

**ASPECTOS QUE CONTRIBUYEN A PREVENIR COMPLICACIONES POR  
INFECCIÓN EN EL PACIENTE QUIRÚRGICO**

**EMILSE HINESTROZA DE CORTÉS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE ENFERMERÍA  
BUCARAMANGA  
2004**

**ASPECTOS QUE CONTRIBUYEN A PREVENIR COMPLICACIONES POR  
INFECCIÓN EN EL PACIENTE QUIRÚRGICO**

**EMILSE HINESTROZA DE CORTÉS**

**Monografía presentada para optar el título de:  
Especialista en la atención de enfermería en quirófanos  
y central de esterilización**

**Directora:  
ALMA LEDY GIL  
Docente - Enfermera**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE ENFERMERÍA  
BUCARAMANGA  
2004**

## **AGRADECIMIENTOS**

La autora expresa sus más sinceros agradecimientos a:

Con aprecio, admiración y mucho respeto dedico la presente monografía a la Escuela de Enfermería de la Universidad Industrial de Santander. De donde soy egresada.

Alma Ledy Gil y Luz Eugenia Ibáñez, quienes con sus valiosas orientaciones, fueron artífices en el éxito de esta monografía.

Docentes y compañeros de la Especialización en Atención de Enfermería en Quirófanos y Central de Esterilización, quienes contribuyeron significativamente para el desarrollo de este trabajo.

Dios por permitirme culminar esta especialización, a mi esposo Pedro León a mis hijos María Emilse, Juan Carlos y Angelly Esther; por su amor y apoyo constante para la culminación de este trabajo.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. JUSTIFICACIÓN	6
2. OBJETIVOS	11
3. MARCO TEÓRICO	12
4. HISTORIA	14
5. BIOLOGÍA DE LA INFECCIÓN	19
5.1 FACTORES RELACIONADOS CON LOS MICROORGANISMOS	19
5.2 FACTORES RELACIONADOS CON EL HUESPED	28
5.3 FACTORES RELACIONADOS CON LA RESPUESTA	33
6. MICROBIOLOGÍA QUIRÚRGICA	39
6.1 FACTORES DE VIRULENCIA	39
6.2 CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES	41
6.3 FLORA MICROBIANA NORMAL DEL CUERPO HUMANO	46
6.4 ESTUDIO MICROBIOLÓGICO	50
7. HERIDA QUIRÚRGICA	54
7.1 PROCESO DE CICATRIZACIÓN	54
7.2 FACTORES ASOCIADOS A LA CICATRIZACIÓN	60
7.3 MANIPULACIÓN DE LA CICATRIZACIÓN	68
7.4 TIPOS DE CIERRE	68
7.5 SUTURAS	71

7.6 APOSITOS	73
7.7 USO DE YODOFOROS	74
8. PROFILAXIS ANTIBIÓTICA	78
8.1 CONSIDERACIONES FARMACOLÓGICAS	78
8.2 CONSIDERACIONES MICROBIOLÓGICAS	79
8.3 CONSIDERACIONES QUIRÚRGICAS	81
8.4 INDICACIONES Y PRINCIPIOS	82
8.5 PROFILAXIS EN CIRUGÍA LIMPIA	83
8.6 ESTERILIZACIÓN DEL EQUIPO QUIRÚRGICO	84
9. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA INCIDENCIA DE LA INFECCIÓN DE LA HERIDA EN EL PACIENTE	92
9.1 FACTORES A NIVEL DE LA HERIDA QUE AFECTAN LA INCIDENCIA DE HERIDAS INFECTADAS	93
9.2 CONTAMINACIÓN DE LA HERIDA	94
9.3 RASURADO Y RETIRO DE CABELLO EN EL PREOPERATORIO	94
9.4 CAMPOS ADHESIVOS	95
9.5 IRRIGACIÓN DE LA HERIDA	95
9.6 FACTORES A NIVEL DE TEJIDOS QUE AFECTAN LA INCIDENCIA DE HERIDAS INFECTADAS	95
9.7 DURACIÓN DE LA HOSPITALIZACIÓN PRE-OPERATORIA	96
9.8 BAÑO PRE-OPERATORIO	96
9.9 INFECCIÓN ACTIVA	97
10. RECOMENDACIONES PRE-OPERATORIAS PARA LA PREVENCIÓN DE LA INFECCIÓN	103
BIBLIOGRAFÍA	110

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Clasificación de Procedimientos quirúrgicos según Cruse y Foord años 70 y 80	7
Tabla 2. Factores de Riesgo Quirúrgico	10
Tabla 3. Principales Mecanismos de Resistencia Bacteriana hacia los principales antibióticos	45
Tabla 4. Circunstancias que alteran la flora normal del cuerpo humano	49
Tabla 5. Factores asociados a la cicatrización según origen.	62
Tabla 6. Acción funcional de los factores modificables de la cicatrización	63
Tabla 7. Factores asociados a la cicatrización según la capacidad de ser modificados	64
Tabla 8. Criterios que hay que valorar al escoger la sutura adecuada	72
Tabla 9. Gérmenes más frecuentemente aislados en la infección nosocomial del sitio operatorio en Colombia. Microbiología de la ISO en Colombia	80

## RESUMEN

### TITULO

ASPECTOS QUE CONTRIBUYEN A PREVENIR COMPLICACIONES POR INFECCIÓN EN EL PACIENTE QUIRÚRGICO\*

### AUTOR

EMILSE HINESTROZA DE CORTÉS\*\*

### PALABRAS CLAVES

Infección  
Sitio operatorio  
Cicatrización  
Proceso  
Factores de riesgo  
Profesional de Enfermería  
Prevención

Durante todo procedimiento quirúrgico se lleva a cabo una disrupción de la continuidad de uno o varios tejidos. La infección que se presenta secundaria a un procedimiento quirúrgico en cualquiera de los niveles anatómicos de dicho procedimiento quirúrgico corresponde a una infección del sitio operatorio (Iso).

La Iso así como los factores de riesgo desencadenantes de la misma son un modelo adecuado para estudiar los factores determinantes de las infecciones en los pacientes quirúrgicos.

Así el estudio de su fisiopatología no solo sirve para entender esta complicación sino que además puede ser aplicado a la prevención y manejo de las infecciones quirúrgicas en general.

Es importante entender que cualquier herida (sitio operatorio) es un sitio sobre el cual se ha producido una lesión que requiere e inicia un proceso de cicatrización.

Conocer dicho proceso facilita el entendimiento de la aparición de complicaciones referentes al mismo como deshidratación, contaminación, estenosis, etc. En este caso la infección.

Son tres los principales factores determinantes de la ISO y de cualquier proceso de cicatrización en general: Los microorganismos; el estado funcional del paciente; y el estado final de la herida (sitio operatorio).

---

\* **Monografía**

\*\* Facultad de salud Especialización de Atención de Enfermería en Quirófanos y Central de Esterilización. Alma Ledy Gil

## SUMMARY

### TITTLE

**ASPECTS THAT CONTRIBUTE TO PREVENT COMPLICATIONS FOR INFECTION IN THE SURGICAL PATIENT.\***

### AUTHOR

**EMILSE HINESTROZA DE CORTÉS\*\***

### KEY WORDS

Infection  
Operative Place  
Scaring  
Process  
Factors of risk  
Professional of Infirmiry  
Prevention

### DESCRIPTION

During all surgical procedure it is carried out a disrupción of the continuity of one or several fabrics. The infection that is presented secondary to a surgical procedure in anyone of the anatomical levels of this surgical procedure corresponds to an infection of the operative place (Iso).

The Iso as well as the factors of risk desencadenantes of the same one are an appropriate model to study the decisive factors of the infections in the surgical patients.

The study of its non alone fisiopatología is good this way to understand this complication but rather it can also be applied to the prevention and handling of the surgical infections in generally

It is important to understand that any wound (I siege operative) it is a place on which a lesion that requires has taken place and it begins a scaring process.

To know this process facilitates the understanding from the appearance of relating complications to the same one as deshicencia, contamination, estenosis, etc. In this case the infection.

They are three the main decisive factors of the ISO and of any scaring process in generally: The microorganisms; the patient's functional state; and the final state of the wound (I siege operative)

---

\* **Monograph**

\*\* Ability of health Specialization of Attention of Infirmiry in Quirófanos and Central of Sterilization. Alma Ledy Gil.

## INTRODUCCIÓN

Las malas noticias en este campo siempre las da la prensa y se presentan como Novedades negativas que alarman a la población, como es el caso del ántrax, el virus del Nilo, un estafilococo resistente. La batalla contra las bacterias es ancestral, se sabe, por ejemplo, que el ántrax existe desde los tiempos del imperio Romano.

Por qué los microbios nos atacan?, no es nada personal. Usted puede ser un excelente ciudadano, un trabajador diligente, un padre de familia ejemplar, pero para las bacterias, usted es solo un reservorio, un “bufé” con minerales, vitaminas, azúcares, proteínas, etc.

Los microorganismos que tienen la mejor capacidad de sobrevivir en un ser humano son los que pueden evitar su eliminación haciendo cosas específicas a nuestro sistema inmune, estos son estrictamente patógenos humanos, nos complican pero no nos eliminan directamente, “un patógeno exitoso no mata a su huésped”, vive dentro de él pero le sirve para sobrevivir, para transmitirse. Los microorganismos con alto índice de mortalidad es raro que hayan evolucionado en el ser humano.

Ejemplo de esto son la *Neisseria gonorrhoeae* y el Virus del Nilo, la primera es responsable de enfermedad venérea y hasta donde se sabe solo vive en humanos. Tiene métodos para eludir el sistema inmunológico, desde desarmar anticuerpos hasta desvanecerse cambiando constantemente las proteínas de superficie y todo esto, refleja su larga relación con el ser humano.

Por el contrario, el virus del Nilo no está acostumbrado a vivir en los humanos, vive en insectos o en pájaros, el ser humano es un huésped accidental y es un causante de encefalitis, es un virus asesino.

Los patógenos usan estrategias especiales para atacar al huésped. Para entender esta relación entre el huésped y el patógeno hay que estudiar la biología celular del macrófago. El Dr. Joel Swanson profesor de microbiología e inmunología de la Universidad de Harvard ha hecho estudios excelentes en la biología del macrófago, como deglutor de los invasores por medio de la fagocitosis; luego de otros procesos como la endocitosis y desarrolló microscopios especiales para observar y analizar la química dentro de estos macrófagos.

Se está explorando qué pasa cuando el macrófago fagocita a la *Listeria monocitogenes*, una bacteria implicada en las intoxicaciones alimentarias y que puede causar meningitis y encefalitis. Después de media hora de fagocitada dentro del macrófago, esta bacteria secreta una proteína que disuelve su prisión, la pared del compartimiento donde se encuentra a no ser que el macrófago haya recibido señales moleculares de células del sistema inmunológico, y entonces esto no sucede, es decir, el macrófago previene el escape de listeria. La química que sucede dentro del macrófago en el proceso de escape de la bacteria y el proceso de bloqueo de este escape se cree que es por medio del nitrógeno y el oxígeno reactivo (Swanson).

Hay una técnica que se llama resonancia fluorescente de energía transferida (F.R.E.T.) que permite observar qué pasa dentro del macrófago, las señales que este emite y como son modificadas por los patógenos.

También el Dr. Swanson y col están tratando de dilucidar el mecanismo por el cual el ántrax mata al macrófago. Las toxinas del ántrax vienen en dos formas toxina letal y toxina de edema. La toxina letal trabaja sobre todo en

los macrófagos y tiene dos componentes: El factor letal que hace el trabajo sucio, y el antígeno protector que sirve de aterrizaje al factor letal. Se sabe que los dos factores separados son inofensivos pero en la pared del macrófago los dos unidos son procesadores en una toxina funcional, luego esta toxina es deglutida dentro del macrófago por endocitosis y se transforma en una vesícula. Seguidamente el pH ácido dentro de la vesícula hace que la toxina se inserte en la pared de esta vesícula y libere el factor letal a través de la membrana, en el citoplasma del macrófago terminando por destruirlo. Si se pudiera prevenir que el factor letal pase a través de la membrana nada pasaría y la célula no moriría y en esto es en lo que el grupo del Dr. Swanson está trabajando. El Dr. Hanna y el Dr. A. W. Ireland, publicaron en el journal Of Bacteriology (Marzo 2002) su trabajo de investigación en relación al ántrax: qué pasa en las primeras horas de infección?. El *Bacillus anthracis* forma esporas que resisten la sequedad, el calor, la luz solar y muchos desinfectantes. Las esporas pueden permanecer dormidas por décadas, centurias o milenios, pero una vez que invaden el organismo por inhalación o deglución o a través de una cortadura o raspadura en la piel, se multiplican y causan problemas. Qué produce esta germinación?, Hanna y col. creen que depende de la actividad coordinada de varios genes, proteínas receptoras y aminoácidos en al menos dos rutas señaladas. Aparentemente el proceso se inicia cuando unas estructuras en forma de anillo encontradas en ciertos aminoácidos y ribonucleósidos se unen a unas proteínas receptoras en la membrana de la espora.

El Dr. Hanna comenzó a estudiar el ántrax hace 10 años, antes de las cartas contaminadas en el 2001. Su trabajo es muy valioso aún en ausencia de la amenaza del terrorismo. La razón por la cual se estudió el ántrax fue porque no sabemos que pasa en las primeras horas de una infección con cualquier bacteria y, el ántrax es un excelente modelo para este estudio. Ingresar al organismo con una espora dormida, luego germina y se puede estudiar cada

etapa del proceso, así como la expresión de los genes dentro de la vacuola, dentro del citoplasma del macrófago y luego cuando sale de éste y entra a la circulación. Se puede así aprender cómo el sistema inmunológico responde al ántrax y estos conocimientos se pueden extrapolar a otras bacterias.

El Dr. Brian Akerley esta estudiando el *Haemophilus influenzae* que ha desarrollado el hábito de vivir en los humanos. El 75% de los niños y adultos sanos lo poseen en sus vías respiratorias superiores y no se ha detectado en ninguna otra especie animal. Causa otitis media- una plaga en niños, puede causar infecciones respiratorias y neumonía en recién nacidos, niños y adultos.

El Dr. Akerley encontró otra característica en esta bacteria y es que se tiene toda la secuencia del genoma, pero sólo el conocer la secuencia completa del genoma en un organismo no suministraba toda la información que se quería. Akerley demostró que el *Haemophilus* tomaba el ADN de los alrededores y los incorporaba a su cromosoma y otros investigadores desarrollan un método empleando transposonas, que son pedazos de ADN que pueden meterse en los genes y producir mutaciones. Además logró definir en qué parte del cromosoma del *Haemophilus*, quería que se situara la transposona y de esta manera se sabía cuales genes habían mutado. De esta manera se identificó una gran cantidad de genes, necesarios para el crecimiento y la sobrevivencia de la bacteria y estos resultados son de mucho interés para las compañías farmacéuticas que deseen investigar drogas que apunten en esa dirección.

Nadie ha diseñado un antimicrobiano que no produzca resistencia. Todos tienen un espectro de acción cuando salen del mercado, que se va reduciendo debido a la resistencia de los microorganismos. Puede durar un

año o dos o veinte antes de que la droga sea reemplazada, pero siempre sucede.

Cuando las bacterias son expuestas a un antibiótico, las sensibles se mueren y las resistentes crecen y se multiplican y pueden transferir los genes resistentes a otras bacterias que nunca han sido expuestas a esos productos. La resistencia a los antibióticos ocurre como un proceso natural, pero los hábitos y prácticas humanas acentúan el problema y la mala prescripción de terapias antibióticas es un ejemplo muy claro; Los centros de control de infecciones pueden llegar hasta cierto nivel de consejo y vigilancia pero al final son los investigadores y los clínicos los que pueden ayudar a dilucidar este problema.

## 1. JUSTIFICACIÓN

A pesar de los avances en las medidas destinadas a prevenir la presentación de infecciones, tales como métodos de esterilización, ventilación, técnicas quirúrgicas y disponibilidad de nuevas generaciones de antibióticos profilácticos, la infección de sitio operatorio (ISO) es aún una complicación relativamente frecuente que repercute de forma importante en la recuperación del paciente y en los costos de los servicios médicos. La frecuencia de ISO varía desde un 4.7% hasta un 17% durante 1976, en los Estados Unidos de Norteamérica se destinaron 7.5 millones de días de estancia hospitalaria y 1000 millones de dólares en gastos hospitalarios para resolver infecciones nosocomiales. El costo promedio de una infección nosocomial en un estudio realizado en 183 pacientes en el Grady Memorial Hospital de los Estados Unidos en 1975 fue de 693 dólares en 1986 el costo promedio de una infección nosocomial era de 1833 dólares. En el primer estudio las infecciones de la herida quirúrgica y de las vías respiratorias bajas correspondieron al 46% de todas las infecciones nosocomiales y causaron el 77% del total de los gastos. Actualmente en los Estados Unidos se presentan aproximadamente 500.000 ISO por año de un total de 27 millones de cirugías, y representan el 25% de las infecciones nosocomiales globales. En 1980 Cruse calculó que las ISO aumentaron la estancia hospitalaria de los pacientes en aproximadamente 10 días y produjo costos adicionales por 2000 dólares. En el estudio realizado por Martone en 1992 cada ISO resultó en 7.3 días adicionales de estancia hospitalaria, agregando 3152 dólares al total de los costos.

Los factores de riesgo son la causa más predecible de complicaciones que pueden llevar una muerte temprana o tardía después de la cirugía. Los pacientes con riesgo de complicaciones como fumadores, diabéticos y

obesos, sufren más complicaciones, específicamente infecciones, después de anestesia, de operaciones.

Estas infecciones contribuyen a prolongar la estadía de los pacientes, sufren más y aumentan los gastos en salud. No solo es importante ser capaz de predecir sino de diagnosticar una infección a tiempo y tratarla bien.

A pesar de todos los avances en la cirugía, las complicaciones infecciosas son la mayor causa de morbilidad.

En los años 70 y 80 el riesgo de infección en cirugía se creía que era debido al tipo de cirugía. Cruse y Foord clasificaron los procedimientos quirúrgicos así:

1. Limpios
2. Limpios contaminados
3. Contaminados
4. Sucios (cuando la infección estaba presente)

**Tabla 1. Clasificación de Procedimientos quirúrgicos según Cruse y Foord años 70 y 80**

<b>TIPO DE PROCEDIMIENTO</b>	<b>No. de Casos</b>	<b>Infección</b>
Limpios (cirugía cardiaca)	47054	1.5%
Limpios Contaminados (cirugía biliar)	9370	7.7%
Contaminados (Cirugía de colón)	442	15.2%
Sucios (abcesos)	2093	40%

Fuente. [www.galemico.com/publicaciones/Enfermeras/rev](http://www.galemico.com/publicaciones/Enfermeras/rev)

La incidencia de infección en la herida quirúrgica limpia es menos de un 2% y en la cirugía sucia de 30-70%. Pero aún en procedimientos limpios el riesgo de infección de la herida puede variar de un paciente a otro debido a factores de riesgo como edad, obesidad, enfermedad previa y otros.

No solo las infecciones de herida son importantes, también las infecciones nosocomiales como neumonía, septicemia, infecciones de catéter IV, infecciones del tracto urinario, y aún las infecciones poco comunes como colitis por antibióticos o colecistitis sin cálculos. Se ha hecho un gran esfuerzo en controlar la infección en cirugía, sobre todo en operaciones con poca probabilidad de contaminación por bacterias, como la llamada cirugía limpia que es de 50-70 de todas las operaciones.

En 1896 el Dr. Brewer demostró que en el New Cork Roosevelt Hospital la infección en heridas en operaciones limpias era de 39% después de esto y con cambios en técnicas el índice bajó a 9% en un año y 3.2% en 4 años.

En contraste con esto los índices de infección altos eran esperados en heridas contaminadas o sucias a pesar del mejoramiento en técnicas pero hoy sabemos que también esto puede mejorar si los esfuerzos se orientan a los pacientes de alto riesgo.

Históricamente la incidencia de infección de heridas en cirugía limpia sin uso de profilaxis con antibióticos es menos de 5%, en limpias contaminadas de 20% y cuando hay infección presente entre 30-70%. Con profilaxis adecuada de corta duración la incidencia de infección es:

- Limpia: 1%
- Limpia contaminada: 2.5%
- Contaminada: 6.8%

No solo el procedimiento quirúrgico es importante sino también el paciente. Pacientes diferentes tienen riesgos distintos, por ejemplo un paciente de 18 años con una hernia umbilical tendrá un riesgo de infección de la herida cercano a 0%, pero éste, en una paciente de 75 años obesa con una hernia

incisional grande, recurrente, tendrá una incidencia de infección de más de 15%. Es inapropiado ponerles a todos los pacientes en el mismo grupo y protegerlos de la misma manera. En el ejemplo, el paciente joven no necesita antibioterapia profiláctica, mientras que el paciente de 75 años es esencial.

En un análisis de 117.850 pacientes hecho por Haley et al, se hizo una predicción basada en cuatro factores:

1. Operación abdominal
2. Operación con duración de más de 2 horas
3. Procedimiento contaminado o sucio
4. Tres o más diagnósticos

Con un modelo de riesgo contaminado en forma lineal con estos cuatro factores se hizo una predicción de riesgo. El factor más importante por sí solo, fue entrar en la cavidad abdominal, el siguiente factor fue la operación de más de 2 horas, le sigue el factor herida contaminada o sucia y finalmente si el paciente tiene 3 o más diagnósticos secundarios.

Los coeficientes de regresión fueron muy similares entre 1.12 y 0.86 y se redondearon a 1. Esto nos da un valor de 1 a 4 calculado para cada paciente.

De esta manera se identifica a los pacientes por riesgo: muy bajo riesgo, infección profunda o superficial de menos de 1%. Si un factor de riesgo estaba presente en una operación abdominal, la infección afecta a un 4% más o menos. Si habían dos factores de riesgo la infección era 10%, si había 3 de estos era entre 15-20% y con los cuatro factores, más del 25%

**Tabla 2. Factores de Riesgo Quirúrgico**

<b>No FACTORES</b>	<b>% INFECCIÓN HERIDA</b>
0	Menos 1%
1	4%
2	10%
3	15-20%
4	Mayor 25%

Fuente. [www.publicaciones/enfermería/Rev1No.4/humanizar.html](http://www.publicaciones/enfermería/Rev1No.4/humanizar.html)

Este índice tiene una certeza de predicción dos veces más efectiva que la clasificación tradicional de contaminación es de un 67% y nos obliga a usar antibióticos profilácticamente en pacientes a los que se les habría negado unos años atrás.

Pero no sólo este simple método será de importancia en el futuro pues actualmente hay otros factores relacionados con el paciente, el procedimiento y el cirujano. Su importancia puede variar considerablemente si estos factores son bien conocidos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar los factores que contribuyen a prevenir las complicaciones por infección en la herida quirúrgica.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar factores de riesgo que intervienen en la incidencia de la infección de la herida quirúrgica.
- Reconocer factores protectores que influyen y prevengan infecciones en el sitio quirúrgico.
- Promover medidas de intervención para prevenir la infección del sitio operatorio (los) como son: Lavado de la piel del paciente, antibióticos, profilácticos, lavado de manos del equipo quirúrgico, gasas y guantes.

