-0,5
Envàs exterior	5-fluorouracil	0,5
	etopòsid	ND
	ciclofosfamida	0,5-3,2 (en total)
	ifosfamida	ND-10 (en total)

Tal com va succeir en les determinacions en l'aire, les quantitats determinades són molt petites. No obstant això, la constatació d'aquest fet va implicar equipar la farmàcia amb un equip específic de rentatge previ dels flascons, però també considerar totes les mesures necessàries de protecció al llarg de tota la cadena de transport i emmagatzematge de l'hospital fins al moment del rentatge.

12.4. Mesures de prevenció i protecció

La millor forma de protecció davant de diferents possibilitats de contaminació és la combinació d'instal·lacions tècniques adequades (protecció col·lectiva) amb equips protectors personals (roba i equips de protecció individual), a més dels aspectes de protecció del producte (asèpsia). D'altra banda, cal reduir al

màxim el nombre de persones que manegen citostàtics, mitjançant mesures organitzatives i el proveïment amb solucions ja preparades per administrar-les que requereixin la manipulació mínima possible.

A continuació es resumeixen les instruccions proporcionades a la farmàcia i al departament d'oncologia i l'hospital de dia de l'Hospital de Sant Andreu en relació amb la protecció dels treballadors d'aquests departaments contra l'exposició a agents citostàtics.

12.4.1. Recepció, emmagatzematge i transport

En les comandes que incloguin citostàtics:

- El contenidor ha d'indicar la naturalesa del seu contingut citotòxic i incorporar instruccions sobre precaucions i mesures que cal adoptar en cas d'accident.
- S'ha de disposar d'un protocol en què s'estableixi l'ús obligatori de guants i altres mitjans de protecció que es considerin necessaris, com també el lloc específic destinat a l'emmagatzematge del producte i el procediment d'actuació en cas de trencament o vessament.

En el transport dels preparats al lloc d'administració:

- Es duu a terme per mitjà d'un circuit independent, en envasos impermeables, irrompibles i de neteja fàcil.
- S'utilitzen contenidors clarament etiquetats per a indicar que contenen agents citostàtics i que siguin rígids, per a prevenir els trencaments accidentals per cops o caigudes.

12.4.2. Preparació i reconstitució

La preparació s'ha de realitzar d'acord amb les instruccions d'ús del subministrador, exclusivament per personal qualificat i tenint en compte la forma farmacèutica amb què es presenta l'agent citostàtic.

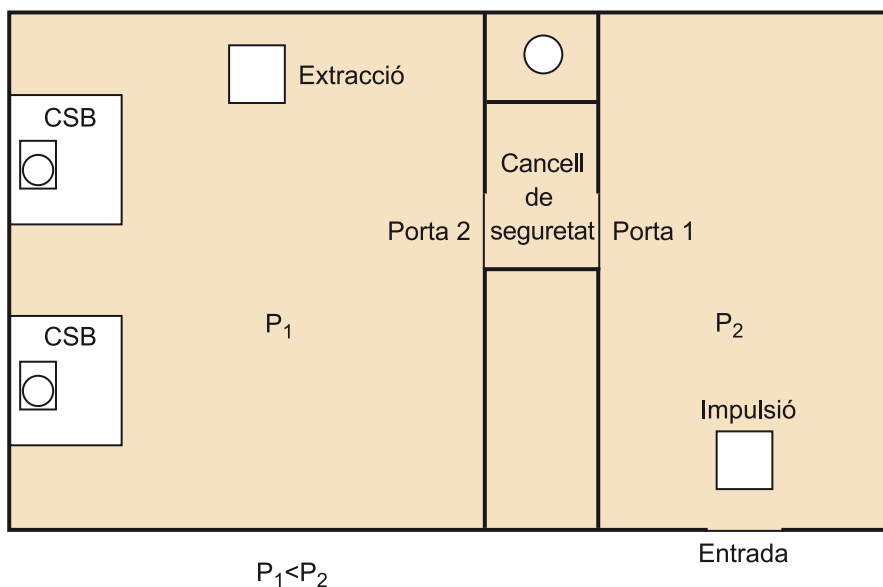
12.4.3. Àrea de treball

L'accés és restringit al personal autoritzat. Consta de com a mínim dues zones ben diferenciades, connectades entre si per una zona de pas:

- Una antesala destinada a l'emmagatzematge i condicionament del material.

- En la figura 26 es presenta l'esquema de la sala de preparació (normalment anomenada *de reconstitució*) de citostàtics de l'Hospital de Sant Andreu, que compleix les característiques generalment acceptades pel que fa a disseny i funcionament. Disposa d'una zona de pas, de transferència de materials i persones, que actua de barrera davant la contaminació (cancell de seguretat). A la zona de pas, el personal es col·loca el material de protecció quan entra a la zona de preparació i se'l treu quan va cap a l'antesala. Disposa de mecanismes que impedeixin l'obertura simultània de les dues portes de la zona de pas.
- Atès que aquesta sala té la consideració de "zona neta", l'aire d'impulsió passa per un filtre HEPA. La circulació de l'aire és de la zona d'exigència de neteja més elevada a la zona de menys exigència amb una diferència de pressió entre sales amb les portes tancades de 10 Pa. El control de la direcció dels fluxos d'aire es visualitza periòdicament mitjançant tubs generadors de fum.

Figura 26. Esquema de la sala de preparació de citostàtics, amb les zones diferenciades



12.4.4. Preparació o reconstitució

Es recomana dur a terme sempre la preparació pròpiament dita en cabines de seguretat biològica. No obstant això, en el mercat hi ha diferents dispositius orientats a poder manipular els citostàtics (i altres medicaments quan escaigui), de manera totalment estanca, tant en el procés de reconstitució com en el d'aplicació. És en el procés d'aplicació dels citostàtics, o en les manipulacions en què l'ús de cabines de seguretat biològica (CSB) no és possible, que aquests equips estancs adquireixen rellevància preventiva, i es recomana a l'hospital que ho tingui en compte.

12.4.5. Administració

És convenient que els citostàtics arribin ja preparats de manera que es requereixi la manipulació mínima possible. En les àrees d'administració en què també se'n faci la preparació o la reconstitució hi serà aplicable el que s'exposa en l'apartat corresponent.

El personal que en duu a terme l'administració ha d'estar instruït en el maneig de citostàtics i informat dels efectes tòxics que tenen. Ha d'utilitzar bata i guants anàlegs als de la preparació.

- Totes les xeringues i els equips d'administració que contenen citostàtics per a l'administració de tipus embolada han d'haver estat purgats durant la preparació i abans d'afegir-hi el compost.
- Sempre que sigui possible s'han d'utilitzar sistemes tancats d'administració, amb diversos punts de connexió i xeringues de Luer, preparats en el moment de la reconstitució.
- S'han d'evitar les extravasacions seguint una tècnica d'administració adequada.
- Per a perforar una solució preparada cal protegir-se amb una gasa i cotó.
- Sota la via d'administració, cal posar-hi un drap absorbent per la cara superior i impermeable per la inferior, a fi d'evitar que es contamina la roba de llit o la butaca d'administració, si es produeix algun vessament.
- En el cas d'administració oral, si és necessari partir comprimits, s'ha de fer en bosses de plàstic o qualsevol altre sistema que eviti l'exposició a partícules.
- Després de l'administració, no s'han d'extreure els sistemes d'infusió dels flascons sinó eliminar-los conjuntament (vegeu l'apartat dedicat a residus).

12.4.6. Equips de protecció individual: característiques i utilització correcta

Guants. Cap material no és completament impermeable a tots els citostàtics a causa de la diferent composició química que tenen. Es recomana utilitzar els guants de làtex amb un gruix mínim de 0,3 mm i exempts de talc. Si no és possible, s'han d'emprar guants quirúrgics de làtex. Si es considera convenient, es poden utilitzar dos parells de guants, o guants de doble capa amb indicador

d'humitat. Es recomana canviar-los cada vint o trenta minuts i sempre que es contaminin o es trenquin. Amb citostàtics molt lipòfils s'han de canviar immediatament després de la preparació.

Bata. Ha de ser d'un sol ús i amb una obertura posterior, punys elàstics i impermeable a la zona davantera i a les mànigues.

Gorra. N'és obligatori l'ús ja que és un requisit de les sales "netes" (zona de preparació i zona de pas).

Mascareta. És imprescindible en el cas de no poder treballar en CSB o quan es disposa d'una classe II tipus A. Les de tipus quirúrgic no protegeixen davant els aerosols de citostàtics, per la qual cosa cal utilitzar les que compleixen la norma MT-9 i la CEN P3 (FFP3). La protecció d'aquestes mascaretes davant els vapors és qüestionable.

Ulleres amb protecció lateral. Només són necessàries per a protegir-se en el tractament de vessaments fora de la CSB i en l'administració de citostàtics si hi ha un risc raonable d'esquitxada.

Calces o calçat específic per a la sala de preparació. És també un requisit de les sales "netes". Amb això es limita a més la sortida de possible contaminació cap a zones externes. En el cas que s'utilitzi calçat específic, aquest ha de ser rentable i esterilitzable, i s'haurà d'establir un sistema de neteja periòdica.

12.4.7. Gestió dels residus

Es consideren residus citostàtics els següents:

- Les restes de medicaments citostàtics generats en la preparació i l'administració.
- El material utilitzat en la preparació i l'administració (agulles, xeringues, flascons, bosses i sistemes d'infusió).
- El material de protecció dels manipuladors (roba protectora d'un sol ús, guants i mascaretes).
- El material utilitzat en la neteja de les zones on es duu a terme la manipulació, especialment la preparació i l'administració.
- El material procedent del tractament de vessaments accidentals.

Es requereixen contenidors rígids específics per al material tallant o punxant, que una vegada plens s'han de dipositar en contenidors de més volum, preferiblement rígids i amb tancament hermètic. Tots han d'estar perfectament identificats. S'ha de procedir de la manera següent.

- Els contenidors no s'han de situar mai en llocs de pas dins de les unitats.
- S'han de retirar cada dotze a vint-i-quatre hores.
- L'emmagatzematge final s'ha de fer de manera independent de la resta de residus, en un lloc ventilat i si pot ser refrigerat. El temps màxim varia en funció de la temperatura però a temperatura ambient mai no pot ser superior a setanta-dues hores.
- Durant tot el procés de recollida i trasllat de les bosses i contenidors, cal assegurar el mínim contacte del personal amb el contingut d'aquests recipients, per la qual cosa s'ha de disposar dels mitjans de protecció adequats. De la recollida i el tractament posterior, se n'encarrega una empresa externa autoritzada.

12.4.8. Excretes dels pacients

El risc associat a la manipulació d'excretes (bàsicament, orina i femta) dels pacients està en funció de la semivida de l'agent en l'organisme (que pot dependre de la via i la manera d'administració) i de la via principal d'eliminació. En general, se sol recomanar l'ús de roba i equips de protecció per a manipular-les durant un període mínim de quaranta-vuit hores, si bé es pot reduir a vint-i-quatre hores en alguns casos i ampliar-se fins a una setmana en d'altres. Sempre s'ha de consultar la informació que subministra el laboratori fabricant del citostàtic.

