



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

"PROCESOS QUE INTERVIENEN EN EL DAÑO Y  
REPARACION DE TEJIDOS DURANTE EL ACTO  
QUIRURGICO EN MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA".

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A :**

**HECTOR DE LA CRUZ MARTINEZ**

ASESOR: MVZ ENRIQUE FLORES GASCA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1995

FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN N. A. M.  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

" Procesos que intervienen en el daño y reparación  
de tejidos durante el acto quirúrgico en Medicina  
Veterinaria y Zootecnia."

(Revisión Bibliográfica)

que presenta el pasante: Héctor de la Cruz Martínez  
con número de cuenta: 3301253-3 para obtener el TITULO de:  
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a \_\_\_ de \_\_\_ de 199\_\_

PRESIDENTE	MVZ. Ruben Trejo Rodríguez
VOCAL	MVZ. Victor Pérez Valencia
SECRETARIO	MVZ. Enrique Flores Gasca
PRIMER SUPLENTE	MVZ. Miguel Angel Cornejo Cortés
SEGUNDO SUPLENTE	MVZ. Juan Ocampo López

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios , por estar y brindarme todos los momentos de mi vida.

Agradezco a mis padres :

Emilio de la Cruz y Aurora Martínez;  
el darme la vida, su amor , apoyo, ayuda, comprensión  
y educación sin miramientos, por ellos pido a Dios,  
por ellos doy y por ellos soy.

Agradezco a mis Hermanos Carlos, Javier, Emilio  
y a sus esposas su apoyo brindado , y expreso  
mi admiración por ellos, especialmente por Emilio  
quien ha demostrado su fe en Dios, su entereza,  
su fuerza de voluntad por salir adelante en  
momentos difíciles, demostrando ser un Hombre  
de admiración y respeto; por ellos.

Agradezco a mis sobrinos su colaboración en este trabajo a: Carlos, Alma, Oscar y Sandy, así como todos los momentos que he vivido con ellos y que he vivido por ellos, sabiendo que ante Dios he pedido y pediré que los ilumine y los guíe por siempre; por ustedes.

Agradezco a toda nuestra familia, especialmente a mis Tíos: Miguel y José Luis, el apoyo que han brindado y que brindaran en todo momento; por todos ellos.

Agradezco a Josefina su amor, apoyo, ayuda, en todo momento que ha demostrado por mi, por lo que demuestro mi agradecimiento, sabiendo que le correspondo en amor, apoyo y ayuda, además de que pido a Dios su bendición para los dos; por ti.

**A la familia Avalos por su apoyo  
y confianza brindada; por ellos.**

**Agradezco a la Facultad de Estudios  
Superiores Cuautitlan, U.N.A.M y profesores  
que influyeron en mi formación profesional.  
POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU.**

**Al H. Jurado, por su colaboración brindada:**

**Presidente : MVZ. Ruben Trejo Rodriguez  
Vocal : MVZ. Victor Pérez Valencia  
Secretario : MVZ. Enrique Flores Gasca  
Primer Suplente : MVZ. Miguel A. Cornejo Cortés  
Segundo Suplente : MVZ. Juan Ocampo López**

**Agradezco al MVZ. Enrique Flores Gasca ,  
Responsable de la Unidad de Cirugía y  
Policlínica, su amistad y apoyo brindado.**

**Agradezco al MVZ. Ernesto Fausto Ríos,  
Responsable de la Unidad de Apoyo y  
Audiovisual y al Sr. Luis Soria, su amistad  
y apoyo brindado.**

**Agradezco al Dr. Gerardo Cruz,  
familia y amigos su amistad y  
apoyo brindado.**

**Agradezco al Lic. Fernando Rodríguez Lázaro y  
familia su amistad y apoyo brindada a la  
realización del presente trabajo.**

**Agradezco al MVZ. Alejandro Valdéz  
Santamaria, Coordinador del Centro de  
Computo de Ciencias Agropecuarias,  
su amistad y facilidad a la realización  
del presente trabajo.**

Agradezco a todos los Amigos  
y Compañeros su Amistad.

Agradezco a todos mis perros,  
que llevo en mi corazón, ya que  
por ellos soy.

La Oración del Perro.

"¡Oh, señor de los humanos, haz que mi amo sea tan  
fiel a sus semejantes como yo lo soy con él!

Que sea capaz de consagrarse a sus amigos y a su  
familia como yo me dedico a él.

Que sea franco y sincero como yo; que sea veraz, para  
que pueda conquistar la confianza de aquellos que lo  
tratan en la medida en la que yo creo en él.

Dótalos de un rostro lleno de optimismo que sólo yo puedo  
expresar al menear mi cola.

Dótalos de un espíritu de gratitud equivalente al que yo  
revelo con mi lengua cuando le lamo la mano.

**Liénalo de una paciencia igual a la mía , cuando espero sus pasos pacientemente durante horas enteras sin quejarme.**

**Liénalo de mi instinto de vigilancia, de mi valor y presteza para sacrificar las satisfacciones de la vida.**

**Consérvalo siempre joven de corazón y siempre inspirado en el anhelo de obrar tan lealmente como yo, siendo perro."**

# INDICE

Pág.

- OBJETIVO. I
- INTRODUCCION. III

## CAPITULO I IMPORTANCIA QUE TIENE EL ACTO QUIRURGICO

- A) Fines del acto quirúrgico 5
- B) Principios básicos en cirugía 10
  - a) Asepsia 10
  - b) Anestesia 13
  - c) Manipulación de tejidos 13
  - d) Hemostasis 24

## CAPITULO II HERIDAS.

- A) Definición 28
- B) Clasificación de las heridas 29
  - a) Abrasión 31
  - b) Incisión 31
  - c) Desgarrante 31
  - d) Punzante 31

C) Valoración de las heridas abiertas	32
a) Limpias	33
b) Limpias contaminadas	33
c) Contaminadas	34
d) Sucias e infectadas	34
D) Tipos de cierre de heridas	35
E) Complicaciones en el cierre de heridas	35
a) Infecciones postoperatoria	36
b) Ruptura de heridas	36

### **CAPITULO III CICATRIZACION E INFLAMACION.**

A) Cronología de eventos en la cicatrización	40
B) Cicatrización de primera y segunda intención	43
C) Cicatrización por tercera intención	55
D) Factores que desencadenan la cicatrización	56
E) Mecanismos de reparación	58
F) Regulación del crecimiento y ciclo celular	60
a) Hormonas estimulantes y factores de crecimiento	62
b) Factores inhibitorios (calonas)	64
c) Interacciones célula-célula y célula-matriz extracelular	66
d) Posibles factores de crecimiento en la cicatrización de heridas	68
1) Factor de crecimiento epidérmico (FCE)	69
2) Factor de crecimiento derivado de plaquetas (FCDP)	69

3) Factor de crecimiento de fibroblastocitos (FCF)	69
4) Factor de crecimiento derivado de macrófagocitos (FCDM)	70
5) Presencia de fibrina	70
G) Desarrollo del proceso de cicatrización	71
a) Actividad celular durante la inflamación	75
b) Neoformación vascular	80
c) Proliferación del tejido conjuntivo hasta la formación de una cicatriz	81
H) Factores que influyen en la respuesta inflamatoria y de reparación	85
a) Factores locales (intrínsecos y extrínsecos)	86
1) Forma y amplitud de la lesión	86
2) Grado de contaminación	86
3) Irritación del tejido	86
4) Grado de irrigación sanguínea	87
5) Incremento de la temperatura	91
6) Luz ultravioleta	92
7) Otros factores	92
b) Factores generales (intrínsecos y extrínsecos)	93
1) Edad	93
2) Estado nutricional	93
3) Trastornos hematológicos	95
4) Problemas metabólicos	96
5) Tipos de sutura y cuerpos extraños	98

6) Tipos de tejido	98
7) Corticoesteroides	99
l) Cicatrización patológicas	102
a) Hipertróficas	102
b) Queloides	103

#### **CAPITULO IV SUTURAS**

A) Materiales absorbibles	105
a) Materiales naturales absorbibles	106
1) Catgut	106
2) Materiales de colágena	109
b) Materiales sintéticos absorbibles	110
1) Acido poliglicólico [ Dexón, PGA, (Davis Geck) ]	110
2) Poliglactina 910 [ Vicryl, (Ethicon) ]	111
3) Polidioxanona [ PDS, (Ethicon) ]	112
B) Materiales no absorbibles	113
a) Materiales no absorbibles naturales	114
1) Seda quirúrgica [ Perma-Hand, (Ethicon) ]	115
2) Algodón quirúrgico	116
3) Lino	117
4) Acero inoxidable quirúrgico [ Steel, (Ethicon) ]	118
5) Grapas de metal y clips	120
b) Materiales no absorbibles sintéticos	121
1) Nylon [ Ethilon, (Ethicon) ]	121
2) Fibra de pollester [ Mersilene, (Ethicon) ]	122

3) Polipropileno [ Prolena, (Ethicon)] y Polietileno [ Tycrón, (Ethicon) ]	123
4) Coprolactum polimerizado	124
5) Materiales adhesivos	124
6) Mallas quirúrgicas	126
7) Cintas	126

## **CAPITULO V AGUJAS QUIRURGICAS**

A) Características generales de las agujas quirúrgicas	128
B) Diseño de las agujas quirúrgicas	130
a) ojo	130
b) Cuerpo	132
c) Punta	137
d) Punta cortante	137
e) Punta cortante convencional	138
f) Punta cortante invertida [ Micro-point, (Ethicon) ]	139
g) Agujas espátula [ Micro-point, (Ethicon) ]	139
h) Agujas de punta cónica no cortante (ahusadas)	140
i) Agujas de punta roma	141

<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>143</b>
---------------------	------------

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Integrar en este trabajo la información existente acerca de los procesos que intervienen en el daño y reparación de los tejidos durante el acto quirúrgico.

### **PARTICULARES**

- Dar a conocer al futuro cirujano los conocimientos mínimos necesarios para la reconstrucción de los diferentes tejidos incididos en un abordaje quirúrgico.
- Brindar al estudiante mediante este trabajo el apoyo referente a los procesos de daño y reparación tisular, en las asignaturas de Técnica Quirúrgica y Terapéutica Quirúrgica.

- Dar a conocer los diferentes materiales utilizables para suturar en la cirugía practicada en Medicina Veterinaria, así como sus usos y características.
- Dar a conocer los materiales utilizables para suturar en la cirugía practicada en Medicina Humana, que se pueden aplicar a Medicina Veterinaria.
- Proporcionar información adecuada para el personal que tenga alguna relación con el cuidado y el manejo de heridas traumáticas o quirúrgicas, de modo que se facilite el suministro, preparación o empleo de materiales sutura o dispositivos mecánicos en los tejidos del paciente.

## INTRODUCCION

Tradicionalmente la enseñanza de la cirugía ha estado dividida en dos etapas: Una de información y demostración teórico-práctica, cuya finalidad es ambientar y habilitar a los alumnos dentro de este campo, que abarca todos los principios básicos de la misma, como son asepsia, antisepsia, desinfección, anestesia, corte, hemostasia y sutura (reparación de tejidos en el acto quirúrgico) y una segunda etapa donde se aplican los principios adquiridos a los problemas de resolución quirúrgica (3, 4).

Anteriormente prevalecía el criterio de que el valor de los pacientes de especies mayores o medianas no justificaba los gastos de una intervención quirúrgica, debido al costo que representaba tanto el material utilizado como la mano de obra especializada del cirujano (2).

El primer relato comprensible sobre enfermedades de los animales apareció en 1817; su autor, Baline, confiaba más en las medicaciones que en la cirugía, pero describió el drenaje del hematoma auricular, la aspiración de líquidos ascíticos y pleurales, la reducción de fracturas y otros problemas óseos, resoluciones genitales y urinarias y heridas por mordeduras de otros animales (60).

Entre los primeros especialistas en cirugía de animales de compañía, se encuentra F.T.G. Hobday, quien escribió el primer texto amplio sobre problemas que requieren correcciones quirúrgicas de perros y gatos. El libro incluye detalles de complejos procedimientos quirúrgicos, como resoluciones de problemas oftalmológicos, odontológicos, urinarios, ortopédicos y enfermedades torácicas (60).

Es de suma importancia conocer los diferentes procesos que intervienen en un abordaje quirúrgico, entre los cuales se contemplan los diferentes tejidos incididos y su reparación (23).

Por lo mencionado anteriormente y por la importancia que tienen otros elementos, tales como la reconstrucción de planos quirúrgicos, el conocimiento de la cicatrización y todos aquellos de los que dependa el éxito de una cirugía, hemos determinado que el alumno y el profesionalista tengan un panorama amplio de

los conocimientos básicos quirúrgicos para poder desarrollarse en el área de la cirugía Veterinaria (14, 37).

Para abordar el tema de reconstrucción de tejidos en un abordaje quirúrgico es necesario tener conocimientos de los diferentes planos anatómicos (estratigrafía), así como sus diferentes medios de reconstrucción (24).

La integridad de los tejidos puede resultar afectada por los intentos de exploración o extirpación de partes enfermas o durante la reparación de lesiones traumáticas. De inmediato, los mecanismos de defensa de los tejidos corporales sanos entran en funciones, para restaurar la continuidad y la resistencia de la tracción provocada por el proceso quirúrgico (23).

Los tejidos seccionados deben ser mantenidos en posición hasta que la cicatrización haya conferido a la herida fuerza suficiente para soportar el estrés sin sostén mecánico. Es posible aproximar a los tejidos con la finalidad de obtener una adecuada regeneración con suturas, grapas, clips, o cintas adhesiva (23).

Existen factores que pueden modificar la adecuada regeneración de un tejido, entre los cuales tenemos:

- Tipos de tejidos intervenidos
- Edad y peso del paciente
- Estado nutricional
- Cantidad de tejido muerto o desvitalizado
- Riego sanguíneo
- Localización, longitud y profundidad de la incisión
- Tipo de herida (limpias, contaminadas, sucias, infectadas, etc).
- Tipos de cierre de las heridas (técnica).
- Tipo de material utilizado para el cierre (sutura) (23).

La elección de materiales de sutura para el cierre de heridas y las técnicas para su uso se basan en la preferencia personal; después de las características del material de sutura, dicha elección y técnicas empleadas para su aplicación son resultado de la experiencia personal adquirida dentro de la cirugía a través del tiempo, estos son factores de primer orden en la restauración de la continuidad y la resistencia de los tejidos lesionados en el proceso biológico de cicatrización de la herida (11, 23).

Una sutura es el material empleado del que se vale el cirujano para ligar vasos sanguíneos y aproximar o unir los

tejidos incididos al practicar una intervención quirúrgica y así favorecer la cicatrización (2, 23).

Suturar equivale al acto de coser o aproximar quirúrgicamente los tejidos y mantenerlos en posición hasta que ha tenido lugar su curación (23).

La primera descripción escrita de suturas empleadas en procedimientos quirúrgicos, es la registrada en el papiro Edwin Smith, que es el documento más antiguo que se conoce sobre la cirugía. Esta obra de la literatura egipcia, está fechada hacia el siglo XVI A.C. Además hay escritos médicos fechados veinte siglos A.C. que contienen referencias al uso de cuerdas y tendones para ligar y suturar (23).

Se atribuye a Rhazes, médico árabe, hacia el año 900 D.C., el haber empleado por primera vez el Kitgut para suturar heridas abdominales. La raíz arábiga "kit" se refiere al violín de un maestro de baile. En aquel entonces, las cuerdas de instrumentos musicales como violines se elaboraban a base de intestino de oveja, y se ha supuesto que Rhazes las usaba para suturar. El término anglosajón "catgut", (tripa de gato) ha evolucionado desde su origen como "Kitgut", se empleó durante muchos años para hacer referencia al material de sutura elaborado a partir de intestino de ovinos o bovinos. Sin

embargo, ha sido reemplazado por el de "sutura quirúrgica", más preciso (ver más adelante) (23).

Las suturas cayeron en desuso durante las épocas oscuras de la Edad Media, donde todo lo relacionado a la religión era aceptado y lo relacionado a las ciencias científicas se relacionaba a lo oculto y diabólico; por lo cual tenían que usar como agentes hemostáticos aceite o trementina hirviendo, plomo fundido, azufre y hierro candente (36).

Son muy diversos los materiales que se han empleado para ligaduras y suturas a lo largo de los siglos: alambre de oro, plata y tantalio; seda, lino, algodón, cerda de caballo y tendones y tejidos intestinales de diversos animales, por mencionar algunos ejemplos. Estos y otros materiales han sido sometidos a tratamientos diversos, con el fin de producir los materiales de sutura que favorezcan al máximo el cierre de las heridas (23).

Existen muchos tipos distintos de materiales de sutura para cirugía veterinaria. Algunos se han dado a conocer sólo recientemente, mientras que otros se han venido usando durante siglos. La elección del material de suturas se ha decidido demasiado a menudo por la experiencia, entrenamiento y preferencia del cirujano, más que por razones de orden científico. La elección de la sutura se debe realizar

más bien teniendo en cuenta el conocimiento de las propiedades físicas y biológicas de los materiales, una evaluación específica de las condiciones locales de la herida, y la consideración del nivel de recuperación de las heridas en los distintos tejidos (60).

Si hubiera un material de sutura ideal, el cirujano sólo tendría que elegir la medida apropiada. Aunque dicho material no existe, muchos de los materiales que se pueden conseguir en el mercado poseen excelentes propiedades. De forma ideal, este material debe mantener una resistencia a la tracción, adecuada hasta que se haya cumplido su propósito; no ha de ser electrofórico, capilar, alergénico ni carcinógeno; debe resultar cómodo para el uso del cirujano, tener seguridad de anudamiento, estimular una reacción mínima de los tejidos, ser absorbible en un grado fiable hasta que la curación se halle avanzada o encapsularse sin complicaciones posoperatorias y por último, ser económico, fácil de obtener y debe ser esterizable sin alteración. Además no debe ser corrosivo ni tóxico ni crear una situación favorable para el crecimiento de las bacterias (60).

De acuerdo a lo anterior y debido a que continuamente se dan a conocer nuevos materiales y métodos que ayuden a la cicatrización de las heridas, tanto en el área quirúrgica como en

la clínica profesional, es nuestro interés mostrar en este trabajo la importancia que tiene el conocer los diferentes factores que intervienen en los procesos del daño y reparación de los tejidos.

Como se mencionó anteriormente, es de suma importancia que el Médico Veterinario Zootecnista, en su desarrollo clínico y quirúrgico, conozca las diferentes alternativas mediante las cuales puede corregir los procesos morbosos que pongan en peligro la salud de sus pacientes.

Dado que la cirugía juega un papel importante en el tratamiento de las diferentes enfermedades, debemos considerar los factores que intervienen en ella. Por ello debemos conocer las siguientes definiciones:

**Terapéutica Quirúrgica.-** Parte de la disciplina médica que estudia los procedimientos manuales e instrumentales mediante los cuales los tejidos vivos son incididos y reconstruidos según un plan preconcebido, con fines económicos, estéticos y que lleven al paciente a un equilibrio con su medio ambiente principalmente (2).

**Cirugía.-** Es la rama de la Terapéutica que se ocupa del tratamiento de la lesión y la enfermedad por medio de procedimientos operatorios que requiere de quienes las practican, no sólo un conocimiento de las enfermedades y su

diagnóstico, sino también habilidades técnicas específicas para el tratamiento operatorio de la enfermedad (60).

Existen gran cantidad de problemas médicos que requieren resoluciones quirúrgicas, entre los cuales tenemos:

a) Trastornos Gastrointestinales: (9, 22).

- Neoplasias orales benignas
- Neoplasias orales malignas
- Cuerpos extraños en esófago cervical o torácico
- Estenosis esofágica
- Dilatación - torsión gástrica
- Obstrucción del intestino delgado
- Invaginación intestinal
- Perforación intestinal
- Prolapso rectal
- Neoplasia perianal
- Absceso de los sacos anales
- Fístula perianal

b) Trastornos Respiratorios: (9)

- Obstrucción de vías respiratorias
- Traumatismo torácico

- Alteraciones de la pared torácica
- Alteración del espacio pleural

c) Trastornos Cardiovasculares: (9).

- Conducto arterioso persistente
- Estenosis pulmonar
- Estenosis aórtica
- Defecto del tabique ventricular
- Tetralogía de Fallot

d) Trastornos Urinarios:(9, 16).

- Obstrucción uretral canina y felina
- Incontinencia urinaria neurógena y no neurógena
- Hematuria
- Infección en vías urinarias (tumores vesicales, cálculos renales)

e) Trastornos Sistema Reproductor: (9).

- Infertilidad en perras cíclicas y acíclicas
- Infertilidad en el perro

- Distocia en perras
- Prolapso vaginal
- Piometra
- Enfermedad prostática

f) Trastornos Neurológicos: (9).

- Localización de lesiones medulares
- Enfermedad discal cervical
- Lesiones de nervios periféricos

g) Trastornos Oftalmológicos: (9, 16).

- Protrusión ocular
- Opacidad ocular
- Queratitis ulcerosa
- Descarga ocular purulenta crónica
- Enucleación de globo ocular por traumatismo

h) Trastornos tegumentarios: (9).

- Heridas agudas y crónicas que afectan el espesor de la piel

- Reconstrucción de heridas
- Quemaduras
- Tumores cutáneos

**i) Traumatismos: (9, 16).**

- Fracturas
- Heridas por armas de fuego.
- Contusiones

**j) Otros (misceláneos): (9, 16).**

- Amputación cosmética del pabellón de la oreja
- Caudectomía cosmética
- Amputación de dedo accesorio.
- Enfermedad del oído medio
- Enfermedad de los dientes

## **CAPITULO I**

### **IMPORTANCIA QUE TIENE EL ACTO QUIRURGICO**

Desde los inicios de la cultura humana, el arte de saber remediar la enfermedad fue una de las principales inquietudes que aquejaron al hombre; ya entonces en remotos tiempos y latitudes la medicina no fue considerada al principio una ciencia, ya que quien la ejercía requería de una habilidad manual incomparable; el poder curar haciendo uso de las propias manos o de instrumentos manejados por ellas, es uno de los principios fundamentales de la medicina hasta nuestros días, y hoy en día la parte de ésta que denominamos "cirugía" se ve enriquecida con los fundamentos primordiales de toda una ciencia y los avances del hombre logrados a través de los siglos (44).

La cirugía del griego "cheirurgia", (trabajar con las manos), de "cheir" (mano), se puede definir como la rama de la medicina que tiene por objeto curar, aliviar o diagnosticar una enfermedad por medio de intervenciones manuales (44).

Así mismo es uno de los pilares básicos de la medicina aplicada al hombre, teniendo también importante papel en la medicina aplicada a los animales (44).

Es bien sabido que la enseñanza y la práctica de la cirugía en animales estuvo por mucho tiempo abandonada, en tanto que la medicina humana progresaba a pasos agigantados gracias a la enseñanza experimental empleando animales, sobre todo perros (44).