### 3. MARCO TEÓRICO

El proceso quirúrgico también ha tenido una evolución. El primer registro auténtico que se tiene del cuidado de las heridas se encuentra en el Papiro Smith de Egipto en el que se enfatiza la necesidad de mantener juntos los bordes de la herida por medio de vendas embalsamadas en miel y mirra. Hipócrates el más famoso de los médicos de la antigüedad nacido en Grecia (460-377 a. de C.), señaló la importancia de que las heridas curarán de primera intención gracias a la aproximación de los tejidos hecha por el médico, quien antes se debería lavar las manos con agua hervida, además mencionaba el uso de hilos para ligar vasos y hacer suturas. Los primeros registros del manejo médico de hemorragias y heridas se remontan al año 200 a. de C., encontrándose descripciones del control de las hemorragias, el cual se lograba taponando el área sangrante con una esponja de algodón para luego ser presionada y vendada.

La Escuela de Alejandría crea e introduce la técnica de la torsión de las venas o arterias y el uso de ligaduras para detener una hemorragia. Celso en Roma a principios del siglo I hizo una descripción detallada del uso de la ligadura y la cauterización del rojo vivo sobre el vaso sangrante. Más tarde Galeano (130-200 d. de C), recomendó la ligadura de las arterias cuando la hemorragia no se podía controlar por otro método, para eso uso hilo de lino.

En la edad media Rogelio de Salemo de la famosa Escuela de Salemo escribió la Práctica Quirúrgica en 1180. Ambrosio Paré (1510- 1590), el más grande cirujano de su siglo, fue quien impulso de gran manera la técnica quirúrgica.

Una contribución de rotunda importancia para el paciente y de evidente mejora de las condiciones del ejercicio de los cirujanos fue la utilización de

una anestesia segura en el siglo XIX. Un aporte importante en el desarrollo de la técnica quirúrgica se logró con la introducción de pinzas hemostáticas en 1870. Lister en el siglo XIX introdujo los primeros antisépticos y luego en 1880 es William Halstead originario de Baltimore quien a principios del siglo XX introduce el car-gut.

Encontramos en el siglo XIX que se hospitalizaba a los soldados indigentes que eran intervenidos quirúrgicamente, mientras que las personas económicamente pudientes se recuperaban en el hogar. Pero con el transcurrir del tiempo se demostró que mejores resultados se lograban en pacientes quirúrgicos que eran hospitalizados. De acuerdo a esta evaluación se fue cambiando el esquema llegando al punto de que la población intervenida transcurriría su proceso de recuperación, indiscriminadamente en el hospital.

1974 se creó el programa de investigación denominado Sistema de Cirugía Simplificada, en el Departamento de Cirugía de la Universidad del Valle en Cali, con el objeto de “ofrecer un mecanismo para aumentar la cobertura de la atención quirúrgica, utilizar adecuadamente los recursos existentes y mejorar la calidad del cuidado quirúrgico a costos razonables para el paciente y las instituciones.”

#### 4. HISTORIA

Los conceptos antiguos sobre la infección y los métodos rudimentarios utilizados para combatirla, parecen realmente extraños a la luz del conocimiento científico moderno; por ejemplo, en tiempos remotos se pensaba que los demonios y los espíritus malignos eran la causa de las partes y la infección; esos conceptos sin embargo fueron creados por las metas más capaces de sus tiempos.

Hoy se considera que el trabajo realizado para obtener conocimientos básicos acerca de las formas de eliminar la infección, controlar la hemorragia y lograr la anestesia, han hecho posible el progreso de la cirugía moderna.

En la era precristiana, Hipócrates (460-377 a. C) presagió la asepsia cuando recomendó el uso de vino o agua hervida para lavar las heridas. Galeano (131-201 D.C), quien practicó en Roma, hacía hervir los instrumentos que usaba para atender las heridas de los gladiadores. Sin embargo habrían de pasar cientos de años antes de que los cirujanos comprendieran las razones del lavado.

A mediados del siglo XVI se produjeron tres acontecimientos decisivos para el proceso de la medicina: Girolamo Fracastoro, médico y poeta Italiano (1478- 1553), describió en el año de 1546 la importancia del contacto directo para la propagación de la infección. Ambrosio Paré (1509-1590) demostró en forma concluyente la superioridad de la guerra y Andreas Vesalius (1514-1564) publicó en 1543 su libro De Humani Corporis fábrica el cual se constituye en punto de referencia en la historia de la nomenclatura anatómica. La teoría de Fracastoro sobre infección y enfermedades transmisibles comenzó a descifrar el enigma de la infección aún faltaba un

siglo para que el Holandés Anthony Van Leeuwenhoeck (1632-1723) inventara el microscopio y se empezara a hablar de animálculos (bacterias); fue así Leeuwenhoeck el precursor de descubrimientos importantes hacia el siglo XVII.

La técnica quirúrgica ha avanzado notoriamente desde el siglo XIX y causa asombro saber que el cirujano de esa época no tenía en cuenta, por que no se conocían las mínimas normas de asepsia que practicamos hoy hemos de reconocer el médico Hungaro Ignaz Philipp Semmelweis (1818- 1865) como el verdadero precursor de dichas normas al establecer en marzo de 1847, la etiología de la fiebre puerperal: Había estudiado el informe de autopsia de su amigo Kollets Chka, muerto de septicemia tras sufrir un pinchazo en un dedo mientras practicaba una necropsia y había notado que era frecuente la fiebre puerperal en las mujeres cuyos partos habían sido atendidos por médicos y estudiantes procedentes de la sala de autopsias. Para mejorar la situación, a mediados de mayo de 1847, inició en el Hospital de Viena un programa estricto que comprendía el lavado cuidadoso de las manos con agua jabonosa caliente y un cepillo de uñas, seguido de otro en agua clorada; por este método Semmelweiss redujo en el lapso de un año el índice de mortalidad por fiebre puerperal a una vigésima parte del nivel previo; su trabajo precedió en cuatro décadas de reconocimiento y aceptación de la patogenicidad de las bacterias y en 20 años a la primera publicación hecha por lister (1867). A pesar de su importante contribución Semmelweis fue designado por sus colegas y murió olvidado en un manicomio de Viena.

Fue Louis Pasteur (1822- 1895), el químico y microbiólogo francés, quien estableció la validez de las enfermedades producidas por gérmenes y encontró que podía detener la proliferación de los organismos por medio del calor. Con sus experimentos, realizados en el aire puro de las alturas de los

Alpes, desmintió la teoría de la generación espontánea de los organismos, al demostrar que estos procedían de otros similares de los cuales ordinariamente el aire está saturado. Sus descubrimientos estimularon su interés y motivaron sus estudios sobre la infección y la putrefacción. El médico y bacteriólogo alemán Robert Koch (1843-1910) fue también fundador de la bacteriología y obtuvo en 1905, el premio nobel de Filosofía y Medicina por haber aislado el bacilo de la tuberculosis; sus célebres postulados para aceptar la patogenecidad de un microorganismo aún tienen vigencia y su recomendación sobre el uso del bicloruro de mercurio como antiséptico fue precursora del interés en la antisepsia.

Antes de continuar, es importante precisar los conceptos de antisepsia y asepsia: El primero alude a la destrucción de los gérmenes en las heridas por medio de agentes químicos. El segundo se refiere al método por medio del cual se dejan libres de gérmenes. Antes de la intervención, todos los objetos que vayan a tocar la herida o la piel del enfermo.

Otro personaje que marcó un hito en la cirugía moderna fue el cirujano inglés Joseph Lister (1827- 1912) quien dio importancia a la teoría de los gérmenes en relación con la cirugía y la infección y realizó estudios sobre agentes químicos para combatir las bacterias y las infecciones quirúrgicas.

Inicialmente utilizó el ácido fénico en las heridas y también por medio de atomización en los quirófanos; más tarde se dio cuenta de que tenía que enfrentarse con los gérmenes existentes en la herida y en las manos del cirujano.

Su nombre está ligado a la creación de la cirugía antiséptica; posteriormente, Sir William Macerlen (1857-1937) abandonó el ácido fénico y usó la esterilización de las gasas por ebullición, por lo que se le considera

como el precursor del método aséptico. Lister tuvo éxito en reducir las tasas de septicemia y mortalidad postoperatorias en sus pacientes. No se le reconocieron de inmediato sus méritos debido al ambiente conservador de la época, la renuencia humana normal al aceptar nuevas ideas radicales y la lentitud en los medios de comunicación. Lister también se interesó en la relación entre las suturas y la cicatrización de las heridas. Reconoció que las ligaduras y suturas estaban cargadas de bacterias y comenzó a tratar el catgut con aceite fenolizado. Introdujo la práctica de dejar cortos los cabos de las suturas cuando se dio cuenta de que los cabos colgantes proporcionaban un sitio de entrada para las bacterias.

Lograr un método antiséptico para las manos de los cirujanos también fue objeto de múltiples ensayos: Inicialmente se llegó a la conclusión de que ni el vapor ni el agua hirviente podían ejercer una acción antiséptica en las manos y así mismo se demostraron los efectos limitados del fenol.

Entre 1885 y 1890 se hicieron ensayos para desinfectar las manos con los paños impregnados de alcohol o mediante el uso de pomadas fenolizadas. Fue Johan Von Mickulicz (1850-1905) quien ideó y empleó guantes esterilizados al vapor, pero se humedecían y había que cambiarlos continuamente. En el año 1890, en el Hospital Johns Hopkins de la ciudad de Baltimore, el cirujano William Stewart Halsted (1852- 1922) resolvió el problema al confeccionar guantes de goma para su instrumentada Carolina Hampton, quien era alérgica al fenol; dichos guantes se hicieron de uso obligatorio para todos los cirujanos a partir de 1894.

Es importante anotar el aporte de las enfermeras a los desarrollados en la asistencia médica: A mediados del siglo XIX Florence Nightingale (1820-1910) recomendó el uso del agua y aires puros, drenaje eficiente, limpieza y luz para lograr la salud. Su experiencia como enfermera durante la guerra de

Crimea probó la eficacia de sus recomendaciones. En 1889 ya se abría un programa de estudios que incluía la especialización de la enfermera de quirófanos.

Como vemos, los progresos logrados en la técnica aséptica han sido lentos y, sin duda entorpecidos por la tradición, pero con el advenimiento de la esterilización, las técnicas quirúrgicas novedosas y el establecimiento de las normas para el comportamiento en los quirófanos se ha logrado un progreso continuo. Estos logros son hoy un componente importante de la llamada conciencia quirúrgica.

## 5. BIOLOGIA DE LA INFECCIÓN

El complejo proceso de la infección implica una correlación entre múltiples factores, dependientes tanto del invasor como del huésped y de todo el proceso que se desencadena por esta relación, eso es lo que constituye el estudio de la biología de la infección.

### 5.1 FACTORES RELACIONADOS CON LOS MICROORGANISMOS

**Necesidades básicas.** Las bacterias viven en múltiples formas, tienen morfología variada en cuanto a su tamaño, y pueden presentarse como cocos, bacilos y espirales, como resultado de su estructura genética; dada esta multiplicidad de factores, también requieren condiciones específicas para producir infección.

Como los organismos vivos los microorganismos tienen requerimientos básicos nutricionales: luz, sustancias inorgánicas tales como monóxido de carbono o sustancias orgánicas como azúcares, grasas y proteínas; en ocasiones algunas bacterias requieren medios especiales enriquecidos con sustancias específicas para su crecimiento y desarrollo, sin embargo los requerimientos más frecuentes e importantes en la mayoría de los casos son el oxígeno y el agua, el pH, la temperatura, las concentraciones iónicas como el calcio y concentraciones de metales como el hierro y el zinc para que funcionen sus enzimas.

**Tropismo.** Para algunas bacterias el medio ambiente ideal es la asociación con las superficies mucosas como la *E. coli* y el *Helicobacter pylori* y allí ejercen sus efectos, mientras para otras la adherencia a las mucosas sólo representa un primer paso en la penetración e invasión celular como la

salmonella, la Yersinia y la E. coli invasiva. Este tropismo por las diferentes estructuras celulares se hace evidente en el hombre en la infección de algunos sistemas por ejemplo, el tropismo por las células epiteliales del sistema genito-urinario facilita el desarrollo de infecciones del sistema urinario en huéspedes previamente sanos.

**Virulencia.** Cuando un microorganismo extraño se pone en contacto con el huésped ocurren varios fenómenos; generalmente los sistemas de defensa lo eliminan, pero si los sistemas de defensa no pueden vencer al microorganismo, éste puede crecer y reproducirse. El camino a seguir es la enfermedad y lo determinan los factores de virulencia del patógeno con relación a la respuesta del huésped.

La virulencia es la capacidad que tiene un microorganismo para vencer los mecanismos de defensa del huésped e invadirlo o producir infección y vienen determinados genéticamente para cada microorganismo.

La virulencia puede ser medida experimentalmente determinado el número de microorganismos que se requieran para que cause muerte en el huésped, lesión o enfermedad, en un período de tiempo definido y en una ruta específica se puede calcular la Dosis Letal 50 (LD50) o dosis requerida para que cause muerte en el 50% de la población de animales o Dosis efectiva 50 (ED50) ó dosis requerida para que cause enfermedad en el 50% de la población de animales.

Los microorganismos se pueden clasificar de alta y baja virulencia. Microorganismos de alta virulencia, son aquellos que pueden causar enfermedad en un huésped previamente sano y sin factores de riesgo, un ejemplo es la shigella.

Microorganismos de baja virulencia, son aquellos que requieren que el huésped esté inmunocomprometido o tenga otros factores de riesgo; son patógenos oportunistas o en otros casos como en el de los tejidos, predispuesto por categorización de las vías urinarias.

Los organismos de alta y de baja virulencia pueden causar infecciones severas, siempre y cuando se den las otras condiciones necesarias para su crecimiento y desarrollo, es así como microorganismos como *Cándida* que se ha considerado de baja virulencia, puede causar infecciones severas y generalizadas en pacientes inmunosuprimidos como pacientes con falla renal, cáncer, neoplasia, desnutrición que han recibido radioterapia o quimioterapia. Sin embargo no sólo los factores de defensa del huésped afectan los factores de virulencia del microorganismo y es necesario considerar numerosas variables como la, el tamaño del inóculo y las sustancias que se encuentran en el área de la lesión como moco, sangre, fibrina, sales biliares, que además de servir de nutrientes, sirven de adyuvantes para el mantenimiento de la infección por imponer una sobrecarga de trabajo a los fagocitos.

**Patogenicidad.** Es la habilidad de un microorganismo de causar una enfermedad; sin embargo la patogenicidad, se relaciona con dos mecanismos: El primero se refiere a cómo causa la invasión y el segundo cómo causa de la enfermedad.

Cada microorganismo específico puede tener mecanismos de patogénesis diferentes y generalmente estos mecanismos se dan en el ambiente molecular. De acuerdo a la propiedad de invadir células eucarióticas, las bacterias pueden clasificarse en tres categorías:

- 1) Obligada intracelular. Como la *Rickettsia* spp; estas bacterias intracelulares sobreviven produciendo sustancias como fosfolipasas que disuelven las vesículas fagocíticas a su alrededor. Otras bacterias pueden sobrevivir en células fagocíticas como algunos *Mycobacterium*.
- 2) Facultativas intracelular como la *Salmonella* y la *Shigella*.
- 3) Extracelular como la *E. coli* y la *Pseudomonas*.

La mayoría de las bacterias no invaden células y proliferan en un ambiente extracelular, pero para sobrevivir, algunas bacterias se adhieren a las células epiteliales con sus fimbrias.

Después del ingreso, el patógeno se establece dentro del huésped, evita las defensas no específicas, crece y se reproduce, pero para que no suceda se requiere:

- Contacto del microorganismo con el huésped, para lo cual ha desarrollado mecanismos muy efectivos como el de adherencia.
- Incubación: En este período el patógeno se establece en el sitio, donde los primeros síntomas de la enfermedad aparecen. En bacterias generalmente es entre 2 a 3 días, aunque en otros microorganismos pueden ser hasta años.
- Proliferación: Capacidad que tiene el microorganismo para reproducirse en el tejido en donde se localiza. La infección ocurre como el resultado en el desequilibrio de la virulencia bacteriana y la resistencia del huésped, y el huésped es invadido por microorganismos con capacidad de producir enfermedad; aquí el microorganismo se asocia a otros microorganismos (Sinergia) y/o se vale de mecanismos específicos para producir lesión, uno de los más estudiados es la capacidad para producir toxinas. Otros

mecanismos de producción de lesión son la liberación de mediadores lipolíticos o proteolíticos, y la liberación de antígenos que desencadenan mecanismos inmunológicos. Algunos microorganismos requieren mecanismos adicionales por parte del huésped.

- Autodestrucción: Muchos patógenos causan enfermedad por lesión de la célula huésped, induciendo en su sistema la producción de sustancias químicas que les llevan a su autodestrucción sustancias “FAKE”

**Adherencia.** Capacidad de un organismo para adherirse a un tejido y penetrarlo y está en relación directa con las moléculas de adherencia que tengan las células comprometidas. El pili es una proteína corta en forma de fimbria que se adhiere a los receptores de las moléculas en la superficie de las otras células, es el mecanismo descrito con *Neisseria gonorrhoeae*. La *E. coli* y la *Pseudomonas* se adhieren por Pili además la *E. coli* posee otros mecanismos de virulencia.

**Adherencia a injertos.** La adherencia de los microorganismos, no solo se da a células y tejidos, algunos gérmenes como los estafilococos producen glucocálix extracelular (adhesinas) que además de facilitar la adherencia a biomateriales los protege de los fagocitos, anticuerpos y antibióticos. El ambiente ácido que rodea los cuerpos extraños también impiden que actúen los fagocitos, además no requiere una gran población de microorganismos, en estos casos, las bacterias como los *Staphylococcus coagulans* negativos pueden tener un pequeño inóculo, pero desencadenar en el huésped la respuesta inflamatoria con efectos lesivos para los tejidos y con el tiempo pueden producir fístulas.

**Sinergia.** La asociación de dos o más microorganismos, puede producir los efectos dañinos en el huésped como es el caso de estreptococos anaerobios

y estafilococos que producen infecciones gangrenosas de piel y tejidos blandos, en las infecciones intraabdominales es muy frecuente encontrar asociación entre gérmenes aeróbicos como el E. coli y anaerobios como el Bacteroides fragilis, tanto que empíricamente el cirujano está autorizado a iniciar terapia antibiótica antes de obtener la comprobación de los mismos y si la respuesta clínica es adecuada a pesar de los estudios microbiológicos, puede continuar con los regímenes iniciales; no se recomienda cambiar el esquema antibiótico, por la posibilidad de resistencia bacteriana.

**Toxinas.** Son productos que el microorganismo secreta para destruir o inactivar los componentes del huésped y sus sistemas de defensa, ya sea con efectos locales o distantes.

El mecanismo de síntesis y la liberación de toxinas, dependen de las condiciones favorables que encuentren en su medio ambiente, por ejemplo la producción de la toxina de la difteria es eliminada por la presencia de hierro en el medio.

Las toxinas pueden ser denominadas según:

- La célula donde ejercen su acción (enterotoxinas, neurotoxinas etc.)
- El mecanismo de su acción (adenilciclase toxina etc.)
- El efecto biológico como (toxina dermonecrótica, toxina hemolítica, etc)

**Exotoxinas.** Son secretadas fuera de la célula o se escapan de las células muertas.

Generalmente son proteínas solubles, la mayoría de las exotoxinas tienen elevado peso molecular y son lábiles al calor, aunque algunas de bajo peso molecular son termoestables. Pueden ser transportadas a la corriente sanguínea o linfática y a sitios remotos del sitio de la infección, estas toxinas

tienen células específicas sobre las cuales actúan, el efecto tiene lugar en los receptores de estas células específicas, pueden inhibir las actividades celulares o producir su muerte, incluyen citotoxinas, neurotoxinas y enterotoxinas.

En general son excelentes antígenos y no todos los anticuerpos producidos contra las exotoxinas son protectores, algunas tienen efectos según la osmolaridad del medio.

**Neurotoxinas.** Tienen acciones motoras como en las uniones mioneurales y la liberación de acetil colina produciendo parálisis flácida como pasa con el *Clostridium botulinum*

**Enterotoxinas.** Estimulan la secreción de agua y electrolitos por el epitelio intestinal produciendo diarrea, algunas son citotóxicas, otras pueden alterar la contracción muscular causando cólicos abdominales como la enterotoxina del *V. cholerae* (LTIO) ; la enterotoxina lábil al calor de la *E. coli* es similar a la del cólera, pero su acción depende de los receptores celulares específicos de las células del huésped, la *E. coli* además puede presentar otros mecanismos en la producción de diarreas.

Las citotoxinas inhiben la síntesis de proteínas en algunas células y producen manifestaciones tóxicas específicas como en la Difteria, pero algunas especies como la *Pseudomonas* tienen toxinas citolíticas que dañan directamente los fagocitos.

Algunos microorganismos pueden producir toxinas que actúan como enzimas específicas y pueden degradar el DNA, los lípidos y las proteínas. Algunas como las hemolisinas pueden lisar los glóbulos rojos y otras pueden lisar las células blancas.

La pseudomonas aeruginosa produce elastasa, el S. aureus produce hialorunidasas.

**Endotoxinas.** Pueden ser secretadas por las bacterias o pueden ser sustancias liberadas después de la lisis de las bacterias. Son liberadas por gérmenes como los Gram negativos son lipopolisacáridos que actúan como mediadores en el daño tisular, tienen efectos biológicos severos y pueden ser letales.

Los componentes moleculares de la endotoxina pueden ser divididos en tres regiones:

Cadena O específica. Consiste en una variedad de oligosacáridos con varias longitudes. El centro de los polisacáridos es la columna vertebral de la molécula y es responsable de la diversidad antigénica. El lípido A. compuesto generalmente de disacárido de glucosamina y atado por una larga cadena a los ácidos grasos y a los fosfatos. La disociación del complejo es importante para solubilizar el componente tóxico del lípido A. Los efectos biológicos de la endotoxina forman un complejo cuadro de sepsis por Gram negativos porque estimulan la síntesis de prostaglandinas, activan las calicreínas, las cininas, el sistema de coagulación, el sistema de la fibrinólisis, así como la activación plaquetaria y la activación del complemento e incluyen otros efectos biológicos como pirogenicidad, leucopenia, leucocitosis, hipotermia e hipotensión.

**Mecanismos adicionales.** La mayoría de los microorganismos requieren para ser contaminantes, una combinación de procesos adicionales como trauma, neoplasias, isquemia, inflamación, diverticulitis y hemorragias; las transfusiones sanguíneas también se encuentran como causa de aumento de infección y sepsis.

**Resistencia bacteriana.** Uno de los principales mecanismos de los microorganismos para evitar ser destruidos por el huésped es:

**La cápsula.** Los gérmenes con cápsula no pueden ser fagocitados porque no se encuentran opsonizados como el pneumococo, la Pseudomonas y el Estreptococo. La cápsula está compuesta por polímeros (proteínas) que tienden a unirse. Esta cápsula a menudo atrapa gran cantidad de bacterias; la virulencia y la resistencia a ser eliminados por los fagocitos de los neumococos y de otras bacterias se debe a que son encapsulados.

La presencia de receptores diferentes en las células explica porqué unas son atacadas por cierta clase de microorganismos; así la E. coli se une por Pili a las células del epitelio genitorurinario y las células de la mucosa intestinal y el Estreptococo se adhiere a través del ácido lipoteicoico de su membrana y el receptor en el huésped es la fibronectina.