12.4.9. Tractament de vessaments

- Cal protegir-se amb una bata impermeable, calces i dos parells de guants. En el cas que el vessament s'hagi produït a l'exterior de la CSB, s'ha d'utilitzar a més mascareta de protecció respiratòria del tipus FFP3.
- En el cas que es tracti d'un vessament de gran volum, s'ha d'aïllar la zona.
- S'ha de xopar el vessament amb cel·lulosa o un drap absorbent (sec si es tracta de líquids i humit si és una pols seca) abans de procedir a la neteja.
- Si hi ha restes de cristalls mai no s'han de recollir amb la mà sinó que cal ajudar-se d'unes pinces (o un raspall) i un recollidor d'un sol ús.

- La superfície seca s'ha de netejar després amb cel·lulosa xopada d'alcohol 70%.
- S'ha de rentar la zona tres vegades amb sabó i finalment aclarir amb aigua abundant, sempre de les zones menys contaminades a la més contaminada.
- Tots els residus recollits i el material utilitzat s'han de tractar com a material contaminat a l'hora d'eliminar-los.

12.4.10. Exposició accidental

- Si es produeix una contaminació de l'equip de protecció, cal retirar-lo immediatament, i rentar-se la pell.
- En cas d'ingestió accidental, cal anar immediatament al metge.
- En cas de contacte directe amb la pell o les mucoses:
 - S'ha de rentar immediatament amb aigua i sabó la zona afectada durant deu minuts, aproximadament.
 - En el cas d'afectació ocular, cal irrigar de manera abundant amb sèrum fisiològic i consultar immediatament el metge.
 - S'ha de realitzar un seguiment mèdic.

12.5. Gestió i organització del treball

A l'Hospital de Sant Andreu s'ha establert un programa de formació continuada que té en compte els aspectes següents:

- Riscos potencials en funció de les característiques de cada compost o família.
- Normes de manipulació.
- Mesures de prevenció i protecció.
- Actuació davant vessaments i contaminacions accidentals.

Aquesta formació no implica solament el personal de preparació i administració de citostàtics, sinó també l'encarregat d'emmagatzematge, transport i neteja.

Encara que existeixen la tecnologia i els mitjans organitzatius que permeten treballar amb citostàtics amb una seguretat absoluta, la majoria de recomanacions publicades sobre el maneig de citostàtics en desaconsellen la manipulació a les dones embarassades, les que planifiquin un embaràs a curt termini,

les mares en període de lactància, les mares de fills amb malformacions congènites o amb històries clíniques d'avortaments espontanis i a les persones amb històries clíniques d'al·lèrgies o tractaments previs amb citostàtics, radiacions o tots dos.

13. Exposició a productes químics en general

13.1. Introducció

La utilització de productes químics en un centre sanitari és molt àmplia. A banda dels que s'han comentat de manera concreta, a l'Hospital de Sant Andreu també s'han detectat:

- Medicaments i productes aplicats directament als pacients per via oral, dèrmica i parenteral.
- Medicaments i productes aplicats per via inhalatòria.
- Agents conservants, fixadors i colorants.
- Dissolvents i productes químics que s'utilitzen als laboratoris i en activitats no assistencials.
- Insecticides i raticides.

13.2. Medicaments i productes aplicats directament als pacients per via oral, dèrmica i parenteral

L'exposició per via oral, dèrmica o parenteral a medicaments aplicats als pacients s'ha d'evitar sempre. Cal tenir en compte que aquesta exposició es pot produir en la preparació i l'administració dels medicaments, i també en la recollida de les excretes dels pacients tractats. Respecte als possibles efectes d'aquests productes en l'organisme, s'ha de considerar que aquests efectes estaran relacionats amb els corresponents terapèutics o preventius d'aquests productes, si bé tampoc no cal descartar els possibles efectes al·lèrgics en alguns casos. Un cas característic d'aquest tipus d'exposició s'esdevé en l'aplicació de citostàtics, que es tracta en un capítol específic.

13.3. Medicaments i productes aplicats per via inhalatòria

13.3.1. Aerosolteràpia

L'aplicació de medicaments en forma d'aerosol (teràpia per aerosol o aerosolteràpia), quan es duu a terme a pacients amb malalties infeccioses, genera, a més de la necessitat d'una protecció important davant l'exposició al mateix

medicament, la de la protecció activa o passiva davant les expectoracions i emissions del pacient al llarg del tractament pel risc de contagi de la mateixa malaltia o d'infeccions oportunistes associades.

En l'aplicació d'aquests medicaments, és convenient la utilització d'unes cabines vidrades o de metacrilat, amb entrada d'aire i extracció amb filtració, a l'interior de les quals s'instal·la el pacient i que, amb un disseny adequat, permeten eliminar la sensació de claustrofòbia al pacient i controlar-lo des de l'exterior, sempre, naturalment, que el medicament en qüestió sigui autoaplicable. També existeixen procediments d'aplicació específicament dissenyats que requereixen bosses flexibles que aïllen el pacient i permeten una aplicació automàtica del producte, sobretot en pacients pediàtrics de poca edat. A l'Hospital de Sant Andreu s'utilitzen els procediments descrits en les NTP que es referencien al marge.

A més de la ribavirina i la pentamidina aplicades per teràpia d'aerosol, alguns antibiòtics com els sulfats de tobramicina i colistina, entre d'altres, també s'apliquen amb aquesta tècnica.

Encara que els efectes de la major part d'aquests productes en les persones que hi estan exposades professionalment no impliquen la gravetat dels que hem comentat anteriorment, no s'han d'oblidar tres qüestions bàsiques sobre aquest tema:

- Cal evitar sempre qualsevol exposició laboral que sigui susceptible d'això.
- Cal evitar sempre el risc de contagi de la infecció tractada o d'una altra oportunista que hi estigui associada.
- Cal evitar sempre la possibilitat d'una sensibilització al producte aplicat per part del treballador sanitari que pot presentar un estat general de salut alterat que el faci més susceptible, o d'embaràs. Cal tenir en compte, en aquest darrer cas, que d'un nombre considerable de medicaments no se'n coneixen els possibles efectes sobre el fetus i sobre el procés de la reproducció en general.

13.3.2. Broncodilatadors i tractaments d'asma

L'aplicació, mitjançant inhaladors nebulitzadors, de medicaments broncodilatadors, mucolítics, etc. (Ventolin®, Becotide®, bromur d'ipratropi, salbutamol, mesna, etc.) en general no presenta cap problema, tret del que s'ha comentat en l'apartat anterior i tenint en compte, a més, que es tracta gairebé sempre d'autoaplicació.

Lectures recomanades

NTP 519: Exposició ocupacional a medicaments administrats en forma d'aerosol: ribavirina: http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/501a600/ntp_519.pdf

NTP 541: Exposició laboral a medicaments administrats en forma d'aerosol: pentamidina: http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/501a600/ntp_541.pdf

13.3.3. Monòxid de nitrogen (NO)

A l'Hospital de Sant Andreu, el monòxid de nitrogen s'empra en pediatria per al tractament respiratori en nounats prematurs. Se sol aplicar directament en les incubadores, mitjançant aparells de subministrament i control específics.

El monòxid de nitrogen té establert un VLA-ED de 25 ppm. L'efecte principal que té, en les persones que hi estan exposades professionalment, és la meta-hemoglobinèmia. No obstant això, no se n'ha de descartar l'oxidació a diòxid de nitrogen (NO₂) de característiques més perilloses tot i que a concentracions atmosfèriques baixes la reacció d'oxidació és molt lenta.

Les mesures preventives de caràcter general establertes a l'hospital es basen a conèixer les característiques del producte i el procediment d'aplicació adequat. L'exposició més corrent se sol produir a causa de fuites o d'un mal ús de l'aparell subministrador. No es recomanen mesures de protecció individual.

13.4. Agents conservants, fixadors i colorants

Els agents conservants utilitzats a l'Hospital de Sant Andreu s'han comentat àmpliament quan hem tractat de les substàncies desinfectants i esterilitzants d'ús més corrent. Pel que fa a l'ús de fixadors i colorants histològics, cal tenir en compte que presenten una gran varietat química. En conseqüència, els riscos que pot generar per a la salut el fet d'estar-hi exposat també són amplis, associats naturalment a les característiques específiques que n'han generat l'ús.


En alguns casos, el fet que s'utilitzin en quantitats molt petites i que normalment reverteixin en la seva polimerització o solidificació pot minimitzar el problema que implica eliminar-los (una excepció sobre aquest tema és la utilització de derivats mercurials), no així el relacionat amb els riscos que comporta el fet d'estar-hi exposat. En altres casos, com el bromur d'etidi (vegeu la taula 23), dur-ne a terme l'eliminació adequada implica un seguit d'operacions i comprovacions que s'han de consultar en la fitxa de dades de seguretat (FDS) que cal tenir a disposició, igual que per a la resta de substàncies no implicades directament en l'ús terapèutic. D'altra banda, la millor eina preventiva sempre és la formació i la informació del treballador.

Quan el risc prové de la via respiratòria, el treball en vitrines de laboratori, encara que sigui en models petits de taula equipats amb filtres químics, sol ser suficient per a evitar-ne la inhalació. Per a prevenir el contacte directe s'han d'utilitzar guants protectors l'eficàcia d'impermeabilitat dels quals davant del compost en qüestió estigui garantida pel fabricant. La seva avaluació ambiental no sol estar indicada.

Alguns exemples típics de productes d'aquest tipus són el bromur d'etidi (vegeu la taula 23) i compostos relacionats, com el iodur de propidi, que s'utilitzen àmpliament en biologia molecular com a colorants per a fluorescèn-

cia a causa de la propietat que tenen d'intercalar-se entre les bases de les molècules de DNA. Les característiques que els converteixen en reactius especialment útils són les que generen els principals perills en el seu ús. És aquest cas, l'efecte esmentat els confereix un gran poder mutagen. En són altres exemples l'IPR, l'OPD, l'acrilamida, certs halogenats, etc., a més de tots els compostos amb capacitat metilant (el sulfat de dimetil i relacionats) l'acció dels quals sobre l'organisme és equivalent.

Taula 23. Informació sobre el bromur d'etidi

Característica de perillositat	Perill
Frases H	H302 Nociu en cas d'ingestió
	H330 Mortal en cas d'inhalació
	H341 Se sospita que provoca defectes genètics
Frases P	P260 No respireu la pols / el fum / el gas / la boira / els vapors / l'aerosol
	P309 + P311 En cas d'exposició o si us trobeu malament: truqueu a un centre d'informació toxicològica o a un metge
Senyals	

Nota: Consulteu els procediments d'eliminació específics i de comprovació d'aquesta.

13.5. Dissolvents i altres productes químics emprats als laboratoris i en activitats no assistencials

El terme genèric *dissolvent* comprèn un gran nombre de productes químics provinents de la destil·lació del petroli (hidrocarburs alifàtics i aromàtics), de síntesi (tetrahidrofuran, dioxà, etc.) o halogenats, d'ús habitual als laboratoris de l'Hospital de Sant Andreu. Molts d'aquests compostos també són àmpliament utilitzats en altres àrees de l'hospital com a agents netejadors i desgreixadors, en operacions de manteniment, pintura, impressió, etc.

