

194  
2eg



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**TRATAMIENTO Y REDUCCION DE LAS FRACTURAS  
EXPUESTAS EN PERROS Y GATOS: ESTUDIO  
RECAPITULATIVO.**

**FALLA DE ORIGEN**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

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

**CARLOS NEGRIN PEREZ**



**ASESOR: MVZ. CARLOS SANTOSCOY MEJIA**

**MEXICO, D.F.**

**1995**



## **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.

**DEDICATORIA:**

**A MIS HERMANOS: MIRIAM, BENITO, ELIZABETH Y PERLA POR SU APOYO EN TODO MOMENTO.**

**A MI ESPOSA Y A MI HIJA POR SU ESTIMULO A SEGUIR ADELANTE.**

**EN MEMORIA DE MIS PADRES, EN ESPECIAL DE MI MADRE, YA QUE SUS ENSEÑANZAS ME PERMITIERON SEGUIR ADELANTE.**

**AGRADECIMIENTOS:**

**AL DR. CARLOS SANTOSCOY POR SU CONFIANZA Y APOYO PARA LOGRAR SUPERARME.**

**A MIS MAESTROS Y AMIGOS QUE DE UNA U OTRA FORMA HAN AYUDADO EN MI SUPERACION PESONAL.**

**GRACIAS.**

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
<b>I.- FRACTURAS EXPUESTAS</b>	
<b>I.1 DEFINICION.....</b>	<b>4</b>
<b>I.2 FISIOPATOLOGIA.....</b>	<b>4</b>
<b>I.3 CLASIFICACION.....</b>	<b>5</b>
<b>I.4 DIAGNOSTICO</b>	
<b>I.4.1 CLINICO.....</b>	<b>6</b>
<b>I.4.2 RADIOLOGICO.....</b>	<b>7</b>
<b>II.- MANEJO DE LAS FRACTURAS EXPUESTAS</b>	
<b>II.1 FACTORES RELACIONADOS CON LAS FRACTURAS EXPUESTAS</b>	
<b>II.1.1 CONDICIONES DEL TEJIDO.....</b>	<b>9</b>
<b>II.1.2 TIPO DE MICROORGANISMOS Y CONTAMINANTES EN EL       SUELO.....</b>	<b>10</b>
<b>II.1.3 FLUIDOS Y CELULAS EN LA HERIDA.....</b>	<b>13</b>
<b>II.1.4 OTROS.....</b>	<b>14</b>
<b>II.2 MANEJO TEMPRANO.....</b>	<b>16</b>
<b>II.3 LAVADO.....</b>	<b>21</b>
<b>II.4 DEBRIDACION</b>	
<b>II.4.1 DEBRIDACION QUIRURGICA.....</b>	<b>32</b>
<b>II.4.2 DEBRIDACION QUIMICA.....</b>	<b>46</b>
<b>II.4.3 DEBRIDACION ENZIMATICA.....</b>	<b>46</b>
<b>II.5 DRENAJES.....</b>	<b>52</b>
<b>II.6 ANTIBIOTICOS</b>	
<b>II.6.1 TOPICOS.....</b>	<b>55</b>
<b>II.6.2 SISTEMICOS.....</b>	<b>58</b>

II.6.3 COMBINACION DE ANTIBIOTICOS  
A.- VIA DE ADMINISTRACION.....59  
B.- TIPOS.....60  
II.7 CIERRE DE LA HERIDA.....61  
II.8 MANEJO POSTQUIRURGICO.....67  
III.-METODOS DE FIJACION DE LAS FRACTURAS EXPUESTAS.....69  
III.1 FERULAS Y VENDAJES.....70  
III.2 ESQUELETICA.....72  
III.3 INTERNA.....80  
IV.- COMPLICACIONES DE LAS FRACTURAS EXPUESTAS.....82  
LITERATURA CITADA.....93  
FIGURAS.....104

**RESUMEN**

**NEGRIN PEREZ CARLOS.** Tratamiento y reducción de las fracturas expuestas en perros y gatos: Estudio recapitulativo. ( bajo la dirección de Eduardo Carlos Santoscoy Mejía ).

El objetivo del presente trabajo es ofrecer tanto al estudiante de medicina veterinaria como al profesional dedicado a las pequeñas especies, la información más importante que existe en publicaciones, ya sea en revistas y libros especializados, entre otros, acerca del tratamiento y reducción de las fracturas expuestas, así como sus posibles complicaciones. Muchos de los problemas ortopédicos que se presentan al médico veterinario involucran a las fracturas expuestas, lo que hace necesario el conocimiento de su manejo y tratamiento, ya que estas son consideradas como una urgencia médica y generalmente se tiene poco conocimiento de la importancia de un buen lavado y debridado para evitar en lo posible el uso indiscriminado de los antibióticos en su terapéutica. Es de vital importancia el considerar la severidad de la herida y tener en cuenta las posibles complicaciones que se puedan presentar por un mal manejo. Además el saber los diferentes métodos de reducción de las fracturas expuestas, con sus ventajas y desventajas. En el texto se incluyen referencias bibliográficas que pueden proporcionar datos específicos para quienes se interesen por cualquiera de los puntos señalados. La metodología utilizada para la realización del presente trabajo se basa en la recomendada para la elaboración de trabajos de investigación documental.

## INTRODUCCION

En la práctica de la Medicina de las Pequeñas Especies los problemas ortopédicos ocupan un lugar preponderante, ya que aproximadamente el 80% de los casos que se presentan al Médico Veterinario se relacionan con fracturas y enfermedades de tipo óseo que en forma primaria o secundaria repercuten en problemas de tipo ortopédico. (29,55,74).

El incremento en la población de animales de compañía (perros y gatos principalmente) y en el número de vehículos motorizados propicia que el Médico Veterinario y Zootecnista dedicado a la clínica de pequeñas especies se enfrente a un aumento en la cantidad de casos de paciente politraumatizados, que presentan fracturas expuestas, por lo cual debe tener conocimiento del manejo de éstas, lo que ayudará a la recuperación óptima del paciente.

El tratamiento de las fracturas representa un reto, ya que se requiere de un conocimiento de la cicatrización ósea, de la técnica quirúrgica y del material necesario para su resolución. (29).

La fractura puede definirse como la pérdida de la continuidad del tejido óseo, del cartilago o de ambos; clasificándose por su forma en cerrada y expuesta. Una fractura cerrada es aquella en la que el tejido óseo no está en contacto con el medio y expuesta cuando la porción ósea está en contacto con él a través de una incisión quirúrgica o por traumatismo en la piel y por lo tanto se contamina. (29,49,57).

Aproximadamente el 15% de las fracturas son expuestas, los que representa una alta posibilidad de infección que evoluciona en osteomielitis, lo que provocará una unión retardada o una falta de unión, dando como resultado un mayor sufrimiento para el paciente.

un aumento en el costo del tratamiento al prolongarse éste y un pronóstico funcional pobre. (15,34,35,41,46,49,57,66,69,71,74).

Las fracturas expuestas son clasificadas de acuerdo a su severidad en 3 diferentes grados:

- Primer grado: cuando la herida es producida de adentro hacia afuera y la porción ósea fracturada perfora la piel, presentandose una pequeña herida que en ocasiones no llega a ser visible al regresar el tejido óseo a su lugar.

- Segundo grado: la fractura es resultado de una fuerza externa que penetra la piel; produciendo daño severo al tejido blando y exponiendo el tejido óseo al medio.

- Tercer grado: la fractura es resultado de fuerzas externas que ocasionan una gran pérdida del tejido blando y daño severo al tejido óseo. Son producidas por arma de fuego y por atropellamiento vehicular al provocar el contacto (fricción) del animal con el pavimento. (15,35,39,74).

Dependiendo del tiempo transcurrido desde que se produjo la herida se clasifica en 3 clases:

- Clase uno: de 0 a 6 horas (Periodo Dorado), durante este tiempo hay una pequeña multiplicación bacteriana, considerandose contaminada.

- Clase dos: de 6 a 12 horas, los microorganismos ya han empezado a multiplicarse pero todavía no se adaptan al medio.

- Clase tres: después de 12 horas los microorganismos se han establecido, y la herida se considera infectada. (15,35,64).

## **I.- FRACTURAS EXPUESTAS**

### **I.1.- DEFINICION**

Una fractura expuesta puede definirse como "un hueso fracturado que está en comunicación con el medio a través de la piel". El grado de comunicación varía desde una herida punzionante a una gran pérdida de tejido blando que deja expuesto el hueso. En contraste, una fractura cerrada no presenta ruptura en el tegumento. Las fracturas cerradas pueden contener piel devitalizada que fácilmente puede ser penetrada por bacterias, resultando los mismos problemas que ocurren en las fracturas expuestas. Todas las fracturas expuestas se consideran contaminadas. Si se combina con un tratamiento inapropiado las fracturas expuestas pueden tener consecuencias serias debido a la penetración de material extraño y la consecuente contaminación e infección. (Figura 1). (2,33,57,82).

### **I.2.- FISIOPATOLOGIA**

La causa más común de una fractura expuesta es la reducción abierta de una fractura cerrada. (44,57).

Otra causa de fractura expuesta es la fractura por sí misma, como resultado de una fuerza interna o externa. (35,44,57).

Una fractura expuesta está contaminada y puede evolucionar a infección, debido a una excesiva cantidad de bacterias, isquemia local, destrucción del tejido, ausencia de drenaje, mal manejo y la incapacidad de las defensas del cuerpo

para combatir a las bacterias en la herida contaminada.

La presencia de bacterias dentro o cerca del hueso no es suficiente para causar la infección (osteomielitis). Para que una fractura expuesta progrese de contaminada a infectada, debe tener un medio apropiado. El hueso al exponerse al medio se supone contaminado, y con la interrupción del suplemento vascular se reduce la capacidad de las defensas del organismo para llegar al sitio de lesión favoreciendo la estásis vascular, trasudación plasmática, necrosis del tejido, con lo que se desarrolla la infección. Todos estos factores pueden ser corregidos con una terapia adecuada, temprana y agresiva. (2.44,57).

El tiempo promedio de reparación de una fractura expuesta es significativamente mayor que el de una fractura cerrada debido a la deficiente circulación y a una mayor lesión del tejido blando adyacente en el caso de las fracturas expuestas. (57).

### I.3.- CLASIFICACION

Las fracturas expuestas se clasifican de acuerdo a su severidad en:

**Grado I:** Aquellas en las que el fragmento óseo penetra el músculo y la piel de dentro hacia afuera, pudiendo dejar el hueso expuesto; frecuentemente el hueso penetra la piel y regresa a su lugar, dejando una herida en la piel de tamaño variable (<1cm). Si después del traumatismo se realiza una debridación quirúrgica puede abundarse igual que una fractura cerrada.

**Grado II:** Cuando una fuerza externa penetra la piel, exponiendo el hueso al medio, a través de una herida más grande. En este tipo de fracturas la herida está en comunicación con la

fractura, pero no es causada por la fractura en si. Estas fracturas representan el intermedio entre el grado I y grado III.

**Grado III:** Son el resultado de fuerzas externas, que provocan una fractura conminuta, con daño severo del tejido blando (músculo, nervios y/o vasos), ocasionadas por atropellamiento o por bala. Estas fracturas representan el tipo más común de problemas para el médico veterinario. (2,4,15,18,35,44,48,49,57).

Una subclasificación del grado III, es la III-A en donde el tejido blando dañado severamente cubre aún el hueso fracturado. La III-B tiene un extenso daño al tejido blando con exposición del hueso y raspadura periosteal. En la III-C la fractura expuesta esta asociada con daño arterial que requiere de reparación. (4,48).

Segun la Academia Americana del Consejo de Cirujanos Ortopedistas se agrega una tipo III-D para fracturas expuestas causadas por herida de bala, y una tipo III-E donde la lesión es causada por maquinaria agricola. (4).

#### **I.4.- DIAGNOSTICO**

##### **I.4.1.- DIAGNOSTICO CLINICO**

Cuando un paciente es presentado por una fractura, es importante realizar un examen fisico exhaustivo para determinar la condición del paciente, evaluar las lesiones, y estabilizarlo en caso necesario. El examen fisico debe incluir todos los sistemas, dejando la fractura al último. El examen debe evaluar el suplemento neuronal y vascular hacia el miembro, debajo del area de la fractura. La coloración y la percepción del pulso es indicativo de flujo vascular adecuado. La tibieza de la extremidad

es tambien un signo que ayuda, pudiendo estar fria si el animal esta en choque. El corte de una uña es otra forma de evaluar la vascularidad periferica debajo del sitio de la fractura, si existe sangrado capilar, es un signo positivo de suplemento vascular. Si el estado de la vascularización del miembro es incierta, debe realizarse una arteriografia. (23,49).

Los signos clinicos que debemos observar en un paciente con fractura expuesta son: claudicación, a la palpación dolor severo, asi como crepitación y perdida de la continuidad oseo en el sitio de la lesión, evidencia de sangrado, y la presencia de la herida cercana a la fractura en el miembro lesionado.

Durante el examen no debera manipularse demasiado la extremidad lesionada, ya que puede ocurrir daño severo al tejido blando, y cualquier vaso que ha sido temporalmente ocluido puede presentar hemorragia nuevamente. La examinación inecesaria de una herida abierta por uno o más clinicos conduce a la contaminación nosocomial. (49).

Los animales adultos presentan mayor incidencia en fracturas expuestas que los jovenes (<1 año), debido a que el tejido oseo de los jovenes tiene una mayor capacidad para absorber la energia producida durante el traumatismo. (14).

#### I.4.2.- DIAGNOSTICO RADIOLOGICO

Despues de la evaluación del paciente, y de la estabilización, puede realizarse el estudio radiografico de la extremidad lesionada. Es necesario observar radiograficamente todo el hueso involucrado, esto incluye las articulaciones proximal y distal. Son necesarias proyecciones radiograficas en dos planos (con una diferencia de angulación de 90°) para determinar la

extensión y características de la lesión. (12,23,35).

La radiografía permite determinar el plan de acción cuando el animal es llevado al quirófano para el tratamiento definitivo de la fractura. Este plan podría ser modificado o cambiado de acuerdo a la extensión de tejido lesionado. Por lo tanto, es importante tener preparado todo el instrumental para efectuar el tratamiento definitivo. (12).

Si la radiografía muestra pérdida en la continuidad y anomalías en el contorno óseo, así como alteración en la densidad del tejido blando (densidad de aire en la región de la fractura), deberá asumirse que se trata de una fractura expuesta. (Figura 2). (2,12).

En muchas ocasiones, la cantidad de tejido blando lesionado puede ser asumido con solo mirar la radiografía (una fractura conminuta indica un tipo de lesión de alta-energía). (12).

## II.- MANEJO DE LAS FRACTURAS EXPUESTAS

### II.1- FACTORES RELACIONADOS CON LAS FRACTURAS EXPUESTAS.

Muchos factores influyen en la recuperación y magnitud de la infección, incluyendo el tipo de microorganismo, condición del tejido, factores relacionados con el suelo, la presencia de fluidos y otras condiciones generales. (69,74).

#### II.1.1.- CONDICIONES DEL TEJIDO

La presencia de bacterias en la herida, ciertamente no hace la infección, siendo mas importante el estado del tejido. Como lo indica Pasteur "el germen no es nada, es el terreno en donde crece lo que es todo". (74).

Un aporte sanguíneo inadecuado favorece el desarrollo de infección, evitando que las defensas del cuerpo vayan a activarse en la herida. En adición, la aplicación de sustancias vasoconstrictoras locales resulta en una pobre perfusión y predispone a la infección de la herida. Con disminución del suplemento sanguíneo, los mecanismos de defensa humoral y celular del huésped tienden a bajar la habilidad de combatir las bacterias, como resultado, el tejido necrotico provee de nutrientes a los microorganismos, que se multiplican y alcanzan concentraciones elevadas. Las heridas que estan asociadas con mayor traumatismo de tejido pueden desarrollar infección aun cuando el conteo bacteriano sea considerablemente menor de  $10^5$  bacterias por gramo de tejido. (2,74,78).

Los cirujanos que tienden a involucrarse más con la

naturaleza y control de la bacteria, desarrollan una dependencia de los antibióticos, en lugar de considerar el manejo y control de los tejidos que favorezcan los mecanismos de defensa del cuerpo, que eviten el desarrollo de infección, ya que la terapia antibiótica únicamente disminuye la incidencia y severidad de las infecciones. (74).

### II.1.2.- TIPOS DE MICROORGANISMOS Y CONTAMINANTES EN EL SUELO.

El grado de contaminación es determinante en el desarrollo de la infección. No solamente es importante el número de bacterias, si no también su virulencia. Se ha establecido una ecuación para demostrar la relación entre el número de bacterias, su tipo y la resistencia del hospedador:

$$\begin{array}{l} \text{Dosis de bacteria X virulencia} \\ \text{-----} = \text{Infección} \\ \text{Resistencia del hospedador} \end{array}$$

Un incremento en la dosis o la virulencia de la bacteria, incrementa la oportunidad de infección, mientras que un incremento en la resistencia del hospedador la disminuye.

La bacteria llega a la herida al producirse la lesión y/o por contaminación nosocomial. La primera resulta de los microorganismos que viven sobre la piel, el pelo del animal y de los factores del medio en el lugar del accidente. El origen de las bacterias en la segunda es el hospital incluyendo el tracto respiratorio, la piel y cabello del personal, así como el aire o instrumental contaminado. Estos argumentos son suficientes para la

protección temprana de la herida y el uso de una técnica aséptica. (69,74).

Las bacterias de diferentes tipos, solas o en combianción, contaminan las heridas, algunas existen en estado comensal sin causar infección o daño. Sin embargo muchos contaminantes son potencialmente patógenos. El mismo tipo o especie de microorganismo, contaminante o patógeno, podría cambiar de un estado a otro. En tal caso esta conversión ocurre como resultado de lo que esta pasando en el tejido del hospedador en respuesta a su presencia. (74).

Es aceptado que el nivel crítico de bacterias en la herida para el desarrollo de infección es de  $10^5$  bacterias por gramo de tejido o mililitro de fluido. (69,74).

Muchos organismos Gram-positivos, incluyendo al Streptococo, producen una kinasas que actua sobre el plasminogeno, produciendo la enzima proteolitica "plasmina". La plasmina inactiva al complemento, el cual es activo contra los organismos Gram-negativo, pero no afecta a Gram-positivos. Debido al pobre efecto inhibitorio del plasma contra el Streptococo beta hemolitico, una baja inoculación de este organismo es suficiente para causar infección.

Cuando la bacteria coloniza e invade una herida, su reacción con el tejido resulta en la producción de sustancias tóxicas las cuales tienen efectos locales y sistémicos. Hay enzimas necrosantes que causan destrucción del tejido. Factores expandibles como la hialuronidasa, favorecen la diseminación de la infección; la colagenasa que destruye el colágeno e inhibe su producción; la fibrinolisisina destruye la fibrina, y consecuentemente favorece el deterioro en la cicatrización de la herida en su primera fase; las coagulasas causan trombosis de los vasos lo que disminuye o inhibe el suplemento sanguíneo. Hay

enzimas que disminuyen la capacidad de la hemoglobina para transportar oxígeno al ocasionar la formación de metahemoglobina y sulfametahemoglobina. Es obvio que esos productos bacterianos deterioran los tejidos.

El sinergismo entre las bacterias que están presentes en la herida puede llegar a determinar la naturaleza y severidad de una infección. (74).

Los resultados del cultivo bacteriano son necesarios para el tratamiento. La herida debe ser cultivada, realizándose una prueba de susceptibilidad a los antibióticos. (35,74).

La repetición de los cultivos permitirá la evaluación de la terapia. El cultivo y la prueba de susceptibilidad dan información acerca de la bacteria. La misma prueba realizada pocos días después podría revelar una flora compuesta de contaminantes nosocomiales y posiblemente de aquellas bacterias que desarrollaron resistencia a los antibióticos.

La sensibilidad del clínico puede ayudar a determinar el tipo de bacteria; el olor y apariencia de una herida podrían sugerir determinado tipo de organismo, por ejemplo: el pigmento azul-verde piocianin, así como la observación con fluoresceína debajo de una luz especial, es indicativo de infección por *Pseudomonas*, ya que las formas más patógenas de *Pseudomonas* están asociadas con pioverdin o fluoresceína.

El análisis de la herida para determinar los niveles de bacterias presentes es importante cuando la herida tiene más de tres horas de haberse producido.

Un estudio demostró que los factores asociados con el suelo por sí mismos pueden contribuir a la infección, llamándoles factores productores de infección (FPI). Ellos residen predominantemente en la tierra (inorgánica) o fracciones orgánicas del suelo o ambas. La infección produce factores que afectan a los

leucocitos e inhiben marcadamente su fagocitosis. En adición, inactivan la acción antibacteriana de los anticuerpos. Se ha encontrado que una herida que contiene cien bacterias viene a infectarse como resultado de la adición de 5mg de FPI.

En el estudio se encontró que otros componentes inorgánicos del suelo ( arena, arcilla, fango ) no potencializan la presentación de infección como la tierra. En efecto, la arena no disminuye la habilidad del tejido para resistir la infección. El significado clínico de esta información es auxiliar en el pronóstico, por ejemplo, se puede esperar un menor grado de infección en una herida que esta contaminada con arena y no con tierra. Quedando en claro la importancia de la limpieza de la herida, en el menor tiempo posible, así como la debridación del material extraño presente en la misma, y establecer el tipo de microorganismo contaminante. (74).

### II.1.3.- FLUIDOS Y CELULAS EN LA HERIDA

Aún cuando está generalmente aceptado que una colección de fluido en la herida es un medio ideal de cultivo que incrementa el riesgo de infección, hay razones para cuestionar este concepto. Se a dado a conocer un efecto antibacterial del suero mediante la producción de energía-labil, a través de la proteína serica de alto peso molecular relacionada con los sistemas de la properdina, o a un anticuerpo natural específico en la presencia del complemento. El bacilo Gram-negativo es el organismo más susceptible a este complemento-anticuerpo o properdina-mediador. En adición, el suero de varios mamíferos es capaz de producir una energía-estable con actividad antimicrobial contra una gran variedad de bacterias,

leucocitos e inhiben marcadamente su fagocitosis. En adición, inactivan la acción antibacteriana de los anticuerpos. Se ha encontrado que una herida que contiene cien bacterias viene a infectarse como resultado de la adición de 5mg de FPI.

En el estudio se encontró que otros componentes inorganicos del suelo ( arena, arcilla, fango ) no potencializan la presentación de infección como la tierra. En efecto, la arena no disminuye la habilidad del tejido para resistir la infección. El significado clínico de esta información es auxiliar en el pronóstico, por ejemplo, se puede esperar un menor grado de infección en una herida que esta contaminada con arena y no con tierra. Quedando en claro la importancia de la limpieza de la herida, en el menor tiempo posible, así como la debridación del material extraño presente en la misma, y establecer el tipo de microorganismo contaminante. (74).

### II.1.3.- FLUIDOS Y CELULAS EN LA HERIDA

Aún cuando está generalmente aceptado que una colección de fluido en la herida es un medio ideal de cultivo que incrementa el riesgo de infección, hay razones para cuestionar este concepto. Se a dado a conocer un efecto antibacterial del suero mediante la producción de energia-labil, atravez de la proteina serica de alto peso molecular relacionada con los sistemas de la properdina, o a un anticuerpo natural especifico en la presencia del complemento. El bacilo Gram-negativo es el organismo más susceptible a este complemento-anticuerpo o properdina-mediador. En adición, el suero de varios mamiferos es capaz de producir una energia-estable con actividad antimicrobial contra una gran variedad de bacterias,

esta sustancia activa ha sido llamada beta-lisina, encontrándose efectiva contra organismos gram-positivos, existiendo relativa resistencia por bacterias gram-negativas y hongos.

