

Desechos Hospitalarios: Riesgos Biológicos y Recomendaciones Generales Sobre su Manejo

Agosto 2001

MINISTERIO DE SALUD
DIVISION DE INVERSIONES Y DESARROLLO DE LA RED ASISTENCIAL
DEPARTAMENTO DE CALIDAD EN LA RED
UNIDAD DE EVALUACION DE TECNOLOGIAS DE SALUD

Indice

	Página
1.- Introducción.....	4
2.- Objetivos.....	5
3.- Conceptos básicos, definición de términos, y ámbito de aplicación del informe.....	5
3.1 Caracterización de los desechos hospitalarios	7
3.2 Definiciones vigentes en Chile	9
3.3 Ambito de aplicación del informe	11
3.4 La disposición de desechos domésticos en Chile	12
4.- Estrategia general frente al problema de los desechos hospitalarios.....	13
5.- Riesgos de los desechos hospitalarios.....	15
5.1 Métodos	15
5.2 Riesgo microbiológico	15
5.2.1 Consideraciones generales	15
5.2.2 Características microbiológicas de los desechos hospitalarios	16
5.2.3 Sobrevida de microorganismos patógenos en el ambiente	17
5.2.4 Diseminación subterránea desde los vertederos	17
5.2.5 Desecho de sangre a través del alcantarillado	18
5.2.6 Potencial transmisión aérea de microorganismos en los vertederos durante la manipulación o la movilización de los desechos mediante vehículos	18
5.2.7 Accidentes con elementos cortopunzantes	19
5.2.8 Transmisión aerea de enfermedades virales	20
5.3 Riesgo asociado a los agentes antineoplásicos	20
5.4 Riesgo de los desechos radioactivos	22
5.5 Riesgo de los desechos químicos y farmacéuticos	22
5.6 Riesgo de los desechos con alto contenido en metales pesados y contenedores presurizados	23
6.- Consideraciones culturales, éticas, sociales y legales	23
6.1 Marco legal vigente	23
6.2 Consideraciones éticas, culturales y sociales	25

7.- Intervenciones para el manejo de desechos de alto riesgo	26
7.1 Desechos infecciosos	26
7.2 Desechos con citotóxicos	27
7.3 Desechos radioactivos	27
7.4 Otras intervenciones	27
8.- Conclusiones y recomendaciones	28
9.- Referencias	30

Informe elaborado por: Dr. Miguel Araujo
Unidad de Evaluación de Tecnologías de Salud

Búsqueda bibliográfica: Sra. Patricia Kraemer / Dr. Miguel Araujo
Unidad de Evaluación de Tecnologías de Salud

Revisión: Dr. Fernando Otaíza
Jefe Departamento de Calidad en la Red

Desechos Hospitalarios: Riesgos Biológicos y Recomendaciones Generales Sobre su Manejo

1.- Introducción

El manejo y la disposición final de los desechos hospitalarios ha sido objeto de atención en todo el mundo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha realizado paneles de expertos para analizar la materia y ha difundido recomendaciones específicas para países en vías de desarrollo. Frente a la postura de la OMS y de diversas agencias gubernamentales que promueven un tratamiento agresivo de los residuos biológicos, existen también posiciones divergentes. Tomando como base los riesgos epidemiológicos conocidos, hay quienes postulan que la gran mayoría de los residuos generados por las instituciones de salud son asimilables a los desechos domésticos, y que por lo tanto, no merecen un manejo especial, salvo casos específicos como los elementos radioactivos, los agentes citotóxicos, y otros de connotaciones especiales como los restos humanos identificables a simple vista.

Este contexto de controversia, y el impacto económico que las decisiones en esta materia pueden tener para el sistema público de salud, justifican la evaluación objetiva de los riesgos reales asociados a los desechos hospitalarios para la población, y a la adopción de medidas de protección efectivas en los casos en los que la evidencia científica y epidemiológica lo sugiera. El análisis debe considerar también los aspectos sociales y culturales que pueden incidir en la toma de decisiones en este ámbito, y el estado de situación de la disposición de desechos en Chile en lo que sea pertinente.

2.- Objetivos

Los objetivos del presente informe son:

- Desarrollar un algoritmo lógico para la toma de decisiones respecto al manejo de los desechos hospitalarios
- Sintetizar la evidencia disponible sobre los riesgos de los desechos hospitalarios para los trabajadores que los manipulan y para la población general
- Formular recomendaciones sobre la disposición de los desechos a partir de las evidencias encontradas y de otras consideraciones que sean relevantes desde el punto de vista sociocultural, económico u otro.

3.- Conceptos básicos, definición de términos, y ámbito de aplicación del informe

Los desechos hospitalarios forman parte de los desechos sanitarios. Estos últimos incluyen además los provenientes de clínicas y consultas médicas, de centros ambulatorios, de clínicas dentales, de laboratorios, de centros de investigación, de los cuidados de salud domiciliaria (pacientes diabéticos, tratamientos ambulatorios de cuadros agudos por vía intravenosa o intramuscular, etc), de oficinas donde se practica atención de enfermería, y de centros de diálisis, entre otros.

En términos generales, las fuentes “extrahospitalarias” de desechos sanitarios son tanto o más importantes que los hospitales, no sólo por el volumen que representan -se ha establecido que la cantidad de sangre es mayor en los residuos domésticos que en los hospitalarios-, sino también porque la capacidad de control sobre ellas es baja, y en cierto modo es impracticable. Aún en las sociedades más avanzadas en materia ecológica y de conciencia ciudadana respecto al manejo ambiental, es utópico pensar en una segmentación y procesamiento efectivo de todos los residuos “infectantes” generados por la población general.

Al mismo tiempo, las enfermedades que generan preocupación por la posibilidad de contagio a través de desechos hospitalarios se manifiestan mayoritariamente en los individuos del medio extra-institucional. Basta pensar cuál es la proporción de pacientes con diagnóstico de Vih/SIDA hospitalizados respecto de aquellos que portan su enfermedad dentro de la comunidad para establecer que, a lo menos, la carga infectante en términos del número de individuos contagiados es extremadamente mayor en la comunidad que en el medio hospitalario. Lo mismo es aplicable a la hepatitis B, C y a los cuadros entéricos agudos. Respecto a la hepatitis C, la alta tasa de contagio entre drogadictos endovenosos, que suelen desechar jeringas contaminadas en la calle, parece de momento un problema confinado a los países industrializados. En cuanto a los cuadros entéricos, algunos autores han llegado a suponer que las aguas contaminadas provenientes de hospitales en el transcurso de epidemias de cólera han sido causa de la diseminación de la enfermedad, pasando por alto que probablemente todos esos pacientes que llegaron a hospitalizarse desarrollaron primero una fase “domiciliaria” de la enfermedad, y que otros tantos presentaron cuadros clínicamente moderados –inclusive asintomáticos- tratados en forma ambulatoria.