El criterio que prevalecía era que el valor de los animales de especies mayores o medianas no justificaba los gastos de una intervención quirúrgica; muchos profesionales de la época apoyaban ese criterio, por no estar bien preparados para ejecutar intervenciones que podían haber salvado la vida o la función de estos animales, los cuales eran sacrificados o enviados a los mataderos públicos (44).

La Medicina Veterinaria adquiere cada día mayor importancia, por el enorme crecimiento del índice demográfico.

en todo el mundo. Este fenómeno, que reviste proporciones alarmantes, requiere del aumento constante del número de animales que el hombre puede aprovechar para su alimentación y correcta nutrición (44).

Por lo tanto, las técnicas para la conservación, reproducción, mejoramiento y mayor producción de las especies animales útiles al hombre, comestibles o no, requieren un desarrollo dentro del campo de la investigación científica y experimental, así como práctico, didáctico y pedagógico que abarque los conocimientos sobre las materias que contribuyen a estos propósitos (44).

Sin embargo en la Medicina Veterinaria, el objetivo principal consiste en la curación de los animales, aunque en ocasiones redunde en beneficio de nuestros semejantes. (62)

El rápido progreso que ha experimentado la Medicina en los últimos 20 años ha conducido también a un avance espectacular de la Cirugía Veterinaria. Este desarrollo ha perfeccionado no sólo los métodos de diagnóstico, sino muy especialmente la terapéutica de las enfermedades quirúrgicas de los animales domésticos grandes y pequeños, y ha descubierto nuevas posibilidades para la práctica y la clínica. El perfeccionamiento de las técnicas de anestesia, gracias al

empleo de neurolépticos, y la utilización de métodos especiales de narcosis por intubación, han proporcionado mejores condiciones para llevar a cabo el tratamiento y la exploración diagnóstica, así como para realizar importantes operaciones, particularmente en la cavidad torácica. El radiodiagnóstico ha contribuido también en gran medida al progreso de la cirugía (12).

Gran parte de este progreso se debe al avance simultáneo de la cirugía con otras ramas afines como son la farmacología, fisiología, patología y otras; así como la innovación del moderno instrumental quirúrgico de precisión (62).

Tanto en la práctica profesional con fines de enseñanza se ha sentido en los últimos años la necesidad, cada vez más imperiosa, de disponer de un tratado de cirugía especial veterinaria que describiera los cuadros clínicos de las enfermedades quirúrgicas, teniendo en cuenta la importancia económica del individuo, de acuerdo con los criterios actuales, y que abarcara todas las especies domésticas (12).

Este hecho causa dificultad no solo al estudiante, que tiene que adquirir un formidable aumento de conocimientos,

sino también al cirujano veterinario en ejercicio que trata de estar al corriente de los avances actuales de la cirugía (19).

### **A) Fines del acto quirúrgico**

a) Curativo.- Tratamiento de un animal para llevarlo a un estado de salud. (44)

Ejemplos:

1) Procesos traumáticos (reducción de fracturas a causa de golpes, atropellamientos, caza, mordeduras, accidentes) (2, 19, 47).

2) Procesos patológicos en diversos órganos, que nos llevan a tomar procedimientos quirúrgicos en los diferentes órganos afectados siendo el caso de cirugías oftálmicas para la resolución de procesos como es el entropión, ectropión, extracción de glándula nictitante, protrusión ocular, enucleación (10, 15, 21, 31, 47, 64).

3) Alteraciones en aparato digestivo donde se lleva a cabo una extracción de dientes causada por fistulizaciones, así como gastrotomías, enterotomías, resecciones intestinales, éstas a causa de neoplasias, estenosis, invaginaciones,

obstrucciones por cuerpos extraños, etc. (10, 15, 21, 31, 47, 64).

4) Trastornos respiratorios que requieren de procedimientos quirúrgicos como son los traumatismos torácicos, obstrucciones de las vías respiratorias, alteraciones de la pleura etc.; justificándose así la toracotomía y lobectomía (10, 15, 21, 31, 47, 64).

5) Alteraciones del aparato urinario donde se presentan problemas de obstrucción a nivel renal, vesical, uretral por cálculos, por lo que la cistotomía, nefrotomía y nefrectomía son los procedimientos quirúrgicos realizados en este sistema (10, 15, 21, 31, 47, 64).

6) Cirugías en órganos de la reproducción, siendo en hembras la práctica de ovario histerectomía por causa de piometras, neoplasias o simple esterilización, así como operaciones cesáreas y de glándula mamaria, en machos la orquiectomía a causa de neoplasias, hernias escrotales, torsiones del cordón espermático, problemas de conducta y vasectomía (9, 31, 49).

7) En lesiones neurológicas en médula espinal y nervios periféricos, se llegan a realizar neurocirugías como es la

neurectomía y fenestración de discos intervertebrales (10, 15, 21, 31, 47, 64).

b) Paliativo.- Tratamiento para aliviar temporalmente un paciente (44).

Ejemplos:

1) Es el caso de enfermedades como el tumor venéreo transmisible, presentación de papilomas, resección de la cabeza del fémur, artrosíntesis etc.

c) Diagnóstico.- Utilizado para determinar el estado de salud o enfermedad de un paciente, ejemplo: laparotomía exploratoria (31, 44).

d) Zootécnico.- Utilizado para facilitar o mejorar la producción zootécnica del animal, ejemplo orquiectomía en bovinos, equinos y porcinos, o resección de cuernos en bovinos (44).

e) Estético.- De amplio uso en razas caninas la cirugía de este tipo, sirve para corregir los defectos de orden estéticos de los animales, así como para modificar su aspecto en función con las características de su raza (2, 47, 58, 62).

Estrictamente hablando, estas operaciones no son indispensables, sino que son capricho del propietario del animal o por características del estándar, ejemplo: amputación del pabellón de la oreja y amputación de la extremidad caudal, amputación estética de dedos suplementarios en cánidos (2, 44, 47).

f) Experimental .- En el campo de la investigación científica, el animal sirve de modelo experimental. Muy numerosos experimentos en fisiología, farmacología, inmunología, investigación anticancerosa etc, requieren de un condicionamiento quirúrgico del animal de experimentación.

Así la elaboración de técnicas quirúrgicas que serán aplicadas sobre el hombre, son el objeto de un estudio técnico y biológico sobre el animal en Cirugía Experimental (58, 62).

La cirugía experimental también es un importante pilar en el desarrollo de nuevas técnicas e instrumentos quirúrgicos (44).

La preparación de todo cirujano debe incluir el conocimiento perfecto de los principios de la medicina, su juiciosa aplicación y la destreza manual. La técnica quirúrgica ha de escogerse no sólo por su corrección mecánica, sino también por que sea biológicamente correcta, tomando siempre

en cuenta las alteraciones y reacciones postoperatorias de los tejidos (44).

Las técnicas de cirugía son un arte y un talento pero pueden ser aprendidas y desarrolladas, hay varios factores que son necesarios para llevar a cabo la realización de una intervención quirúrgica:

**Primero:** la actitud del estudiante o cirujano neófito. El debe querer aprender y mejorarse. Durante cada operación se debe preguntar cómo podría hacerlo mejor (44).

**Segundo:** la técnica aséptica, es el más importante de todos los principios (que posteriormente se mencionarán) de una buena cirugía. Es posible hacer una cirugía sin asepsia, pero para cirugía crítica, cuando el triunfo de la cirugía y la vida del paciente están en juego, la asepsia es absolutamente esencial (44).

**Tercero:** el conocimiento pleno de la anatomía y la disección cuidadosa. Es muy importante que el cirujano sepa dónde y exactamente que va a cortar, ligar o suturar (44).

**Cuarto:** la atención al detalle. Muchas pequeñas cosas son importantes y el cirujano debe estar alerta y tratar los tejidos cuidadosamente (44).

**Quinto:** el uso de buenos instrumentos. En general es posible hacer mejor cirugía con instrumental limpio y bien afilado (44).

## **B) Principios básicos en cirugía**

Es importante mencionar y definir los cinco principios básicos de la cirugía, de los cuales depende el éxito de toda intervención quirúrgica: Asepsia, anestesia, hemostasia, manipulación delicada de los tejidos, y reconstrucción (suturas), nota estas últimas serán tratadas en mayor detalle más adelante en este trabajo (44).

### **a) Asepsia.**

Es el conjunto de procedimientos que se emplean para evitar infecciones dentro de los tejidos durante las intervenciones quirúrgicas (2).

Al hablar de este rubro debemos considerar algunos de los procedimientos y conceptos que a través de los tiempos se han ido perfeccionando para obtener los resultados que se pretenden; dentro de estos procedimientos y conceptos tenemos:

1) **Antiséptico**.- Sustancia que detiene el crecimiento de los microorganismos, ya sea por inhibición de su actividad o por destrucción de los mismos. El término se usa para preparados aplicados sobre los tejidos vivos, como son manos del cirujano y ayudantes, piel y mucosas de los pacientes (2, 48).

2) **Antiseptia**.- Aplicación tópica de sustancias químicas en la superficie corporal para destruir o inhibir los microorganismos patógenos (48).

3) **Asepsia quirúrgica**.- Consiste en evitar el acceso de microorganismos a una herida operatoria; se logra por medios encaminados a destruir bacterias o bien eliminarlas de todos los objetos que entran en contacto con la herida (56).

4) **Desinfectante**.- Agente que libera de la infección; usualmente un agente químico que destruye gérmenes y microorganismos patógenos o inactiva a los virus, más

comúnmente utilizado para matar formas vegetativas, pero no necesariamente a las esporas resistentes (48).

5) **Desinfección.**- Es la muerte de agentes patógenos por medios físicos o químicos, aplicados directamente sobre objetos inanimados (48).

6) **Esterilización.**- Por definición, consiste en librar un objeto, superficie o medio de cualquier microorganismo contaminante, ya sea en estado vegetativo o esporulado; el procedimiento es aplicado a objetos inanimados, así como en la preparación del material quirúrgico (2, 6, 30).

Existe la esterilización por agentes físicos como es por medio de calor húmedo: (pasteurización, ebullición, vapor con presión); calor seco: (flameado, incineración, aire caliente); filtración: (bujías, láminas de asbesto); radiaciones no ionizantes: (rayos ultravioleta, rayos infrarrojos); radiaciones ionizantes: (rayos gamma, rayos x) (2, 6, 30).

También tenemos la esterilización por agentes químicos, dentro de los cuales tenemos soluciones (alcoholes, aldehídos, colorantes, halógenos, sales metálicas, fenoles, agentes tensoactivos) y gases (óxido de etileno, formaldehído, betapropiolactona) (2, 6, 30).

## **b) Anestesia**

Aunque el término anestesia significa sin sensación, la finalidad de la anestesia general es deprimir el sistema nervioso central, ocasionando pérdida de la movilidad, sensibilidad y conciencia del animal de manera reversible, tal como lo cita la ley de la parálisis descendente de Jackson, en donde las funciones más especializadas (corticales) son primeramente deprimidas hasta llegar a las más primitivas (bulbares), siendo la recuperación en sentido inverso (57).

## **c) Manipulación de tejidos**

La manipulación delicada de los tejidos constituye otro de los principios básicos de la cirugía moderna, comprende todos los procedimientos que tienden a evitarles traumatismos innecesarios durante el acto quirúrgico y a preservarlos de la deshidratación (2, 37).

Es necesario conocer la importancia de este aspecto ya que de ello dependerá una adecuada cicatrización, y evolución del paciente. Se debe evitar la formación de un exceso de tejido necrosado, edema que debilita el organismo, ya que retardan

la cicatrización y favorecerían una infección bacteriana de las heridas (30).

El manejo de los tejidos debe efectuarse con suavidad, minimizándolo en lo posible durante toda la operación. Se debe ejercer cuidado al colocar los retractores manuales, a fin de no ejercer presión innecesaria sobre los tejidos. La presión y tensión excesiva dificultan la circulación sanguínea, vuelven más lento el flujo linfático, alteran el estado fisiológico local de la herida y predisponen a la colonización microbiana. El disminuir el traumatismo tisular al mínimo facilita el cierre de la herida por parte del organismo (23).

La aproximación de los tejidos en la forma menos traumática posible y con precisión, conlleva a la oportunidad de que cierre la herida y minimiza la posibilidad de su ruptura o dehiscencia (23).

Entre los conceptos básicos de la manipulación delicada de tejidos está el evitar su deshidratación por sangrado mediante el uso de compresas para absorción en los diferentes planos incididos o al exponer los órganos (2).

Por otra parte, la deshidratación tisular por contacto con el ambiente externo, (pérdida de electrolitos) se evita protegiendo los tejidos con compresas impregnadas en solución salina isotónica tibia; esta medida de protección no sólo evita la deshidratación, sino que favorece la nutrición de las células, de manera que el paciente quirúrgico estará más seguro en lo que respecta al restablecimiento de las secciones tisulares y la correcta cicatrización (2, 23).

Por lo tanto, ha de evitarse el empleo de compresas de esponjar secas en las heridas quirúrgicas, ya que producen irritación en la zona y favorecen la deshidratación de la misma, a causa de que tocan varias veces los tejidos (2).

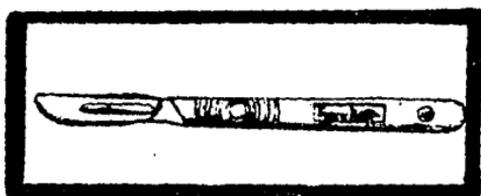
Ya de por sí el acto quirúrgico implica un problema para la integridad de las células al romperse su equilibrio fisiológico (tisular); esta situación nos obliga a no empeorar las cosas provocando traumatismos innecesarios (2).

Fue Halsted el cirujano que con mayor insistencia hizo notar la importancia que tiene al tratar con delicadeza y sin brusquedad las estructuras anatómicas con las que el cirujano trabaja; este autor demostró que la cicatrización y la evolución del postoperatorio solía ser inmensamente más favorable cuando se evitaba los traumatismos innecesarios (2).

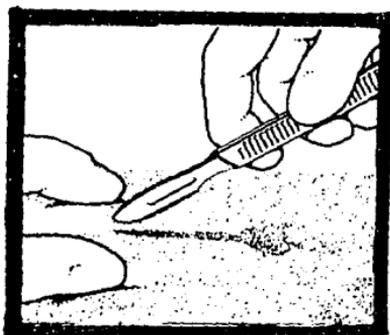
Por lo tanto cualquier precaución que se tome en una intervención quirúrgica será en beneficio de la buena evolución postoperatoria, sobre todo para proteger el proceso de cicatrización. Se recomienda colocar separadores manuales o fijos sólo cuando sea absolutamente indispensables, de acuerdo con la técnica quirúrgica que se aplique, tratando de no abusar de su empleo ni de la presión que estos ejerzan sobre los tejidos (2).

Para realizar una adecuada manipulación de tejidos se requiere de un conocimiento indispensable del instrumental utilizado durante la intervención quirúrgica, así como su manejo en los diferentes tejidos que se abordan; por tal motivo revisaremos algunos de los instrumentales básicos utilizados en cirugía:

- 1) **Elsturies.** El cual debe ser usado de tal manera que produzca el menor trauma en los tejidos. (36, 59)

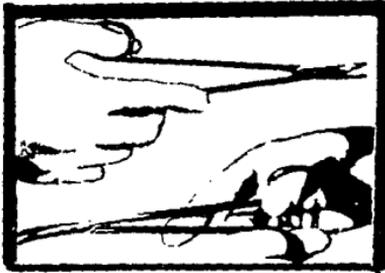


(\*)

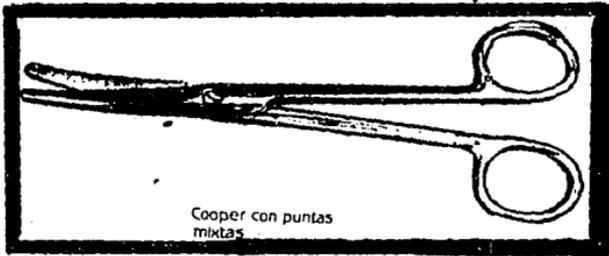


(\*)

2) Tijeras. Un correcto uso de las mismas disminuye el traumatismo originado por su forma de corte. Las tijeras quirúrgicas son de diversos tamaños y formas, como las de Cooper, Mayo, Metzenbaum y Littahuer (16, 36, 59).



(\*)



Cooper con puntas mixtas

(\*)

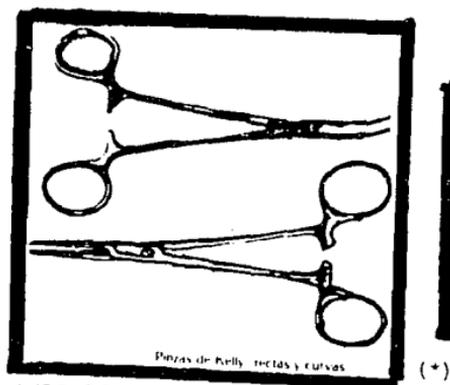
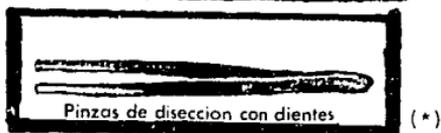
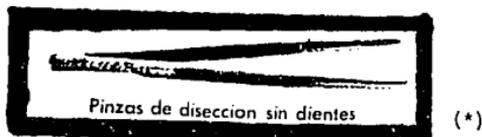


Mayo, específica para disección de tejidos

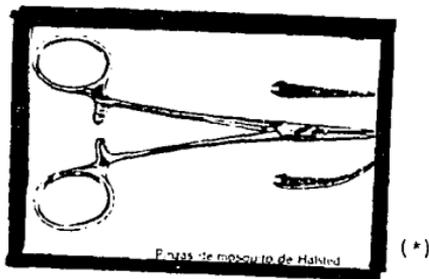
(\*)

3) **Pinzas (de disección).** Existen con dientes, las cuales deben ser usadas con discreción y solo para piel y tejidos más densos o resistentes, y las pinzas planas, que están recomendadas para manejar planos tisulares o vísceras, incluyendo vasos sanguíneos (36, 59).

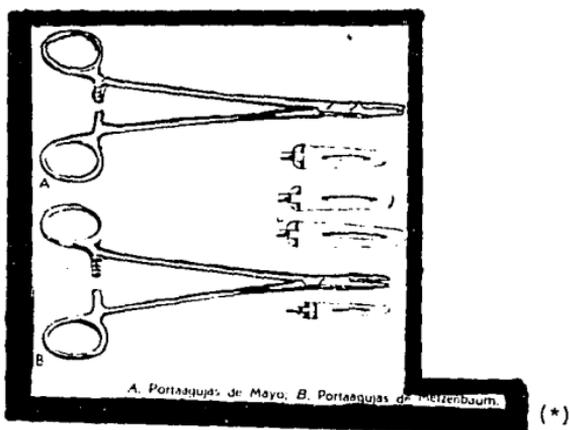
Las pinzas hemostáticas son de diversas formas y tamaños, ejemplos son las pinzas de Kelly, Hartman y Halsted (16, 59).



\* (33, 36).



4) **Portaagujas.** Este instrumento es útil para el cierre de los diferentes planos anatómicos incididos en combinación con algún tipo de aguja. Existen algunos instrumentos de tipo especial ej. (porta agujas de Castroviejo) utilizados en cirugía vascular, microcirugía, incluyendo el de Hegar, Crile, Mathiew, Kalt, etc.



\* (33, 36).

5) **Agujas quirúrgicas.** El cuerpo de las agujas varia en cuanto calibre, longitud, y filo de la punta. Pueden ser redondas, ovales, planas, angulares o estriadas. La forma puede ser recta o curva, todas las características se consideran para facilitar la sutura de planos profundos o superficiales. Este tema se trata con más detalle al final del presente trabajo (36, 59).

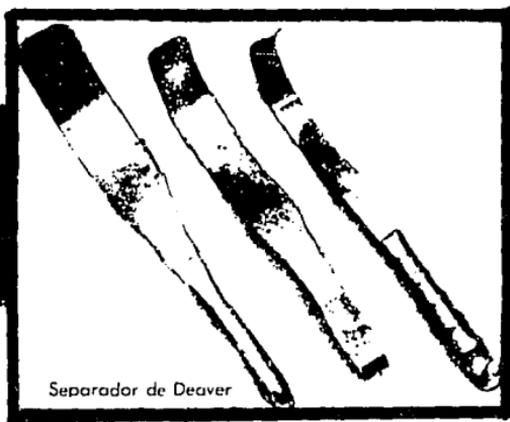


(\*)

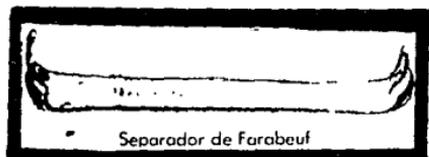
6) **Separadores.** Son empleados para facilitar la exposición del campo quirúrgico con el mínimo trauma posible y tenemos los separadores de Gelpi, Mastoideo, Wietlaner, Senn, Devan, Farabeuf, etc (16, 36, 59).



(\*)



(\*)



(\*)

Para que los tejidos sufran el menor traumatismo posible al ser incididos y la cicatrización sea favorable conviene cumplir con las siguientes normas:

- Todas las incisiones, tanto en la piel como en tejidos profundos, han de hacerse en sentido perpendicular al plano de corte.

- Se incide estrictamente lo necesario, sin lesionar órganos o tejidos que no estén incluidos en el plan de intervención.

- Las incisiones pueden hacerse rectas, curvas y circulares; dentro de las rectas se incluyen las incisiones en ángulo.

- Según las diferentes regiones en donde se va a operar, se sigue un orden para efectuar las incisiones, que deben ser de adelante hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha, tratando de evitar posiciones forzadas para la mano del cirujano.

- Las incisiones han de hacerse en un sólo tiempo, es decir, el bisturí no se separa desde el momento en que se empieza hasta que se termina; si no es suficiente con el primer corte, se puede repasar la incisión en toda su longitud.

- Para que los planos profundos queden incididos en la misma extensión y dirección que los superficiales, el bisturí no ha de desviarse hacia los lados de la región operatoria, para no ocasionar separaciones inútiles en los tejidos profundos, que dificultarían la cicatrización y favorecerían la infección.

- Es necesario fijar los planos para incidir, a fin de evitar desplazamientos que puedan mortificar los tejidos.

En la inmensa mayoría de las intervenciones quirúrgicas es indispensable separar los tejidos incididos para observar mejor los planos inferiores o profundos y poder manipular con más libertad y cuidado los órganos contenidos en las cavidades (utilización de separador quirúrgico) (2).

