



Guía de estudio - Patología Veterinaria

Material didáctico compilado y editado por: G.S.Ibargoyen(❶), Cátedra de Patología General, Anatomía y Fisiología Patológicas. Fac. Cs. Veterinarias, U.N.Rosario.

Primera revisión

“¿Qué es lo mas difícil? Lo que parece mas fácil;
ver con los ojos lo que esta delante de ellos.”
Goethe

Cambios Post Mortem Generales

INTRODUCCIÓN

En la practica diaria observamos que tan pronto como acontece la muerte somática surgen , rápidamente, en el cuerpo o cadáver una serie de “*nuevas alteraciones morfológicas*”. Estas son consecuencia directa de la biodegradación orgánica natural de las células y los tejidos. Esta nuevas alteraciones en general tienden a enmascarar o confundir a las verdaderas alteraciones o lesiones producidas por el agente causal o los estados de enfermedad. A estas “*nuevas alteraciones*” se las conoce como “**alteraciones cadavéricas**” o “**cambios post mortem**”.

El Médico Veterinario, para evitar errores o confusiones en el diagnóstico, debe saber observar y reconocer estas alteraciones; para así poder diferenciar estos **cambios post mortem** o “no lesiones” de las lesiones verdaderas o “**cambios ante mortem**”. Estos últimos, a diferencia de los cambios post mortem, son inducidos generalmente por la acción directa o indirecta de agentes etiológicos o, del mismo modo, por la reacción tisular ante la presencia de un agente patógeno.

Un profuso conocimiento sobre las distintas alteraciones cadavéricas, del mismo modo, es de mucha utilidad desde la óptica de la **patología forense** . Pues las diversas alteraciones cadavéricas se comportan como muy buenos indicadores cuando es el momento de estimar el tiempo que ha transcurrido entre la muerte de un animal y el hallazgo del cadáver o sea nos indican el tiempo de evolución del cadáver.

El trabajo del Patólogo se relaciona íntimamente con él diagnostico. Para lo cual es necesario habilidad para reconocer los cambios morfológicos “**ante y post mortem**” en cadáveres, órganos, tejidos o células, vivos o muertos. Los cambios post mortem siempre **representan un problema constante** en el momento mismo de la interpretación de las lesiones. Para evitar confusiones y diferenciar los cambios ante mortem de los post mortem es necesario conocer profundamente, primero, que es **lo que ocurre normalmente en el cuerpo luego de la muerte.**

❶ Prof. Guillermo Siro Ibargoyen, Med.Vet., FRCVCs., MSc. Pathol., Prof. Adjunto "a cargo de Cátedra". Cátedra de Patología General, Anatomía y Fisiología Patológicas, FCV, U.N.R.

■ **Muerte general o somática**

Alguien definió simplemente a **la muerte** como **la falta de vida**; considerándose “vida”, básicamente, a todos los **fenómenos vitales orgánicos** en el cuerpo animal como: la circulación sanguínea, la actividad respiratoria, la actividad metabólicas y la actividad del SNC, etc.. La **muerte general o muerte somática** es por lo tanto la cesación de las funciones vitales en el organismo animal, funciones que posteriormente también cesan en todos los órganos y tejidos del cuerpo.

La **tanatología** (del gr. tanatos = muerte) es la parte de las Ciencias Medicas que estudia la muerte y los cambios producidos en el cuerpo después de la muerte. La “**muerte**”, puede ser clasificada de diversas maneras, existiendo básicamente tres tipos o formas diferentes (cuadro 1).

Cuadro 1.- **Tipos de Muerte**; clasificada de acuerdo a las **formas** o **circunstancias** de la muerte

- 1▶ **Muerte natural**: Muerte que se produce por una causa natural, no violenta, por lo general como resultado de una enfermedad.
- 2▶ **Muerte accidental**: Muerte que se produce por una causa violenta o no violenta, como resultado de una circunstancia accidental.
- 3▶ **Muerte homicida**: Muerte que se produce por una causa violenta o no violenta, como resultado de una circunstancia homicida.
- 4▶ **Muerte inducida (sacrificio y eutanasia)**: Muerte que se produce por una causa violenta o no violenta, como resultado de la acción premeditada cuyo objetivo primario es la muerte del animal.
- 5▶ **Muerte indeterminada o desconocida**: Muerte que se produce por una causa que no es posible determinar o es totalmente desconocida.