Com que són compostos volàtils, la via de penetració més important és la respiratòria, si bé molts d'ells tenen un important poder de penetració a través de la pell i també s'ha de considerar la via digestiva en cas d'accident. Per a més detalls, podeu consultar la llista de valors LEP de l'INSHT. Cal comprovar que tenen l'etiquetatge correcte i tenir sempre a disposició la FDS corresponent per a fer-ne la consulta.

Atès que es tracta de compostos de diferent composició química i molt sovint es treballa amb mescles d'aquests compostos, els possibles efectes en l'organisme són molt variats. No obstant això, en la major part d'ells sol ser habitual l'efecte depressor del sistema nerviós central, amb mal de cap, marejos, nàusees i malestar. També són irritants moderats del tracte respiratori superior i dels ulls i, en cas de contacte directe, afecten la pell per deshidra-

tació. En exposicions a llarg termini, s'han associat també a efectes negatius hepàtics (especialment, els clorats) i renals i sobre els sistemes cardiovascular i hematopoètic.

Els detergents, moltes vegades acompanyats de germicides o biocides, són els causants principals de dermatitis a l'hospital, ja que la seva aplicació freqüent, amb el desgreixament de la pell corresponent, és un factor determinant per a això. Quan l'aplicació del detergent no sigui directa, és a dir, no estigui destinada a la neteja de la pell de l'usuari, és convenient emprar guants impermeables. La informació sobre la composició (encara que sigui orientativa) del detergent i, sobretot, si conté biocides o no i de quina classe, s'ha de requerir sempre al fabricant.

La primera acció de control i reducció de l'exposició és una política adequada de substitució (eliminació del risc). La substitució progressiva del benzè per altres dissolvents menys tòxics, de l'*n*-hexà per mescles dels seus isòmers o les propostes existents per a substituir el xilè com a dissolvent en les preparacions d'anatomia patològica per compostos parafínics o terpènics són exemples d'aquesta política de substitució.

Quan la substitució no és possible o suficientment eficaç, cal recórrer a mesures de ventilació localitzada emprant extracció localitzada i aïllament de la font treballant sota campanes o en vitrines de laboratori. També s'han de considerar els perills dels productes químics emprats pel que fa a la inflamabilitat i l'explosivitat.

La utilització d'EPI, especialment de guants, és una bona mesura per a evitar el contacte directe amb la pell. No obstant això, com ja s'ha comentat també anteriorment pel que fa a altres compostos, s'ha de disposar d'informació acreditativa, per part del fabricant, de les seves característiques d'impermeabilitat, i utilitzar en cada cas els guants adequats als productes manipulats. Les proteccions de tipus respiratori s'han de reservar per a les operacions que no permetin cap altra alternativa i que es duguin a terme de manera molt esporàdica. Això rarament succeeix als hospitals si no es duen a terme certes operacions de manteniment. L'ús de bates, davantals i ulleres de seguretat per a evitar esquitxades s'ajusta també a les característiques dels productes manipulats i, sobretot, a les operacions que s'hi realitzen.

13.6. Insecticides i raticides

Tal com s'ha comentat amb els productes de neteja, la realització de campanyes de desinsectació i desratització és habitual a l'hospital. L'aplicació ha de ser realitzada sempre per una empresa especialitzada.

L'actuació correcta en aquests casos consisteix a sol·licitar de l'empresa especialitzada, que ha d'estar registrada com a empresa d'aplicació ambiental de plaguicides, l'ús de productes registrats amb aquesta finalitat, ja que l'ús de

productes fitosanitaris de característiques equivalents no és adequat. S'han de concretar *a priori* les zones que cal tractar, el producte i el tipus de tractament i la definició de les zones d'accés prohibit (que s'han de tancar) quan el producte té un termini de seguretat, que, evidentment, s'ha de respectar. Aquestes zones s'han de senyalitzar i clausurar i cal ser especialment acurats amb els terminis i la informació al personal que hi treballa.

També és recomanable emprar els productes que porten la indicació específica d'"apte per a ús hospitalari". El motiu d'aquesta recomanació és totalment lògic des del punt de vista preventiu, ja que els possibles afectats, a banda dels treballadors, són els malalts, que, en conjunt, són persones amb la capacitat immunològica disminuïda i que poden presentar problemes metabòlics i d'eliminació dels productes que s'utilitzen en aquests tractaments.

14. Exposició a agents desinfectants

14.1. Introducció

A l'Hospital de Sant Andreu, òbviament, s'empren desinfectants en una quantitat i varietat importants. A banda dels productes que hem tractat individualment (formaldehid i glutaraldehid), i que es poden considerar també "desinfectants", a continuació comentem les característiques principals de la resta de productes desinfectants utilitzats.

14.2. Característiques generals

El desinfectant ideal té les característiques següents:

- És capaç d'eliminar els microorganismes tan de pressa com sigui possible.
- No danya els materials (no corroeix els metalls; no espatlla la goma, no dissol els ciments dels sistemes de lents òptiques o no tenyeix ni descoloreix els materials).
- És soluble en aigua i no altera la seva conductivitat elèctrica.
- És estable a la calor i a la variació del pH.
- Manté la seva activitat durant períodes de temps llargs.
- No té efectes per a la salut significatius.
- Està registrat i ben etiquetat i va sempre acompanyat de la informació relativa a la seva manipulació i als aspectes de seguretat del producte.

Lectura recomanada

Vegeu l'NTP 429: Desinfectants: característiques i usos més corrents: http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/401a500/ntp_429.pdf

14.3. Alcohols: etílic i isopropílic

Són els desinfectants d'ús tòpic més coneguts i àmpliament utilitzats, especialment per a la desinfecció de la pell. Actuen desnaturalitzant les proteïnes i són eficaços davant les formes vegetatives dels bacteris grampositius i gramnegatius, incloent-hi *Mycobacterium tuberculosis*. La seva eficàcia és inferior en el cas dels virus i nul·la en el cas de les espores. Per exemple, el virus de l'hepatitis B és resistent a l'acció de l'alcohol etílic de 70° mentre que el virus de la immunodeficiència humana (VIH) s'inactiva davant solucions d'alcohol etílic de

70 i períodes de temps que van d'un minut a quinze minuts. Els alcohols s'han de fer servir diluïts en aigua, preferentment en concentracions d'entre el 60% i el 70%. Els alcohols es poden barrejar amb altres desinfectants.

14.3.1. Valors de referència i efectes potencials per a la salut

- Alcohol etílic: VLA-ED: 1910 mg/m³.
- Alcohol isopropílic: VLA-ED: 998 mg/m³.

L'exposició a alcohol isopropílic pot causar irritació dels ulls i de les mucoses i el contacte amb el líquid pot donar lloc a l'aparició d'erupcions cutànies.

14.4. Clor i hipoclorit sòdic

El clor és un desinfectant universal, actiu contra tots els microorganismes, que actua desnaturalitzant els enzims i interrompent els processos de germinació de les espores. En general, s'utilitza en forma d'hipoclorit sòdic, amb diverses concentracions de clor lliure. Es tracta d'un agent oxidant enèrgic i és corrosiu per als metalls. Les solucions d'hipoclorit sòdic es degraden a poc a poc, per la qual cosa s'han de preparar noves dilucions de manera freqüent.

Com a desinfectant general es poden utilitzar concentracions d'1 g/l (1.000 ppm de clor lliure). En els casos en què la presència de matèria orgànica sigui apreciable, es pot recórrer a solucions més concentrades, per exemple 10 g/l (10.000 ppm de clor lliure).

Les solucions d'hipoclorit sòdic se solen utilitzar en forma de lleixiu comercial d'ús domèstic, productes en què no sempre es coneix ni s'indica en el recipient la quantitat de clor lliure. Quan només es disposa d'aquest desinfectant, és convenient utilitzar-lo segons les instruccions usuals, en general, efectuar una dilució d'1:8. Es pot obtenir un bon desinfectant si a la solució de lleixiu s'hi afegeix un detergent no iònic en una concentració del 0,7%.

14.4.1. Usos més comuns

És el desinfectant universal per excel·lència, es fa servir en la neteja i desinfecció de lavabos, cambres de bany, dipòsits d'aigua, bugaderia, terres, superfícies, etc.

No s'ha de barrejar mai amb amoníac ni amb sulfamat (HCL) ja que es produeixen uns gasos altament tòxics.

14.4.2. Valors de referència i efectes potencials per a la salut

Clor: VLA-EC: 1,5 mg/m³. A concentracions de 0,5 ppm es pot produir una irritació lleu de les mucoses. Altres efectes són tos, esternuts, degoteig nasal i altres problemes respiratoris.

14.5. Iode i iodòfors

El iode és un desinfectant general que es pot barrejar amb alcohol etílic. És eficaç contra gairebé tots els microorganismes, tret de les espores, davant de les quals mostra una eficàcia moderada. Produeix l'oxidació dels grups sulfhidril i la iodació d'alguns aminoàcids de les proteïnes. Són inactivats per la matèria orgànica. Es troben àmpliament distribuïts per tot l'hospital.

14.5.1. Valors de referència i efectes potencials per a la salut

Iode: VLA-EC: 1,0 mg/m³. L'exposició al iode pot provocar irritació dels ulls i de les mucoses, mal de cap i dificultat de respiració. Els cristalls de iode o les solucions molt concentrades poden causar irritacions severes de la pell i cremades. Pot produir sensibilització.

14.6. Compostos fenòlics

Les propietats germicides, tòxiques, farmacològiques i químiques d'aquest grup de compostos varien àmpliament. En general, són eficaços contra els bacteris grampositius, alguns ho són contra els bacteris gramnegatius, els virus lipídics i en menor mesura contra l'agent de la tuberculosi i les espores. La manera com actuen consisteix a alterar la permeabilitat de les membranes mitjançant la desnaturalització irreversible de les proteïnes. La seva activitat augmenta amb la temperatura i amb la disminució del pH, és a dir, en medis àcids. Són bastant estables i no s'inactiven per la matèria orgànica o els sabons. A l'hospital s'utilitzen de manera puntual, quan es considera que la seva acció és més eficaç davant d'un patogen determinat per a desinfectar els terres, les parets, els mobles, la cristalleria i els instruments.

14.6.1. Valors de referència i efectes potencials per a la salut

Fenol: VLA-ED: 20 mg/m³ (via dèrmica). Poden provocar irritació de la pell i necrosi, cremades de la pell i dels ulls, l'aparició de pols irregular, ranera, convulsions, coma i fins i tot la mort.

14.7. Compostos d'amoni quaternari

Aquest conjunt de compostos, coneguts com a *quats*, representen una família de compostos antimicrobians en què les quatre valències de l'àtom de nitrogen estan ocupades per grups de complexitat variable. Són solubles en aigua i en

alcohol i tenen propietats tensoactives. Actuen augmentant la permeabilitat de les membranes cel·lulars amb la pèrdua consegüent dels constituents citoplasmàtics. En general, són compostos eficaços contra els bacteris i els fongs, i són escassament eficaços contra els virus i les espores. Alguns bacteris com les pseudomonas (gramnegatives) troben en aquests compostos el substrat que els permet multiplicar-se, fet que ha provocat algunes infeccions als hospitals. Aquests compostos són inactivats per les aigües dures, la matèria orgànica i altres materials. Són àmpliament utilitzats en tot l'hospital.