#### **d) Hemostasis**

La hemostasis o hemostasia, como algunos autores también la llaman, es otro principio básico de la cirugía, que podemos definir como el conjunto de procedimientos que tiende a evitar la extravasación sanguínea, o sea, la hemorragia. (2, 59)

La hemostasia no sólo sirve para evitar hemorragias, sino también para disponer de un campo operatorio tan incruento como para llevar una disección precisa. (23, 59)

Son diversos los métodos mecánicos, térmicos y químicos que se emplean para lograr la hemostasia los cuales son:

#### **a) Compresión**

La compresión consiste en hacer presión con una compresa de absorción doblada, sobre las superficies capilares sangrantes en donde se produce la llamada hemorragia en capa o en sábana, como el tejido celular subcutáneo (2, 59).

#### **b) Pinzamiento**

El pinzamiento consiste en tomar con la punta de una pinza hemostática del vaso sangrante y presionarlo hasta que se efectúe la hemostasis (2).

### **c) Ligadura**

Este procedimiento se emplea en vasos sanguíneos de calibre mediano y grueso y consiste en pinzar el vaso, después de lo cual se pone por debajo de la punta de la pinza una ligadura de material absorbible o no absorbible, según el caso. Cuando se aplican ligaduras o se rematan puntos de sutura, si los nudos no se hacen correctamente, se pone en peligro la vida del paciente que ha sido puesta en manos del cirujano, con toda la confianza de su propietario (2, 59).

Hay dos formas de ligadura: simple y de transfixión. La primera consiste en anudar el vaso y aplicar un doble nudo de cirujano, la ligadura de transfixión se aplica atravesando la serosa del vaso, la parte central del vaso o el tejido circundante y adherente al vaso, según el calibre del vaso por transfixar. Una vez logrado, se anuda como en el caso anterior (16).

### **d) Fulguración**

La fulguración es el procedimiento que se utiliza para cerrar la luz de un vaso mediante una chispa eléctrica, una vez que se ha pinzado. De esta manera se forma una escara en el tejido que queda entre las ramas de la pinza (2).

### **e) Cauterización**

La cauterización se hace con las hojas especiales del electrocauterio, o las de algún otro tipo de cauterio, que se ponen en estado candente por medio de una llama de alcohol o de gas. No ha de emplearse en tejidos blandos, salvo en cirugía ocular, para cerrar los pequeños capilares de la esclerótica (2).

## CAPITULO II

### HERIDAS

#### A) Definición

Las heridas son lesiones producidas por fuerzas externas. Estas pueden ser accidentales, debidas a violencia, o producidas yatrogénicamente por el bisturí del cirujano. Todas las heridas difieren en su grado, pero en naturaleza se asemejan (60).

La forma en que se produce una herida determina la cantidad de lesión hística. Los diversos grados de traumatismo resultan de la disipación de la energía cinética del objeto lesivo, a través del tejido circundante. En las heridas cerradas, una onda de choque suele atravesar la piel hacia su profundidad y lesionar el tejido en su trayectoria. En lesiones abiertas como las debidas a armas de fuego, la cantidad de lesión hística

depende primariamente de la velocidad, masa y tipo de proyectil, y de los tejidos afectados. En situaciones de penetración relativamente débil, hay lesiones mínimas de los tejidos circundantes. Una forma especial de lesión a baja velocidad aparece cuando se aplica estrés de rotación a la piel y estructuras subyacentes, como sucede con las lesiones de avulsión. La característica común es la separación de la piel y de los tejidos subcutáneos de suministro sanguíneo, con la formación de un colgajo. En contraste, los proyectiles de alta velocidad provocan el estallido de los tejidos circundantes, con una onda de choque (60).

Las ondas de cavitación determinan vibraciones que resultan en la contusión y la desvitalización de los tejidos vecinos. Estas heridas determinan, obviamente, la necesidad de un tratamiento más enérgico (60).

## **B) Clasificación de las heridas.**

Una herida puede ser abierta (interrupción en la piel) o cerrada. Las primeras presentan un problema variable de contaminación e infección, por ejemplo un desgarró por un trozo de vidrio es probable que produzca menor lesión física e

inoculación bacteriana, que una herida producida por mordedura de perro (60).

Las heridas cerradas se pueden clasificar en directas e indirectas (contragolpe). Estas heridas no penetrantes de la piel suelen ser el resultado del impacto con objetos romos. La piel está intacta, pero una lesión por aplastamiento grave puede lesionar en medida considerable los tejidos subyacentes. Una onda de choque puede pasar a capas cutáneas profundas y lesionar directamente cualquier estructura en su camino. De forma indirecta (contragolpe) lanzan un órgano abdominal como el hígado, bazo, riñón o intestino contra un tejido óseo como costillas o vértebras. En seres humanos, la lesión indirecta suele asociarse con los efectos de desaceleración propios de los accidentes por vehículo de motor (60).

Si la lesión por aplastamiento se limita a la piel y a los tejidos subcutáneos, puede aparecer hemorragia en el momento de la lesión, que puede continuar durante un período corto. En ocasiones aparece tumefacción por hemorragia y edema (60).

Las heridas abiertas se clasifican en 4 tipos o grupos principales:

a) **Abrasión.** Herida superficial que consiste en la pérdida por fricción de la epidermis y de una porción variable de la dermis.

b) **Inciisión.** Herida producida por un objeto afilado. Los bordes de las heridas son uniformes y la lesión de grandes vasos o nervios, depende de la fuerza del impacto.

c) **Desgarrante.** Herida producida por un objeto romo que es lo suficientemente afilado como para desgarrar los tejidos. El corte no es uniforme y se extiende a profundidades variables. Pueden lesionarse tejidos subyacentes importantes.

d) **Punzante.** Herida resultante de la penetración de la piel o de una membrana mucosa por un objeto punzante (60).

Si el objeto penetra en el cuerpo pero no emerge de él se habla de una herida penetrante; si emerge se llama herida perforante (60).

La cantidad de lesión hística producida por una herida de entrada pequeña puede ser engañoso, dado que la profundidad de penetración puede ser difícil de discernir (60).

Los dientes y otros objetos afilados pueden penetrar y llevar consigo detritus y bacterias a tejidos profundos (60).

Las heridas mixtas son aquellas que presentan un componente penetrante (abierto) y por compresión (contusión).

Así, las mordeduras de perros son frecuentemente heridas mixtas con aparatosas lesiones a los tejidos subcutáneos adyacentes. La acción desgarradora y por aplastamiento de los dientes del perro suele producir una cantidad considerable de tejido desvitalizado (60).

### **C) Valoración de las heridas abiertas.**

A las heridas quirúrgicas se les clasifica en: a) limpias, b) limpias contaminadas, c) contaminadas y d) sucias e infectadas. Esta clasificación estándar se basa en una estimación clínica de la contaminación bacteriana y del riesgo de infección subsecuente (23).

### **a) Limpias**

Las heridas limpias son las de carácter quirúrgico no traumáticas ni infectadas y que no abarcan los aparatos respiratorio o digestivo, en particular el área bucofaríngea, ni tampoco el sistema urogenital. Por lo general, se trata de heridas de intervenciones quirúrgicas de elección. No hay inflamación, se les cierra por primera intención y, por lo común no es necesario drenarlas. Tampoco ocurre interrupción alguna en la asepsia durante la intervención quirúrgica. En promedio 75% de las operaciones corresponden a esta categoría (23).

### **b) Limpias contaminadas**

Las heridas limpias contaminadas son las que presentan la flora normal y usual, pero se trata de heridas operatorias sin contaminación inusitada. Es factible que abarquen el área bucofaríngea, así como el resto de los aparatos respiratorios y digestivo, sin derrame significativo. También son practicables en el sistema urogenital o las vías biliares, en ausencia de bilis u orina infectada. Las apendicectomías y las intervenciones de vagina corresponden a esta categoría. Es usual que a las heridas limpias que resultan contaminadas por una interrupción

de importancia secundaria en la asepsia, se les clasifique como limpias contaminadas (23).

#### **c) Contaminadas**

Las heridas contaminadas incluyen laceraciones de tejidos blandos, las fracturas abiertas, las heridas penetrantes y otras lesiones traumáticas recientes. Esta categoría también incluye a las intervenciones quirúrgicas en las que ocurre derrame macroscópico del aparato digestivo, así como las del sistema urogenital o las vías biliares, en presencia de orina o bilis infectada. Las intervenciones quirúrgicas con una interrupción significativa en la técnica aséptica, como los casos de masaje cardiaco de urgencia en cirugía de corazón abierto, deben ser clasificadas también como contaminadas (23).

#### **d) Sucias e infectadas**

Las heridas sucias e infectadas son las que están muy contaminadas, o que presentaban infección clínica antes de la operación. Entre ellas se incluyen las de perforación de vísceras, abscesos o heridas traumáticas antiguas, con retención de tejido desvitalizado o cuerpos extraños. Los

microorganismos se reproducen con rapidez, y en cuestión de seis horas la contaminación se convierte en infección (18, 23, 45, 55).

#### **D) Tipos de cierre de herida.**

La velocidad con que cierra la herida y la forma en que lo hace difieren de un tejido a otro, y también lo hace al variar las circunstancias específicas de cada caso. Las lesiones provocan respuesta metabólica y fisiológica en el sitio de la lesión tisular y en el resto del organismo. Se han identificado tres tipos de cierre de heridas: por primera intención, por segunda intención y por tercera intención. Cada una tiene aplicaciones prácticas en el cierre de incisiones quirúrgicas o heridas traumáticas. (Ver capítulo de cicatrización) (23).

#### **E) Complicaciones en el cierre de heridas.**

Son múltiples los factores relacionados en la complicación para el cierre de las heridas. Las complicaciones principales son las infecciones postoperatorias y la ruptura de heridas (23, 45, 55).

**a) Infecciones postoperatorias.**

En la infección de una herida postoperatoria, la incisión y el drenaje son importantes así como el debridamiento del tejido necrótico, la antibioterapia por si sola no tiene éxito, por lo cual tiene que llevarse en conjunto estas maniobras, aunando la identificación del microorganismo y pruebas de sensibilidad a antibióticos (23, 45, 55).

La infección de heridas puede ser local o sistémica, provocada por infinidad de microorganismos: bacterias aerobias y anaerobias, así como virus y hongos (23, 45, 55).

En heridas que no llegan a cicatrizar puede haber supuración, necrosis, gangrena, morbilidad prolongada u otros efectos graves o la muerte, si no son tratadas (23, 45, 55).

**b) Ruptura de heridas.**

Otra complicación postoperatoria es la ruptura de la herida que es la dehiscencia, refiriéndose a la separación parcial o total de una herida cerrada. El término de evisceración se refiere a la protrusión de asas intestinales, por los bordes de una herida cerrada abdominal. Para realizar la reparación de

estas complicaciones se realiza una reubicación intestinal y el nuevo cierre refiriéndonos en la evisceración y en el caso de la dehiscencia se valora la realización del cierre o no (23).

La localización y dirección de las incisiones influyen en la ruptura de los bordes de las heridas; la dehiscencia más frecuente se produce en la porción ventral del abdomen. La distensión, el vómito y la tos aumentan la presión intrabdominal, produciendo tensión, por cual son causa principal de evisceración (23).

El aumento en la presión intrabdominal y la falta de resistencia de la herida a la tracción, son causas de la dehiscencia, contribuyendo los tipos de incisión y de material de sutura, así como la técnica empleada para el cierre de la herida (23).

### **CAPITULO III**

## **CICATRIZACION E INFLAMACION**

Por hábil que sea el cirujano y perfecta la técnica que emplee, jamás se lograría la reconstrucción de los tejidos si no se contara con la facultad que tiene el organismo de restaurar las heridas, por medio de la cicatrización (2).

Este principio ha sido motivo de estudios histológicos profundos, que han permitido conocer los diferentes medios que el organismo emplea para repeler la agresión de que ha sido objeto, reparando la pérdida de sustancias, por medio de un tejido organizado y estable (2).

La cicatrización es un proceso mediante el cual los organismos vivos reaccionan ante una lesión, existiendo una reacción inflamatoria que nos da el inicio del proceso de reparación o regeneración de los tejidos, que consiste en la sustitución del tejido lesionado por células del mismo tejido, y

sustitución por tejido conectivo que constituye una cicatrización, funcional o no funcional, dependiendo de los tejidos involucrados, por ende la regeneración y sustitución contribuyen al proceso de reparación (64).

El tiempo de evolución de la cicatrización varía, como la extensión de ésta, dependiendo del grado de daño de la membrana basal del epitelio implicado, la conservación del tejido conectivo que nos da la regeneración de las células, y reposición de la arquitectura original, la cantidad y velocidad a la que es destruido el tejido, del estado de asepsia de la lesión, de la condición física general del individuo así como de su estado fisiológico (20, 60, 64).

En cualquier tipo de tejido en el que se lleve a cabo la cicatrización, este proceso sigue la misma secuencia de fenómenos biológicos. Por razones prácticas probablemente, y debido a que la cicatrización se lleva a cabo en forma semejante en cualquier tipo de tejido, este proceso ha sido estudiado casi exclusivamente en heridas cutáneas de diferentes características morfológicas y provocadas por diferentes causas (50, 64).

## **A) CRONOLOGIA DE EVENTOS EN LA CICATRIZACION**

<b><u>EVENTO</u></b>	<b><u>PERIODO</u></b>
1.-Formación del coágulo.	Primeras horas
2.-Regeneración de la epidermis.	Entre 1 y 3 días
3.-Inflamación y aparición de:	
-neutrófilos	Entre 1 y 5 días
-macrófagos	Entre 3 y 20 días
4.-Neovascularización.	Entre 3 y 9 días
5.-Proliferación de fibroblastocitos.	Entre 3 y 30 días
6.-Desvascularización.	Entre 15 y 30 días
7.-Desaparición de leucocitos:	
-neutrófilos	Entre 4 y 8 días
-macrófagos	Entre 7 y 30 días
8.-Regresión de fibroblastocitos.	Entre 20 y 40 días
9.-Cicatriz hialina.	Entre 35 y 30días

(64).

En heridas cutáneas, se reconocen dos tipos de cicatrización: por primera y por segunda intención, que se diferencian esencialmente en cuanto a la cantidad de tejido dañado, intensidad del proceso de reparación y por lo tanto, en el tiempo en el que éste se lleva a cabo (64).

En ambos procesos se aprecia la presencia de exudado en la herida, el cual contiene fibrina y leucocitos, así como la formación de un coágulo que se mezcla con los detritos celulares y se extiende en toda el área dañada. Con el paso del tiempo, este coágulo sufre deshidratación dando lugar a una costra que tiene la función de aislar de las agresiones físicas y biológicas procedentes del medio ambiente, a los tejidos vivos de la epidermis y dermis que rodean a la lesión. Poco tiempo después, se observa en el área lesionada, infiltración de una cantidad variable de elementos celulares del proceso inflamatorio, tales como los leucocitos que desempeñan una función en el mecanismo celular de defensa englobando y degradando bacterias, complejos inmunes y restos tisulares, los factores quimiotácticos liberados en el lugar de la lesión atrae a los neutrofilos que son fagocitos, macrófagos que fagocitan desechos celulares y de tejidos dañados (colágena y elastina), células cebadas y eosinófilos partícipes en el proceso inflamatorio, los linfocitos y células plasmáticas que proporcionan inmunidad mediada por células y anticuerpos; los

fibroblastocitos que se multiplican en ambas superficies incididas; angiblastocitos, que dan lugar al crecimiento de nuevos vasos en la región, que establecen la circulación capilar entre los bordes de la herida. Los fibroblastocitos favorecen la unión de los bordes de la herida, a través de una malla reticular de fibras colágenas que favorecen la unión de las superficies separadas.

Este proceso se realiza en cuatro o cinco días, tiempo en el cual los bordes de las heridas todavía pueden ser separados con pequeña tracción. Después de este tiempo, las fibras se han multiplicado en mayor proporción y tamaño, al grado que ya no permiten la fácil separación de los bordes de la herida; este proceso queda terminado entre el octavo y el décimo día. Simultáneamente al proceso anterior, las células basales de la epidermis proliferan y migran por debajo de la costra, tendiendo a recubrir el tejido conectivo neoformado. Finalmente, la costra se desprende, una vez que ha ocurrido la reepitelización total (2, 8, 17, 29, 35, 39, 46, 64).

Tanto los fibroblastocitos como los capilares neoformados y la cantidad variable de leucocitos, constituyen un tejido de naturaleza fibrovascular, conocido con el nombre de "tejido de granulación"; dicho tejido, en el proceso de cicatrización y mediante sus asas capilares, hacen salientes en la superficie de la zona en reparación, observándose macroscópicamente

como granulaciones rojizas. Después de cierto tiempo, éste tejido da lugar al tejido conectivo colágeno compacto irregular, propio de las cicatrices (8, 46, 64,).

El tejido de granulación se caracteriza por una notable proliferación de fibroblastocitos acompañada de la formación de nuevos capilares y de síntesis de secreción de grandes cantidades de componentes glucoproteínicos amorfos del tejido conjuntivo que se establecen entre las fibras de colágena (1, 34, 46, 64).

Es importante no relacionar ni confundir el significado del término "tejido de granulación", con el de "granuloma" o el de "proceso granulomatoso", que son denominaciones de una lesión inflamatoria que no tiene ningún vínculo con la reparación de tejidos (20, 64).

## **B) Cicatrización de primera y segunda Intención**

La cicatrización de primera intención (unión primaria) es aquella que se lleva a cabo en todas sus fases, abarcando los bordes y planos profundos de la herida en el momento en que los tejidos fueron incididos, llevandose a cabo en un tiempo comprendido entre 24 y 48 horas. La cicatrización de segunda

intención es aquella en que su periodo de cicatrización se prolonga por más de 10 días (5, 23, 46, 51).

En la primera, el ejemplo más sencillo de reparación por tejido conectivo, se aprecia en lo que ocurre después de la incisión quirúrgica. Los tejidos quedan en aposición por la sutura quirúrgica o esparadrapo, y la cicatrización ocurre con mínima pérdida de tejido y sin contaminación bacteriana importante. Esta forma de cicatrización, se llama quirúrgicamente cicatrización primaria o unión por primera intención. La incisión causa la muerte de un número limitado de células epiteliales y de células del tejido conectivo subyacente; el espacio de la incisión es angosto e inmediatamente es ocupado por una costra que cubre la herida y la cierra herméticamente casi de inmediato, separándola del exterior (5, 46, 51).

La sucesión cronológica de los fenómenos ulteriores varía y la siguiente explicación, sencillamente es una aproximación de las etapas en las cuales ocurre (5, 51):

En el término de veinticuatro horas, en los bordes de la incisión aparecen los cambios característicos de la respuesta inflamatoria aguda en el tejido conectivo subepitelial. Los leucocitos que llegan son principalmente neutrófilos. La

epidermis en los labios de la herida engrosa como resultado de la actividad mitótica de los queratinocitos basales y, en 24-48 h, crecen hacia abajo espolones de células epiteliales desde ambos labios de la herida, siguiendo los bordes de corte de la dermis y también debajo de la costra superficial, para fusionarse en la línea media y así producir una capa epitelial continua pero delgada. Esta respuesta epitelial es sorprendentemente rápida, y la continuidad epidérmica se restablece en el término de 24-48 h, mucho antes de que haya comenzado a desarrollarse la reacción del tejido conectivo subyacente. Aproximadamente al tercer día, los neutrófilos casi han desaparecido y han sido sustituidos por macrófagos que están muy ocupados en limpiar los restos necróticos de la zona y en eliminar eritrocitos y fibrina. En esta etapa se torna visible la hiperplasia de los fibroblastocitos subepiteliales, la formación de yemas capilares.

Este tejido fibroblástico y vascularizado invade progresivamente el espacio de la incisión. En este momento hay fibras colágenas demostrables en los labios de la incisión, si bien estas etapas iniciales están orientadas verticalmente y no a modo de puente. Mientras está ocurriendo esta respuesta del tejido conectivo, continúa la proliferación y diferenciación de células epiteliales, lo cual engrosa la capa de revestimiento epidérmico (5, 46, 51).

Aproximadamente al quinto día, el espacio de la incisión esta ocupado por tejido de granulación. Las yemas capilares neoformadas de ambos lados se han unido para producir conductos continuos y en este periodo de cicatrización de la herida, la vascularización es máxima. Las fibrillas de colágena se toman más abundantes y comienzan a ir de uno a otro lado de la incisión. Durante este lapso de cinco días, la epidermis suele recuperar su grosor normal y la citomorfosis de los queratinocitos, brinda una arquitectura epidérmica con cornificación en la superficie (5, 46, 51).

Durante la segunda semana hay acumulación continuada de colágena y proliferación de fibroblastocitos dentro del tejido conectivo afectado por la incisión. Ha desaparecido casi por completo el infiltrado de leucocitos, el edema y la mayor vascularización. En esta etapa comienza el largo proceso de empaldecimiento, que se logra por aumento de la acumulación de colágena dentro de la cicatriz incisional o quirúrgica, fenómeno acompañado de contracción y desaparición de los conductos vasculares. La resistencia a la tracción de la herida, aún es bastante inferior a la piel normal y se necesitan meses, e incluso un año o más, para que la herida alcance su resistencia mecánica máxima (5, 46, 51).

Al final del primer mes, la cicatriz consiste en tejido conectivo colágeno compacto irregular, aún excesivamente vascularizado, pero sin infiltrado inflamatorio y cubierto de epidermis intacta. En los meses siguientes, la vascularización disminuye cada vez más. Puede necesitarse casi un año para que la cicatriz se transforme en una cicatriz acelular, avascular, pálida y colágena (46, 51).

En resumen, en una herida quirúrgica limpia ocurre el cierre hermético en término de horas, por formación del coágulo sanguíneo, cuya superficie se deshidrata y produce la costra. Se reestablece la continuidad epitelial en término de veinticuatro a cuarenta y ocho horas. El puente fibroblástico no se toma patente sino después de tres o cinco días de la incisión y la colagenización demostrable sólo comienza a aparecer en la última parte de la primera semana. Después el fenómeno es de proliferación progresiva de fibroblastocitos, acumulación constante de colágena y compresión y desvascularización lenta del tejido conectivo neoformado (5, 46, 51).

El proceso de cicatrización no está regido por el tamaño ni la amplitud de las heridas quirúrgicas; es decir, ya sean grandes o pequeñas este proceso se lleva a cabo siguiendo las

mismas fases, cuando los factores extrínsecos e intrínsecos implicados en el proceso son favorables (2).

Sin embargo, la rapidez de cicatrización no es la misma en todos los tejidos; piel, mucosas y músculos estriados del esqueleto cicatrizan con más facilidad que los músculos no estriados, como son los del útero, intestinos, vejiga, así como los tejidos óseo y nervioso (2).

Para lograr la cicatrización de primera intención, se requiere de una serie de factores que se dividen en intrínsecos y extrínsecos (2).