Términos especiales de uso frecuente:

- A▶ **Hallado muerto o Muerte inesperada**: Muerte que sobreviene en un individuo que enfermó con los signos obvios de la enfermedad, pero que previo al proceso de muerte el individuo fue observado con muy poca frecuencia, razón por la cual no fueron observados los signos de enfermedad.
- B▶ **Muerte súbita**: Muerte que sobreviene en un individuo que previo al proceso de muerte no presentaba ningún signo o síntomas de enfermedad.

Desde el punto de vista legal la muerte es el **termino de la existencia real de las personas**, según el Art. 103 del Código civil de la Nación; en relación a los animales domésticos no existe jurisprudencia específica al respecto. Sin embargo se podría considerar la utilización conceptual de la misma legislación, teniendo en cuenta la estrecha relación familiar de los – mamíferos domesticados – y la especie humana.

“**La muerte somática no es un instante, es un proceso**”; debe ser considerada como una serie de pasos progresivos a través de los cuales se van perdiendo en forma total e irreversible las funciones biológicas básicas, las psíquicas y sociales. Este proceso es extremadamente corto y se inicia en el momento en el que se produce el **daño celular irreversible** en las neuronas del SNC y finaliza con la **cesación total de las funciones encefálicas**; por ejemplo: “luego de un paro cardíaco y/o respiratorio irreversible, el **proceso de la muerte** se limita tan solo al tiempo que le lleva a las neuronas encefálicas llegar al daño vital irreversible y luego cesar en sus funciones”.

La “**muerte**” al ser concebida como un proceso y no como un suceso es un estado complejo compuesto por varias etapas. La fase previa es conocida como **agonía**, la intermedia es la **muerte clínica** y la última etapa es la **muerte biológica**. De este modo encontramos que tanto en la “**muerte general**” como en la “**muerte celular**” al ser estudiada como proceso encontramos que existe una etapa reversible y otra irreversible.

La etapa previa a la muerte clínica es conocida como “**agonía**” (fase reversible); es el estado psicofísico del moribundo con un período de duración que es muy variable. Hay enfermedades que presentan un estado agónico prolongado mientras que en otras enfermedades el período agónico es muy corto o inexistente. Desde el punto de vista clínico, esta etapa, se caracteriza por una disminución de la actividad cardíaca, respiratoria y del sensorio. Se pueden obtener indicios sobre este período al realizar la inspección previa del cadáver y su entorno.

La etapa intermedia o “**muerte clínica**” (fase reversible) es un corto período caracterizado por el cese de la actividad cardíaca y respiratoria, así como de otras funciones vitales. La duración y reversibilidad de esta etapa dependen, fundamentalmente, del tiempo de anoxia sufrido por las neuronas en el Sistema Nervioso Central. Este plazo puede estimarse como de cinco a seis minutos, diez minutos como máximo. La inconsciencia se establece con solo 10 segundos de anoxia o isquemia cerebral completa.

Cuadro 2.- Signos de la muerte somática

- ▶ **Circulatorios** Cese de la circulación sanguínea (•Pulso ausente, •Caída de la tensión arterial a cero, •Auscultación: silencio auscultatorio, •Electrocardiografía: trazado horizontal).
- ▶ **Respiratorios** Ausencia de movimientos respiratorios (•Las paredes tóraco abdominales no muestran movimientos respiratorios, •Movimientos respiratorios ausentes: no empañá espejo)
- ▶ **Sistema Nervioso Central** Ausencia de movimientos y reacción (•Inmovilidad, •Insensibilidad, •Arreflexia, •Pérdida de conciencia, •Electroencefalograma: Isoeléctrico).