Un estudio examinó y comparó el rango de supervivencia bacteriana y de hongos en el suero humano y fluido de la herida. El estudio reveló que el fluido de la herida no es un "medio ideal de cultivo" y que los fluidos de células libres de humanos contenían proteínas que matan o inhiben el crecimiento de las bacterias in vitro. Los fluidos de la herida mostraron actividad bacteriostática o bactericida contra Staph. aureus y una mejor actividad antibacteriana contra E. coli. La cepa usada en el estudio fue destruida rápidamente por el fluido de la herida. Lo que fue atribuido a ambos fluidos (energía-lábil y energía-estable). (74).

Se encontró que el conducto linfático torácico contiene múltiples factores con acción bactericida. Estos factores antibacterianos en el fluido linfático son completamente dependientes y similares a esa beta-lisina. Después de que la bacteria invade el tejido, no son bañadas por suero pero sí por el fluido linfático intersticial que está presente. En adición a lo mencionado, los leucocitos en la herida tienen capacidad bactericida. Las propiedades antibacterianas del fluido, linfa y leucocitos en una herida son beneficiosas en eliminar la infección de la herida; Sin embargo, se debe ser prudente para prevenir la acumulación de fluidos junto con el espacio muerto. (69,74).

#### II.1.4.- OTROS

Hay numerosos factores que predisponen a la infección de una herida, incluyendo los siguientes: pobre suplemento sanguíneo;

lesión del tejido blando; contaminación; espacio muerto y acumulación de fluidos; cuerpos extraños; deshidratación; shock; malnutrición e hipoproteïnemia; decaimiento; diabetes no controlada; anemia; terapia crónica con esteroides; irritación y drogas citotóxicas; tensión sobre los tejidos; técnica quirúrgica inadecuada, incluyendo deficiencia en la remoción de tejido devitalizado y hemostasis inadecuada, la cual provee de nutrientes para el crecimiento bacteriano. (2,69,74,78).

Los factores que incrementan la resistencia de la herida a la infección incluyen los siguientes:

1.- Corrección de cualquiera de los problemas mencionados anteriormente.

2.- Debe evitarse la deambulación temprana para alcanzar la curación de la herida durante el confinamiento.

3.- El tiempo en ocasiones trabaja en favor de la curación de la herida. Un estudio demostró que durante la curación, las heridas que fueron cerradas primariamente o con poco retardo en el cierre, incrementaron la resistencia a infecciones. También, la susceptibilidad de una herida abierta a infectarse cesa progresivamente durante la granulación. (2,74,78).

## II.2 MANEJO TEMPRANO

Los cuidados inmediatos del paciente politraumatizado estan divididos en tres puntos generales:

1) Preservar la vida: considerando como primer aspecto la insuficiencia respiratoria, la perdida de un adecuado volumen sanguineo, y las lesiones del sistema nervioso central.

2) Prevención de complicaciones: evitar una mayor contaminación de las heridas.

3) Aliviar al paciente del dolor y molestias: mediante el uso de medicamentos narcoticos. (58).

El clínico debiera tener mucho cuidado en el manejo de paciente con historia de traumatismo, teniendo que evaluarlo por completo, siendo muy común las lesiones de tejido blando las cuales son más debilitantes que el daño al tejido oseo, no deberá descuidar la probabilidad de traumatismo toraxico, hernia diafragmatica, ruptura de organos abdominales (en especial la vejiga), y daño neurologico severo. (2,35,40,44,45,58).

En el caso de traumatismo severo que se conjuga con estado de shock, se puede establecer sobre la base de signos clinicos como taquicardia, hipotensión, piel fria, oliguria y perdida de la conciencia, debiendose tener una observación apropiada y basar la acción en los requerimientos fisiologicos del paciente, monitoreando los parametros primarios, el shock puede ser controlado satisfactoriamente en muchos de los casos en un periodo de 6 a 12 horas. (58,78).

Cualquier fractura expuesta representa una herida contaminada. La contaminación puede ocurrir al tiempo de la lesión y en cualquier momento despues. Siendo dos de los problemas a considerar la hemorragia y una mayor contaminación de la herida, ambos pueden corregirse con la simple aplicación de una cobertura

de gasa o un vendaje. Si el sangrado continua, es debido a una falla en la cobertura de la cavidad en la cual irriga una arteria, por lo que de continuar se recomienda el uso de hemostasis directa. (15,44,49,74).

El ver sangre en la herida provoca la urgencia de "hacer algo", requiriendose no hacer nada en la escena del accidente más que proteger la herida. No deberan aplicarse antisépticos, pomadas o talcos debido a la posibilidad de incrementar la contaminación y la lesión química que se provoca a los tejidos. Las pomadas dificultan el lavado final y la debridación de la herida. Recomendandose la aplicación temprana tópicamente de tetraciclinas o neomicina mas bacitracina en las heridas contaminadas, esto no substituye la debridación, pero ayuda a retardar el crecimiento bacteriano hasta que la debridación pueda realizarse. Una lesión por atropellamiento en la cual se ha utilizado talco antiséptico es un ejemplo extremo del aumento de lesión por productos químicos, el efecto caustico del talco solamente complica la lesión. (2,49,74).

La aplicación de torniquetes es contraproducente, el daño que resulta de su aplicación inadecuada es mayor que la ventaja. Si el flujo venoso es detenido sin la oclusión del flujo arterial, el sangrado puede presentarse más profuso hasta que el torniquete sea retirado. En adición, un torniquete que es aplicado fuertemente puede causar daño irreparable sobre las estructuras neurovasculares de la zona. Durante el tiempo de liberación intermitente del torniquete, la pérdida de sangre puede ser extensa y de baja estimación. (74).

Otras medidas de protección incluyen cierre temporal de la herida con forceps de campo, clips de herida, forceps de Allis, o un patron de sutura continua. Una desventaja de estos métodos es que evitan el buen rasurado del perro cerca de los

de gasa o un vendaje. Si el sangrado continua, es debido a una falla en la cobertura de la cavidad en la cual irriga una arteria, por lo que de continuar se recomienda el uso de hemostasis directa. (15,44,49,74).

El ver sangre en la herida provoca la urgencia de "hacer algo", requiriendose no hacer nada en la escena del accidente más que proteger la herida. No deberan aplicarse antisépticos, pomadas o talcos debido a la posibilidad de incrementar la contaminación y la lesión química que se provoca a los tejidos. Las pomadas dificultan el lavado final y la debridación de la herida. Recomendandose la aplicación temprana tópicamente de tetraciclinas o neomicina mas bacitracina en las heridas contaminadas, esto no substituye la debridación, pero ayuda a retardar el crecimiento bacteriano hasta que la debridación pueda realizarse. Una lesión por atropellamiento en la cual se ha utilizado talco antiséptico es un ejemplo extremo del aumento de lesión por producto químicos, el efecto caustico del talco solamente complica la lesión. (2,49,74).

La aplicación de torniquetes es contraproducente, el daño que resulta de su aplicación inadecuada es mayor que la ventaja. Si el flujo venoso es detenido sin la oclusión del flujo arterial, el sangrado puede presentarse más profuso hasta que el torniquete sea retirado. En adición, un torniquete que es aplicado fuertemente puede causar daño irreparable sobre las estructuras neurovasculares de la zona. Durante el tiempo de liberación intermitente del torniquete, la pérdida de sangre puede ser extensa y de baja estimación. (74).

Otras medidas de protección incluyen cierre temporal de la herida con forceps de campo, clips de herida, forceps de Allis, o un patron de sutura continua. Una desventaja de estos métodos es que evitan el buen rasurado del perro cerca de los

bordes de la herida. Otra forma de proteccion de la herida es el llenar la herida con una substancia lubricante, estéril, e hidrosoluble. Despues de preparar el area alrededor, la substancia se limpia o se lava junto con cualquier cuerpo extraño (ej: pelo o jabón) que puede adherirse a la herida. (Figura 3). (35,74).

Se rasura una gran area alrededor de la herida. Los pelos en los bordes son cortados con tijeras, las cuales han sido suergidas en aceite mineral, esto provoca que el pelo se pegue a las tijeras al momento de cortar. Es conveniente tener tijeras exclusivas para preparar heridas infectadas, esto ayuda a prevenir la contaminación de los sitios quirurgicos. (15,74,78).

Despues de rasurar el area, las gasas que fueron usadas para cubrir la herida deben reemplazarse por nuevas, para continuar con dos minutos de tallado, pudiendose encontrar varias soluciones quirurgicas y jabones para tallar la piel. Actualmente, las soluciones quirurgicas más comunes son la de yodopolividona y la de diacetato de clorhexidina al 2%, las cuales tienen una actividad inmediata y residual contra bacterias Gram-positivas (Staphilococcus aureus) y Gram-negativa (E. coli). En pruebas de actividad residual, la solución de clorhexidina demostro ser superior a la de yodopolividona contra E.coli y Staphilococcus aureus, teniendo un alto grado de actividad antibacteriana en la presencia de materia organica. Para preparar la piel en cirugía aséptica se recomienda el tallado durante 5 a 10 minutos.

Si el animal esta con el pelo muy sucio, pesado, conteniendo exudado, es esencial el baño para evitar complicaciones en el cuidado postoperatorio.

Cuando usamos antisépticos en la piel debemos tener cuidado que no penetren en la herida, cubriendo el area quirurgicamente, dejando espacio para extender la incisión en caso de ser necesario. Debe evaluarse el tejido de la herida antes de

decidir la cirugía, la viabilidad de la piel es apreciada mediante el sangrado en el borde al tallar o al realizar una pequeña incisión.

Siendo que el daño óseo se asocia a la herida, es importante el uso de la radiología para diagnosticar las fracturas, sin olvidarse de un examen ortopédico adecuado, ya que la manipulación de los carpos o tarsos podría revelar laxitud anormal, con excesiva angulación debido a la pérdida de ligamentos. (74).

La meta en el tratamiento de una fractura expuesta es el combatir en orden los " factores negativos " para alojar una curación normal, como es la debridación de las células muertas y bacterias, así como la estabilización de la fractura para proteger y preservar la infiltración fibroblástica, la formación de tejido de granulación, y la nueva cama circulatoria. (2,13,16,18,57).

El éxito en el tratamiento de las fracturas expuestas con pérdida de fragmentos óseos, es el restaurar la unión ósea e iniciar el uso del miembro lo más rápido posible. Siendo el primer paso la debridación quirúrgica temprana del tejido desvitalizado, dejando una cama limpia para el injerto óseo en caso de ser necesario. (13,17,18).

Se puede prevenir el desarrollo de infección con el cierre primario o secundario, mediante el uso de colgajos musculares ricos en suplemento sanguíneo (musc. gracilis, dorsi latissimus y recto abdominal), en las heridas asociadas a fracturas expuestas de tercer grado de la tibia, que han sido reducidas con fijación esquelética. (13,33,43,59).

El uso de injertos de tejido óseo en forma profiláctica, se realizara bajo el concepto de que una fractura expuesta de tercer grado, se predispone a una unión retardada, debido al daño vascular y del tejido, por lo que su uso se valora dentro de las 6

semanas posteriores a la lesi<sup>o</sup>n, esto es antes de que se presente la uni<sup>o</sup>n retardada, que anteriormente se valoraba hasta las 16 semanas. (13,15,49,51).

El arte en la cirugia ortopédica incluye la correcci<sup>o</sup>n del da<sup>o</sup>o al tejido oseo y las anomalías en el tejido blando del sistema musculoesquelético. (78).

La preocupaci<sup>o</sup>n del médico veterinario en pacientes politraumatizados, no solamente se encamina a la emergencia y al tratamiento definitivo de la lesi<sup>o</sup>n, si no que tambien a la adecuada educaci<sup>o</sup>n del propietario del animal hacia las lesiones que frecuentemente se presentan en el medio ambiente en donde esta el animal, despues del tratamiento primario. (40).

Ademas de la informaci<sup>o</sup>n respecto a la posibilidad de no recuperaci<sup>o</sup>n en casos con da<sup>o</sup>o severo, asi como al mal cuidado del paciente por parte del propietario, el establecer la posibilidad de amputaci<sup>o</sup>n o incluso la muerte. (28).

La amputaci<sup>o</sup>n se realizara en forma primaria en la presencia de un miembro con isquemia o con severo da<sup>o</sup>o al tejido nervioso sin posibilidad de reparaci<sup>o</sup>n, asi como con pacientes poco cooperativos y/o muy agresivos, o propietarios sin recursos economicos para un tratamiento costoso y de largo plazo. (28,45,49).

## II.3 LAVADO

### Lavado de la heridas

Hay una gran diferencia entre solamente agregar una solución antiséptica en una herida y lavar la herida. La irrigación de la herida hace fluir los desechos hacia afuera y separa partículas de tejido dañado, además de remover, y reducir el número de bacterias, siendo importante el volumen de solución irrigado. Se ha demostrado que a mayor volumen de solución disminuye la incidencia de infección, considerándose de forma beneficiosa la adición de antibióticos a la solución, ya que las bacterias en ocasiones no son desalojadas durante el lavado. Una desventaja del lavado, es la dificultad para evaluar la extensión de la contaminación y la propia difusión de la infección. (35,44,45,74).

En adición a los factores mecánicos y antibacterianos asociados con el lavado de la herida, el tiempo juega un papel importante; el retraso de cuatro horas o más entre la contaminación y el lavado significa un incremento en la incidencia de infección. (2,16,74,78).

Existen diferentes técnicas para el lavado de heridas contaminadas, como: lavado a Presión-moderada, lavado a Presión-alta con y sin antibióticos, los cuales detallaremos a continuación. (74).

### Lavado a Presión-moderada

El lavado a presión-moderada de la herida con un delgado chorro de fluido se considera más efectivo para limpiar heridas que la simple inundación de la herida con grandes cantidades de fluido. Se realiza bajo la exploración continua de los intersticios, planos ocultos y cavitaciones. Un lavado con presión-moderada puede realizarse con fluido gobernado por la gravedad, con un recipiente para enemas pasando el fluido a través de un tubo de goma con una válvula en el extremo. Otros medios de

lavado con presión-moderada son con una jeringa de bulbo que desaloja presión ligera o una jeringa de 35ml con una aguja de calibre #19. El aparato antes mencionado produce cerca de 7p.s.i. (libras por pulgada cuadrada) de presión a la herida. Algunos recomiendan la eyeción de las superficies contaminadas con una turbulencia circular de líquido más que el lavado con presión-alta. (74).

#### Lavado a Presión-alta (sin antibióticos):

Esta es otra forma de lavado de heridas mediante el uso de eyecciones continuas y pulsátiles de fluidos con presión-alta. Se ha encontrado que un lavado continuo a presión-alta (10 a 15 p.s.i.), remueve de la herida cerca del 84.8% de los factores productores de infección del suelo. Encontrándose también que el lavado pulsátil o continuo a presión-alta tiene igual efecto en la remoción de bacterias.

El dispositivo para el lavado a presión-alta es con un agua Pik<sup>®</sup>, a una presión de 70 p.s.i. durante 30 segundos, con el eyector sostenido aproximadamente a 5 cm de la herida. Este dispositivo desarrolla aproximadamente 4 g de fuerza por milímetro cuadrado de tejido, teniendo como resultado un lavado mucho más efectivo en reducir la población bacteriana, más completo en remover el tejido necrótico y partículas extrañas que el que se obtiene con la irrigación de heridas similares con una jeringa de bulbo.

Se ha visto que la presión a la cual el fluido es irrigado a la herida es uno de los factores importantes en determinar el éxito de la descontaminación. Solamente con el aumento de la presión se puede remover suficiente número de bacterias como para prevenir la infección. (74).

Hay consideraciones detrimenales que se ocasionan con el lavado pulsátil a presión-alta como son el daño celular y de tejidos, así como la introducción de bacterias en la profundidad del tejido, demostrándose que los fluidos al ser diseminados en

los tejidos adyacentes a la herida. predominantemente en dirección lateral, presentan disminución de las defensas, haciendo la herida más susceptible a la infección. Sin embargo, la ventaja en la capacidad de limpieza del lavado con presión-alta parece ser más significativa que este efecto contrario, ya que las heridas altamente contaminadas que son sujetas a este tratamiento sanan primariamente sin infección. Como declara el trabajo de Jennings, el agua Pikt ha sido demostrada ser tres veces más efectivo para remover fragmentos de tejido y siete veces más efectiva en remover las bacterias de la herida que el uso de la jeringa con bulbo. (45,74).

#### Lavado a Presión-alta (con antibióticos):

La adición de antibióticos a la irrigación de fluidos pulsátiles a presión-alta parece ser eficiente en el tratamiento de heridas contaminadas. Este método resulta en una reducción en la incidencia de heridas infectadas cuando se comparó con heridas control que fueron lavados con solución salina unicamente. Como señala en su trabajo Jennings, la adición de una combinación de penicilina y estreptomycin es cinco veces más efectiva que el agua sola. (74).

#### Soluciones para el lavado de heridas

- Agua: el lavado de la herida al chorro directo del agua de la llave (seguida por irrigación con solución estéril) es efectiva en remover bacterias y tejido libre sobre la superficie. Se puede usar un pequeño baño con regadera para lavar partículas grandes. Se realizó un estudio comparando el uso de agua destilada, agua estéril, y agua de la llave como agentes de lavado, y a su evaluación microscopica reveló que el agua destilada y el agua estéril causaron mayor daño al tejido que el agua de la llave, debiendo considerar la introducción de bacterias con este ultimo tipo de agua. (74).

- Solución salina: la solución salina isotónica estéril

es efectiva para el lavado de heridas, no causando ninguna lesión remarcable al tejido durante una hora de exposición, excepto por la tendencia a edema ligero. La solución no solamente lava las partículas visibles sino también reduce la contaminación bacteriana por dilución. Se ha encontrado como una profilaxis efectiva la irrigación gentil con una solución salina isotónica en el tratamiento de incisiones de perros contaminados con aproximadamente 110 millones de organismos de Staphylococcus aureus. Un incremento en el volumen de la solución de lavado de 250ml a 1000ml disminuye la incidencia de infección. Cuando la herida se contamina con excremento y una hora después es irrigada, la efectividad de la irrigación con solución salina es proporcional al volumen de fluido utilizado. La espera de cuatro horas entre la contaminación y el lavado disminuye el éxito del tratamiento. (15,35,44,74).

Algunos estudios han encontrado inefectivo al lavado con solución salina para el tratamiento de heridas contaminadas. Sin embargo, en estos estudios solamente fueron usados de 100 o 500ml de solución salina. (74).

- **Solución Ringers**: al igual que las soluciones anteriores se recomienda su uso para el lavado de heridas contaminadas utilizando grandes cantidades, así como con las adiciones de algunos antisépticos como el yodopolividona (isodine)®. (2,15,44,78).

### **Jabones y Detergentes:**

Generalmente se acepta que los jabones y detergentes son dañinos a los tejidos. La aplicación de jabón a heridas frescas sin contaminar irrita al tejido, pero no presenta alteración significativa en el proceso de reparación cuando se compara con aquellas heridas en las que no se utiliza jabón. Sin embargo, algunos estudios han reportado que cuando el jabón se aplica en heridas contaminadas con Staph. aureus, se tiene un incremento

\* Lab. Norwich Eaton.

definitivo en los signos de infección a diferencia de heridas similares en las cuales el jabón no fué usado. En orden de evitar la irritación del tejido causada por el jabón, muchos médicos usan solamente solución salina fisiologica para limpiar la herida. Mientras que otros usan el jabón para su lavado, sin embargo, este es seguido por un enjuague abundante con solución salina estéril. Las sustancias detergentes o con un 3% de hexaclorofeno (HisoHex)\* no deben usarse en heridas en las cuales los musculos, tendones, o vasos sanguíneos son visibles, ya que causan irritación química, ocasionando retraso de la cicatrización de la herida. Un estudio demostro que los detergentes son dañinos para los cartilagos, sinovia, y otros tejidos blandos, y su uso podria provocar incremento en la susceptibilidad a la infección, retardo en la cicatrización de la herida y pérdida de la función de la articulación.

Las soluciones para el tallado quirúrgico son una combinación de agentes antisépticos y detergentes activos surfactantes. Los agentes antisépticos destruyen a las bacterias viables, y el detergente activo surfactante reduce la tensión superficial entre la herida y tales contaminantes para facilitar su remoción. En adición, los detergentes minimizan las fuerzas de fricción entre la esponja y la superficie de la herida y solubilizan las partículas relativamente insolubles, provocando su remoción. Desafortunadamente, los componentes de los detergentes en el tallado quirúrgico son tóxicos y disminuyen las defensas, por lo tanto potencializan la infección más que proteger los tejidos, como el uso del hexaclorofeno al 3%.

Se han encontrado interesantes hallazgos concernientes al hexaclorofeno y a los detergentes que lo contienen. Un grupo de investigadores reportaron que el hexaclorofeno al 3% en solución salina casi no causa lesión al tejido de la herida, sin embargo, si causa una significativa pérdida de substancia del crecimiento del cartilago, así como severo daño al tejido dentro de las articulaciones.

\* Lab. Winthrop.

Una teoría mantiene que los jabones son dañinos a las células, pero es más significativa su acción sobre los contaminantes que sus efectos adversos sobre ciertos tejidos, como sería su uso en la cama de tejido de granulación que tiene que ser removida antes de un cierre primario.

El Pluvonic F-68 (polímero de poloxalene) es un nuevo detergente, con un alto contenido de óxido de etileno (80%), y no tiene actividad antibacterial; sin embargo, actúa protegiendo a los tejidos de la acción abrasiva de la esponja, permitiendo el tallado de la herida para la remoción de bacterias. Además solubiliza en forma relativa al elemento yodine insoluble, formando un iodoformo, teniendo la actividad antibacterial del yodine y las propiedades limpiadoras del poloxalene. La inyección endovenosa de esta solución no causa efectos adversos, por lo que puede usarse como un limpiador de heridas en forma segura. (74).

### Antisépticos

Todo médico que trata una herida abierta debe de recordar que cualquier antiseptico lo suficientemente fuerte para matar a las bacterias es también lo suficientemente fuerte para matar a las células, con mucha frecuencia la urgencia de "matar gérmenes" hace olvidar esta verdad y algunas sustancias tóxicas son esparcidas en la herida.

Para demostrar los efectos detrimentales que los antisepticos tienen sobre los tejidos, se han descrito tres zonas de lesión para heridas curadas sin tratamiento, Zona I: es el defecto del tejido por el cual los microvasos están ausentes. Zona II: es la continuación de la Zona I y está compuesta por daño severo al tejido con bloqueo de capilares. Zona III: está por debajo de la segunda zona y contiene vasos en donde el riego sanguíneo está inactivo.

Para su recuperación, la función microcirculatoria es reestablecida en zona II y III, y los capilares de nueva formación alcanzan el tejido defectuoso (zona I), el cual empieza a ser

invadido por células y material de la matriz. Cuando un antiséptico es aplicado en la herida, la lesión se extiende profundamente dentro del tejido, agregando una cuarta zona de lesión, observándose bloques de capilares entre la zona II y III, y menor riesgo en Zona IV, resultando en una demora de la división celular y de la vascularización de los defectos, por lo que la reparación de la herida quizás tarde el doble de tiempo. (74).