Debemos reconocer entonces que la gran mayoría de los desechos hospitalarios tradicionalmente considerados peligrosos se hallan presentes también en forma importante en los desechos domésticos o municipales, con el agravante de que estos últimos no son sometidos a medidas preventivas de neutralización ni de protección física (ej. uso de contenedores apropiados para el material cortopunzante). De esto se deduce que el eje central de las estrategias de manejo de los desechos hospitalarios debe ser la identificación de aquellos elementos que ofrecen un riesgo especial para la población o para los operadores de basura, suficientemente más alto que el de los desechos domésticos, como para justificar la adopción de medidas de protección específicas. Sobre dichos riesgos trataremos en la sección 5ª de este informe.

3.1 Caracterización de los desechos hospitalarios

Se estima que entre un 75% y un 90% de los desechos originados en instituciones de salud carece de riesgo alguno y es de por sí asimilable a los desechos domésticos, y que un 10% a 25% sería potencialmente dañino. El material cortopunzante no superaría el 1%, y más pequeña aún sería la proporción de agentes citotóxicos y radionúclidos. Se estima también que en latinoamérica se generan aproximadamente 3 kg/día/cama de desechos sanitarios, alrededor de la mitad de lo que eliminan los países industrializados. En Chile esto representaría alrededor de 90 toneladas de desecho diarias generadas por los sistemas público y privado de salud (para una ocupación del 75%). La población general a su vez produciría alrededor de 1 kg/habitante/día, lo que se traduce en 15.000 de toneladas. Los desechos sanitarios representarían entonces sólo un 0.6% del total de desechos, los “peligrosos” alrededor del 0,1%, y los objetos cortopunzantes originados en establecimientos de salud posiblemente un 0,006%.

Estas cifras son importantes para hacerse una idea de la probabilidad de una exposición accidental a los desechos hospitalarios peligrosos en un medio tal como un vertedero, que ha sido uno de los argumentos utilizados para justificar el tratamiento previo de los mismos, por la existencia en países como el nuestro, de gente que vive de la extracción ilegal de objetos potencialmente comercializables desde los basurales.

Documentos de la OMS dividen los desechos sanitarios –sobre los que cabe alguna preocupación especial- en las siguientes categorías:

- Desechos infecciosos: desechos que se sospecha contienen patógenos en suficiente cantidad o concentración para causar enfermedad en huéspedes susceptibles (en general, tejidos o materiales contaminados con sangre o fluidos biológicos de pacientes infectados).

El Congreso y la Environmental Protection Agency (EPA) de EEUU han utilizado también el término “Desechos médicos regulados” para referirse a

estos desechos, tomando en consideración la remota posibilidad de transmisión de infecciones por esta vía.

- Desechos patológicos: tejidos, órganos, partes del cuerpo, fetos, sangre y fluidos corporales, cadáveres animales. Las partes del cuerpo reconocibles se incluyen dentro de esta categoría como Desechos anatómicos.
- Cortopunzantes: elementos que pueden causar cortes o pinchazos.
- Desechos farmacéuticos: productos farmacéuticos, drogas, vacunas y sueros expirados, sin uso, derramados o contaminados que no van a ser utilizados, así como los materiales descartables utilizados para su manipulación y envasado (guantes, envases con residuos, etc.).
- Desechos genotóxicos: desechos con propiedades mutagénicas, teratogénicas o carcinogénicas. Su principal exponente son las drogas citotóxicas antineoplásicas (materiales contaminados con ellas, residuos en envases, secreciones y heces de pacientes tratados, etc).
- Desechos químicos: pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos. Se consideran peligrosos si poseen alguna de las siguientes propiedades: tóxicos, corrosivos, inflamables, reactivos (ej. explosivos) o genotóxicos.
- Desechos con alto contenido en metales pesados: subcategoría de los anteriores. Se refiere especialmente a instrumentos a mercurio desechados (termómetros, esfigmomanómetros).
- Contenedores presurizados: especialmente latas aerosoles. Pueden explotar por efecto del calor o al ser puncionados accidentalmente.
- Desechos radioactivos: incluye todos los materiales sólidos, líquidos y gaseosos contaminados con radionúclidos de fuentes abiertas (las fuentes selladas nunca se eliminan al medio externo directamente).

Finalmente, los desechos del sistema sanitario pueden ser divididos también en “desechos médicos o clínicos”, y desechos no médicos, siendo los primeros los que resultan del proceso de prevención, diagnóstico o tratamiento de enfermedades en seres humanos.

3.2 Definiciones vigentes en Chile

El “Reglamento de Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo” decretado por el Ministerio de Salud en 1999 (Decreto N°594) define como residuo industrial “*todo aquel residuo sólido o líquido, o combinaciones de éstos, provenientes de los procesos industriales y que por sus características físicas, químicas o microbiológicas no puedan asimilarse a los residuos domésticos.*”

El mismo reglamento, entre un total de 35 tipos de sustancias o residuos, reconoce la existencia de los siguientes residuos industriales peligrosos relacionados con la atención hospitalaria:

- *Desechos clínicos*
- *Medicamentos y productos farmacéuticos*
- *Sustancias infecciosas*

Finalmente, el documento indica que “Para efectos del presente reglamento se entenderá por sustancias tóxicas, corrosivas, peligrosas, infecciosas, radiactivas, venenosas, explosivas o inflamables aquellas definidas en la Norma Oficial NCh 382.of98.”

Dicha norma, que trata sobre “**Sustancias peligrosas – Terminología y clasificación general**”, identifica a su vez la Clase 6 de éstas, constituida por las “Sustancias venenosas (tóxicas) y sustancias infecciosas”, y define cada una de ellas como sigue:

“Sustancias venenosas (tóxicas): Sustancias que pueden causar la muerte o lesiones graves o que pueden ser nocivas para la salud humana y/o animal si se ingieren o inhalan o si entran en contacto con la piel.”

“Sustancias infecciosas: sustancias que contienen microorganismos viables o toxinas de microorganismos de los que se sabe, o se sospecha, que pueden causar enfermedades en los animales o en el hombre.”

NOTA – No se consideran sustancias peligrosas los *productos biológicos* ni las *muestras de uso diagnóstico*, siempre que no contengan, o se crea fundadamente que no contienen sustancias infecciosas ni sustancia peligrosa alguna.”

Del análisis de este marco de definiciones es posible obtener a lo menos dos conclusiones relevantes para fines operacionales:

- a) Se puede establecer una distinción de orden práctico entre los residuos de carácter “industrial” y los “domésticos”, incluyendo dentro de este último grupo los que son considerados como tales de manera natural, y los que puedan ser *asimilados* a ellos. La condición de asimilable, sin embargo, admite más de una lectura. En rigor, de acuerdo a la definición, la sola presencia de una característica física o química o microbiológica distintiva de la atención hospitalaria bastaría para que el desecho en cuestión quede bajo el alcance de estos cuerpos normativos. No obstante, en los hechos el límite entre lo que pertenece al ámbito de lo doméstico y lo propiamente hospitalario es difuso.

Se propone entonces que el criterio de distinción se centre en el mayor riesgo potencial del desecho sobre la salud de grupos específicos o de la población general, tomando como referencia (riesgo basal) el de los desechos domésticos vertidos a los sistemas municipales de recolección: si el riesgo de un desecho hospitalario es equivalente al doméstico, puede asimilarse a este último.