**Camuflaje.** En este caso el patógeno se camufla para que no sea reconocido como peligroso y al evitar ser detectado no es destruido por el sistema inmune, así algunos patógenos evaden el sistema inmune por cambios frecuentes en los antígenos de su superficie, evitan su autodestrucción produciendo variantes a los cuales el huésped no ha respondido con anticuerpos. Estas variantes sobreviven y después se multiplican. La alta rata de mutación de un microorganismo con su corto período de tiempo entre dos generaciones, favorece la adaptación y generación de nuevas especies.

Los factores genéticos y moleculares de virulencia que poseen las bacterias, generalmente se relacionan con su capacidad de codificar el DNA, un plásmido de 140 mega-dalton al invadir ciertas células del colon e ileon y producir ulceraciones y hemorragia hacia la luz intestinal. La transferencia

de genes de resistencia antibiótica es un factor muy importante que incrementa la virulencia de la bacteria. Los microorganismos desarrollan resistencia por selección natural y sobreviven los que mejor toleran los ataques de los antibióticos. Algunas bacterias anaeróbicas resisten antibióticos como los aminoglucósidos dado que modifican enzimas que son codificadas por genes. La DNA Gyrase es necesaria en algunas bacterias para hacer más eficiente su división. Uno de los mecanismos más importantes de resistencia antibiótica es la producción de  $\beta$ -lactamasas, enzimas que inactivan los antibióticos  $\beta$ -lactámicos. Este es un mecanismo muy efectivo contra las penicilinas utilizadas por el *Staphylococcus aureus* y el *S. epidermidis*. Los enterococos producen  $\beta$ -lactamasas similares a las de los estafilococos. En algunos casos, especies como las Enterobacterias presentan resistencia a los  $\beta$ -lactámicos, en casos de infecciones intraabdominales, en cifras que van del 5 al 56%. La resistencia de las bacterias anaeróbicas a los  $\beta$ -lactámicos también se deben a la producción de  $\beta$ -lactamasas.

## **5.2 FACTORES RELACIONADOS CON EL HUESPED**

Una vez el microorganismo ingresa en el organismo, el proceso que sigue a esta invasión depende de los factores dependientes del huésped y de la respuesta a su invasión y pueden ocurrir varios casos:

1. Total eliminación del agente patógeno.
2. El agente puede permanecer en el huésped después del paso de la fase aguda de la enfermedad.
3. La enfermedad puede ser progresiva o fatal.
4. La enfermedad puede volverse crónica.

5. El agente puede ser eliminado, pero el daño en el sistema inmune del huésped permanece.

Los factores más importantes dependientes del huésped y que determinan que vía tomará el proceso son: edad, flora endógena, estado nutricional, estado inmunológico previo, trasplantes, cáncer, enfermedades infecciosas previas del paciente, trauma.

**Edad.** En los extremos de la edad los mecanismos de Inmunidad específica e inespecífica dejan de ser tan efectivos, en los recién nacidos existen defectos de la inmunidad porque el sistema inmune requiere aprendizaje. En general, los niños son más susceptibles a ciertos patógenos como el *Streptococcus β* porque su sistema inmune aún no se ha desarrollado lo suficiente para producir la requerida cantidad de anticuerpos específicos. En los viejos además de los procesos de envejecimiento de la disminución de la reserva cardíaca y pulmonar, la inmunidad celular se disminuye.

**Flora Endógena.** Las bacterias que producen las infecciones quirúrgicas, pueden ser endógenas o exógenas; sin embargo la flora endógena se constituye en un mecanismo inespecífico de defensa contra los gérmenes patógenos.

Un adulto normal convive con 400 especies de microorganismos, aproximadamente 1200 g y éstos dependen de la edad, dieta, motilidad intestinal, ácidos biliares e inmunidad.

En el trato gastrointestinal la microflora es diferente en todos los niveles; así en el estómago existen  $10^3$  microorganismos/mm, gracias a su bajo pH es estéril pues la mayoría de los gérmenes no sobreviven en un medio ambiente ácido, a excepción del *Helicobacter pylori* y si existe hipoclorhidria el número

de microorganismos puede ascender hasta  $10^5$ - $10^7$  ; los microorganismos que predominan son el Streptococcus viridans y los lactobacilos.

En el intestino delgado la concentración es  $10^4$ . Como tiene gran cantidad de enzimas digestivas y sustancias detergentes como la bilis, gran capacidad de absorción y motilidad muy activa entonces los microbios residentes tienen una vida corta. Predominan el Streptococcus viridans los lactobacilos, las enterobacterias y los bacteroides.

En el colon la concentración es de  $3,79 \times 10^{11}$  . Hay 400-500 clases diferentes de microorganismos con una proporción de anaerobios de 3.000/1 tiene una capa mucosa protectora que separa la flora del contacto con las células, aunque el 44% de las heces son bacterias, estas rara vez invaden. Predominan la E. coli, los clostridium, el Proteus, la Klesbsiella, los Enterobacter y el Bacteroides.

**Tracto genitourinario.** La orina tiene excelentes nutrientes para las bacterias y los riñones tienen espacios donde las bacterias suelen refugiarse y protegerse de las defensas inmunes, sin embargo una vía urinaria sana con un flujo permanente de la orina lava permanentemente las bacterias; la hiperosmolaridad de la orina es otro factor que interfiere con el crecimiento de microorganismos.

Muchas bacterias secretan bacteriocina contra otros gérmenes, con el fin de mantener su sitio libre de otros microorganismos no compatibles con la flora residente. Los principales factores responsables en el mantenimiento de la microflora endógena son:

- Enfermedades concomitantes del huésped, especialmente aquellos que comprometen su inmunidad, por ejemplo cuando la inmunoglobulina

A(IgA), esta disminuida en la mucosa intestinal, se produce la traslocación bacteriana.

- Uso y abuso de procedimientos y técnicas invasoras como sondas, drenes, tubos, etc.
- Uso y abuso de antibióticos especialmente los de amplio espectro.

**Estado Nutricional.** La desnutrición actúa como un mecanismo inmunosupresor en el paciente con infección severa, sin que la simple adición de substratos alimenticios restablezca los patrones alterados de la inmunosupresión.

La deficiencia selectiva de algunos nutrientes, puede deteriorar la inmunidad mediada por células, un caso evidente es la deficiencia de zinc. La deficiencia de vitaminas específicas o cofactores, pueden comportarse como anomalías inmunes.

La competencia de algunos nutrientes es un factor nutricional muy importante; un ejemplo es el hierro. La transferrina en el plasma acapara todo el hierro de la sangre que no se encuentra libre ni en eritrocitos ni en hemoglobina, las bacterias sin hierro libre tienen limitada capacidad de crecer y reproducirse. En el plasma y en las otras secreciones como bilis, saliva etc., el hierro se encuentra como lactoferrina.

Algunas bacterias elaboran mecanismos para extraer el hierro de las células huésped, produciendo sideróforos y algunos receptores proteicos reconocen estos sideróforos que son sustancias como la enterochelin producidas por algunas especies de Escherichia y Salmonella. Algunos de

estos sideróforos bacterianos compiten al  $Fe^{+}$  de la lactoferina y la transferían.

**Estado Inmunológico Previo.** El ser humano posee un complejo sistema inmune que le permite defenderse de los microorganismos patógenos; sin embargo en algunos individuos existen factores genéticos de resistencia como la granulocitopenia y la fibrosis quística, que determinan el grado de susceptibilidad del huésped a la infección. Los defectos inmunológicos que predisponen a los pacientes a la infección no solo son genéticos; los defectos adquiridos pueden ser por múltiples causas, una frecuente se observa en los pacientes que reciben drogas como los esteroides.

**Trasplantes.** Aunque en los pacientes transplantados, las infecciones pueden desarrollarse por gérmenes patógenos comunes, son frecuentes y muy importantes las infecciones por gérmenes oportunistas dada la condición de inmunosupresión.

**Cáncer.** Pacientes con cáncer tienen trastornos de su inmunidad y su respuesta a las infecciones esta alterada, especialmente las neoplasias de tipo linfóide que predisponen a la infección por gérmenes oportunistas. Algunas neoplasias como los linfomas se asocian a alteraciones específicas de la inmunidad humoral, predisponiendo a infecciones por la falta de producción de anticuerpos. En el paciente con cáncer se suma a su deficiencia inmunitaria, la administración de quimioterapia o radioterapia que potencian estos defectos inmunitarios predisponiendo al paciente a las enfermedades infecto contagiosas severas.

**Enfermedades Infecciosas Previas al Paciente.** Las enfermedades infecciosas previas del paciente pueden deteriorar las defensas inmunes contra otras infecciones, especialmente por gérmenes oportunistas. Algunas

enfermedades como la influenza se asocian a clara inhibición de la inmunidad mediada por células.

Algunas infecciones especiales como el VIH no sólo se caracterizan por su efecto inmunosupresor sino también pueden constituirse en un riesgo potencial para el cirujano y su equipo como enfermedad profesional.

**Trauma.** La mortalidad por trauma está dada por hemorragia en un 50% de los casos y por sepsis en el 50% restante. Existe una correlación entre el trauma y la infección, al trauma se suman los efectos del shock con hipoxia celular, hipotermia, acidosis, así como la necrosis de tejidos, la presencia de cuerpos extraños y la isquemia de los tejidos comprometidos. Los anaerobios viven en áreas de pobre suplencia sanguínea, donde hay necrosis de los tejidos y cuerpos extraños y estas bacterias son responsables de infecciones necrotizantes severas, especialmente cuando se asocian a bacterias aeróbicas.

Otros mecanismos que se suman al trauma son la invasión de todas sus barreras fisiológicas como sondas, catéteres y drenes que agotan las opsoninas y se constituyen en una vía frecuente de infección.

### **5.3 FACTORES RELACIONADOS CON LA RESPUESTA**

El organismo humano ha desarrollado un complejo sistema de defensa orientado a evitar la invasión bacteriana y consta de:

1. Barreras: Como la piel, las mucosas, el endotelio.
2. Sistema inmune que consta de :
  - Inmunidad celular específica
  - Inmunidad celular inespecífica

- Inmunidad humoral específica
- Inmunidad humoral inespecífica

El complejo mecanismo de la infección lo constituyen la acción de los microorganismos más todos los fenómenos que se desencadenan como respuesta tanto local como sistémica, sin embargo una vez se inicia el proceso no se requiere la permanencia del microorganismo infectante.

Desde 1980 se describen pacientes con síndrome séptico sin evidencia de microorganismos que producen la infección, se ha encontrado ausencia del foco séptico hasta en un 50% de los pacientes con falla multiorgánica. Es así como la endotoxina bacteriana puede iniciar el síndrome de sepsis al igual que lo pueden hacer cualquiera de los mediadores del sistema inmunoinflamatorio.

## **BARRERAS**

**Piel.** En la piel los fenómenos protectores nos aíslan del medio ambiente porque:

Esta constituido por un epitelio escamoso con alta tasa de recambio celular de las células muertas por otras nuevas, en donde se identifican:

*Queratinocitos o células llenas* de queratina que actúan como barrera mecánica, además de producir Interleuquina IL, 3,6,8 y ayudan en la maduración de la células T.

*Melanocitos:* Producen pigmentos que pasan a los queratinocitos y producen el DNA de la luz ultravioleta.

*Células de Langerhans:* Es una célula que captura antígenos y se los presenta a los linfocitos.

*Desmosomas:* Su presencia asegura la adherencia entre las células impidiendo espacios libres para el ingreso de microorganismos, muy pocos gérmenes pueden atravesar una piel sana. Gérmenes como el *Staphylococcus aureus* produce factores que lesionan los Desmosomas.

*Humedad:* La superficie de la piel es seca, lo que impide la adherencia de microorganismos y su supervivencia.

*Temperatura:* La temperatura es menor de 37 grados, lo cual no favorece el crecimiento de gran número de gérmenes patógenos.

**pH.** El medio ambiente de la piel es ácido por degradación de ácidos grasos, su pH varía entre 5 y 6 y en este nivel es bactericida.

**Flor endógena.** Los poros y grietas de la piel son colonizados por flora normal, la cual compete con los patógenos. Si esta flora se altera se aumenta la susceptibilidad del huésped a ser colonizado.

Factores antibacterianos que cubren las superficies de piel y mucosas como hidrolasas producidas por la flora normal de la piel, las cuales liberan ácidos grasos que mantienen un pH bajo.

**Mucosas.** En la superficie epitelial de las mucosas las células también se dividen rápidamente en 36-48 horas se puede reemplazar un epitelio. Las células ciliadas actúan con movimiento de las ciliadas como una barrera

mecánica, los desmosomas o uniones ajustadas, también se presentan entre las células epiteliales.

**pH.** El pH es un factor muy importante, el ácido del estómago protege contra microorganismos que producen infecciones severas como la salmonella y que requieren la achlorhidria para su crecimiento. Muy pocas bacterias pueden permanecer en pH ácidos, el *Helicobacter pylori* es el más estudiado.

**Ambiente húmedo.** Este ambiente facilita el aumento del tamaño de microorganismos hidrofílicos con alteración de su metabolismo.

**Factores antibacterianos.** Se producen en las mucosas y son hostiles para la colonización por microorganismos como el mucus que contiene lisozimas, lactoferrina y lactoperidaxas que matan las bacterias o inhiben su crecimiento, un ejemplo es la “Tamm-Horsfall” una proteína producida por los riñones y excretada por la orina con funciones antibacterianas.

La producción de inmunoglobulinas por las células epiteliales, especialmente la IgA que actúan como anticuerpos locales, en el 80% de las células que producen estas inmunoglobulinas, se encuentran en la mucosa intestinal y se requiere la normalidad de esta inmunidad mediada por células para evitar la translocación bacteriana.

**Competencia por el hierro.** La lactoferrina a nivel de las mucosas liga el hierro impidiendo que éste quede libre y disponible para las bacterias.

**Tos.** Mecanismos como la tos expulsan las bacterias y los cuerpos extraños.

**Peristaltismo.** La motilidad intestinal permite la absorción normal de nutrientes, manteniendo las células mucosas sanas y la flora endógena íntegra, si esto se altera, las condiciones bioquímicas de las secreciones cambian, facilitando la invasión.

**Lágrimas.** Al igual que el mucus y otras secreciones ayudan a barrera microorganismos y cuerpos extraños, a mantener la humedad, la temperatura y a su vez evitan que las bacterias se adhieran a las mucosas. La vía oral, al mantener nutrientes, evita la atrofia de la mucosa intestinal, se mantiene la flora normal, evita la descamación y evita la translocación bacteriana.

**Endotelio.** El endotelio vascular es el órgano más grande del organismo humano, en un adulto normal equivale aproximadamente a 800 metros cuadrados y aunque su principal función es el control de la permeabilidad para funciones de hemostasia, sus células pueden expresar antígenos de superficie de la clase II del Complejo Mayor de Histocompatibilidad (CMH), que juegan un papel muy importante en el establecimiento de la lesión tisular y durante la infección las actúan como células presentadoras de antígenos, en presencia de moléculas de adherencia, pueden expresar receptores en su superficie que le permitan a los fagocitos la adherencia celular para su migración.

También durante la infección las células del endotelio pueden expresar receptores en su superficie para favorecer otras funciones como la hemostasia y la reparación tisular, algunas de esas sustancias son el plasminógeno, la proteína S, la trombomodulina, la antitrombina III, la prostaglandina 12, la prostaciclina, la trombina, la serotonina, la endotelina y el óxido nítrico.

**Sistema Inmune.** El sistema inmune es el mediador de la relación del individuo con el medio ambiente que lo rodea, es una organización altamente integrada de células y mediadores humorales, tanto específicos como inespecíficos, cuyo fin primordial es evitar la invasión bacteriana.

El sistema inmune inespecífico celular consta de fagocitos; los más importantes son los neutrófilos y los macrófagos. El sistema inmune específico celular consta de toda la variedad de linfocitos. El sistema inmune específico humoral consta de múltiples elementos bioquímicos entre los más importantes están el complemento, el factor agregador plaquetario (FAP), las prostaglandinas, las proteínas de fase aguda, las citoquinas tales como el factor de necrosis tumoral (FNT) y las interleukinas (IL).

El sistema inmune específico humoral consta básicamente de anticuerpos (Ac) o inmunoglobulinas (Ig).

## **6. MICROBIOLOGIA QUIRÚRGICA**

### **6.1 FACTORES DE VIRULENCIA**

El desarrollo de un proceso infeccioso se lleva a cabo por una serie de interacciones entre el paciente y el microorganismo causal y este proceso ha sido tratado en el Capítulo 1. Sin embargo, existen unas características específicas que le confieren a los microorganismos la capacidad de invadir un tejido y producir infección. Es a estas características que nos referimos al hablar de los factores de virulencia. Aunque su presencia varía de acuerdo al tipo de microorganismo, los factores de virulencia en general pueden ser clasificados en tres grupos: Producción de enzimas; producción de toxinas; y elementos de la superficie.

La producción de enzimas por parte los diferentes microorganismos es muy variada. La producción y características de las mismas se relacionan con los requerimientos del microorganismo y con las características microambientales que lo rodean. Así, gérmenes que normalmente habitan un sitio específico tienen enzimas que les permiten vivir adecuadamente en dicho microambiente.

Así mismo, un cambio en estas características puede llevar a la desaparición de algunos gérmenes en dicha área o también puede llevar a la producción de nuevas enzimas por los mismos. Este es un concepto importante para entender la resistencia bacteriana adquirida que se puede ver en algunos casos como consecuencia del uso prolongado de antibióticos. Algunas de las enzimas que tienen relevancia en el proceso de infección son: hialuronidasas, que permiten invadir a través del tejido mediante la degradación del principal glicosaminoglicano de los tejidos; proteasas, que

permiten la propagación de la infección a través de diferentes tejidos; transcriptasa reversa, que permite su propia replicación, entre otras.

La producción de diferentes tipos de toxinas es otro de los importantes factores de virulencia. Su presencia se ve principalmente en bacterias. Pueden ser clasificadas según su localización en endotoxinas y exotoxinas. Las exotoxinas pueden encontrarse tanto en bacterias gram positivas como en las gram negativas, son termolabiles y ejercen su acción después de ser secretadas por la bacteria. Las endotoxinas son exclusivas de las bacterias gram negativas, están compuestas por lipopolisacáridos, no son secretadas por las bacterias y ejercen su acción desde la membrana externa, en donde se encuentran. El lípido A es un componente fundamental de estos lipopolisacáridos y parece tener una importante relevancia en la biología de la infección, particularmente en la respuesta febril y séptica. Las exotoxinas en cambio, ejercen su acción sobre reacciones específicas y poseen una propiedad inmunogénica importante, como se puede apreciar por la utilización de antitoxinas o toxides (vacunas).

Los elementos de la superficie son el último grupo y no menos importante de los factores de virulencia. Su presencia puede impedir o dificultar el proceso de fagocitosis en el huésped o aumentar la adherencia a los tejidos. Por ser la parte más externa del microorganismo, suele tener propiedades inmunogénicas importantes, siendo responsables de la primera respuesta inmunológica del huésped y pudiéndose utilizar para la elaboración de vacunas. La cápsula de algunas bacterias posee características importantes que impide la fagocitosis de la bacteria. Así mismo, la cápside de los virus es también importante pues permite la incorporación de la partícula viral dentro de la célula y a su vez protege el nucleóide central, en donde se encuentra el ácido nucleico necesario para su replicación.

## 6.2 CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los microorganismos pueden ser clasificados en varios grupos de acuerdo a sus características estructurales y funciones: bacterias, hongos virus y parásitos. Las infecciones quirúrgicas son causadas en la gran mayoría de los casos por bacterias. Sin embargo, el aumento de pacientes inmunocomprometidos dentro de la práctica quirúrgica, se ha venido acompañando del aumento en la incidencia de infecciones no bacterianas. Las características de estas infecciones pueden diferir con respecto a las bacterianas y en ausencia de su conocimiento, acompañarse de dificultad en el diagnóstico y tratamiento lo que ha llevado a un mortalidad superior en este tipo de infecciones.

Las bacterias son organismos procariotas unicelulares. Poseen un solo cromosoma, utilizado para su replicación y elaboración de sustancias propias. Los ribosomas poseen una estructura diferente a la de los ribosomas humanos, lo que permite que éste sea un sitio de acción adecuado de los antibióticos sin causar alteraciones en las células humanas. La envoltura celular es fundamental, pues es la parte que se encuentra en permanente interacción con el huésped que protege el contenido bacteriano y que cumple funciones metabólicas, pues las bacterias no poseen mitocondrias. Además las diferencias en la envoltura celular van a resultar en características especiales que nos permiten clasificar a las bacterias y conocer su comportamiento en general. La envoltura celular comprende todas las capas que rodean el citosol. La parte más interna de la envoltura celular está conformada por la membrana celular que es una barrera osmótica y que alberga la cadena de transporte de electrones para la respiración, en las bacterias que la poseen. Más externamente se encuentra la pared celular. Esta está compuesta de peptidoglicanos principalmente. En las bacterias Gram positivas la pared celular es gruesa, con alto contenido de

peptidoglicanos y con la presencia de ácido teicóico y lipoteicóico. Estos funcionan como sustancias que facilitan la adherencia de las bacterias a los tejidos.

En las bacterias Gram negativas la pared celular es muy delgada, el contenido de peptidoglicanos es ostensiblemente menor y no existe la presencia de ácido teicóico ni lipoteicóico. La diferencia en color, que resulta después de la coloración con Gram, es consecuencia de la diferencia en el contenido de peptidoglicanos en la pared celular de las bacterias Gram Positivas y las Gram Negativas. Las bacterias Gram negativas adicionalmente tienen una membrana celular externa, dentro de la cual se encuentran incrustados los lipopolisacáridos que constituyen las endotoxinas. El espacio comprendido entre la membrana celular y la membrana celular externa constituye el espacio periplásmico y es donde se encuentra la  $\beta$ -lactamasas.

Otra de las características que nos permite clasificar a las bacterias es su capacidad de sobrevivir con la presencia de oxígeno. Para que esto se lleve a cabo, las bacterias deben tener enzimas que le permitan detoxificar los iones de oxígeno (superóxido). La superóxido dismutasa así como la peroxidasa o la catalasa son enzimas fundamentales para este propósito.

Cuando una bacteria posee la primera y alguna de las otras dos enzimas mencionadas, puede vivir en presencia de oxígeno y es considerada como aerobia o anaerobia facultativa. En la forma en que obtienen energía, la que va a determinar si una bacteria es aerobia o anaerobia estrictamente. La presencia de catalasa trae consigo la cadena de transporte de electrones que permite que la respiración se lleve a cabo. Cuando esta no existe la bacteria, la bacteria debe obtener energía de un proceso de fermentación de azúcares. Cuando una bacteria es fermentadora se considera anaerobia, ya sea estrictamente (no sobrevive en presencia de oxígeno) o facultativa

(puede detoxificar el ión superóxido). Sin embargo normalmente cuando sobreviven en presencia de oxígeno, suelen ser consideradas como aerobias, aunque no sea del todo correcto.

En cuanto a la sensibilidad que presentan las bacterias a los antibióticos, esta suele ser similar según el grupo de bacterias (Gram positivas eobios, por ejemplo, y se mencionará más adelante durante este capítulo. Sin embargo es importante conocer algunos factores referentes a la resistencia a antibióticos, que presentan las bacterias. La resistencia puede ser clasificada en natural y adquirida. La resistencia natural es aquella que posee un género de bacterias incluso antes de haber estado expuesta al antibiótico.