Como algunos ejemplos de antisépticos tenemos:

**Peroxido de Hidrogeno:** el peroxido de hidrogeno al 3% es un buen agente limpiador, desde el punto de vista de la acción mecánica de su espuma, la cual alza los detritos, para ser más fácilmente eliminados. Sus propiedades oxidativas no tienen efecto sobre organismos anaerobios. Estudios de vascularización microscópica han demostrado que el peroxido de hidrogeno al 3% en agua destilada provoca un bloqueo casi completo del sistema microvascular de la herida, por lo que su uso causa un gran daño al tejido. (74).

**Yodopolividonas:** las soluciones diluidas de yodopolividona (isodine) han sido descritas para la limpieza de heridas y para promover el crecimiento del tejido de granulación. Recomendándose a varias concentraciones, como una solución al 25% para irrigar heridas quirúrgicas; sin embargo, esto se basa en estudios in vitro. La dilución de 10 ml en 1 litro de solución salina fisiológica (SSF) es usada como cobertura de la herida en perros. Se ha encontrado que una dilución de 1:100 de yodopolividona en agua destilada induce poca reacción microscópica en el tejido de la herida. Las soluciones de yodopolividona sin detergentes han sido mezcladas a razón de 1:1 con solución salina estéril e inyectadas dentro de las articulaciones de conejos, produciendo mínimo daño histológico y bioquímico a la estructura articular. Como resultado, de dichos estudios la solución de yodopolividona fué recomendada para la irrigación y empaque de heridas abiertas en las articulaciones. Recomendándose su uso en la irrigación de heridas en forma diluida. (2,74,78).

Se han observado diferentes tipos de reportes sobre el efecto de yodopolividona en la reparación de la herida y la prevención de sepsis. Determinaciones macroscópicas, microscópicas y mecánicas mostraron que el polvo de yodopolividona no interfiere en la cicatrización de heridas en ratas, así mismo, provee un efecto antibacterial.

Como ventajas de la yodopolividona tenemos que controla sepsis de la herida y quizás incrementa su reparación; Tiene un amplio espectro antibacteriano y es efectiva en la presencia de sangre, pus, suero, y debridaciones necróticas; No presenta efectos desfavorables cuando se usa sobre membranas mucosas o conjuntivales; Su color café actúa como un indicador, siendo poco efectiva cuando se ve de un amarillo pálido o blanco.

Otra ventaja de la yodopolividona es la ausencia de resistencia bacteriana a la droga. Un estudio realizado con Pseudomona aeruginosa, E. coli, Klebsiella aerogenes, y Serratia marcescens, después de 20 pasos dentro de condiciones estandarizadas, no determinó cambios significativos en la concentración mínima inhibitoria, la concentración mínima bactericida o el tiempo de muerte entre los primeros organismos y los 20 subcultivos. (74).

**Clorhexidina:** la solución de clorhexidina se encuentra en forma de concentrado antibacterial, usándose diluida. En un estudio in vitro, se compararon las propiedades antimicrobianas de la clorhexidina con las de los desinfectantes cuaternarios de amonio, un compuesto fenólico, y un yodoformo, encontrándose que el clorhexidina tiene una gran actividad antibacteriana con una dilución alta que la otra clase de antisépticos cuando se probaron en la presencia de nutrientes, observándose también su efectividad contra varios tipos de dermatofitos. (35,74).

En un estudio realizado por Buckle y Seabridge, encontraron que el clorhexidina fue bactericida y capaz de destruir el 99.9% de la población bacteriana de Staphylococcus aureus, Streptococcus pyogenes, Escherichia coli, Pseudomonas

aeruginosa y Salmonella typhi en concentraciones de 1:400,000 (0.00025%); 1:20,000 (0.005%); 1:50,000 (0.002%); 1:17,500 (0.006%); y 1:125,000 (0.008%), respectivamente. Asi como en el reporte de Grant y Findlay, Culman y Murray se informa que una solución al 0.05% (solución de 1:40 de una concentración al 2%) es efectivo en destruir Pseudomona aeruginosa despues de 2.5 minutos de exposición en sangre fresca, eliminando tambien a el Staphylococcus aureus, Streptococcus beta-hemolitico y E. coli aun en concentraciones debiles. (74).

En algunos reportes se informa que el clorhexidine no es irritante a los tejidos de la herida. En una serie de 108 pacientes quemados, la aplicación de compresas tópicas con una solución de clorhexidine al 0.5% no produjo destrucción del epitelio regenerado o apreciable retardo de la cura, y la infección de la herida fué poco frecuente. Asi mismo, se ha reportado que las heridas de los animales curan bien cuando se cubren con una solución de clorhexidine al 1%. Sin embargo, las aplicaciones repetidas de solución al 1% en piel sana pueden causar eritema, por lo que se recomienda una solución al 0.05%, reportandose tambien que la solución al 1% es irritante para la mucosa nasal y conjuntiva, por lo que se utiliza una solución al 0.1% en membranas delicadas. (35,74).

Se pueden usar las concentraciones del clorhexidine del 0.05% al 1% como inicio en el lavado de la herida, irrigandose las mucosas con soluciones más débiles. Teniendose resultados favorables en la irrigación inicial de la herida y limpieza de heridas infectadas con el uso de clorhexidine, prefiriendose una solución al 0.05% (dilución de 1:40 de una concentración al 2%).

En resumen la solución de clorhexidine tiene la ventaja de ser efectiva contra un amplio rango de bacterias Gram negativas y Gram positivas en la presencia de fluidos corporales, en adición a su efectividad a bajas concentraciones y su relativa seguridad para el tejido. Ademas la bacteria no desarrolla resistencia a la solución. (74).

Ácido acético: se han hecho intentos de estimular la actividad enzimática o frenar el crecimiento bacteriano al cambiar el pH de la superficie de la herida, siendo particularmente útil el uso de un pH ácido débil (0.5%) producido con el ácido acético cuando están presentes organismos urea-divididos, especialmente *Pseudomona*. Sin embargo, el ácido acético no afecta a otros organismos, y cuando es aplicado en heridas en donde están presentes *Staphylococcus aureus* y *Proteus*, estos actúan incrementando su número en las heridas, por lo que no se recomienda su uso, ya que este tipo de bacterias está presente en la mayoría de las heridas contaminadas en nuestro medio. (74).

Otros antisépticos en el lavado de las heridas se ha demostrado la efectividad de varios antisépticos para la irrigación de heridas contaminadas que proveen de una significativa protección contra el desarrollo de infección, como sería la simple irrigación ya sea con un 70% de alcohol etílico, cloruro de benzalconio, Cloramine-T al 0.25%, o violeta de genciana. La efectividad de la irrigación no difiere significativamente entre estas soluciones, presentando una reacción inflamatoria mínima del tejido después de la irrigación, teniendo como resultado la eliminación de las bacterias.

Considerándose inefectiva la irrigación de heridas contaminadas con soluciones de alcohol etílico al 10% y 56%, cloramine-T al 0.1%, y ácido carbólico al 0.5%. El uso del ácido carbólico en concentraciones elevadas del 1% al 10% en cerdas de guinea provocó su muerte. Estando contraindicado el uso del ácido carbólico para el lavado de heridas en gatos.

Aunque el nitrato de plata es una de las drogas de elección en la terapia de quemaduras, se ha demostrado que las soluciones para la irrigación de heridas con nitrato de plata al 0.5% aparentemente interfieren con las defensas del tejido, lo que potencializa la infección de la herida. (74).

### Tallado de la herida

Hay varias opiniones de la efectividad del tallado o esponjado de las heridas. Una teoría establece que el tallado de la herida con una esponja quirúrgica empapada con una solución salina aumenta el valor terapéutico de los antibióticos sistémicos y tópicos por la remoción de bacterias y el rompimiento del coágulo fibroso que cubre la herida. La otra teoría mantiene que la limpieza mecánica con una esponja empapada con solución salina disminuye la habilidad de la herida para resistir la infección, siendo el efecto detrimental directamente proporcional a la porosidad de la esponja. Con el nuevo Pluronic F-68, un detergente polioxalene polyol, la acción abrasiva de la esponja es minimizada y entonces la bacteria puede ser removida de la herida. Un estudio comparando la utilización del tallado con una esponja con este nuevo detergente, y una esponja con solución salina, reveló que el uso del Pluronic F-68 produce una reducción dramática en el rango de infección de las heridas. (74).

## II.4.- DEBRIDACION

La debridación de la herida consiste en remover tejido contaminado, desvitalizado, y muerto. Si el material necrótico no es removido, se prolonga el proceso de curación y provee de un medio favorable para la proliferación bacteriana. Mediante la reacción de este sustrato avascular, la proliferación bacteriana es interrumpida y la bacteria que queda es incapaz de multiplicarse cuando esta sujeta a las defensas del tejido viable. (10,16,18,35,44,49,74).

Se conocen diferentes tipos de debridaciones, como son la quirúrgica, la química y la enzimática. (45,74).

### II.4.1 DEBRIDACION QUIRURGICA

La preparación quirúrgica del miembro se realiza por medio del rasurado y tallado del area alrededor de la herida antes de exponerla. La herida se lava en la misma manera que el miembro. Se usan grandes cantidades de fluido en el enjuague para eliminar el pelo y debridaciones. Con el uso de grandes cantidades de fluido en el lavado, es importante el proveer de una sabana de plastico o alguna otra barrera impenetrable para los fluidos entre la extremidad y el resto del cuerpo o la mesa. Una vez terminado el lavado se procede a cubrir la herida nuevamente.

Experimentalmente el uso de antibióticos en las soluciones irrigadas a heridas contaminadas han mostrado una reducción en la incidencia de la infección. Sin embargo, el uso de antibióticos no substituye una buena debridación quirúrgica. Demostrandose por Petty la rápida penetración de la herida por

organismos patogenos lo que previene la esterilización completa por las soluciones antibacteriales. No obstante, los antibióticos son usados para disminuir la población bacteriana y poder reducir la contaminación superficial a cero. Comúnmente, los agentes usados son diferentes a los sistémicos debido a su toxicidad. Cuando se usa un antibiótico local, la absorción sistémica debe de considerarse para no sobredosificar al paciente por esta vía. La irrigación de la herida durante el proceso quirúrgico con una solución antibiótica en spray a mostrado efectos benéficos cuando se aplica cada 5 minutos; la solución antibiótica no es usada durante la irrigación y debridación inicial, debido a que los volúmenes requeridos en esta etapa son muy grandes (mayor a 10 litros). La exposición quirúrgica debe ser adecuada para la debridación pero no debe de desvitalizar más el tejido. En caso de realizarse una incisión en piel debe ser en la superficie que no tenga compromiso vascular. En ocasiones la incisión puede ser una extensión de la herida. Es muy importante recordar que la curación de la herida se realizara únicamente en el lugar donde la piel tiene una vascularidad adecuada. La debridación quirúrgica debe ser completa, con la remoción de todo el tejido desvitalizado, aunque en ocasiones es difícil de determinar si el tejido es viable, debiera tomarse en cuenta los lineamientos para predecir su viabilidad, en el caso de los tejidos son su habilidad para sangrar y consistencia. Durante la resección al existir una perfusión tisular adecuada debiera presentarse un sangrado activo. Una vez que la herida esta limpia, la fractura se estabiliza. (2,35,44,49,74).

Los pacientes con lesiones traumáticas del tejido experimentan marcado dolor en el sitio de la herida, la limpieza sin el uso de anestesia causara más dolor, por lo que el paciente se movera, haciendo la limpieza imposible, en tal caso estara

indicada una anestesia local, regional o general. (35,49,74).

La anestesia local se realiza mediante la inyección de un agente anestésico local (Lidocaina al 1%) en la piel intacta de la periferia de la herida, siempre y cuando no afecte de manera importante las defensas del tejido o favorezcan la infección. Tomándose en consideración el usar o no usar los vasoconstrictores como la epinefrina conjuntamente con los anestésicos locales, especialmente en áreas donde el aporte sanguíneo es crítico, ya que los vasoconstrictores exaltan efectos detrimentales en las defensas del tejido y potencializan la infección. Una de las desventajas de la anestesia local incluye la posibilidad de diseminación de organismos patógenos y la limitación para una completa exploración, en tales casos está indicado el uso de bloqueos regionales o anestesia general, siempre y cuando las condiciones del paciente lo permitan. (49,74).

Se ha encontrado que el lavado de la herida con un 2% de solución de lidocaina, permite al paciente estar más cómodo mientras que la herida se irriga y manipula para remover cuerpos extraños (ej: grasa, arena y suciedad). Este tipo de anestesia tópica es insuficiente para la debridación quirúrgica. (74).

Ningún método anestésico es superior en todas las situaciones, el cirujano debe considerar el tipo de herida y las condiciones del paciente para determinar el tipo de anestesia más adecuado. (49,74).

La estandarización de técnicas de debridación es difícil, ya que los procedimientos varían de acuerdo al tipo de herida, el agente traumático, y el medio ambiente. Cada herida tiene una individualidad que contribuya al ingenio del cirujano. Por ejemplo, la debridación de una herida producida cuando el animal salta sobre un vidrio será totalmente diferente a la debridación de una herida que se produce por atropellamiento

vehicular. (74).

Durante la debridación la herida debe irrigarse con varios litros de fluidos. la literatura indica una disminución en la probabilidad de infección con el uso de 10 litros o más de fluidos. (2,35,49,74).

Cuando se trata de una herida con un gran daño de tejido, ciertos factores deben ser considerados. ya que a través de la exploración podrá determinarse la extensión de la lesión. consecuentemente la incisión en piel debe ampliarse lo suficiente para observar completamente la extensión de las laceraciones del tejido profundo. La incisión en piel debe ser paralela a lo largo del axis del miembro. recomendandose incisiones en forma de "z" a través de superficies de flexión. Asimismo, todas las fascias envueltas deben ser abiertas lo suficiente para exponer la profundidad de la herida desde el inicio a final, lo cual ayudara a disminuir la tensión del tejido que es provocada por la inflamación. (2,35,74).

Se describen dos técnicas basicas para la debridación de heridas: Debridación por capas y debridación en bloque. La debridación por capas se realiza eliminando el tejido desvitalizado de la superficie y progresando a lo profundo de la herida. La cantidad de material eliminado no es tan extenso como el que se elimina con la debridación en bloque. Esta técnica se usa en lesiones de miembros. ya que se indica una incisión moderada en areas donde no hay gran cantidad de masas musculares: La debridación en bloque o completa elimina una gran cantidad de tejido, usandose en areas donde hay mucho tejido lesionado y ha sido descrita como una forma de asegurar la eliminación de tejido contaminado y dañado.

Durante la debridación todas las incisiones deben hacerse con un bisturi. Un estudio demostro que la herida hecha

con hojas afiladas son significativamente mas resistentes a la infección bacteriana (aproximadamente de 10 a 12 dias), que las heridas realizadas con cualquier maquina electrica o rayo laser continuo (6 dias), en donde hay menor sangrado, pero hay una mayor desvitalización del tejido alrededor de toda el area incidida. (74).

Los factores que requieren atención durante la debridación de la herida son: remoción de todos los cuerpos extraños; adecuado lavado del area; drenaje del espacio muerto; hemostasis; y el restaurar la estructura normal del tejido. (49,74).

Durante la debridación de la herida debe evitarse una presión prolongada y estiramiento con retractores; ligaduras con gran cantidad de porciones necroticas de tejido distal; cubrir el tejido necrótico con electrocoagulación; una extensa exploración que rompa las barreras naturales, favoreciendo la propagación de infección. El tiempo de cirugía es importante, ya que se a establecido que por cada hora, el porcentaje de infección se duplica. Para ayudar a prevenir la contaminación de la herida en el hospital, se incluye el uso de cepillos quirurgicos, mantas, guantes, ropa e instrumental estéril. Se debe enfatizar el uso de guantes y mascara a los médicos que manejan las heridas. Durante el proceso de debridación, se recomienda el uso de más de un juego de instrumental estéril, conforme el procedimiento progresa el instrumental se cambia, para que la herida no sea contaminada por el intrumental que fué usado en los primeros pasos del procedimiento, o si se cuenta con un solo instrumental, descartar el instrumento utilizado en un principio para evitar que se vuelva a introducir en la herida. (2,74).

## Debridación de estructuras específicas

### Huesos y articulaciones:

Cuando la lesión del tejido blando de una extremidad esta asociado con daño al hueso, es importante inmovilizar el miembro para prevenir mayor daño al tejido, reduciendo así la hemorragia y el dolor. Ciertos principios básicos están involucrados en el cuidado de un hueso descubierto y fracturado. Cuando se debrida la herida, es necesario el uso de un cepillo de cerdas o de curetaje óseo para retirar la suciedad en los bordes del hueso fracturado o aún el eliminar la parte distal. Concerniente a la remoción de los fragmentos óseos de una herida, está indicado el remover fragmentos sueltos que estén muy sucios, ya que el hueso es una estructura esencial es mejor el errar en remover muy poco que mucho. En la opinión general, se debe usar un juicio clínico en dejar o remover fragmentos óseos, teniendo en mente la condición de los tejidos adyacentes, la cantidad de contaminación y/o infección, el número y tamaño de los fragmentos, y la necesidad esencial para el soporte óseo en el área. (2,35,44,74).

Se debe considerar la reimplantación de fragmentos óseos, particularmente aquellos que contribuyen a la integridad del hueso (largo y circunferencia), mediante el tallado con gluconato de clorhexidine y su inmersión en solución antibiótica, o yodopolividona y su esterilización en autoclave, esto métodos ayudan a esterilizar los fragmentos contaminados, y emplearlos en la estabilización de la fractura. (80).

Ciertos autores consideran desfavorable la reimplantación de fragmentos en las fracturas expuestas de III grado, ya que se encuentran sin irrigación y por ende son más susceptibles a infectarse. (45).

El método para la debridación de articulaciones incluye una artrotomía amplia, remoción de debridaciones y fragmentos de cartilago, con el reemplazo de grandes fragmentos articulares, y cierre de la capsula y ligamentos sin drenaje. La capsula articular debiera cerrarse con sutura absorbible; sin embargo, si la sinovia esta dañada extensamente, el cierre puede realizarse usando injertos de piel para cobertura temporal. Inmovilizando la articulación, administrando antibióticos tanto sistémicos como instilados en la articulación. (74).

#### Tendones:

Los tendones con poco riesgo de contaminación no deben ser retirados. La exposición total de un tendón esta sujeta a su desprendimiento y requiere de cobertura temporal o permanente. En muchas lesiones por atropellamiento, los tendones se rompen y desgarran, en tales instancias pueden ser cortados, y en circunstancias favorables, la reparación debe realizarse. Si la vascularidad en los extremos de los tendones esta intacta, debe suturarse a su sitio de inserción. Conjuntamente, en ocasiones no es posible de determinar si un tendón debe debridarse inicialmente. Siendo imposible la reparación en los tendones que estan severamente dañados o desgarrados.

En animales pequeños el tendón digital superficial no es vital para el animal como los tendones profundos, y algunos cirujanos prefieren no repararlo. Si un tendón flexor es lesionado, es mejor inmovilizar la articulación afectada en flexión total; si un tendón extensor esta involucrado, se requiere lo contrario.

Se ha establecido que los tendones, ligamentos, y fascias desvitalizados son menos susceptibles a desarrollar infección, y frecuentemente actuan como matriz para actividad

fibrinolítica nueva. Debido a esta propiedad, frecuentemente se dejan en la herida más que removerse al tiempo de la debridación. (74).

Si la herida esta contaminada no debe suturarse el tendón, o si tiene más de 24 horas de haberse producido la lesión, o hay excesivo tejido desvitalizado. (78).

#### Musculos:

El tejido muscular se considera no-viable si se encuentra delgado o friable, no sangra al incidirlo, no se contrae cuando se estimula, si esta sucio por dentro, u obscuro o palido en comparación a los tejidos circundantes. La excisión debe llevarse a cabo hasta que el musculo expuesto reaccione como un tejido muscular sano. Son viables los musculos que sangran, pero aquellos que no se contraen cuando se pinchan, deberan ser eliminados. (35,74).

En general, la excision de musculo no viable debe ser radical, siguiendo la indicación, "cuando hay duda, cortarlo". Es mejor sacrificar inicialmente la musculatura que dar oportunidad a la necrosis licuefactiva y la posibilidad de multiplicación de organismos Clostridiales en la herida tardia. El tejido muscular sano cura rapidamente. (45,74).

Se han usado tinciones testigo para determinar la viabilidad del musculo, como la inyección intravenosa de azul sulfato o verde Kiton rapido que tiñen tejido viable y al tejido avascular lo deja sin cambio. El tejido se tiñe en tres o cinco minutos, y la tinción es excretada por los riñones en aproximadamente 48 horas.

El rociado de azul de metileno al 5% sobre heridas abierta de conejos desde una distancia de 15cm por 5 segundos,

determina cambios de color en la herida que se observan despues de 30 a 60 minutos y alcanzan un maximo de aparición en 90 minutos. En este tiempo, el musculo no viable tiene un color azul oscuro, mientras que musculo viable tiene un color azul claro homoganeo. Hay que recordar que el contar con una buena fuente de iluminación se requiere para tener una mejor observación de estos cambios. (74).

### **Nervios:**

Los nervios que no han sido lesionados deben ser limpiados gentilmente y cubiertos. La reparación definitiva de los nervios no debe realizarse durante la debridación inicial cuando el nervio ha sido lesionado en asociación con contaminación y traumatismo del tejido periferico. Como en los tendones, quizás haya daño sobre cada lado de la ruptura que no pueda visualizarse en el tiempo de la examinación inicial. Puede realizarse una anastomosis temporal de las terminaciones nerviosas con material de sutura coloreada para prevenir la retracción. Despues de que la herida ha sanado (aproximadamente 21 días despues), el nervio puede reexponerse y examinarse. En este tiempo el area de daño intersticial y degeneración en cada lado del punto separado puede removerse, dejando al tejido nervioso viable y anastomosarse. (74).

Para la evaluación del tejido nervioso en cuanto a su viabilidad tenemos el uso de la electromiografia, asi como en forma más practica la estimulación directa del musculo alrededor del daño, el cual debe mostrar contracciones, estableciendose como viable al tejido nerviosos si las contracciones son inmediatas y seguidas de una rápida relajación, pero cuando el nervio esta dañado presenta contracción y relajación tardia. (78).

En algunas instancias, se puede realizar la reparación

nerviosa definitiva al tiempo de la examinación inicial. Esto se haría en casos en los cuales hay poco traumatismo y contaminación del tejido blando adyacente (ej: laceraciones limpias). Pudiéndose establecer entonces que los nervios que son cortados pueden repararse cuidadosamente, la anastomosis sin tensión excesiva, y si se obtiene cobertura suficiente. (74,78).

El periodo de recuperación del tejido nervioso periférico dañado, es de aproximadamente seis meses: desafortunadamente, con el mejor manejo quirúrgico y cuidados postoperatorios, es poco frecuente la recuperación de la función de un nervio reseccionado. (78).