La etapa final es la “**muerte biológica**” (fase irreversible). Por definición “**muerte** es la desaparición permanente de todo signo espontáneo de vida”. Lo que equivale a decir que se han perdido en forma total e irreversible las funciones biológicas básicas o vegetativas, el psiquismo y las funciones sociales. Si bien el resto del organismo puede continuar con “**vida autónoma**” gracias al reemplazo de la actividad corpórea normal por el soporte tecnológico; se dice **legalmente** que el individuo ha muerto. Las necesidades de O² son muy altas en la masa encefálica, razón por la cual es el primer órgano en morir irreversiblemente. Por otro lado el músculo cardíaco sobrevive horas y el riñón 45 minutos aproximadamente. Por lo anteriormente analizado el concepto de “**muerte celular o tisular**” difiere un poco del de “**muerte somática**”

biológica"; pues en particular algunas células y tejidos poseen la capacidad de permanecer viviendo en forma autónoma, por algún tiempo, luego de la muerte somática o aún después de ser aislados del cuerpo. Esta "sobrevivencia" se debe a que los diversos tipos de células y tejidos presentan diferente resistencia al daño producido por la falta de O², considerando desde algunos minutos a varias horas de anoxia.

Tan pronto como ocurre la muerte biológica comienza un nuevo período llamado "**cadavérico**" o de la transformación cadavérica. Es en este período en el que comienzan a aparecer las alteraciones morfológicas que se conocen como **cambios post mortem**.

CAMBIOS DESPUÉS DE LA MUERTE

El proceso de la muerte somática continúa, luego, con otro proceso caracterizado por la biodegradación de la materia orgánica corporal o **proceso de transformación cadavérica**. Durante este período se producen importantes alteraciones físico-químicas y morfológicas en los tejidos y células del cadáver; estos cambios se conocen en general como "**alteraciones cadavéricas**" o "**cambios post mortem**".

Es importante resaltar que las **alteraciones cadavéricas** son solo cambios morfológicos, pasivos, no reactivos, e inducidos por una acción biodegradativa conjunta del propio organismo y la acción desarrollada por la flora y fauna cadavérica sobre la materia orgánica corporal. Mientras que los "**Cambios ante mortem**" son siempre cambios dinámicos que provienen de la respuesta celular o tisular a un agente etiológico. Estos cambios se clasifican, generalmente, por su cronología de presentación (cuadro 3).

Cuadro 3.- **Criterio general para la clasificación de los cambios post mortem, por su cronología de su presentación**

<u>Cambios post mortem inmediatos</u>	<u>Cambios post mortem mediatos</u>
<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Deshidratación cadavérica</i> ■ <i>Algor mortis</i> ■ <i>Rigidez cadavérica</i> ■ <i>Livideces cadavéricas</i> ■ <i>Hipostasia visceral</i> ■ <i>Autólisis post mortem</i> ■ <i>Destrucción del cadáver(carroñeros)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Imbibición post mortem</i> ■ <i>Seudomelanosis</i> ■ <i>Enfisema post mortem</i> ■ <i>Ruptura post mortem</i> ■ <i>Desplazamiento post mortem</i> ■ <i>Putrefacción</i> ■ <i>Destrucción del cadáver por factores exógenos</i>

Los cambios post mortem comienzan inmediatamente después de la muerte somática. Se los puede observar durante todo el transcurso de tiempo que lleva desde el inicio de la biodegradación natural, que sufre la masa corporal muerta o cadáver, hasta la total desintegración

del cadáver. La rapidez con la que aparecen y con la que se desarrollan estos cambios post mortem en el cadáver depende fundamentalmente de numerosos factores. Algunos de estos factores son endógenos, y otros son exógenos. La particularidad que tienen en común estos factores es la de que todos **alteran el tiempo de aparición de los cambios post mortem**; ya sea adelantando o retrasando su aparición y desarrollo. Los peritos médico – forense deben conocer profundamente estas circunstancias; pues la cronología de la aparición de los cambios post mortem ayuda a determinar el momento aproximado de la muerte general y a estimar aproximadamente el **Intervalo Post Mortem (IPM)**.