Por ejemplo la resistencia que tienen las bacterias Gram negativas a los  $\beta$ -lactámicos, debida a su producción de  $\beta$ -lactamasas. La resistencia adquirida es aquella que se presenta después de que una bacteria ha estado en contacto con el antibiótico en cuestión.

Varios son los mecanismos por medio de los cuales se adquiere dicha resistencia, pero es de anotar el que involucra la presencia de plásmidos.

Un plásmido es una porción cromosómica que posee material genético que codifica para la característica (enzima u otra) que confiere resistencia de una bacteria a un antibiótico. El método por medio del cual se transmiten estos plásmidos es por conjugación, el mecanismo más importante en la transferencia genética de las bacterias. Es importante tener en cuenta que este mecanismo puede llevarse a cabo entre bacterias de géneros diferentes.

Los hongos se caracterizan por ser organismos eucariotas. Constituyen una importante causa de infección en pacientes quirúrgicos. En cuanto a su

estructura, es importante mencionar que tienen una pared celular cuyo principal componente es el ergosterol, que además constituye el principal sitio de acción de los antimicóticos. Desde el punto de vista clínico las infecciones por hongos pueden clasificarse en levaduras y en micelios (filamentosos-hifas) Las micosis sistémicas son la histoplasmosis, la coccidiomicosis. La micosis oportunistas con aquellas que se producen en pacientes inmunocomprometidos, particularmente los que presentan alteración de la respuesta inmunológica mediada por células y son la Candidiasis, la Criptococosis la Aspergilosis, la Zigomicosis y las causadas por *Pneumocystis carinii*.

Los virus son los organismos infecciosos más pequeños que existen. Están compuestos por un nucleoide que constituye el ácido nucleico que lo conforma (sea DNA o RNA). El nucleoide está rodeado por una cápside proteica, que está compuesta por varias unidades (capsómeros) Estas dos estructuras componen la nucleocápside. Alrededor de ésta, se encuentra una envoltura hecha de unidades o peplómeros. Cuando un virus no posee envoltura, el virión (estructura viral completa) es la misma nucleocápside y cuando posee envoltura, el virión está compuesto por la nucleocápside y la envoltura. Una de las características más importantes de los virus es que no poseen sistemas metabólicos complejos ni ribosomas, razón por la cual son organismos intracelulares obligados, que requieren de la célula infectada para subsistir.

**Tabla 3. Principales Mecanismos de Resistencia Bacteriana hacia los principales antibióticos**

<b>MECANISMO DE RESISTENCIA</b>	<b>ANTIBIÓTICO</b>
<b>INACTIVIDAD DE LA DROGA</b> 1. Hidrólisis 2. Acetilación/ Fosforilación	1. $\beta$ -lactámicos Aminoglicósidos/Cloramfenicol
<b>ALTERACIÓN DE LA PERMEABILIDAD O TRANSPORTE DE LA DROGA</b> 1. En la membrana externa 2. Alteración de permeabilidad	1. $\beta$ -lactámicos 2. Aminoglicósidos
<b>ALTERACIÓN DE LOS PROCESOS METABÓLICOS DE LA BACTERIA</b> 1. Uso de ácido fólico por las bacterias	1. Sulfas
<b>ALTERACIÓN DEL BLANCORECEPTOR</b> 1. En la pared celular 2. A nivel ribosomal	1. $\beta$ -lactámicos 2. Macrólidos/Aminoglicósidos

Fuente. NIETO QUINTERO, Lerma. Infección en cirugía

Los virus se clasifican según el ácido nucleico que los conforma en virus DNA y virus RNA. Así mismo pueden ser subdivididos en familias, dentro de alguno de los dos tipos, que posean características similares (envoltura, etc.) Los virus de mayor importancia en las infecciones de pacientes quirúrgicos son los herpes virus, una familia de virus DNA compuesta por: herpes simple I, herpes simple II, virus de Epsteinbarr, citomegalovirus, virus Varicella Zoster, entre otros.

El VIH es otro de los virus importantes en la población de pacientes quirúrgicos. Es un virus RNA de la familia de los Retrovirus, que tienen como característica principal que se replican de manera inversa a todos los demás virus RNA (a partir de la síntesis de DNA) y que son lentivirus, con períodos de incubación relativamente prolongados.

Los dos grupos principales de parásitos que afectan a los pacientes quirúrgicos son los protozoos y los helmintos. Su importancia en cirugía no es mucha, exceptuando los casos de pacientes inmunocomprometidos, en los que algunos de estos parásitos pueden infectar de manera más severa a estos pacientes.

### **6.3 FLORA MICROBIANA NORMAL DEL CUERPO HUMANO**

La presencia de microorganismos es el común denominador de todo proceso infeccioso. La principal causa de infecciones en el paciente quirúrgico son aquellas originadas por microorganismos pertenecientes a la flora normal del cuerpo humano. Por tal razón es fundamental estar familiarizada con los gérmenes que constituyen dicha flora y su variabilidad según cada sitio anatómico correspondiente. Esto permite adelantarnos ante las posibles causas microbiológicas de una infección así como iniciar regímenes de antibióticos (profilácticos y/o terapéuticos) con bases mejor fundamentadas. Así mismo y en casos de pacientes inmunocomprometidos, permite sospechar la etiología de una infección oculta e incluso, una vez aislado e identificado el germen, permite orientar sobre el sitio anatómico comprometido.

Muchas son las circunstancias que pueden alterar la flora normal del cuerpo humano, de acuerdo a las diferentes regiones en cuestión (tabla 2.2). Sin embargo conocer la flora presente en circunstancias de normalidad es fundamental para poder tener un punto de referencia de base. Cabe aclarar que existen microorganismos relativamente fijos en un área anatómica y que eliminarlos de dicha localización es bastante difícil. A estos microorganismos se les conoce como residentes. También existen microorganismos que pueden estar presentes durante horas días o semanas, pero que su permanencia es dependiente de variaciones del microambiente y que pueden ser fácilmente erradicados.

A estos se les conoce como microorganismos transitorios. Clásicamente la flora normal ha sido analizada según las diferentes localizaciones anatómicas y por razones prácticas se hará de esta manera. La piel constituye el primer y más efectivo mecanismo de defensa. Es la interfase que logra separar las regiones estériles del cuerpo del medio ambiente. Por su contacto permanente con un medio exógeno rico en diferentes microorganismos, presenta una inmensa variedad de microorganismos residentes y transitorios. Es de resaltar la presencia de difteroides aerobios y anaerobios así como de levaduras y algunos micrococos dentro de la flora normal de la piel. La colonización transitoria es muy variada y depende de las características microambientales del área. Las regiones con altos niveles de secreciones suelen estar colonizadas, de manera transitoria, por Estreptococos, Staphylococcus aureus y Gram negativos, particularmente los coniformes. La colonización con Staphylococcus aureus suele ser predominante en sitios de alta humedad y secreciones como son las fosas nasales (30% de la población) , el periné y en algunos casos las extremidades, lo que constituye un punto fundamental para el tratamiento de portadores de Staphylococcus aureus meticilino-resistentes. Por otro lado, las regiones que presentan menor cantidad de secreciones están colonizadas casi invariablemente por Staphylococcus epidermidis.

Es importante recalcar las circunstancias mencionadas en la Tabla 4, que afectan el patrón de esta flora que suelen tener como consecuencia un aumento de Staphylococcus aureus, Gram negativos y Cándida principalmente.

El tracto respiratorio también presenta una importante variedad de microorganismos. Sin embargo la colonización típicamente está ubicada en los niveles por encima de la laringe. Debajo de esta no es normal encontrar ningún tipo de germen. De particular importancia es la flora que se encuentra

localizada en la orofaringe; constituye el sitio de tracto respiratorio con un mayor número de microorganismos; tiene una influencia importante sobre los gérmenes responsables de la neumonía nosocomial; se ve alterada fácilmente por la estancia hospitalaria, entre otros factores comunes en el paciente quirúrgico y es la principal fuente de microorganismos que, cuando las circunstancias lo favorecen colonizan la parte superior del tracto gastrointestinal (estómago, íleon, proximal). La flora normal está compuesta por una serie de aerobios, anaerobios y organismos facultativos. El *Streptococcus viridians* se constituye como el microorganismo en mayor número y de mayor importancia en esta localización., lo acompañan también algunos difteroides aerobios y anaerobios Gram negativos (*Branhamella*, *Haemophylus*, *Bacteroides* y *Fusobacterium*) así como algunos anaerobios Gram positivos (*peptoestreptococcus* principalmente). Es fundamental el papel que cumplen estos microorganismos en la orofaringe, pues en varias series ha sido demostrado que cuando se encuentran disminuidos principalmente en el *Streptococcus viridians*, se produce un sobrecrecimiento de microorganismos potencialmente patógenos y que ocurre de manera transitoria como son: *Staphylococcus aureus*, Neumococo, bacilos Gram negativos y *Cándida*. A este fenómeno se le conoce como interferencia microbiana y es fundamental para la homeostasis de los diferentes microambientes de cuerpo humano.

El tracto alimenticio es la fuente más grande de microorganismos en el cuerpo humano. Es un excelente ejemplo de cómo las características del microambiente determinan el número y tipo de microorganismos. Su flora es de particular importancia pues es una de las causas más frecuentes de infecciones en el paciente quirúrgico. Clásicamente ha sido dividido en varias regiones, pues la flora de las mismas cambia ostensiblemente. En la boca se encuentra un patrón muy similar a la oro faringe y las alteraciones suelen ser las mismas.

**Tabla 4. Circunstancias que alteran la flora normal del cuerpo humano**

<b>LOCALIZACION</b>	<b>CIRCUNSTANCIA</b>
<b>PIEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dermatitis</li> <li>▪ Uso prolongado de apósitos</li> <li>▪ Estancia hospitalaria</li> </ul>
<b>TRACTO RESPIRATORIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estancia hospitalaria prolongada</li> <li>▪ Enfermedades crónicas</li> <li>▪ Tratamiento antibiótico de amplio espectro</li> <li>▪ Intubación orotraqueal</li> <li>▪ Alteraciones del aparato mucociliar</li> </ul>
<b>TRACTO GASTROINTESTINAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disminución de la acidez gástrica</li> <li>▪ Alteración de la motilidad gastrointestinal</li> <li>▪ Tratamiento antibiótico de amplio espectro</li> </ul>

Fuente. QUINTERO NIETO/Lerma. Infección en cirugía

La región constituida por el estómago, duodeno, yeyuno o íleon proximal suele ser “steril”. Son dos los principales factores que facilitan y promueven dicha esterilidad. La presencia del jugo gástrico con un p H bajo y el constante movimiento gastrointestinal garantizan que los microorganismos que alcanzan dichas localizaciones no pueden reproducirse. La fuente principal de microorganismos son los oro faringe y lo microorganismos provenientes de alimentos ingeridos; así cualquier alteración en la flora de la orofaringe, con alteraciones del microambiente gastrointestinal superior, puede manifestarse como una colonización con gérmenes “atípicos” (Gram negativos, Candida, etc) en dicha localización. El ileon distal es una zona de transición entre una región relativamente estéril y otra rica en diferentes especies de microorganismos. Su flora es similar a la que se encuentra en el colon y está alterada por las mismas circunstancias.

El colon constituye el sitio con mayor número de microorganismos en todo el cuerpo, alcanzando concentraciones de hasta  $10^{11}$  microorganismos viables/ml de secreción colónica. Más de 300 diferentes especies han sido identificadas. El concepto de interferencia microbiana vuelve a cobrar

importancia significativa en esta región. El mayor número de microorganismos está compuesto por bacterias anaerobias: *Bacteroides fusobacterium*, *Peptoestreptococcus* y *Clostridium*. Aunque en menor proporción los bacilos Gram negativos (Enterobacterias, *Pseudomonas*, entre otras) también se encuentran en una concentración no despreciable. El lento peristaltismo que se encuentra en el colon es la razón principal del número tan elevado de microorganismos patógenos para el humano. Así al iniciar tratamientos antimicrobianos de manera empírica, contra anaerobios, se predispone al paciente a que presente un mayor número de bacterias Gram negativas y/o *Candida*, siendo este un posible foco de infección en los pacientes inmunocomprometidos o en aquellos en que la barrera gastrointestinal se encuentra comprometida (Translocación bacteriana).

#### **6.4 ESTUDIO MICROBIOLÓGICO**

El estudio microbiológico es una herramienta de excelente utilidad para el clínico. Permite guiar de manera más precisa sobre el microorganismo causal de una infección y así permite iniciar una terapia antimicrobiana empírica de manera más dirigida. El proceso del estudio microbiológico comienza en el mismo momento en que se decide tomar una muestra y no termina sino cuando se recibe el reporte del germen aislado junto con sus sensibilidades.

Durante este proceso existen varias fases que pueden ser tratadas de manera independiente y que se deben realizar correctamente con el fin de que el resultado final sea la utilidad. Es fundamental tener en cuenta la importancia existente de la permanente comunicación que debe haber entre el cirujano y el equipo de microbiología. Es en muchos casos en los que el microbiólogo alerta al cirujano sobre circunstancias de especial interés en

el paciente infectado y en muchos otros el cirujano se debe apoyar en los resultados preliminares y/o definitivos de los estudios de microbiología.

La primera fase esta determinada por la recolección de la muestra y su transporte al laboratorio. Esta fase depende casi exclusivamente del cirujano. Para obtener resultados adecuados se debe saber las características que debe tener la muestra así como la técnica que se debe emplear para que esta sea útil. Toda muestra debe cumplir con un mínimo de seis criterios fundamentales:

- Ser representativa
- Cantidad adecuada
- Tomada de manera aséptica
- Transporte rápido al laboratorio
- Ser tomada previo al inicio de antimicrobianos
- Ser enviada con la información necesaria.

Una vez la muestra ha sido tomada y debidamente diligenciada, se debe estudiar mediante la tinción de Gram o de KOH, según el microorganismo sospechado, esta fase del estudio es fundamental pues es realizada de manera rápida (4 minutos para el Gram) y proporciona información sobre la respuesta inflamatoria así como sobre el probable germen involucrado. Su utilidad no solo es para identificar microorganismos Gram Positivos o Gram negativos sino que además sirve para aproximarse más específicamente al germen presente. La apariencia de los diferentes microorganismos, determinada por el color apariencia morfológica y la forma en que están distribuidos los microorganismos, orienta sobre el microorganismo causal. Además el frotis de Gram también sirve para identificar monolitos, polimorfonucleares y levaduras, lo que le da una aplicabilidad hacia la clínica extremadamente extensa. Saber utilizar el resultado de Gram va a permitir

tomar conductas mas adecuadas y estar al tanto de toda la información brindada, sobre la infección del paciente. Esto sirve como un monitoreo, particularmente en los casos en que la infección no evoluciona satisfactoriamente.

Una vez se ha logrado una aproximación diagnóstica y terapéutica basada en la clínica del paciente así como en los resultados de Gram, el estudio microbiológico entra a su segunda fase. La muestra es cultivada en diferentes medios de acuerdo al microorganismo sospechado. Es muy importante hacer cultivos para microorganismos anaerobios, pues constituyen una causa importante de infección en el paciente quirúrgico y suelen ser ignorados debido a su difícil aislamiento. Para evitar estos inconvenientes es nuevamente importante recordar la forma en que se debe tomar una muestra y el rápido transporte que se debe hacer la misma, con el objetivo de no perder microorganismos de tan alta importancia.

El proceso del cultivo puede durar desde 24 horas hasta 48-72 horas de acuerdo al tamaño del inóculo. Sin embargo una vez se ha logrado cultivar el o los gérmenes responsables se puede obtener un resultado mucho mas certero que el proporcionado por el Gram sin tener que esperar el reporte definitivo que puede tomar 24-48 horas adicionales. La apariencia de las colonias en el cultivo así como algunas pruebas bioquímicas rápidas que se basan en las diferentes enzimas que poseen las diferentes bacterias (por ejemplo catalasa, coagulasa, oxidasa, etc) pueden proporcionar un resultado mucho más específico sobre los microorganismos allí presentes información que es de gran utilidad teniendo en cuenta que las infecciones de difícil manejo pueden no ir evolucionando satisfactoriamente y que obtener información relevante a la infección que permita ajustes casi diarios al tratamiento, de esta gran utilidad. Por esto consideramos que el cirujano debe conocer todas las facilidades que brinda el laboratorio de

microbiología para cuando las necesite pueda tener fácil y rápido acceso a las mismas.

Finalmente dentro de las siguientes 24-48 horas se podrá obtener el resultado definitivo del microorganismo responsable junto con el reporte de sensibilidades. Esto permite corroborar o descartar la presencia de un germen ya sospechado, en alguna de las fases anteriores así como establecer el patrón de sensibilidades, esto último permite establecer si el tratamiento instaurado ha sido el correcto y aunque los microbianos no deberán cambiarse únicamente basados en los resultados de sensibilidades, estos si sirven para orientar sobre un mejor tratamiento en pacientes cuya respuesta al iniciar no haya sido favorable. Así mismo y desde el punto de vista epidemiológico, el reporte final de los microorganismos así como de sus sensibilidades permite establecer un patrón propio de cada institución e incluso de cada patología para dicha institución.

Esto no tiene un impacto sobre cada caso particular pero si sobre las conductas generales que rigen el manejo de las infecciones en cada institución. De manera que la utilidad a este respecto tienen dichos reportes, no podrá ser evidenciada en el día a día del manejo de las infecciones simplemente porque su impacto es mucho mayor, contribuyendo para establecer patrones de normalidad y protocolos de manejo (antibióticos, profilácticos entre otros) siempre fundamentados en la microbiología propia de la institución y no en reportes publicados por otras instituciones en donde dicho patrón microbiológico puede ser radicalmente diferente.

## **7. HERIDA QUIRÚRGICA**

### **7.1. PROCESO DE CICATRIZACIÓN**

La cicatrización es un proceso complejo por medio del cual se logra la regeneración de una disrupción en la anatomía normal de un tejido causada por una injuria, ya sea intencional o accidental. Es un proceso cuya regulación está dada por la acción equilibrada de diferentes líneas celulares y citoquinas. Comienza en el momento en que se produce la lesión y se caracteriza por una respuesta inflamatoria.

Clásicamente ha sido dividida en varias fases con el objeto de entenderla mejor, sin embargo, todos son mecanismos interactivos que ocurren desde el momento de la lesión hasta la regeneración completa de la misma. Es importante conocer claramente cada uno de estos procesos pues su manipulación es lo que nos va a permitir una mejor cicatrización, así como el desarrollo de nuevas terapias a nivel molecular y genético.

#### **A. FASE INFLAMATORIA**

Comienza en el mismo momento en que se produce la lesión y tiene una duración que puede ir hasta los primeros 4-5 días, en una herida simple.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que en heridas en las que el cierre no es primario, o en las que hay un estímulo que induce lesión constante y prolongada en esta fase puede tener una duración bastante mayor.

La primera respuesta a la lesión tiene como función principal mantener la hemostasia en el sitio de la herida. Dos mecanismos aparecen con este

propósito. Una vasoconstricción refleja importante y la formación del coágulo. Esta última se lleva a cabo una vez hay lesión de los vasos locales, lo que expone el colágeno subendotelial a las plaquetas. Esto va a activar la vía intrínseca de la coagulación y así inducir la formación del coágulo. Dicho coágulo no solo sirve como controlador de la hemostasia, sino que también cumple un papel importante como matriz de regeneración en el sitio de la lesión y como reservorio de importantes sustancias reguladoras de la cicatrización.

Posteriormente, y una vez asegurada la hemostasia, hay un flujo importante de neutrófilos, monocitos y linfocitos al sitio de la herida. Dicho flujo está mediado por factores de crecimiento provenientes de la degranulación, factores quimiotácticos derivados del complemento y de la cascada de la coagulación, péptidos derivados de proteínas bacterianas y de la proteólisis de la fibrina, entre otras proteínas estructurales. Muchas de estas sustancias se encuentran en niveles elevados en el coágulo. Los neutrófilos son la línea celular predominante en las primeras 24-48 horas y su función principal es la de realizar una limpieza de la herida, removiendo, el coágulo, las bacterias y el tejido lesionado. Su presencia en el sitio de la lesión es facilitar por selectinas, proteínas de membrana de las células endoteliales, que ayudan a los neutrófilos a adherirse al endotelio y por integrinas, proteínas de membrana de los neutrófilos, que permiten la unión de estas células a la matriz extracelular, la quimiotaxis de las diferentes líneas celulares está regulada por la expresión de diferentes receptores de membrana de las células, que hace que éstas sean atraídas o no al sitio de la lesión en cierto momento. Esta regulación es fundamental puesto que los factores de crecimiento, y en general la citoquinas, tienen una acción muy amplia sobre las diferentes células involucradas en la cicatrización.

Los monocitos que son atraídos al sitio de la lesión evolucionan a su forma de macrófagos, siendo esta la línea celular más importante de esta fase. Sin la presencia de macrófagos la fase inflamatoria de la cicatrización se bloquea, como se ha demostrado en varios estudios con diferentes modelos de cicatrización. Los macrófagos tienen como funciones: la fagocitosis de cualquier sustancia, bacteria o tejido residual; la excreción de una serie de citoquinas y factores de crecimiento que aumentan ostensiblemente el estímulo ya iniciado por la degranulación plaquetaria y de los neutrófilos, y que se traduce en la síntesis de la matriz (tejido de granulación) y en la angiogénesis, mediante la quimiotaxis, proliferación y activación de los fibroblastos y las células endoteliales, respectivamente; y, por último la síntesis de óxido nítrico, sustancia que cumple una función importante como antimicrobiano. La aparición de los macrófagos en la herida es un poco más lenta que la de los neutrófilos. Se identifican a las 24 horas de la lesión, alcanzan su pico máximo entre las 24-48 horas, siendo la línea predominante al segundo o tercer día y desaparecen al cuarto o quinto día posterior a la lesión si no hay factores externos que afecten dicho proceso. Los linfocitos son atraídos y activados por los macrófagos en el sitio de la herida. La activación de dicha células se traduce en la liberación de citoquinas como interleuquinas e interferones IFN, que a su vez actúan de vuelta sobre los macrófagos induciendo la liberación de IL-1 y factor de necrosis tumoral alfa (FNT-a).

Como se ve claramente y como su nombre lo dice, esta fase es característicamente inflamatoria y así mismo podrá ser afectada para bien o para mal por factores que modifican la respuesta inflamatoria.

Durante esta primera fase (4-5) días la herida se caracteriza por tener todos los signos característicos de la inflamación: calor, rubor, tumor y dolor, siendo en ocasiones difícil diferenciarla de una herida infectada.

## B. FASE PROLIFERATIVA

Esta fase comienza en las 24 horas posteriores a la lesión y dura aproximadamente tres semanas. Su duración es constante, independientemente del tipo de cierre que se presente. Se caracteriza por tres procesos diferentes, estrechamente relacionados entre sí.

La granulación de la herida se produce principalmente por la acción de los fibroblastos en el sitio de la lesión. El tejido de granulación corresponde al colágeno que llena el espacio de la lesión y a los nuevos capilares que se producen.