14.7.1. Valors de referència i efectes potencials per a la salut

No tenen cap VLA establert. L'exposició a aquests compostos pot provocar irritació de les mucoses i dermatitis de contacte, encara que són menys irritants per a les mans que altres compostos.

14.8. Peròxid d'hidrogen (H₂O₂)

Les solucions de peròxid d'hidrogen en concentracions del 3% al 6% són utilitzades com a desinfectants, mentre que en concentracions superiors, del 6% al 25%, es poden fer servir com a esterilitzants (vegeu l'apartat corresponent). La seva capacitat germicida es basa en l'acció que tenen els radicals lliures hidroxil sobre les membranes cel·lulars, els àcids nucleics i altres components cel·lulars.

14.8.1. Valors de referència i efectes sobre la salut

Peròxid d'hidrogen: VLA-ED: 1,4 mg/m³. En concentracions superiors al 25% és un compost altament tòxic.

14.9. Biguanides: la clorhexidina

La clorhexidina és un desinfectant de la pell i les mucoses, que presenta més eficàcia contra els bacteris grampositius que contra els gramnegatius, per la qual cosa bacteris pertanyents a aquest darrer grup, per exemple les pseudomonas, poden créixer en aquest compost. Són inactivades per molts materials.

15. Riscos biològics

15.1. Introducció

Encara que la gestió del risc biològic a l'Hospital de Sant Andreu, tal com succeeix en altres hospitals, l'exerceix bàsicament el Comitè d'Infeccions, l'activitat d'aquest està molt focalitzada en les incidències que afecten bàsicament els pacients (malalties nosocomials), motiu pel qual, i en circumstàncies puntuals, també intervé en aquest tema l'higienista del Servei de Prevenció; per això tractem de manera resumida aquest tema.

En la taula 24 es mostren uns quants exemples dels microorganismes, els reservoris habituals que tenen i les rutes de transmissió que provoquen infeccions hospitalàries.

En el registre d'accidents amb risc biològic de què disposa el Servei de Prevenció de l'Hospital de Sant Andreu consta com la via de contagi més habitual (80%) l'accident per punxades (agulles hipodèrmiques, vies, etc.), seguit dels talls amb objectes tallants (bisturís) (10%), l'esquitxada (5-10%, segons el Servei) i altres motius en una proporció molt petita. En un 90% dels casos el fluid corporal causant és la sang, mentre que en la resta figuren l'orina i les excrecions en general. Aquestes dades no són gaire diferents de les exposades en la introducció, corresponents al sector sanitari a l'Estat espanyol.

Taula 24. Microorganismes característics d'infeccions hospitalàries amb els seus reservoris i les rutes de transmissió

Microorganismes	Reservori	Via de transmissió
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Pacients i personal	Contacte i inhalació
<i>Staphylococcus aureus</i>	Pacients i personal	Contacte, rares vegades per inhalació
<i>Escherichia coli</i>	Flora de l'hoste, pacients i personal	Contacte i endògena
<i>Klebsiella sp.</i>	Flora de l'hoste i materials contaminats	Contacte i endògena
<i>Proteus sp.</i>	Flora de l'hoste i portadors asimptomàtics	Contacte i endògena
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Materials contaminats i pacients infectats	Contacte i inhalació
<i>Pseudomonas cepacia</i>	Materials contaminats	Contacte
<i>Serratia sp.</i>	Materials contaminats	Contacte
<i>Enterobacter agglomerans</i>	Materials contaminats	Contacte

Microorganismes	Reservori	Via de transmissió
<i>Candida albicans</i>	Flora de l'hoste i materials contaminats	Contacte i endògena
Virus de l'hepatitis B	Secrecions o excrecions de pacients infectats i portadors asimptomàtics	Contacte, rares vegades per inhalació
Virus de la grip	Pacients o personal infectat	Contacte i inhalació

Aspectes legislatius

L'RD 664/1997, que és la legislació aplicable en aquest cas, diferencia entre manipulació deliberada i no deliberada d'agents biològics. Pel que fa a l'activitat sanitària, considera com a activitats amb manipulació no deliberada d'agents biològics els treballs d'assistència sanitària, incloent-hi els desenvolupats en serveis d'aïllament i d'anatomia patològica i els treballs en laboratoris clínics, veterinaris i de diagnòstic, tret dels laboratoris de diagnòstic microbiològic. Aquests darrers n'estan exclosos perquè es considera que la manipulació d'agents biològics hi és deliberada. Criteris tècnics vàlids inclouen també en aquesta categoria el treball amb animals deliberadament infectats i altres feines de recerca en què es manipulin mostres o cultius amb agents biològics patògens (grups 3 i 4).

15.2. Risc de propagació d'una infecció a l'hospital

La propagació d'una infecció en un hospital requereix que concorrin tres elements: un focus de contaminació, un hoste susceptible i els mitjans de transmissió.

15.2.1. Focus de contaminació

Les fonts d'agents infecciosos que cal considerar són les següents:

- Els pacients.
- Els treballadors i els visitants, que poden patir una infecció oberta, trobar-se en el període d'incubació o ser portadors asimptomàtics.
- Els materials biològics derivats dels portadors.
- Els equips i instruments contaminats.
- Diverses instal·lacions de l'hospital poden actuar de reservoris d'agents biològics; per exemple, les instal·lacions de ventilació i climatització poden ser reservoris de la *Legionella pneumophila* i de fongs patògens o sapròfits.

15.2.2. Hoste susceptible

La resistència de les persones als microorganismes patògens varia d'una manera notable. Algunes persones són immunes o resistentes o poden esdevenir portadors asimptomàtics, mentre que d'altres desenvolupen la malaltia. Són

especialment susceptibles les persones que pateixen determinades malalties (diabetis *mellitus*, limfoma, processos neoplàsics, leucèmia, granulocitopènia o urèmia), les que estan sotmeses a uns tractaments concrets, per exemple, ir-radiació, fàrmacs immunosupressors, corticosteroides o agents antimicrobians i, finalment, les persones grans, amb una malaltia debilitant crònica, en estat de coma, amb una ferida traumàtica o sotmeses a intervencions quirúrgiques.

15.2.3. Rutes de transmissió

Els microorganismes es transmeten per diverses rutes; alguns només es transmeten per una sola ruta mentre que d'altres ho poden fer per més d'una. Les quatre rutes principals són les següents:

- Transmissió per contacte.
- Transmissió aèria.
- Transmissió mitjançant un vehicle.
- Transmissió mitjançant vectors.

15.3. Mesures preventives

A l'Hospital de Sant Andreu s'apliquen les mesures que s'esmenten a continuació a manera informativa.

- Precaucions universals.
- Política d'aïllament.
- Vigilància sanitària.
- Immunització activa. Vacunació.
- Mesures de contenció.

Lectura recomanada

Podeu consultar:

NTP 700: Precaucions per al control de les infeccions en centres sanitaris: http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/601a700/ntp_700.pdf

NTP 572: Exposició a agents biològics. La gestió d'equips de protecció individual en centres sanitaris: http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/501a600/ntp_572.pdf

Activitats

Qüestions per resoldre de l'apartat 2

1. Valoreu els resultats obtinguts en la determinació de les dosis d'exposició a raigs UV.
2. Quines ulleres són adequades per a la protecció davant l'exposició a radiacions UV a l'hospital?

Qüestions per resoldre de l'apartat 3

3. Quina situació legal hi ha pel que fa a l'exposició a camps electromagnètics?
4. Quina funció tindria l'higienista a l'hospital en relació amb l'exposició a camps electromagnètics?

Qüestions per resoldre de l'apartat 4

5. Quin funció té l'higienista en relació amb els riscos d'exposició a radiacions ionitzants?

Qüestions per resoldre de l'apartat 5

6. Quina funció té l'higienista en l'exposició a làsers?
7. Quines ulleres de protecció són adequades davant l'exposició a radiacions UV a l'hospital?
8. Quina problemàtica d'origen químic hi ha en l'ús de làsers?
9. Dissenyeu un pla per a reduir els incidents detectats en l'ús de làsers a l'hospital.

Qüestions per resoldre de l'apartat 6

10. Valoreu els resultats en relació amb els valors límit.
11. Proposeu mesures de protecció general o col·lectiva.

Qüestions per resoldre de l'apartat 7

12. Localitzeu a la Xarxa els mètodes analítics emprats per a la determinació del formaldehid: INSHT, MTA/MA-018/A89 i NIOSH 2016.
13. Calculeu els índexs d'exposició per als mostrejos personals.
14. Valoreu els resultats en conjunt. Conclusions.
15. Proposeu, per a cada àrea estudiada, les mesures de protecció general o col·lectiva més adequada segons el tipus de treball que s'hi desenvolupa.
16. Comproveu les característiques i l'adequació dels EPI proposats.
17. Per què s'han descartat controls ambientals periòdics de xilens i metanol?

Qüestions per resoldre de l'apartat 8

18. Localitzeu el mètode analític NIOSH 2532.
19. Calculeu els índexs d'exposició de les exposicions més elevades.
20. Valoreu els resultats. Conclusions i accions preventives.
21. Concreteu les mesures de protecció personal. Quins EPI serien adequats?

Qüestions per resoldre de l'apartat 9

22. Calculeu els índexs d'exposició.
23. Valoreu els resultats. Conclusions i accions preventives
24. Quin EPI respiratori és adequat per a protegir els treballadors contra l'òxid d'etilè?

Qüestions per resoldre de l'apartat 10

25. Localitzeu a Internet el mètode analític utilitzat.
26. Calculeu els índexs d'exposició.
27. Valoreu els resultats. Conclusions i accions preventives.
28. Entre les mesures esmentades, quines són les més adequades per a eliminar o reduir l'exposició dels treballadors al metacrilat de metil?
29. S'han de recomanar mesures de prevenció o protecció pel que fa a la resta de components del ciment?

Qüestions per resoldre de l'apartat 11

30. Localitzeu els mètodes analítics emprats en la determinació d'agents anestèsics.
31. Calculeu els índexs d'exposició al sevoflurà, el desflurà i l'òxid de dinitrogen de tots els mostresjos.
32. Valoreu els resultats.
33. Proposeu mesures de protecció general o col·lectiva.
34. S'han de valorar conjuntament els efectes adversos causats pels gasos anestèsics halogenats i l'òxid de dinitrogen?

Qüestions per resoldre de l'apartat 12

35. El rentatge previ dels flascons és la solució adequada per a evitar l'exposició als agents citostàtics dels treballadors de la farmàcia?
36. Els citostàtics no són classificats ni etiquetats com a productes químics perillosos (Reglament CLP (1272/2008)). Quin enfocament cal fer de l'exposició per part dels treballadors implicats en la seva manipulació?
37. Quines característiques tenen les cabines de seguretat biològica que s'utilitzen per a preparar fàrmacs citostàtics?
38. Hi ha recomanacions específiques per a treballar amb citostàtics per part de les dones embarassades?

Qüestions per resoldre de l'apartat 13

39. Valor límit ambiental dels compostos químics d'ús més corrent en un hospital.

Qüestions per resoldre de l'apartat 14

40. Quins altres tipus de desinfecció són possibles a l'hospital?
41. Quines variables afecten el comportament dels desinfectants?

Qüestions per resoldre de l'apartat 15

42. Expliqueu les vies de contagi habituals en un hospital.
43. Expliqueu què són les precaucions universals.
44. En què consisteix una política d'aïllament?
45. Quines són les limitacions legals de la immunització activa o vacunació?
46. Què són les mesures de contenció?