#### **Vasos sanguíneos:**

Los vasos sanguíneos lesionados en ocasiones requieren de una ligadura, los grandes vasos quizás requieran ser suturados; sin embargo, esto generalmente no es necesario a menos que la circulación colateral este comprometida. Un estudio en perros demostró que los vasos sanguíneos colaterales tienen un aporte adecuado hacia los miembros después de una oclusión repentina de la arteria y vena primaria. Por esta razón, es necesario que el clínico no dude en ligar y cortar los vasos sanguíneos en esta zona. Reportando resultados similares para el miembro pélvico del perro. Concluyendo que si los vasos colaterales primarios están intactos y sanos cuando el perro no está en choque y no ha sufrido de pérdida sanguínea excesiva, anemia, o insuficiencia cardíaca severa, se podrá ligar el vaso, si así se requiere. (74,78).

#### **Fascias:**

Si se tiene un retorno venoso deficiente en los miembros dará como resultado la inflamación, incrementándose al ocluir aun más los vasos sanguíneos, por lo que será necesario realizar una

incisión facial y de piel a todo lo largo de la inflamación.

Cuando se realiza la debridación de la fascia, es necesario eliminar unos 5cm de fascia sana, ya que la fascia es relativamente avascular en su estado normal, y es susceptible a la colonización bacteriana. (74).

#### **Grasas**

La grasa es fácilmente desvascularizada y actúa como un medio de crecimiento bacteriano, por lo que la grasa contaminada deberá eliminarse. (74).

#### **Hematomas y Seromas**

La hemostasis insuficiente puede resultar en un hematoma que actúa como una masa de tejido devitalizado, que favorece la infección. Esto dificulta una aposición apropiada de los tejidos circundantes. Si el hematoma es grande, puede interferir con el aporte sanguíneo a los tejidos adyacentes; si es absorbido lentamente, puede resultar en la formación de cavidades de paredes rígidas con el encapsulamiento del fluido. (69,74).

Los seromas pueden resultar por el cierre inadecuado del espacio muerto; por atravesar tejido rico en vasos linfáticos; por movimiento considerable de la herida; y por la presencia de una gran cantidad de sutura o algún otro material extraño en la herida. La formación de los seromas puede prevenirse mediante técnicas atraumáticas: por ejemplo la ligadura de vasos (incluyendo linfáticos); obliteración de espacios muertos; drenajes; y vendajes de compresión. (74).

#### **Piel**

Para los colgajos de piel, la experiencia clínica ha demostrado que el retorno venoso y no el suplemento arterial, es

el factor crítico en su sobrevivencia. Cuando la piel lesionada esta comprometida debido a la insuficiencia vascular, se manifiesta tórgida y oscura. Esto se debe al secuestro sanguíneo, siendo la restauración del drenaje venoso la clave de la sobrevivencia del colgajo. Para determinar la viabilidad de un colgajo de piel es determinante la observación del color en sus extremos, ya que un colgajo que esta ligeramente oscuro en un extremo con una clara linea de demarcación probablemente tiene un adecuado retorno venoso. Sin embargo, una linea delgada de demarcación con color normal en una punta y cianosis en la otra es un signo de retorno venoso inadecuado. Asimismo, un colgajo de piel que esta extremadamente palido o morado debe ser excidido ya que los vasos que irrigan la piel tienen probablemente una lesión por trombosis. (35,74).

La prueba del torniquete para la viabilidad del tejido trabaja sobre el principio de la isquemia que es producida en una extremidad por la aplicación de un torniquete proximal a una arteria, sin embargo el resultado es la liberación de varias aminas que inmediatamente despues de que el torniquete es removido y se reestablece el aporte arterial, causan el cierre de precapilares que intercomunican o la apertura de capilares de comunicación, o ambos. El resultado es "enrojecimiento" del tejido por 3 a 5 minutos, despues de lo cual se torna cianótico. Esto podria indicar una circulación adecuada en el colgajo. Sin embargo, el corto periodo de congestión venosa despues del "enrojecimiento" puede promover la formación de trombos lo cual puede ser detrimental para la sobrevivencia de los tejidos, por lo que no se recomienda este tipo de prueba.

Los bordes de piel dañados severamente que no presenten sangrado deben eliminarse, teniendo en mente al momento de realizar la incisión que la piel es necesaria y esencial en el

cierre de la herida, por lo que se dejara lo más que se pueda de piel. Usualmente una excisión estrecha del margen de piel (3cm) es suficiente. Sin embargo los bordes extensamente contusionados y con evidencia de fuego o daño químico deben ser excididos. A pesar de que el cierre es más fácil cuando se salva una mayor cantidad de piel, si su viabilidad es cuestionable no debe usarse para el cierre ya que puede ocasionar dehiscencia de los puntos, así como ser el punto de inicio de la infección del tejido. Si existe duda, la herida debe revisarse después de 48hrs, en ese tiempo la muerte del tejido es evidente y podrá realizarse una excisión secundaria. (74).

#### **Cuerpos extraños**

El material extraño en una herida causa la irritación de tejido circundante, promoviendo su infección. La herida raramente sana hasta que el material es extirpado. Esto es un ejemplo de la llamada inteligencia del tejido, el cual previene de la formación de infecciones profundas y diseminadas en el cuerpo, permaneciendo abierto desde el lugar donde se aloja el cuerpo extraño hasta la superficie, sin desintegrar el cuerpo extraño; sin embargo, cuando la herida se cierra, resulta la formación de un absceso profundo. Un estudio indicó que la cantidad de inflamación y formación del absceso está directamente relacionado a la cantidad de material extraño presente. (35,69,74).

Las propiedades físicas del material extraño tienen un efecto sobre la intensidad de la reacción del cuerpo hacia él. Cuerpos extraños insolubles tal como vidrio, grava, y partículas de carbon pueden ser inertes, siempre y cuando no haya contaminación con bacterias, pudiendo permanecer con poca o nula reacción del tejido. Los materiales porosos son menos tolerados (provocan más reacción del tejido) que los sólidos y compactos.

Esto se demuestra en la habilidad del cuerpo para tolerar mejor una sutura monofilamentosa que una sutura multifilamentosa trenzada.

La composición química del cuerpo extraño también tiene efecto sobre el grado de reacción. Los ácidos fuertes y álcalis pueden causar quemaduras, y muchas sales son local o sistémicamente tóxicas. Los materiales orgánicos son poco tolerados, como la grasa, paja, ropa (fibras naturales) y madera, aunque hayan sido esterilizados. El talco usado en guantes estériles es relativamente insoluble y puede provocar la formación de granulomas al dejarse en el tejido. Para evitar los granulomas por talco, se ha introducido un polvo de maíz tratado a modo de escarcha.

Los cuerpos extraños metálicos pueden o no causar reacción del tejido. Algunos metales son inicialmente tolerados por el cuerpo, pero puede presentarse una reacción tardía por su presencia. El acero puede corroerse, u objetos filosos, tal como agujas metálicas, pueden migrar a través del tejido como resultado del movimiento muscular y penetrar órganos vitales. En otras instancias los objetos estáticos pueden causar erosión por presión contra el hueso, vasos sanguíneos, o piel. Las balas y fragmentos libres generalmente causan poca reacción tisular, siendo removidos durante la cirugía únicamente cuando se encuentran fácilmente, pero no deberán buscarse a menos que estén obviamente adyacentes a una estructura vital (cerca de un vaso sanguíneo, un nervio o en una articulación). Consecuentemente, se tendrán algunas restricciones en la búsqueda de cuerpos extraños metálicos retenidos. (74).

#### II.4.2 DEBRIDACION QUIMICA

El tejido no viable debe ser removido atravez de la digestión por agentes químicos. Tales agentes incluyen a la dicloramina T e hipoclorito de sodio. El problema en el uso de este tipo de agentes es el daño que ocurre a las células viables en el area, permitiendo la supuración y un retardo en el cierre de la herida.

El uso de medicamentos que contienen sulfas y urea para aplicación tópica en la terapia de las heridas, combinan las propiedades de debridación de la urea con las propiedades antibacterianas de las sulfas y la composición de sulfa-urea en polvo tiende a remover fluidos de los tejidos. Su utilización puede ser benefica sobre heridas pequeñas que esten ligeramente edematosas, sin embargo, su uso en heridas grandes atraves de la cual el paciente esta perdiendo cantidades importantes de fluidos, electrolitos, y proteínas podra complicar la situación causando mayor deshidratación del tejido, por lo que el cirujano debe considerar otros tipos de debridación. (74).

#### II.4.3 DEBRIDACION ENZIMATICA

Hay dos indicaciones generales para la debridación enzimatica de las heridas: en pacientes con alto riesgo en la anestesia para la debridación quirurgica, y para la debridación de heridas en las cuales la debridación quirurgica resulta en un mayor daño al tejido sano. Ambas instancias ocurren con frecuencia en la cirugía veterinaria, y algunos médicos no estan convencidos totalmente en el uso de este tipo de debridación, especialmente en heridas infectadas o en areas con tejido libre. La debridación

enzimática se usa en heridas de los miembros, para rescatar la mayor cantidad de tejido viable que se utilizara para la reconstrucción, ya que la enzima "decide" que tejidos serán removidos y que tejidos permanecerán, teniendo el cirujano la oportunidad de no remover tejido cuestionable, ya que con algo de tiempo este tejido se revitaliza y podrá usarse en la reconstrucción.

Otras indicaciones específicas para la debridación enzimática incluyen quemaduras, ulceraciones, y herida piógenas.

Las ventajas en el uso de la debridación enzimática es el permitir que el procedimiento quirúrgico sea pospuesto hasta que el estado del paciente permita el uso de anestésicos para la debridación quirúrgica. La otra ventaja es el asegurar que no será interrumpida la granulación del tejido sano.

Las desventajas de la debridación enzimática incluyen: un alto costo; requiere de mayor tiempo para remover el tejido muerto; y debridación insuficiente en el caso de grandes cantidades de tejido muerto. (74).

#### Tipos de enzimas y sus propiedades:

- **Tripsina-quinotripsinas:** esta enzima es obtenida de la glándula pancreática de mamíferos y tiene la habilidad de digerir tejido necrótico, desechos y membranas piógenas, su acción se lleva a cabo digiriendo el escaso exudado purulento y su cobertura viscosa (desoxirribonucleoproteína), para después atacar el tejido muerto de la lesión. Algunas de las propiedades de la tripsina son: su actividad óptima está dentro del rango de pH de 6.8 a 7.5; se inactiva a una temperatura más baja del cuerpo; puede ser usada con antibióticos y deberá usarse con antibióticos sistémicos; se ha reportado que tópicamente causa ligera sensación de ardor; y

pierde su actividad con el tiempo.

La quimotripsina aplicada por via intramuscular profunda se usa para reducir inflamación y edema del tejido (excepto edema de origen renal o cardiaco); previene la formación del edema; incrementa la absorción de sangre extravasada y linfa; disminuye el dolor y ayuda a la recuperación del tejido. Siendo poco comunes las reacciones alergicas y anafilacticas. La frecuencia de la administración debere disminuir segun la condición del tejido lo requiera. (74).

- **Fibrinolisina-desoxirribonucleasa:** la fibrinolisina es un derivado del plasma bovino y la desoxirribonucleasa es aislada del pancreas bovino. Esta combinación de enzimas digiere exudados de material fibrinoso y nucleoproteinas. La actividad fibrinolitica es dirigida contra las proteínas desnaturalizadas, tal como se encuentran en tejidos desvitalizados, mientras que los elementos proteicos de las células vivas quedan relativamente sin afcción. Se considera relativamente inefectiva en la debridación rápida y activa.

Para la aplicación del ungüento de fibrinolisina - desoxirribonucleasa la herida debe ser limpiada ya sea con agua, agua oxigenada o solución salina normal. Debiendose remover quirurgicamente los detritus densos y secos. Despues de aplicar una capa delgada del ungüento, se cubre con una venda no adherente y debe cambiarse por lo menos 2 a 3 veces al dia. Este tipo de ungüento se puede encontrar en combinación con cloramfenicol como un agente bacteriostatico. (74).

- **Colagenasa:** la colagenasa se deriva de la fermentación del Clostridium histolyticum. Este tiene la habilidad de digerir colágena natural así como colágena desnaturalizada, lo que evita que el colágeno retenga tejido necrótico dentro de la herida, ya que esto retarda su curación.

La colagenasa es usada para la debridación de úlceras y áreas quemadas. Si la colagenasa tiene contacto con la piel normal puede ocasionar irritación e inflamación, especialmente alrededor de los márgenes de las úlceras. (74).

- Sutilains es una proteinasa natural de amplio espectro derivada del Bacillus subtilis. Funciona en un pH de 6.0 a 6.8 mediante la degradación y licuefacción de complejos proteicos desnaturalizados en aminoácidos y péptidos ácido-solubles de una herida necrótica, teniendo una actividad colagenolítica mínima, siendo esto un factor seguro para el tejido viable.

Antes de aplicar los agentes de Sutilains es necesario la limpieza de la herida con agua, seguido por una segunda limpieza con solución salina estéril. Se recomienda cubrir la herida después de aplicado la Sutilains, cambiándose dos veces al día y manteniendo húmedo el apósito. Suspendiendo el tratamiento si al cambiar el vendaje resulta una hemorragia importante de la superficie de la herida (cama de granulación).

Las indicaciones de la Sutilains son en quemaduras de segundo y tercer grado, úlceras, incisiones traumáticas, heridas piógenas, y úlceras secundarias a enfermedad vascular periférica. Esta contraindicada en heridas que se comunican con cavidades corporales mayores, úlceras neoplásicas, nervios expuestos (tejido nervioso), y lesiones del globo ocular.

Las ventajas de la Sutilains incluyen: actividad rápida, segura y económica. (74).

- Tripsina, Balsamo de Peru y Aceite de Castor: esta combinación de drogas se encuentra en aerosol y en forma líquida. La función de la tripsina es la de debridar detritus y otros tejidos necróticos. El balsamo de peru es un efectivo estimulante de la cama capilar que incrementa la circulación en el área y

proves una ligera acción bactericida. El aceite de castor promueve la epitelización mediante la reducción de la desecación prematura epitelial y cornificación, este también actúa como una capa protectora y un analgésico. Debe ser aplicado dos veces al día.

Esta combinación se usa para la curación de úlceras por decúbito. (74).

- Estreptokinasa-estreptodornasa: se obtiene mediante el cultivo de una cepa de Streptococos. La estreptokinasa activa a la enzima fibrinolítica (plasmina) del plasminogeno en el suero humano. La activación de este sistema fibrinolítico produce la disolución de capas sanguíneas y exudados fibrinolíticos. Los animales domésticos carecen de una cantidad adecuada de plasminogeno (precursor de la plasmina); por lo que es necesario el adicionar plasminogeno a estas enzimas para obtener la actividad de debridación deseada. La estreptodornasa licuefica las nucleoproteínas viscosas de células muertas o pus y no tiene efecto sobre células vivas. Esta combinación de drogas está indicada en instancias en las cuales la capa sanguínea o fibrinosa o exudado purulento ocurren después de un traumatismo o procesos infecciosos que han provocado una ulceración o formación de abscesos. (74).

- Polímero de dextran: es un material con poros esféricos que miden de 0.1 a 0.3mm de diámetro y es utilizado para la debridación de heridas. El material está formado por un enrejado en tercera dimensión de polímeros de dextran que son altamente hidrofílicos. Cuando se coloca en la herida, hay un flujo de secreciones en los interespacios del material que acarrear bacterias y sustancias granulares de la herida dentro del polímero.

El material de polímero de dextran es colocado en la herida y cubierto con un vendaje oclusivo. Cuando el material está

proporciona una ligera acción bactericida. El aceite de castor promueve la epitelización mediante la reducción de la desecación prematura epitelial y cornificación, este también actúa como una capa protectora y un analgésico. Debe ser aplicado dos veces al día.

Esta combinación se usa para la curación de úlceras por decúbito. (74).

- **Estreptokinasa-estreptodornasa:** se obtiene mediante el cultivo de una cepa de *Streptococcus*. La estreptokinasa activa a la enzima fibrinolítica (plasmina) del plasminógeno en el suero humano. La activación de este sistema fibrinolítico produce la disolución de capas sanguíneas y exudados fibrinolíticos. Los animales domésticos carecen de una cantidad adecuada de plasminógeno (precursor de la plasmina); por lo que es necesario el adicionar plasminógeno a estas enzimas para obtener la actividad de debridación deseada. La estreptodornasa licuefica las nucleoproteínas viscosas de células muertas o pus y no tiene efecto sobre células vivas. Esta combinación de drogas está indicada en instancias en las cuales la capa sanguínea o fibrinosa o exudado purulento ocurren después de un traumatismo o procesos infecciosos que han provocado una ulceración o formación de abscesos. (74).

- **Polímero de dextran:** es un material con poros esféricos que miden de 0.1 a 0.3mm de diámetro y es utilizado para la debridación de heridas. El material está formado por un enrejado en tercera dimensión de polímeros de dextran que son altamente hidrofílicos. Cuando se coloca en la herida, hay un flujo de secreciones en los interespacios del material que acarrean bacterias y sustancias granulares de la herida dentro del polímero.

El material de polímero de dextran es colocado en la herida y cubierto con un vendaje oclusivo. Cuando el material está

saturado se remueve. La herida se limpia con solución salina y después se aplica una segunda capa del material.

Las ventajas de este agente de debridación incluyen una rápida disminución de dolor y no provocar reacciones alérgicas después del tratamiento. (74).

### II.5.- Drenajes

Los drenajes son usados para disminuir la acumulación de material indeseable (sangre, pus, suero, aire, entre otros) y consecuentemente decrecer el rango de infección y el tiempo de curación. Los drenajes se clasifican según su indicación en 3 tipos: 1) para eliminar espacio muerto; 2) para eliminar fluido acumulado; 3) para proveer una medida profiláctica contra la acumulación de fluido o aire dentro de una herida; y otra clasificación como drenaje pasivo o activo, en donde el pasivo funciona mediante diferencia de presión, sobrellenado, y gravedad; y el activo es cuando se utiliza un aspirador (pudiendo ser una jeringa) en la parte terminal del drenaje. (32,75).

Los drenajes deben ser suaves y plegables, para que no envuelvan estructuras importantes. No deben irritar al tejido y no descomponerse o desacerse cuando se expone a los fluidos drenados.

Un método simple para el drenaje de la herida dejarla sin suturar, aplicando un vendaje con ligera presión sobre la zona edematizada. (74).

Diferentes tipos de drenajes incluyen al Pen rose, el cual es un tubo de latex de 0.5 a 1 pulgada de diametro con o sin fenestraciones, considerandose como uno de los más efectivos ya que provoca poca reacción como cuerpo extraño; el drenaje de cigarrillo consiste en un rollo de gasa puesto dentro del Pen rose para mayor acción capilar; el drenaje con un tubo firme de plástico o caucho con perforaciones, considerandose al de plástico de menor reacción por parte del tejido que el de caucho; los drenajes con doble lumen (dos tubos), uno más largo que sirve para la entrada de aire y otro más corto para la salida de la secreción, utilizandose este tipo de drenaje en sitios donde el tejido adyacente ti-

enda a obstruir el lumen del dren; el drenaje de Pen rose con triple lumen (tres tubos), el cual esta designado para que en uno de los tubos se realice la succión de la secreción, un segundo para introducir soluciones y un tercero para que pueda circular el aire. (32,74,75).

La indicación para el uso de drenajes incluye cuando la debridación fué incompleta y hay presencia de material extraño en la herida (ej: tendones, huesos, fascia, etc.), pudiendose remover mediante esta técnica; cuando existe la presencia de espacios muertos, siendo necesario su cierre; para prevenir la formación de bolsas de aire o el acumulo de sangre, pus y/o sueros; y cuando se cuestiona la viabilidad del tejido en la herida.

El drenaje se coloca con uno de sus extremos dentro de la herida en donde se pueda fijar (en caso necesario) con sutura, el otro extremo se pasa atravez de una incisión separada de la herida, y no atravez de la parte distal de la línea de sutura, para permitir el cierre de la herida por primera intención y ayudar a prevenir la sepsis y dehiscencia de los puntos. Considerandose más efectivos los drenajes dobles colocados con incisiones opuestas a las partes terminales de la herida. (32,44,74).

Se pueden irrigar soluciones antibacterianas dentro de la herida atravez del drenaje, en caso de ser de doble salida se irrigara del más alto al más bajo. (74).

El cuidado del drenaje consistirá en evitar que se obstruya, que el extremo de salida se introduzca a la herida, que se salga completamente o se mueva del lugar a drenar, y que el paciente ingiera el drenaje. Sobre el drenaje debe aplicarse un vendaje, ya que esto ayuda a determinar la cantidad de fluido que se esta produciendo, y evita que el animal lo dañe.

El drenaje debe retirarse cuando ya no se encuentre

secreción, esto es muy variable, pudiendo considerarse en promedio de 3 a 4 días postquirurgico. (32,43,75).

Después de la reacción del drenaje, el tracto debe irrigarse y vendarse por uno o dos días, esperando uno o dos días más con el vendaje para que cicatrice la o las incisiones del drenaje. (73).

Las complicaciones que se tienen con el uso de drenajes son: que se introduzca a la herida al no asegurarlo correctamente; que la infección ascienda a través del dren y se establezca y prolifere; que al momento de retirarlo parte del drenaje quede dentro de la herida; además puede actuar como cuerpo extraño, provocando una mayor reacción del tejido. (32,69,74,75).

## II.6.- ANTIBIOTICOS

La terapia antibiótica de heridas debe considerarse en conjunto con el manejo rutinario y no un sustituto. Los antibióticos no esterilizan el tejido muerto, y deben usarse solamente para limitar la invasión bacteriana, y proteger contra la septicemia. Desafortunadamente el practicante emplea los antibióticos tópicos y sistémicos como resultado de la inadecuada, o conservadora debridación. (24,35,44,54,74,78).

El aspecto más importante en el uso de antibióticos es la determinación de la bacteria presente en la herida, mediante el cultivo bacteriano y pruebas de sensibilidad, para utilizar el antibiótico específico para cada caso. (44,78).

### II.6.1.- ANTIBIOTICOS TOPICOS

Aunque la aplicación tópica se considera ventajosa, no es un sustituto para la debridación de las heridas. Las ventajas de la aplicación tópica son las siguientes:

- Cierta tipo y concentración de antibióticos pueden usarse en aquellas heridas en donde el uso sistémico sería tóxico.

- Los antibióticos tópicos reducen el número y crecimiento de las bacterias in situ, prolongado el "periodo dorado" hasta que se pueda realizar la debridación.

- Cuando la debridación ha sido incompleta, los antibióticos proveen protección temprana durante el proceso de reparación, mediante la destrucción de las bacterias en el tejido necrótico. (74).

La desventaja en el uso de antibióticos tópicos es la posible persistencia de bacterias después de la terapia. la cual puede ser debida a:

a) Cierta número de bacterias que no son alcanzadas por el antibiótico debido a la protección del material necrótico.

b) Las drogas bacteriostáticas inhiben el crecimiento de la bacteria viva, pero no la destruye.

c) Se presenta reinfección de la herida por parte del paciente o del personal del hospital. una vez que ya había sido controlada.

d) La cantidad de antibiótico administrado es insuficiente para acabar con la flora bacteriana.

e) El cirujano tiende a preocuparse más por una sustancia que destruya las bacterias que en una técnica de debridación quirúrgica efectiva. (74).