● **Los factores con capacidad de crear variaciones importantes en el tiempo de presentación de los cambios post mortem son:**

❶ **Tiempo transcurrido entre la hora de muerte y el examen post mortem**: De todos los factores a analizar, el factor **tiempo transcurrido** es de altísima significación. Representa una de las variables más importantes, que en asociación con la temperatura y la humedad, son la tríada de variables básicas que **condicionaran la velocidad de desarrollo y el momento de aparición de todos los cambios post mortem**. A mayor cantidad de tiempo transcurrido mayor será el desarrollo de los cambios post mortem, sin embargo no todos estos cambios aparecerán simultáneamente; algunos cambios aparecerán en forma escalonada al ir transcurriendo el tiempo, otros lo harán en forma simultánea y otros cambios desaparecerán con el transcurso del tiempo.

❷ **La temperatura y la humedad ambiente**: Estos dos factores son elementos primordiales en el inicio y desarrollo de las alteraciones cadavéricas; pues junto a la variable tiempo son necesarios para el progreso de los **procesos de digestión enzimática**, como así también para el **desarrollo de la actividad metabólica bacteriana**. Estas dos razones, hacen que la tríada tiempo – temperatura - humedad se conviertan en uno de los principales elementos para la evolución del cadáver.

Las **condiciones climáticas generales del lugar** en que se encuentra el cadáver son un factor substancial a considerar. La **temperatura ambiente**, la **humedad relativa** y el **movimiento del aire ambiental** tienen un alto impacto directo sobre la tasa de pérdida calórica del cadáver; siendo la **temperatura ambiental** el **factor decisivo** en el resultado final del enfriamiento cadavérico.

Las **temperaturas elevadas** del verano en conjunto con una **humedad ambiente alta** aumentan notablemente el grado de acción enzimática, como así también favorecen la actividad bacteriana y del resto de la flora y fauna cadavérica. El cuerpo inanimado pierde temperatura lentamente con lo cual los procesos autolíticos y de putrefacción post mortem se presentan con rapidez y se desarrollan con mayor velocidad. Por otro lado, las **temperaturas ambientales bajas** y la **disminución de la humedad ambiente**, al enfriar al cadáver rápidamente, restringen la acción enzimática y el desarrollo bacteriano. De esta manera se demora la aparición de los fenómenos cadavéricos. Es necesario aclarar que, las temperaturas bajas, **no suprimen pero si logran frenar temporalmente** el desarrollo de la actividad enzimática lo suficiente como para preservar el cadáver durante un periodo prolongado. Cabe acotar que tanto la refrigeración como la congelación, si bien frenan parcialmente la degradación orgánica por un lado, por el otro inducen algunos cambios morfológicos, conocidos como **artefectos por congelación**, que también debe ser tenidos en cuenta en el momento de realizar el diagnóstico patológico, pues suelen inducen a diagnósticos erróneos.

Como mencionamos anteriormente la **humedad atmosférica** también colabora en el desarrollo de los cambios post mortem. En atmósferas húmedas el enfriamiento

cadavérico es más rápido, pues el aire húmedo es mejor conductor del calor que el aire seco. Además en atmósferas húmedas se favorece las pérdidas de calor por evaporación. El movimiento del aire también genera pérdida de calor por convección, con lo cual los cadáveres depositados en lugares aireados perderán la temperatura con mayor rapidez, por lo tanto la iniciación de los fenómenos post mortem se retrasará.