El otro elemento distintivo podría estar dado por el rechazo social o cultural que cierto tipo de desechos puede desencadenar independientemente de su riesgos objetivos.

- b) Lo segundo es que, en general, la definición de términos en este campo es poco precisa y no permite discriminar con claridad si un elemento pertenece o no a alguna de las categorías indicadas. Esta deficiencia del sistema de definiciones no es irrelevante porque afecta el rol regulador que debe cumplir la autoridad sanitaria y a las propias instituciones que deben atenerse al reglamento.

3.3 Ambito de aplicación del informe

Como hemos visto, la variedad de desechos producidos por los hospitales es muy amplia. De todos ellos, el informe se centra en los desechos con potencial riesgo microbiológico, y en los citotóxicos. Los restantes tipos de desecho se abordan de un modo general, destacando sólo sus aspectos más relevantes en cuanto a riesgos y manejo.

Por otra parte, el informe considera la situación de los desechos desde el momento de su retiro del entorno clínico hasta la eliminación definitiva, es decir, después del proceso de disposición llevado a cabo por los usuarios directos. Los individuos comprometidos en esta fase son los trabajadores hospitalarios que trasladan los desechos desde el medio clínico a los lugares de almacenamiento transitorio y los entregan al sistema de recolección municipal, los operarios de este último, y finalmente, la población general. Esta distinción es importante porque la magnitud de los riesgos en el medio clínico es notablemente más alta que el medio externo, y porque en muchos aspectos, el riesgo potencial para estos grupos de individuos puede ser virtualmente eliminado si la disposición y tratamiento de los desechos en el entorno clínico se lleva a cabo de manera adecuada (ej. uso de contenedores apropiados para el material cortopunzante,

decaimiento de radionúclidos, esterilización de cultivos bacterianos, inactivación de drogas citotóxicas).

3.4 La disposición de desechos domésticos en Chile

En nuestro país el manejo de los residuos sólidos constituye un problema ambiental por la inexistencia de sitios adecuados donde realizar la disposición final o por el agotamiento de la vida útil de los sitios existentes. La eliminación de los desechos se realiza actualmente en:

Vertederos: Son terrenos de depósito y compactación, los más utilizados por los servicios municipales de aseo y transporte, y por las empresas subcontratadas para ese servicio.

Rellenos Sanitarios: Este tipo de sistema incluye medidas de impermeabilización del fondo y paredes, y otras altas exigencias de construcción, prevención, control y cierre. Es el que ofrece mayor seguridad en cuanto a contaminación de aguas y saqueo ilegal.

Vertederos Ilegales de Residuos Sólidos: En ellos se disponen principalmente residuos provenientes de la construcción y domiciliarios, sin ningún tipo de tratamiento o control. Sólo en la Región Metropolitana existen más de 100 vertederos ilegales repartidos en 31 comunas, especialmente en las de mayor pobreza.

Hasta el año 1981, la recolección y el transporte eran administrados y ejecutados en un 100% por las municipalidades, pero desde 1985 esta tarea ha estado a cargo de empresas privadas bajo subcontrato municipal, las cuales se encargan de recolectar la basura generada en las distintas comunas y llevarla hasta sus lugares de disposición final.

Actualmente se estima que hay aproximadamente 60 vertederos oficiales (incluyendo rellenos sanitarios en operación o en etapa de cierre y antiguos

lugares con el mismo fin) correspondientes a las ciudades de más de 100 mil habitantes.

Se considera común el ingreso de personas que provienen de poblaciones cercanas a los vertederos, tanto legales como clandestinos, que viven de la extracción de elementos potencialmente comercializables desde la basura.

Por otra parte, existe una sola empresa registrada en el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (Sesma; <http://www.sesma.cl>) como destinatario autorizado para “la disposición final, tratamiento de los residuos industriales o aprovechamiento de éstos dentro de su proceso”, dedicada en forma específica a la incineración de desechos médicos, que principalmente presta servicio a establecimientos de la región Metropolitana. En regiones algunos hospitales poseen sistemas de incineración propia, pero éstos no alcanzan las temperaturas máximas ni poseen los sistemas de filtro recomendados.

4.- Estrategia general frente al problema de los desechos hospitalarios

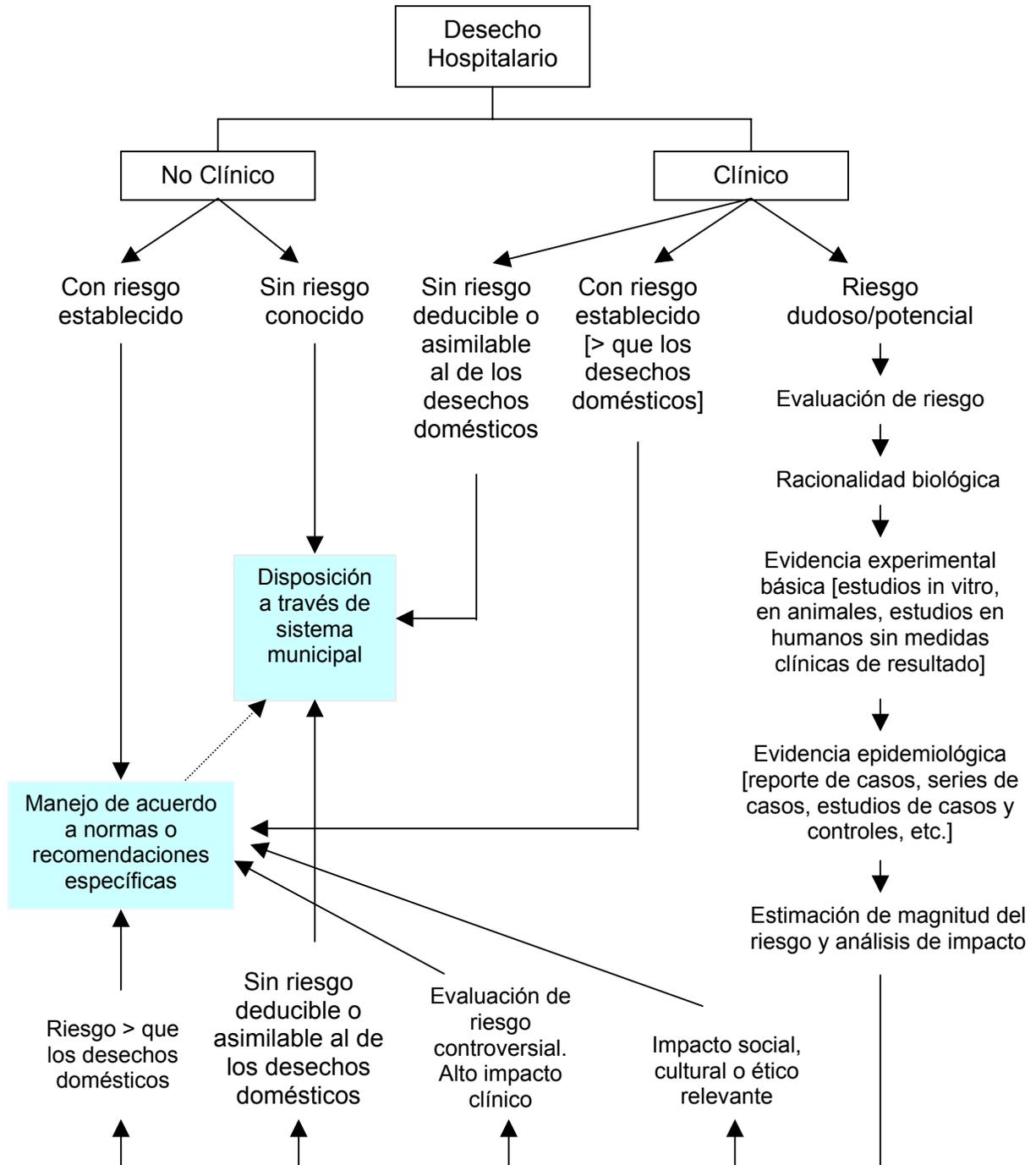
La estrategia que se propone para el manejo de los desechos producidos por los hospitales se ilustra en la Figura 1. Básicamente, ella se sustenta en el supuesto al que hemos hecho mención en la sección 3.2, en términos de que todo desecho asimilable a los desechos domésticos por el nivel de riesgo que representa para la población, puede en principio ser tratado como estos últimos. Sin perjuicio de ello, se reconoce también que ciertas condiciones socio-culturales y la gravedad potencial de algunos desechos, aún cuando su riesgo no pueda ser medido desde el punto de vista epidemiológico, pueden determinar la adopción de medidas especiales de manejo.