La acción moduladora que ejercen los macrófagos sobre los fibroblastos depende principalmente de citoquinas como el FCDP, el factor de crecimiento derivado de macrófagos (FCDM) y el factor de crecimiento epidermoide (FCE) entre otros, y cuya acción inicial es la de “atraer” los fibroblastos a la herida, estimular su proliferación e inducir su producción de colágeno. El colágeno es la proteína estructural predominante en el cuerpo humano. Se caracteriza por tener una Glicina cada tres aminoácidos. Los otros dos aminoácidos corresponden a Hidroxiprolina e Hidroxilisina. Para la síntesis de estos dos aminoácidos se requiere de su hidroxilación con una enzima que actúa con cofactores como son el hierro, el alfa- cetoglutarato y el ácido ascórbico (vitamina C). Es por esto que deficiencias de vitamina C llevan a la formación de colágeno sin hidroxilar el cual no es secretado por los fibroblastos lo que se traduce en permanencia del colágeno viejo y la ausencia de su renovación. Esta formación de colágeno se inicia en el segundo día posterior a la lesión, alcanza su pico máximo de producción entre el día cinco y siete, de manera que a los 21 días (tres semanas) se alcanza la máxima masa de colágeno en la herida y la producción desaparece hacia el día 60. Con el fin de que no haya un exceso de colágeno debe haber un proceso regulador, que en este caso es la colagenolisis, cuyo equilibrio con la producción de dicha proteína genera un momento vulnerable

en la cantidad de colágeno hacía el día 7, facilitando la posibilidad de dehiscencia. Al tiempo que se introduce la proliferación de fibroblastos y su producción de colágeno, se lleva a cabo la angiogénesis, mediada por las células endoteliales y que acompaña este proceso de granulación. El factor de crecimiento de fibroblastos 1,2 y 4 (FCF1,2y4), el factor de crecimiento del endotelio vascular (FCEV) y principalmente el factor de crecimiento transformador beta (FCT- $\beta$ ) son las principales citoquinas responsables de llevar a cabo la formación de nuevos vasos sanguíneos.

La epitelización se inicia desde el primer día de la lesión, es otro de los tres procesos que ocurren en esta fase, siempre se ha pensado que este proceso está mediado por los queratinocitos, que se encuentran en la membrana basal. Sin embargo, parece que los que se encuentran en niveles más superficiales también tienen que ver con este proceso. La función de dichas células es la de regenerar una barrera contra la infección y la pérdida hidroelectrolítica. El factor de crecimiento epidermoide (FCE), los factores de crecimiento transformadores alfa y beta 1 (FCT- $\alpha$  y FCT- $\beta$ 1) inducen tanto la proliferación de los queratinocitos como su migración a través de los bordes no epitelizados de la herida. Dichas citoquinas son producidas principalmente por plaquetas, macrófagos y por los mismos queratinocitos. Así mismo, la humedad en la herida es otro factor que estimula de manera importante la epitelización, mientras que las heridas secas epitelizan con mayor dificultad, lo cual es uno de los fundamentos para la utilización de apósitos adecuados. Para la migración de los queratinocitos a través de la herida debe existir la presencia de plasmita que degrada la fibrina que se encuentra en el espacio de la herida permitiendo la migración de los queratinocitos a través de esta. La plasmita se deriva del plasminógeno, que se encuentra dentro del coágulo de fibrina y que es activado por unas proteínas activadoras del plasminógeno producidas por los queratinocitos. Cualquier deficiencia en la producción de estas enzimas afectará de manera

crucial la cicatrización. La migración de estas células se lleva a cabo mediante la formación de pseudópodos y mediante la acción del complejo actinmiosina de las mismas. Así mismo parece ser que la queratina contribuye por medio de sus uniones a las células. Finalmente dicho proceso de epitelización se detiene mediante factores mecánicos al hacer contacto con otras células.

La contracción de la herida es el otro proceso que se lleva a cabo en esta fase. Está mediado por la diferenciación de los fibroblastos a miofibroblastos después de la primera semana. Dicho proceso se logra mediante la activación de los fibroblastos que esta medida por el FCT- $\beta$ 1. Estas células tienen una capacidad contráctil importante que hace que los bordes de la herida se aproximen más rápidamente, encogiendo sus bordes gracias a las fuerzas centrípetas que ejercen dichas células.

La repercusión clínica de esta contracción se traduce en el hecho de que heridas con cierres que inicialmente tienen bordes revertidos, quedan con los bordes planos después de dicha contracción, mientras que heridas inicialmente planas o con bordes invertidos quedarían con una inversión significativa de sus bordes y un peor resultado estético y funcional. La apariencia de la herida después de esta fase es mucho menos inflamatoria y con una fuerza tensil que alcanza el 30% de la definitiva.

### C. FASE REMODELACIÓN

Esta última fase de la cicatrización tiene una duración aproximada de tres semanas a dos años. Se caracteriza por el depósito de colágeno en la herida. Tiene una importante repercusión clínica, pues de la calidad, cantidad y buena organización del colágeno va a depender la fuerza tensil final de la herida. Como resultado del aumento en cantidad de colágeno surgen problemas clínicos como las cicatrices hipertróficas y los queloides.

En la fase inicial de la cicatrización las proteínas estructurales que predominan son la fibrina y la fibronectina. Estas son reemplazadas por proteoglicanos y glicosaminoglicanos que van a ser el soporte de la cicatriz final, la cual tiene como proteína estructural fundamental, el colágeno.

El colágeno inicial de la cicatriz es de tipo III, el cual no da fuerza tensil apropiada a la cicatriz. Este es reemplazado por colágeno tipo I que además es el predominante en la piel sana. Para este fin, no solo se ha aumentado la masa total de fibroblastos productores de colágeno, sino que éstos han ido adquiriendo la capacidad de producir mucho más colágeno.

Una de las diferencias principales de la cicatriz con respecto a la piel sana es la organización del colágeno. En la piel que no ha sido traumatizada, el colágeno está arreglado en forma de malla con fuertes uniones intermoleculares, expresando así una fuerza tensil importante.

En la piel lesionada, el colágeno inicial está arreglado en finos filamentos paralelos a la piel que después se van engrosando y alineando a lo largo de los puntos de tensión de la herida, lo que la hace adquirir su fuerza tensil definitiva que va a corresponder al 80% de la piel sana. Esto muestra la gran importancia que tiene el colágeno en relación a la fuerza tensil de la herida, y así cualquier deficiencia en su producción va a manifestarse clínicamente como una herida débil y propensa a hacer dehiscencia. La apariencia de la cicatriz al final de esta fase va a ser una cicatriz plana, no eritematosa y muy resistente.

## **7.2 FACTORES ASOCIADOS A LA CICATRIZACIÓN**

Como puede ver claramente, la cicatrización es un proceso que involucra la interacción de múltiples sistemas de organismo y como tal, depende del buen

funcionamiento de estos. Se podría decir en muchos casos, que la cicatrización es un reflejo del estado de salud de los pacientes.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que para que un paciente lleve a cabo de manera adecuada dicho proceso, el médico en especial el cirujano debe darle las condiciones óptimas para que todo se desarrolle de la mejor forma posible y sin la aparición de complicaciones. Así pues, cualquier proceso de cicatrización de una herida (quirúrgica o no) no solo es el reflejo del buen estado de salud de los pacientes sino de las buenas condiciones que le ofrece el médico al paciente y a su herida. Se han descrito múltiples factores que pueden modificar la cicatrización

Aunque existen varias clasificaciones, estos son los que tienen que ver con el estado de salud sistémico del paciente, así como con el estado local de la herida (Tabla 5).

Se podría decir que existen algunos procesos fundamentales o primarios para que el proceso de cicatrización curse exitosamente. Estos son: un adecuado aporte de oxígeno al tejido, presencia de nutrientes necesarios para la cicatrización, “ausencia” de bacterias en el tejido cicatricial, ausencia de tejido isquémico o lesionado y presencia de un adecuado funcionamiento del sistema inmunológico en el sitio de la herida. Todos los factores que modifican este proceso tienen su sitio de acción en alguno de estos procesos fundamentales de la cicatrización (Tabla 6).

Es fundamental conocer estos procesos y los factores que los modifican ya que, sea cual fuere la clasificación efectuada, siempre se incluirán todos aquellos que de una u otra manera influyen sobre el adecuado proceso de cicatrización. Algunas patologías cursan con alguno o varios de estos procesos y, aunque no se mencionan aquí, es importante conocer los

mecanismos por medio de los cuales se puede afectar la cicatrización. De esta forma al encontrarnos con alguna de estas patologías, sabremos acerca de la influencia que ésta puede tener sobre dicho proceso. Pero conocer dichos factores no es suficiente. La labor y obligación del médico, como ya se dijo es proporcionar las condiciones optimas para que una herida cure adecuada y oportunamente. Es por esto que tal vez la clasificación de mayor importancia clínica es aquella que clasifica a dichos factores en modificables y no modificables (Tabla 7).

**Tabla 5. Factores asociados a la cicatrización según origen.**

<b>FACTORES SISTEMICOS</b>	<b>FACTORES LOCALES</b>
DIABETES MELLITUS	GRADO DE TRAUMA
MALNUTRICIÓN	TIPO DE TRAUMA
ALCOHOLISMO	TEJIDO NECRÓTICO
INMUNOSUPRESIÓN	APORTE ADECUADO DE O <sub>2</sub>
ENF. VASCULAR PERISFERICA	HEMATOMA
SEPSIS	REGION DEL CUERPO
TRAUMA	PIGMENTACIÓN
UREMIA AGUDA	CUERPO EXTRAÑO
ICTERICIA	TENSIÓN DE LA HERIDA
TRANSFUSIONES PREVIAS	SUTURAS
ANEMIA	GRADO DE CONTAMINACIÓN
HIPOXIA	TIEMPO DE EVOLUCIÓN
DROGAS	RADIACIÓN
(Corticoides, AINE's, Anticoagulantes Antineoplásticos)	ENF. DE LA PIEL

Fuente. HIQ. Herida e infecciones quirúrgicas.

#### A) FACTORES MODIFICABLES

Son todos aquellos factores que pueden ser manipulados, ya sea en el momento en que se produce la herida o durante la fase de cicatrización de la misma.

Cualquiera que sea su causa, esta puede corregirse relativamente rápido y así favorecer el proceso de cicatrización. Por consiguiente es fundamental

conocerlos para así poder brindarle al paciente unos sustratos adecuados y óptimos para tan complejo proceso.

■ **Manultrición:** Cualquier estado de desnutrición, ya sea aguda o crónica, ha demostrado tener una influencia importante sobre el proceso de la cicatrización. Es uno de los factores modificables que ha probado tener mayor importancia. Su efecto sobre la cicatrización parece tener origen en el déficit de nutrientes como sustrato fundamental y en la alteración de procesos inmunológicos. Dentro de los nutrientes más estudiados, se ha comprobado que influyen sobre dicho proceso el déficit de: proteínas aminoácidos, ácido ascórbico (vit C), vitamina A y zinc

**Tabla 6. Acción funcional de los factores modificables de la cicatrización**

- 
1. DISMINUCIÓN DEL APORTE DE O<sub>2</sub>
  2. DISMINUCIÓN DEL APORTE DE NUTRIENTES
  3. AUMENTO EN EL RECUENTO DE COLONIAS BACTERIANAS
  4. AUMENTO DEL TEJIDO CONOLIZABLE
  5. ALTERACIÓN DE LOS MECANISMOS INMUNOLÓGICOS

---

Fuente. HIQ. Herida e infecciones quirúrgicas.

Las proteínas y los aminoácidos ejercen su función sobre la inmunidad humoral y celular (fagocitosis) y sobre todo la formación de los componentes de tejido de granulación. Además una hipoalbuminemia importante puede acompañarse de edema en el tejido cicatricial, influyendo de manera perjudicial en el proceso de cicatrización. El ácido ascórbico, como se dijo anteriormente, es fundamental para la síntesis del procolágeno. Además de disminuirla, su déficit también puede alterar la función inmunológica de los neutrófilos y macrófagos, así como la producción de inmunoglobulinas. La vitamina A es fundamental para el mantenimiento de la epidermis y, por

consiguiente, su déficit puede alterar el proceso de epitelización durante la cicatrización. Por último el zinc también ha demostrado ser un elemento importante en este proceso. Dentro de sus funciones se ha descrito la proliferación celular relacionada con la síntesis de DNA Y RNA polimerasa. Así mismo su función sobre el aspecto estructural y funcional de las membranas celulares es significativa.

**Tabla 7. Factores asociados a la cicatrización según la capacidad de ser modificados**

<b>F. MODIFICABLES</b>	<b>F. POTENCIALMENTE MODIFICABLES</b>	<b>F. NO MODIFICABLES</b>
MALNUTRICIÓN	SUTURAS	ICTERICIA
ANEMIA	SEPSIS	DIABETES MELLITUS
HIPOXIA	INMUNOSUPRESIÓN	EDAD
PRESENCIA DE T. NECRÓTICO	DROGAS	TRANSFUSIONES
HEMATOMA	UREMIA AGUDA	TRAUMA
CUERPO EXTRAÑO		ENF, VASCULAR PERIFÉRICA
CONTAMINACIÓN		ALCOHOLISMO
TIEMPO QUIRÚRGICO		GRADO DE TRAUMA
		TIPO DE TRAUMA
		REGION DEL CUERPO
		PIGMENTACIÓN
		TIEMPO DE EVOLUCIÓN
		RADIACIÓN

Fuente. HIQ. Herida e infecciones quirúrgicas.

Uno de los problemas con respecto a todos estos nutrientes es que no se sabe qué tanta influencia puede ejercer sobre la cicatrización y en que momento la afectan. Sin embargo, lo que sí está comprobado es que su aporte en pacientes que presentan déficit de ellos se traduce en una mejoría de su cicatrización, mientras que el aporte en pacientes que no aportan déficit no tiene ningún impacto.

- Anemia, Hipoxia y Aporte Local de O<sub>2</sub>: Como se analizó antes en esta sección, el adecuado aporte de oxígeno al tejido lesionado es fundamental para una buena cicatrización. Muchos mecanismos, tanto locales como sistémicos, influyen sobre dicho aporte. Ya sea que se trate de una herida quirúrgica o una herida accidental al afrontar sus bordes se debe asegurar la presencia de una buena vascularización en toda la herida ya que este es el único camino que asegura la perfusión y, por consiguiente, el aporte de oxígeno.

Así mismo, los pacientes con procesos cardiopulmonares, o de otro tipo, que puedan estar acompañados de hipoxia, pueden presentar un aporte de oxígeno inferior al necesario y, por consiguiente, debe dárseles un suplemento de éste y corregir su enfermedad de base. Algunos de estos pacientes pueden presentar anemia aguda importante que sin lugar a dudas va a afectar el proceso de cicatrización. Estos pacientes específicos deben ser transfundidos hasta niveles que no descompensen su estado hemodinámico ni disminuyan el transporte de oxígeno de manera significativa. Sin embargo, si son pacientes con anemias crónicas se debe analizar más detenidamente el caso puesto que las transfusiones múltiples también afectan el proceso de cicatrización, alterando el estado inmunológico.

- Presencia de hematoma, Tejido necrótico o cuerpo extraño: Son factores que predisponen de manera muy significativa a la aparición de infección. Además, su presencia se acompaña de una pérdida de continuidad del tejido capaz de cicatrizar y por lo tanto retarda, en el mejor de los casos, su cicatrización. Esto se debe tenerse muy en cuenta durante el acto quirúrgico, en especial al momento de cerrar los bordes de la herida. Para evitar la formación de hematomas se debe hacer una hemostasia adecuada, más no exagerada, puesto que la presencia de capilares en los bordes de la piel es

fundamental para el adecuado aporte de oxígeno a la herida. La presencia de hematomas no permite el adecuado depósito de colágeno, prolonga la “limpieza” de la herida y sirve de medio de cultivo para las bacterias. La presencia de tejido necrótico en la herida debe ser abolida por completo pues no solo pierde continuidad la herida sino que además se convierte en un microambiente ideal para la colonización de bacterias y la consecuente infección. La presencia de todo cuerpo extraño debe evitarse puesto que no solo altera la continuidad de la herida y predispone a la infección, sino que genera una reacción inflamatoria del tejido en contra de un cuerpo extraño, lo que altera los procesos inmunológicos de la cicatrización.

■ Contaminación de la herida: Hay muchos factores fundamentales para evitar la contaminación e infección de la herida. Dentro de estos se deben tener en cuenta:

- Preparación prequirúrgica adecuada (asepsia u antisepsia)
- Uso de antibióticos profilácticos
- Adecuado aporte de O<sub>2</sub> al tejido
- Ausencia de hematoma, tejido necrótico o cuerpo extraño
- Tipo de herida según grado de contaminación
- Tipo de trauma
- Tipo de evolución o tiempo quirúrgico
- Estado del paciente (edad, enf. Asociadas etc.)
- Presencia de bacterias > 100.000 colonias / gramo de tejido.
- Suturas.

Al analizar esta lista se puede ver claramente que muchos de estos factores son manipulables, generalmente durante el acto quirúrgico o de limpieza. Por tal razón deben ser tenidos muy en cuenta ya que la presencia de una herida infectada es la complicación más frecuente que se presenta, constituye un indicador de calidad del servicio quirúrgico y da como resultado una herida

con un proceso de cicatrización más prolongado, costoso, y con resultados estéticos y funcionales mucho menos adecuados .

## B. FACTORES POTENCIALMENTE MODIFICABLES

Son aquellos que afectan el proceso de cicatrización de la herida y que generalmente constituyen un estado patológico que no es susceptible de corregirse pronto o que si lo es pueden existir otros factores asociados del paciente que no le permitan. Sin embargo, para el caso de las heridas sería mejor describirlos como aquellos factores que, aunque no tan rápido son susceptibles de modificarse en beneficio del paciente y de sus heridas.

Generalmente se trata de estados infecciosos y metabólicos alterados (uremia aguda, ictericia, sepsis e inmunosupresión) que en la gran mayoría de los casos alteran de alguna manera el proceso inmunológico de la cicatrización. La uremia aguda, la ictericia y la sepsis, por ejemplo disminuyen la fuerza tensil de los tejidos, probablemente por un aumento de la colagenolisis mediada por neutrófilos. Además, en la uremia hay una disminución del crecimiento de los fibroblastos y en la sepsis un aumento en la posibilidad de infección de la herida. Estos procesos pueden ser, si no corregidos por completo rápidamente, si manipulados y aminorados de una manera en que no afecten tan ostensiblemente todos los procesos inmunológicos del paciente.

## C. FACTORES NO MODIFICABLES

Son aquellos que no son susceptibles de manipularse de manera aguda y por consiguiente su efecto deletéreo sobre la cicatrización siempre estará presente. Puede planearse corregir algunos de estos factores un tiempo antes de un procedimiento quirúrgico electivo y así disminuir los factores de riesgo de la cicatrización.

Sin embargo, el hecho de que siempre afectan este proceso hace fundamental la necesidad de corregir los factores modificables y potencialmente modificables, para así garantizar al paciente el mejor ambiente y el mejor estado posible para la cicatrización de sus heridas.

### **7.3 MANIPULACIÓN DE LA CICATRIZACIÓN**

El proceso de cicatrización no solo tiene unos factores que lo afectan, como se ha mencionado, sino que además existen ciertas técnicas e implementos que, en mayor o menor proporción, siempre hacen parte de este e influyen sobre un resultado. El objetivo de todo cirujano al realizar o tratar una herida es facilitar tanto el medio ambiente del paciente como el extremo, para que ésta cicatrice de la manera más adecuada y favorezca una recuperación temprana y un resultado estético y funcional óptimo. Es por esto que debemos conocer de que manera dichas técnicas o implementos involucrados en el manejo de las heridas se manipulan para lograr un cierre adecuado.

### **7.4 TIPOS DE CIERRE**

Al encontrarnos frente a una herida, particularmente de tipo quirúrgico, una de las preguntas que siempre surge es: ¿cómo cerrarla? Sin embargo se podrían presentar complicaciones más frecuentemente. Una de las complicaciones más comunes que presentan las heridas quirúrgicas, como veremos más adelante, es la infección. Esta se debe básicamente a un desequilibrio entre las defensas del paciente y el número de bacterias (colonias) que se encuentran en la herida. Los diferentes tipos de cierre de las heridas varían principalmente según el grado de contaminación que presenten y se dividen en tres:

1) Cierre Primario: También se conoce como cierre por primera intención. Es aquel en que los bordes de la herida son afrontados al terminar el acto quirúrgico. En casos en los que la pérdida de tejido no favorece el afrontamiento de sus bordes, y la herida es cerrada con injertos o colgajos, también se considera como cierre primario.

Este tipo de cierre se acopla perfectamente al proceso de cicatrización ya descrito y por consiguiente no hay manipulación del mismo. Por tal razón es el cierre ideal para las heridas.

2) Cierre secundario: También se conoce como cierre por segunda intención o espontáneo. Es aquel en el que una vez terminado el acto quirúrgico, se decide dejar la herida abierta para que cierre por segunda intención. Este tipo de cierre se acompaña de una fase inflamatoria de la cicatrización un poco más prolongada. Así mismo desempeñan un papel fundamental los procesos de contracción y de epitelización de la fase proliferativa, ya que los tejidos lesionados son por sí mismos los que van a generar nuevo tejido, su epitelización y su afrontamiento. Este tipo de cierre es mucho más prolongado y su duración depende del tipo de herida, el grado de contaminación y el manejo que se le de. Los resultados estéticos que presentan estas heridas una vez terminado el proceso de cicatrización son muchos menos favorables que con heridas de cierre primario, ya que el tamaño de la cicatriz es mucho mayor. La indicación para este tipo de cierre es básicamente la prevención de la infección de la herida quirúrgica, que ocurre cuando en el acto operatorio propiamente dicho, no se logra mantener un adecuado balance entre las condiciones del paciente (inmunológicas) y la cantidad de colonias de bacterias por gramo de tejido. En términos prácticos las heridas clasificadas como el tipo contaminadas o sucias, que tienen una mayor tasa de infección, o en general cualquier tipo de herida que a juicio del cirujano tenga un mayor riesgo de infectarse, deben manejarse con este

tipo de cierre. Hay que tener en cuenta que las heridas contaminadas y sucias presentan por lo general una tasa de infección que alcanza el 40%. Con base en esto, el cirujano cierra la herida contemplando un 60% de posibilidades de que no se infecte. Esta es la razón por la que también deben valorarse otros criterios de posibilidad de infección en cada paciente que al sumarse aumentan el riesgo de infección muy por encima del 40%. Algunos de estos factores son: enfermedades concomitantes, duración de la intervención mayor de dos horas, cirugía abdominal, entre otros.

Así mismo, en los casos en los que se presenta infección de la herida quirúrgica, el manejo consiste en abrir la herida y manejar la infección local con curaciones. En estos casos la herida también cicatriza por segunda intención.

Como se mencionó anteriormente, la fase inflamatoria de estas heridas es mucho más prolongada. Tiene lugar en la parte central de la herida donde más adelante se formará tejido de granulación rico en capilares. En este momento existen varias alternativas para este tipo de cicatrización: permitir que siga cicatrizando por segunda intención, realizar injertos sobre el área de granulación o realizar un cierre terciario.

3) Cierre terciario: También se conoce como cierre por tercera intención o tardío.

Consiste en el desbridamiento de tejido de granulación de una herida con cierre secundario para así realizar el afrontamiento de sus bordes y el cierre de esta. Es una buena opción para aquellas heridas que, por su alta posibilidad de infección, se dejan en cierre secundario pero que al cabo de cuatro o cinco días con el manejo adecuado y curaciones, no han presentado ningún signo de infección y ya tienen algo de tejido de granulación. El objetivo al realizar dicho cierre es acelerar la cicatrización, ya que se disminuye el defecto, y evitar resultados estéticos desfavorables. Es

importante realizar desbridamiento de dicho tejido ya que esto permite que comience nuevamente la fase inflamatoria de los bordes recién afrontados.