El tiempo al cual los antibióticos tópicos son aplicados puede ser importante en la prevención de la infección. Entre menos sea el tiempo, las posibilidades de infección disminuyen. La razón de la pérdida del efecto del antibiótico después de un lapso de tiempo puede ser explicado por la secuencia de eventos ocurridos en la herida. Cuando una herida se deja abierta se inicia una intensa respuesta inflamatoria la cual limita los efectos benéficos de los antibióticos sistémicos y tópicos, en esas heridas, los vasos presentan un incremento en la permeabilidad, provocando la extravasación de proteínas, que se acumulan y rodean a la bacteria, protegiéndola. Los estudios realizados por Howes determinaron que muchas bacterias son envueltas por leucocitos lo cual hace que las soluciones antibacterianas no puedan alcanzarlas hasta que los leucocitos sean destruidos. Las bacterias que son liberadas y no destruidas durante este proceso son capaces de reiniciar la infección. (24,74).

El lavado de las heridas con antibióticos es efectivo en la prevención de infección, ya que el efecto mecánico del lavado remueve el coágulo que cubre a la bacteria, permitiendo que el medicamento actúe contra ella. (74).

Se debe considerar el efecto citotóxico de los antibióticos ya que pueden aumentar el daño presente. Evitando su administración en forma prolongada, debido al establecimiento de flora bacteriana resistente. (54,74).

La aplicación del antibiótico puede ser en solución acuosa esparcida sobre la herida, que puede ser absorbida o evaporarse, dejando el antibiótico en el tejido.

Los ungüentos hidrofílicos son inadecuados debido a que liberan el antibiótico lentamente, reduciendo su concentración efectiva, incrementando en sí el crecimiento de anaerobios, además de dificultar la debridación cuando son aplicados en heridas que contienen cuerpos extraños.

Los antibióticos en polvo son higroscópicos, actuando como cuerpos extraños, por lo que su uso no es recomendable, además tienden a formar una capa en la superficie de la herida.

El uso del Sulfoxido de Dimetilo (DOMOSO)\* puede potencializar la efectividad de los antibióticos tópicos, por lo que se puede considerar de valor en la terapia antibiótica de las heridas. (74).

Se ha encontrado benéfico la suplementación de antibióticos en los injertos óseos, ya que la vascularidad periférica a la fractura está dañada, por lo que los antibióticos sistémicos no podrán alcanzarlos, hasta que se recupere su integridad vascular mediante la formación de tejido de granulación, que a su vez promoverá la unión del tejido óseo. (53).

\* Lab. Syntex.

El lavado de las heridas con antibióticos es efectivo en la prevención de infección, ya que el efecto mecánico del lavado remueve el coágulo que cubre a la bacteria, permitiendo que el medicamento actúe contra ella. (74).

Se debe considerar el efecto citotóxico de los antibióticos ya que pueden aumentar el daño presente. Evitando su administración en forma prolongada, debido al establecimiento de flora bacteriana resistente. (54,74).

La aplicación del antibiótico puede ser en solución acuosa esparcida sobre la herida, que puede ser absorbida o evaporarse, dejando el antibiótico en el tejido.

Los ungüentos hidrofílicos son inadecuados debido a que liberan el antibiótico lentamente, reduciendo su concentración efectiva, incrementando en sí el crecimiento de anaerobios, además de dificultar la debridación cuando son aplicados en heridas que contienen cuerpos extraños.

Los antibióticos en polvo son higroscópicos, actuando como cuerpos extraños, por lo que su uso no es recomendable, además tienden a formar una capa en la superficie de la herida.

El uso del Sulfoxido de Dimetilo (DMSO)\* puede potencializar la efectividad de los antibióticos tópicos, por lo que se puede considerar de valor en la terapia antibiótica de las heridas. (74).

Se ha encontrado benéfico la suplementación de antibióticos en los injertos óseos, ya que la vascularidad periférica a la fractura está dañada, por lo que los antibióticos sistémicos no podrán alcanzarlos, hasta que se recupere su integridad vascular mediante la formación de tejido de granulación, que a su vez promoverá la unión del tejido óseo. (53).

\* Lab. Syntex.

## II.6.2.- ANTIBIOTICOS SISTEMICOS

Para el uso de los antibióticos sistémicos es importante establecer un seguimiento en el tratamiento:

- Determinar si el paciente tiene historia de sensibilidad o reacción de idiosincracia al medicamento. (54,74).

- Para los pacientes con heridas extensas se prefiere la administración endovenosa de Penicilina G acuosa como parte del manejo preoperatorio.

- En pacientes con diabetes, enfermedad vascular extensa o con una condición debilitante las heridas pequeñas requieren de terapia antibiótica.

- En las lesiones de vísceras abdominales o torácicas se requiere de una terapia con grandes dosis de antibióticos.

- En heridas masivas que proveen sitios para el crecimiento de anaerobios deberán recibir grandes dosis de Penicilina G acuosa tan pronto como sea posible. En ocasiones se recomienda la administración endovenosa de tetraciclinas.

- En animales mordidos, aun si las heridas son pequeñas, se requiere terapia antibiótica.

- La antibióterapia debe mantenerse 5 días después de toda evidencia clínica de infección.

- Para la realización de una terapia antibiótica específica deben tomarse cultivos de todas las áreas contaminadas al tiempo de la cirugía. (74).

- La profilaxis debe iniciarse una hora antes del procedimiento quirúrgico para que los niveles terapéuticos estén presentes en los tejidos y cavidades corporales antes y durante el procedimiento quirúrgico. (54,74).

Algunos autores recomiendan el uso de Cefalosporinas de 3era generación para el tratamiento de fracturas expuestas de III

grado. (79).

Una de las ventajas de la terapia antibiótica sistémica es la prevención de septicemia. (54,74).

La principal desventaja de los antibióticos sistémicos es su poca habilidad para alcanzar los sitios de contaminación o infección en concentraciones adecuadas, debido a la presencia de tejido devitalizado, y a la base de fibrina del tejido de granulación formada durante el proceso de curación de la herida. (74).

Otras desventajas para el empleo de los antibióticos sistémicos incluyen: complicaciones alérgicas, efectos colaterales tóxicos, y alteraciones de la flora bacteriana normal.

En conclusión los antibióticos sistémicos ayudan en forma determinante para evitar la infección o controlarla, pero esto no sustituye un buen lavado, o una adecuada debridación, teniéndose en cuenta el criterio del médico. (54,74).

### II.6.3.- COMBINACION DE ANTIBIOTICOS

#### A.- VIA DE ADMINISTRACION:

La administración tópica y sistémica de antibióticos puede justificarse desde el punto de vista de "atacar la infección desde ambos lados". Los antibióticos tópicos son efectivos contra las bacterias presentes en la superficie de la herida y en el tejido devitalizado, los sistémicos son efectivos contra las bacterias que han invadido el tejido o que se encuentran en la sangre.

Se recomienda el uso de antibióticos tópicos y sistémicos en herida con alta probabilidad de infección o ya infectadas, ya que la baja penetración de los antibióticos tópicos

a los estratos profundos de la herida, y de los antibióticos sistémicos a los estratos superficiales, favorece la proliferación bacteriana en dichos sitios, como en las fracturas expuestas donde se presenta daño importante al tejido blando y a la vasculatura periférica. (74).

### **D.- TIPOS:**

El uso de diferentes tipos de antibióticos tiene como ventaja un amplio margen de acción antibacteriana, así como una mayor difusión hacia los diferentes tejidos.

La combinación de antibióticos puede presentar diferentes problemas como la interacción de las drogas para el mismo sitio del receptor, cambios en la eliminación de la droga por competencia de las rutas de eliminación, aumentan la potencia de atacar la flora normal del organismo, reacciones adversas del medicamento y el incremento en el costo del tratamiento. (54).

## 11.7.- CIERRE DE LA HERIDA

Es muy importante el manejo de la herida despues de la fijación definitiva de una fractura, la decisión de cerrarla o dejarla abierta determina en ocasiones el éxito o el fracaso de la reparación. Debiendose seguir y recordar algunas reglas basicas, sin embargo cada caso presentara diferencias. (35,49,78).

Todas las fracturas abiertas se consideran contaminadas. las heridas que son tratadas despues de 6 horas (periodo dorado) pueden considerarse como infectadas. El cierre de la herida debe de efectuarse previa debridación, debe tener buena vascularidad, sin tensión o espacio muerto y sin tejido desvitalizado. El cierre primario se realiza cuando se usan drenajes de succión. Despues del drenaje quirurgico, la herida es cubierta con vaselina hidrofílica estéril, gasas, algodón y un vendaje. Cambiandose cada dos o cuatro días. En ocasiones se requiere de una segunda debridación o las que sean necesarias. Cuando la cama de la herida se cubre con tejido de granulación, la amenaza inmediate de infección a desaparecido, en este tiempo, la herida puede dejarse granular en forma cerrada (trasplantes de piel) o en forma demorada mediante el regreso del paciente al quirófano y cierre de la herida despues de una cuidadosa inspección y liberando los bordes de la piel para prevenir tensión en la sutura. (2,15,44,49,74).

El uso de técnicas rápidas para el conteo bacteriano ayudan en la predicción de cuando una herida contaminada puede ser cerrada: menos de diez a la cinco bacterias por grano de tejido es considerado el "número magico" para que el tejido pueda suturarse. Sin embargo, es más importante el medio de cultivo (medio ambiente de la herida) en cada caso. (2,57).

En heridas con cierto tiempo de haberse producido, las

células basales de la epidermis crecen sobre el borde de la dermis, al suturar esos bordes oponiendo epidermis a epidermis, la cicatrización no se lleva a cabo, por lo que es necesario cortar una línea delgada del borde de la piel antes de suturar. (74).

Recientemente se a manejado que el reavivar los bordes de la piel mediante su excisión es una técnica arcaica y no debe realizarse, esto se basa en que los bordes que no estan sangrando y estan de color normal, aun en herida de varios días, su curación ya ha sido iniciada y la excisión de la piel renueva células activas, retardando la curación. La excepción a esto es en heridas con bordes dentados los cuales tienen que ser alineados por excisión, facilitando el cierre con una oposición adecuada de los bordes. En reserva a esta teoria, cuando se tiene una herida con cierto tiempo, algunos médicos prefieren el cortar los bordes de la piel en el interes cosmético, ya que es más fácil y estético suturar bordes cuadrados recortados que redondos o sin cortar, ademas de lo mencionado respecto al crecimiento de las células basales. (35,74).

#### Tipos de cierre de la heridas

- Cierre primario: se efectua con suturas o injerto de piel inmediatamente despues de la lesión. Debido a que el peligro de infección de la fractura abierta es mayor que en la cerrada, este tipo de cierre debera realizarse bajo condiciones ideales. El cirujano debe estar convencido de que el proceso de cicatrización progresara sin interrupción. La decisión de cerrar la herida en forma primaria depende del tiempo transcurrido (periodo dorado), el grado de contaminación, las condiciones del paciente, la cantidad de tejido lesionado, el tamaño de la herida, el aporte

sanguíneo, la completa hemostasis, y la posibilidad de cerrar sin tensión o espacio muerto. Si alguna de estas condiciones es dudosa es mejor dejarla abierta para un cierre tardío. El cierre primario debe realizarse en heridas con no más de 6 horas postrauma, aquellas con más tiempo tienen un mayor riesgo de infección. (35,74).

Las heridas que contienen suciedad y materiales extraños tienen alta predisposición a infectarse. El número de bacterias y cuerpos extraños puede ser reducido sustancialmente por el lavado a alta presión, debridación y profilaxis antimicrobiana. (74).

- **Cierre primario retardado:** Los animales que son presentados para el tratamiento después de varios días de haberse producido la herida, no son candidatos para el cierre primario, ya que este tipo de heridas muestran evidencia de infección (exudado purulento, necrosis residual, edema, eritema en los márgenes, linfangitis, y tensión en la piel) cerrándose entonces después de que la infección ha sido controlada (cierre primario retardado). (35,74).

El cierre primario retardado provee la oportunidad de examinar la progresión de la curación y permite la debridación. (74).

- **Cierre secundario:** es aquel que se realiza después de cinco días de la lesión. Es importante recordar que después del cuarto o quinto día, hay progresión de la fase proliferativa o fibrótica, lo cual causa que la herida pierda plegabilidad, permitiendo la formación de tejido de granulación, con fijación del tejido epitelial, y los bordes de la piel se vuelven adherentes al tejido subcutáneo, volviéndose más difícil el obliterar espacio muerto, iniciándose la contracción de la herida, y su aproximación podrá realizarse únicamente por disección. El

suturar los bordes en presencia de tejido de granulación permite la curación por cierre secundario, que no debe confundirse con la cicatrización por segunda intención, la cual es la curación de una herida abierta por tejido de granulación y contracción. (figura 4). (35,74).

**Tipos de suturas empleados para el cierre de heridas contaminadas:**

La sutura a utilizar deberá tener la menor reacción del tejido para evitar una inflamación excesiva que retardaría la curación de la herida, como son: el Vicryl (poliglactina 910)\*, el Dexon (ácido poliglicólico)\*\*, el nylon monofilamentoso y el Prolene (polipropileno).

La infección en heridas afecta la integridad de la sutura, por lo que si se sospecha de contaminación, se debe escoger una sutura sintética absorbible, ya que estas suturas son más estables en tejido contaminado; pero si se requiere de un soporte a largo plazo del material de sutura, está indicado el uso de sutura sintética monofilamentosa no absorbible o sintética absorbible de degradación prolongada.

No se recomienda el uso de suturas capilares en heridas contaminadas o infectadas, debido a que actúan como un cordón, a través del cual viaja el suero y las bacterias; tampoco se recomiendan las suturas multifilamentosas no absorbibles ya que actúan como refugio para las bacterias dentro del intersticio de la propia sutura, creando una barrera efectiva contra la fagocitosis. (68).

**- Suturas absorbibles:**

Ácido Poliglicólico (Dexon)\*: se recomienda en heridas contaminadas e infectadas, ya que no es afectado por la

\* Lab. Park-Davis.

\*\* Lab. Ethicon.

suturar los bordes en presencia de tejido de granulación permite la curación por cierre secundario, que no debe confundirse con la cicatrización por segunda intención, la cual es la curación de una herida abierta por tejido de granulación y contracción. (figura 4). (35,74).

#### **Tipos de suturas empleados para el cierre de heridas contaminadas:**

La sutura a utilizar deberá tener la menor reacción del tejido para evitar una inflamación excesiva que retardaría la curación de la herida, como son: el Vicryl (poliglactina 910)\*, el Dexon (Ácido poliglicólico)\*\*, el nylon monofilamentoso y el Prolene (polipropilene).

La infección en heridas afecta la integridad de la sutura, por lo que si se sospecha de contaminación, se debe escoger una sutura sintética absorbible, ya que estas suturas son más estables en tejido contaminado; pero si se requiere de un soporte a largo plazo del material de sutura, está indicado el uso de sutura sintética monofilamentosa no absorbible o sintética absorbible de degradación prolongada.

No se recomienda el uso de suturas capilares en heridas contaminadas o infectadas, debido a que actúan como un cordón, a través del cual viaja el suero y las bacterias; tampoco se recomiendan las suturas multifilamentosas no absorbibles ya que actúan como refugio para las bacterias dentro del intersticio de la propia sutura, creando una barrera efectiva contra la fagocitosis. (68).

#### **- Suturas absorbibles:**

Ácido Poliglicólico (Dexon)\*: se recomienda en heridas contaminadas e infectadas, ya que no es afectado por la

\* Lab. Park-Davis.

\*\* Lab. Ethicon.

inflamación y tiene propiedades bacteriostáticas. (68,74).

Poliglactina 910 (Vicryl)\*\*: este tipo de sutura se recomienda para drenar y cerrar heridas infectadas, siempre y cuando se sigan las prácticas quirúrgicas convencionales. (67).

**- Sutures no absorbibles:**

Monofilamentosas: en forma general se consideran mejores que las multifilamentosas al ser relativamente inertes, ejemplo Nylon (Dermalon)\*.

No recomendándose la sutura de catgut ya que en la presencia de infección se degrada más rápidamente, dejando susceptible la dehiscencia de los puntos en el cierre de la herida; tampoco se recomienda el mersylène (poliéster), el dermal (seda), el algodón quirúrgico, el lino, entre otras. (68,74).

La elección final de la sutura deberá basarse en la preferencia personal, solamente después de que sean totalmente comprendidas las características del material de sutura, de la interacción de la sutura y el tejido, y de los procesos biológicos en la curación de la herida. Siendo obvio que el escoger el material para el cierre de la herida puede determinar el éxito o el fracaso del procedimiento quirúrgico. Para evitar complicaciones en la curación de la herida, la técnica para aplicar la sutura y el manejo de tejido, continúan siendo aun más importantes que la elección de la sutura. (68).

**Efectos de la sutura en la infección de la herida**

**Introducción:**

Los objetivos de la sutura son los de obliterar el espacio muerto, detener la hemorragia y dar firmeza a la herida, por lo que es importante escoger en que tipo de tejido se va a

\* Lab. Park-Davis.

\*\* Lab. Ethicon.

colocar. La obliteración del espacio muerto disminuye la ocurrencia de infecciones en la presencia de contaminación, ya que tales espacios actúan como reservorio de sangre, grasa necrosada, suero y otros, aunque no ocurriese la infección, estas sustancias pueden causar dehiscencia o formación excesiva de tejido cicatrizal.

El uso de sutura intradérmica o subcuticular es efectiva para evitar que la herida se abra después de haber retirado la sutura en piel (6 días promedio), ya que para este tiempo la herida no tiene suficiente colágena, disminuyendo así la formación excesiva de cicatriz, además de proveer mayor fuerza y evita así que se abra la herida en pacientes que se lamen.

Para el manejo de heridas en etapas tempranas con la presencia de excesiva inflamación y edema, se recomienda retardar el cierre hasta que la inflamación disminuya. Debiéndose considerar incisiones de relajamiento cuando la inflamación ha cedido y el tejido se ha recuperado del traumatismo inicial, para poder realizar su cierre.

- Las suturas que presentan demasiada tensión en el tejido profundo o a través de los bordes de la herida, producen estrangulación y desvitalización del tejido, incrementando la posibilidad de infección.

- El diámetro de la sutura, proporcionalmente incrementa el tiempo de duración de la contaminación en los bordes de la herida.

- La cantidad de material de sutura en la herida, es proporcional a la respuesta inflamatoria. Se deduce entonces que las suturas deben de evitarse en heridas contaminadas, aunque esto refleja un aspecto ideal mas no práctico, ya que pueden utilizarse materiales de sutura como el Acido Poliglicólico, el Polipropileno monofilamentoso y el Nylon. (74).

colocar. La obliteración del espacio muerto disminuye la ocurrencia de infecciones en la presencia de contaminación, ya que tales espacios actúan como reservorio de sangre, grasa necrosada, suero y otros, aunque no ocurriese la infección, estas sustancias pueden causar dehiscencia o formación excesiva de tejido cicatrizal.

El uso de sutura intradérmica o subcuticular es efectiva para evitar que la herida se abra después de haber retirado la sutura en piel (6 días promedio), ya que para este tiempo la herida no tiene suficiente colágena, disminuyendo así la formación excesiva de cicatriz, además de proveer mayor fuerza y evita así que se abra la herida en pacientes que se lamen.

Para el manejo de heridas en etapas tempranas con la presencia de excesiva inflamación y edema, se recomienda retardar el cierre hasta que la inflamación disminuya. Debiéndose considerar incisiones de relajamiento cuando la inflamación ha cedido y el tejido se ha recuperado del traumatismo inicial, para poder realizar su cierre.

- Las suturas que presentan demasiada tensión en el tejido profundo o a través de los bordes de la herida, producen estrangulación y desvitalización del tejido, incrementando la posibilidad de infección.

- El diámetro de la sutura, proporcionalmente incrementa el tiempo de duración de la contaminación en los bordes de la herida.

- La cantidad de material de sutura en la herida, es proporcional a la respuesta inflamatoria. Se deduce entonces que las suturas deben de evitarse en heridas contaminadas, aunque esto refleja un aspecto ideal mas no práctico, ya que pueden utilizarse materiales de sutura como el Acido Poliglicólico, el Polipropileno monofilamentoso y el Nylon. (74).

## II.8.- MANEJO POSTQUIRURGICO

Durante el periodo inmediato postoperatorio, deben realizarse frecuentes observaciones en cuanto a la temperatura, pulso, y rango de respiración del paciente. Cuando se a aplicado algun tipo de soporte externo como férulas o vendajes, es importante que se revisen frecuentemente para estar seguros de una circulación adecuada en las porciones distales de la extremidad.

La temperatura del paciente se evalua diariamente, junto con el apetito, actitud y evacuaciones de orina y excremento. (2).

Normalmente las vendas se emplean para evitar la contaminación de la herida, las formación de seromas o la automutilación. Su utilidad para evitar la contaminación es reducida y no sobrepasa las 24-36 horas. Para evitar la formación de seromas se emplean los vendajes que obliteran el espacio existente entre los tejidos; este tipo de vendajes (a emplear tanto durante el postoperatorio y ante la existencia de cualquier traumatismo, deben quitarse a los 4 - 5 días de su aplicación) no deben ejercer presión excesivas: un vendaje demasiado apretado puede edematizar la región distal en donde se ha aplicado, hasta el punto de cortar la piel 24 horas después de su colocación, e incluso gangrenarla. Los vendajes tambien se emplean para evitar la automutilación, aunque en realidad, se rompen fácilmente bajo la acción de las uñas o los dientes. Sin embargo el aspecto del vendaje advertira al médico si el animal pretende quitárselo, ante lo cual se tomarán otra medidas. (37,38).

Se recomienda el uso del vendaje de Robert-Jones para disminuir el edema y brindar mayor estabilidad en la fractura. El vendaje es aplicado desde la articulación proximal a la fractura o lesión, hasta arriba de los dedos, utilizando primariamente un par de tiras de cinta adhesiva a cada lado (parte media y lateral) a

todo lo largo del miembro, la cuales servira de tirante, para evitar que el vendaje se pierda, despues se pone una gran cantidad de algodón absorbente en rollo, cubriendo todo el miembro. Al terminar de aplicar el algodón, se comprime con dos o tres vendas elasticas, se colocan las tiras de cinta adhesiva (tirantes) sobre la venda, y se cubre finalmente con cinta adhesiva. (figura 5). (2,37,63,67).

El vendaje de Robert-Jones esta contraindicado en fracturas arriba de la rodilla o del codo, donde el peso del vendaje causa un desplazamiento angular de los fragmentos fracturados y actua como un distractor. (2,37).

Es importante que el paciente se mantenga en reposo, y realizar evaluaciones por lo menos una vez a la semana, asi como dar las instrucciones necesarias para el cuidado de la herida, del vendaje y/o el tipo de fijador utilizado.

No se recomienda el retiro del vendaje antes de cuatro días, esto es, si no se observan signos de desacomodo o molestias por parte del paciente. (78).

### III.- METODOS DE FIJACION DE LAS FRACTURAS EXPUESTAS

La meta inmediata en la reparación de las fracturas es el mantener una reducción anatómica antes de que los mecanismos de curación del cuerpo reestablezcan la continuidad estructural del hueso. Si solamente se considera la unión del hueso en la reparación de la fractura, podrían desarrollarse retardo o incapacidad permanente debido a complicaciones del tejido blando. Estas complicaciones colectivamente referidas como "enfermedad de la fractura", deben evitarse durante la reparación y curación de la fractura. (2,44,49).