Es importante además que se desarrollen estrategias locales de vigilancia, para detectar los accidentes y efectos adversos relacionados con la manipulación y exposición a los desechos. Esto permitirá aumentar el conocimiento general sobre

sus riesgos, adoptar medidas correctivas oportunas, y evaluar la efectividad de las mismas en el largo plazo.

Figura 1

Estrategia para el manejo de los desechos hospitalarios



5.- Riesgos de los desechos hospitalarios

5.1 Métodos

Para la evaluación del riesgo de los desechos hospitalarios se realizó una búsqueda en Medline (1966-2001) con la palabra clave *waste* en combinación con *hospital, clinical, y medical*. Se seleccionaron los artículos de revisión que hicieran énfasis en los aspectos microbiológicos de los desechos, y en su rol como agentes causales de infecciones en seres humanos. Se revisó además las listas de referencias y artículos relacionados (función del programa Pubmed) para identificar estudios originales que hubieran evaluado la asociación entre la exposición a desechos y el desarrollo de enfermedad, el sitio Web de la Organización Mundial de la Salud destinado al tema (www.who.int), y el del Centers for Disease Control and Prevention (www.cdc.gov).

5.2 Riesgo microbiológico

5.2.1 Consideraciones generales

Se ha estimado que sólo el 1% de los accidentes con elementos cortopunzantes afecta a trabajadores hospitalarios que pudieran tener alguna participación en el manejo de los desechos después de su uso clínico.

La defensa de un tratamiento agresivo para parte de los desechos hospitalarios ha estado sustentada, principalmente, en evidencias sobre los riesgos de la exposición ocupacional o accidental a fuentes contaminadas dentro del entorno clínico. Los mismos documentos que promueven la desinfección o destrucción de estos desechos antes de su eliminación definitiva reconocen que tales riesgos no son extrapolables a la población general, y que la evidencia sobre el riesgo de los trabajadores encargados de manipularlos hacia los vertederos o lugares de tratamiento es mínima y de dudosa validez.

Más allá de la evidencia que demuestra riesgos efectivos en el personal de salud que presta atención directa a los pacientes o que trabaja en laboratorios, las revisiones más recientes en esta materia sólo han aportado casos anecdóticos, muy escasos, en los que la procedencia “hospitalaria” de los desechos supuestamente causantes de la infección tampoco ha sido establecida.

Se ha planteado que probablemente la notificación de casos de contagio por desechos y lo publicado en la literatura no da cuenta del problema real, especialmente en los países de bajo ingreso. Este supuesto es atendible como hipótesis a ser demostrada pero no constituye evidencia alguna. En contraposición, también se podría aducir que los accidentes o casos reportados no tienen valor científico, y que por lo tanto no justifican la adopción de medidas que pueden resultar onerosas, precisamente para países cuyos recursos son escasos.

Conforme a los principios de transmisión de infecciones, resulta muy improbable que los agentes presentes en los desechos sanitarios que no poseen propiedades cortopunzantes ingresen a un ser humano por vía respiratoria, urinaria, gastrointestinal, a través de la mucosa oral, ocular o nasal, y aún si ello ocurriese, es extremadamente baja la probabilidad que, en ese contexto, se cumpla además todo el conjunto de condiciones requeridas para que la infección llegue a producirse: patógenos viables, dosis inoculada en cantidad y concentración suficientes, y en el caso de la piel, puerta de entrada disponible por la ocurrencia simultánea de una herida o por la presencia de una herida previa.

5.2.2 Características microbiológicas de los desechos hospitalarios

Se encuentra ampliamente demostrado que, en promedio, los desechos domésticos contienen mucho mayor concentración de bacterias potencialmente patógenas para el hombre que los desechos hospitalarios. Esto es válido también para los principales patógenos responsables de infecciones nosocomiales (*Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella* sp, *Enterobacter* sp, *Proteus* sp y *Estreptococo* grupo D), aplicable a todas las fuentes principales de desechos

“infecciosos” de los hospitales (áreas quirúrgicas, unidades de tratamiento intensivo, laboratorios, servicios de hospitalización) y también a instalaciones ambulatorias (clínicas dentales y consultas médicas).

El aporte bacteriano a la basura domiciliaria está dado principalmente por heces de animales (gatos y perros), alimentos en proceso de putrefacción, y pañales desechables usados. En Chile, se ha estimado que la basura domiciliaria está compuesta en alrededor de un 50% por materia orgánica.

Sumado a ello, también se ha encontrado virus de hepatitis en los desechos teñidos de sangre de la basura doméstica, por lo cual también es esperable que los elementos cortopunzantes con restos de sangre eliminados por las fuentes domiciliarias y las fuentes clínicas extrahospitalarias se encuentren contaminados en algún porcentaje con esos virus.

Finalmente, se ha establecido que la cantidad y variedad de gérmenes aislados de los desechos de las salas de aislamiento de los hospitales son equivalentes a las de las salas de cuidados estándar.

5.2.3 Sobrevida de microorganismos patógenos en el ambiente

Este es otro aspecto que ha sido considerado en la evaluación del potencial riesgo infectante de los desechos con contenido biológico. En términos generales, ella depende de las condiciones físicas ambientales, del sustrato en el que se encuentren los microorganismos, y del tipo de agente.

Conforme a la Japanese Association for Research on Medical Waste, una dosis infectante de virus de hepatitis B o C puede sobrevivir más de 1 semana en una gota de sangre alojada en una aguja hipodérmica. En el caso del VIH, la sobrevida es de 3 a 7 días a temperatura ambiente.