❶ **El tamaño corporal del individuo:** El “tamaño” del cuerpo está definido básicamente por la especie, raza y edad, sin embargo es la talla o **la relación masa corporal / área de superficie corporal** lo que mejor define las relaciones del tamaño corporal con la pérdida calórica. En los individuos jóvenes como los terneros, cachorros, etc. se pierde el calor con mayor rapidez que en los adultos. Esto se debe a su mayor tasa de área superficial con relación a la masa corporal. Cuanto mayor sea el área de superficie corporal más rápido va a ser el enfriamiento cadavérico; mientras que cuanto mayor sea la masa corporal determinará una menor pérdida del calor corporal y también una menor rapidez en la pérdida de este. Y así a mayor tamaño o masa corporal con mayor rapidez se instalan y desarrollan los cambios post mortem. Esto se deberá, fundamentalmente, al mayor tiempo que se requiere en una gran masa corporal para disipar el calor interno; razón por la cual el enfriamiento cadavérico será más lento. Es común observar que en grandes animales (equinos y bovinos) los fenómenos cadavéricos se desarrollan con mucha mayor rapidez, aun en aquellos cuyos cuerpos han sido refrigerados y donde las partes exteriores se mantienen sin cambios aparentes, pero en el interior del cadáver los cambios cadavéricos han progresado. Debemos tener en cuenta que la fermentación de la ingesta, en los grandes reservorios, genera calor adicional. En las especies de poca masa corporal los cadáveres se enfrían rápidamente con lo cual se retrasa, algo, la presentación de los cambios post mortem.

❷ **Aislamiento externo:** Los elementos que cubren la superficie corporal como los anexos de la piel (pelo, lana o plumas) normalmente evitan la disipación de la temperatura corporal y actúan como aislantes del cuerpo. El desarrollo abundante de estos anexos retrasa la pérdida de calor si lo comparamos con animales con escasa cubierta de pelo, lana o plumas. Al retardarse la eliminación del calor corporal se activan con mayor facilidad y rapidez tanto la actividad enzimática y como bacteriana. Por ejemplo en los caninos con pelo largo – Collie – el cadáver sufre cambios post mortem con mayor rapidez que otros caninos de igual porte pero de pelo corto; un fenómeno similar ocurre con los ovinos con vellón completo en relación a los esquilados.

❸ **Estado nutricional del animal y tipo de dieta:** Los animales gordos u obesos se caracterizan por tener una gruesa capa de grasa subcutánea, esta interviene como una gran capa aislante. Mientras mayor sea el grado de gordura en el animal, más lenta será la pérdida de calor corporal del cadáver y por lo tanto más rápida la aparición de los cambios cadavéricos y la putrefacción. En animales flacos o magros, comparativamente, los procesos se inician tardíamente pues la pérdida calórica del cadáver es más rápida.

La dieta o tipo de dieta también resulta un factor de mucha importancia al momento de considerar los factores que inciden en el desarrollo de los cambios post mortem. En bovinos, en un régimen de engorde a corral, que está recibiendo una dieta muy rica en hidratos de carbono la pérdida de temperatura corporal será más lenta debido a la generación de calor adicional por parte de la fermentación ruminal de el alimento consumido. Como consecuencia, los cambios post mortem se iniciarán, comparativamente, en forma temprana y tendrán un mayor y más rápido desarrollo el “enfisema post mortem”; esto si se lo compara con el caso de un bovino que está alimentándose en un régimen pastoril.

La cantidad total de ingesta es otro factor importante. Cuando la ingesta previa a la muerte fue pobre en cantidad las posibilidades de generar calor adicional en el sistema digestivo son pocas; razón por lo cual no impactan en el inicio y desarrollo de los cambios post mortem. Todo lo contrario ocurre cuando la ingesta es muy abundante; las mismas generan calor adicional lo que induce a un rápido inicio de los cambios cadavéricos.

☛ **Especie animal:** La especie animal no solo determina el tamaño del individuo, sino también el tipo de aislamiento externo, tipo de alimentación, grado de gordura, etc.. Los equinos y bovinos con su gran masa corporal y la fuente de calor adicional de sus sistema digestivo pierden temperatura lentamente con lo que se inician los cambios post mortem con mayor rapidez. En los ovinos, con un abundante vellón, se retarda mucho la pérdida de temperatura corporal facilitando el inicio de los cambios. También ocurre esto en los cerdo adultos, especialmente los que se encuentran en engorde, debido a su gruesa capa subcutánea de grasa, El tipo de composición muscular define el tiempo de presentación de los cambios cadavérico como autólisis y putrefacción. El cerdo tiene una musculatura suave, húmeda y con infiltración grasa, estos son factores que facilitan la iniciación y desarrollo de los cambios. Mientras que los equinos o caninos al tener una carne mas seca y con poca grasa lleva a que las alteraciones cadavéricas se instalan tardíamente, si se lo compara con otras especies.