Es importante tener en cuenta que el cierre por primera intención es el más rápido, fisiológico y estético de todos. Sin embargo si se emplea en todas las heridas, así no esté indicado puede traer consecuencias tales como infección de herida quirúrgica que requiere un cierre secundario pero mucho más prolongado y complicado y por ende, con mayor probabilidad de infecciones sistemáticas, que en un paciente comprometido podrían significar la muerte.

## **7.5 SUTURAS**

Es fundamental conocer las características de las diferentes suturas, así como el efecto que tienen sobre el tejido, para así tener idea clara acerca de las indicaciones de los diferentes materiales según el tipo de tejido.

La función primordial de las suturas es darle suficiente fuerza tensil al tejido mientras cicatriza, proporcionar un ambiente óptimo para la cicatrización y prevenir por lo menos no incrementar la posibilidad de complicaciones.

Basado en estos principios, al escoger una sutura se deben tener en cuenta varios factores: Tipo de herida y extensión de ésta, tejido involucrado y capacidad del paciente para cicatrizar.

Si combinamos todos estos puntos podríamos concluir que la sutura ideal es aquella que es fuerte, que no presente mayores riesgos de infección que es no absorbible o absorbible hasta que después de que la cicatrización se ha llevado a cabo, y que no induce reacciones alérgicas o aumenten en la respuesta inflamatoria.

**Tabla 8. Criterios que hay que valorar al escoger la sutura adecuada**

<b>CRITERIOS A VALORAR</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- TIPO DE HERIDA (Contaminación)</li><li>- EXTENSIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA HERIDA</li><li>- TEJIDO INVOLUCRADO</li><li>- NECESIDAD DE PERMANENCIA DE LA SUTURA</li><li>- CAPACIDAD CICATRICIAL DEL PAQUETE</li></ul>

Fuente. HIQ. Herida e infecciones quirúrgicas.

En general las suturas no absorbibles mantienen una fuerza tensil por más tiempo que las absorbibles ya que estas la van perdiendo desde su inicio. Sin embargo, uno de los puntos que deben tenerse en cuenta al elegir la sutura es la necesidad de permanencia de la sutura en el sitio de la lesión. Además, se debe tener en cuenta que dentro de las suturas absorbibles existen algunas como el ácido poliglicólico (Dexón) o el poliglactin (Vicry) que se absorben más rápidamente, permaneciendo un 40% a las tres semanas y con una absorción completa entre los 70-90 días. Así mismo existen suturas absorbibles como la polidioxanona (PDS) y el poligliconato (Maxon), que permanecen hasta un 50% por cuatro semanas y su absorción completa no se lleva a cabo hasta el día 210. Por otro lado, dentro de las suturas no absorbibles hay que tener en cuenta que tanto la seda como el nylon van perdiendo su fuerza tensil al cabo del primer año y de ahí un 15-20% por año, para el nylon. Por el contrario, el polipropilene (prolene) y el polibutester (Novafil) retienen su fuerza tensil prácticamente por siempre. Es importante tener en cuenta que además son las dos suturas más elásticas dentro de las no absorbibles monofilamentos, lo que puede hacer que se prefieran para el cierre de fascia abdominal.

En cuanto a la prevención de la infección, está comprobado que las heridas con suturas multifilamentos presentan una tasa de infección hasta dos veces mayor que las heridas con suturas monofilamentos. Por consiguiente, se

podrá recomendar más el uso de este tipo de suturas en especial en pacientes que presentan un elevado riesgo de infección. Así mismo, un número elevado de suturas puede aumentar el riesgo de infección sobre una herida que en principio no lo tenga, así presente un espacio muerto menor, lo cual se debe al papel de cuerpo extraño que ejercen. Las suturas absorbibles inducen una mayor respuesta inflamatoria sobre el tejido, lo que puede manifestarse como defectos de exceso en la cicatrización en los diferentes tejidos, con repercusiones clínicas importantes. De las suturas absorbibles, la biológica (Catgut) es la que genera una mayor respuesta inflamatoria debido a su absorción mediada por procesos enzimáticos, contrario a la absorción de las suturas sintéticas que está mediada por hidrólisis. Dentro de todas las suturas en general, las que menos inducen respuesta inflamatoria son las no absorbibles sintéticas, específicamente el polipropileno (Prolene).

Así al cerrar cualquier tipo de tejido y de herida, por simple que sea, se debe hacer el ejercicio de análisis sobre las características de cicatrización del tejido y la duración de sus diferentes fases, los riesgos de infección que presenta la herida, la necesidad de permanencia de la sutura y las posibles complicaciones secundarias a la simple presencia de la sutura.

## **7.6 APOSITOS**

Con los adelantos científicos que se han hecho en el conocimiento del proceso de cicatrización, también ha habido un adelanto en la creación de implementos que pueden favorecer este proceso. Uno de los principios fundamentales en el cuidado de las heridas es el de mantenerlas ocluidas y húmedas (principalmente las heridas con cierre secundario). Es aquí donde ejercen un papel importante los más de 400 tipos de apósitos que se encuentran en el mercado. Estos son un implemento que en realidad facilita

y acelera el proceso de cicatrización y que tiene un uso importante particularmente en heridas complejas; por esta razón se deben conocer las diferentes opciones que existen y los criterios para la selección de las mismas.

Al escoger un apósito como parte fundamental del cuidado de una herida siempre se debe evaluar cual es el efecto deseado en el cuidado de dicha herida:

1. Remover tejido necrótico
2. Prevenir, eliminar o controlar la infección
3. Absorber secreciones
4. Mantener húmeda la herida
5. Proteger la herida de trauma adicional
6. Proteger la piel circulante
7. Una vez valorados esos objetivos se puede escoger un apósito entre los ocho grupos existentes según sus características.

## **7.7 USO DE YODOFOROS**

El Isodine es un agente antiséptico cuyas presentaciones comerciales más habituales con las de 7.5 y 10% (Isodine-Povidona), constituyendo un 0.75-1% de Isodine (yodo) puro disponible, respectivamente. Mucho se especula sobre su uso en heridas. Al considerar utilizarlo para cualquier tipo de herida se deben tener en cuenta dos puntos principales:

- 1) **SEGURIDAD:** Que se entiende como la capacidad de actuar sin alterar el proceso de cicatrización normal de las heridas.

2) EFECTIVIDAD: Que se entiende como la capacidad que tiene el producto para matar los microorganismos, en estudios in vitro, y la capacidad para discriminar las tasas de infección, en estudios in vivo.

Se han realizado múltiples estudios. Con respecto a la seguridad, se han demostrado en estudios in vitro que, en las concentraciones que se utiliza este producto, es 100% tóxico para las líneas celulares involucradas en el proceso de cicatrización. En experimentos realizados in vivo, se ha comprobado que retarda el proceso de cicatrización durante la primera semana disminuyendo el flujo capilar y aumentando el tiempo de epitelización en este momento, con concentraciones del 5%. Sin embargo también parece ser que al utilizar dicho producto en concentraciones menores al 1% no existe ningún tipo de efecto deletéreo sobre la cicatrización de las heridas.

En cuanto a la toxicidad que puede tener este producto, se ha documentado que se presenta principalmente cuando el “aporte” de Isodine es permanente, por ejemplo en pacientes con empaquetamiento en los que se utiliza gasas empapadas de Isodine. No obstante, los casos reportados son muy escasos y se manifiestan por acidosis metabólica hipercalcémica, bradicardia e hipertensión, aumento de las pruebas de función hepática e insuficiencia renal aguda.

En cuanto a la efectividad del Isodine, en estudios realizados in vitro, se ha comprobado su acción bactericida incluso concentraciones de 0.001%. Sin embargo, también se han descrito reportes muy incidentales en los que se muestra el Isodine contaminado con pseudomonas, lo que postularia la posibilidad de que no fuera bactericida en contra de todas las bacterias; pero repetimos, dicho reportes han sido hallazgos muy incidentales. Con respecto a los estudios realizados in vivo, algunos muestran que la aplicación del

Isodine que se consigue en el mercado (10%) puede disminuir las tasas de infección, mientras que otros estudios de las mismas características han revelado que dichas tasas de infección aumentan en un 10% con el uso del Isodine frente al uso de solución salina.

Aunque no existe acuerdo al respecto, parece ser que el uso de Isodine en heridas limpias-contaminadas, o incluso contaminadas por un foco infeccioso localizado, antes de cerrarlas y acabar la cirugía, si disminuye las tasas de infección de estas heridas. Sin embargo, si este producto va a ser utilizado para dicho fin, sería mejor diluirlo previamente en concentraciones menores, pues su efecto contra las líneas celulares parece ser muy claro. Así pues, Su uso está justificado para estos casos, teniendo en cuenta que la presentación comercial del 10% deberá ser diluida en diez para poder utilizarla de manera segura.

Finalmente, se puede concluir que si se va a utilizar el Isodine en el manejo de las heridas, no se debe usar en heridas abiertas pues aumenta las tasas de infección. Su uso para heridas agudas podría estar indicado previo al cierre de heridas quirúrgicas y diluido a concentraciones menores, particularmente las heridas de procedimientos quirúrgicos clasificados como contaminados o sucios. Su uso como parte del empaquetamiento estaría contraindicado pues podría ser la causa de un empeoramiento del paciente debido a la toxicidad sistemática que se produce. Así mismo, y por último, su uso en heridas crónicas no se ha estudiado a cabalidad, pero la tendencia muestra que podría retardar la cicatrización en heridas ya complicadas; por tal razón, las heridas que presentan un riesgo mayor de infección podrían tratarse con antibióticos tópicos que tienen un buen efecto antimicrobiano, humedecen las heridas y no afectan el proceso de cicatrización, como se verá en el capítulo de antibióticos tópicos de este manual. Una opción alternativa al ISO de Isodine es la del manejo con irrigación con solución

salina a presiones altas, principalmente en heridas contaminadas. Esto ha demostrado disminuir de manera importante el conteo de colonias bacterianas y las tasas de infección. Esta técnica debe ser más restringida en heridas no contaminadas pues La alta presión también ha demostrado un grado de trauma importante sobre el tejido.

## 8. PROFILAXIS ANTIBIÓTICA

Como existe el riesgo de infección cada vez que el cirujano traspase las barreras protectoras de la piel y de las mucosas, una de las bases de la prevención consiste en impedir que durante la operación se inoculen gérmenes en cantidades suficientes para desencadenar la infección. La cirugía funda su criterio preventivo en la técnica aséptica, que se utiliza para eliminar las bacterias en los objetivos que han de estar en contacto con la herida, así como en los métodos que se aplican para mantener dichos objetos en las mismas condiciones hasta que se reconstruyen los tejidos que fueron invadidos. Es muy importante diferenciar entre profilaxis y terapia temprana.

*Profilaxis:* implica la aplicación de un antibiótico antes de que la contaminación ocurra, en todo tipo de procedimiento quirúrgico masivo.

*Terapia temprana:* implica la aplicación inmediata de antibiótico tan pronto como el diagnóstico de contaminación o infección ha sido realizado, ejemplo: en la apendicitis antes de la cirugía cuando se conoce que hay contaminación por perforación y desde luego, después de que la contaminación ha ocurrido.

### 8.1 CONSIDERACIONES FARMACOLÓGICAS

La profilaxis antibiótica entonces, no es otra cosa que la administración de un antibiótico o una combinación de antibióticos a una paciente asintomático o próximo a ser intervenido quirúrgicamente. Lo que hace el antibiótico es tratar de prevenir el desarrollo de una infección, específicamente de la herida quirúrgica.

Es muy importante entonces, tener en mente la farmacodinamia del antibiótico, el sitio potencial de la infección y los microorganismos que puedan estar involucrados. Por ejemplo para una apendicetomía, deberíamos tener en cuenta uno o unos antibióticos efectivos en el colon y contra Gram negativos y anaerobios.

Es importante también, seleccionar la dosis mínima de antibiótico que sea efectiva contra esas bacterias y administrarla en una sola dosis o por cortos períodos de tiempo. Esto evitará la emergencia de cepas resistentes además de tener consideración con los costos. La cefazolina, una cefalosporina de primera generación, es efectiva casi contra todos los gérmenes posibles de cobertura profiláctica, su vida media es mayor que la de otras cefalosporinas de primera generación, su costo es bajo y sus efectos colaterales pocos, por lo cual sobresale como el antibiótico ideal para profilaxis en la mayoría de intervenciones quirúrgicas.

Para la selección del antibiótico debe tenerse en cuenta, la vida media la vía de excreción, la concentración en el tejido y en el plasma, además de sus efectos colaterales y el costo; su administración debe hacerse durante la inducción anestésica. La administración endovenosa resulta en un más rápido alcance de niveles séricos. De todas formas, nada es mejor para la prevención de la infección de la herida quirúrgica que el preservar la técnica operatoria indemne.

## **8.2 CONSIDERACIONES MICROBIOLÓGICAS**

El conocimiento de la microflora normal del organismo es muy importante para la determinación sobre que tipo de profilaxis deberíamos utilizar en un momento dado. Del mismo modo es útil el conocimiento de la microflora procedentes de los aislamientos de la infección de la herida en cada hospital,

así como sus sensibilidades, en virtud de poder legislar sobre profilaxis de una manera racional.

El estudio desarrollado por nosotros recientemente en Colombia, permite observar como ejemplo el comportamiento microbiológico en la infección nosocomial de la herida quirúrgica en Colombia.

Como se puede apreciar en la tabla 8-1 la mayoría de aislamientos son aeróbicos facultativos Gram positivos y Gram negativos. Preocupa la presencia de *Candida* sp en el séptimo lugar de la tabla. El *S. aureus* y el *S. epidermidis* son los más frecuentes del primer grupo y la *E. coli*, la más frecuente del segundo.

**Tabla 9. Gérmenes más frecuentemente aislados en la infección nosocomial del sitio operatorio en Colombia. Microbiología de la ISO en Colombia**

69.612 egresos quirúrgicos 1995-1996 Cultivos en heridas infectadas: 1189

---

	<i>E. coli</i>	
1	<i>S. aureus</i>	20%
2	<i>Ps Aeruginosa</i>	14%
3	<i>K.pneumoniae</i>	12%
4	<i>Klebsuella</i> sp	8%
	<i>S.epidermidis</i>	8%
5	<i>E. faecalis</i>	7%
	<i>Cándida</i> sp	4%
7	<i>Pseudomonas</i> sp	3%
8	<i>Enterobacter</i> sp	3%
9	<i>Citrobacter</i> sp	3%
10		2%

---

Fuente. Quintero GA, LERMA C, Nieto J. Baene I, García Herreros L. Suárez F. *Tribuna Médica* 9585) 230-237, 1997.

Ahora si uno tiene las sensibilidades para diferentes antibióticos de esos gérmenes, podrá con mayor facilidad, legislar sobre regímenes profilácticos.

Muchos microorganismos pueden causar infección de la herida quirúrgica dependiendo de la situación clínica. En el uso inteligente de antibióticos profilácticos, debe de tenerse en cuenta los aislamientos y sus sensibilidades.

### **8.3 CONSIDERACIONES QUIRÚRGICAS**

Es importante reconocer que existe un alto riesgo de infección en heridas asociadas con cirugía intraabdominal. En 1964 el comité Ad-Hoc del Comité de Trauma del National Research Council en los EE.UU, promulgó la clasificación estándar de la herida quirúrgica. Esta clasificación en cuatro grupos, Limpia, Limpia-Contaminada, Contaminada y Sucia, se mantuvo indemne hasta la década de los 90s cuando se consideró innecesario sostener el último grupo y se retiró de la clasificación original, por fines epidemiológicos, pero actualmente el CDC, la ha vuelto a colocar por lo cual la clasificación original ha recobrado sus cuatro grupos.

Algunos factores han sido expuestos como importantes para disminuir la tasa de infección nosocomial en cirugía, sobre todo en casos limpios como son:

- 1) Corto período preoperatorio intrahospitalario.
- 2) Evitar el rasurado mecánico
- 3) Minimizar el tiempo operatorio
- 4) Preparación preoperatorio de la piel que incluye baño con jabón antiséptico.

La clasificación de la herida quirúrgica, es fundamental para los estudios de seguimiento y control de la infección nosocomial de la herida, tan importantes para la observación y definición de la profilaxis antibiótica.

## 8.4 INDICACIONES Y PRINCIPIOS

Keighley en 1976, sentó las indicaciones para el uso de antibióticos profilácticos, las cuales se consideran válidas hoy en día.

Las indicaciones son tres:

- 1) Cuando el riesgo de contaminación bacteriana es alto, ejemplo: cirugías sobre el tracto gastrointestinal, genitourinario, respiratorio, biliar infectado.
- 2) Cuando la contaminación no es frecuente pero los riesgos de infección son muy altos, ejemplo: Amputación por enfermedad vascular, cirugía cardíaca para cambio de válvulas, injertos trasplantes.
- 3) Cuando la contaminación no es frecuente pero el huésped se halla inmunocomprometido.

En este último punto, vale la pena mencionar que el inmunocompromiso no está hoy en día concentrado al paciente oncológico, al paciente con VIH o al trasplantado, sino que su acepción incluye a paciente con algún grado de inmunoincompetencia, como suele ocurrir con el paciente anciano. A este respecto vale la pena mencionar que anciano, según la OMS, es toda persona mayor de 65 años y en nuestra Institución pacientes de esa edad o mayores ocupan el 35% de los procedimientos quirúrgicos ocurridos durante el año. De suerte que en esta última indicación según Keighley, cabe un número de pacientes cada vez mayor.

En cuanto a los principios, éstos deben de tenerse en cuenta:

- 1) El antibiótico debe ser activo contra el posible microorganismo que cause infección.

- 2) El riesgo de infección debe ser mayor a los riesgos del uso del antibiótico.
- 3) El antibiótico no debe seleccionarse de aquellos de “primera línea” o más potentes.
- 4) La vida media del antibiótico debe ser suficiente para proporcionar cobertura.
- 5) Debe administrarse siempre antes de que la contaminación ocurra.
- 6) Debe suspenderse pronto.

La selección del antibiótico es muy importante; antibióticos muy potentes suelen causar resistencia bacteriana por diferentes mecanismos, como se ha mencionado en los capítulos 6 y 7 por lo cual deben de evitarse. Un antibiótico de vida media corta para una cirugía larga, a menos que se empleen varias dosis, tampoco es útil. No debe olvidarse el principio fundamental de aplicarlo antes de que la contaminación ocurra y de suspenderlo tan pronto como sea posible, ojalá después de una sola dosis.

## **8.5 PROFILAXIS EN CIRUGÍA LIMPIA**

Los antibióticos profilácticos perioperatorios han demostrado que previenen la infección de la herida clasificada como limpia en múltiples análisis publicados en la literatura con una fuerza significativa al reducir al 50% el índice de infección postoperatoria de esas heridas. El bajo riesgo de infección de la herida limpia, requiere de estudios con más de 1.000 casos para encontrar los beneficios de la utilización de profilaxis en ese tipo de heridas, lo cual es un obstáculo para obtener niveles de eficacia evidentes y poder también reglamentar regímenes. Los que han demostrado ser eficaces, son usualmente aquellos antibióticos utilizados contra *Staphylococcus aureus*. La cefazolina es un buen agente profiláctico para ser utilizado en este tipo de cirugías. Nosotros creemos que esta nueva

indicación es procedente, a la luz de los estudios de Platt y de nuestra propia experiencia. Los análisis de microflora realizados por nosotros en la región de la axila y de la ingle, aún después de la preparación de la piel, nos confirma la alta incidencia de aislamientos en esas zonas del cuerpo denominadas sucias para los efectos que nos conciernen. La decisión de usar antibióticos profilácticos en cirugía depende sin embargo, no solamente de su eficacia, sino también del costo de la prevención. Muy pocos análisis de costo-beneficio han sido realizados en este tópico. Para muchos procedimientos, la sola aplicación de la profilaxis es el mejor recurso en la prevención de la infección de la herida, esto hace que el uso de esta indicación, sea adoptable como simple medida de aseguramiento de la calidad de cirugías clasificadas como limpias.

En 1993 Platt y cols., publicaron su experiencia que ha sido acesada a la librería Cochrane con suficiente evidencia para ser tenida en cuenta, en ella definitivamente aportan datos suficientes para considerar la inclusión de la cirugía de hernia y seno por lo menos, dentro de la categoría de limpia, en las indicaciones de profilaxis.

## **8.6 ESTERILIZACIÓN DEL EQUIPO QUIRÚRGICO**

Es evidente que impedir la llegada de gérmenes a las heridas es la esencia de la conducta preventiva y para lograrlo se utilizan procedimientos bacteriológicos con los que debe estar familiarizado todo el personal quirúrgico.

Se llama estéril a todo objeto o sustancia libre de microorganismos y de cualquier forma de vida. Es la condición en la que deben estar todos los instrumentos que puedan entrar en contacto con la brecha que abre la cirugía en el sistema defensivo del organismo. Entonces, un instrumento

estéril es el utensilio adecuado para tratar una herida puesto que no será el vehículo que deposite microbios en ella. El personal que labora en cirugía debe habituarse a que en cirugía el concepto de esterilidad es absoluto, la esterilidad existe o no existe, no hay términos intermedios.

Para lograr el estado de esterilidad en los instrumentos y en los materiales existen métodos de esterilización físicos y químicos que destruyen todas las formas de vida: microorganismos, esporas y virus. Como los objetos que se esterilizan no deben dañarse o destruirse en el proceso, se han ideado diferentes métodos de esterilización que al mismo tiempo preservan las cualidades de cada uno de los materiales. De esta manera no pierden su filo, los instrumentos cortantes no se dañan el temple de los instrumentos de acero, conservan sus propiedades los cristales y los materiales ópticos, no resulten quemados los materiales textiles, etcétera.

Cuando los objetos que fueron esterilizados hacen contacto físico con otros que no lo están, pierden su condición de esterilidad, y se dice que se han contaminado. La palabra se refiere a que al establecer el contacto reciben en su superficie diversas formas de vida microscópica que no tenían antes. Para evitar que pierdan la condición estéril, los materiales ya tratados se manipulan con las técnicas de aislamiento que usan los microbiólogos en su laboratorio. Cuando esta metodología se aplica a la cirugía, se conoce como técnica aséptica, nombre tomado del griego, en el que la *a* es privativa y equivale a sin, y sepsis significa putrefacción.

En el sentido opuesto, los objetos sépticos son los que están evidentemente sucios o que no están asépticos. La palabra asepsia se encuentra en todos los idiomas, y se refiere al método que se emplea para prevenir la introducción de bacterias causantes de enfermedad en las heridas de los animales, sin olvidar al hombre.

Como un método complementario, no opuesto la medicina utiliza una gran variedad de compuestos químicos que destruyen a los microorganismos o que impiden su multiplicación. Algunos compuestos químicos reciben el nombre de antiséptico, que literalmente, significa “en contra de la putrefacción” y son sustancias químicas que aplicadas sobre la piel y las mucosas disminuyen en ellas la concentración bacteriana sin agredir a los tegumentos íntegros. En bajas concentraciones, un antiséptico puede inhibir el crecimiento bacteriano; en altas concentraciones destruye las bacterias.

Pero con los antisépticos utilizados hasta el momento actual, no se consigue la esterilización de la piel, ni de las mucosas porque la concentración que sería la necesaria para destruir a las bacterias, también destruiría a los tejidos.