Los factores intrínsecos están relacionados básicamente con la nutrición de los pacientes, es decir, con el correcto equilibrio de proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas, minerales y agua, que ingieren. Cuando hay carencia o deficiencia de estos factores, como en hipoproteinemia, ó las reservas de vitaminas son inadecuadas (principalmente del complejo B, en carnívoros y de vitamina C, en herbívoros), se produce edema por extravasación de suero, que causa deficiente proliferación celular, y por lo tanto, no se produce una cicatrización correcta (2, 54).

Los factores extrínsecos son aquellos ajenos al paciente, que favorecen la correcta unión de los diferentes planos, tales como una adecuada hemostasis y eliminación de coágulos, cantidad y calidad del material de sutura, y así como la correcta aplicación de este, especialmente la asepsia correcta, además de la manipulación delicada de tejidos (2).

Las causas más comunes que impiden la cicatrización de primera intención son:

- a) Invasión de bacterias, por descuido en las técnicas de asepsia, que suele provocar supuración.
- b) Irritación de tejidos por manejo inadecuado de las compresas de absorción.
- c) Exceso de material de sutura y/o intolerancia al mismo.
- d) Traumatismos ocasionados por las manos del cirujano y por los instrumentos de separación y pinzamiento.
- e) Utilización excesiva de antisépticos que provocan irritación, ya sea que provengan de los instrumentos que han sido esterilizados con sustancias químicas,

o de los que se aplicaron en la zona quirúrgica para la antisepsia.

- f) Quemaduras provocadas por el abuso de la electrofulguración o cauterización, o un mal control de la intensidad del calor.
- g) En el caso de cirugías al aire libre, cuando las heridas quirúrgicas se exponen en forma excesiva a la luz solar.

Estos factores deben evitarse, ya que la cicatrización de segunda intención (ó unión secundaria) es un problema de tipo quirúrgico que puede incluso comprometer el éxito de la operación; además, en ese estado hay que manejar mayor número de veces a los pacientes, muchos de los cuales por su agresividad, nerviosismo y falta de contacto con el hombre, constituyen verdadero problema para derribarlos y curar las heridas infectadas, ocasionando pérdida de tiempo y gastos innecesarios (2).

El proceso biológico que se desarrolla en las heridas que no cicatrizan de primera intención es muy variado, según las causas que estén actuando en la herida, por lo que resulta indispensable conocerlas, para eliminarlas lo antes posible (2).

Si dicha causa es infecciosa, se deben emplear antibacterianos y/o bacteriostáticos de tipo local y general, para atacar la infección; si el retardo ocurre por intolerancia o mala colocación del material de sutura, se debe corregir el error, y así sucesivamente (2).

Según la anatomía patológica, la cicatrización de segunda intención implica un esfuerzo del organismo por deshacerse de la causa que impide la cicatrización; además de la fagocitosis, se produce tejido de granulación, como medio de defensa, que al final da origen a cicatrices defectuosas, que dan mal aspecto a las regiones y tienden a la cornificación; de tal modo, ulteriormente los queloides así formados casi siempre requieren cirugía para suprimirlos (2).

En esta cicatrización de segunda intención cuando hay pérdida más extensa de células y tejidos, como ocurre en un infarto, ulceración inflamatoria, formación de abscesos o heridas superficiales que producen grandes defectos, la reparación es aún más complicada. El denominador común en todas estas circunstancias es un defecto tisular grande que debe ser rellenado. La regeneración de células parenquimatosas puede ocurrir en los labios pero, con la pérdida de la armazón de estroma, no puede reconstruir por completo la arquitectura original. El tejido de granulación crece

desde los bordes para completar la reparación. La reacción inflamatoria es bastante intensa en estas heridas extensas (51).

La cicatrización secundaria difiere de la primaria en varios sentidos importantes:

1.- Es inevitable que los defectos tisulares extensos tengan muchos más restos necróticos y exudado, que deben eliminarse. En consecuencia, la reacción inflamatoria es más intensa que en la herida por incisión. La cicatrización no puede completarse, antes que la respuesta inflamatoria haya dominado al agente lesivo y se hayan eliminado los restos necróticos y el exudado, por lo menos lo suficiente para permitir la penetración del tejido de granulación desde los bordes.

2.- Se forma mucho más tejido de granulación. Cuando se produce una lesión amplia en tejidos profundos, (vísceras, por ejemplo), el tejido de granulación es el único responsable del cierre de la solución de continuidad, ya que no puede haber drenaje a la superficie.

3.- Quizá el carácter que diferencia más patentemente la cicatrización primaria y la secundaria sea el fenómeno de contracción de la herida que ocurre en las heridas superficiales extensas. Se ha comprobado que un defecto de

aproximadamente de 40 cm<sup>2</sup> en la piel del conejo, disminuye en aproximadamente seis semanas del 5 al 10% de la extensión original, principalmente por contracción. En este contexto, aún no se ha dilucidado el mecanismo de contracción de las heridas, por lo cual ha suscitado gran interés. Se ha descartado en gran medida el acortamiento de las fibras de colágena. Los datos más favorables indican contracción de los fibroblastocitos modificados de la herida, los "miofibroblastocitos" antes descritos. Sea cual sea el mecanismo, la contracción de la herida contribuye de manera intensa a la reparación de defectos extensos de la superficie y torna patente que, sean cuales sean las dimensiones de una cicatriz, el área inicial de necrosis o pérdida de tejidos debe haber sido mucho mayor (51).

Como es lógico suponer, a veces se alteran los fenómenos de cicatrización de heridas. Muchas aberraciones guardan relación con el tratamiento de la herida y el estado de salud del sujeto. Sin embargo, dos fenómenos pueden ocurrir en el individuo completamente normal que ha recibido asistencia óptima. El primero consiste en la formación de exceso de tejido de granulación. Este exceso llamado "granulación exuberante", puede sobresalir de los bordes del efecto que se está cerrando y bloquear la reepitelización. Por fortuna, el problema se trata con facilidad por extirpación

quirúrgica o cauterización química del exceso. La segunda anomalía, que por motivos desconocidos es más frecuente en sujetos de raza negra, es la formación de **queloides**. En este caso se forma cantidad excesiva de colágeno en el tejido conectivo y produce una cicatriz tumoral extensa y sobresaliente. La tendencia a formar queloides parece ser un carácter individual genético. Soló se ha identificado en heridas de la piel, pero pudiese ocurrir también la misma cicatrización excesiva en tejidos más profundos, aunque no tenemos pruebas importantes de que lo haga. La formación de queloides puede ser un problema molesto, particularmente en zonas dérmicas descubiertas, pues desfigura y es muy difícil el tratamiento médico: la extirpación a menudo va seguida de recurrencia (51).

Constituyen un caso particular las heridas debido a quemaduras, ya que no cicatrizan fácilmente. Hasta el momento no se tiene una explicación de este fenómeno pero se supone que el calor no sólo destruye una determinada área de tejido sino que también coagula y desnaturaliza las estructuras tisulares adyacentes de tal manera que aún siendo detritus biológicos que normalmente son eliminados, no lo son por no ser reconocidos como tales, por las células fagocíticas. Se ha observado que en estas condiciones, la colágena en particular, perdura durante mucho tiempo sin ser destruida por los

procesos de lisis y fagocitosis propios de la inflamación. También se piensa que probablemente debido a la gran extensión de la necrosis y de la degeneración celular se liberan abundantes productos tóxicos que inhiben la inflamación y la proliferación de tejido conectivo colágeno compacto irregular.

En los casos en los que finalmente se logra la cicatrización, hay invariablemente contracción en mayor o menor grado, de los tejidos circundantes (64).

### **C) Cicatrización por tercera intención.**

Se menciona este tipo de cierre (que se llega a denominar cierre primario tardío), como un método para la reparación de heridas traumáticas contaminadas e infectadas. Para realizar el tratamiento de estas heridas se basa en el debridamiento de los tejidos no viables, dejándose abiertas o expuestas estas heridas (23).

La herida abierta y expuesta adquiere resistencia a infecciones, por la aparición de capilares y tejido fibroso (tejido de granulación) este proceso se realiza de 4-6 días (8, 23).

#### **D) Factores que desencadenan la cicatrización.**

A través de varios estudios se sabe que en el momento de ser lesionado un tejido, se rompen vasos sanguíneos y las plaquetas se desgranulan al adherirse a la colágena expuesta, por lo que se activa el factor de Hageman (XII) y se desencadena la coagulación y la inflamación, pero también simultáneamente se liberan factores de crecimiento. Estas sustancias fueron denominadas hormonas de cicatrización o trefonas antes de haber sido realmente identificadas y caracterizadas; durante el proceso de la inflamación hay que mencionar el estudio de las prostaglandinas (PGE-1 y PGE-2) que son derivados de ácidos grasos y que son considerados como mediadores locales, tienen un efecto de contracción de la musculatura no estriada, vasodilatación y aumento de la permeabilidad vascular, así como el control de la agregación plaquetaria con el fin de preservar la integridad vascular, mediante la PGE-2 se estimula la agregación plaquetaria inducida por el ADP ó colágena, bajando así los niveles de AMPc por lo cual las plaquetas sintetizan más PGE-2 y la síntesis aumenta durante la agregación plaquetaria y mediante la PGE-1 se inhibe la agregación plaquetaria, existen más de 16 prostaglandinas diferentes las cuales tienen diferentes efectos biológicos. Por lo tanto, el proceso inflamatorio, con su secuencia típica y constante de fenómenos químicos y físicos

vasculares; y de aparición de distintos tipos celulares, procede o interactúa con los eventos de diferenciación y proliferación de células endoteliales y del tejido conjuntivo colágeno que rodea a la lesión. Por consiguiente, es lícito considerar que la cicatrización se inicia en el momento mismo del traumatismo (1, 8, 10, 17, 26, 28, 41, 42, 64).

En cuanto a la regeneración del epitelio que es un fenómeno constante en las heridas cutáneas que llegan a sanar, ya sea por primera o por segunda intención, se supone que resulta del estímulo que provoca en sí misma una lesión en donde los espacios vacíos producidos por dicha lesión ó perdida natural de células produce un estímulo para la división celular por permitir la extensión hacia el espacio. La proliferación del epitelio no sólo se debe a un estímulo mitogénico procedente de las plaquetas, la división celular en epidermis se debe a las células basales epidérmicas que se sitúan sobre la lámina basal que cubre la dermis, las células se dividen siguiendo una migración de las células hijas hacia la superficie de la piel, al realizar la migración ya no se divide y produce gran cantidad de queratina, perdiéndose de esta manera el contacto de las células basales con la lámina basal dejándose de dividir, por otro lado se menciona que el espesor de la epidermis, nos determina la velocidad de proliferación de la célula madre ya que se encuentra regulada por dicho

espesor, las células madre tienen capacidad de producir descendientes, encontrándose en la capa basal sobre la lámina basal, experimentos en cultivos celulares que han determinado la diferenciación de la célula madre mencionan que dicha diferenciación y cese a la división se da al perderse el contacto de la célula madre con la lámina basal. Los experimentos de cultivos de células epidérmicas proliferan teniendo contacto con un substrato, pero se diferencian y cesan su proliferación si se cultivan en suspensión, por otro lado en experimentos realizados en cultivos celulares, donde se extirpaba capas externas diferenciadas las células de la capa basal quedaban libres de la inhibición por lo que se recuperaba el grosor. Mencionaremos la existencia de un factor inhibitorio epidérmico el cual influye en el control del crecimiento celular denominado calona o chalona que es sintetizado en epidermis y que produce un efecto auto inhibitor, que reduce la velocidad mitótica en las capas basales adaptando la velocidad de producción de células diferenciadas (1, 10, 20, 34, 52, 64).

### **E) Mecanismos de la reparación.**

Una vez descrita la secuencia de hechos que ocurren en la reparación, podemos pasar a los mecanismos que le sirven de base. Tocaremos dos características de la reparación: a)

control de la proliferación celular, proceso clave para la regeneración de las células parenquimatosas y para el crecimiento de fibroblastocitos y vasos sanguíneos, y b) colagenización y adquisición de resistencia de la herida (1, 34, 51).

En la explicación anterior mencionamos repetidamente la proliferación de células parenquimatosas y tejido conectivo en la reparación de una lesión. Dichas proliferaciones se encuentran dadas por señales que dan el mecanismo de control del crecimiento celular donde se menciona a una proteína de disparo inestable denominada proteína U, que supuestamente acumulan las células y que en un momento dado las mismas células la activan para salir de su fase de G1 y dividirse (proceso del ciclo celular que se menciona más adelante), la matriz extracelular tienen un papel muy importante sobre el comportamiento de las células que se hallan en contacto con ella; dicha matriz influye sobre el desarrollo, migración, proliferación, forma y funciones metabólicas, la composición molecular de la matriz le da estas funciones; por ejemplo tenemos a las macromoléculas de la matriz de superficie celular que actúan en el ordenamiento de "enlaces" y "adaptadores" mediante la interacción entre las células y la matriz que las rodea, así como en el movimiento, metabolismo y diferenciación, la matriz mantendrá los patrones de las células

de los tejidos y órganos en desarrollo, la lámina basal influye en la regeneración de tejido en lesión ya que dicha lámina sobrevive y proporciona armazón para que migren las células en regeneración adaptando así la arquitectura original, la existencia de una glucoproteína denominada fibronectina influye sobre la migración celular por su efecto de adherencia celular, la presencia de ácido hialurónico atrae agua lo cual hincha a la matriz y facilita la migración celular, la acción de una enzima que actúa en contra del ácido hialurónico denominada hialuronidasa produce el cese de la migración celular; en la investigación biomédica actual el asunto tiene un interés teórico y experimental, pues la regulación de la proliferación celular es fundamental para comprender las enfermedades malignas (1, 51).

#### **F) Regulación del crecimiento y ciclo celular.**

Por sus características de crecimiento o desarrollo, se clasifican tres tipos de células en los tejidos de mamíferos: a) las células lábiles, que tienen la facultad de división continua; b) las células estables, elementos inactivos que pueden ser estimuladas para experimentar mitosis, y c) las células permanentes, que no se dividen. Otra forma de considerar estos tipos celulares es la relación que guardan con el ciclo

celular. El ciclo celular comprende la formación de una célula hasta su división en dos células hijas; para su estudio el ciclo celular se divide en dos etapas : a) la división celular que corresponde dos eventos : 1) la división del núcleo (mitosis) y 2) la división citoplasmática (citocinesis) y b) una etapa donde la célula no tiene cambios aparentes y que es el espacio entre dos divisiones celulares sucesivas denominada interfase; en dicha etapa se da la duplicación de los componentes de la célula madre y la duplicación del DNA. La interfase se divide en tres periodos llamados G1, S y G2, en fase S es donde se da la síntesis del ciclo celular, transformándose de célula diploide a tetraploide, el periodo G1 es el intervalo del comienzo de la síntesis de DNA y aumento de los material citoplásmicos, el periodo G2 comprende el final de la síntesis de DNA, se dan los preparativos para la próxima mitosis, y hay síntesis de RNA. Las células en división continua (lábil) siguen el ciclo celular de una mitosis a la siguiente. Las células que no se dividen (permanentes) han salido del ciclo celular y están destinadas a envejecer y morir. Las células inactivas, quiescentes (estables), pueden considerarse en etapa G0, que es cuando la célula deja de dividirse y se detiene en un punto específico de G1, o sale del ciclo, en un estado denominandolo G0, pero pueden ser estimuladas para entrar en G1 por un estímulo adecuado (1, 7, 32, 34, 51, 52).

Aunque el crecimiento celular puede ser logrado por acortamiento del ciclo celular y disminución del índice de pérdida celular, cabe suponer que el factor más importante que estimula la división celular es el reclutamiento de células G0 para que entren en el ciclo celular. Se han seguido por lo menos tres líneas de investigación para explicar el estímulo de la proliferación celular, esto es, experimentalmente hablando, el reclutamiento de células de G0 hacia el ciclo celular. Son los siguientes: a) Utilización de factores de crecimiento o estimulantes, b) Bloqueo de un inhibidor del crecimiento, que en estado normal se presenta en las células (retroalimentación negativa) y c) Estudios sobre el papel primario de las perturbaciones de membrana, necesarias para comenzar el crecimiento celular. Estos fenómenos no se excluyen mutuamente, pero los explicaremos por separado (51).

#### **a) Hormonas estimulantes y factores de crecimiento.**

La existencia de factores estimulantes se ha deducido desde hace tiempo de estudios *in vivo* e investigaciones en cultivos de células. En primer lugar, esta plenamente comprobada la acción de hormonas como los estrógenos, la progesterona y somatotropina, en la estimulación de crecimiento y función de sus órganos diana. En segundo lugar,

la presencia de factores de crecimiento en el suero fue deducida a partir de la observación, en relación a la necesidad de suero para el crecimiento de las células normales en cultivo. Por ejemplo se sabe que la necesidad de suero de las células epiteliales es mucho menor que la de los fibroblastocitos. Tercero, estudios sobre la regeneración del hígado tras la hepatectomía parcial, indican la presencia de un factor de crecimiento circulante como causa de la regeneración celular (51).

Aunque se han descubierto muchos factores de crecimiento (nutrientes incluidos), todavía queda mucho por aprender sobre su relevancia fuera del disco de cultivo. Dejando aparte la cuestión de cuáles sean los "auténticos" factores de crecimiento, el interés actual está puesto en una serie de polipéptidos presentes en el suero o producidos por las células. Estos estimulan la proliferación de diversos tipos de células. La lista incluye a la insulina, al factor de crecimiento epidérmico, el factor de crecimiento fibroblástico, el factor de crecimiento de las plaquetas, el factor de crecimiento de las fibras nerviosas, los factores de liberación leucocitaria tales como los interleucinas I y II; un factor de crecimiento derivado de macrófagos y factores producidos por células cancerosas por ejemplo factor de crecimiento sarcomatoso (51).

La mejor estudiada de estas sustancias, es el factor de crecimiento epidérmico (FCE), polipéptido de 6.045 daltons, purificado a partir de las glándulas salivales submaxilares de ratones o a partir de la orina humana. El FCE aumenta la proliferación epidérmica y la queratinización en ratones recién nacidos, actividad que se descubrió al observar en estos animales la separación precoz de los párpados. El FCE es también mitogénico para fibroblastocitos *in vitro*. El mecanismo por el que FCE estimula la división celular puede ser modelo de otros factores de crecimiento y supone la unión del FCE a receptores específicos de la membrana celular, agrupamiento del FCE ligado a la célula, fosforilación de la proteína receptora de FCE, paso al interior celular y degradación lisosómica del FCE ligado. A esto puede seguirle la puesta en marcha de la síntesis de ARN (y concomitante la de ADN). El modo preciso en que se transmite este segundo mensaje (desde la unión del FCE a la síntesis de ARN y ADN) está siendo objeto de intensas investigaciones (1, 51, 52).

#### **b ) Factores inhibitorios (calonas).**

Una hipótesis por completo distinta de la regulación del crecimiento celular, propone que la proliferación es controlada por retroalimentación negativa, mediada por inhibidores

mitóticos endógenos semejantes a las hormonas, presentes en células normales. Al ocurrir la lesión o algún un estímulo adecuado, estas sustancias difunden al exterior de la célula madre y permiten la proliferación de células que se van diferenciando al abandonar la capa basal a medida que se desplazan hacia el exterior, sintetizando queratina, hasta formar parte de la capa externa e ir degenerando. Se acuñó el nombre de "chalona" (palabra que deriva del nombre griego marítimo que significa "arriar las velas" para tomar más lenta la navegación) para estos inhibidores. Los 3 sistemas mejor estudiados de chalonas son 1) los de queratinocitos, que se considera regulan la proliferación celular en la piel; 2) una chalona al parecer producida por granulocitos, que regula la población celular total, y 3) una chalona linfocítica. Las chalonas se caracterizan por especificidad celular, falta de especificidad de especie e irreversibilidad. Los mecanismos de la inhibición son muy especulativos. Sin embargo, es patente que para que una chalona tenga importancia, debe descartarse el efecto lesivo directo de la supuesta chalona sobre la estructura y la función celulares. Aunque el concepto de chalonas aún no ha ganado amplia aceptación, se ha visto recientemente que hay una serie de sustancias que inducen una auténtica inhibición del crecimiento celular. Un ejemplo es la inhibición de las fibras musculares no estriadas de los vasos

sanguíneos por moléculas del tipo de la heparina, liberadas por las células endoteliales (1, 7, 34, 51, 52).

### **c) Interacciones célula-célula y célula- matriz extracelular.**

Cuando se colocan algunas líneas celulares en un medio de cultivo, proliferan hasta formar una capa monocelular confluyente, después de lo cual cesa su proliferación. Considerando que las células malignas, no muestran este fenómeno (y siguen multiplicándose), aclarar el mecanismo que participa en este fenómeno, pudiera dilucidar el comienzo del desarrollo neoplásico (1, 51, 52).

La suspensión de la división se atribuyó en parte a la llamada "inhibición por contacto", análoga a la que se aplica al movimiento celular. Sin embargo, muchos tipos de pruebas indican que esta inhibición también depende de la densidad celular dentro del recipiente de cultivo. Esta regulación, que depende de la densidad de la población, dada a su región por el crecimiento celular, puede explicarse por : 1) la limitación de cualquiera de las diversas sustancias del micromedio que rodea a las células apiñadas, o 2) por disminución, en las células aglomeradas, del número de sitios receptores para factores del crecimiento, o 3) por la acumulación de inhibidores en el medio de cultivo. Sea cual sea el mecanismo, la regulación que

depende de la densidad del crecimiento celular es tan importante para los tejidos que se dividen *in vivo* como *in vitro*. Según estos mecanismos, la mayor parte de las células capaces de regenerarse como reacción a la lesión, suelen dejar de proliferar después que ha sido reparado el defecto causado por la lesión (1, 51, 52).

En la actualidad es la influencia de las interacciones célula-matriz extracelular o célula-sustrato sobre la proliferación celular. Las células que crecen en discos de cultivo con la membrana basal teñida tienen un mayor grado de respuesta al ser expuestas a factores de crecimiento que las células desarrolladas en plástico, ya que el aporte de factores proteicos esenciales de crecimiento se aporta en el disco de la membrana basal teñida, además de que esta tinción resulta dar una fuente energética de ATP al medio de cultivo en cambio el medio de cultivo de plástico no tiene factores ni tinción lo que resulta en una respuesta inhibitoria para el crecimiento celular (1, 51, 52).

Al parecer, el tipo de colágeno en la sustancia intercelular, la presencia de fibronectina o de sus fragmentos y la naturaleza de los proteoglicanos en las áreas pericelulares afectan el crecimiento *in vitro*, pero no están claros los mecanismos involucrados *in vivo*. Un posible efecto es la modificación del

contorno celular. Se ha demostrado que las células muy aplanadas responden a los factores de crecimiento, mientras que células esféricas de la misma procedencia no lo hacen, ya que el aumento de la superficie celular sobre el volumen celular da el aplanamiento de las células influyendo sobre la síntesis proteica y su velocidad, originada por cambios en el citoesqueleto que se producen cuando una célula adquiere una forma más aplanada, así, el redondeamiento de una célula se asocia a una disminución de su síntesis proteica. Estos mecanismos de control son dados por proteínas de disparo de la misma célula que origina la producción de ADN y su división (1, 51, 52).