☛ **Estado de salud y tipo de afección:** En los estados de enfermedad subclínicos, en los que el animal muere rápidamente y sin signos clínicos de enfermedad (muerte súbita), o en aquellos estados morbosos caracterizados por signos clínicos de enfermedad de rápida evolución; es frecuente observar que los cambios post mortem se inician con mayor rapidez. Esto se debe a que el animal por lo general encuentra al proceso de la muerte con una muy alta cantidad de ingesta en el aparato gastrointestinal o con una alta carga bacteriana septicémica. Todo lo contrario ocurre en aquellos estados de enfermedad de larga duración o larga agonía; donde por lo general el contenido gastrointestinal es bajo en cantidad, como así también es baja la carga fermentecible o la bacteriana gastrointestinal. Aquí después de la muerte, por lo general, los cambios post mortem se retrasan temporalmente en su aparición si lo comparamos con el caso anterior.

■ **Cambios post mortem “inmediatos”**

Los Cambios post mortem “**inmediatos**” son todos aquellos cambios morfológicos o estructurales que tempranamente empiezan producirse en el cadáver; surgen a partir del momento de la muerte y continúan presentándose hasta la aparición de los primeros signos de putrefacción cadavérica.

▣ **Deshidratación cadavérica:** La piel y las mucosas aparentes se desecan con extrema facilidad y con rapidez luego de la muerte. Estas pierden su humedad natural por evaporación; fenómeno que esta en relación directa con los factores medio ambientales en los que se encuentra envuelto el cadáver como: temperatura, humedad y ventilación.

Las mucosas ocular, bucal y genital por estar expuestas directamente al aire se desecan en forma rápida. En general se las observa secas, opacas y con tendencia a oscurecer el color normal de la mucosa. Los globos oculares se retraen - hundimiento ocular - y se deseca la cornea; perdiendo esta su natural transparencia. Este fenómeno es conocido como “**enturbiamiento corneal**”.

La piel en los animales de pelo corto, también, se seca con facilidad y se endurece perdiendo su natural elasticidad; dando a la piel la sensación de algo acartonado al tacto, con

perdida de su flexibilidad. La piel en la parte superior de los cadáveres, que se encuentra en contacto con el aire, se deshidrata con mayor rapidez. Tomando una consistencia dura –coriácea. Mientras que la piel de las porciones inferiores del cuerpo tardan mas tiempo en deshidratarse y muestran una mayor tendencia a macerarse – ablandarse -, en especial cuando esta se encuentran apoyada sobre superficies húmedas como la tierra y pastos. Este fenómeno, también, es dependientes de la temperatura ambiental; las temperaturas extremas y baja humedad aceleran el proceso de deshidratación.

▣ **Algor mortis** o “**enfriamiento cadavérico**”: Luego de ocurrida la muerte la temperatura corporal comienza a descender hasta alcanzar o nivelarse con la temperatura del medio ambiente. Este enfriamiento cadavérico es consecuencia directa de la desaparición de los mecanismos naturales de generación y regulación de la temperatura corporal; que junto al cese simultaneo de la circulación sanguínea, la actividad muscular y los cambios en la actividad metabólica tisular llevan a acentuar el enfriamiento cadavérico. Como mencionamos anteriormente, la producción de calor corporal cesa inmediatamente luego de la muerte. Sin embargo la perdida de calor continua y se incrementa, aun después de la muerte. El enfriamiento cadavérico es, simplemente, un proceso físico donde la **tasa de enfriamiento del cadáver** esta determinada por la diferencia entre la temperatura del cuerpo y la del medio ambiente. La caída de la temperatura corporal después de la muerte se debe principalmente a la perdida de calor por radiación y convección. Si el cuerpo esta mojado la evaporación pasa a ser un factor importante.