Ocasionalmente se presentan defectos en los huesos largos, estos pueden manejarse con un injerto masivo de hueso esponjoso despues de que la herida se cubre con tejido de granulación. Cuando existe pérdida de fragmentos oseos, si existe buena vascularización, debe usarse el injerto de hueso esponjoso inmediatamente o si existe mala circulación esperar de 10 a 14 días. Los injertos oseos agilizan la reparación de las fracturas, especialmente en fracturas espuestas. La estabilización de la fractura permite una rápida curación del tejido blando y se logra controlar la infección. (1,6,13,15,27,49).

El objetivo de la reparación de la fractura es un retorno temprano a la función del miembro, lo cual esta dado por la reconstrucción anatómica del hueso con una fijación estable y con apego estricto a los principios básicos de la cirugía, especialmente un manejo atraumático y preservación del suplemento sanguíneo. (45,49).

El método seleccionado para la reparación de una fractura esta basado en su tipo, localización, tamaño, edad del animal, huesos o miembros involucrados, y concurrencia de

enfermedad del tejido blando. (35,49).

El plan inicial en el manejo de la fractura debe basarse en el criterio del médico. La desviación de este plan debido a causas económicas o falta de experiencia, equipo, o asistencia médica podrían comprometer la recuperación. Lo mejor es aplicar la fijación óptima u ofrecer la referencia de un especialista que se comprometa con los principios de la reparación de la fractura. (49).

El grado de daño al tejido blando es un factor decisivo en la selección del implante. Una fractura asociada con daño extenso al tejido blando quizás requiera de un estabilización temporal con una fijación esquelética. La invasión quirúrgica de tales fracturas podrá causar desvitalización de los tejidos, resultando en retraso de la curación de la herida. La aplicación de la fijación esquelética puede estabilizar el hueso hasta que sane el tejido blando, en ese tiempo la fijación definitiva puede realizarse. (6,44,45,49,66).

En adición al criterio anterior, es necesario considerar las fuerzas que actúan sobre el sitio de la fractura cuando se seleccione un implante. Para este propósito es suficiente el considerar cuatro fuerza básicas: rotación, doblamiento, deslizamiento y oposición de fragmentos. Si las fuerzas son neutralizadas y las estructuras del tejido blando son preservadas, se mantendrá la integridad vascular, favoreciendo la reparación de la lesión. (49).

### III.1.- FERULAS Y VENDAJES

En la cirugía ortopédica en perros y gatos el uso apropiado de férulas y vendajes protectores es importante. Pueden

ser usadas como método primario de inmovilización para cubrir la herida, como soporte postoperatorio o como protección del tejido en reparación. (44,49,57,63).

El uso de férulas o vendajes en el tratamiento de una fractura expuesta depende de su estabilidad y de la cantidad de tejido blando dañado. Los vendajes y férulas hacen difícil el cuidado de la herida y generalmente permiten movimiento excesivo de los fragmentos. Una vascularidad comprometida prohíbe el uso de vendajes o férulas. (15,49).

Entre los materiales empleados en la confección de férulas de coaptación tenemos: las bardas metálicas (aluminio), el plástico moldeable (orthoplast)\*, venda de yeso. Todos ellos son de poca utilización en el tratamiento de fracturas expuestas, debido a que deben permanecer por un periodo prolongado, no pudiendo revisar la herida. (38).

El vendaje de Robert-Jones es el más adecuado para el tratamiento de miembros muy traumatizados, así como para prevenir o reducir la formación de edema. (37,38,57).

#### Consideraciones especiales para su uso:

- La aplicación de una férula no debe ser sobre un área con daño al tejido blando, ya que oculta la herida impidiendo su revisión, se elimina este problema haciendo una ventana en la férula, pero estructuralmente no es adecuado, además, una férula con ventana favorece la herniación de tejido edematoso. Los miembros con edema severo y heridas expuestas o infectadas se tratan mejor con un vendaje de Robert-Jones. Las férulas pueden aplicarse cuando la infección o edema estén controlados.

- Edad: las férulas en animales jóvenes tienen que cambiarse con más frecuencia que en los adultos, inspeccionándose semanalmente.

\* Lab. Johnson and Johnson.

- **Indicaciones al cliente:** la revisión diaria de los dedos y el cuidado general de la férula o vendaje es una de las consideraciones más importantes. El dueño debe ser instruido para mantener la férula o vendaje limpio y seco durante todo el tiempo y observar los signos de desacomodo, mal olor, o incomodidad. Nada es más frustrante que el cliente regrese con la férula o vendaje en la mano o con un animal cuyos dedos se han edematizado, debido a que el dueño no fué instruido adecuadamente. (37,57).

### **III.2.- FIJACION ESQUELETICA**

La fijación esquelética sirve para la estabilización de fracturas, osteotomías, o artrodesis, usando clavos percutaneos los cuales penetran la corteza ósea y son conectados externamente para formar una estructura rígida. (6,8,21,27,36,47,57,66,72).

La fijación esquelética es la primera elección para tratar fracturas expuestas de segundo y tercer grado. La colocación de los clavos lejos del sitio de la fractura y del tejido dañado preserva el tono vascular y permite un cuidado adecuado de la herida. Un aparato completo de fijación esquelética en ocasiones representa el método optimo de la estabilización de la fractura. (3,4,8,10,13,15,25,27,35,36,45,47,56,57,63,63,66,72).

#### **Tipos de fijación esqueléticas:**

El aparato de Kirschner es un sistema para la fijación esquelética de fracturas en el que se insertan clavos de Steinmann en el hueso en un plano que puede ser transverso u oblicuo al eje longitudinal del mismo, y que son conectados en la parte exterior por una o más barras rígidas. (6,57,64,73).

La compañía Kirschner fabrica el más popular aparato en

veterinaria de fijación esquelética en tres tamaños de clamps y barras conectoras, los cuales pueden usar clavos de Steinmann estandar. (6,57).

Siendo el aparato pequeño con clavos de Steinmann de  $3/32"$  y barra conectora de  $1/8"$ , usado en gatos y perros pequeños; el mediano con clavos de Steinmann de  $1/8"$  o  $7/64"$  y barra conectora de  $3/16"$ , usado en perros medianos y grandes; y el grande con clavos de Steinmann de  $5/32"$  o  $9/64"$ , el cual es poco usado en medicina veterinaria de pequeñas especies. (64).

El aparato de Kirschner se clasifica de acuerdo al número de sus componentes y sus diferentes formas de aplicación en:

- Tipo I (unilateral): el aparato queda en una sola cara del miembro.

- Tipo II (bilateral): el aparato queda en ambos lados del miembro, este tipo ofrece una mayor rigidez y estabilidad a la fractura.

- Tipo III (mixto): es una combinación de los métodos anteriores de forma trilateral o tridimensional, y es usado en fracturas muy inestables o conminutas. (figura 6). (6,36,60,64).

En pequeñas especies el uso del acrílico como barra conectora, se a utilizado de forma efectiva, ya que disminuye el peso del aparato, es muy fácil de aplicar, y es barato. También se a usado la plastilina epoxica, la cual tiene como inconveniente el tener que esperar 12 horas para su completo endurecimiento, además de ser radiopaco (lo que impide la observación adecuada de la línea de fractura), a diferencia del acrílico que endurece en menos de 5 minutos y es radiolucido. (60,73).

La compañía Synthes desarrollo un sistema de fijación esquelética para pequeñas especies, este tiene solamente un tamaño de clamp y barra conectora. La aplicación y usos de este sistema

de fijación son similares para el sistema de Kirschner. (57).

Los aparatos de fijación esquelética de humanos tales como el sistema de Richards Kronner o el mini sistema Hoffman tiene una maravillosa ingeniería biomecánica y mucha efectividad, pero son caros, lo que hace prohibitivo su uso en medicina veterinaria, ya que muchos de estos aparatos son perdidos por el paciente o no son devueltos por sus dueños al no regresar a su revisión. (57,77).

Un aparato que a mostrado buenos resultados, en la reducción de fracturas expuestas de fémur, con una contaminación extensa o asociado a daño vascular, es el sistema de Wagner, el cual utiliza 4 o más tornillos de Schanz, clamps y dos barras conectoras; siendo su problema el alto costo de los implantes. (3,48).

El fijador Ortofix FDA (Fijador Dinámico Axial), se a utilizado en el tratamiento de fracturas expuestas de la tibia, con buenos resultados en humanos, pudiendose por tanto ser utilizado en animales. (47).

Otro fijador para fracturas expuestas usado en pacientes de bajos recursos, en el trópico, es el aparato de transfixión de Bohler, el cual consiste en una modificación al aparato de Hoffmann, utilizando clavos de Steinmann proximal y distal a la fractura y la fijación de estos externamente mediante la aplicación de una férula con plasta de yeso (POP), de forma lateral-U o circular, la cual provee de estabilización y fijación con capacidad de distracción, neutralización y compresión. El estodo es recomendado como una improvisación de gran valor. (10).

El uso del sistema tubular AO/ASIF, de una construcción sencilla, utiliza componentes básicos como barras conectoras, clavos de Steinmann, tornillos de Schanz y clamps sencillos de ajuste, lo cual permite la construcción de cualquier tipo de

dispositivo. Este aparato es costoso. (4).

Se a usado para la fijación de fracturas expuestas el aparato de fijación externa de Al-Rasheed, que usa clavos de Schanz y un tubo de plástico que contiene cemento de metilmetacrilato, siendo relativamente barato, ligero, y versátil, lo cual permite una fácil aplicación en cualquier dirección con mínima transfixión muscular, lo que permite un acceso a la herida y un libre movimiento a la articulación. (31).

#### Usos de la fijación esqueléticas

Se puede usar en las fracturas expuestas, infectadas, o por herida de bala; la fijación esquelética tiene la ventaja de no invadir el sitio de la fractura y extender la contaminación o infección, además elimina las consecuencias de la falta de movimiento articular y atrofia muscular observadas con el uso de férulas, y el daño vascular asociado a la fijación interna. La fijación de los clavos puede aplicarse lejos del área afectada, disminuyendo la lisis ósea y pérdida prematura del implante, lo cual podría resultar en falta de unión. Ocasionalmente, este método se usa como estabilización temporal mientras la infección es controlada. También es aplicada como forma definitiva de fijación de la fractura, ya que provee muy buena estabilidad. (3,4,6,18,25,57,64,67,73,76).

La fijación esquelética puede ser empleada como auxiliar de otras formas de fijación interna, como en el uso con los clavos intramedulares para controlar la rotación axial y colapso de la fractura. Puede usarse con cerclajes, hemicerclajes, o tornillos interfragmentarios. Esta fijación suplementaria puede ser removida en tres o cinco semanas, cuando el callo está organizado y evita la rotación. (3,27,57,73).

### Técnicas de aplicación del Aparato de Kirschners

Es importante el establecer la técnica y el tipo de fijadores que se utilizarán antes de entrar al quirófano. (67).

Existen dos técnicas, la estandar y la modificada, las cuales tienen el mismo procedimiento primario, que consiste en la reducción de la fractura, donde los clavos son colocados en la metafisis del fragmento proximal y distal a través de la piel y del tejido blando, perforando ambas cortezas. La angulación de los clavos será de  $65^{\circ}$  con respecto al hueso y de  $45^{\circ}$  entre los clavos, los clavos no se deberán aplicar a menos de 5mm de la línea de fractura, así como colocarlos en la herida o incisión quirúrgica. La diferencia de estas dos técnicas, es que en la estandar se conectan cada par de clavos por medio de barras conectoras cortas, las cuales sostienen los clamps de fijación doble, que sostendrá la barra conectora larga, uniendo los dos pares de clavos, mientras que en la modificada se inserta el clavo proximal y distal, y se coloca la barra conectora con cuatro clamps sencillos, se insertan los clavos centrales tomando como guía los orificios de los clamps, ajustando en forma alternada cada clamp, verificando la adecuada alineación de la fractura. Se ha demostrado una mayor resistencia del aparato con la técnica modificada ya que los clavos son alineados sobre un mismo plano y son conectados por una misma barra. (6,63,64,73).

La inserción de los clavos deberá realizarse con un taladro manual de Jacobs, o de realizarlo con un instrumento de poder deberá emplearse una velocidad baja, para evitar la posible necrosis del tejido por calentamiento, lo cual favorecerá la pérdida prematura de los clavos. (73).

### Manejo Post-operatorio

Los casos clínicos tratados con fijación esquelética

requieren de cuidados post-operatorios mínimos. La fijación está puesta de tal manera que permite la circulación del aire alrededor y debajo de los fijadores para mantener seca el área. En heridas expuestas o donde se anticipe una inflamación significativa, puede usarse un vendaje de compresión, que se remueve a los cuatro o cinco días y se reemplaza por gasas y cinta adhesiva, o bien dejar descubierto. La cobertura protege al animal y al dueño de las orillas cortantes de los clavos de fijación y reduce la oportunidad de atrapar el aparato en objetos fijos. El manejo del vendaje y la debridación pueden realizarse sin traumatizar la formación vascular y callo óseo. Una vez que la granulación a ocurrido, la herida puede ser cubierta con trasplantes de piel o curar por segunda intención. (figura 7). (4,6,57,64,73).

El tratamiento con antibióticos se usa cuando la fractura esta expuesta o infectada, o que el daño al tejido blando sea severo y la viabilidad del mismo sea dudosa.

Muchos animales toleran la fijación esquelética; sin embargo, algunos pueden lamerse la incisión o herida. En esos animales puede usarse un collar "Isabelino" hasta que sane el tejido. (figura 8). (57).

Es importante la valoración radiológica de la fractura despues de la cirugía, para asegurar una buena reducción y posicionamiento de los clavos; además de su valoración cada 3 semanas para establecer su ajuste y funcionalidad, y poder establecer el momento de poder retirarse. (63).

**Indicaciones al Cliente:** los pacientes tratados con fijación esquelética son recogidos por sus dueños dos o cuatro días despues de la cirugía. El animal se entrega con instrucciones de restringir la actividad, teniendo particular cuidado de evitar cercas o estructuras similares en las que pueda atorarse el

requieren de cuidados post-operatorios mínimos. La fijación está puesta de tal manera que permite la circulación del aire alrededor y debajo de los fijadores para mantener seca el área. En heridas expuestas o donde se anticipe una inflamación significativa, puede usarse un vendaje de compresión, que se remueve a los cuatro o cinco días y se reemplaza por gasas y cinta adhesiva, o bien dejar descubierto. La cobertura protege al animal y al dueño de las orillas cortantes de los clavos de fijación y reduce la oportunidad de atrapar el aparato en objetos fijos. El manejo del vendaje y la debridación pueden realizarse sin traumatizar la formación vascular y callo óseo. Una vez que la granulación a ocurrido, la herida puede ser cubierta con transplantes de piel o curar por segunda intención. (figura 7). (4,6,57,64,73).

El tratamiento con antibióticos se usa cuando la fractura esta expuesta o infectada, o que el daño al tejido blando sea severo y la viabilidad del mismo sea dudosa.

Muchos animales toleran la fijación esquelética; sin embargo, algunos pueden lamerse la incisión o herida. En esos animales puede usarse un collar "Isabelino" hasta que sane el tejido. (figura 8). (57).

Es importante la valoración radiológica de la fractura despues de la cirugía, para asegurar una buena reducción y posicionamiento de los clavos; además de su valoración cada 3 semanas para establecer su ajuste y funcionalidad, y poder establecer el momento de poder retirarse. (63).

**Indicaciones al Cliente:** los pacientes tratados con fijación esquelética son recogidos por sus dueños dos o cuatro días despues de la cirugía. El animal se entrega con instrucciones de restringir la actividad, teniendo particular cuidado de evitar cercas o estructuras similares en las que pueda atorarse el

aparato. Los dueños deben ser avisados que puede presentarse escurrimientos entre la piel y el clavo, sugiriéndose remover el material y limpiar el sitio del clavo. Se les da instrucciones de inspeccionar el aparato diariamente y regresar después de 10 o 14 días para evaluación. Mientras las revisiones son realizadas de 3 a 4 semanas dependiendo de la curación. Una fractura simple en un perro joven sana en seis semanas, sin embargo una fractura cominuta en un perro adulto puede requerir mucho más tiempo. La producción de callo externo es con frecuencia mínimo con la fijación esquelética, sin embargo, en animales jóvenes pueden producirse grandes callos debido a que tienen gran actividad periosteal.

Cuando se completa la reparación de la fractura, la fijación puede retirarse con o sin sedación. Los fijadores o las barras son retirados y los clavos jalados usando una pieza de mano o jalador de clavos en un movimiento uniforme. En ocasiones se observa una pequeña cantidad de fluido serosanguinolento que drena del sitio del clavo, en estos casos puede usarse un vendaje ligero. Se continúa con la restricción de movimiento por seis u ocho semanas hasta que se remodele la fractura y se hipertrofie el hueso. (4,6,57).

En algunas ocasiones el fijador esquelético usado para el manejo de la fractura expuesta de forma primaria, podrá ser removido cuando la fractura este en las mismas condiciones de una fractura cerrada y pueda manejarse con fijadores internos o férulas, si así se requiere. (6,67).

La complicación mas común en la reparación de la fractura con la fijación esquelética es el drenaje alrededor de los clavos, lo cual puede ser causado por lesión en la piel y tejido blando. La aplicación de los clavos debe ser sin desplazar tejido, evitando grandes grupos musculares. Si la tensión en piel

persiste despues de la aplicaci<sup>o</sup>n se realizan pequeñas incisiones superficiales. La osteomielitis generalizada debido a la fijaci<sup>o</sup>n de clavos percutaneos es rara, y la infecci<sup>o</sup>n en el trayecto de los clavos desaparece rápidamente despues de que el clavo es renovado. El uso de tres o más clavos por fragmento reduce la incidencia de perdida prematura y drenaje. (3,6,8,57,64,73,76).

El aflojamiento de los clavos puede reducir el uso del miembro por dolor. En muchos casos, esta claudicaci<sup>o</sup>n ocurre en el mismo tiempo que la uni<sup>o</sup>n clínica y se resuelve una vez que el aparato se retira. Ocasionalmente, los clavos deben ser reemplazados por otros para mantener la estabilidad, lo que requerira de anestesia general.

Un problema poco común es la fractura iatrogenica atraves de los orificios de los clavos. Esto ocurre cuando se usan clavos de diametro excesivo o cuando son colocados muy cerca uno de otro o en una fisura del hueso. El no restringir la actividad post-operatoria puede ocasionar fractura atraves de los orificios de los clavos. (57,73).

#### **Ventajas de la fijaci<sup>o</sup>n esqueléticas**

Se requiere de menor tiempo para su aplicaci<sup>o</sup>n, los cuidados postoperatorios son minimos, localizaci<sup>o</sup>n del implante lejos del sitio de fractura, fácil acceso de la herida para su manejo, mantenimiento de la funci<sup>o</sup>n ambulatoria, y minima alteraci<sup>o</sup>n del tejido blando durante su aplicaci<sup>o</sup>n. (4,6,57,63,64,73).

#### **Desventajas de la fijaci<sup>o</sup>n esqueléticas**

El aparato puede atorarse en cercas u objeto fijos, los clavos predisponen a la infecci<sup>o</sup>n del tejido blando adyacente (aunque la osteomielitis por este motivo es rara), y es antieste-

tico para algunos propietarios. (3,6,8,57,63,64,73,76).

### **III.3.- FIJACION INTERNA**

La fijación interna de fracturas esta dada por dos metodos: la inserción del clavo intramedular y la aplicación de placas ortopédicas. (57).

Los clavos intramedulares pueden usarse en fracturas expuestas de Primero y Segundo grado, pero la introducción de un implante intramedular en una fractura contaminada o infectada puede extender la contaminación a todo lo largo de la cavidad medular, en donde es difícil de tratar. Sin embargo, los clavos son usados en fracturas expuestas de Primer grado con resultados similares a los encontrados en el tratamiento abierto de fracturas cerradas por los mismos métodos. Su efectividad en fracturas de Segundo grado esta relacionada a la estabilidad conferida y a la severidad del daño al tejido blando. Los clavos intramedulares no estan indicados en fracturas expuestas de Tercer grado. (11,30,35,44,57).

Las placas y tornillos son aceptados para la fijación de fracturas expuestas de Primero y Segundo grado, está fijación permite que el cirujano estabilice la fractura, favoreciendo la curación del tejido blando, no siendo universal su aceptación. La elección para las fracturas expuestas de tercer grado depende del tipo de fractura, vascularidad, y la naturaleza de la incisión necesaria para colocar la placa. (44,49).

El uso de este tipo de fijación dependera en gran medida del tiempo transcurrido para el manejo prequirurgico (lavado y debridación), así como las condiciones del tejido. (18,44,57).

El clavo Colchero con pernos es utilizado en la

reducción de fracturas expuestas, mostrando excelentes resultados. implantandose una vez que la infección ha sido controlada, la aplicación del implante requiere del fresado medular, donde se coloca el clavo y mediante la aplicación de los pernos a través de los orificios del clavo, fijándose en la zona cortical del hueso. (18).

#### **Ventajas de la fijación interna**

Los clavos son menos costosos, se utilizan por menos tiempo, requiere menor exposición, y son más fáciles de implantar y retirar que las placas ortopédicas.

El regreso al funcionamiento total es inmediato con la placa ortopédica, además requiriendo de muy pocas exámenes de chequeo, y siendo mayor la oportunidad de recuperación satisfactoria, por lo que podría compensarse el costo adicional del implante. (57).

#### **Desventajas de la fijación interna**

Diseminan la infección. Los clavos dan menor estabilidad. Mientras que la placa requiere de mayor equipo para su implantación, su aplicación es más tardada y con una gran exposición de tejido, además de que su costo es mayor. (30,57).

#### IV.- COMPLICACIONES DE LAS FRACTURAS EXPUESTAS

##### 1.- OSTEOMIEELITIS

La osteomielitis se define como una inflamación del hueso, corteza, y/o periosteo, la cual puede ser causada por bacterias, hongos, parásitos y virus. Las bacterias son los agentes causales en la mayoría de los casos, siendo las más comunes el Staphylococcus, Streptococcus y E. coli. Los hongos más frecuentes son el Blastomyces dermatidis, Coccidioides immitis y Cryptococcus neoformans. (2,46,50,52,60,61,66,72,81.).

La contaminación directa de los organismos infectantes puede ocurrir después de la reducción abierta en una fractura cerrada, como consecuencia de una fractura expuesta, o por diseminación de la infección del tejido blando adyacente. Siendo el mayor problema en la cirugía ortopédica la predisposición a infecciones en las fracturas expuestas, que es la principal causa de amputación, no unión y pobre funcionalidad. (2,8,9,11,15,19,22,30,35,46,50,52,60,61,72,77,81.).

Una de las causas más importantes en la evolución de la Osteomielitis es la falta de irrigación de la zona afectada, tanto para la respuesta y llegada de las células de defensa del propio organismo, como para el alcance de los antibióticos sistémicos. (2,61).

Fisiopatologías la osteomielitis post-traumática se ha dividido en fase aguda y crónica; sin embargo no hay una delimitación específica, y una fase puede progresar lentamente en otra. (2,15,50,52,60,61,66).