Solucionari

Solució de l'apartat 2

1. Resultats

Les dosis registrades a l'altura de l'espatlla van ser de dues a vint-i-vuit vegades més grans que el valor fixat per la legislació. En canvi, els mesuraments efectuats sota la roba de treball o de protecció van donar dosis molt petites. En conseqüència, si es porta una roba adient i no es deixa sense cobrir cap part del cos, s'obté una protecció adequada davant d'aquestes radiacions òptiques.

2. Ulleres de protecció adequades

Consulteu la FDN Selecció de pantalles i ulleres de protecció adequades, punt 2.2.2.4.

Solució de l'apartat 3

3. Situació legal pel que fa a l'exposició a camps electromagnètics

En el moment de redactar aquestes anotacions, està pendent de transposició la Directiva 2004/40/CE. Cal buscar les causes de no haver-la transposat a les legislacions dels països membres en les deficiències de la informació epidemiològica disponible sobre els efectes que tenen a llarg termini, però sobretot en el fet que els exigents límits fixats per als camps magnètics estàtics haurien impedit precisament el funcionament dels equips de ressonància magnètica.

La proposta de Directiva 2012/0003 (COD) posposa fins al 30 d'abril de 2014 la data de transposició de la Directiva 2004/40/CE. Aquests dos anys addicionals per a incorporar les disposicions de la Directiva als ordenaments jurídics nacionals estan justificats per les preocupacions expressades i, en alguns casos, confirmades, en el sentit que els valors límit d'exposició establerts en la Directiva podrien afectar de manera desproporcionada la continuïtat dels procediments mèdics que utilitzen la ressonància magnètica per la imatge. Aquesta posposició ha de donar temps suficient per a actualitzar i millorar la Directiva, especialment els valors límit d'exposició, per mitjà d'una nova Directiva basada en la proposta de la Comissió COM (2011) 348, que té com a finalitat garantir un nivell elevat de protecció dels treballadors, a més de la continuïtat dels procediments mèdics i d'altres activitats econòmiques.

Nota

El 26 de juny de 2013 es va aprovar la Directiva 2013/35/UE sobre disposicions mínimes en salut i seguretat relatives a l'exposició de treballadors als riscos derivats d'agents físics (camps electromagnètics), que deroga la Directiva 2004/40/UE que encara no havia entrat en vigor.

4. Funció de l'higienista

S'ha de comprovar que els equips compleixen el que disposa la norma EN-50499:2009.

Solució de l'apartat 4

5. L'higienista industrial i l'exposició a radiacions ionitzants

L'higienista ha de conèixer els riscos associats a l'exposició a radiacions ionitzants i col·laborar i assessorar en els aspectes que, derivats de la seva utilització, puguin aparèixer i que siguin competència seva, com ara la generació secundària d'agents químics perillosos o la gestió dels residus d'activitat molt baixa.

El conjunt d'activitats preventives i de protecció és competència del responsable de la instal·lació i la gestió tècnica d'aquestes activitats, del Servei de Protecció Radiològica o de la Unitat Tècnica de Protecció Radiològica.

Solució de l'apartat 5

6. Funció de l'higienista

Ha de comprovar que les instal·lacions compleixen el que disposa la norma UNE EN 60825 pel que fa a la classificació i l'etiquetatge correctes i a les mesures preventives operatives, organitzatives o individuals, que s'haurien d'incorporar al làser.

7. Ulleres i pantalles de protecció adequades

Vegeu les normes:

- UNE-EN 207: Equip de protecció individual dels ulls. Filtres i protectors dels ulls contra la radiació làser (ulleres de protecció làser).
- UNE-EN 208: Protecció individual dels ulls. Ulleres de protecció per als treballs d'ajust de làser i sistemes de làser (ulleres d'ajust làser).
- UNE-EN 12254: Pantalles per a llocs de treball amb làsers. Requisits de seguretat i assajos.

8. Problemàtica d'origen químic

Vegeu l'apartat dedicat als fums quirúrgics.

9. Pla de reducció d'incidents

Es pot resumir en els aspectes següents:

- Prendre mesures per a dur a terme l'alineació de manera correcta, quan aquesta sigui necessària.
- Establir l'obligació sobre l'ús d'ulleres de manera permanent a les zones de risc, senyalitzant-les.
- Dur a terme el manteniment de l'equip per personal especialitzat, amb un èmfasi especial en el manteniment preventiu.
- Formació especialitzada del personal implicat.

Solució de l'apartat 6

10. Valoració dels resultats

Durant les intervencions quirúrgiques, les quantitats detectades individualment de les substàncies presents es troben molt per sota dels valors límit corresponents. Fer-ne lavaloració individual, d'altra banda, no té sentit, ja que s'haurien de tenir en compte la gran varietat d'efectes descrits per a aquestes substàncies. No obstant això, com que es tracta d'una mescla complexa de productes de piròlisi és essencial reduir l'exposició tant com sigui possible, ja que molts compostos que es troben en el fum són cancerígens.

11. Mesures de protecció general i col·lectiva

Els dispositius mèdics amb producció de fum intens només s'han d'utilitzar a les àrees de treball equipades amb un sistema de ventilació general (per exemple, a les sales d'operacions), sobretot quan es poden generar fragments de teixits infecciosos o cèl·lules tumorals.

La millor mesura de protecció dels treballadors és l'extracció localitzada, capturant els fums en la mateixa font.

És obvi que tots els treballadors han de ser informats dels riscos de fum quirúrgic i de les mesures preventives aplicables a les zones on es duen a terme les intervencions que el poden produir.

Solució de l'apartat 7

12. Mètodes analítics emprats per a determinar formaldehid en l'aire

INSHT, MTA/MA-018/A89

NIOSH 2016

13. Índexs d'exposició

Personal exposat	Concentració (ppm)	I
T 1 Punt A (matí)	0,06	0,2
T 2 Punt B (matí)	0,36	1,2
T 6 Punt C (tarda)	0,50	1,7
T 7 Punt D (tarda)	0,24	0,8
T 8 Punt B (tarda)	0,22	0,7

Personal exposat	Concentració (ppm)	I
Patòleg treballant en cabina d'extracció	0,31-0,72	1-2,4
Patòleg treballant en la taula de tall	0,75-3	2,5-10
Tècnic passejant	0,01-2,21	0,03-7,4
Patòleg passejant	0,26-2,0	0,9-6,7
Tècnic en recollida de mostres	0,04-0,25	0,1-0,8
Tècnic en laboratori d'immunohistoquímica	0,2-1,2	0,7-4
Tècnic en sala de tall	0,32-0,45	1,1-1,5

14. Valoració dels resultats. Conclusions

- Mostres ambientals: tret del despatx, la sala de descans i la sala d'endoscòpies, en la resta de determinacions s'han detectat concentracions ambientals que superen el valor límit. El fet d'haver realitzat mostrejos més llargs de quinze minuts no afecta aquesta qüestió.
- Mostres personals: succeeix el mateix amb les mostres personals. Excepte les preses als tècnics encarregats de recollir mostres, en els altres casos apareixen concentracions superiors al VLA-EC. En alguns casos molt superiors, fins a més de set.

15. Mesures de protecció general i col·lectiva

Lloc	Mesures de prevenció i correcció
Magatzem (sense ventilació)	Ventilació general
Magatzem de mostres	Augmentar la ventilació general Armaris amb extracció localitzada
Cambra frigorífica de cadàvers	Extracció localitzada
Arxiu de mostres	Augmentar la ventilació general Armaris amb extracció localitzada
Pràctiques de dissecció de cadàvers	Augmentar la ventilació general Utilitzar taules amb extracció perimetral
Recepció de mostres	Augmentar la ventilació general Armaris amb extracció localitzada
Sala de tall	Augmentar la ventilació general
Sala de processament	Augmentar la ventilació general
Sala de talla	Augmentar la ventilació general Utilitzar vitrines
Sala de necròpsies	Augmentar la ventilació general Utilitzar taules amb extracció perimetral
Arxiu de mostres d'autòpsies	Augmentar la ventilació general Armaris amb extracció localitzada
Laboratori (general)	Reduir al màxim l'ús de formol Controlar la ventilació general
Operacions de neteja i desinfecció en general	Reduir al màxim l'ús de formol

16. Equips de protecció individual (EPI)

Els guants recomanats generalment per a treballar amb formaldehid són els que protegeixen de solucions de base aquosa, si bé cal comprovar que són impermeables al formaldehid. S'han de consultar les dades dels fabricants.

Atesa la situació d'exposicions molt elevades, mentre no s'implantin les mesures de protecció col·lectiva i se'n comprovi l'eficàcia ($I < 0,1$), s'ha d'evitar completament la inhalació de vapors, i fer servir equips de protecció respiratòria, incloent-hi filtres químics de classe B o mascaretes autofiltrants FFBP3. Cal consultar-ne sempre l'adequació al fabricant i llegir atentament el fullet explicatiu.

17. Controls periòdics de xilens i metanol

No són necessaris, ja que en les determinacions realitzades s'han obtingut concentracions inferiors a una desena part del valor límit ($I < 0,1$).

Solució de l'apartat 8

18. Mètode analític NIOSH 2532

NIOSH 2532

19. Índexs d'exposició

Àrea estudiada	Concentració (ppm)	I
Departament d'endoscòpies. Mostres ambientals	0,04	0,8
Departament d'endoscòpies. Mostres personals	0,06	1,2
Neteja exhaustiva de zones de risc. Mostres personals	0,04	0,8

20. Valoració dels resultats. Conclusions i accions preventives

Els resultats més elevats s'apropen al VLA-EC i en alguns casos els superen. S'han d'extremar les mesures de control en endoscòpies i reduir al màxim la utilització de glutaraldehid en les operacions de neteja.

21. Equips de protecció individual (EPI)

a) Guants. Els guants de làtex es poden utilitzar només per a temps d'exposició curts, i és recomanable canviar-los cada vegada que es manipuli el glutaraldehid i al cap de cinc minuts d'immersió continuada en la solució. Per a més seguretat, és recomanable fer servir guants dobles. Les persones que tinguin sensibilitat al làtex o a components dels guants de làtex, els poden substituir per guants de copolímers sintètics, de cautxú de nitril, o de cautxú de butil. No es recomanen guants de neoprè o clorur de polivinil, ja que aquests materials no són impermeables al glutaraldehid.

b) Davantals. Han de ser resistents a líquids que continguin glutaraldehid i altres productes químics que habitualment l'acompanyen i, preferiblement, d'un sol ús.

c) Ulleres de seguretat i màscares facials. Per a la protecció ocular es poden utilitzar les ulleres de seguretat, si bé, tenint en compte el tipus d'aplicació i especialment en la neteja de superfícies, pot ser més efectiva la utilització de màscares facials que protegeixen d'esquitxades tota la cara.

d) Mascaretes respiratòries. Les mascaretes d'un sol ús de les sales d'operacions no són adequades per a protegir d'esquitxades ni de la inhalació de vapors. S'han d'utilitzar mascaretes FF A2P2 (per a vapors de punt d'ebullició elevat i partícules). Després d'una esquitxada s'ha de netejar de manera adient la mascareta i substituir el filtre, que, al seu torn, ha de tenir programada una substitució periòdica. En aquest cas, s'han d'aplicar rigorosament les instruccions sobre la gestió dels EPI. Una alternativa, encara que molt més costosa, a la utilització de mascaretes són els cascos de protecció respiratòria.