#### **d) Posibles factores de crecimiento en la cicatrización de heridas.**

Ahora que hemos visto algunas consideraciones teóricas relativas a la proliferación celular, sigue en pie esta pregunta: ¿existen factores que puedan influir en la proliferación de las células epiteliales y del tejido conjuntivo y que sean necesarios para la cicatrización de las heridas? Entre los posibles factores de estimulación y modulación ya descritos merecen mencionarse los siguientes:

1) **Factor de crecimiento epidérmico (FCE)**. Como ya hemos detallado, el FCE produce proliferación epidérmica y es además mitógeno para los fibroblastos. Hay pruebas sustanciales de que esta molécula es importante in vivo. (1, 51, 52)

2) **Factor de crecimiento derivado de plaquetas (FCDP)**. Es un polipéptido de 27.000 a 35.000 daltons, almacenado en los gránulos alfa de las plaquetas y liberado por activación de éstas. Es un poderoso mitógeno para fibroblastocitos y miocitos no estriados, y ciertamente representa la principal sustancia promotora de crecimiento presente en el suero. Se cree que está involucrada sobre todo en la proliferación de fibras musculares no estriadas en la aterosclerosis, pero también puede ser relevante en la hiperplasia de fibroblastocitos de la cicatrización de heridas. El factor de crecimiento de plaquetas es además quimiotáctico in vivo para leucocitos y fibroblastocitos (1, 51 52).

3) **El factor de crecimiento de fibroblastocitos (FCF)**. Es un polipéptido (13.400 daltons) que se aísla a partir del cerebro y de la hipófisis de los bóvidos, y que estimula en cultivo la proliferación de fibroblastocitos y fibras musculares no estriadas (1, 51, 52).

4) **Factores de crecimiento derivados de macrófagocitos (FCDM)**. Recientemente se ha sugerido la posibilidad de que el versátil macrófagocitos sea un iniciador del crecimiento del tejido conjuntivo en la inflamación. Cuyes, cuya función macrofágocítica había sido inhibida por inyecciones de suero antimacrofágocítica y corticoesteroides, mostraron una notable disminución de la hiperplasia de fibroblastocitos en las heridas. Factores solubles derivados de los macrófagocitos, estimulan el crecimiento fibroblástico en cultivo y el de nuevos vasos sanguíneos *in vivo*. Es interesante saber que los macrófagocitos necesitan ser "activados" por estímulos inmunológicos (o no inmunológicos), para manifestar una actividad promotora de crecimiento óptima (1, 51, 52).

5) **La presencia de fibrina** está relacionada con la afluencia de fibroblastos y nuevos vasos y con la formación de tejido de granulación en la cicatrización de heridas.

La desfibrinación retrasa estos procesos en heridas experimentales. Los productos de degradación del fibrinógeno y de la fibrina parecen ser quimiotácticos para los leucocitos, monocitos incluidos. La fibrina también se fija a la fibronectina, y los fragmentos de fibronectina son quimiotácticos para los fibroblastos. Así pues, el efecto de la fibrina puede ser indirecto. Por otra parte, algún producto del sistema de coagulación (por

ejemplo, trombina), podría inducir mitosis directamente en los fibroblastos y en las células endoteliales (1, 8, 34, 51, 52).

Un componente adicional en la respuesta celular del tejido conjuntivo en la reparación, es la migración direccional de fibroblastocitos y células endoteliales hacia el interior de la herida. ¿Qué atrae a estas células? Se están empezando a explorar ahora las influencias quimiotácticas para estos dos tipos celulares. En estadios iniciales se ha comprobado que el colágena y sus fragmentos, la fibronectina proteolítica, el factor de crecimiento de plaquetas, la heparina y las linfocininas, son activos en la estimulación quimiotáctica o quimiocinética de los fibroblastocitos *in vitro* (1, 51, 52).

### **G) Desarrollo del proceso de cicatrización.**

Durante las cuatro primeras horas de evolución del proceso de cicatrización, la herida está cubierta por la costra y posteriormente hasta las seis horas, se aprecia cierta actividad en las células epiteliales de los bordes de la herida; el epitelio está muy engrosado, sus células presentan gran cantidad de mitosis en su capa basal y son aparentes en su citoplasma acúmulos granulares de glucógeno dispersos, que son la fuente de suministro de energía para la migración celular. Dado

que estas células adquieren mucha semejanza con las neoplásicas, se ha denominado a esta alteración hiperplasia pseudoepiteliomatosa. Es importante señalar que una vez terminada la reparación con la presencia de tejido cicatrizal en la dermis, el grosor del epitelio que la recubre es por lo general, más delgado, frágil y susceptible de romperse por tracción debido a que las crestas epidérmicas son cortas y escasas. También pueden ser erosionado fácilmente por fricción y sufrir necrosis por presión debido a que el tejido cicatrizal subyacente es muy pobre en vasos sanguíneos, como se describirá más adelante (1, 51, 64).

Al cabo de cuatro horas de haberse producido la lesión aproximadamente, también comienzan a migrar las células epiteliales a partir de los bordes de la herida y hacia el centro de la misma, deslizándose por debajo y a través del coágulo, dependiendo del grado de deshidratación de éste. En realidad, la costra obstaculiza la epitelización (1, 51, 52, 64).

La migración del epitelio se lleva a cabo mediante un proceso en el cual, la célula basal se divide y algunas de sus descendientes pasan a posiciones basales periféricas. Las células basales periféricas salen de la capa celular basal y entran a la capa de células espinosas, las células espinosas se aplanan y finalmente se transforman en escamas

queratinizadas para descamarse y son arrastradas por el aire. Durante el proceso de migración, las células epiteliales pueden avanzar entre la costra y la colágena de la dermis, probablemente por la acción de alguna colagenasa que ellas mismas secretan o que es activada en los tejidos por los que atraviesan. De ser así, estas enzimas han de ser muy potentes y es difícil explicar el hecho de por que no se altera la colagena del tejido de granulación con el que supuestamente están en contacto al difundirse por él (1, 52, 64).

En relación a este último se ha observado que las células epiteliales migran sobre la dermis intacta o sobre tejido cicatrizal maduro, pero no lo logran sobre tejido de granulación aún en proliferación (1, 52, 64).

La multiplicación y migración de estas células requiere de gran cantidad de oxígeno. En las heridas abiertas, el suministro de oxígeno para el crecimiento del epitelio proviene principalmente de la atmósfera y, en menor proporción, del tejido conjuntivo subyacente. Bajo la costra las condiciones ambientales son relativamente hostiles, para las células epiteliales de neoformación. La presión de oxígeno en particular, es relativamente baja para los requerimientos de estas células y está en relación directa con la del borde de la herida. Cuando la costra es reemplazada por una membrana

permeable al oxígeno atmosférico y se mantiene ésta húmeda, la tasa de mitosis y de migración se incrementa. Si se perfunde la superficie de una herida con un suplemento de oxígeno a presiones aún superiores a 700 mm Hg, la reepitelización es más eficiente y rápida que en condiciones normales. Por lo tanto, se deduce que la costra seca es relativamente impermeable al oxígeno atmosférico (1, 51, 64).

Hay que hacer hincapié que si en el momento de ser lesionada la piel, también son destruidos los elementos anexos a ésta, tales como folículos pilosos, glándulas sebáceas y sudoríparas, generalmente no se regeneran más que en las cercanías de los bordes de la lesión, ya que la reparación nos rellena defectos y restablece la continuidad morfológica, pero sustituye células especializadas por tejido conectivo que carece de función y agota la capacidad funcional del órgano o tejido (1, 51, 64).

Varias preguntas importantes han surgido, con respecto al significado de la secuencia de aparición celular durante la cicatrización: ¿es obligatoria esta secuencia? ¿deben aparecer primero los neutrófilos y después los macrófagos? ¿influye la aparición de alguna célula en la de otras? ¿se trata de una secuencia única o cada célula tiene una función independiente? (64).

A través de experimentos en los que se observó la evolución de las heridas cutáneas en una cámara transparente implantada en la oreja de un conejo, se logró obtener una idea bidimensional del proceso ininterrumpido y dinámico de la cicatrización y del ambiente celular que reina en ese sitio (64).

De este modo se ha separado la secuencia de eventos en tres etapas para su mejor comprensión, pero hay que tener en cuenta que muchos de los fenómenos descritos a continuación se llevan a cabo realmente en forma simultánea; a) actividad celular durante la inflamación, b) neoformación vascular, c) proliferación del tejido conjuntivo hasta la formación de una cicatriz (1, 32, 34, 52, 64).

#### **a) Actividad celular durante la inflamación.**

A la vez que se lleva a cabo el proceso de coagulación, aparecen en la herida los diferentes tipos de leucocitos, en una secuencia ordenada y reproducible. Las primeras células que se aprecian son los neutrófilos o granulocitos que migran hacia el foco de la lesión a partir de vasos de las áreas circundantes a éste. Los neutrófilos aparecen en las primeras horas, permanecen en gran cantidad por el lapso de un día o dos, y

van desapareciendo rápidamente si no hay infección concomitante (1, 8, 10, 32, 34, 52, 55, 64).

La aparición temprana de los polimorfonucleares, no es factor indispensable en la cicatrización cuando no intervienen gérmenes, como lo demostraron los experimentos en los que se indujo una neutropenia administrando anticuerpos específicos purificados antineutrófilos. En los casos en los que hubo poca cantidad de bacterias en la herida, los macrófagocitos las eliminaron en ausencia de los neutrófilos. En presencia de una gran cantidad de microorganismos, los animales murieron de septicemia. Por lo tanto se probó que los neutrófilos constituyen una importante línea de defensa a la agresión bacteriana. No obstante no parecen desempeñar un papel determinante para la aparición inmediata posterior de los macrófagocitos (1, 10, 32, 34, 45, 52, 55, 64).

En los experimentos en los que se provocó la depresión de complemento, administrando a animales un factor derivado del veneno de cobra, se apreció una marcada neutropenia, pero nuevamente este hecho no alteró la subsecuente aparición de macrófagocitos, células endoteliales y fibroblastocitos (64).

Si bien la presencia de neutrófilos no es indispensable más que en casos de severa infección, la presencia de macrófagocitos si lo es para la fagocitosis de los detritos que resultan de la necrosis y de la hemorragia de la zona afectada. Al entrar en el área de la lesión, los monocitos sanguíneos se transforman en macrófagocitos, de modo tal que, cuando la cantidad de neutrófilos declina, la de los macrófagocitos se incrementa y se conserva constante a niveles altos durante varias semanas, en las heridas que cierran por primera intención (y aún más tiempo en aquellas que sanan por segunda intención). En las lesiones crónicas, estas células forman parte del tejido de granulación, mientras éste continúa proliferando (1, 29, 52, 55, 64).

El papel de estas células en la cicatrización ha sido muy bien estudiado en experimentos en los que se provocó una monocitopenia y ausencia de macrófagocitos en las heridas mediante el uso de sueros antimacrófagocitos o de corticoides. Así se logró constatar que el debridamiento de detritos fue deficiente, que se incrementó la cantidad de fibrina, la cual, junto con los neutrófilos tardó más tiempo en desaparecer. Los autores infieren que la cantidad de monocitos circulantes está en relación directa con la de macrófagocitos presentes en la herida y que los macrófagocitos desempeñan el papel más

importante en la fagocitosis de restos tisulares (10, 35, 37, 39, 42, 43, 49, 50, 55).

La actividad de los macrofagocitos es eficiente tanto en condiciones de anaerobiosis como de aerobiosis y de grado muy variable de pH. No obstante, tratándose de bacterias, los macrofagocitos tienen mejor actividad destructora de estos microorganismos en condiciones de alta presión de oxígeno ya que se requiere de oxígeno, para la producción de ATP y para que se lleve a cabo el vertido de hidrolasas en el fagosoma. Se ha observado que en heridas en las que hay hipoxia, los fagosomas de los macrofagocitos contienen bacterias que son expulsadas después de algún tiempo, sin haber sido dañadas. Si se proporciona oxígeno adicional a estos macrofagocitos las bacterias que están aún vivas en los fagosomas se lisan rápidamente y desaparecen (1, 17, 32, 52, 55, 64).

Los macrofagocitos, además de fagocitar y estimular a los linfocitos B para que sinteticen anticuerpos, también elaboran ciertos factores que promueven la síntesis de ADN, proliferación de fibroblastocitos y de las células endoteliales. Algunos autores suponen que estas sustancias liberadas por los macrofagocitos, actúan inactivando la acción de los factores inhibidores de la proliferación celular, que se sabe están

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

79

presentes en los tejidos maduros y en los que presentan inflamación (1, 17, 52, 55, 64).

Se ha contemplado también la posibilidad de que el fenómeno de proliferación celular en la reparación, se deba a que los macrófagos sean activados para la producción de sustancias mitogénicas, al fagocitar restos celulares y que transmitan un mensaje a las células endoteliales y a los fibroblastos, por medio de contacto directo, de manera análoga a la apreciada para la producción de anticuerpos por parte de los linfocitos. (1, 7, 34, 52, 55, 64).

Histológicamente, se aprecia que los macrófagos forman un frente de avance, atrás del cual surgen rápidamente numerosos brotes vasculares de neoformación, que crecen en arcaditas y se fusionan para reestablecer el lecho vascular indispensable para el proceso de reparación. Alrededor de estos capilares, se observan células mesenquimatosas visiblemente indiferenciadas, dada la morfología que presentan, pero que mediante tinciones inmunofluorescentes anticólicas, demuestran ser precursoras de los fibroblastos (1, 52, 64).

**b) Neoformación vascular.**

Dos o tres días después de haber sido lesionado el tejido, aparecen las primeras yemas capilares de neoformación a partir de los vasos sanguíneos de las áreas circundantes. Las células endoteliales se multiplican y extienden su citoplasma, formando un "tubo" en el que se observan glóbulos rojos y leucocitos moviéndose al ritmo del latido cardíaco. Rápidamente estos tubos se anastomosan, a la vez que crecen hacia el interior del área de necrosis pero en forma perpendicular a la superficie de la herida (1, 8, 29, 64).

También hay neoformación de vasos linfáticos que ha diferencia de los capilares sanguíneos, presentan siempre su porción terminal abierta y dilatada, aproximadamente después del sexto día de evolución de la reparación, los vasos de neoformación tienden a disminuir de calibre y a desaparecer. Al cabo de 8 o 10 días solo se observan muy pocos capilares dispersos entre las gruesas bandas de tejido conjuntivo (1, 23, 64).

**c) Proliferación del tejido conjuntivo hasta la formación de una cicatriz.**

Las células del tejido conjuntivo son esenciales para el desarrollo de la cicatrización, en virtud de que tienen la habilidad para sintetizar la colágena que restaura la continuidad del tejido dañado, guardando cierta elasticidad, flexibilidad y fuerza de tensión necesaria. Estas células también son importantes en el proceso de retracción, que acerca los bordes de la herida unos con otros y en cierta forma, también en la fagocitosis (1, 8, 23, 64).

El tejido conectivo colágeno cicatrizal proviene de la proliferación de células mesenquimatosas indiferenciadas, que se encuentran en las áreas adyacentes y profundas de la herida. Al cabo de 24 a 36 horas del traumatismo, se hacen evidentes los primeros signos de actividad proliferativa en estas células que se manifiestan por cambios morfológicos (1, 32, 64).

Entonces, estas células que habían permanecido inmóviles, inactivas y dispuestas perpendicularmente a las asas capilares, debido al estímulo químico de los macrófagos, se diferencian en fibroblastocitos modificados que son denominados miofibroblastocitos, se les atribuye la función de

acercar los bordes de una herida, algunas miofibrillas con aspecto de fibroblastocitos sintetizan colágena y se comportan como células del músculo liso al ser estimuladas con acetilcolina o atropina, se diferencian en fibroblastocitos, que proliferan y migran hacia el foco de la lesión, produciendo fibras de colágena y glucosaminoglicanos. La imagen de la protocolágena, sintetizada por cualquier célula del tejido conjuntivo normal, es la de un filamento que se polimeriza en el espacio intercelular, formando fibras más largas conocidas como fibras colágenas. Estos agregados son estables y poseen las características propias para el desempeño de su función específica. Es así que inicialmente, se aprecia una fina malla relativamente densa en la vecindad del cuerpo celular y muy densa en el espacio más distante. A medida que pasa el tiempo, las fibrillas son cada vez más gruesas y cambian su afinidad tintórea, observable con la técnica de azul de Mallory o de la de Van Gieson, lo cual sugiere que han sufrido también un cambio químico. Posteriormente, estas fibras se entrecruzan y se fusionan en haces cada vez más gruesos y ondulados. Cuando un fibroblastocito adquiere este aspecto morfológico a su alrededor, se identifica como fibrocito o célula madura con actividad de síntesis reducida, pero suficiente para mantener la estructura proteica ya producida y no para incrementarla (1, 32, 52, 64).

En resumen, los cambios evolutivos que sufren una célula indiferenciada de origen embrionario mesenquimatoso, desde el momento en que es activada por factores del microambiente tisular en el que se encuentra, hasta que es fibrocyto, puede dividirse en 3 etapas. 1) la de diferenciación, migración y proliferación, 2) la de síntesis de matriz proteica y 3) la de madurez, en la que la matriz proteica se mantiene estructuralmente estable sin incrementar en cantidad (1, 34, 52, 64).

Poco se sabe con respecto a los factores que rigen la síntesis de matriz proteica construida por fibras colágenas, glucosaminoglicanos y fibras elásticas, que aparece en la cicatriz (1, 64).

Las fibras de colágena en una cicatriz, son más delgadas, burdas, irregulares y dispuestas en forma azarosa, por lo que el tejido en conjunto, carece de arquitectura definida en relación con la dermis normal. Existen 5 tipos de colágena hasta ahora identificadas, cada una de las cuales presentan ciertas características peculiares, que dependen de la ubicación de la hidroxiprolina, hidroxilisina y de los azúcares que tienen unidos por medio de grupos hidroxilos. Por ejemplo, en la dermis la composición de la cadena es (alfa 1(I)2 o sea 2 cadenas

idénticas alfa 1 y una cadena alfa 2 como tercer miembro de la tripleta helicoidal, lo cual caracteriza a la colágena de tipo I (64).

La colágena tipo II (alfa 1 (II)<sub>3</sub>) es propia del cartílago; la del tipo III (alfa 1 (III)<sub>3</sub>) se encuentra en vasos sanguíneos, piel, bazo, hígado; la colágena tipo IV (pro alfa 1 (IV)<sub>3</sub>) se halla en membrana basal y la V A, B, en placenta y músculo no estriado. Los fibroblastocitos sintetizan de tipo I y III, los osteoblastocitos de tipo I y los condroblastocitos el tipo II (1, 64).

Desde el punto de vista bioquímico, la colágena en la cicatriz cutánea presenta un polimorfismo no hallado en la dermis, ya que se encuentran tanto fibras de tipo I, como de tipo III, lo cual conduce a que sea diferente la estructura, función y propiedades físicas del tejido conjuntivo cicatrizal, en relación con el de la dermis normal, al que sustituye (1, 64).

Existen aún muchas preguntas con respecto a la biología de las células, por lo tanto se desconoce que factores promueven su diferenciación y su desarrollo, pero se ha observado que la contracción de una cicatriz es mayor cuando en los primeros días de la evolución de la reparación, hay exceso de movimiento de los bordes de la herida. También se ignora que factores median la desaparición de estas células en las cicatrices viejas (64).

De este modo, por características estructurales, celulares y bioquímicas en la cicatriz, aunque sea suficiente la cantidad de tejido para restaurar la continuidad tisular, la elasticidad y la fuerza de tensión son deficientes y nunca llegan a ser comparables a las de la piel íntegra. Puede desgarrarse el tejido fibroso de la cicatriz de una quemadura cutánea, si este es sometido a un estiramiento vigoroso. El tejido cicatrizal que se desarrolla en los párpados de los boxeadores tras traumas repetidos, es muy frágil y se rompe por un golpe que un párpado normal resistiría. De igual manera se sabe que la reparación de heridas en cicatrices tiende a no resistir estiramientos comunes (64).

#### **H) Factores que influyen en la respuesta inflamatoria y de reparación.**

Desde un punto de vista general, los factores que influyen favorable o desfavorablemente en la cicatrización, se pueden dividir en locales y generales, y cada una de estas en intrínsecos y extrínsecos (2, 64).

**a) Factores locales (intrínsecos y extrínsecos).**

**1) Forma y amplitud de la lesión.**

La forma y amplitud de la lesión, son determinantes en cuanto al tiempo requerido para el desarrollo de la reparación y en cuanto a la intensidad de la inflamación (64).

**2) Grado de contaminación.**

Como se mencionó en capítulos anteriores, la infección de las heridas cutáneas produce invariablemente retardo de la cicatrización, ya que los microorganismos modifican el microambiente tisular considerablemente (64).

**3) Irritación de tejido.**

Comprende el manejo excesivo e inadecuado que se realiza en el acto quirúrgico sobre los tejidos, por ejemplo; el uso inadecuado del instrumental durante su manejo, traumatismos ocasionados por las manos del cirujano, el uso excesivo de compresas y la aplicación de sustancias irritantes sobre los tejidos, así como el exceso de material de sutura e intolerancia al mismo por el tejido (64).

Por otro lado, es conveniente considerar que influyen las quemaduras yatrogénicas, cuando se abusa de la electrofulguración o cauterización, o no se controla en forma adecuada la intensidad del calor de estos instrumentos (2).

#### **4) Grado de irrigación sanguínea.**

El alto nivel de aporte sanguíneo es determinante para el buen desarrollo de la reparación, ya que por medio de la sangre llegan al foco de la lesión, oxígeno, nutrientes y leucocitos que constituyen la materia prima para que se lleve a cabo la eliminación de detritus celulares y la sustitución del tejido destruido por tejido conetivo colágeno de reparación. Hay que tomar en cuenta que el metabolismo local en el área dañada es mayor que en un tejido sano, debido a que el proceso de síntesis de elementos tisulares en ese sitio es muy intenso y por lo tanto la demanda de oxígeno, es superior a la de un tejido normal. Sin embargo en una herida, generalmente esta mayor demanda de oxígeno y de nutrientes no es satisfecha adecuadamente, debido a que en el momento del traumatismo la circulación sanguínea es casi totalmente anulada al romperse la red capilar, a la vez que son destruidas las células parenquimatosas del tejido; todo cirujano sabe que las heridas en tejido isquémico cicatrizan mal, o bien no cicatrizan, mientras que las que se encuentran en tejidos sumamente

vascularizados lo hacen rápidamente. Los gradientes de oxígeno son pronunciados entre el capilar nutricional y el tejido lesionado a pocos  $\mu$  de distancia. En consecuencia, existen regiones con baja tensión de oxígeno, que no responden a las condiciones óptimas para la cicatrización. La región de proliferación fibroblástica y de máxima actividad de síntesis y entrecruzamiento de fibras de colágena, parece ser una zona en la que la presión de oxígeno, es del orden de 30 a 80 mm Hg y en la que los gradientes de difusión de oxígeno son mucho menos pronunciados que los encontrados en el borde de la herida (64).