En su fase aguda la respuesta inflamatoria inicial después de la inoculación bacteriana es la misma para el hueso

como para cualquier otro tejido. La hiperemia, el aumento de la permeabilidad vascular, y la afluencia de células polimorfonucleares, suero, anticuerpos y complemento ocurren localmente. Las bacterias destruyen muchas de las células blancas liberando enzimas proteolíticas, incrementando el daño tisular. La presencia de tejido necrótico y bacterias provoca un foco de supuración. La dirección en la cual la inflamación progresara es determinada por la virulencia bacteriana, el medio ambiente, y la respuesta inmune del hospedador. Si el cuerpo no tiene la capacidad de controlar la infección ocurre una mayor exudación y destrucción ósea. Como la presión se incrementa en el canal medular, el exudado inflamatorio penetra dentro del hueso cortical através de los sistemas de Volkmann y Haver. Estos exudados provocan el colapso de los vasos pequeños en regiones no expandibles de los canales óseos, como la destrucción del hueso cortical continúa, la infección eventualmente rompe exteriormente en el espacio subperiosteal, causando elevación periosteal y mayor compromiso medular del aporte sanguíneo periosteal (infartación) y forman un secuestro (fase crónica). El secuestro puede estar separado completamente del hueso cortical vivo. El cuerpo trata de aislar el fragmento rodeando a este con tejido fibroso y se forma un absceso con paredes de tejido óseo (involucro). Las paredes del involucro quedan separadas del secuestro e infección y actúan como una barrera que es imposible de penetrar por los anticuerpos y antibióticos. Siendo así que, el involucro se vuelve un nido para la infección y una fuente constante de liberación en la osteomielitis crónica. (2,52,61,66).

Manifestaciones clínicas: la osteomielitis puede presentarse en un gran número de formas, y los signos clínicos pueden ser diferentes en cada caso, desde dolor local, fiebre,

anorexia, decaimiento, inflamación, claudicación del miembro afectado, y en ciertos casos el drenaje purulento através de la herida o de un tracto fistulizado. (15,26,50,52,60,61,66).

La diseminación de la infección desde una herida por punción puede producir una osteomielitis localizada la que se presenta dentro de la primera semana despues de la lesión o traumatismo. (52,72,81).

La osteomielitis despues de la reducción abierta de una fractura expuesta o cerrada se presenta en dos formas: aguda o crónica. La osteomielitis aguda ocurre dentro de las dos semanas posteriores a la reducción abierta. La osteomielitis crónica es una extensión de la osteomielitis aguda y esta asociada a una reducción previa de una fractura expuesta, presentandose la perdida de los implantes, teniendo como complicación la unión retardada y/o no unión. Desafortunadamente, esta forma de osteomielitis es común en la practica veterinaria y es un problema difícil para el cirujano veterinario en ortopedia. El objetivo del cirujano en estos casos es el resolver la infección y dar la unión del hueso. (22,52,61).

**Diagnósticos:** La historia y la signología clínica es importante como parte del diagnóstico, así como las placas radiograficas, además de la leucocitosis presente en pruebas de biometria hemática, el uso de biopsias y cultivos. (2,15,22,26,50,52,61,66,72,81).

Los signos radiográficos de la osteomielitis incluyen destrucción local con nueva formación ósea, observandose como áreas de lisis de hueso cortical, periosteo irregular e incremento en la densidad ósea (esclerosis). Sin embargo, signos similares son observados en otras enfermedades ortopedicas (tumores primarios), y su diferenciación puede ser difícil. La correlación

con otros datos clínicos ayudaran al médico a establecer el diagnóstico correcto ( historia, edad, raza, etc. ). (2,26,50,52,66,81).

Otro aspecto a considerar radiologicamente es que en la osteomielitis bacteriana y micotica pueden afectar cualquier porción del hueso, extendiendose a través de las articulaciones y envolver más de un hueso, mientras que los tumores oseos primarios envuelven la parte metafiseal de los huesos largos, pudiendose observar en la diafisis o metafisis cuando son secundarios a metastasis, atravezando raramente las superficies articulares.

La osteomielitis se caracteriza por un borde distintivo en la conjunción del hueso normal y afectado (denominado como zona de transición corta), la esclerosis rodea la región afectada. En contraste, en las neoplasias malignas la demarcación entre la región osea normal y anormal es en ocasiones difícil de delimitar ( zona de transición larga ) y raramente hay evidencia de esclerosis. (26,50,52).

Los signos radiográficos en una osteomielitis cronica incluyen la formación del secuestro e involucro, el secuestro mantiene su densidad radiografica original, en contraste al hueso adyacente, el cual se vuelve de apariencia litica (disminuye su radiodensidad). (26,50,52,81).

El uso de la placa de tomografia asistida por computadora para el diagnóstico temprano de osteomielitis permite resaltar el incremento en la densidad de la cavidad medular, un hallazgo que tambien ocurre despues de una fractura, por lo que no puede ser especifico para detectar la osteomielitis por via hematogena en el contexto del traumatismo. (22,52).

Otro punto definitivo es el diagnóstico bacteriologico, mediante la obtención de muestras apropiadas para su cultivo, como regla general, las muestras no deberan obtenerse de los tractos

que drenan, sino tomados en la sala de operaciones por el cirujano mediante la visualización directa del hueso infectado. Recomendandose el uso de cultivos anaerobicos. (2,22,26,52,61,66,72).

**Tratamiento:** En el caso de las Osteomielitis aguda, se requiere del cultivo bacteriano y la determinación de sensibilidad a los antibióticos, lavado abundante con soluciones, debridación, estabilización de la fractura, drenajes y la terapia antibiótica adecuada. la cual debere durar 6 semanas como minimo. (15,22,50,52,60,61,66,72,81).

Muchos de los casos de Osteomielitis aguda responden a la terapia con antibióticos sistémicos, requiriendo continuar con la terapia despues de 2 o 3 dias de haber desaparecido los signos clinicos de infección. (2).

Para la Osteomielitis crónica el tratamiento es dificil, y sera necesaria la intervención quirurgica, teniendo mayor cuidado en la debridación del tejido oseo aislado (secuestro e involucro), asi como un drenaje adecuado, obliteración del espacio muerto y estabilización de la fractura mediante la fijación esquelética. Todo esto conjunto a la terapia antibiótica especifica. (2,15,19,50,52,61,66).

Es mucho más facil el prevenir la osteomielitis que el tratarla. (52,60,61).

Se a descrito para el tratamiento de la Osteomielitis el uso de oxigeno hiperbárico, estimulación electrica, electrolisis de plata y supresores de la inhibición de células blancas, osteoblastos y timo. (52).

La amputación esta reservada para los animales con un tratamiento prolongado sin éxito, con amplias posibilidades de resultar en perdida de la función del miembro fracturado.

presentando pérdida de la función articular, nerviosa, y/o pérdida del tejido blando. (50).

## 2.-FALTA DE UNION

La falta de unión se describe en cirugía ortopédica como una condición de la fractura en la cual todos los procesos de reparación demostrables han cesado y no ha sido restaurada la continuidad ósea. La unión retardada en cambio es definida como la fractura que disminuye en su curación dentro del periodo de tiempo normal para el tipo de fractura, hueso, localización, edad del animal y fijación utilizada. (7,9,15,51).

Ocurriendo con mayor frecuencia en ortopedia veterinaria la falta de unión, aun cuando se utilizan metodos adecuados para la fijación. Esto puede ser debido a que se cuenta con metodos más agresivos y mejores para el tratamiento del choque primario post-traumático, por lo que un mayor número de animales severamente lesionados sobreviven a fracturas expuestas multiples. Ciertas fracturas detienen su curación debido a que su fijación es biomecánicamente incorrecta o como el resultado de contaminación bacteriana y subsecuente Osteomielitis. (9,11,15,42,51,76,78,81).

Recientes investigaciones revelaron que aproximadamente el 3.4% de las fracturas resultan en falta de unión, siendo más comunes en perros de los 2 a 7 años de edad, y ocurren en mayor frecuencia en pesos de los 7 a 14 kg. Siendo los sitios más frecuentes de falta de unión en perros según un estudio de Atilola y Summer-Smith en 1984, de 96 casos operados son: radio y ulna (40.6%), fémur (38.5%), húmero (12.5%), tibia (4.2%), mandíbula (2.1%), ulna (1%) y columna vertebral (1%).

La pseudoartrosis es un termino que indica una "falsa articulación", que se forma cuando los extremos óseos de la

fractura son unidos por una estructura fibrosa "como una capsula articular" que contiene un fluido "sinovial", originado por la falta de unión, que usualmente no es considerada cuando se evalua el pronosticos de la curación de la fractura. (figura 9). (7,9).

Las causas de falta de unión o unión retardada son similares, como serian una inadecuada inmovilización externa, inefectiva fijación interna, defectos entre los fragmentos fracturados o excesivamente conminutas, perdida directa de aporte sanguineo, interposición de tejido blando, infección y movimiento prematuro. La repetida manipulación de la fractura despues de su reducción puede tambien contribuir a la falta de unión. (7,9,11,15,20,42,51).

Diagnósticos el diagnóstico de la unión retardada o falta de unión puede hacerse al considerarse la historia (secuencia de tiempo), examinación fisica (claudicación), evaluación radiografica, y métodos más sofisticados como la osteomedulografia, metodo de vibración, flebografia osea y estudio de ultrasonido, entre otros. (7,9).

La examinación fisica puede indicar una perdida en la rigidez del sitio de fractura, profuso o ausencia de formación de callo, dolor en el sitio, falta de ganancia de peso, atrofia muscular y deformación del miembro afectado.

Los hallazgos radiograficos de falta de unión puede incluir evidencia de la linea de fractura, esclerosis de los extremos, obliteración de la cavidad medular adyacente al sitio de la fractura, osteomalacia de hueso adyacente, perdida de alineación de los extremos fracturados, y una posibilidad de pseudoartrosis. (9,15,51,78).

La falta de unión infectada puede mostrar evidencia de drenaje del sitio de fractura (involucrum, cloaca), formación de

secuestros, y la más típica combinación de lesiones radiográficas osteoproliferativa y osteodestructiva. (9).

**Tratamientos:** El reconocimiento del retardo en la reparación de una fractura es el primer paso para el tratamiento de la unión retardada o falta de unión. En muchos casos, la corrección de la causa primaria podría dejar una fractura en estado de unión retardada que va a unirse, siendo que la mayoría de las no uniones requieren de intervención quirúrgica. El principio básico de todos los métodos de tratamiento es la eliminación de movimiento (especialmente rotacional) en el sitio de la fractura, con la estabilización rígida se puede regresar a la función en forma temprana, con lo que el ejercicio aumenta la circulación previniendo la atrofia muscular y la inmovilidad articular.

El tratamiento de la falta de unión debe ser individualizado, requiriendo la excisión del tejido fibroso, el uso de injertos óseos y fijación interna. (7,9,15,42,51,78).

El uso de la fijación esquelética es de gran ayuda para el tratamiento de la falta de unión o de la unión retardada, sobre todo en presencia de infección, ya que proporciona estabilidad a la fractura y un mejor manejo de la herida. (3,73).

Otro tipo de tratamiento descrito para la falta de unión es el uso de estimulación eléctrica, teniendo tres diferentes técnicas, una de ellas es mediante la introducción de aparatos transcutáneos, con el electrodo implantado en el sitio de la falta de unión y la fuente de poder en la parte externa del miembro. (51).

### 3.- INFECCION POR CLOSTRIDIUM (MIOSITIS CLOSTRIDIANA Y GANGRENA)

La infección por Clostridium es el resultado de una gran cantidad de tejido lesionado sin oxigenación causado por daño directo al tejido con deficiencia en el aporte sanguíneo, tal como ocurre con la lesión a los vasos sanguíneos durante un trauma o por la aplicación de una férula muy apretada que permanece por un tiempo prolongado. Las heridas "sucias" son más susceptibles de desarrollar gangrena gaseosa producida por bacilos anaerobios que las heridas "limpias", siendo que cualquier herida limpia contiene estos organismos.

La patogenicidad de la infección por Clostridium inicia con una falta de irrigación o inadecuado aporte sanguíneo y traumatismo de masas muscular, el tejido se vuelve anóxico, además se evita la llegada de los leucocitos y otras sustancias que son importantes en el mecanismo de defensa del cuerpo, dando un excelente medio de crecimiento para la clostridia. (74).

**Diagnosticos** El diagnostico se logra a través de la historia y la signología, además del aislamiento por cultivo. Los signos de miositis clostridiana o gangrena gaseosa usualmente son reconocidos en las primeras 48 a 72 hrs después del daño. Estos signos incluyen una molestia general (no necesariamente asociada con fiebre), severo dolor local, edema, secreción seropurulenta y, en estados tardíos gas, evidenciado en los tejidos por crepitación y hallazgos radiológicos. (74).

**Tratamientos** el tratamiento de infecciones por clostridia debe ser radical; la herida debe abrirse, eliminarse el tejido necrótico, cortando estrechamente los bordes musculares muertos. El medicamento de elección es la Penicilina y deberá

administrarse en grandes dosis. En casos severos esta indicada la amputación del miembro. (74).

#### 4.- TETANOS

El tetanos no es una infección común en perros. sin embargo puede ocurrir en asociación con laceraciones y heridas punzocortantes, como sería el caso de fracturas expuestas. Una herida profunda provee de un medio favorable anaerobico para el crecimiento del Clostridium tetani. En algunos casos la herida podría ser pequeña, y en ocasiones no es posible el encontrar la vía de entrada. (74).

**Diagnosticos:** esta dado por la historia y la signología, así como el cultivo bacteriológico y aislamiento de la bacteria. De las dos toxinas que son producidas por el organismo patógeno (tetanospasmina y tetanolisina) la primera es la más importante en la producción del espasmo muscular típico. Los signos de tetanos usualmente aparecen entre el quinto y octavo día después de la introducción del organismo, pero podrían aparecer tan temprano como tres días o tan tardío como diez días. Los signos incluyen hiperexcitabilidad muscular con espasmos crónicos y contracciones tónicas de la cara y músculos auriculares. Estos espasmos producen una apariencia "sonriente", arrugamiento de la piel en la frente, y levantamiento de las orejas. Otros signos incluyen trismos, inabilidad de pararse, protusión de la membrana nictitante, opistotonos, e hipersensibilidad a los estímulos externos. (74).

**Tratamiento:** el tratamiento incluye la debridación de la herida, limpieza, y el uso del peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) para fluir en la herida. Indicándose dosis altas de

Penicilina y antitoxina via intravenosa. La antitoxina debera darse en una dosis de 30.000 a 100.000 unidades despues de una prueba subcutanea a una dosis de 0.1 a 0.2ml la cual se dara para observar la reaccion al suero de caballo. Otras formas de terapia de soporte incluyen relajantes musculares, tranquilizantes, y barbituricos. (74).

**LITERATURA CITADA:**

- 1.- Alexander, J. W.: Bone grafting. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 17:811-819 (1987).
- 2.- Alexander, J. W.: Orthopedics Surgery of the Dog and Cat. Third edition. W. B. Saunders Co., Philadelphia, 1985.
- 3.- Alonso, J.; Geissler, W. and Hughes J. L.: External fixation of femoral fractures. Clinical Orthopaedics and Related Research, 241:83-88 (1989).
- 4.- Alonso, J. and Horowitz, M.: Use of the AO/ASIF external fixator in children. Journal of Pediatric Orthopaedics, 7:594-600 (1987).
- 5.- Amber, E.; Henderson, R.; Swain, S. and Gray, V.: A comparison of antimicrobial efficacy and tissue reaction of four antiseptics on canine wounds. Vet. Surg., 12:63-68 (1983).
- 6.- Arias, C.: El aparato de kirschner-Ehmer para la fijación de fracturas de perros y gatos: estudio recapitulativo. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1989.
- 7.- Aron, D.: Delayed Union and Nonunion. In: Current Techniques in Small Animal Surgery, Edited by: Bojrab, M.: 895-901.  Lea and Febiger, Philadelphia, 1990.
- 8.- Bach, A. and Hansen, S.: Plates Versus external fixation in

severe open tibial shaft fractures. Clinical Orthopaedics and Related Research, 241:89-94 (1989).

9.- Bartels, K.: Nonunion. Vet. Clinic of North America: Small Animal Practice, 17:799-809 (1987).

10.- Bassey, L.: The use of P.O.P. integrated transfixation pins as an improvisation on the Hoffmann's apparatus: contribution to open fracture management in the tropics. The Journal of Trauma, 29:59-64 (1989).

11.- Behr, J.; Apel, D.; Pinzur, M.; Dobozi, W. and Behr, M.: Flexible intramedullary nails for ipsilateral femoral and tibial fractures. The Journal of Trauma, 27:1354-1357 (1987).

12.- Biery, D.: Orthopaedic Radiography. In: Textbook of Small Animal Orthopaedics. Edited by: Newton, Ch. and Nunemaker, D.; 133-146. J.B. Lippincott Co.. Philadelphia, U.S.A, 1985.

13.- Blick, S.; Brumback, R.; Lakatos, R.; Poka, A. and Burgess, A.: Early prophylactic bone grafting of high-energy tibial fractures. Clinical Orthopaedics and Related Research, 240:21-41 (1989).

14.- Boone, E.; Johnson, A.; Montavon, P. and Hohn, R.: Fractures of the tibial diaphysis in dogs and cats. JAVMA, 188:41-45 (1986).

15.- Brinker, W.; Piermattei, D. and Flo, G.: Handbook of Small Animal Orthopaedics and Fracture Treatment. W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1983.

- 16.- Burgess, A.; Poka, A.; Brumback, R.; Flagle, C.; Loeb, P. E. and Ebraheim, N.: Pedestrian tibial injuries. The Journal of Trauma, 27:596-601 (1987).
- 17.- Calkins, C.; Burkhalter, W. and Reyes, F.: Traumatic segmental bone defects in the upper extremity. The Journal of Bone and Joint Surgery, 69-A:19-27 (1987).
- 18.- Colchero, R.: Tratamiento de las fracturas abiertas. II Curso de Ortopedia en Pequeñas Especies. UNAM, México, D.F., 1994, 40-42.
- 19.- Colchero, R.: Tratamiento de la osteomielitis. II Curso de Ortopedia en Pequeñas Especies. UNAM, México, D.F. 1994, 43.
- 20.- Connolly, J.: Common avoidable problems in nonunions. Clinical Orthopaedics and Related Research, 194:226-235 (1985).
- 21.- Chao, E.; Aro, H.; Lewallen, D. and Kelly, P.: The effect of rigidity on fracture healing in external fixation. Clinical Orthopaedics and Related Research, 241:24-35 (1989).
- 22.- Dubey, L.; Krasinski, K. and Hernandez-Schulman, M.: Osteomyelitis secondary to trauma or infected contiguous soft tissue. Pediatr. Infect. Dis. J., 7:26-34 (1988).
- 23.- Earley, T. and Dee, J.: Trauma to the carpus, tarsus, and phalanges of dogs and cats. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 10:717-726 (1980).
- 24.- Eckman, J.; Henry, S.; Mangino, P. and Seligson, D.: Wound

and serum levels of tobramycin with the prophylactic use of tobramycin-impregnated polymethylacrylate beads in compound fractures. Clinical Orthopaedics and Related Research, 237:213-215 (1988).

25.- Egger, E.: External Skeletal Fixation. In: Current Techniques in Small Animal Surgery, Edited by: Bojrab, M.; 816-825. Lea and Febiger, Philadelphia, 1990.

26.- Fagin, B.: Tumor or infection? distinguishing osteomyelitis from neoplastic bone lesions. Veterinary Medicine, 11:1150-1153 (1988).

27.- Freeland, A.: External fixation for skeletal stabilization of severe open fractures of the hand. Clinical Orthopaedics and Related Research, 214:93-100 (1987).

28.- Goldstrohm, G.; Mears, D. and Swartz, W.: The results of 39 fractures complicated by major segmental bone loss and or leg length discrepancy. J. of Trauma, 24:50-58 (1984).

29.- Graham, A.: Ortopedia y Tratamiento de Fracturas. Salvat, México, 1981.

30.- Green, S.; Larson, M. and Moore, T.: Chronic sepsis following intramedullary nailing of femoral fractures. The Journal of Trauma, 27:52-57 (1987).

31.- Habboushe, M.: Al-rasheed military hospital external fixation system for compound missile wounds of bone. Injury, 15:388-389 (1984).

- 32.- Hampel, N. and Johnson, R.: Principles of surgical drains and drainage. Journal of the American Animal Hospital Association, 21:21-28 (1985).
- 33.- Hirshowitz, B.; Moscona, R.; Kaufman, T. and Harshai, Y.: External longitudinal splitting of the tibialis anterior muscle for coverage of compound fractures of the middle third of the tibia. Plastic and Reconstructive Surgery, 79:407-414 (1987).
- 34.- Holmberg, D.: The use of prophylactic penicillin in orthopedic surgery. Vet. Surg., 14:160-165 (1985).
- 35.- Houlton, J. and Taylor, P.: Trauma Management in the Dog and Cat. WRIGHT, Bristol, 1987.
- 36.- Johnson, K. and Roe, S.: Use of an aiming device for application of a type-II (bilateral) external fixator to a fractured tibia of a dog. JAVMA, 192:1573-1576 (1988).
- 37.- Knapp, D.: Robert-Jones Bandage. In: Current Techniques in Small Animal Surgery, Edited by: Bojrab, M.; 918-919. Lee and Febiger, Philadelphia, 1990.
- 38.- Knecht, Ch.; Welser, J.; Allen, A.; Williams, D. and Harris, N.: Técnicas Fundamentales de Cirugía Veterinaria. Ed. Acríbia, Zaragoza, España, 1977.
- 39.- Knowles, R.: Injuries to Skin, Muscle and Tendon, Small Animal Surgery. V.M. Publishing, U.S.A., 1963.
- 40.- Kolata, R.: Trauma in dogs and cats: an overview.

Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice,  
10:515-522 (1980).

41.- Leonard, E.: Ortopedic Surgery of the Dog and Cat. 2nd ed..  
W.B. Saunders Co., U.S.A., 1971.

42.- Lewallen R. and Peterson, H.: Nonunion of long bone fractures  
in children: a review of 30 cases. Journal of Pediatric  
Orthopedics, 5:135-142 (1985).

43.- Marks, M. and Butler, J.: Fasciocutaneous flap closure of a  
grade III lower third tibial fractures: an alternative to free flap  
coverage. Annals of Plastic Surgery, 20:261-265 (1988).

44.- Martin, R.: Open Fractures. In: Current Techniques in Small  
Animal Surgery, Edited by: Dojrab, M.: 901-906. Lea and Febinger,  
Philadelphia, 1990.

45.- McAndrew, M. and Lantz, B.: Initial care of massively  
traumatized lower extremities. Clinical Orthopaedics and Related  
Research, 243:20-29 (1989).

46.- McMillan, K.; Horne, R. and King, H.: Osteomyelitis in a dog  
caused by an anaerobic Actinomycete: A case report. Journal of The  
American Animal Hospital Association, 18:265-270 (1982).

47.- Melendez, E. and Colen, C.: Treatment of open tibial fractures  
with the orthofix fixator. Clinical Orthopaedics and Related  
Research, 241:224-230 (1989).

48.- Murphy, C.; Dambrosia, R.; Dabezies, E.; Acker, J.; Shoji, H.

and Chuinard, R.: Complex femur fractures: treatment with the Wagner external fixator device or the Grosse-Kempf interlocking nail. The Journal of Trauma, 28:1553-1561 (1988).

49.- Nunamaker, D.: Open Fractures and Gunshot Injuries. In: Textbook of Small Animal Orthopaedics. Edited by: Newton, Ch. and Nunamaker, D.: 481-497. J.B. Lippincott Co., Philadelphia, U.S.A., 1985.

50.- Nunamaker, D.: Osteomyelitis. In: Textbook of Small Animal Orthopaedics. Edited by: Newton, Ch. and Nunamaker, D.: 499-510. J.B. Lippincott Co., Philadelphia, U.S.A., 1985.