Zona de la presa de mostra	Concentració (ppm)	I
Personals. Zona bruta	0,2-0,6	0,2-0,6
Personals. Zona neta	0,2-0,8	0,2-0,8
Personals. Moment d'obertura de l'autoclau	4,2-8,3	4,2-8,3

Lectura recomanada

Reial decret 665/1997, de 12 de maig, sobre la protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents cancerígens durant la feina. BOE núm. 124, de 24 de maig de 1997. Modificat pel Reial decret 1124/2000 i pel Reial decret 349/2003: http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/normativa/textoslegales/rd/1997/665_97/pdfs/realdecreto6651997de12demayosobrelaprotecciondeloetra.pdf

Solució de l'apartat 9

22. Càlcul dels índexs d'exposició

23. Valoració dels resultats. Conclusions i mesures preventives

Els índexs d'exposició generals són relativament baixos. Cal tenir en compte que els valors més alts corresponen a persones que han participat en el buidatge de l'autoclau, operació que han dut a terme protegits amb EPI respiratoris. Aquesta operació, en la qual s'aconsegueixen valors molt elevats, és de durada curta (de cinc a deu minuts).

El fet que, tret en la descàrrega de l'autoclau, les concentracions determinades d'òxid d'etilè estiguin per sota del valor límit no eximeix en cap cas de prendre totes les mesures necessàries per a reduir al màxim l'exposició. Atès que es tracta d'una substància classificada com a cancerígena i mutàgena 1B hi és aplicable la legislació sobre protecció dels treballadors davant de substàncies cancerígenes i mutàgenes. Vegeu l'article 5 del Reial decret 665/97 (i modificacions posteriors).

En la descàrrega de l'autoclau no hi ha cap altra solució que emprar un equip de protecció personal respiratòria i reduir al màxim la durada de l'operació.

24. EPI respiratori adequat per a l'òxid d'etilè

Màscara amb filtre AX o mascareta FFAX.

Solució de l'apartat 10

25. Mètode analític NIOSH 2537

NIOSH 2537

26. Índexs d'exposició

Mostra	Concentració (ppm)	I
Ambientals		
Sala d'operacions 11	2	-
Sala d'operacions 12	1	-
Sala d'operacions 13	6	-
Sala d'operacions 14	5	-
Personals		
Sala d'operacions 11 (infermera)	4	-

Mostra	Concentració (ppm)	I
Sala d'operacions 11 (instrumentista)	15	0,15
Sala d'operacions 11 (auxiliar especialista)	45	0,45
Sala d'operacions 12 (infermera)	12	0,12
Sala d'operacions 12 (instrumentista)	20	0,20
Sala d'operacions 12 (auxiliar especialista)	33	0,33
Sala d'operacions 13 (infermera 1)	13	0,13
Sala d'operacions 13 (infermera 2)	12	0,12
Sala d'operacions 13 (instrumentista)	8	0,08
Sala d'operacions 13 (auxiliar especialista)	50	0,50
Sala d'operacions 14 (infermera 1)	15	0,15
Sala d'operacions 14 (instrumentista 2)	15	0,15
Sala d'operacions 14 (auxiliar especialista 1)	58	0,58
Sala d'operacions 14 (infermera 2)	9	0,09
Sala d'operacions 14 (instrumentista 2)	8	0,08
Sala d'operacions 14 (auxiliar especialista 2)	37	0,37

27. Valoració dels resultats. Conclusions i accions preventives

Tenint en compte els resultats, és obvi que les úniques persones amb una exposició apreciable són els auxiliars especialistes encarregats de preparar el ciment. Per aquest motiu, s'han d'aplicar les mesures de tipus personal a aquestes persones. Si es redueix l'emissió de metacrilat a l'ambient, es reduirà l'exposició secundària de la resta del personal.

28. Mesures per a prevenir l'exposició

L'ordre en què s'exposen les mesures preventives en l'informe és el correcte. Els guants més adequats són els de nitril.

29. Mesures de protecció davant els altres components del ciment

Atès el nivell baix de concentració d'aquestes substàncies en el ciment ossi i que el temps d'exposició és curt (quinze minuts), les mesures que es consideren adequades per a la prevenció de l'exposició al metacrilat de metil també ho són per al control del risc a aquestes substàncies.

Solució de l'apartat 11

30. Mètodes analítics

Halogenats, captació activa: MTA/MA-046/A00

Halogenats, captació passiva: MTA/MA-027/A95

Òxid de dinitrogen: MTA/MA-020/A91

31. Índexs d'exposició

Recordeu que són valors tipus "sostre", equivalents a VLA-EC, però per a períodes d'una hora.

Sevoflurà i desflurà en sales d'operacions

Sala d'operacions	Sevoflurà		Desflurà	
	ppm	I	ppm	I
Blanc ambiental	0,10	0,05	-	-
Sala d'operacions 2 ambiental	0,20	0,10	-	-
Sala d'operacions 2 ambiental	0,80	0,40	-	-
Sala d'operacions 2 ambiental	0,06	0,01	0,27	0,12
Sala d'operacions 2 ambiental	0,13	0,02	0,41	0,20
Unitat de reanimació	-	-	0,70	0,35
Unitat de reanimació	-	-	0,55	0,27
Sala d'operacions 4 ambiental	0,25	0,12	-	-
Sala d'operacions 4 personal	0,46	0,23	-	-
Sala d'operacions 5 ambiental	0,05	0,02	0,10	0,05
Sala d'operacions 5 personal	0,06	0,03	0,25	0,12
Sala d'operacions 6 ambiental	0,05	0,02	2,1	1,05
Sala d'operacions 6 personal	0,06	0,03	2,1	1,05
Sala d'operacions ORL ambiental	0,65	0,32	0,09-0,47	0,04-0,23
Sala d'operacions ORL Sala annexa	-	-	0,81	0,4
Sala d'operacions ORL personal	2,68	1,34	0,06-0,89	0,03-0,44
Cirurgia major ambulatòria	0,16	0,08	-	-
Cirurgia major ambulatòria	0,10	0,05	-	-
Ambiental passadís	-	-	0,29	0,15
Sala d'operacions 8 ambiental	-	-	0,85	0,42
Sala d'operacions 8 personal	-	-	2,71	1,35
Sala d'operacions 3 ambiental	-	-	0,64	0,32
Sala d'operacions 3 personal	-	-	0,75	0,37
Sala d'operacions traumatologia ambiental	ND	-	-	-
Sala d'operacions traumatologia personal	ND	-	-	-
Sala d'operacions 1 ambiental	1,32	0,66	-	-
Sala d'operacions 1 personal	3,47	1,73	-	-
Sala d'operacions urologia personal	-	-	0,29	0,15
Sala d'operacions urologia ambiental	-	-	0,85	0,42

Sevoflurà en UCI

Mostra	Sevoflurà (ppm)	I
UCIPO Personal infermera	1,4	0,7
UCIPO Ambiental 1	1,2	0,6
UCIPO Ambiental 2	1,1	0,55
UCIPO Ambiental 3	4,4	2,2
UCICA Ambiental 1	0,25-0,3	0,12-0,15
UCICA Ambiental 2	0,25-4,5	0,12-2,2
UCICA Ambiental 3	0,25-0,3	0,12-0,15
UCICA Personal infermera	0,3-0,5	0,15-0,25

Òxid de dinitrogen

Sala d'operacions	N ₂ O (ppm)	Exposició (h)	I
P-1	4	6	0,06
P-1	9	6	0,14
P-1	6	6	0,09
P-2	<2	8	–
P-2	<2	8	–
P-2	<2	8	–
P-3	15	10	0,38
P-3	12	10	0,30
P-3	8	10	0,20
P-3	7	10	0,18

32. Valoració dels resultats

No se supera en cap cas el valor de referència per a l'òxid de dinitrogen. Se supera el valor de 2 ppm del sevoflurà en les mostres personals de la sala d'operacions d'otorinolaringologia – ORL– (2,68 ppm) i de la sala d'operacions 1 (3, 47) i en les mostres ambiental a l'UCI postoperatoria (4,4 ppm) i cardíaca 2 (4,5 ppm). El desflurà supera el valor de 2 ppm en les mostres ambientals i personals de la sala d'operacions 6 (2,1 ppm) i en la personal de la sala d'operacions 8 (2,71 ppm).

33. Mesures de protecció general i col·lectiva

Les principals recomanacions generals destinades a minimitzar l'exposició a gasos anestèsics residuals són les següents:

- Fer servir sempre sistemes anticontaminació. La utilització de sistemes d'eliminació de gasos residuals és la mesura preventiva més eficaç, ja que elimina el contaminant de manera localitzada en el moment en què es genera.
- Emprar sistemes alternatius d'aspiració. En els casos en què no és possible connectar el sistema d'eliminació de gasos anestèsics incorporats al respirador (com en alguns casos en

les sales d'operacions de pediatria i ORL), hi ha mascaretes de doble capa i altres sistemes alternatius d'extracció localitzada.

- Garantir una ventilació general suficient. La ventilació general de la sala d'operacions ha d'estar perfectament dimensionada per a assegurar l'eliminació de la contaminació residual, mantenir unes condicions termohigromètriques determinades (regulables a voluntat dels ocupants) i garantir-ne la sobrepressió permanent.
- Establir un pla de manteniment preventiu. És important incloure el control periòdic de les instal·lacions en el pla de manteniment preventiu de l'hospital.
- No descuidar la formació i informació del personal. Especialment pel que fa a pràctiques de treball segur, revisió de mesures de seguretat i reducció al màxim de la generació de concentracions de gasos anestèsics residuals.

En els casos en què no se superin, però no obstant això presentin valors alts, s'han de tenir en compte aquestes recomanacions, que sempre han de tendir a reduir al màxim possible l'exposició a gasos anestèsics residuals.

34. S'han de valorar conjuntament els efectes adversos causats pels gasos anestèsics halogenats i l'òxid de dinitrogen?

Clarament, sí, ja que entre els efectes que tenen sobre l'organisme l'acció depressora del sistema central (anestèsia, narcosi) és comuna en aquests gasos.

Solució de l'apartat 12

35. El rentatge previ dels flascons és la solució adequada?

Es tracta d'una solució d'emergència, que no evita el contacte amb els citostàtics abans del rentatge i n'explica la presència en l'aire, al terra i a les superfícies de treball, de manera que esdevé l'únic possible origen de la contaminació detectada. D'altra banda, aquest fet hauria de ser evitat pels fabricants d'una manera radical, ja que, òbviament, afecta també tota la línia de producció, envasament i transport d'aquests productes abans que arribin a l'hospital.