En un estudio en el que se provocó hipovolemia local y se bajó la presión de oxígeno a cero en todo el tejido en reparación, se apreció aumento en la presión de bióxido de carbono a niveles mayores de 100 mm Hg; disminuyó el pH extracelular por debajo de 6.8 y se elevó la presión de potasio extracelular. Aunque los macrófagocitos parecieron resistir un pH intracelular en el orden de 5.7 o menos, sin desintegrarse, la mayoría de las demás células incluyendo a los fibroblastocitos, comenzaron a mostrar pérdida del potencial de membrana y ruptura mitocondrial, al bajar al pH intracelular a 6.6. En estas células, la pérdida de potencial de membrana se aunó a captación de sodio, debido a la falla de la bomba de Na-K, lo

que permitió la salida de K y provocó daño intracelular irreparable y necrosis tisular (64).

Los estudios realizados en heridas con un gran espacio muerto, en el que se le implantó esponja de celulosa, sugirieron que el efecto benéfico de oxígeno repercute en: 1) acumulación incrementada de colágena, 2) entrecruzamiento ligeramente aumentado de dicha colágena y 3) mayor diferenciación de células del tejido conjuntivo. Hay que hacer notar que los requerimientos tisulares de oxígeno en la reparación, están en un cierto rango, ya que los fibroblastos no crecen satisfactoriamente si la presión de oxígeno se eleva por arriba de 200 mm Hg (64).

También la proliferación del epitelio de la epidermis al igual que la de los fibroblastocitos depende en gran parte del microambiente de oxígeno y en menor escala, de los gradientes de pH que ocurren en el tejido. Por lo tanto, cualquier disminución de la presión de oxígeno tisular deprime la cicatrización y cualquier forma de tratamiento que favorezca el aumento en la presión de oxígeno y aumente el tiempo de perfusión de este en la herida, tenderá a aumentar la velocidad de cicatrización (64).

Se ha observado por ejemplo, que la electroestimulación tiene la propiedad de incrementar la hiperemia y por lo tanto la presión de oxígeno en la cicatrización por segunda intención. En dos estudios realizados en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (U.N.A.M.), en la que se insertaron cuatro agujas en cuatro puntos equidistantes del centro de una herida circular de aproximadamente 1cm de diámetro, con el objeto de que por medio de la acupuntura realizada en los tejidos aparezcan elementos enzimáticos y otros componentes celulares, que actúan como proteínoterapia y tisuloterapia en el proceso de cicatrización así como sus efectos curativos por medio de los canales meridianos y colaterales, esto fue realizado en el dorso de las ratas, al cabo de 20 días, se pudo apreciar regeneración de todas las estructuras de la piel, incluso de la dermis, que presentó fibras de colágena morfológicamente semejantes a las normales, ausencia de fruncimiento de tejidos adyacentes y una mayor fuerza de cohesión. En cambio en los demás grupos de experimentación en los que las heridas fueron tratadas con pomada de nitrofurazona (Furacín, Columbia) con electroestimulación y pomada nitrofurazona, así como las del grupo que no recibió ningún tratamiento, se apreció epitelización deficiente, infección y en el mejor de los casos, cicatrización en dermis, cuya colágena presentó fibrillas y entrecruzamientos diferentes a los de dermis normal, pero comúnmente observadas en tejido

fibroso cicatrizal. Se infirió a través del estudio microscópico cuantitativo y cualitativo de los elementos celulares presentes en el proceso de reparación, que en estos casos la electroestimulación modera el proceso inflamatorio, incrementa la irrigación, estimula a los macrófagos favoreciendo la fagocitosis, favorece el crecimiento de tejido fibroso de cicatrización y da lugar a la regeneración de la dermis al remodelarse por medio de tal fibroplasia, al cabo de 20 días. Seguramente, como resultado de la regeneración de la dermis, también es mayor la cohesión de los bordes y no hay fruncimiento de los tejidos adyacentes (64).

#### **5) Incremento de la temperatura.**

Otro elemento que ha demostrado acelerar el proceso de cicatrización, es el aumento de la temperatura local, al aumentar el metabolismo celular. El incremento de la temperatura local, es capaz de acortar el tiempo necesario para la neoformación de tejido de granulación, debido a que provoca al igual que la electroestimulación, un incremento en el aporte sanguíneo, por ser responsable de la hiperemia activa (64).

## **6) Luz ultravioleta.**

La luz ultravioleta favorece la cicatrización, pero el efecto estimulante es mínimo y no tiene aplicación clínica (64).

## **7) Otros factores.**

Tal vez no debiera de olvidarse que el coágulo sanguíneo no constituye un andamio sobre el cual se lleva a cabo la cicatrización, como se pensaba antaño. La presencia de un coágulo sólido es un factor inhibitorio de la cicatrización y obstaculiza físicamente la propagación del tejido de granulación. Sin embargo, pequeñas hemorragias en las que las plaquetas aportan cierta cantidad de sustancias mitogénicas, parecen ser estimulantes del fenómeno, la presencia de suturas que no se reabsorben y los cuerpos extraños en algunos casos pueden retardar igualmente la cicatrización, debido a la naturaleza del material que pueda ser, degradable o no degradable, por lo que el tiempo de reabsorción, o encapsulamiento será tardío influyendo en dicha reparación (64).

Muchos factores relacionados con el hospedero, modifican la suficiencia de la respuesta inflamatoria de

reparación. Explicaremos sólo algunos de los más importantes (51).

## b) Factores generales (Intrínsecos y Extrínsecos).

### 1) **Edad.**

Se considera que la edad del individuo, así como los factores nutricionales y hormonales, son factores determinantes en la velocidad de la cicatrización. Sin embargo la edad probablemente no es un factor fundamental en la respuesta inflamatoria de reparación. La mencionamos por que hay una "creencia popular" según la cual los individuos ancianos curan más lentamente que los jóvenes. Sin embargo, hay pocos datos controlados en animales de laboratorio que apoyen esta noción. En seres humanos, ha sido prácticamente imposible descartar el trastorno del riego vascular, dependiente de la arteriosclerosis inevitable, o las deficiencias nutricionales dependientes de hábitos alimentarios excéntricos en los ancianos (5, 51, 54).

### 2) **Estado nutricional.**

En contraste con la edad, la nutrición tiene un efecto importante sobre la respuesta inflamatoria de reparación,

particularmente en la cicatrización de heridas. Muchos autores han comprobado el efecto perjudicial de la carencia y/o deficiencia prolongada de proteínas sobre la cicatrización de heridas. En animales con deficiencia de proteínas disminuye la síntesis de colágena, y una dieta rica en proteínas apresura la rapidez con que se adquiere resistencia a la tracción durante la fase del aumento del tejido conjuntivo fibroso de reparación. Por otra parte no se han podido aislar aminoácidos específicos que sean cruciales para el fenómeno de cicatrización. Algunos autores afirman y otros niegan que los suplementos de metionina y cistina tengan efecto benéfico sobre el fenómeno de cicatrización, en el animal con agotamiento proteico (5, 51, 54).

Las proteínas indispensables para la cicatrización, requieren de los aminoácidos sulfurados ya que participan en la formación de puentes disulfuro (S-S) entre sus cadenas peptídicas (1, 51, 54, 64).

De los muchos factores, nutricionales propuestos, el mejor comprobado es la necesidad de una concentración adecuada de ácido ascórbico (vitamina C), para la síntesis de colágena normal. La vitamina C aumenta la conversión de prolina en hidroxiprolina y de lisina en hidroxilisina. La deficiencia de esta sustancia produce trastornos de la síntesis

de colágeno normal. La falta de hidroxiprolina origina incapacidad para la fibrogénesis (5, 51, 54, 64).

Por otra parte, muchas enzimas, como las metaloenzimas y polimerasas del DNA y RNA, dependen del zinc. La concentración de zinc en los tejidos y la sangre puede disminuir después de un traumatismo, lo cual es particularmente notable en pacientes quemados. En sujetos con deficiencia de zinc, se retarda la cicatrización de heridas, que vuelve a tener rapidez normal al administrar el mineral. Sin embargo, estudios de control sugieren que el tratamiento con zinc, carece de efecto sobre la cicatrización de heridas en sujetos normales (5, 51, 54).

### **3) Trastornos hematológicos.**

La deficiencia de neutrófilos en la sangre circulante (neutropenia) o defectos en la quimiotaxis y fagocitosis por leucocitos, son bases plenamente comprobadas de aumento de la susceptibilidad a la infección bacteriana. En estos casos, los pacientes se toman susceptibles a la infección por bacterias. Dicha infección, en heridas suele hacer más lenta la reparación de las mismas (5, 51, 54).

Los trastornos hemorrágicos, conocidos como diátesis hemorrágicas, en los cuales hay extravasación excesiva de sangre por la herida, dificultan los fenómenos de inflamación y reparación, el mecanismo de coagulación, junto con la pared vascular y las plaquetas contribuye de modo fundamental al proceso hemostático y a la formación del coágulo, que es un proceso en el que participan factores vasculares, plaquetarios, y de coagulación, una lesión vascular expone fibras de colágena en el sitio dañado de la pared, las plaquetas se adhieren entre si a la pared vascular lesionada para iniciar la hemostasia produciendo sustancias como serotonina, histamina, ADP junto con fibrinógeno y calcio forman el coagulo, la serotonina y la histamina producen vasoconstricción para responder a la hemostasia. Las plaquetas sintetizan proteínas, carbohidratos, lípidos, y componentes del factor VIII (factor antihemolítico) y por medio de las prostaglandinas ayudan a que los endotelios resistan la trombosis. La sangre actúa como sustrato para el crecimiento bacteriano y se torna bastante más lenta la reparación (5, 17, 18, 51).

#### **4) Problemas metabólicos.**

Los pacientes diabéticos presentan aumento plenamente de la susceptibilidad a las infecciones, que dependen de el déficit de algunos factores que afectan la leucocitosis

produciendo defectos básicos que afectan la función leucocitaria, entre los que hay que citar la disminución de la adhesividad, quimiotaxis de los neutrófilos y de la capacidad fagocitaria por trastornos del flujo sanguíneo de los tejidos, alteraciones celulares intrínsecas como en la actina neutrófila o déficit de inmunoglobulinas o complemento resultando en una disminución de la opsonización (51).

Las enfermedades metabólicas producen efectos sobre los grandes y pequeños vasos arteriales en humanos que limitan el riego sanguíneo y las anomalías venosas que toman lento el drenaje son obstáculos bien comprobados para la cicatrización de heridas, así como la alteración de la membrana basal que constan de colágena, proteoglicanos, disminuyendo la síntesis de estos, produciendonos alteraciones en la permeabilidad para las proteínas, por lo que hay una compensación con el engrosamiento de las membranas basales, alterandose dicha membrana por unión de las proteínas. De este modo, en el sujeto de edad avanzada, una equimosis insignificante de la extremidad inferior, puede tomarse en una úlcera indolora y desagradable especialmente en extremidades. En estos pacientes predispuestos, la arterioesclerosis disminuye la llegada de sangre y las varices dificultan el retorno de la misma (51).

### **5) Tipos de sutura y cuerpos extraños.**

El cirujano se enfrenta con el dilema de una incisión, que prácticamente no tiene fuerza intrínseca en el período postoperatorio inmediato, salvo la brindada por suturas, en tanto que al propio tiempo los puntos de sutura son un obstáculo para la cicatrización. Por otra parte, las heridas punzantes causadas por el acto de suturar en la piel, facilitan la contaminación bacteriana y el propio material de sutura, suscita reacción inflamatoria y de cuerpo extraño. Un antiguo estudio muy interesante, afirma que un sólo punto de sutura multiplica el carácter invasor de los estafilococos. Son igualmente inconvenientes fragmentos de madera, acero, vidrio e incluso hueso (51, 54).

### **6) Tipo de tejido.**

El tejido donde ha ocurrido la lesión es importante para una adecuada cicatrización, ya que la reparación perfecta del mismo (regeneración) sólo puede efectuarse en los tejidos que constan de células lábiles y estables. Los formados por células permanentes, inevitablemente producirán cicatriz y, en el mejor de los casos, el restablecimiento mínimo de elementos especializados (51, 54).

## 7) Corticoesteroides.

Los corticoesteroides tienen un efecto antiinflamatorio bien comprobado. Inhiben la disponibilidad de leucocitos en los focos de inflamación e interfieren con algunas de sus funciones, entre ellas la fagocitosis, destrucción intracelular y secreción. Se propone un mecanismo común de estos efectos antiinflamatorios, tal como la capacidad de los glucocorticoides para aumentar la producción de una proteína específica llamada lipomodulina. La lipomodulina inhibe la fosfolipasa A2, que es la enzima necesaria para la liberación de ácido araquidónico, precursor de las prostaglandinas, claves de la inflamación. Los glucocorticoides tienen efecto sobre la inhibición del crecimiento capilar y conservación de la permeabilidad vascular impidiendo el edema, así como integridad de la microcirculación en la zona afectada, reduce la resistencia en el lecho vascular y contribuye a un mejor retorno venoso, influye en la reducción del tejido linfoide y disminuye por lo tanto la inmunidad, inhibe la liberación de histamina de las células cebadas y de las prostaglandinas de los fosfolípidos de la membrana, entre sus efectos fisiológicos y bioquímicos está la estimulación de la gluconeogénesis hepática, depresión en la síntesis de proteínas de los tejidos periféricos y estimulación e inducción de la síntesis proteica en el hígado (8, 25, 41, 42, 51, 61, 66).

Es más discutida la acción de los corticoesteroides sobre la cicatrización. Se ha comunicado una inhibición de la síntesis de tejido conectivo *in vitro* e *in vivo*, así como trastornos en la formación de tejido de granulación, disminución de la producción de hidroxiprolina conjugada a proteína y por lo tanto, de la formación total de colágeno. Sin embargo, se sospecha que estos efectos inhibidores sobre los fenómenos de cicatrización resultan de la inhibición global de la respuesta inflamatoria. Si se administra cortisona a animales de experimentación dos días después de la lesión, la cicatrización no se trastorna. Esto sugiere que dicha cortisona actuaría en etapas tempranas de la respuesta y probablemente no afectaría de manera primaria la etapa de cicatrización. Podemos terminar diciendo que los corticoesteroides bloquean o retardan la respuesta de inflamación y reparación, pero no se tiene certeza sobre cómo actúan. Desde el punto de vista clínico, la herida de cualquier sujeto que recibe corticoesteroides en dosis importantes durante la cirugía y después de ella debe vigilarse cuidadosamente (8, 25, 41, 42, 51, 61, 66 ).

La hormona somatotrópica (STH) produce un aumento en la resistencia a la tensión en heridas producidas en ratas. La hormona estimulante de corteza adrenal (ACTH) es capaz de inhibir la cicatrización, pero su efecto requiere la presencia de

las glándulas suprarrenales en el animal experimental. Por otra parte, los andrógenos tienen efecto depresor de la cicatrización similar al de los estrógenos, solo que requiere de la presencia de las glándulas adrenales para suprimir la proliferación del tejido de granulación. Esta información pudiera ser útil para el control de las cicatrizaciones hipertróficas y queloides (64).

Para terminar esta explicación sobre los factores relacionados con el hospedero, se debe señalar que muchos de estos factores entrañan temas de gran importancia clínica. Es responsabilidad del clínico corregir las deficiencias nutricionales, evitar el tratamiento con esteroides, el uso prudente de suturas, el debridamiento y la extirpación cuidadosa de cuerpos extraños y en general, la atención escrupulosa a todas las influencias que puedan dificultar la respuesta inflamatoria (51).

El proceso biológico que se desarrolla en las heridas que no cicatrizan de primera intención es muy variado, según la causa que esté actuando en la herida, por lo que resulta indispensable conocerla, para eliminarla lo antes posible (64).

## **l) Cicatrización patológica.**

El tejido de granulación crece hasta llenar todos los espacios disponibles, pero por lo general no crece por encima del nivel normal de la superficie epidérmica. Aún no se cuenta con una explicación satisfactoria acerca del por qué se detiene el crecimiento del tejido conjuntivo en este punto en particular (64).

Un grupo especial de cicatrices lo constituyen las que se desarrollan excesivamente. Se reconocen dos tipos dentro de este grupo: hipertróficas y queloides (64).

### **a) Hipertróficas.**

Las cicatrices hipertróficas resultan de las destrucciones tisulares repetidas en el mismo sitio en el que se está desarrollando el proceso de reparación. Esto provoca múltiples episodios de inflamación y de proliferación de tejidos de granulación que se dispone en desorden formando estructuras semejantes a remolinos. En estos casos el tejido de granulación crece exuberantemente por lo que se le conoce con el nombre vulgar de carnosidad. Este tipo de respuesta es frecuentemente observada en equinos por razones desconocidas. Cuando las destrucciones tisulares repetidas se deben a la presencia de

gérmenes, el exudado infiltrado en el tejido de granulación es rico en polimorfonucleares mientras que cuando se debe a una reacción de hipersensibilidad inmunológica, el exudado está constituido esencialmente por células plasmáticas, linfocitos y eosinófilos (64).

#### **b) Queloides.**

El segundo tipo de cicatrización patológica esta representada por las cicatrices en las que hay una alteración en el balance de la síntesis y la degradación de la colágena debido a factores genéticos, las cicatrices queloides, se caracterizan por una proliferación exuberante en las que parecen no actuar las chalonas y la remodelación del tejido fibroso es deficiente, macroscópicamente se aprecian elevaciones firmes, brillantes y rojas, cubiertas por epitelio atrofiado, folículos pilosos escasos o ausentes y microscópicamente no sólo hay un incremento en el número de fibras de colágena, sino que éstas a su vez son más gruesas que las normales, carecen de estructuras fibrilares y tienen afinidad variable por ciertos colorantes tales como los de la técnica de Van Gieson y el azul de anilina. Se aprecia que las células y capilares son muy escasos en relación con la cantidad de sustancia fundamental (64).

## CAPITULO IV

### SUTURAS

Como definición, tenemos que la sutura es el material que se emplea en el acto quirúrgico para realizar la hemostasia y reestablecimiento de los tejidos incididos voluntaria o accidentalmente, manteniéndolos en aposición hasta lograr su cicatrización, mediante las técnicas quirúrgicas adecuadas (2, 3, 23, 38, 60).

Cabe señalar que las suturas se clasifican en cuanto a la naturaleza del material por el cual están constituidos, sea animal, vegetal o sintético, dividiéndose en absorbibles y no absorbibles, considerándose que las primeras son temporales en cuanto a su permanencia y las segundas permanentes, ya que la fisiología que se lleva a cabo a nivel celular, en relación a las enzimas tisulares de degradar sustancias extrañas actúa sobre el material absorbible únicamente, produciéndose

solamente un encapsulamiento en el caso del material no absorbible (10, 23, 31, 54, 58, 59).

La diferencia de la naturaleza de estos materiales se refleja en la degradación y pérdida de resistencia a la tracción en el caso de las absorbibles, y siendo todo lo contrario para las suturas no absorbibles (10).

#### **A) MATERIALES ABSORBIBLES.**

Son de origen animal y sintético, con la característica de ser absorbidos por el organismo. La United States Pharmacopea (U.S.P) agrega que las suturas absorbibles deben cumplir con las características de ser asépticas y preparadas con colágena que derive de animales, o bien, de polímeros sintéticos (23, 36, 38, 54, 58).

Dentro de las características de estas suturas que derivan de colágeno, esta su cualidad de ser absorbidas rápidamente en presencia de infecciones locales, aumento del riego sanguíneo y en aumento o presencia de enzimas digestivas (como en el caso de cirugías a páncreas e intestino delgado); por todo esto, es recomendable aplicar el criterio profesional del Médico Veterinario en el caso de que las heridas

contaminen y/o infecten, ya que esta coadyuva a la pronta desaparición de las suturas de este tipo y desencadene en un proceso supurativo (36).

#### **a) Materiales Naturales Absorbibles.**

##### **1) Catgut.**

Cabe señalar que la definición de la palabra "catgut", implicaba la confusión en cuanto a la obtención de este tipo de sutura (que se creía que era obtenida a partir de intestino de gato); todo resultó debido a la interpretación de la palabra árabe "Kitgut" que significaba "cuerdas de violín". Como estas eran procesadas a partir de intestinos de mamíferos y el violín era conocido como "Kit", se conjugó la palabra "kitgut", y con el paso del tiempo se interpretó como "Kitten" que significaba "gatito" derivando así en "Cat" (gato), dándonos la interpretación actual de "catgut" (22, 60).

El catgut quirúrgico puede ser simple o crómico, son hilos procesados de colágena muy purificada, el porcentaje de colágena contenido en el material de sutura le conferirá resistencia a la tracción y facilidad de absorción en el organismo, los materiales que no se elaboran a base de

colágena pueden provocar una reacción tisular, fuerza de tensión y rechazo, muy notorias, así como tiempo de absorción, siendo más largo en la sutura sin colágena. Se menciona que el catgut sin tratamiento de sales de cromo es degradado en un promedio de 70 días, con resistencia de tracción de 7-10 días, mientras que el tiempo de absorción del catgut crómico es de más de 90 días, con resistencia de tracción de 10-14 días; su esterilización se lleva a cabo con radiaciones gamma y tyndallización, que consiste en varios calentamientos entre 60 y 70 grados centígrados (13, 16, 18, 23, 31, 58, 59).

El catgut es una sutura que resulta del tratamiento de la submucosa y serosa intestinal de ovinos y bovinos, las cuales son hiladas por electricidad y pulidos hasta resultar en monofilamentos de diferentes calibres; además, reciben un tratamiento de calibración que les confiere un diámetro uniforme, dándoles así una resistencia y tracción para evitar la ruptura y deshilachamiento, se menciona además el tratamiento de cromatización del catgut, donde las tiras de colágena adquieren una resistencia a las enzimas corporales y por lo tanto es mayor el tiempo de absorción; por otra parte, el tratamiento de cromatización da una subclasificación de tipos, en base a la cantidad de sales crómicas con que fué tratado el catgut, por lo cual tenemos: (16, 18, 22, 36, 60).

<b>TIPO</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>TIEMPO DE REABSORCION</b>
A	Catgut sencillo y sin tratamiento.	3 - 7 días
B	Catgut con tratamiento crómico ligero.	14 días
C	Catgut con tratamiento crómico medio.	20 días
D	Catgut con tratamiento crómico extra.	40 días

Dentro de los usos o recomendaciones para el catgut simple, tenemos que es recomendado en cirugías plásticas, hemostásis en vasos sanguíneos pequeños, para piel, para suturar tejido adiposo subcutáneo; este material no se recomienda para usarse internamente en órganos o cavidades, existen calibres que van de 6-0 a 3-0 (16, 18, 23, 31, 36).