5.2.4 Diseminación subterránea desde los vertederos

Otro argumento utilizado para apoyar la idea general de riesgo de estos desechos es que pudieran contaminar las aguas subterráneas y con ello llegar a afectar de alguna forma a la comunidad. Diversos estudios de laboratorio y en terreno han demostrado que las bacterias y virus entéricos son adsorbidos e inactivados en los desechos sólidos de los vertederos, que están presentes en sus sedimentos en concentraciones relativamente bajas, y que es improbable que ingresen a través del terreno hacia las napas de agua subterránea. Nunca se ha descrito por lo demás un brote de enfermedad transmisible por la ingesta de agua que haya derivado de la contaminación desde un vertedero.

5.2.5 Desecho de sangre a través del alcantarillado

Tampoco es posible afirmar que existe riesgo de contagio de infecciones por esta causa. Ello se explica porque la carga microbiológica aportada por los hospitales es despreciable comparada con la comunitaria, por el efecto de dilución que sufre al ingresar al sistema, por el tratamiento de las aguas servidas (efecto variable según el tipo de manejo), y porque nunca se ha descrito un caso de contagio de enfermedades transmisibles por sangre por exposición ocupacional al desagüe.

5.2.6 Potencial transmisión aérea de microorganismos en los vertederos durante la manipulación o la movilización de los desechos mediante vehículos

Esta inquietud tiene que ver con la eventual liberación de aerosoles infectantes desde cultivos de laboratorio, y con la existencia de reportes de casos de transmisión de HIV, hepatitis y otros patógenos a través de salpicaduras de sangre, que contaminaron mucosas desprotegidas durante procedimientos quirúrgicos y de urgencia.

Existe un solo caso descrito en la literatura de un posible contagio de tuberculosis pulmonar que afectó a 3 trabajadores de una planta que concentraba desechos médicos provenientes de hospitales y de otras fuentes clínicas extrahospitalarias.

La evaluación del caso determinó que existían deficiencias en el equipo de protección respiratoria utilizado en el área de trabajo, que una de las cepas coincidía con la existente en uno de los establecimientos de origen de los desechos, y que el patrón de resistencia en los tres casos era distinto, por lo que no se había tratado de una transmisión persona a persona, lo que apoyó la hipótesis de contagio a través de los desechos.

Por otra parte, si bien se han detectado restos de salpicaduras de sangre en ropas y lentes de protección de trabajadores de plantas de tratamiento de desechos sanitarios, la implicancia práctica de estos hallazgos es dudosa, considerando el hecho básico de que la carga infectante de la basura doméstica no difiere sustancialmente de la hospitalaria.

5.2.7 Accidentes con elementos cortopunzantes

Existe evidencia suficiente de que los pinchazos con agujas hipodérmicas con sangre contaminada pueden transmitir la infección por VIH, hepatitis C y B. Se ha calculado que el riesgo de contagio después de una exposición de este tipo es en promedio de 0,3% para sangre contaminada con VIH, 1,8% (0%-7%) para hepatitis C, y entre 6% y 30% para hepatitis B. La diferencia se explica en parte por la mayor viabilidad de los virus de la hepatitis en el ambiente, y por la infectividad inherente de cada agente.

Sin perjuicio de lo anterior, se ha estimado que el riesgo de adquirir HIV por un accidente que tenga lugar fuera del contexto de los establecimientos de salud – trabajadores del rubro de los desechos, comunidad- es despreciable (un 0,003% a 0,01% de los casos podrían deberse a esta causa en USA; en Chile, ello equivale en promedio a 1 caso cada 40 años); a Febrero de 2001, de los 56 casos de infección por HIV reconocidos por el Center for Disease Control (CDC) como infecciones ocupacionales, sólo 2 comprometieron a trabajadores calificados como “empleados domésticos/de mantenimiento”, que son los que pudieran estar comprometidos en la manipulación de los desechos fuera del entorno clínico.

En cuanto a hepatitis B, a partir de los datos aportados por la Environmental Protection Agency, el riesgo estimado para USA de adquirir la enfermedad entre los trabajadores de desechos a través de un accidente con agujas hipodérmicas contaminadas sería aún menor, representando en promedio sólo un 0,0025% del total de casos del país (1 de cada 40.000).

Debemos hacer notar sin embargo, que hasta la fecha estas estimaciones no tienen respaldo epidemiológico. De los estudios que han analizado la prevalencia de hepatitis B en trabajadores de la industria de los desechos, ninguno ha encontrado que la manipulación de desechos hospitalarios, o inclusive la ocurrencia de pinchazos por agujas en estos trabajadores, se traduzca en un mayor riesgo de contagio. Durante un período de 2 años (1968-1969), Cimino estudió 14.000 personas empleadas por el Departamento de Saneamiento de Nueva York, y no encontró ningún caso de hepatitis en el grupo que había sufrido punciones accidentales con agujas. Más recientemente (1996), en un estudio llevado a cabo en Río de Janeiro, Ferreira no encontró diferencias en la prevalencia de hepatitis B entre trabajadores de la basura del sistema municipal y los recolectores de desechos hospitalarios. Considerando que la infectividad del virus de la hepatitis B es sustancialmente mayor que la del VIH, contraer este último por exposición a los desechos fuera del ambiente hospitalario resulta en extremo improbable.

5.2.8 Transmisión aérea de enfermedades virales

Ha existido preocupación por la posibilidad de transmisión del virus hanta y de otros virus causantes de fiebres hemorrágicas al interior de instituciones de salud. La contagiosidad de estos virus es muy variable y depende del tipo de agente involucrado. Se ha descrito transmisión por aerosoles para los virus Lassa y Ebola.

En el caso de Chile, el foco de atención es el virus hanta, del cual se presentan casos y brotes esporádicos. Dado que los mecanismos de transmisión del virus y

la posibilidad de contagio intrahospitalario todavía son materia de debate, sería aventurado entregar una estimación del riesgo que representan los desechos contaminados con sangre o secreciones de un paciente que cursa una infección por este agente, para los trabajadores que manipulan basura hospitalaria o para la población general. De todas formas, del análisis de casos no es posible deducir hasta ahora ningún riesgo de contagio a partir de los desechos.

5.3 Riesgo asociado a los agentes antineoplásicos

No existe duda sobre la necesidad de adoptar precauciones adecuadas para la manipulación de los agentes antineoplásicos durante los procesos clínicos. Aunque escasa y con resultados discordantes, existe evidencia aportada por estudios de casos y controles que han dado cuenta de una mayor tasa de aborto espontáneo y de malformaciones en enfermeras que trabajan con este tipo de fármacos. Por otra parte, se ha establecido un efecto mutagénico en orina y en linfocitos de trabajadores de salud relacionados con la quimioterapia (enfermeras, farmacéuticos), y se ha detectado pequeñas concentraciones de los fármacos en su orina, pero no se ha demostrado que ello se traduzca finalmente en una mayor incidencia de neoplasias. Las medidas de protección personal, pese a que no eliminan por completo la exposición, pueden reducir significativamente los efectos mutagénicos. Por último, varias de estas drogas pueden producir lesiones irritativas al contacto con los ojos o la piel.