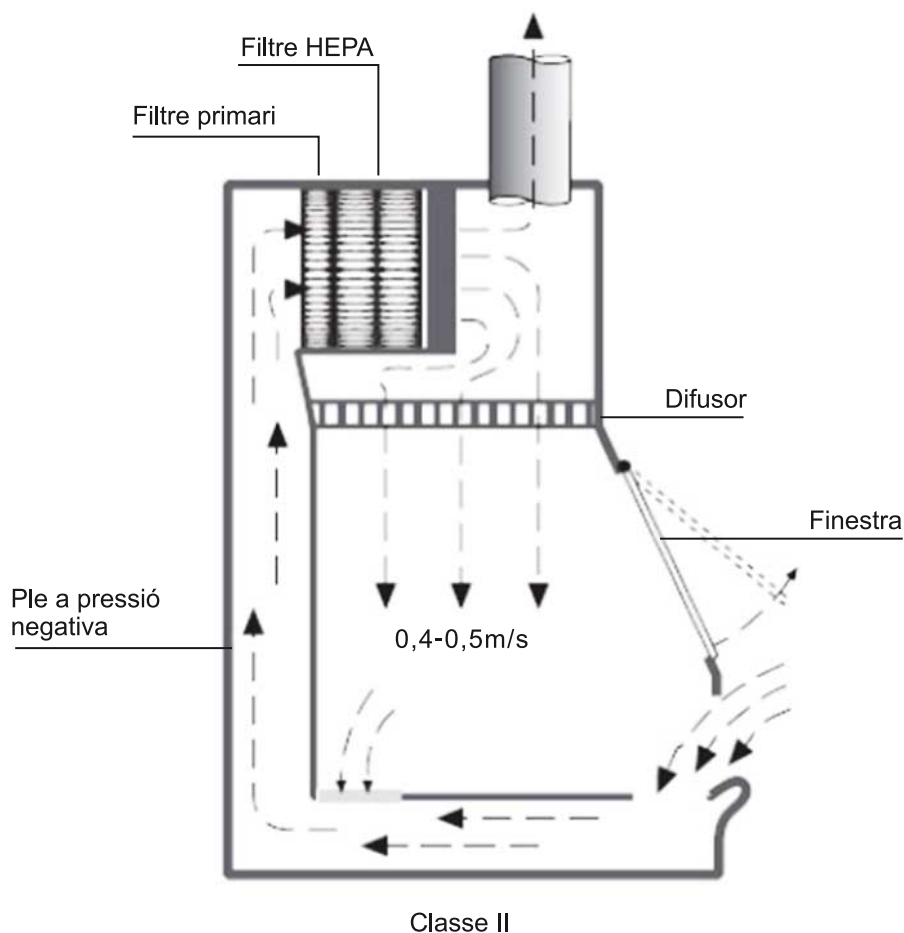
36. Quin enfocament cal fer de l'exposició per part dels treballadors implicats en la seva manipulació?

Des del punt de vista del risc laboral, s'ha de tenir en compte que es tracta majoritàriament de substàncies cancerígenes o mutàgenes i que hi és aplicable la reglamentació corresponent (RD 665/97). D'altra banda, des del punt de vista de la vigilància de la salut, hi ha un Protocol de vigilància sanitària específica per als treballadors exposats a agents citostàtics.

37. Característiques de les cabines de seguretat biològica

Es tracta de cabines de seguretat biològica de classe II i tipus B1 (30% aire circulant i 70% aire exterior) de flux laminar vertical que han d'estar certificades i complir els estàndards internacionals (vegeu la figura 27 i també l'NTP 233, especialment el quadre 1). Amb això s'evita la contaminació del producte i al mateix temps s'assegura la protecció del personal. Les cabines han d'estar en funcionament permanent. Han de ser revisades periòdicament per personal qualificat d'acord amb les indicacions del fabricant i les normes establertes. Atès que aquestes cabines estan pensades originàriament com a protecció davant del risc biològic, els filtres no són eficaços en el cas dels vapors, cosa que s'ha de tenir present.

Figura 27. Cabina de seguretat biològica de classe II



Vegeu NTP 233: Cabines de seguretat biològica

38. Recomanacions específiques per a treballar amb citostàtics per part de les dones embarassades

Podeu consultar els documents adjunts:

Directrius per a l'avaluació de riscos i protecció de la maternitat a la feina

NTP 914: Embaràs, lactància i treball: promoció de la salut

NTP 915: Embaràs, lactància i treball: vigilància de la salut

Solució de l'apartat 13

39. Valor límit ambiental dels compostos químics d'ús més corrent en un hospital.

Valor límit ambiental dels compostos químics d'ús més corrent en un hospital

Substàncies	VLA-ED (mg/m ³)	VLA-EC (mg/m ³)
Acetaldehid		46
Acetat d'etil	1.460	
Acetilè	Asfixiant simple	
Acetona	1.188	1.782

C1A: substància cancerígena de categoria 1A. "Substàncies que és sabut que són cancerígenes per a l'ésser humà". Hi és aplicable l'RD 665/1997. C1B: substància cancerígena de categoria 1B. "Substàncies que es poden considerar cancerígenes per a l'ésser humà". Hi és aplicable l'RD 665/1997. TR1B: substància que es pot considerar perjudicial per a la fertilitat dels éssers humans o produeix toxicitat per al seu desenvolupament.

Substàncies	VLA-ED (mg/m ³)	VLA-EC (mg/m ³)
Acetonitril	68	102
Àcid acètic	25	37
Àcid acetilsalicílic		
Àcid clorhídric	7,6	15
Àcid fosfòric	1	2
Àcid nítric	5,2	10
Àcid pícric	0,1	
Àcid sulfúric	1	3
Acrilonitril	4,4 1 B (dèrmica)	
Aigua oxigenada	1,4	
Aiguarràs	567	
Alcohol etílic	1.910	
Alcohol isopropílic	998	
Alcohol metílic	266	
Alcohol propílic	500 (dèrmica)	625 (dèrmica)
Amoníac	18	25
Argó	Asfixiant simple	
Benzè	16 C1A (dèrmica)	
Benzidina	C1A (dèrmica)	
Bisulfit sòdic	5	
Carbó, pols	2	
Carbonat de calci	10	
Cel·lulosa	10	
Ciclohexà	1.050	2.100
Ciclohexanol	208	
Ciclohexanona	102	
Cloroform	50	
Clorur de metilè	177	
Cresol		
Diclorometà (vegeu clorur de metilè)		

C1A: substància cancerígena de categoria 1A. "Substàncies que és sabut que són cancerígenes per a l'ésser humà". Hi és aplicable l'RD 665/1997. C1B: substància cancerígena de categoria 1B. "Substàncies que es poden considerar cancerígenes per a l'ésser humà". Hi és aplicable l'RD 665/1997. TR1B: substància que es pot considerar perjudicial per a la fertilitat dels éssers humans o produeix toxicitat per al seu desenvolupament.

Substàncies	VLA-ED (mg/m³)	VLA-EC (mg/m³)
<i>N,N</i> -dimetilformamida	30 TR1B (dèrmica)	
Diòxid de carboni	9.150	27.400
Diòxid de nitrogen	5,7	9,6
Disulfur de carboni	31 (dèrmica)	
Etanol (vegeu <i>alcohol etílic</i>)		
Etanolamina	7,5 (dèrmica)	15 (dèrmica)
Èter etílic	1.230	1.540
Èter isopropílic	1.060	1.310
Etilmetilcetona (vegeu <i>metiletilcetona</i>)		
2-etoxietanol	18 TR1B (dèrmica)	
Fenol	20 (dèrmica)	
Formaldehid		0,37
Formol (vegeu <i>formaldehid</i>)		
Glicerina, boires	10	
Glutaraldehid		0,2
Hexaclorobenzè	0,002 (dèrmica)	
<i>n</i> -hexà	179	
Hexà, altres isòmers	1.790	3.580
Hexanona (vegeu <i>metil-n-butilcetona</i>)		
Hidròxid càlcic	5	
Hidròxid potàssic		2
Hidròxid sòdic		2
Isobutylmetilcetona (vegeu <i>metilisobutylcetona</i>)		
Isopropanol (vegeu <i>alcohol isopropílic</i>)		
Iode		1
Mercuri metàl·lic	0,025 (dèrmica)	
Metacrilat de metil	208	416
Metanol (vegeu <i>alcohol metílic</i>)		
Metil- <i>n</i> -butilcetona	21 (dèrmica)	
Metilcloroform	1.110	2.220

C1A: substància cancerígena de categoria 1A. "Substàncies que és sabut que són cancerígenes per a l'ésser humà". Hi és aplicable l'RD 665/1997. C1B: substància cancerígena de categoria 1B. "Substàncies que es poden considerar cancerígenes per a l'ésser humà". Hi és aplicable l'RD 665/1997. TR1B: substància que es pot considerar perjudicial per a la fertilitat dels éssers humans o produeix toxicitat per al seu desenvolupament.

Substàncies	VLA-ED (mg/m ³)	VLA-EC (mg/m ³)
Metiletilcetona	600	900
Metilisobutilcetona	83	208
Naftalè	53	80
Nitrobenzè	5 (dèrmica)	
Nitrogen	Asfixiant simple	
Nitroglicerina	0,5 (dèrmica)	
Òxid de calci	2	
Òxid de dinitrogen (vegeu òxid nítrós)		
Òxid d'etilè	1,8	
Òxid nítric	31	
Òxid nítrós	92	
Ozó		
Treball fort	0,1	
Treball moderat	0,16	
Treball lleuger	0,2	
Percloroetilè (tetracloroetilè)	172	689
Peròxid d'hidrogen (vegeu <i>aigua oxigenada</i>)		
piridina	16	
1-propanol (vegeu <i>alcohol propílic</i>)		
2-propanol (vegeu <i>isopropanol</i>)		
2-propanona (vegeu <i>acetona</i>)		
Sulfat de bari	10	
Sulfat càlcic	10	
Talc (sense fibres d'amiant)	2	
Tetraclorometà (vegeu <i>tetraclorur de carboni</i>)		
Tetraclorur de carboni	32 (dèrmica)	64 (dèrmica)
Tetrahidrofurà	150 (dèrmica)	300 (dèrmica)
Tetròxid d'osmi	0,002	0,006
Toluè	191 (dèrmica)	
1,1,1-tricloroetà (vegeu <i>metilcloroform</i>)		

C1A: substància cancerígena de categoria 1A. "Substàncies que és sabut que són cancerígenes per a l'ésser humà". Hi és aplicable l'RD 665/1997. C1B: substància cancerígena de categoria 1B. "Substàncies que es poden considerar cancerígenes per a l'ésser humà". Hi és aplicable l'RD 665/1997. TR1B: substància que es pot considerar perjudicial per a la fertilitat dels éssers humans o produeix toxicitat per al seu desenvolupament.

Substàncies	VLA-ED (mg/m ³)	VLA-EC (mg/m ³)
Tricloroetilè	273	546
Triclorometà (vegeu cloroform)		
Xilens, tots els isòmers	441 (dèrmica)	661 (dèrmica)

C1A: substància cancerígena de categoria 1A. "Substàncies que és sabut que són cancerígenes per a l'ésser humà". Hi és aplicable l'RD 665/1997. **C1B:** substància cancerígena de categoria 1B. "Substàncies que es poden considerar cancerígenes per a l'ésser humà". Hi és aplicable l'RD 665/1997. **TR1B:** substància que es pot considerar perjudicial per a la fertilitat dels éssers humans o produeix toxicitat per al seu desenvolupament.