El catgut crómico se aplica en tejidos que se consideren de cicatrización retardada como aponeurosis, peritoneo, afrontación de músculos y fascias, estómago, intestinos, vejiga, para suturar órganos parenquimatosos; y no se recomienda

para piel y tejido nervioso, lo encontramos en calibres que van de 7-0 a 1, cabe señalar que con respecto a la nomenclatura del calibre que presentan los materiales de sutura se refiere al diámetro de dichos materiales, que son regulados por normas gubernamentales específicas, expresado en forma numérica, por lo que entre más ceros haya en el número del material, menor será su calibre y viceversa (16, 23, 31, 36, 58, 59).

## **2) Materiales de Colágena**

Derivan a partir de los tendones flexores de bovino, obteniéndose mediante la aplicación de presión, por estiramiento homogéneo de las fibras de colágena; hay tipo simple y crómico, que son similares al catgut quirúrgico, solo que la diferencia radica en que el material de sutura de colágena es ajeno a cualquier otro material que no sea colágena y se le aplica un proceso químico de purificación, por lo cual resulta un hilo de sutura superior al catgut; sus propiedades físicas son favorables para cirugías oftálmicas, provocando una reacción tisular mínima y una absorción de 56 días, su fuerza de tracción se mantiene por 10 días (13, 23, 36).

## **b) Materiales Sintéticos Absorbibles.**

### **1) Ácido Poliglicólico [ Dexón, PGA,( Davis Geck) ].**

La sutura de ácido poliglicólico es un polímero multifilamentoso trenzado de ácido glucólico (ácido hidroxiaacético), es una sutura sintética, que se absorbe por hidrólisis. Las investigaciones mencionan que los productos de degradación de la sutura le dan una característica antimicrobiana, la absorción total del ácido poliglicólico implantado es alrededor de 100 a 120 días y la hidrólisis es muy marcada en medios alcalinos (16, 59, 60).

La sutura de PGA presenta características similares a la poliglactina 910 (Vicryl) y al nylon, que son muy poco antigénicos, producen baja reacción tisular, son fuertes a la tracción (esta fuerza es superior que la del catgut, seda y algodón), conservando su fuerza de tracción en un 67% en los primeros 8 días y un 20% en las dos primeras semanas después de su implantación, por lo cual su fuerza en un inicio la conserva, si bien la pierde rápidamente. Por este motivo, no se recomienda su uso en procesos de cicatrización largos; su uso es adaptable en variedad de procesos quirúrgicos, y si bien su característica multifilamentosa da aceptación a la colonización bacteriana, aún así no modifica mucho sus características. Se

menciona que su manejo puede causar un deslizamiento entre los tejidos y producir laceraciones en órganos. En características generales, el PGA posee las mismas indicaciones que el catgut y se usa en cirugía cardiovascular y oftálmica (16, 60).

## **2) Poliglactina 910 [Vicryl, (Ethicon) ].**

La Poliglactina 910 (Vicryl, Ethicon) deriva del ácido láctico y glicólico; dadas las características de estos compuestos químicos, que participan en el metabolismo del organismo, le confieren una repelencia al agua y por lo tanto una fuerza de tracción mayor. De este modo, también la degradación de los productos del ácido glicólico contribuyen a un efecto antibacteriano (23, 54).

Como características generales de la Poliglactina 910, tenemos que su resistencia a la tracción es elevada, disminuyendo paulatinamente en porcentajes promedio de 40% a los 14 días y 70% a los 21 días ; su absorción se da entre 60-90 días por hidrólisis y su reacción tisular es mínima. Existe en forma monofilamentosa y trenzada (23, 36 37, 43).

La transformación de los copolímeros de poliglactina a hilos, ocurre mediante el proceso de dar forma a la masa plástica, forzándola a pasar por una abertura de diseño especial en una máquina, obteniéndose así la sutura. En su elaboración, estos filamentos pueden ser teñidos para lograr su diferenciación en los tejidos que se aborden. Su demanda se da en cirugía oftálmica (23).

Existe la variante recubierta de este material, que le da la característica de ser liso y absorbible, facilitando así su paso a través de los tejidos. Dicho recubrimiento consiste de una mezcla de ácido láctico y glicólico y estereato de calcio, dando como resultado esta combinación lubricante. Su absorción se da en un promedio de 90 días, es inerte, no antigénico, no pirógeno, da una reacción tisular mínima, que a los 14 días pierde 40% de su tracción y 70% a los 21 días, después de su implantación, se encuentra en calibres que van de 8-0 a 3 (23, 43).

### **3) Polidioxanona [PDS, ( Ethicon ) ].**

La Polidioxanona (PDS), que deriva del poliéster es monofilamentosa por lo que es menos traumática y se recomienda en tejidos friables, en combinación con otra sutura,

ya que puede conferir sostén largo de 6-7 semanas, pero su fuerza de tracción se pierde 30% a las dos semanas, 50% a las cuatro semanas, 75% a las seis semanas. Su absorción total se da en seis meses por hidrólisis, sus calibres van de 9-0 a 2 y pueden ser teñidos; otros usos son para urología o en sustitución donde se usa el catgut, ácido poliglicólico o poliglactina 910 (23, 36).

## **B) MATERIALES NO ABSORBIBLES**

La U.S.P. se refiere a las suturas no absorbibles, como hilos resistentes a la acción de los tejidos. Son numerosos y de orígenes diversos (animal, sintético y metálico); las suturas no absorbibles son aquellas que su absorción y digestión por enzimas así como su hidrolización es nula en los tejidos (23, 58).

A la aplicación de los materiales no absorbibles nos producen una mínima reacción tisular, además no es necesario retirarlos, ya que permanecen inertes e indefinidamente en los sitios de aplicación, resistiendo de esta manera la degradación, enterrándose en dichos sitios y enquistándose. Solamente deben ser aplicados en zonas expuestas como piel y ojos, si llegan a ser retirados por el propio cirujano (4, 31, 36).

Cabe mencionar que las suturas no absorbibles pueden estar comprendidas por uno o varios filamentos de fibras orgánicas o metálicas, convertidas en una hebra por hilado, torsión o enhebrado, dando por lo tanto la U.S.P. normas en el diámetro y capilaridad para su fabricación, ya que estas características influyen en la retención de bacterias y pueden ser causa de una elevada reacción tisular. Debido a estas normas mencionadas, se les designa como multifilamentosas y monofilamentosas, siendo las primeras las más inconvenientes (23, 36).

Durante la fabricación de las suturas no absorbibles, se les puede dar tratamiento con tinciones a base de sustancias naturales o artificiales, con el propósito de reducir su capilaridad y evitar los inconvenientes mencionados (23, 36).

#### **a) Materiales No Absorbibles Naturales**

Los materiales naturales no absorbibles tienen una tradición en su uso por sus características de calidad y propiedad, teniendo gran fuerza de tensión, un fácil manejo, le confieren estabilidad al nudo realizado. se les encuentra como seda trenzada o enhebrada, siendo más recomendable las

características del segundo por sus mejores propiedades de manejo (23, 31, 36, 54).

La U.S.P. clasifica a estos materiales no absorbibles en clases, que van de la I a la III siendo: a) Clase I: compuestas por fibras de seda o sintéticas trensada, retorcida o monofilamentosa; b) Clase II: comprende a las fibras compuestas por algodón, lino o fibras naturales y sintéticas caracterizadas por un grosor que no contribuye a su poder de tracción, c) Clase III: compuesta por alambres metálicos con características de un solo filamento o múltiples. Los materiales no absorbibles, no son digeridos por las enzimas corporales, ni hidrolizados en los tejidos, por lo que su uso llega a implicar su retiro posoperatorio, las suturas multifilamentosas retienen bacterias produciendonos una marcada reacción tisular, y las suturas multifilamentosas sus nudos tienden a resbalar (23, 36).

### **1) Seda Quirúrgica [Perma-Hand, ( Ethicon ) ].**

La obtención de la seda se realiza a partir del filamento continuo producido por la larva del Bombyx sp. conocido como gusano de seda. Mediante la manufactura textil, se produce el material mencionado, el cual puede recibir tratamiento con

ceras, silicones, tinciones, etc con el fin de influir en su capilaridad y tener mejor aceptación y calidad; su uso se realiza en estado seco, ya que pierde fuerza de tracción en contacto con la humedad. Dentro de sus usos dados por los beneficios que nos brindan sus características para la práctica profesional, tenemos aquellos en cirugía cardiovascular, oftálmica, gastrointestinal y anastomosis de nervios; sus calibres van de 9-0 a 5, la U.S.P. lo clasifica como material de sutura no absorbible, aunque los estudios de experimentación demuestran que se comporta como material de absorción lenta (22, 23, 31, 36, 58).

Dentro del material de seda, hay que mencionar a la seda virgen, que es usada en cirugía oftálmica por sus diámetros que van de 8-0 y 9-0. La seda virgen es un conjunto de fibras retorcidas que forma una sola hebra frágil y de pequeño diámetro, dichas características formaran pequeños nudos poco visibles por lo que algunos cirujanos prefieren teñirlo antes de usarlo (23. 36).

## **2) Algodón Quirúrgico**

El algodón quirúrgico es manufacturado de fibras de algodón en conjunto, las cuales reciben tratamientos a base de

purificación, lavado y blanqueado para su uso. Se encuentra en diámetros de 2-0 y 5-0, es una sutura débil que no se compara con la seda, tiene ventajas de aceptación de parte de los tejidos con tensión elevada y aun más cuando está húmedo, tiene fácil anudamiento y manejo; como desventaja tenemos su capilaridad elevada que pudiera contribuir a procesos infecciosos encapsulados (22, 23, 36).

Su uso se recomienda en reparación de pérdida de la continuidad en piel, que no sean muy profunda o pronunciada.

### **3) Lino.**

El lino es obtenido de fibras de la corteza vegetal del lino, trenzada o retorcidas, con uso en la hemostasis y suturación de la piel; tiene una absorción lenta de 2 a 3 meses con inconvenientes de capilaridad elevada, no se recomienda en músculos por su débil resistencia. El algodón y el lino tienen ciertas similitudes, aunque de ligeras características mejores el algodón por su tolerancia en músculos y piel. Del lino destaca su débil fuerza de tracción, implicándonos posibles roturas de la sutura. A través del tiempo y con el avance de la tecnología, cabe señalar que el lino y en menor grado el algodón son hilos que se les irá considerando obsoletos, por el acrecentamiento

de la tecnología médica y experimental. Debido a esto, su uso esta canalizado hacia prácticas escolares como material de ligadura y sutura en animales de experimentación (23, 58).

El uso del lino actualmente esta limitado (ocasionalmente) en aparato digestivo; cabe mencionar que no hay control en el diámetro de sus hilos. Su uso como ligadura en cavidad abdominal no es recomendable, por relacionarse con fistulas (23, 31).

#### **4) Acero Inoxidable Quirúrgico [Steel, ( Ethicon ) ].**

Diversos autores mencionan el uso de diversos metales como suturas, las cuales han caído en desuso a través del tiempo; entre los que permanecen vigentes en nuestros días está el acero inoxidable primordialmente y el tantálo en menor grado, el cual no es tóxico, no es corrosivo, es inerte y comparable en resistencia al alambre (22, 23, 31, 36, 58).

Los materiales que han sido usados y que han caído en desuso por cuestiones económicas y de estudio han sido hilos de aleación de cobre (latón, bronce), oro y plata (22, 36, 58).

La sutura de acero inoxidable ha tenido mucha aceptación como sutura externa e interna, por sus características, que incluyen una ausencia de elementos tóxicos, flexibilidad, diámetros pequeños, no corrosivo, inerte, bajo contenido en carbono (aleación 316L) y compatibilidad con implantes y prótesis del mismo material. Se menciona tener el cuidado de no colocar con prótesis de otra aleación para no producir reacción electrolítica (22, 23, 36, 58).

Este tipo de material puede ser de tipo monofilamentoso y multifilamentoso, con elevada resistencia a la tracción y baja actividad tisular; sin embargo el alambre tiene como desventajas en su manejo su baja elasticidad y difícil anudamiento, siendo la forma multifilamentosa más fácil de anudar, aunque puede romperse si se dobla, y su colocación en áreas subcutáneas es palpable, produciendo cierto dolor y molestia (23, 31, 36, 54, 58).

Su uso se adecúa para cierres generales de heridas, medio de contención ósea, contención desde el interior de la cavidad peritoneal en todas las capas de la pared abdominal incluido el peritoneo, suturas de piel, tendones, ortopedia y neurocirugía (23, 36, 58).

El diámetro está dado con respecto a la clasificación de Brown y Sharpe (B y S), que dan 40 como diámetro pequeño y 18 para el mayor. La U.S.P maneja equivalencias para esos mismos diámetros de 10-0 hasta 7 (23, 36).

### **5) Grapas de Metal Y Clips.**

El cierre de heridas se ha modificado poco desde sus inicios, a excepción de las mejoras en la calidad de los materiales. Sin embargo, algunas técnicas operativas se están modificando a raíz de una nueva técnica para el cierre de heridas con el uso de dispositivos mecánicos para el cierre de heridas (23).

Las grapas y los clips metálicos son materiales no corrosivos, y aunque su uso requiere de equipo especial para su aplicación, nos brinda beneficios en las cirugías, tales como un menor tiempo de anestesia, así como cierres de heridas firmes y aceptables (23, 36, 54, 65).

Las grapas para ligadura han tenido una aceptación (para ligar vasos pequeños y aproximar bordes de heridas) y uso en cirugía general, torácica, urológica, ginecológica, neurológica y cardiovascular. Su aplicación brinda ciertos beneficios que nos

resultan en una cicatrización óptima, así como eficiencia y confiabilidad. En la actualidad hay una gran variedad de grapas con su equipo de aplicación; y los encontramos de acero inoxidable, tantalio, titanio y materiales absorbibles (23, 54, 65).

Dentro de las grapas para ligaduras absorbibles se encuentran los que se fabrican a partir de p-dioxanona, que cumple con normas y características indispensables ya mencionadas de los materiales absorbibles; su absorción se realiza entre 90 y 210 días después de su implantación. Las grapas de uso cutáneo, que resultan de utilidad en los cierres de piel, nos ayudan a conservar el factor estético. También existen las grapas intraluminales, útiles en la anastomosis de los órganos tubulares del aparato digestivo (23, 65).

## **b) Materiales No Absorbibles Sintéticos.**

### **1) Nylon [Ethilon, ( Ethicon ) ].**

El nylon deriva de la poliamida, que tiene características de degradación por medio de hidrólisis, produciendo mínima reacción tisular; es un monofilamento no capilar, se encuentra en diámetros de 11-0 a 2. Se menciona acerca del nylon su propiedad de "memoria", que es una característica de

elasticidad no muy deseada observable al realizar el nudo o los nudos, tratando entonces el material de regresar a su estado recto, por lo cual es necesario realizar más nudos. Se observa esta característica con mayor frecuencia en el tipo de nylon monofilamentoso (13, 23, 31, 36, 40, 54, 58).

Su uso se confiere para realizar suturas en piel y de retención abdominal. Por sus características de incluir diámetros pequeños se usa en oftalmología y microcirugía (23, 40).

También existe el nylon trenzado o entrelazado (Nurolon), el cual es tratado para reducir su capilaridad; es similar a la seda y un poco más resistente que está (13, 23).

## **2) Fibra de Poliéster [Mersilene, ( Ethicon ) ].**

Derivan de un polímero (tereftalato de polietileno), que se encuentra entrelazado en un hilo multifilamentoso; produce baja reacción tisular y tiene una alta resistencia a la tracción, en comparación con los materiales naturales. Posee una degradación nula en el organismo, por lo que el poliéster no tratado produce laceraciones en los tejidos y fija mal los nudos (13, 23, 31, 36, 58).

Las fibras de poliéster llegan a ser recubiertas por silicona, polibutano y teflón. Estos recubrimientos son inertes, ayudando a evitar el arrastre, además de dar lubricación. Su uso se destina en cirugía vascular, anastomosis de vasos y colocación de prótesis (23, 31, 36, 58).

La sutura de poliéster con filtros de teflón evita la laceración y desgarro de tejidos, como en el caso de las válvulas cardíacas (23, 31, 36, 58).

### **3) Polipropileno [Prolene, ( Ethicon ) ] y Polietileno [Tycrón, ( Ethicon ) ].**

Estos materiales reciben el tratamiento de polimerización y estiramiento para darnos suturas monofilamentosas. Tienen fuerza elevada de tracción, son fáciles de manejar y anudar, además tienen seguridad en las suturas de inversión, ya que no se adhieren a los tejidos. Este se recomienda para cirugía general, cardiovascular, plástica y ortopédica y se puede usar en presencia de heridas infectadas y contaminadas (13, 23, 36).

Cabe hacer mención que en la actualidad los materiales naturales son reemplazados por los materiales sintéticos. En

trabajos experimentales, las fibras de carbón y cerámica se valoran para su utilización en implantación quirúrgica y restitución de tendones, ya que el carbón tiene el efecto de favorecer la proliferación de fibroblastos que tienden a revestir las fibras tendinosas (54).

#### **4) Coprolactum polimerizado**

Esta es una fibra sintética retorcida con recubrimiento, con alta resistencia a la tracción y baja reacción tisular; su presentación consta de grandes rollos y bobinas conservados en líquido antimicrobiano. La esterilización a vapor le confiere inflexibilidad. El coprolactum polimerizado no debe usarse en planos profundos, a menos que este esterilizado y se mantengan las condiciones de asepsia (36, 60).

#### **5) Materiales adhesivos.**

El cierre cutáneo con cintas adhesivas microporosas, es menos propenso a infecciones. Se han hecho estudios con sujetos donde la tasa de infección de heridas cerradas con cintas, correspondía a la media de aquellas cerradas con suturas percutáneas. Sin embargo, las cintas adherentes no

son del todo óptimas para su aplicación en todas las regiones quirúrgicas, ya que en zonas húmedas la cinta no tiene buena adherencia, lo mismo que en áreas activas. En la actualidad, hay trabajos de experimentación sobre el uso de las cintas adhesivas en la reparación de estructuras anatómicas internas, ya que se ha observado una toxicidad de los adherentes empleados (54).

Sin embargo, las cintas con soporte adhesivo se han usado para laceraciones en la piel y para el cierre de la piel después de varias intervenciones quirúrgicas, ya que en las heridas cerradas con cintas, aumenta la fuerza de la tracción de la piel en comparación con una sutura normal, por el hecho de que con la cinta, las fibras de colágena se entrecruzan de una manera uniforme y orientada. Las cintas tienen como inconvenientes que no aproximan los tejidos profundos y no controlan la hemorragia de la herida; el uso de las cintas adhesivas se llegan a alternar con otros tipos de suturas tradicionales, de modo que este tipo de suturas o cintas, es utilizado para reforzar el cierre de la piel con grapas u otro tipo de sutura (23)

Existen las cintas adhesivas elaboradas de propileno, que son hipoalérgicas y porosas, ayudando así a la ventilación.

Cintas de acetato de rayón son igualmente hipoalérgicas y con alta resistencia a la tracción (23).

### **6) Mallas Quirúrgicas.**

Son utilizadas para la reparación de hernias abdominales, diafragmáticas e inguinales y defectos de aponeurosis, o como utilización de puente o refuerzo en tejidos óseos o en defectos de la aponeurosis, una malla a manera de puente mantiene la posición de las vísceras en las cavidades hasta la formación de tejido de granulación y evitar la evisceración, el cierre primario de los defectos de la pared abdominal bajo tensión predispone a necrosis e infección de la herida. Las mallas quirúrgicas se elaboran de acero inoxidable, fibras de poliéster, polipropileno y poliglactina 910, todas cumplen con características de flexibilidad, porosidad, elasticidad, y son inertes (23).

### **7) Cintas .**

Cintas de fibra de poliéster son utilizadas para ligar y sostener de algunas estructuras en intervenciones quirúrgicas. Por otro lado, tenemos la cinta umbilical a base de algodón tejido, utilizada para ligar el cordón

umbilical y dar sostén a estructuras y vasos pequeños en intervenciones pediátricas y cardiovasculares (23).

## CAPITULO V

### AGUJAS QUIRURGICAS

#### **A) Características generales de las agujas quirúrgicas.**

Las agujas quirúrgicas se fabrican de acero inoxidable templado, que es una característica de fabricación que les da resistencia y flexibilidad. Se llegan a fabricar de acero carbonado y acero inoxidable como tal, donde el primero se llega a corroer y el segundo no tiene problemas de corroerse. pero resulta aún mejor cuando se le somete a proceso de templado. (16, 22, 23, 31, 36, 60)

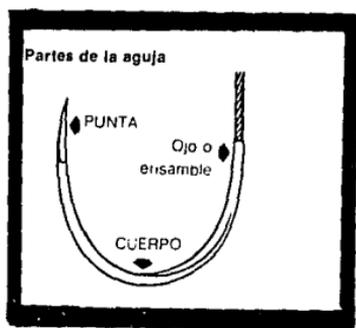
Una aguja quirúrgica requiere de un diseño que sirva para la colocación del material de reparación. Este diseño debe cumplir con características tales que durante su uso, no produzca un leve traumatismo; así, su filo y pulido son

indispensables para la penetración de la misma en los tejidos durante la reparación; por otro lado, su rigidez y flexibilidad le dan fuerza de resistencia y maleabilidad para que el cirujano no cause una rotura de la misma (4, 16, 23, 31, 36, 53, 60).

La necesidad de conjuntar todas las características deseables para el uso de una aguja, se basan con respecto al tipo de tejido a reparar, su localización y el acceso hacia este, así como la elección del material para suturar. Estas características nos determinan elegir una aguja, tomando en cuenta el grado de traumatismo que nos ocasiona, penetrabilidad, densidad, elasticidad y espesor (16, 22, 23, 31, 36, 53, 60).

## B) Diseño de las agujas quirúrgicas.

Dentro de los elementos que conforman el diseño de una aguja, tenemos que ésta se compone de: ojo, cuerpo y punta (16, 22, 23, 31, 36, 59).



(\*)

\* (23)

### a) Ojo

El ojo de la aguja puede ser 1) cerrado, 2) francés (de resorte o automático) y 3) ensamblado (ahuecado). A su vez los ojos cerrados son redondos, ovalados o cuadrados (23, 22, 36, 59, 60).