Distinta es la situación del material (frascos, sets de infusión, guantes) o del agua de desecho que pudiera contener pequeños residuos de citostáticos. Los efectos adversos en este caso no están documentados (casos demostrados en personas que trabajan con desechos hospitalarios), y es difícil prever el nivel de riesgo que representan para los trabajadores externos al hospital o para la población general. Sabemos que la toxicidad de estas sustancias está condicionada por la dosis y duración de la exposición, y que los cuidados fundamentales para el desecho se deben dar en el ambiente clínico. Se puede asumir por un lado que la probabilidad de exposición es extremadamente baja en quienes manipulan los residuos fuera

de ese entorno y cumplen las medidas básicas de protección. Por otro lado, en caso de ocurrir, la magnitud de la misma pudiera ser alta por el hecho de encontrarse reunidos varios elementos contaminados en un mismo sitio, y por la presencia de residuos con alta concentración de droga (restos de presentaciones originales sin diluir). Respecto a la necesidad de tratamiento del agua que contenga residuos de citostáticos, debemos recordar que estos compuestos son eliminados en su mayoría al ambiente por la orina y heces de los pacientes, lo que hace dudosa la utilidad de aplicar medidas especiales al agua contaminada originada en los hospitales.

5.4 Riesgo de los desechos radioactivos

Los desechos radioactivos de interés para efectos del presente informe son aquellos que pudieran ser eliminados a través del sistema de desagüe y alcantarillado público, y de los sistemas de recolección municipal de basura.

Las fuentes radioactivas selladas utilizadas en teleterapia, braquiterapia o terapias locales no se eliminan nunca al medio ambiente a menos que sea por accidente, omisión grave o hecho delictuoso, y los accidentes con material radioactivo descritos en la literatura tienen que ver con este tipo de situaciones o con manipulación inadecuada dentro de los establecimientos. Más allá de eso, no existen reportes de efectos adversos por desechos radioactivos hospitalarios que hayan afectado a la comunidad o a trabajadores de la industria de los desechos.

Afortunadamente, todos los radionúclidos utilizados en diagnóstico son de vida media corta (6hrs a 60 días). En medicina nuclear sobre el 90% de los exámenes se realizan con Tecnecio 99, cuya vida media es de 6 hrs. La práctica habitual entonces es esperar su decaimiento antes de la eliminación.

5.5 Riesgo de los desechos químicos y farmacéuticos

Estas sustancias están normalmente presentes en pequeñas cantidades en los desechos hospitalarios, y ocasionalmente en volúmenes mayores, cuando se

eliminan partidas que han expirado o han sido dadas de baja por alguna otra causa. Sus riesgos potenciales son tan diversos como los desechos mismos, y comprenden intoxicaciones, efectos corrosivos, quemaduras, irritación de vías aéreas, etc.

Como era de esperar, no se ha documentado cuál es la incidencia entre el público general, de enfermedades ocasionadas por la exposición a desechos químicos o farmacológicos provenientes específicamente de hospitales.

5.6 Riesgo de los desechos con alto contenido en metales pesados y contenedores presurizados

El aporte de los hospitales en esta materia no difiere -en cantidad o calidad- del que realizan otras fuentes del sector salud, del ámbito doméstico, o de las industrias del área productiva.

6.- Consideraciones culturales, éticas, sociales y legales

6.1 Marco legal vigente

Mediante el Decreto N°594 de 1999 el Ministerio de Salud dio aprobación al **“Reglamento de Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo”**, que tiene alcance sobre las industrias en general, incluidos los hospitales. En su Párrafo III este reglamento trata “De la Disposición de Residuos Industriales Líquidos y Sólidos”, y señala entre otros aspectos lo siguiente:

Artículo 16°: No podrán vaciarse a la red pública de desagües de aguas servidas sustancias radiactivas, corrosivas, venenosas, infecciosas, explosivas o inflamables o que tengan carácter peligroso en conformidad a la legislación y reglamentación vigente. La descarga de contaminantes al sistema de alcantarillado se ceñirá a lo dispuesto en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y las normas de emisión y demás normativa complementaria de ésta.

Artículo 17°: En ningún caso podrán incorporarse a las napas de agua subterránea de los subsuelos o arrojarse en los canales de regadío, acueductos, ríos, esteros, quebradas, lagos, lagunas, embalses o en masas o en cursos de agua en general, los relaves industriales o mineros o las aguas contaminadas con productos tóxicos de cualquier naturaleza, sin ser previamente sometidos a los tratamientos de neutralización o depuración que prescriba en cada caso la autoridad sanitaria.

Artículo 18°: La acumulación, tratamiento y disposición final de residuos industriales dentro del predio industrial, local o lugar de trabajo, deberá contar con la autorización sanitaria.

Artículo 19°: Las empresas que realicen el tratamiento o disposición final de sus residuos industriales fuera del predio, sea directamente o a través de la contratación de terceros, deberán contar con autorización sanitaria, previo al inicio de tales actividades. Para obtener dicha autorización, la empresa que produce los residuos industriales deberá presentar los antecedentes que acrediten que tanto el transporte, el tratamiento, como la disposición final es realizada por personas o empresas debidamente autorizadas por el Servicio de Salud correspondiente.

Artículo 20°: En todos los casos, sea que el tratamiento y/o disposición final de los residuos industriales se realice fuera o dentro del predio industrial, la empresa, previo al inicio de tales actividades, deberá presentar a la autoridad sanitaria una declaración en que conste la cantidad y calidad de los residuos industriales que genere, diferenciando claramente los residuos industriales peligrosos.

El 5 de Julio de 2001 se publica en el Diario Oficial el **Decreto N° 201/01** del Ministerio de Salud, que contiene entre otras, la siguiente modificación al Decreto N°594:

6°.- Reemplazase el artículo 42 por el siguiente:

“Artículo 42: El almacenamiento de materiales deberá realizarse por procedimientos y en lugares apropiados y seguros para los trabajadores.

Las sustancias peligrosas deberán almacenarse sólo en recintos específicos destinados para tales efectos, en las condiciones adecuadas a las características de cada sustancia y estar identificadas de acuerdo a las normas chilenas oficiales en la materia.”

En cuanto al manejo de desechos específicos, el Ministerio de Salud aprobó el 19 de Febrero de 1998 la **Norma General Técnica N°25** sobre “**Manipulación de Medicamentos Antineoplásicos**” que en su capítulo séptimo establece “**Normas para el tratamiento de desechos de fármacos antineoplásicos y de residuos contaminados**”. En ella se entregan disposiciones sobre la inactivación, destrucción por incineración y eliminación de este tipo de residuos según el caso.

6.2 Consideraciones éticas, culturales y sociales

Existen a lo menos tres perspectivas ético-culturales en torno al problema de los desechos hospitalarios:

- a) En un contexto de limitación de recursos, la primera consideración ética es que la destinación de fondos para el tratamiento y disposición de los desechos provenientes de los hospitales debe ser costo-efectiva. La efectividad de las medidas adoptadas se debe expresar por una reducción, en grado detectable, de la incidencia de efectos adversos. La primera cuestión que se plantea entonces es si se deben asignar recursos a la prevención de riesgos sobre los cuales no existan evidencias ciertas, y a intervenciones cuya efectividad –en los términos señalados- no esté demostrada. En segundo lugar, si la efectividad puede demostrarse o estimarse con algún grado de certeza, se plantea como disyuntiva cuál es la costo-efectividad de las medidas frente a otras opciones de asignación de recursos. La justificación de una política de “riesgo cero” en este contexto carece de sustento ético, si no se establece por igual o de acuerdo a prioridades sanitarias un criterio similar para la prevención

y tratamiento de todo el espectro de enfermedades a las que la población se encuentra expuesta.