51.- Nunamaker, D.; Rhinelander, F. and Heppenstall, R.: Delayed Union, Nonunion and Malunion. In: Textbook of Small Animal Orthopaedics. Edited by: Newton, Ch. and Nunamaker, D.: 511-518. J.B. Lippincott Co., Philadelphia, U.S.A., 1985.

52.- Parker, R.: Treatment of post-traumatic osteomyelitis. Vet. Clinics of North America: Small Animal Practice, 17:841-856 (1987).

53.- Petri, W. and Schaberg, S.: The effects of antibiotics-supplemented bone allografts on contaminated, partially avulsive fractures of the canine ulna. J. Oral Maxillofac. Surg., 42:699-704 (1984).

54.- Quintiliani, R. and Nightingale, C.: Principles of antibiotics usage. Clinical Orthopaedics and Related Research, 190:31-35 (1984).

55.- Ramirez, F.: Técnica AO/ASIF para la osteosíntesis en pequeñas especies: Estudio recapitulativo. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. México. D.F., 1986.

56.- Rautio, J. and Paavolainen, P.: Delayed treatment of complicated fractures in war wounded. The British Journal of Accident Surgery, 18:238-240 (1987).

57.- Richardson, D.: Fracture First Aids: The Open (Compound) Fracture. In: Textbook of Small Animal Surgery, Edited by: Slatter, D.: 1945-1949. W.B. Saunders Co., U.S.A., 1985.

58.- Rodkey, W.: Initial assessment, resuscitation, and management of the critically traumatized small animal patient. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 10:561-576 (1980).

59.- Sadove, R. and Merrell, M.: The split rectus abdominis free muscle transfer. Annals of Plastic Surgery, 18:179-181 (1987).

60.- Santoscoy, M.: Fijadores externos. II Curso de Ortopedia en Pequeñas Especies, UNAM, México, D.F., 1994, 16-22

61.- Santoscoy, M.: La osteomielitis en el perro y el gato: estudio recapitulativo en el Hospital Veterinario UNAM, de 1988 a febrero de 1993. AMNVEPE, Monterrey, N.L., 1993.

62.- Santoscoy, M.: Osteomielitis. AMNVEPE, Cd. Juarez, Chihuahua, 1993, 28-35.

63.- Santoscoy, M.: Vendajes, férulas y yesos. II Curso de Ortopedia en Pequeñas Especies, UNAM, México, D.F. 1994. 15-16.

64.- Santoscoy, M. and Ramirez, F.: Usos e indicaciones del aparato de Kirschner. AMMVEPE, Monterrey, N. L., 1986. 64-72.

65.- Shipp, A.: Irrigations: Wide application in veterinary practice. Vet. Med. Small Anim. Clin., 74:651-657 (1979).

66.- Shires, P.: Osteomyelitis. In: Current Techniques in Small Animal Surgery. Edited by: Bojrab, M.; 906-910. Lea and Febiger, Philadelphia, 1990.

67.- Sisk, T.: General principles and techniques of external skeletal fixation. Clinical Orthopaedics and Related Research, 180:94-100 (1983).

68.- Smeak, D.: Selection and Use of Currently Available Suture Materials. In: Current Techniques in Small Animal Surgery. Edited by: Bojrab, M.; 34-39. Lea and Febiger, Philadelphia, 1990.

69.- Smeak, D. and Olmstead, M.: Infection in clean wounds: the roles of the surgeon, environment, and host. Continuing Education, 6:629-633 (1984).

70.- Smith, D. and Schiller, A.: Osteomyelitis in the dog. J. Vet. Orthop., 2:11-18 (1981).

71.- Stevenson, S.; Olmstead, M. and Kowalski, J.: Bacterial culturing for prediction of postoperative complications following open fracture repair in small animals. Vet. Surg., 15:99-102

63.- Santoscay, M: Vendajes, férulas y yesos. II Curso de Ortopedia en Pequeñas Especies. UNAM, México, D.F. 1994, 15-16.

64.- Santoscay, M. and Ramirez, F.: Usos e indicaciones del aparato de Kirschner. AMMVEPE, Monterrey, N. L., 1986. 64-72.

65.- Shipp, A.: Irrigations: Wide application in veterinary practice. Vet. Med. Small Anim. Clin., 74:651-657 (1979).

66.- Shires, P.: Osteomyelitis. In: Current Techniques in Small Animal Surgery. Edited by: Bojrab, M.; 906-910. Lea and Febiger, Philadelphia, 1990.

67.- Sisk, T.: General principles and techniques of external skeletal fixation. Clinical Orthopaedics and Related Research, 180:96-100 (1983).

68.- Smeak, D.: Selection and Use of Currently Available Suture Materials. In: Current Techniques in Small Animal Surgery. Edited by: Bojrab, M.; 34-39. Lea and Febiger, Philadelphia, 1990.

69.- Smeak, D. and Olmstead, M.: Infection in clean wounds: the roles of the surgeon, environment, and host. Continuing Education, 6:629-633 (1984).

70.- Smith, D. and Schiller, A.: Osteomyelitis in the dog. J. Vet. Orthop., 2:11-18 (1981).

71.- Stevenson, S.; Olmstead, M. and Kowalski, J.: Bacterial culturing for prediction of postoperative complications following open fracture repair in small animals. Vet. Surg., 15:99-102

(1984).

72.- Stickle, R.; Cantwell, H.; Tippett, F. and Blevis, W.: Focal metaphyseal osteomyelitis following open fracture in three horses. JAVMA, 183:797-798 (1983).

73.- Straw, R.: The Kirschner-Ehaer splint in small animal orthopedics. Modern Veterinary Practice, 1:503-508 (1984).

74.- Swain, S.: Surgery of Traumatized Skin: Management and Reconstruction in the Dog and Cat. W.B. Saunders Co., U.S.A., 1980.

75.- Swain, S. and Lee, A.: Wound Drainage Techniques. In: Current Techniques in Small Animal Surgery. Edited by: Dojrab, M.: 29-33. Lea and Febiger, Philadelphia, 1990.

76.- Velazco, A. and Fleming, L.: Open fractures of the tibia treated by the Hoffmann external fixator. Clinical Orthopaedics and Related Research, 180:125-132 (1983).

77.- Watkins, J. and Auer, J.: Physael injuries. The Compendium on Continuing Education, 4:225-233 (1984).

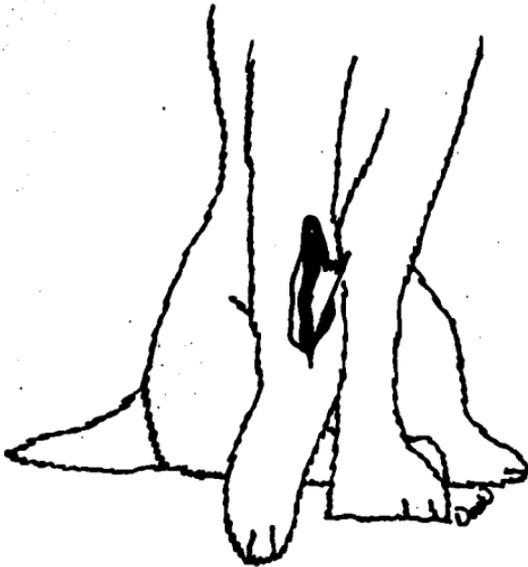
78.- Whittick, W.: Canine Orthopedics. Lea and Febiger, Philadelphia, 1974.

79.- Williams, D. and Gustilo, R.: The use of preventive antibiotics in orthopaedic surgery. Clinical Orthopaedics and Related Research, 190:83-88 (1984).

80.- Winkle Van, B. and Neustein, J.: Management of open fractures with sterilization of large, contaminated, extruded cortical fragments. Clinical Orthopaedics and Related Research, 223:275-282 (1987).

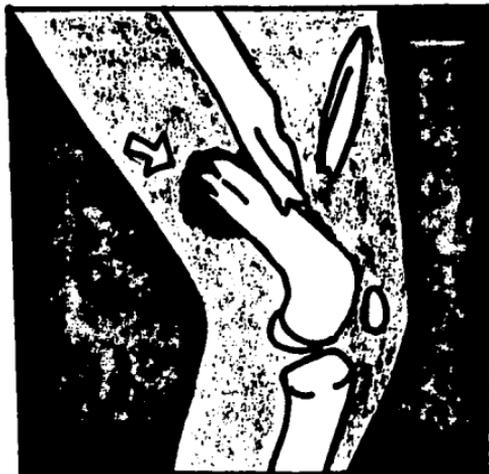
81.- Worlock, P.; Slack, R.; Harvey, L. and Mawhinney, R.: An experimental model of post-traumatic osteomyelitis in rabbits. B. J. exp. Path., 69:235-244 (1988).

82.- Yocum, J.; Cotten, B. and Seligson, D.: Inopportune fractures. The Journal of Trauma, 25:1170-1172 (1985).



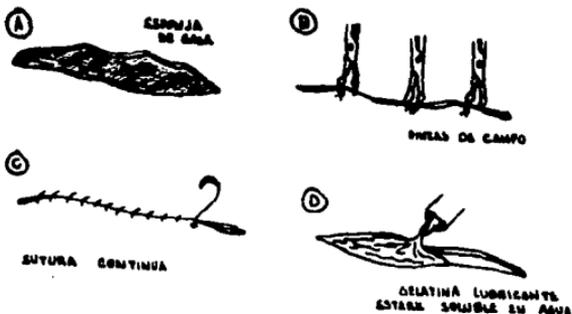
**LA SALIDA DEL HUESO ATRAVES DE LA HERIDA  
ES EVIDENCIA DE FRACTURA EXPUESTA.**

**FIGURA 1**



EN LA RADIOGRAFIA LA EVIDENCIA DE AIRE (FLECHA)  
EN EL TEJIDO BLANDO INDICA UNA FRACTURA EXPUESTA.  
(Tomado de: Richardson, D.: *Fracture First Aid: The Open  
(Compound) Fracture*. In: *Textbook of Small Animal Surgery*,  
Edited by: Slatter, D., 1945-1949. W.B. Saunders Co., U.S.A.,  
1985)

FIGURA 2

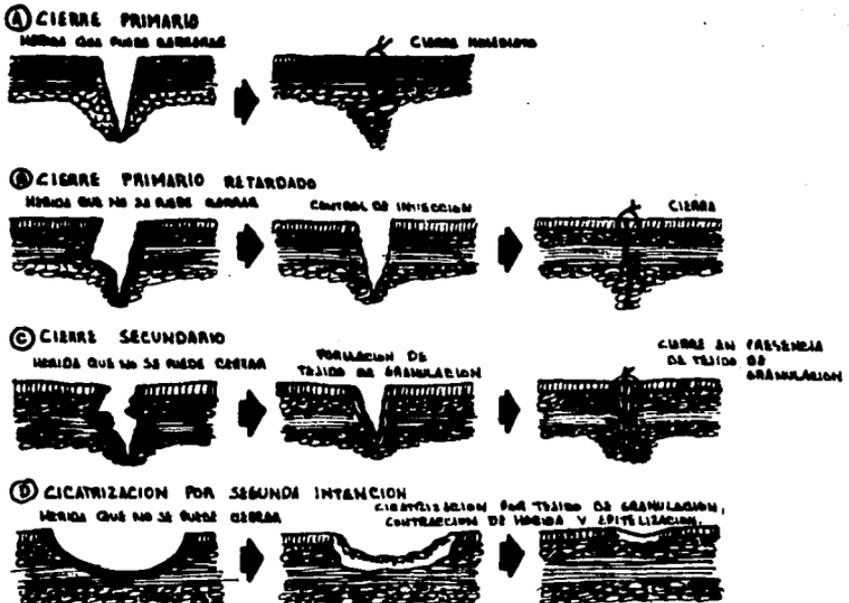


LAS TECNICAS PARA PROTEGER LA HERIDA DURANTE LA PREPARACION DEL AREA A SU ALREDEDOR SON:

- A EMPAQUETAR LA HERIDA CON GASA SUAVE Y ESTERIL.
- B CERRAR LA HERIDA CON PINZAS DE CAMPO
- C CERRAR LA HERIDA CON UN PATRON DE SUTURA CONTINUO (TEMPORAL).
- D LLENAR LA HERIDA CON UNA SU SUBSTANCIA LUBRICANTE ESTERIL Y SOLUBLE

(Tomado de: Swain, S.: Surgery of Traumatized Skin. 1th ed. W.B. Saunders Co., U.S.A., 1980.)

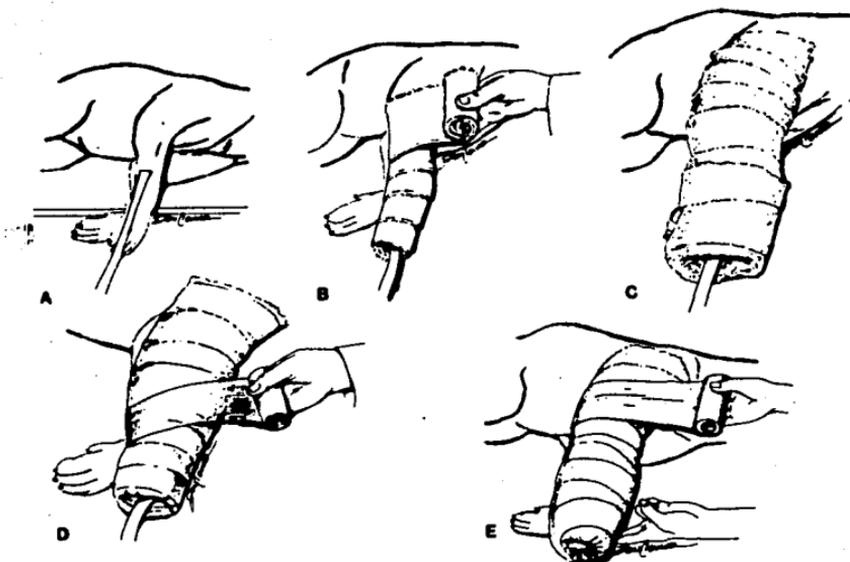
FIGURA 3



#### TIPOS DE CIERRE DE LA HERIDA Y SU CICATRIZACION

(Tomado del: Swain, S.: Surgery of Traumatized Skin. 1th ed.  
W.B. Saunders Co., U.S.A., 1980.)

FIGURA 4

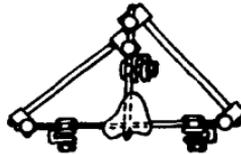
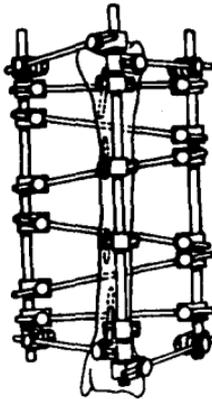
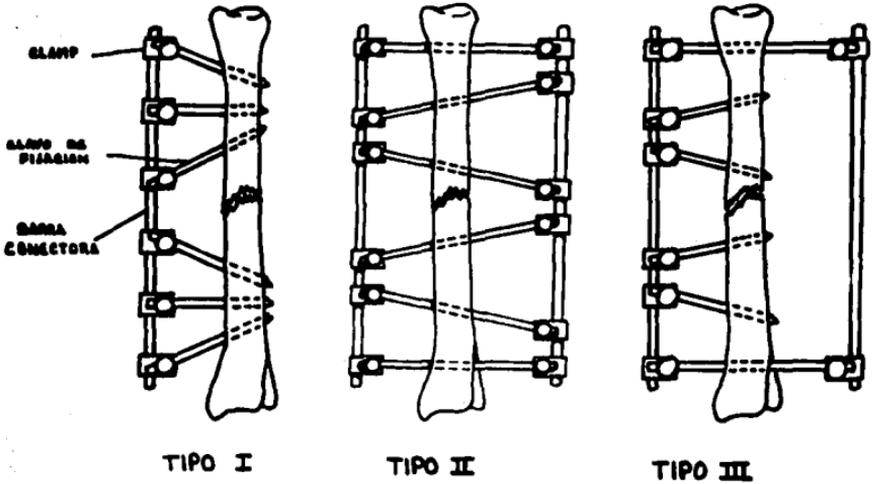


#### APLICACION DEL VENDAJE DE ROBERT-JONES

- A.- PONER DOS TIRAS LARGAS DE TELA ADHESIVA EN LA PARTE MEDIAL Y LATERAL DEL MIEMBRO.
- B.- ENVOLVER EL MIEMBRO CON ALGODON EN ROLLO, EMPEZANDO POR LA PARTE DISTAL.
- C.- PONER UNA ALMOHADILLA DE ALGODON.
- D.- APLICAR UNA VENDA SOBRE EL ALGODON.
- E.- APLICAR LAS TIRAS SOBRE LA VENDA A MANERA DE TIRANTES, PARA DESPUES CUBRIR LA VENDA CON CINTA ADHESIVA.

(Tomado de Knapp, D.: Robert-Jones Bandage. In: Current Techniques in Small Animal Surgery, Edited by: Bojrab, M.; 919-919. Lee and Febiger, Philadelphia, 1990.)

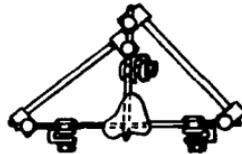
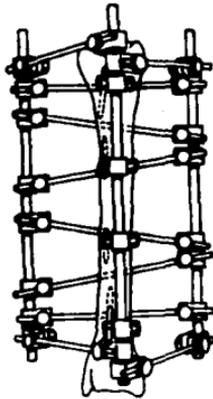
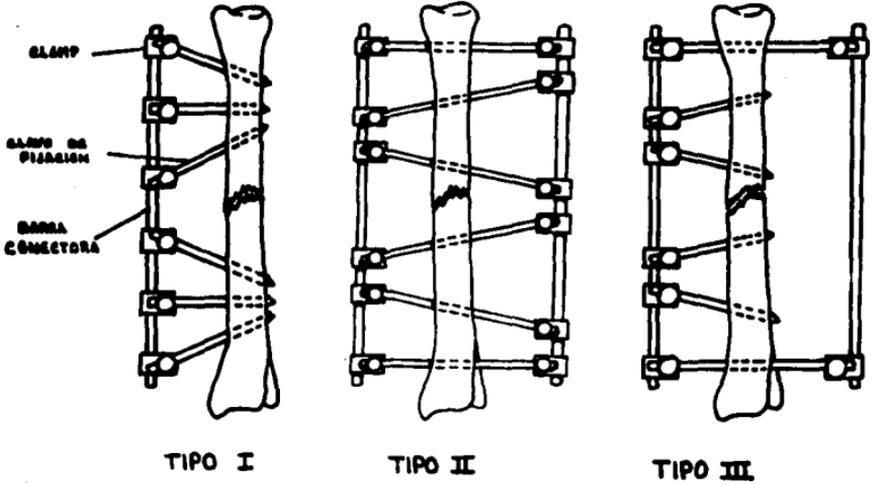
# APARATOS DE KIRSCHNER-EHMER



TRIDIMENCIONAL

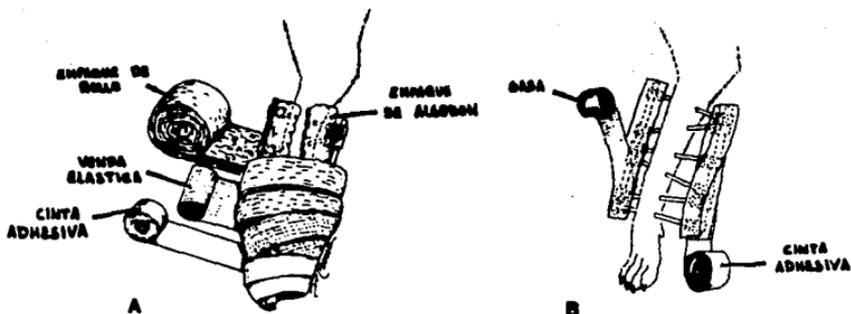
(Tomado del Egger, E.: External Skeletal Fixation. In: Current Techniques in Small Animal Surgery, Edited by: Bojrab, M.; 616-625. Lea and Febiger, Philadelphia, 1990.)

# APARATOS DE KIRSCHNER-EHMER



TRIDIMENCIONAL

(Tomado del Egger, E.: External Skeletal Fixation. In: Current Techniques in Small Animal Surgery, Edited by: Bojrab, M.; 814-823. Lea and Febiger, Philadelphia, 1990.)



**A** UN VENDAJE COMPRESIVO DE ROBER-JONES SE PUEDE APLICAR INICIALMENTE SOBRE EL APARATO DE FIJACION EXTERNA PARA EVITAR LA FORMACION DE EDEMA EXCESIVO.

**B** DESPUES DE REMOVER EL VENDAJE COMPRESIVO, SE USA GASA Y CINTA ADHESIVA PARA PROTEGER EL APARATO.

(Tomado de: Egger, E.; External Skeletal Fixation. In: Current Techniques in Small Animal Surgery, Edited by: Dojrab, M.; 816-825. Lea and Febiger, Philadelphia, 1990.)

FIGURA 7

**TECNICAS PARA EVITAR LA AUTOMUTILACION DEL PACIENTE**



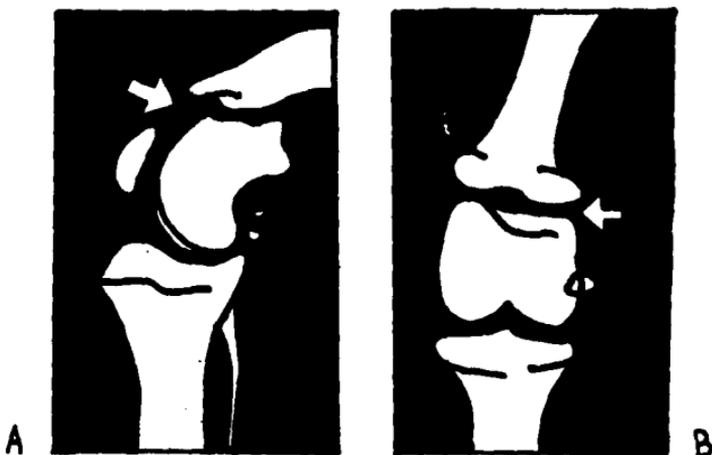
**CUBETA DE PLASTICO TRANSFORMADA EN COLLAR: A.- SE REALIZA UN ORIFICIO EN EL FONDO DE LA CUBETA. B.- SE PONEN CORDONES EN VARIAS PARTES ALREDEDOR DEL COLLAR. C.- SE SUJETAN LOS CORDONES AL COLLAR DEL PROPIO ANIMAL.**



**COLLAR ISABELINO REALIZADO CON PLACAS RADIOGRAFICAS.**

(Tomado de: Seim, H.; Creed, J. and Smith, K.: Restraint Techniques for prevention of Self-trauma. In: Current Techniques in Small Animal Surgery, Edited by: Bojrab, M.; 42-49. Lea and Febiger, Philadelphia, 1990.)

FIGURA 8



**FIGURA A: RADIOGRAFIA VISTA MEDIO-LATERAL Y B: VISTA CRANEO-CAUDAL DEL MIEMBRO POSTERIOR DERECHO, CON DIAGNOSTICO DE FALTA DE UNION CON EVIDENCIA DE PSEUDOARTROSIS (FLECHA). (Tomado de: Barteles, K.; Nounion. Vet. Clinic of North America: Small Animal Practice, 17:799-809 (1987).)**

FIGURA 9