Los germicidas, también llamados desinfectantes, destruyen a los organismos patógenos y pueden inactivar algunos virus y protozoarios, pero generalmente no afectan las esporas de bacterias y hongos, las cuales son formas vivas muy resistentes que pueden volver a desarrollarse cuando las condiciones son propicias. La desinfección se define como la destrucción de los gérmenes causantes de enfermedad por aplicación directa de agentes químicos o físicos sobre objetos inanimados, como instrumentos, pisos paredes, etc. No se cuenta todavía con el compuesto ideal que pueda destruir todos los microorganismos sin causar efectos tóxicos residuales y es incorrecto, aunque muy común, usar la palabra desinfección como sinónimo de esterilización.

Se llama sanitización al uso de agentes, generalmente químicos, que se emplean para reducir el número o concentración de microorganismos hasta un nivel que ha sido aceptado “oficialmente” como seguro. Estos agentes son útiles para controlar la población bacteriana en los equipos y utensilios

en las lecherías, procesadoras de alimentos y otros establecimientos o lugares en los que no hay patógenos específicos y no hay necesidad de destruir todos los microorganismos presentes. Este método es habitual en algunas áreas y equipos de los hospitales, pero no se usa con fines de esterilización de los materiales quirúrgicos.

Otros compuestos químicos se agregan como preservadores en algunos alimentos y medicinas para impedir la multiplicación bacteriana, ya que la proliferación de las bacterias podría causar descomposición de los productos y su desperdicio o enfermedades en las personas que lo consumen. Los preservadores tampoco tienen aplicación directa en cirugía.

## **ESTERILIZACIÓN POR MEDIOS FÍSICOS**

El medio óptimo para el desarrollo de las bacterias patógenas se encuentra en el interior del organismo vivo en el que han logrado penetrar y vivir. Fuera de este ambiente húmedo, estable y tibio, sus funciones vitales se interrumpen en forma temporal obligándolas a una subsistencia latente, o bien se detienen de modo definitivo por la acción de las condiciones físicas y químicas del ambiente que le son hostiles.

La mayor parte de las bacterias patógenas vive en temperaturas cercanas a los 37°C y algunas pueden sobrevivir hasta los 80°C. Esta zona de temperatura se llama zona eugénica. El aumento de la temperatura interfiere rápidamente los procesos vitales y pronto se alcanza el punto térmico mortal, el cual no es compatible con la vida. En cambio, el descenso de la temperatura hace más lento el proceso vital y se suspende cerca de los cero grados, pero la vida bacteriana se conserva en estado latente por abajo de los niveles de congelación y algunas especies son capaces de reanudar sus funciones normales cuando la temperatura regresa a la zona

eugenésica. Otros agentes físicos son incompatibles con la vida: algunas radiaciones del espectro solar, la desecación, el ultrasonido, etc. Todos los medios físicos accesibles al hombre han sido empleados, solos o en combinación, y algunos de ellos tienen aplicación en cirugía.

**Calor seco.** La elevación de la temperatura hasta alcanzar niveles incompatibles con la vida es el mecanismo más antiguo de esterilización, pero tiene el inconveniente de que deteriora los objetos que se desean esterilizar y su uso se limita a artículos que se han de eliminar, o a cristalería y materiales que toleran temperaturas muy altas. Este tipo de esterilización es de uso corriente en los laboratorios de microbiología e investigación y, a pesar de que tiene pocas aplicaciones en cirugía, el personal que labora en cirugía debe conocer su existencia.

**Calor Húmedo.** Cuando al calor se le agrega humedad, las proteínas se desnaturalizan sin necesidad de alcanzar temperaturas muy altas y de este modo se hace más corto el tiempo de exposición. El hecho se basa en la teoría de que todas las reacciones químicas, incluso la coagulación de las proteínas, se catalizan en presencia de agua. Aunque algunas esporas son capaces de resistir al calor húmedo hasta temperaturas superiores a los 100°C, el calor húmedo como agente destructor de microbios se emplea en diversas formas.

**Calor húmedo Bajo presión (autoclave).** La esterilización con autoclave de vapor es el procedimiento más práctico y más difundido.

**Ventajas.** En este procedimiento también conocido como esterilización por vapor saturado, los factores temperatura, humedad y tiempo son los que producen la desnaturalización de las proteínas; la presión es necesaria para elevar con mayor rapidez la temperatura del vapor. El autoclave produce

una esterilización muy efectiva, tiene bajo costo y el proceso es fácil de controlar. Además de esterilizar los instrumentos quirúrgicos es capaz de esterilizar la ropa y los objetos de hule, los cuales al final están secos, con deterioro mínimo y sin residuos tóxicos. El aparato también es útil para esterilizar líquidos.

**Descripción del autoclave.** El autoclave es un recipiente de metal de forma cilíndrica o de prisma rectangular que tiene doble pared y una tapa que cierra en forma hermética; tiene tubos valvulados para la admisión y la salida los cuales están equipados con filtros. El vapor ingresa por la parte superior de la cámara de esterilización por medio de un sistema deflector que impide el impacto del chorro directo de vapor sobre la carga (así se denomina al material que se pretende esterilizar en un momento dado). Por otro lado el recipiente está equipado con una tubo de escape colocado al fondo por la que, en unos modelos, evacua el aire por gravedad; en otros lo hace por medio de una bomba de vacío. Otros modelos liberan el aire mediante un procedimiento de chorros de vapor intermitente y pulsos de presión superiores a la presión atmosférica; esta técnica se conoce como procedimiento de vapor de Joslyn. El objeto de estos mecanismos de vaciado es que el vapor que ingresa por un lado desplace por el otro al aire contenido con el fin de lograr obtener humedad y temperaturas homogéneas en el interior del cilindro. El aparato está equipado con un sistema automático que controla y monitorea los manómetros, los termómetros y las válvulas que regulan ingreso y egreso.

Un componente de importancia es la válvula de seguridad que regula las presiones que pudieran elevarse a niveles peligrosos. La cámara interior está equipada con charolas, cestas metálicas y espaciadores desmontables en los que se colocan los materiales que se han de esterilizar.

**Ciclos de esterilización.** El proceso de esterilización se hace en ciclos de tiempo y temperatura que el personal de las áreas de esterilización conoce como ciclos de esterilización.

Los autoclaves de uso común en los hospitales se controlan mediante botones claramente rotulados en los que el operador o la operadora fijan la temperatura y el tiempo y, luego, inicia el ciclo que el aparato sigue en forma automática.

Cuando la cámara ya está ocupada por el vapor, el calor del interior se eleva rápidamente hasta alcanzar la temperatura deseada y mantiene estas condiciones por el tiempo requerido. Enseguida sale el vapor, ingresa aire del ambiente a través de un filtro y con esto la presión del interior se iguala a la presión atmosférica. El contenido se enfría hasta un nivel en el que el personal puede abrir el autoclave y disponer del material esterilizado. En el panel del esterilizador existe un monitor que registra en una gráfica el tiempo y la temperatura alcanzados durante el ciclo. Los tiempos y temperaturas necesarios para esterilizar los objetos dependen de las características de densidad y de la calidad de los materiales para no deteriorarlos, pero asegurar al mismo tiempo la llegada del vapor hasta el interior de los bultos. Los ciclos mínimos de temperatura y tiempo para los autoclaves comunes son:

- Ciclo para autoclave de desplazamiento gravitacional del aire: 10 a 25 minutos entre 132°C y 135°C o de 15 a 30 minutos a 121°C.
- Ciclo para autoclaves de alto vacío: tres a cuatro minutos entre 132°C y 135°C.

Las presiones varían porque dependen de la altura sobre el nivel del mar y los controles de los autoclaves no las incluyen como factor modificable, pero la presión interior que se produce en el ciclo es el equivalente a  $1.5 \text{ kg/cm}^2$  , es decir, 20 a 25 lb/pulg<sup>2</sup> .

Los ciclos señalados son los datos con los que se alimenta el equipo, pero no incluyen el tiempo completo de exposición de modo que los tiempos para cada carga son mucho más prolongado porque se necesita cumplir una fase de calentamiento del aparato, otra fase de sostén, un tiempo de seguridad y finalmente, una fase de vaciado o escape. Estas circunstancias cambian para cada equipo y con los materiales que se desea esterilizar, por lo que siempre se recomienda que cada operador esté familiarizado con su esterilizador o con los esterilizadores que tiene a su cargo. Como cada fabricante hace un equipo distinto e incorpora las innovaciones, se recomienda siempre tener a la mano los manuales para consulta que acompañan a los equipos. Además para cada material por esterilizar se debe seguir la guía que proporciona el fabricante. Si se desea profundizar en el conocimiento de los ciclos para cada uno de los materiales, se recomienda consultar las obras especializadas y los manuales de enfermería.

## 9. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA INCIDENCIA DE LA INFECCIÓN DE LA HERIDA EN EL PACIENTE

Hay algunos factores que intervienen en la incidencia de la infección de la herida y están divididos en dos categorías: factores endógenos y factores exógenos.

**Factores Endógenos.** Los factores endógenos se refieren únicamente a condiciones propias del paciente tales como desnutrición, hábito de fumar; tener edades extremas en las que el sistema inmunológico está disminuido; enfermedades preexistentes como Diabetes mellitus; obesidad; largas hospitalizaciones preoperatorios; cirugías abdominales y enfermedades malignas; infecciones distantes del área quirúrgica donde epidemiológicamente se encuentra una correlación entre la infección remota y la subsecuente infección de la herida quirúrgica. Los factores antes enumerados no podrán ser modificados por la cirugía.

**Factores Exógenos.** Los factores exógenos se refieren a las características relacionadas con la experiencia quirúrgica y pueden ser influidos por el cirujano. Uno de ellos es la duración del procedimiento que puede ser causa de infección de la herida quirúrgica. Estudios realizados en Foothills Hospital, Cruse y Foord encontraron un incremento de la infección de la herida de acuerdo con la duración del procedimiento. En cirugías de una hora de duración o menos se presentó un 1,3% de infección de la herida y en procedimientos de tres o más horas se aumentó al 4%.

La hora de la cirugía influye por que se ha observado que se aumenta el porcentaje de infección en los pacientes intervenidos entre la media noche y

las 8 de la mañana, igualmente el mes del año en que más se aumentó la infección, en este estudio, fue en el mes de Julio, en época de verano.

La contaminación aérea incide en el aumento de la infección, al practicar una ultralimpieza de las salas de cirugía, el porcentaje de infección puede reducirse hasta un 25%.

La ruptura o pinchazo de los guantes no es muy importante pero el uso de un buen jabón en el baño pre-operatorio de las manos por parte del cirujano, previene significativamente la contaminación por pinchazo en el guante.

Las cirugías de urgencia presentan un 5,1% de infección frente al 2,9% de la cirugía electiva; en el análisis de multivariables realizado, estos factores no fueron significativos, a la cirugía de urgencia no debe en si misma predisponer a la infección de la herida quirúrgica.

## **9.1 FACTORES A NIVEL DE HERIDA QUE AFECTAN LA INCIDENCIA DE HERIDAS INFECTADAS**

Hay factores bien definidos que afectan las heridas y permiten que estas se infecten. Tenemos que la clasificación de las heridas de la Nacional Research Council en 1964 y el estudio de 62,939 heridas de Foothills Hospital en 1980 en que se consideraba el porcentaje de infección de la herida de acuerdo a la clasificación para herida limpia 1,5%, limpia contaminada 7,7%, contaminada 15,2% y sucia 40%. Y estudios más recientes continúan usando esta clasificación como referencia y es posiblemente la más utilizada y que mayor aplicación tiene en nuestro medio.

## **9.2 CONTAMINACIÓN DE LA HERIDA**

La contaminación de la herida ha estado demostrada por la toma de cultivos intraoperativos los cuales se asociaron más tarde con la infección de la herida. El Dr. White demostró que durante la colecistectomía el número y especie de bacterias cultivadas de la bilis fueron determinados en el cultivo que se hizo más tarde de la herida infectada. Garibaldi en 1991 encontró que 30 o más clases de bacterias fueron cultivadas de muestras tomadas de la herida y por análisis de esta información se puede deducir que la infección de la herida es independiente de la clasificación de ésta. Un estudio de 190 pacientes sometidos a cirugía colorectal en donde la herida es clasificada teóricamente como limpia contaminada, múltiples análisis revelaron que 5 o más colonias de bacterias del fluido peritoneal fueron encontradas en la herida infectada. El cultivo rutinario de las heridas debería ser incorporada dentro de la práctica normal de cirugía antes de la sutura de la herida.

## **9.3 RASURADO Y RETIRO DE CABELLO EN EL PRE-OPERATORIO**

Se ha reportado infección de la herida en un 5,6% después del rasurado, y un 0,6% después de la depilación. La anticipación con la que se realice este procedimiento también influye a la incidencia de infección de la herida, un rasurado en la tarde anterior a la cirugía con hoja de afeitar da un índice de 8,8% y corte con tijera un 10% ; en la mañana de la cirugía el rasurado con hoja de afeitar da un 7,5% y un corte con tijera muestra un 3,2% probando que es significativamente más bajo el procedimiento realizado el mismo día con tijera y también el uso de cremas depilatorias momentos antes de pasar el paciente a cirugía.

#### **9.4 CAMPOS ADHESIVOS**

Los beneficios de la utilización de los campos plásticos adhesivos son controversiales, Cruse y Foord reportan infección del 1,5% con campos estándar y 2,4% en heridas protegidas con campo plástico. La preparación de la piel con aplicación por un minuto de alcohol seguida de la aplicación de campo plástico impregnado en Isodine señala pocos beneficios en su utilización.

#### **9.5 IRRIGACIÓN DE LA HERIDA**

La irrigación de la herida con una solución con antibiótico ha sido utilizada por mucho tiempo. Andersen presenta un índice de infección del 2,5% de pacientes que recibieron ampicilina tópica o por irrigación versus 18,3% en que la herida no fue irrigada. Este beneficio sin embargo fue encontrado solamente en pacientes que no recibieron antiséptico intestinal, el cual parece ser más efectivo que el antibiótico tópico. En herida limpia la infección es baja, la irrigación con antibiótico probablemente no es benéfica, como es de bajo costo y presentando una mínima morbilidad se continúa usando.

#### **9.6 FACTORES A NIVEL DE TEJIDOS QUE AFECTAN LA INCIDENCIA DE HERIDAS INFECTADAS**

La perfusión de una herida es importante por múltiples razones siendo las más destacadas la oxigenación y la presencia de neutrófilos, dos elementos esenciales e interrelacionados en la cicatrización normal de una herida. Es un factor importante, para aplicar en los cuidados de enfermería, verificar que el paciente tenga una buena circulación con adecuada posición y comprensión de los tejidos especialmente en las cirugías de ortopedia donde se emplean

vendajes compresivos que de pronto impiden una buena perfusión de los tejidos.

Otro aspecto importante es la respuesta local inmune que disminuye la probabilidad de infección en la herida por una mayor presencia de colágeno.

## **OTROS FACTORES A CONSIDERAR EN LA FASE PRE-OPERATORIA PARA REDUCIR EL RIESGO DE INFECCIÓN**

Algunos factores importantes que deben considerarse para reducir los riesgos de infecciones.

### **9.7 DURACIÓN DE LA HOSPITALIZACIÓN PRE-OPERATORIA**

Largos períodos de hospitalización preoperatorio aumentan el índice de infección. La estadía de un día incrementa en 1,1% el porcentaje de infección y estas tasas se doblan cada semana que el paciente permanece hospitalizado antes de ser operado. Claramente un beneficio es la corta hospitalización del paciente previa a la cirugía.

Es un valioso beneficio de los programas de cirugía ambulatoria que los niveles de infección sean mínimos a razón de que la posibilidad de infección cruzada es baja o casi nula.

### **9.8 BAÑO PRE-OPERATORIO**

Numerosos estudios se han realizado en relación con el baño pre-operatorio a base de hexaclorofeno, clorexidina u otros desinfectantes para reducir la infección post-operatoria, se ha encontrado que la clorexidina actúa disminuyendo el estafilococo de la flora dérmica igualmente en procedimientos

limpios y limpios contaminados fue efectivo en reducir la flora de la piel comparado con otros jabones. El baño previo a la cirugía con clorexidina fue asociado con la disminución de la infección de la herida del 13% al 9% y con la reducción de la presencia de *Staphylococcus aureus* de 6% a 3%.

Otros reportes indican la disminución significativa de la infección post-operatoria con el uso previo del hexaclorofeno. En conclusión el baño preparatorio con jabones antisépticos está indicado para disminuir la incidencia de la infección de la herida.

## **9.9 INFECCIÓN ACTIVA**

El aumento significativo de los índices de la infección de la herida está asociado con la infección activa distante del sitio de la cirugía. También la colonización nasofaríngea con estafilococo ha estado asociada con la infección en la herida con altos riesgos en el organismo. Es prudente iniciar el tratamiento de infecciones localizadas en el tracto urinario, pulmonar o infecciones de la piel antes de realizar el procedimiento quirúrgico programado.

## **FACTORES DE HUÉSPED**

El paciente susceptible de infección juega un papel importante en el desarrollo de infección post-operatoria. La diabetes y un pobre control de los niveles de azúcar en la sangre, el uso de corticoides, la desnutrición están relacionados con altos riesgos de infección. Es evidente que el control de estos factores disminuye drásticamente las posibilidades de infección.

Algunas recomendaciones:

- Si la operación es electiva, toda infección bacteriana debe ser identificada, tratada y controlada antes de la cirugía.

- Si la operación es electiva, la hospitalización pre-operatoria debe ser lo mas corta posible.
- Si la operación no es urgente el paciente desnutrido debe recibir antes de la cirugía nutrición enteral o parenteral antes de la cirugía.
- Si la operación es electiva el paciente debe bañarse con jabón antimicrobiano la noche anterior.
- A menos que el vello interfiera con el procedimiento éste no debe ser removido. Si es necesario remover el cabello o el vello debe hacerse usando tijera o crema depilatoria.

El Dr. Gordon L. Telford, MD, FACS de Milwaukee, WI hace referencia a temas comunes para quienes trabajan en salas de cirugía acerca de aspectos sobre los cuales nos cuestionamos respecto a la buena práctica en los procedimientos diarios, dando una serie de normas y de recomendaciones algunas de las cuales estamos aplicando y otras que se deben tener presentes en la programación diaria quirúrgica.

Se ha demostrado la correlación de factores existentes en el incremento de riesgo de infección post-operatoria como son: Cirugía abdominales, operaciones de más de dos horas de duración, operaciones con clasificación de herida contaminada o herida sucia y la presencia de tres o más diagnósticos médicos. Estos factores están presentes en la incidencia de infección o complicación quirúrgica y deben ser tenidos en cuenta cuando se programa una cirugía y también al momento de un análisis y soporte de índices de infección presentados en el servicio quirúrgico.

La administración de antibióticos intra-operatoriamente reduce los índices de infección post-operatoria. Estos antibióticos deben ser administrados en la inducción de la anestesia y en dosis e intervalos apropiados. Antibióticos con

un promedio de vida corta se aplican cada 2 ó 3 horas mientras que los que tienen un promedio de vida larga deben ser administrados cada 6 horas.

El lavado de manos reduce las bacterias de la piel y el riesgo de contaminación de la herida si los guantes se rompen y fallan como barrera. En el lavado quirúrgico de las manos es definitiva la utilización de jabón durante 5 minutos para la primera cirugía del día y 2 minutos para las siguientes o entre una y otra cirugía. Como jabones antisépticos más indicados en el lavado de las manos están la Yodopovidona-Isodine y clorexidina.

La norma que probablemente es la más transgredida y la que menos se cumple está relacionada con la utilización del jabón en la limpieza y lavado de salas y después de cada cirugía. La limpieza de las salas se debe hacer entre cirugía y cirugía. La limpieza formal y completa diaria se hace al finalizar el día de programación. Los casos contaminados se deben realizar al final de la programación diaria, si es factible.

La utilización de ropa adecuada es muy importante porque proporciona las barreras necesarias para evitar la propagación de los microorganismos y la contaminación, además de brindar comodidad al cirujano y a las personas del área quirúrgica.

Una de las cosas más importantes que se hacen para reducir los índices de infección post-operatoria está relacionada con la cirugía como tal, usando una técnica quirúrgica precisa. Es importante que el cirujano y las personas directamente involucradas como el médico-ayudante y la instrumentadora sean cuidadosos con los tejidos y desbridar todo el tejido desvitalizado que debe ser removido de la herida traumatizada. El cirujano debe evitar dejar cuerpos extraños no necesarios como ligaduras y prótesis. Al hacer cierre de

cavidad no debe dejar espacios muertos, los drenajes instalados deben hacerse con succión cerrada. Para el manejo de las heridas altamente contaminadas deben dejarlas abiertas y posponiendo el cierre primario. Todas las áreas operatorias deben ser irrigadas con solución para remover el tejido desvitalizado. Por otra parte debe conocerse que la eficacia de la irrigación con solución antibiótica no ha sido comprobada.

Todos los instrumentos deben ser lavados y esterilizados antes de cada cirugía. Una limpieza inadecuada del instrumental hace más difícil su esterilización la que debe hacerse en todos los instrumentos. Los paquetes voluminosos son difíciles de esterilizar porque el vapor no penetra hasta el centro del paquete debiendo este no pesar en ningún caso más de 8 kilos y presentar unas dimensiones siempre inferiores a un cubo de 20 cms. de lado.

Un apropiado sistema de ventilación es también importante. El interior de la sala debe tener un alto grado de filtración y proporcionar un mínimo de 15 a 20 cambios de aire por hora. El diseño de las salas de cirugía debe restringir el tráfico de personas hacia adentro y hacia fuera de ellas. Este tráfico debe minimizarse especialmente en cirugías o intervenciones con implantes. El abrir y cerrar las puertas produce turbulencias en el flujo del aire dando como resultado un incremento de partículas en el aire que puede arrastrar bacterias hacia la herida.

Prácticas que no han demostrado disminución de los índices de infección post-operatoria incluyen el uso de tapabocas, polainas y gorro. Los tapabocas no son efectivos por varias razones, cuando el tapabocas es usado correctamente el aire expirado puede salir y filtrarse lateralmente. Los tapabocas no son completamente efectivos.

Tiene impacto en el control de los índices de infección el comité de control de infecciones de la Institución, estos comités tienen como función ser asesores efectivos de salas de cirugía en políticas y procedimientos que controlan los índices de infección.

William G. Cioffi, MD, FACS, Providence, RI, argumenta que una hipotermia moderada de  $2^{\circ}\text{C}$ , de la temperatura corporal es un evento común en el trans-operatorio. Aproximadamente la mitad de los pacientes desarrollan hipotermia corporal a menos de  $36^{\circ}\text{C}$  y casi la tercera parte de los pacientes disminuyen la temperatura a menos que de  $35^{\circ}\text{C}$  si las medidas normales del trans-operatorio son tomadas, esto es, la administración de calor a gases inspirados y fluidos intravenosos. Esta disminución moderada de la temperatura en el trans-operatorio es el resultado de la acción de los anestésicos sobre el termorregulador natural del paciente localizado en el hipotálamo. Se ha planteado que la hipotermia trans-operatoria es el resultado de la acción de los anestésicos sobre el termorregulador natural del paciente localizado en el hipotálamo. Se ha planteado que la hipotermia trans-operatoria resulta por la pérdida de sangre y en el post-operatorio el paciente presenta aumento de problemas cardiacos y susceptibilidad de infección por daño inmunitario secundario a la vasoconstricción. La vasoconstricción especialmente la periférica es universal en los pacientes con hipotermia. La hipotermia moderada de  $0,5^{\circ}\text{C}$  a  $1,2^{\circ}\text{C}$  por debajo de la temperatura corporal produce el aumento de 100% a 700% de los niveles de norepinefrina llevando a la vasoconstricción ocasionando una disminución de la presión parcial del oxígeno en los tejidos, lo cual puede permitir un aumento en la susceptibilidad a la infección.