Solució de l'apartat 14

40. Altres tipus de desinfecció

a) Calor humida

La calor humida és un dels millors mètodes per a destruir tots els microorganismes. L'esterilització amb vapor implica l'escalfament a 121 °C, en una autoclau, de vapor d'aigua saturat, sota pressió durant quinze minuts, com a mínim, temps que s'ha de comptar a partir del moment que s'hagi assolit la temperatura indicada.

El material que s'ha d'esterilitzar ha d'entrar en contacte amb el vapor saturat i calent, ja que, si per algun motiu no es produeix el contacte, no es podrà assegurar una esterilització eficaç.

Els diferents models d'autoclous disposen de diversos sistemes de control, per exemple, vàlvules que romanen obertes fins que l'aire ha estat reemplaçat completament pel vapor, cicles previs de buit, etc.; però el millor control de l'eficàcia de l'esterilització és la utilització d'indicadors biològics, el més utilitzat dels quals són les espores de *Bacillus stearothermophilus*.

b) Calor seca

Aquest mètode és menys eficaç que l'esterilització amb calor humida i requereix temperatures més altes o temps més perllongats. L'esterilització amb calor seca s'aconsegueix a temperatures de 160 °C a 170 °C, en períodes de temps de dues a quatre hores. Per a aquest procediment es poden utilitzar els forns del tipus Poupinel o del tipus Pasteur. La raó per la qual aquest sistema és menys eficaç que la calor humida és que l'aire és un mal conductor de la calor, la temperatura a l'interior del forn pot ser no homogènia i, fins i tot, la temperatura que marca el termòmetre indicador del forn pot ser diferent de la temperatura de l'objecte que s'ha d'esterilitzar. Aquestes deficiències es poden pal·liar utilitzant forns amb sistemes de convecció (ventiladors) que permeten homogeneïtzar la temperatura a l'interior del forn.

Aquest mètode està recomanat en el cas d'objectes que es deteriorenen amb la humitat, però cal tenir en compte que la calor també pot danyar alguns objectes; per exemple, un objecte pot esdevenir més fràgil si està format per dos o més metalls a causa dels diferents coeficients de dilatació.

Alguns autors recomanen l'ús de forns de microones per a l'esterilització, si bé cal tenir en compte algunes precaucions. Els forns de microones només permeten escalfar els productes aquosos, i no s'hi poden ficar objectes metàl·lics; per aconseguir temperatures superiors als 100 °C s'han d'utilitzar recipients estancs, tancats al buit i que resisteixin la pressió; l'eliminació i esterilització de mostres biològiques s'aconsegueix quan la mostra es crema, cosa que produeix aerosols i olors molestes.

c) Radiació

L'esterilització mitjançant l'ús de radiacions ionitzants no és el mètode més freqüent als hospitals; i, si bé els raigs gamma s'utilitzen per a esterilitzar alguns productes d'ús mèdic, aquest tipus d'instal·lació ha de complir els requisits d'instal·lació radioactiva.

La radiació ultraviolada pot inactivar virus, bacteris i fongs. Aquest tipus de radiació és especialment útil per a destruir els microorganismes presents en l'aire i, en menor mesura, els microorganismes que hi ha a les superfícies o en els materials que no resisteixen l'acció d'altres mètodes. El seu efecte bactericida s'aconsegueix a partir de les longituds d'ona de 250 nm, amb un màxim d'eficàcia en les longituds d'ona de 260 nm. Perquè la desinfecció sigui eficaç s'ha de procurar que l'espai estigui lliure d'objectes que puguin produir zones d'ombra, cosa que dificultaria la descontaminació.

Els riscos més importants associats a la utilització de radiació ultraviolada són les cremades que es poden produir a les còrnies o a la pell de les persones exposades (vegeu els apartats sobre radiacions ionitzants i no ionitzants).

41. Variables, que afecten el comportament dels desinfectants

Hi ha un seguit de variables, que es descriuen a continuació, que afecten el comportament dels desinfectants i que s'han de tenir en compte perquè l'eficàcia del procés de desinfecció sigui màxima.

a) Grau d'activitat antimicrobiana

El grau d'activitat antimicrobiana d'un desinfectant s'avalua segons l'eficàcia que té a l'hora d'eliminar els bacteris, si bé hi ha diferències en la resistència que presenten als desinfectants depenent dels diferents tipus assajats; una classificació segons el grau de resistència, de més a menys, és la següent: espores bacterianes, bacil de la tuberculosi, bacteris gramnegatius i bacteris grampositius.

b) Possibilitat de contacte amb els bacteris

Per a obtenir la màxima eficàcia en el procés de desinfecció, el desinfectant ha d'entrar en contacte amb els bacteris i aquests l'han d'absorbir. Aquest procés s'ha de realitzar en dos passos, la neteja del material i la desinfecció corresponent. L'ordre d'execució d'aquests dos passos depèn del risc d'infecció que hi hagi per als treballadors; si no hi ha cap risc o és mínim, de primer s'ha de netejar el material i després es desinfecta, per exemple, en la desinfecció de superfícies o equips. Si el risc d'infecció és alt, s'ha d'invertir l'ordre; per exemple, una bona mesura preventiva per al personal de sala seria afegir una quantitat de desinfectant als orinals dels malalts afectats de febres tifoides, ja que d'aquesta manera es reduiria el risc d'infecció per esquitxades o aerosols en buidar els orinals.

c) Temperatura

Tots els desinfectants són més actius a temperatures altes, per tant, és recomanable, sempre que sigui possible, utilitzar-los en aquestes condicions.

d) Concentració

Tots els desinfectants, tret de l'alcohol, són més eficaços a concentracions altes, encara que s'han d'utilitzar sempre a les concentracions indicades pel fabricant.

e) Volum

La desinfecció és més eficaç quan s'utilitzen grans volums de solució desinfectant, ja que se'n redueix la possibilitat d'inactivació.

f) pH

Alguns desinfectants són sensibles als canvis del pH; per exemple, les solucions de glutaral·hidrid van acompanyades d'un activador alcalí que permet ajustar el pH a un valor de 8, alguns compostos d'amoni quaternari són més eficaços davant les pseudomonas, quan es dilueixen amb aigua de l'aixeta (pH 7,2) que quan s'utilitza aigua destil·lada (pH 6).

g) Activitat bactericida i activitat bacteriostàtica

Alguns desinfectants són bactericides, és a dir, maten els bacteris; en canvi altres només inhibeixen el creixement bacterià, són bacteriostàtics. Els compostos d'amoni quaternari són desinfectants bacteriostàtics.

h) Temps

El temps necessari per a completar la desinfecció depèn del tipus de desinfectant, de la naturalesa dels bacteris presents, de la quantitat i tipus de material que els envolta, i de la temperatura, la concentració i el volum del desinfectant; els bacteris gramnegatius, per exemple, requereixen més temps de contacte amb el desinfectant que els bacteris grampositius. El clor i l'alcohol són els desinfectants més ràpids, poden ser eficaços al cap de dos minuts de contacte si les superfícies que s'han de tractar estan netes; els desinfectants fenòlics, en presència de matèria orgànica, requereixen trenta minuts per a completar la desinfecció, procés que poden realitzar en tan sols vuit minuts si les superfícies estan netes. Com més gran sigui el temps de contacte més eficaç serà la desinfecció.

Solució de l'apartat 15

42. Vies de contagi

Vegeu l'NTP 700: Precaucions per al control de les infeccions en centres sanitaris

43. Precaucions universals

Vegeu l'NTP 616: Riscos biològics en la utilització, manteniment i reparació d'instruments de laboratori

44. Política d'aïllament

És el conjunt de mesures preventives adreçades a evitar les malalties infeccioses interrompent la via de transmissió de l'agent contaminant basades en l'establiment de conjunts de mesures definides segons la perillositat de l'agent o segons la via de transmissió, que s'agrupen en set categories.

a) Estricta

Està pensat per a prevenir les infeccions provocades per agents biològics molt virulents que es transmeten tant per via aèria com per contacte.

b) Contacte

Està dissenyat per a prevenir la colonització o les malalties degudes a agents altament contagiosos que no queden controlats per la categoria anterior. Les malalties incloses en aquesta categoria es transmeten principalment per contacte directe o molt proper.

c) Respiratòria

Implica la interrupció de la transmissió per via aèria en distàncies curtes. El risc per contacte directe o indirecte podria ocórrer però és infreqüent.

d) Bacils acidoresistents

Aquesta categoria està pensada per a pacients adults amb tuberculosi actives. Als nens i joves amb tuberculosi no se'ls sol aplicar aquest aïllament, ja que rares vegades tüssen.

e) Entèrica

En aquest cas es tracta de prevenir les infeccions que es transmeten per contacte directe o indirecte amb femta. L'hepatitis A s'inclou en aquesta categoria.

f) Drenatges i secrecions

Aquesta categoria inclou les infeccions que es transmeten per contacte directe o indirecte amb materials purulents o de drenatge d'alguna ferida o part del cos infectada.

g) Sang i fluids biològics

Les mesures d'aïllament d'aquesta categoria pretenen impedir la transmissió de les infeccions portades per aquests materials.

45. Limitacions legals de la vacunació

A l'Estat espanyol no hi ha cap imperatiu legal que obligui a vacunar-se els treballadors exposats a riscos biològics, si bé algun dels col·lectius exposats ho duu a terme d'acord amb ordenances particulars i convenis col·lectius, com per exemple els treballadors encarregats de la neteja municipal i el personal sanitari, entre d'altres.

En el Reial decret 664/1997 sobre la protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents biològics durant el treball, es recullen les recomanacions sobre la vacunació en ambients laborals. Aquesta normativa inclou una llista d'agents biològics patògens per a l'ésser humà i indica quan aquests agents poden provocar reaccions al·lèrgiques o tòxiques, en quins casos és convenient conservar més de deu anys les llistes dels treballadors que han estat exposats i quan una vacuna eficaç està disponible.

46. Mesures de contenció

L'RD 664/1997, amb la denominació *mesures de contenció* fa referència al treball en els laboratoris i en els locals destinats als animals d'experimentació. El grau d'exigència en la seva aplicació estableix tres nivells de contenció, anomenats 2, 3 o 4, que es corresponen amb els grups de risc establerts per als diferents microorganismes depenent del risc d'infecció que

aquests comporten per a la persona, de manera que a les activitats en què es manipuli un agent biològic classificat, per exemple, en el grup de risc tres, els correspondrà un nivell de contenció 3. En general, quan en un laboratori hi hagi incertesa sobre la presència d'agents biològics que puguin provocar una malaltia en les persones, s'hauria d'adoptar, com a mínim, un nivell de contenció 2.

L'OMS, en el *Manual de bioseguretat en el laboratori*, disposa d'una manera més concreta les recomanacions que s'han de tenir en compte per a una pràctica de treball segura. De la mateixa manera que en el Reial decret, l'OMS estableix una classificació dels agents biològics en grups de risc i dels laboratoris, en nivells de contenció, que en aquest cas s'anomenen *laboratori bàsic*, *laboratori de contenció* i *laboratori de contenció màxima*. Per a cadascun estableix el codi pràctic de treball, les normes de concepció i instal·lació del laboratori, el material de bioseguretat, la vigilància mèdica i sanitària, la formació professional, les normes de manipulació, transport i enviament de mostres, els procediments d'emergència i les instal·lacions per als animals d'experimentació.