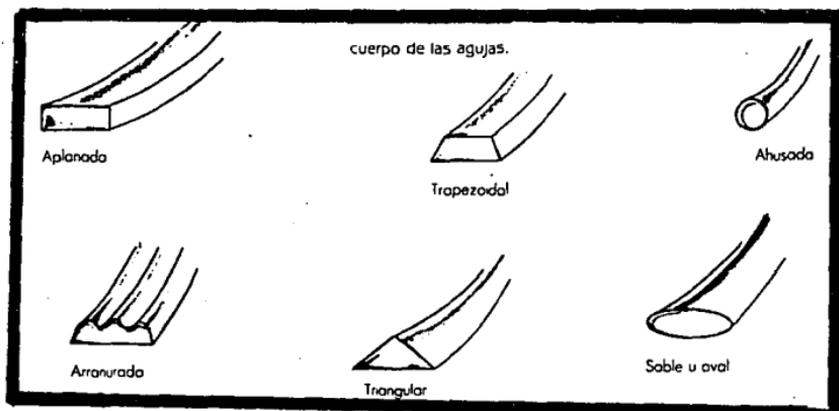
Las agujas de ojo francés tienen una hendidura desde el interior del ojo hacia el extremo de la aguja, con surcos en los que queda atrapado el material de sutura. Las agujas de ojo francés deben ser enhebradas, lo cual representa la desventaja de tener que pasar una hebra doble del material de sutura por los tejidos. Este tipo de aguja llega a desenhebrar al material de sutura por lo que quita tiempo y paciencia al realizar la técnica de reparación; debido a lo anterior, este tipo de aguja debe elegirse con un calibre adecuado de sutura. Este tipo de agujas reciben la denominación de "traumáticas", por el daño producido en el tejido, a causa del elevado grosor que ocupa la sutura en el ojo (16, 22, 23, 36, 60).

En las agujas con ojales ahuecados (atraloc, control release, División de Suturas Ethicon), el calibre de la sutura y de la aguja son similares para reducir el traumatismo en los tejidos; estas agujas tienen un orificio donde ensambla o se introduce la sutura en una canaladura que impide la salida de la sutura, quedando ensambladas así sutura y aguja. A este tipo de aguja se le denomina "atraumática"; cabe mencionar la existencia de agujas ensambladas de liberación controlada, donde el cirujano puede separar con un jalón la sutura de la aguja (16, 22, 23, 36, 60).

## b) Cuerpo.

Dentro de las características del cuerpo de la aguja, se considera que esta zona es la que nos da apoyo y sujeción en el momento de suturar.

El cuerpo lo encontramos entre la cabeza y la punta con características redondas, ovales, rectangulares (planas) y triangulares. En su diseño de fabricación, llegan a tener estrías en su parte externa e interna, con el propósito de reducir el movimiento de rotación con el portaagujas, los cuerpos redondos u ovales pueden tener una forma cónica que va desde el ojal hasta la punta, y los cuerpos planos pueden ser de bordes cortantes (16, 22, 23, 31, 36, 53, 59, 60).



\* (16)

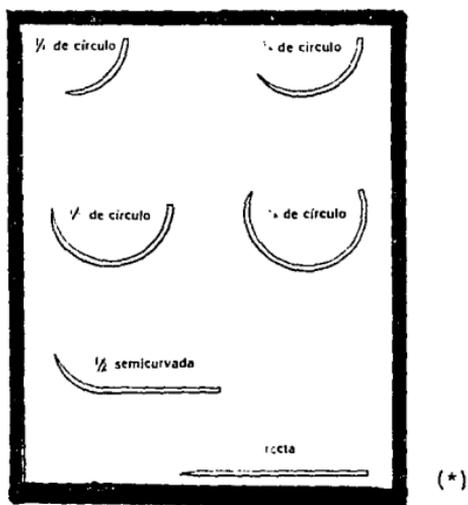
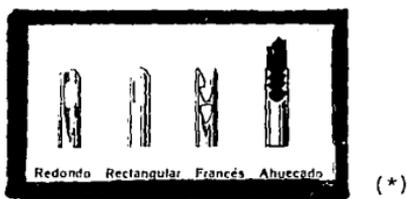
(\*)

La forma del cuerpo de la aguja puede ser recta, curva y curva, o de curvas compuestas, el uso de cada una o su elección, depende del tipo de plano anatómico o tejido a reparar. Existen ciertas variantes con respecto a su calibre, longitud y filo, por lo que tenemos que las agujas de cuerpo recto se prefieren en tejidos de fácil acceso como piel, tendones, boca, faringe, cavidad nasal, aparato digestivo, nervios y vasos; encontramos variantes de agujas rectas, tales como la aguja de Keith, útil para el cierre de piel en abdomen y en cirugías de rodilla (meniscos); la aguja de Bunnell, con bordes cortantes que se utiliza en la reparación de tendones; la aguja de transcámara recta, la cual facilita la colocación intraocular del cristalino por lo que es útil en las cirugías oftálmicas (16, 22, 23, 36, 53, 60).

Las agujas semicurvas son útiles para la reparación de la piel, sólo que su diseño para algunos cirujanos no es adecuado, debido a su facilidad para atravesar los tejidos, pero su dificultad para seguir el camino de penetración en lo que respecta a la forma recta, ya que la parte curva atraviesa los planos sin ningún problema (23, 53).

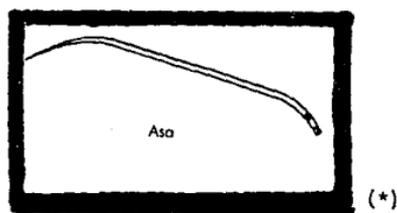
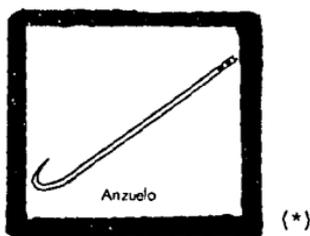
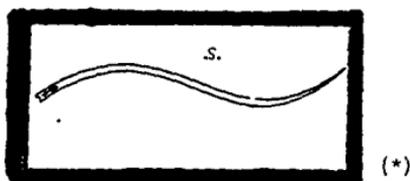
Las agujas más utilizadas son las de tipo curvo, que dan por su diseño (aunada la ayuda del portaagujas) un manejo más fácil y cómodo para la reparación de los tejidos. La

curvatura de las agujas las encontramos en curvaturas o longitudes de  $1/4''$ ,  $3/8''$ ,  $1/2''$  y  $5/8''$  de diámetro (16, 22, 23, 36, 53).



\* (36)

Respecto a la aguja en forma de "S" (de colchonero o de c urvas combinadas), esta posee un ojal ovalado que se que se utiliza para reparar incisiones abdominales en rumiantes y cerdos, así como en necropsias, existiendo también variantes de la forma de "S" que son las de anzuelo y asa (16).



\* (16)

Los diferentes diámetros ó circunferencias de las agujas, nos determinan su uso más conveniente en la reparación de los tejidos. Así circunferencias pequeñas ( $1/4$ " ), se utilizan en microcirugías oftálmicas. La circunferencia más aceptable y usada es la de  $3/8$ " , usada en reparaciones superficiales debido a la amplia área de manipulación que nos brinda dicha circunferencia. Sin embargo, no se recomienda en reparaciones dentro de cavidad, debido a la reducción de área para manipular con este tipo de aguja, si bien puede usarse en la reparación de estructuras tales como vías biliares, ojo, aparato digestivo, músculos, miocardio, nervios, periostio y peritoneo. La aguja de  $1/2$ " círculo se recomienda para áreas más inaccesibles, por ejemplo en la reparación de vías biliares, cavidad nasal, boca, tubo digestivo, algunos músculos, tejido adiposo, peritoneo, faringe, pleura, piel inaccesible etc. La aguja de  $5/8$ " es todavía más recomendable para áreas aún más inaccesibles (tórax, cavidad oral, cavidad pélvica) (23, 36, 59, 60).

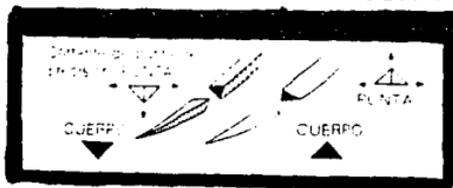
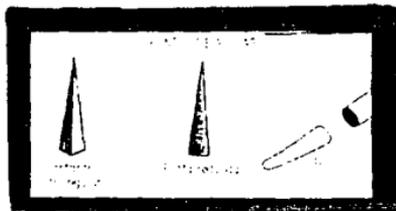
En cirugías oftálmicas, la aguja curva compuesta es la más utilizada; su diseño permite tomar pequeñas porciones uniformes, dándonos precisión y certeza en la reparación (23, 36).

### C) Punta.

Es la parte de la aguja que perfora los tejidos en el momento de la reparación y constituye su extremo más delgado, con características de filo, forma y tamaño. El filo de cada punta lleva, un diseño de fabricación específico para la reparación de los diferentes tipos de tejidos. La forma de las puntas es cortante (triangular), ahusada ó cilíndrica de punta cónica no cortante (atraumática), y roma (22, 23, 36, 59, 60).

#### d) Punta cortante.

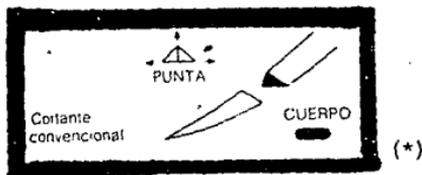
Tiene sus bordes cortantes (doble filo). Corta los tejidos resistentes, por lo que su diseño es propicio en reparación de piel (23, 36).



\* (23, 59)

### e) Punta cortante convencional.

Posee tres bordes cortantes dispuestos en los vértices de su triangulación, localizándose uno de sus bordes en la curvatura interna de la aguja. Este diseño de aguja se utiliza en cirugías plásticas, tiene alta penetración en tejidos blandos y sus curvaturas aplanadas le dan estabilidad con el portaagujas, y resistiendo el doblamiento (23, 36).

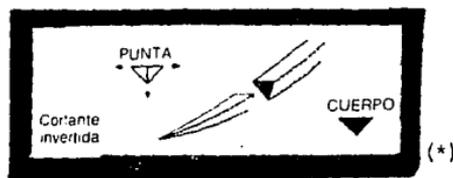


\* (23)

### f) Punta cortante invertida [Micro-point, ( Ethicon ) ].

Con tres bordes cortantes, y uno de ellos localizado en la curvatura convexa externa, posee mayor resistencia que las agujas cortantes convencionales. Su base plana da estabilidad con el portaagujas y produce menos corte innecesario por el tipo de contacto que tiene con los bordes de la incisión. Su uso se da en cirugías oftálmicas. Por su precisión este diseño de

corte se utiliza en cirugías plásticas o estéticas, dando el mínimo traumatismo que produce. De igual modo, es utilizado en hospitales de traumatología, con diseños que varían, como cuerpo grueso, aplanadas y estriadas (23, 36).

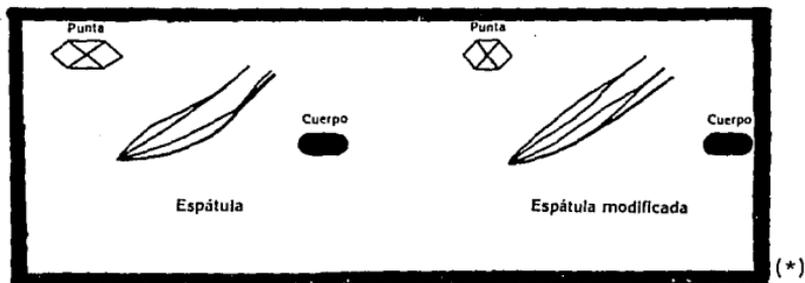


\* (23)

#### g) Aguja espátula [Micro-point, ( Ethicon ) ].

Poseen un diseño plano en su parte interna y externa, evitando así el corte de tejidos. Su anchura, forma y filo dan facilidad a la penetración y mayor control durante su paso por los tejidos. Hay diferente posición de la punta con respecto al diseño de las diferentes agujas espátulas. El diseño de estas agujas en general tiene dos bordes cortantes y cuerpo en forma de trapecoide, existiendo variantes de cuatro bordes y diferente posición de la punta. Algunos otros diseños de agujas espátulas tienen procesos de filo especial y aleación de acero

inoxidable dandoles mayor fuerza de resistencia durante su uso. Su uso se requiere en microcirugía y oftalmología (23, 36).

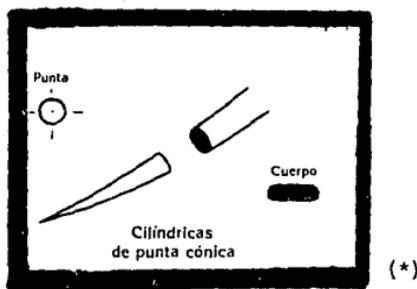


\*(36)

#### h) Aguja de punta cónica no cortante (ahusadas).

Consisten en diseños cilíndricos, dando una forma cónica en dirección hacia la punta, que es afilada, oval y aplanada; su anchura evita un difícil manejo con el portaagujas (23).

El traumatismo que producen en tejidos es mínimo y su empleo se indica para la reparación de tejidos blandos (visceras abdominales, duramadre, tejido subcutáneo, aponeurosis) (23, 36).

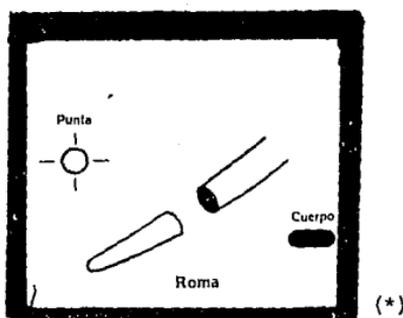


\* (36)

#### i) Aguja de punta roma.

Son diseños con cuerpos ahusados con punta roma y cilíndrica, que no corta los tejidos. Se emplea para suturar tejido parenquimatoso como hígado y riñón o para la portación de

suturas ensambladas que serviran para hacer ligaduras de vasos sanguíneos (23, 36).



## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALBERTS, B. ; BRAY, D. Biología molecular de la célula. 23 Ed. Ediciones Oméga. España, 1986.
- 2.- ALEXANDER, A. Técnica quirúrgica en animales y temas de terapéutica quirúrgica. 6a. Ed. Interamericana. México, 1986.
- 3.- AMETLLER, E. Educación quirúrgica gráfica. U.N.A.M. México, 1982.
- 4.- AMMANN, K. Métodos de sutura en cirugía veterinaria. 5a. Ed. CECSA. México, 1984.

5.- ATHIE, A.A. Evaluación del tiempo de cicatrización de cinco desinfectantes empleados en la práctica médica por el método de fuerza de rompimiento de herida. Tesis de Licenciatura. FMVZ. UNAM. México, 1983.

6.- AYNOR, Y. Manual de cirugía: Los cinco principios básicos. Tesis de Licenciatura. FMVZ. UNAM. México, 1978.

7.- BAKER, J.W. Biología e investigación científica. Interamericana. México, 1970.

8.- BANKS, W.J. Histología veterinaria aplicada. Manual Moderno. México, 1981.

9.- BINNINGTON, A.G. ; COCKSHUTT, J.R. Toma de decisiones en cirugía de tejidos blandos en pequeños animales. Mc. GrawHill. EUA, 1991.

10.- BOOTH, N. ; Mc Donald, L. Farmacología y terapéutica veterinaria vol. I. Acribia. España, 1988.

11.- BOJRAB, M.J. Current techniques in small animal surgery. 3a Ed. Lea and Febiger. Londres, 1990.

12.- BOLZ, W. y col. Tratado de patología especial para veterinarios. tomo I, II. Acribia. España, 1975.

13.- CAMPBELL, J.R. ; ALISTAIR, M. General practice, suture materials and suturing techniques. In practice. 1985.

14.- CASTRO, M.I. ; GARCIA, S.G. ; y col. Cirugía en perros y gatos. Programa del texto del libro universitario. México, 1984.

15.- CHANDLER, E.A. ; THOMPSON, D.J. Medicina y terapéutica caninas. Acribia. España, 1986.

- 16.- CIRIACO TISTA OLMOS. Fundamentos de cirugía en animales. Trillas. México, 1993.
- 17.- COLES, E.H. Diagnóstico y patología veterinaria. 4a Ed. Interamericana. México, 1986.
- 18.- CRUZ, O.M. Efecto de la fibrinolisisina y desoxirribonucleasa durante los procesos de cicatrización de heridas infectadas en perros. Tesis de licenciatura. FMVZ. UNAM. México, 1983.
- 19.- DENNY, H.R. Fundamentos de cirugía ortopédica canina. Acribia. España.
- 20.- Diccionario breve de medicina de Blakiston. 1a Ed. Prensa Médica Mexicana. México, 1983.
- 21.- EDWARD, J. ; JOAN, O.J. Problemas clínicos de la reproducción canina. Manual Moderno. México, 1984.

- 22.- ELLIS, P. L. Cirugía de pequeños animales. Científico Médica. España, 1972.
- 23.-ETHICON DIVISION DE SUTURAS, SERVICIOS EDUCATIVOS, Manual de suturas. Ethicon, Inc. México.
- 24.- GARCIA, T. y col. Apuntes de anatomía topográfica. FMVZ. FES-Cuautitlan. UNAM. México, 1990.
- 25.- GIOVANONI, R. ; WARREN, R.G. Farmacología veterinaria. 1a Ed. Labor. España, 1987.
- 26.- GONZALEZ, C.A. Actualización de farmacología y terapéutica. Interamericana. México, 1984.
- 27.- GUYTON, A.C. Tratado de fisiología médica. 7a Ed. Interamericana. México, 1989.

28.- HAFEZ, E.S. Reproducción artificial en animales. 5a Ed. Interamericana. México, 1989.

29.- HAM, A.W. Tratado de histología. 6a Ed. Interamericana. E.U.A., 1970.

30.- HEIBLUM, F. Principios básicos de cirugía en pequeñas especies. Tesis de Licenciatura. FMVZ. FES-Cuautitlan. UNAM. México, 1984.

31.- HICKMAN, J. ; WALKER, R.G. Atlas de cirugía veterinaria. CECSA. 1976.

32.- HOLTZMAN, E. ; NOVIKOFF, A.B. Estructura y dinámica celular. 3a Ed. Interamericana. México, 1988.

33.- HUERTA, T.F. Manual de instrumentación quirúrgica. 1a Ed. Interamericana. México, 1984.

- 34.- JUNQUEIRA, L.C. ; CARNEIRO, J. Biología celular. 1a Reimpresión. México, 1986.
- 35.- KELLY, W.R. Diagnóstico clínico veterinario. 4a. Impresión. Continental. México, 1981.
- 36.- KNECH, A. ; JOHNSON, W. Técnicas fundamentales en cirugía veterinaria. 3a Ed. Mc Graw-Hill. México, 1990.
- 37.- LARA, G. ; BAUTISTA, J.M. Principios básicos en cirugía veterinaria. (Revisión bibliográfica). Tesis de Licenciatura. FMVZ. FES-Cuautitlan, UNAM. México, 1992.
- 38.- LAZZERI, L. Fundamentos de la técnica quirúrgica. (Dieresis, hemostasis, sutura). Textos universitarios, UNAM. México, 1975.
- 39.- LESSON, R. Histología. 3a Ed. Interamericana. México, 1977.

40.- LEMUS, R.V. Reestructuración de planos muscular y peritoneal de línea media, mediante sutura continua con material no absorbible en laparatomías exploratorias en canidos. FMVZ. UNAM. México, 1982.

41.- LOPEZ, S. ; OCAMPO, C. Farmacología veterinaria. Mc Graw-Hill. México, 1989.

42.- MARTIN, D.W. ; MAYES, P.A. Bioquímica de harper. 9a Ed. Manual Modemo. México, 1984.

43.-MARTINI, R.B. y col. ALternatives for closure of the rectal "stump" in Hartmanns operation A comparative experimental study which includes the resorbable mecanica suture (polisorb). Rev-Fac- Cien-Med-Univ-Nac-Cordoba 50(1): 19-24, Argentina, 1992.

44.- MARTIÑON, M.T.J. Manual práctico de cirugía en bovinos. Tesis de Licenciatura. FMVZ. FES- Cuautitlan. UNAM. México, 1986.

45.- NAROTAM, P.K. ; y col. Operative sepsis in neurosurgery; a method of classifying surgical cases. Neurosurgery 34(3): 409-415, EUA, 1994.

46.- NATIONAL GEOGRAPHIC, GEODATOS. ¿Como sana una herida?, Revista de Revistas. Excelsior. México, 1994.

47.- NIEMAND, H. G. Prácticas de clínica canina. CECSA. México, 1990.

48.- OCAMPO, L. ; VARGAS, R. Desinfección y desinfectantes y su empleo en medicina veterinaria. FMVZ. UNAM. México, 1981.

49.- ORMROD, A.N. Técnicas quirúrgicas en el perro y el gato una guía práctica. CECSA. México, 1975.

50.- PETROVA. M.B. The morphofunctional characteristics of de healing of a skin wound in rats by esposure to low-

intensity laser radiation. Morfología; 102: 112-121. Russia, 1992.

51.- ROBBINS, S.L. ; COTRAN, R.S. Patología estructural y funcional. 3a Ed. Interamericana. México, 1988.

52.- ROBERTIS, D. ; ROBERTIS, D. Biología celular y molecular. 11a Ed. Ateneo. México, 1987.

53.- ROBINSON, J.K. The surgeons technical skill in suturing: an analysis of the actual suture tracks. Surg-Today. (23) (9): 800-806. Japan, 1993.

54.-SABISTON, C.D. Principios de cirugía. Interamericana. México, 1990.

55.- SAWYER, R.G. PRUETT, T.L. Wound infections. Surg-Clin-North-Am. 74(3):519-536. EUA, 1994.

56.- Scwartz, S. Principios de cirugía tomo I. 3a Ed. McGraw-Hill. México, 1987.

57.- SERNA, H.O. Manual de prácticas de farmacología y toxicología veterinaria. FES-Cuautitlan. UNAM. México, 1989.

58.- SEVESTRE, J. Elementos de cirugía animal bases biológicas y técnicas de anestesia, reanimación y perioperatorio. CECSA. México, 1980.

59.- SHIRLEY, M.B. Enfermería de quirófano. 2a Ed. Interamericana. México, 1985.

60.- SLATTER, D.H. Texto de cirugía de los pequeños animales. Salvat. España, 1989.

61.- SPINELLI, J.S. Manual de farmacología veterinaria. 1a Ed. Interamericana. México, 1987.

62.- TISTA, C. ; PEREZ, N. Atlas de cirugía oftálmica en animales domésticos. 1a Ed. CECSA. México, 1983.

63.- TORTORA, G.J. ; ANAGNOSTAKOS, N.P. Principios de anatomía y fisiología. Harla. México, 1977.

64.- TRIGO, T.F. ; MATEOS, P.A. Patología general veterinaria. 2a Ed. FMVZ. UNAM. México, 1987.

65.- USON, J. Atlas de técnicas quirúrgicas por stapler. Marban. España, 1992.

66.- YOXALL, A.T. ; HIRD, J.F.R. Pharmacological basis of small animal medicine. Publicaciones Científicas. Londres, 1979.