E. Patchen Dellinger, MD FACS, Seattle, WA dice que desde el inicio de 1970 se ha conocido que la transfusión produce algunos cambios de los parámetros inmunológicos, cuando fueron observados los pacientes de

transplante real con previa transfusión de sangre mejorando la supervivencia. Subsecuentemente se encontró que estos efectos fueron ocasionados por la transfusión de células blancas de la sangre. En la literatura quirúrgica numerosos estudios han reportado la relación entre la transfusión de sangre y las complicaciones de infección en el post-operatorio de trauma. Otros han reportado altos índices de infección asociados con transfusión en pacientes sometidos a colectomías, reemplazo de cadera, procedimientos espinales y operaciones de cáncer gastrointestinal. La dificultad de registrar conclusiones radica en que las condiciones de los pacientes que necesitan transfusión durante la cirugía son diferentes de las que no lo necesitan. Entre más avanzados estén los tumores, la operación será más difícil, los pacientes presentan un hematocrito bajo y por tanto necesitan transfusión por pérdida de sangre. Además de estas diferencias están las del estado fisiológico de los pacientes que necesitan transfusión y que es diferente del estado de los que no la requieren. Durante una operación con suficiente pérdida de sangre se requiere transfusión aumentando la probabilidad de bajo gasto cardiaco y una pobre perfusión de tejidos blandos expuestos a la contaminación bacterial. La excesiva transfusión puede aumentar el riesgo de hipotermia y puede potencializar el aumento de riesgo de infección por este mecanismo.

## **10. RECOMENDACIONES PRE-OPERATORIAS PARA LA PREVENCIÓN DE LA INFECCIÓN**

La revista Guideline For Prevención Of SSI volumen 27, No. 2, April 1999 AJIC. Pag. 117-120 presenta importantes recomendaciones referentes a la reducción del riesgo de infección en el sitio de la cirugía. Las recomendaciones preoperatorios se han separado en cuatro categorías de acuerdo a su importancia en la mencionada prevención y basada en la existencia de datos científicos previos y teóricos aplicables.

A continuación se mencionan las categorías:

- Categoría IA: fuertemente recomendadas para su implementación y soportadas y documentadas por estudios experimentales, clínicos y epidemiológicos.
  
- Categoría IB: Fuertemente recomendadas para su implementación y soportadas por algunos estudios experimentales, clínicos y epidemiológicos con bases teóricas racionales.
  
- Categoría II: Sugeridas para su implementación y soportadas por estudios clínicos o epidemiológicos, teóricamente racionales.
  
- Sin resolver: Son recomendaciones sin evidencia suficiente ni consenso, aunque son de alguna utilidad. Ver cuadro 6, partes A,B,C,D y E

## **RECOMENDACIONES**

### **CATEGORIA I A**

- 1) Identificar y tratar todas las infecciones remotas al sitio quirúrgico antes de la operación electiva y posponer dichos procedimientos hasta que dicha infección sea controlada.
- 2) No remover el pelo pre-operatoriamente
- 3) Si el pelo es removido, hacerlo inmediatamente antes de la operación, preferiblemente con máquina eléctrica.

### **CATEFGORIA IB**

- 4) Controlar los niveles de glucosa sérica preoperatorio en todos los pacientes diabéticos y particularmente prevenir hiperglicemia en el preoperatorio.
- 5) Cesar de fumar por lo menos 30 días antes de una operación electiva.
- 6) No tratar con productos derivados de la sangre a menos que sea estrictamente necesario.
- 7) Hacer que los pacientes se duchen y utilicen jabón antiséptico por lo menos la noche anterior a la cirugía.
- 8) Lavar intensamente en el sitio y alrededor del lugar de la incisión para remover la contaminación gruesa antes del lavado antiséptico de la piel.

9) Usar un agente antiséptico adecuado para la preparación de la piel.

## **CATEGORIA II**

10) Aplicar el antiséptico en forma circular, del centro a la periferia. El área preparada debe ser lo suficientemente grande que permita ampliar la incisión o realizar incisiones adicionales, drenajes, etc.

11) Mantener la estancia hospitalaria tan corta como sea posible permitiendo un adecuado cuidado post-operatorio

## **SIN RESOLVER**

12) No hay recomendaciones para suspender o continuar la aplicación sistémica de esteroides, cuando es médicamente indicado.

13) No hay recomendaciones para aumentar el soporte nutricional al paciente quirúrgico como única manera de prevenir infecciones.

14) No hay recomendaciones sobre aumentar la oxigenación en el sitio quirúrgico para prevenir infecciones.

## ***B. LAVADO DE MANOS***

### **CATEGORIA IB**

1) Mantener las uñas cortas y no usar uñas artificiales.

- 2) Lavado preoperatorio con jabón por al menos dos a cinco minutos usando el antiséptico apropiado. Mantener los brazos y las manos encima de los codos.
- 3) Después del lavado mantener las manos altas y lejos del cuerpo, así el agua escurre desde los dedos hacia los codos. Secado de manos con compresa estéril.

## **CATEGORIA II**

- 4) Lavar el lecho ungueal de todos los dedos de las manos antes del primer procedimiento quirúrgico del día.
- 5) No usar joyería en brazos ni manos.

## **SIN RESOLVER**

- 7) No hay recomendaciones sobre el uso de esmalte en las uñas

## ***C. MANEJO DEL PERSONAL***

### **CATEGORIA IB**

- 1) Educar al personal sobre prevención y posibilidad de transmisión de eventuales infecciones a los pacientes.
- 2) Definir políticas claras con respecto al cuidado de los pacientes a cargo de personas con potencial de transmisión de enfermedades.

- 3) Obtener cultivos del personal que tiene drenaje de lesiones de piel o que está recibiendo tratamiento para infecciones.
- 4) No excluir rutinariamente personal que está colonizado con organismos como estafilococo aureus o estreptococo del grupo A, a menos que se compruebe por epidemiología que está contaminado.

#### ***D. PROFILAXIS ANTIMICROBIAL***

##### **CATEGORIA II**

- 1) Administrar el antibiótico profiláctico únicamente cuando esté indicado y seleccionarlo con base en su eficacia y el patógeno más frecuentemente causante de infección en este sitio quirúrgico.
- 2) Administrar el antibiótico por vía IV, asegurando una concentración bactericida en el plasma sanguíneo y en los tejidos para el momento de la incisión quirúrgica y mantenerlo hasta unas pocas horas después de cerrada la herida y terminado el procedimiento quirúrgico.
- 3) Antes de operaciones colorrectales además del antibiótico IV, hacer una reparación mecánica y administrar antibióticos adecuados por vía oral.
- 4) Para cesáreas de alto riesgo administrar el antibiótico profiláctico inmediatamente después del clampeo del cordón umbilical.
- 5) No usar rutinariamente vancomicina como antibiótico profiláctico.

## **E. INTRAOPERATORIAS**

### **a. Ventilación**

#### **CATEGORIA IB**

- 1) Mantener ventilación positiva en el interior de la sala de cirugía con respecto a los corredores o áreas adyacentes.
- 2) Mantener un mínimo de quince cambios de aire por hora, tres de los cuales deben ser con aire renovado.
- 3) Filtrar el aire adecuadamente con filtros especiales o absolutos.
- 4) Introducir el aire por el techo y evacuarlo por el piso de la sala.
- 5) No utilizar radiación UV en la sala de cirugía para prevenir infección.
- 6) Mantener las puertas de las salas cerradas excepto para pasar los equipos, el personal y el paciente.

#### **CATEGORIA II**

- 7) Los implantes ortopédicos deben ser realizados con aire ultrafiltrado.
- 8) Limitar el número de personal que entra a la sala, que sea el estrictamente necesario.

## **b) Limpieza y desinfección de las superficies y el ambiente**

### **CATEGORIA IB**

Cuando hay contaminación visible con sangre u otros elementos orgánicos utilizar un desinfectante aprobado por el Comité de Infecciones de la Clínica para limpiar las áreas afectadas antes de la siguiente operación.

- b. No realizar lavados especiales o cierre de la sala de cirugía después de cirugías contaminadas o cirugías sucias.

### **CATEGORIA II**

- c. Lavado húmedo y aspirado de la sala después del último procedimiento quirúrgico.

## **c) Muestras microbiológicas**

### **CATEGORIA IB**

- 1) No practicar muestras ambientales de rutina en la sala de operaciones. Realizarlas únicamente de las superficies o el aire como parte de posibles investigaciones epidemiológicas.

## **d) Esterilización de Instrumentos quirúrgicos**

### **CATEGORIA IB**

- 1) Esterilizar todos los instrumentos quirúrgicos de acuerdo a las normas vigentes.

- 2) Realizar esterilización flash sólo en casos de contaminación inadvertida de un instrumento que se necesite, en lo posible realizar esterilización estándar.

**e) Vestidos quirúrgicos y aditamentos:**

**CATEGORIA IB**

- 1) Usar siempre gorro o tapabocas, siempre que se entre a la sala de operaciones.
- 2) Usar siempre tapabocas en la sala si hay algún procedimiento por empezar o en curso.
- 3) No es necesario usar protectores de los zapatos, si estos son de uso exclusivo en la sala de cirugía.
- 4) Usar guantes estériles con una técnica de colocación que no les hagan perder esta condición.
- 5) Usar guantes y vestidos impermeables en las salas de cirugía.
- 6) Cambiar los vestidos que se vean contaminados con elementos tales como sangre, pus, etc cuando salga de la sala de cirugía

**RECOMENDACIONES PRE-OPERATORIAS**

Se encuentra en la práctica diaria que el lavado del sitio de la cirugía a veces se hace aplicando primero el jabón quirúrgico y enseguida la solución antiséptica; aunque esta práctica se ha generalizado no es la adecuada,

pues la fricción con el jabón remueve partículas y células muertas las cuales es necesario retirar con gasas o compresas con agua, antes de aplicar la solución antiséptica.

El lavado indicado es hacer una primera enjabonada con su respectivo enjuague, una segunda enjabonada, más suave y su respectivo enjuague y por último se aplica la solución antiséptica, cuidando que, al igual que en los pasos anteriores, se haga del centro a la periferia en forma circular y amplia cuidando de no mojar necesariamente al paciente.

Los productos más eficientes y recomendados para esta desinfección son a base de yodopovidona.

## **DESINFECCIÓN DE LAS SALAS DE CIRUGÍA**

La revisión atrás realizada de los actuales conceptos del manejo de la asepsia , antiseptia, de la herida quirúrgica, su clasificación y los factores de riesgo además de las medidas que contribuyen en el control de la infección, nos da base para que agreguemos ahora la parte procedimental de la desinfección de salas de cirugía y el manejo de caso contaminado.

El proceso quirúrgico la desinfección de las salas de cirugía se considera como uno de los factores decisivos y determinantes en el éxito de los procedimientos que se realizan y es necesario ponerle toda la atención para que se genere siempre una seguridad en la atención del paciente.

Este procedimiento debe ser de fácil aplicación y comprensible para que las personas que tienen que cumplirlo o hagan en forma lógica y sencilla. En la

desinfección de salas se consideran tres procedimientos: la desinfección y limpieza semanal; la terminal diaria y el manejo de la cirugía contaminada.

## **GENERALIDADES**

En la desinfección, asepsia y antisepsia es conveniente hacer una referencia sobre la terminología y los elementos básicos en la desinfección de áreas clínicas y de cirugía más empleados.

- **Desinfección:** consiste en limpiar la carga de gérmenes patógenos de un área o sitio, por medio de sustancias químicas.
- **Esterilización:** Es la ausencia total de gérmenes patógenos y no patógenos de un área o equipo. Ejemplo: esterilización de ropa instrumental etc.
- **Desgerminación:** Es el procedimiento encaminado a disminuir el número de gérmenes en un área por medio del agua y el jabón. El jabón disuelve el muge desprendiendo sus partículas de donde se encuentren adheridas y el agua en la fase del enjuague la disuelve y arrastra. Esta labor se debe finalizar con un muy buen secado del área aseada por cuanto las bacterias mueren en los sitios secos y se multiplican en los sitios húmedos.

La desgerminación del piso se hace trapeando con solución jabonosa y agua. En la primera fase se trapea con agua y jabón ayudando a desprender la capa de grasa y muge, luego se hace la segunda fase con agua solamente para arrastrar los residuos de jabón y la tercera se hace con una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 50 ppm, la que se obtiene mezclando 12 litros de agua con 12 cc de hipoclorito de

sodio, esta proporción evita quitar el esmalte del piso. El hipoclorito de sodio es un excelente desinfectante contra virus, hongos, bacterias pero con soluciones inestables que disminuyen su eficacia en presencia de la luz, el calor y el tiempo. Está indicado para desgerminación de pisos paredes, mesas, mueble quirúrgicos, etc. No se inactiva en presencia de material orgánico (sangre, secreciones, orina, deposición, pus etc.), lo que lo hace muy efectivo para desinfectar. La forma líquida viene en concentraciones del 5% a 13%., para piso, paredes, muebles etc.

En casos de contaminación con cepas de bacterias como Klebsiella, se hace en el área identificada una minuciosa revisión de la planta física e infraestructura para identificar los posibles sitios donde puede estar ubicado el foco para proceder a limpiar rincones, grietas, enchufes, llaves de agua que de ser necesario se desmontan y se desinfectan. Las paredes se lavan, se resanan sus grietas e imperfectos y se pintan. En definitiva: agua, jabón, aire y sol son necesarios para combatir toda fuente de infección en la planta física. Los sitios húmedos y oscuros son apropiados para el cultivo y desarrollo de hongos y bacterias. Los puntos comunes donde todos los profesionales convergen son los lavamanos los cuales se deben dotar de sistemas de llaves de manos libres o fotosensibles.

## **PRECAUCIONES EN EL ASEO**

Todos los elementos que son utilizados en el aseo deben estar perfectamente limpios. Se deben tener guantes y trapos exclusivamente para el aseo de baños, sanitarios y sifones, otros para el lavado exclusivo de loza, cocineta, alimentos y mesas de alimentación y otros guantes y trapos para el lavado de paredes, lámparas, puertas y muebles.

- **PROCEDIMIENTO**

Inicialmente se retira el polvo (se aspira o se barre), y con un trapo húmedo en solución jabonosa se limpia empezando por el techo hacia abajo, limpiando lámparas, rejillas, muebles, puertas, y manijas, mesas, camas, ruedas, tomas, interruptores, enchufes, cronómetros, relojes, cables; moviendo o retirando todo lo que se pueda del sitio en que se encuentre para evitar la acumulación de mugre.

Luego en el mismo orden se enjuaga y limpia con la concentración de desinfectante adecuada, y para terminar se secan muy bien todos los equipos eléctricos.

Los elementos básicos que se deben emplear para la limpieza son:

- Agua limpia
- Balde de 12 litros
- Escoba (La cual se debe dejar lavada después de cada jornada de aseo y sumergirla en solución de hipoclorito de sodio por 20 minutos)
- Hipoclorito de sodio al 5%, la solución se prepara en el momento de utilizarse para que no pierda su poder de acción.
- Bolsas negras para basura
- Esponjillas
- Jabón
- Guantes para el aseo de sanitarios y otros guantes color para las demás áreas.
- Churrusco o cepillo para sanitarios
- Bayeta rojas para sanitarios
- Bayeta blanca para paredes, puertas, persianas y superficies o áreas diferentes a sanitarios. Trapero limpio el cual después de cada jornada se debe lavar y dejar en solución de hipoclorito de sodio por 20 minutos antes de ponerse a secar para el siguiente día.

## LA DESINFECCIÓN Y LIMPIEZA SEMANAL

Una de las principales actividades de salas de cirugía es la limpieza y desinfección de áreas, para esto no hay necesidad de suspender la programación de cirugía ni alterar el curso diario de actividades.

La experiencia de en la desinfección de áreas quirúrgicas ha demostrado que esa actividad se debe llevar a cabo de tal forma que sea continuada y en la que se determinen espacios o sectores para hacer limpieza y desinfección por días de la semana; de esta manera se asigna el primer día de la semana para la desinfección, por ejemplo, del área de recuperación, al otro día la desinfección de corredores y áreas de lavamanos quirúrgicos, al día siguiente el sitio de recepción e ingreso de pacientes; asignado también al turno de cada noche de la semana de la semana la limpieza y desinfección de áreas de administración, oficina de historias, áreas de depósito, almacenes y así sucesivamente de tal forma que se establezca un diagrama de guía con unidad de criterios y de responsabilidades permitiendo un seguimiento continuo de esta actividad.

En resumen se hace la desinfección en un día fijo de la semana de determinada zona bajo la responsabilidad de determinadas personas para cubrir toda la planta física quirúrgica.

Esta actividad en cada una de las áreas se inicia de arriba abajo es decir del techo hacia el piso, es una limpieza física y mecánica con agua y jabón y con una desinfección terminal química. Si hay necesidad se sacan los muebles para facilitar el procedimiento. De las cuatro desinfecciones de fin de semana de cada mes tres de ellas se hacen con hipoclorito de sodio y una semana con otro desinfectante con composición química diferente como fenoles o cuaternario de amonio, esto nos permite evitar que los

microorganismos y bacterias crean resistencias y su uso debe ser en bajas concentraciones con el objeto de tener un recurso en caso de una contaminación muy grande.

Una vez que se ha lavado todo con jabón y se ha enjuagado con agua; se procede a pasar un paño limpio o estéril impregnado de la solución de hipoclorito de sodio que se debe preparar en el momento de usar en una proporción de 250 ppm, esta preparación se hace en un balde o recipiente con 10 litros de agua limpia al que se le agregan 50 c.c. de hipoclorito de sodio al 5% (Decol). Los paños empleados deben ser diferentes para cada una de las áreas que se van a desinfectar la limpieza terminal incluye los equipos muebles, cables, puertas, interruptores, paredes y pisos incluyendo todos los elementos de la planta física, es una forma de prevenir el crecimiento de microorganismos en las salas de cirugía.

La limpieza y desinfección semanal dentro de cada una de las salas puede hacerse siguiendo el orden que aquí se sugiere:

- Limpiar las lámparas cielíticas
- Lavar y limpiar los equipos fijos y suspendidos del techo
- Retirar todos los elementos que están dentro de los muebles, lavar y limpiar muy bien los muebles, si tienen ruedas lavarlas también.
- Limpiar y secar todas las tomas, interruptores, enchufes, cronómetros, intercomunicadores, y manómetros colocados en las paredes.
- Aspirar y limpiar las rejillas de los filtros de aire.
- Lavar, enjuagar y secar los gabinetes, las puertas de la sala incluyendo las manijas.
- Lavar y limpiar todas las superficies incluyendo los equipos, como esterilizador, electro cauterio con su cable y pedal, succionador, lámpara accesoria, monitores y aparato de anestesia que se deben manejar con cuidado para evitar que les escurra agua y líquido que puedan dañarlos.

- Para lavar la mesa quirúrgica se levanta la colchoneta haciendo una adecuada desinfección de ésta, incluyendo la base y las ruedas.
- Igualmente se hace la limpieza de mesas de reserva, de Mayo mesas auxiliares y soporte de platón, además las escalerillas y los elevadores.
- Por último la limpieza y desinfección del piso. Esto se hace desde la parte más distante de la puerta hacia la salida incluyendo los rincones.
- Las bandejas, cubetas, tarros, cocas y elementos metálicos que se pueden llevar al autoclave se deben esterilizar al igual que las cubetas que tengan material como gasa vaselinaza o furacinada.
- Los cauchos de succión, empates, mangueras de anestesia, máscaras, tubos se deben cambiar y esterilizar en todas sus partes que lo permitan.
- Se cambian los líquidos, desinfectantes, jabones y los nuevos se envasan en frascos estériles.

Los baldes, paños, escobas y utensilios de limpieza que se utilizan en salas de cirugía no se deben emplear en otras áreas y siempre antes de su uso se deben desinfectar si es posible esterilizar.

#### LIMPIEZA DIARIA

Al terminar la cirugía programada de cada día las salas de cirugía son lavadas y desinfectadas en una limpieza terminal diaria que consiste en lavar física y mecánicamente y luego desinfectar con químicos de la siguiente manera:

- Se retira todo el material de desecho que haya quedado (basuras), se lleva todo lo que sobre de material estéril o del almacén, se deja sólo la dotación de la sala, se procede a desocupar las mesas y todas las superficies para limpiarlas con jabón y enjuagar con agua, luego se pasa

un trapo limpio con una solución de Hipoclorito de Sodio (Decol) en una concentración 500 ppm.

- Se limpian las lámparas, muebles y equipos.
  
- La mesa con la colchoneta quirúrgica se enjabona, enjuaga y desinfecta. Se cubre con sábana limpia.
  
- Se hace reposición de líquidos, material y elementos gastados. Se deja la sala lista para la programación del día siguiente.

## BIBLIOGRAFIA

ANAYA DA, QUINTERO G.A. GARCOA HERREROS Lb Et Al. Epidemiología de las heridas de tratamiento hospitalario en Colombia Rev. Col citergia 1998; 13(3): 181-184

BJORNSON Hs. Microbiology in: Americana Collage Of. Surgeons, Scientific American Surgery 1998

COMITÉ de Infecciones FELAC, curso avanzado para cirujano; Herida e infección Quirúrgica HIQ Bogotá 1999.

DOMINGUEZ ROJAS V, Herruzo Cabrera R. Desinfección en cirugía Madrid: Editorial Médica Panamericana 1997: 341

HA. Kotch Programas de Control de Infecciones en los Hospitales El Hospital- Febrero Marzo de 1994

LOUIS L. ALDRIDGE, ER "La Enfermera Quirúrgica" Volumen 2, No. 1

MELÉNDEZ SOTELO MI Esterilización, Manual de procedimientos de la Ceye México: Auroch 1997

QUINTERO GA. Guía de manejo Profilaxis en Cirugía FS FB 1999

QUINTERO NIETO Lerma, Infección en cirugía Bogotá 2001, página 13,22 – 31-38 capítulo 8 página 119, 123.

QUINTERO RUBIANO Inés; Cirugía ambulatoria integral, Bogotá primera edición Enero 2002 página 93-96, 97-100

RAMIREZ ME, CARDENAS LE, TORRES GIL, Athié, AJ MIJARES JM  
Estudio comparativo de la utilidad del ácido acético vs solución de Dakin  
modificada en Infecciones del sitio incisional Cir Gen 2000; 22:325-28

SERRANO M. Infección de la Herida Quirúrgica Rev. Col Cirugía 1998;13(3):  
150-157

SILLS GA STTERILIZATION. Norsing (Lond) 1986; 3(3): 109-110

STEPHANOS Geroulanos and honrad Hell. Risk Factors in Surgery. Roche-  
Basel, Switzerland 1994.

[www.Psiquiatria.com/articulos/Enfermería-2617/](http://www.Psiquiatria.com/articulos/Enfermería-2617/)

[www.Galenico.com/publicaciones/Enfermeras/Rev 1 No 4/Humanizar.html](http://www.Galenico.com/publicaciones/Enfermeras/Rev 1 No 4/Humanizar.html)