- b) La segunda consideración tiene que ver con la percepción de riesgo de la población general respecto a este tipo de desechos. Cada cierto tiempo en Chile y otros países el tema emerge por la ocurrencia de algún hecho que produce expectación masiva: hallazgo de desechos clínicos en algún lugar público, ocurrencia de accidentes relacionados con productos de uso médico, reportajes televisivos sobre la materia, reventa de artículos médicos usados en ferias, intervenciones de grupos ecologistas, etc. Normalmente la percepción de la ciudadanía será desproporcionada al riesgo real que este tipo de desechos representa para la comunidad, y transitoria en la medida que depende de la atención que el tema reciba de parte de los medios de comunicación. No parece justificado en consecuencia adoptar recomendaciones en base a las percepciones del público en la materia.
- c) Los desechos anatómicos, partes humanas reconocibles a simple vista, son sin duda un grupo especial frente al cual es razonable adoptar medidas de enmascaramiento para evitar su exposición pública.

7.- Intervenciones para el manejo de desechos de alto riesgo

7.1 Desechos infecciosos

A partir del análisis de los riesgos asociados a este tipo de desechos, no existe justificación evidente en la mayoría de los casos para desarrollar procesos de desinfección previo a la disposición de los mismos hacia el sistema municipal de recolección. Las excepciones estarían dadas por:

- Los cultivos de laboratorio, que pueden ser esterilizados mediante autoclave (procedimiento in situ y de bajo costo). Esta de hecho es la práctica habitual vigente hoy en día.

- Desechos derivados de la atención de pacientes con virus que producen fiebres hemorrágicas de alta contagiosidad, tales como Lassa y Ebola.

Respecto a los elementos cortopunzantes, es imprescindible que la eliminación se realice en contenedores apropiados, resistentes a perforaciones accidentales provocadas desde su interior por el propio material, y sellados adecuadamente.

7.2 Desechos con citotóxicos

El manejo de los desechos con residuos de agentes citotóxicos incluye como posibilidades la neutralización química, que es efectiva y simple de realizar para un grupo importante de estas drogas, y que permite además la limpieza de accesorios clínicos y ropa.

Como alternativa, y en particular para los agentes que no poseen un neutralizante conocido, existe la posibilidad de incinerarlos, pero para que ello sea efectivo y no derive en la emisión de gases tóxicos a la atmósfera, debe realizarse en instalaciones que aseguren ciertas temperaturas mínimas (>1.000-1.200 °C) y que posean filtros competentes, entre otros requisitos que difícilmente se cumplen en Chile y cuyo costo es bastante alto.

7.3 Desechos radioactivos

Por las razones ya comentadas, la intervención fundamental en el manejo de estos desechos es su almacenamiento bajo condiciones de seguridad y protección radiológica hasta el aclaramiento de la actividad radioactiva bajo los límites permitidos (la recomendación general es por un período equivalente a lo menos a 10 vidas medias del material).

7.4 Otras intervenciones

También ha sido recomendado que los desechos, especialmente envases de vidrio, ampollas y materiales inyectables sean sometidos a procesos destructivos

para evitar que resulten atractivos para quienes buscan en vertederos, para los niños, etc. Estas medidas son de dudosa aplicabilidad y beneficio. En primer lugar, porque no existen para la escala necesaria a nivel hospitalario sistemas destructivos automatizados y su ejecución por medios manuales probablemente sea un factor de riesgo mayor que el que se pretende reducir. En segundo término, el proceso destructivo puede de por sí generar dispersión de los agentes contaminantes. Finalmente, los residuos resultantes pueden tener mayor potencial corto-punzante, por la generación de fragmentos de vidrio y por el enmascaramiento de las propiedades físicas originales de los elementos, que son las que hacen tomar precaución frente a ellos.

8.- Conclusiones y recomendaciones

8.1 No existen condiciones de riesgo que puedan considerarse absolutas respecto a los desechos hospitalarios. Su nivel de riesgo tiene que ver principalmente con:

- La presencia de tipos específicos de desechos de alto riesgo.
- La calidad del manejo en el medio clínico: medidas de protección física o embalaje, segmentación, destrucción, neutralización, esterilización o desinfección, decaimiento u otras.
- La calidad del sistema de disposición municipal, en términos de la posibilidad de contaminación ambiental a partir de los desechos vertidos, y de sus medidas de seguridad contra la depredación por parte de seres humanos o animales.

Es recomendable que los hospitales adapten su sistema de eliminación de desechos a estos aspectos específicos del material generado y del entorno.

8.2 La gran mayoría de los desechos hospitalarios reconocidos tradicionalmente como desechos infecciosos son asimilables a los desechos domésticos en

cuanto a su composición y riesgo, y por lo tanto no se recomienda que sean sometidos en forma sistemática a tratamiento de desinfección o esterilización.

- 8.3 Excepciones a dicha recomendación son: a) Los cultivos de laboratorio, cuya alta concentración bacteriana y la posibilidad de transmisión por aerosoles (TBC) hace recomendable esterilizarlos en el lugar de origen mediante autoclavado, y b) El material contaminado con residuos de sangre y secreciones de pacientes afectados con virus de fiebres hemorrágicas de alta contagiosidad, que debe ser manipulado con métodos que minimicen la producción de aerosoles. La sangre propiamente tal y fluídos corporales de estos pacientes debiera asimismo ser sometida a tratamiento químico o autoclavado previo a su eliminación (Nota: estas recomendaciones no son aplicables a los casos de infección por virus Hanta, frente a los cuales se deben aplicar las recomendaciones específicas emanadas del Ministerio de Salud).
- 8.4 Se recomienda que el material cortopunzante debidamente dispuesto en contenedores sellados, impermeables y resistentes a perforaciones sea desechado sin someterlo a incineración o esterilización previa. Se recomienda además que las propiedades de estos contenedores sean normadas a nivel nacional, y que los Servicios de Salud supervisen el cumplimiento de dichas normas en hospitales y centros ambulatorios.
- 8.5 Los desechos anatómicos no presentan un riesgo microbiológico especial, por lo que se recomienda que sean eliminados sin tratamiento previo a las fosas comunes de los cementerios.
- 8.6 Los desechos originados en las salas de aislamiento infeccioso no ofrecen un riesgo mayor que los de las salas de hospitalización estándar por lo que se recomienda eliminarlos en conjunto con éstos, en iguales condiciones.
- 8.7 La eliminación del material de desecho contaminado con restos de citotóxicos debe realizarse de acuerdo las indicaciones de la Norma General Técnica

N°25 “Manipulación de Medicamentos Antineoplásicos” del Ministerio de Salud.

- 8.8 En caso de hacer uso de un sistema de incineración, se recomienda que los Servicios de Salud verifiquen el cumplimiento de las condiciones técnicas mínimas recomendadas para estas instalaciones, para evitar la contaminación del aire con residuos de desechos sanitarios peligrosos.
- 8.9 En caso de no cumplirse las condiciones necesarias de incineración y no existir alternativas de neutralización química para un agente citostático determinado, su disposición final en un relleno sanitario que cumpla las condiciones de seguridad habituales puede ser considerado menos riesgoso que la incineración en condiciones subóptimas.
- 8.10 Se recomienda que los desechos contaminados con radionúclidos de vida media corta sean sometidos a decaimiento, y previa verificación de que su actividad se encuentra bajo los límites aceptados, sean desechados a través de los sistemas de recolección municipal de basura.
- 8.11 No se recomienda el uso sistemático de técnicas destructivas sobre los desechos clínicos.
- 8.12 Todo accidente, reacción adversa o enfermedad sospechosa de haber sido causada directa o indirectamente por desechos hospitalarios debe ser notificada e investigada por los Servicios de Salud.

9.- Referencias

- 1. Pruss A, Giroult E, Rushbrook P. Safe management of wastes from health-care activities. World Health Organization. 1999.
- 2. Composición de Residuos Sólidos a Nivel Nacional. Porcentajes anuales (datos preliminares) Fuente: Directorio Induambiente 99/2000. Guía de Descontaminación Industrial y Recursos Energéticos. Santiago. 1999. P.230.

3. Disposición final de los residuos sólidos domésticos en Chile (toneladas y % por mes) Durán, Hernán. La gestión de los residuos sólidos domésticos en Chile. Estadística y Desarrollo. N°13. diciembre 1996.INE. Santiago
4. World Health Organization. Managing medical Wastes in Developing Countries. 1994
5. World Health Organization. Review of Health Impacts from Microbiological Hazards in Health-Care Wastes. 2001 [Draft]
6. Centers for Disease Control and Prevention. Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Draft Guideline for Environmental Infection Control in Healthcare Facilities, 2001.
7. Rutala W, Mayhall CG. Medical Waste – SHEA Position Paper. Infection Control and Hospital Epidemiology. 1992;13(1):38-48
8. Phillips G. Microbiological aspects of clinical waste. J Hosp Infect. 1999 Jan;41(1):1-6.
9. Daschner FD, Dettenkofer M. Protecting the patient and the environment--new aspects and challenges in hospital infection control. J Hosp Infect. 1997 May;36(1):7-15.
10. Cimino JA. Health and safety in the solid waste industry. Am J Public Health. 1975 Jan;65(1):38-46.
11. Corrao G, Zotti C, Sciacovelli A, Bosia S, Piccioni P. Hepatitis A and B virus infections in refuse workers in Asti. G Ital Med Lav 1985 Jul;7(4):145-7
12. Ferreira JA, Tambellini AT, da Silva CL, Guimaraes MA. Hepatitis B morbidity in municipal and hospital waste collection workers in the city of Rio de Janeiro. Infect Control Hosp Epidemiol. 1999 Sep;20(9):591-2.

13. Hoffman DM. Reproductive risks associated with exposure to antineoplastic agents: a review of the literature. *Hosp Pharm.* 1986 Oct;21(10):930-2, 936, 940.
14. Apostoli P, Clonfero E, Cottica D, Bergamaschi A, Moccaldi R, Draicchio F, Tranfo G, Sannolo N, Sossai D. Criteria and methods for the study of occupational exposure to antineoplastic agents. *Med Lav.* 1996 May-Jun;87(3):230-54.
15. Forst LS. Antineoplastic drugs as an occupational hazard in hospitals. *Ann Intern Med.* 1985 Sep;103(3):473.
16. Sessink PJ, Cerna M, Rossner P, Pastorkova A, Bavarova H, Frankova K, Anzion RB, Bos RP. Urinary cyclophosphamide excretion and chromosomal aberrations in peripheral blood lymphocytes after occupational exposure to antineoplastic agents. *Mutat Res.* 1994 Sep 1;309(2):193-9.
17. Andrzejak R, Kucharski W, Mioduszezewska J. Cytostatic drugs: occupational hazard to health care workers. *Med Pr.* 1999;50(1):61-5.
18. Dominici C, Borzsonyi M, Caroli S, Petrucci F, Castello MA. Occupational exposure to antiproliferative drugs in health care workers. *Ann Ist Super Sanita.* 1989;25(4):601-4.
19. Sessink PJ, Bos RP. Drugs hazardous to healthcare workers. Evaluation of methods for monitoring occupational exposure to cytostatic drugs. *Drug Saf.* 1999 Apr;20(4):347-59.
20. Maluf SW, Erdtmann B. Follow-up study of the genetic damage in lymphocytes of pharmacists and nurses handling antineoplastic drugs evaluated by cytokinesis-block micronuclei analysis and single cell gel electrophoresis assay. *Mutat Res.* 2000 Nov 20;471(1-2):21-7.
21. Brumen V, Horvat D. Work environment influence on cytostatics-induced genotoxicity in oncologic nurses. *Am J Ind Med.* 1996 Jul;30(1):67-71.

22. Stucker I, Caillard JF, Collin R, Gout M, Poyen D, Hemon D. Risk of spontaneous abortion among nurses handling antineoplastic drugs. *Scand J Work Environ Health*. 1990 Apr;16(2):102-7.
23. Selevan SG, Lindbohm ML, Hornung RW, Hemminki K. A study of occupational exposure to antineoplastic drugs and fetal loss in nurses. *N Engl J Med*. 1985 Nov 7;313(19):1173-8.
24. Grummt T, Grummt HJ, Schott G. Chromosomal aberrations in peripheral lymphocytes of nurses and physicians handling antineoplastic drugs. *Mutat Res*. 1993 May;302(1):19-24.
25. Skov T, Maarup B, Olsen J, Rorth M, Winthereik H, Lynge E. Leukaemia and reproductive outcome among nurses handling antineoplastic drugs. *Br J Ind Med*. 1992 Dec;49(12):855-61.
26. Hemminki K, Kyyronen P, Lindbohm ML. Spontaneous abortions and malformations in the offspring of nurses exposed to anaesthetic gases, cytostatic drugs, and other potential hazards in hospitals, based on registered information of outcome. *J Epidemiol Community Health*. 1985 Jun;39(2):141-7.
27. Chrysostomou A, Seshadri R, Morley AA. Mutation frequency in nurses and pharmacists working with cytotoxic drugs. *Aust N Z J Med*. 1984 Dec;14(6):831-4.
28. Reglamento de Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, Ministerio de Salud, D.OF. 29.04.00
29. Decreto N° 201/01 del 27/04/2001 del Ministerio de Salud, D.OF. 05.07.01
30. Norma Chilena Oficial NCh 382.of98 "Sustancias peligrosas – Terminología y clasificación general", Instituto Nacional de Normalización, 1998.

31. Ministerio de Salud, 1998. Norma General Técnica N°25 “Manipulación de Medicamentos Antineoplásicos” Cáp. VII “Normas para el tratamiento de desechos de fármacos antineoplásicos y de residuos contaminados”.