Este fenómeno de enfriamiento cadavérico es uno de los indicadores más simple y útiles, dentro de las primeras horas de ocurrida la muerte, para poder determinar aproximadamente el “Intervalo post mortem”. El IPM es un indicador o estimado del tiempo que lleva muerto el cuerpo. Es importante remarcar que esto es solo aplicable para las primeras 24 horas post mortem. Luego de la muerte, por algunas horas (1 a 5 hs.), la temperatura inicialmente se mantiene “estable” (meseta térmica). En seguida, de este periodo inicial, se continua con un descenso linear de la perdida de calor. Esta perdida se acelera cuando más se aproxima a la temperatura del ambiente. Es necesario remarcar que esta curva de enfriamiento cadavérico **no es un indicador exacto o absoluto del tiempo de muerte o IPM**. Este es solo un indicador relativo y debe ser tenido en cuenta siempre en relación con otras variables corporales, físicas y ambientales. Esto se debe a que la tasa de enfriamiento o de perdida de temperatura, también, es fuertemente afectada por los factores ambientales y por los factores dependientes del cuerpo entre los que se incluyen: **●**Tamaño corporal, **●**Cobertura externa, **●**Estado corporal, etc. Solo analizaremos algunos de los factores, **para mas detalles ver** (factores con capacidad de crear variaciones importantes en el tiempo de presentación de los cambios post mortem, pagina 3 y 4.)

El ritmo de caída de la temperatura corporal no siempre es similar y en no todas las especies y razas dentro de la especie se repite matemáticamente. En términos prácticos sabemos que en los grandes ruminantes al igual que en el equino, la perdida de temperatura corporal post mortem además de estar ligada a su tamaño corporal esta ligada el tipo y cantidad de alimento contenido en los grandes reservorios. Pero también a la actividad fermentativa de el rumen o el intestino grueso en los monogástricos. En la **especie humana** se conoce que luego de la muerte corporal la temperatura cae aproximadamente un grado por hora durante las primeras doce horas. A partir de allí se reduce solo 0,5 grados por hora hasta completar las primeras veinticuatro horas. Sin embargo esto debe ser tomado **tan solo como una guía** y debe **evaluarse en conjunto con otros parámetros** importantes como: especie, raza, estado corporal, tipo de enfermedad que causo la muerte, temperatura y humedad ambiente, etc. Estos son, algunos de los numerosos, factores que sabemos que siempre modificaran la marcha del enfriamiento cadavérico.

Es usual asumir que la temperatura corporal al momento de la muerte es normal; sin embargo en la practica nos encontramos que en muchos casos esta temperatura corporal puede

haber sido subnormal o estado de hipotermia o haber estado marcadamente elevada o estado de hipertermia. Es común observar que cuando un animal muere en estado de hipotermia como por ejemplo en: Hipotermias por frío, estado corporal de caquexia, congelación, falla cardíaca congestiva, hemorragias masivas y el shock la temperatura corporal final descenderá con mayor rapidez. Mientras que en los cuadros de enfermedad caracterizados por temperaturas corporales elevadas, como suele observarse en las muertes por golpe de calor y infecciones septicemias agudas como el Carbunco, la temperatura corporal final será elevada y continuara subiendo por un lapso, para luego si descender lentamente hasta nivelar con la temperatura ambiente.

▣ **Rigidez cadavérica**: Este fenómeno cadavérico es también conocido como "**Rigor mortis**". Inmediatamente luego de la muerte la musculatura corporal tiende hacia una relajación muscular total (**flacidez muscular primaria**), originada en la cese de funciones del SNC, y de muy breve duración. Esta flacidez muscular primaria se continua, rápidamente, con una contractura o rigidez generalizada de toda la musculatura del organismo, el "**Rigor mortis**"; produciéndose la rigidez de la totalidad de la musculatura corporal.

La rigidez cadavérica se caracteriza por presentarse en forma progresiva; y se instala en unas pocas horas de ocurrida la muerte del animal. Luego que el rigor mortis se ha desarrollado completamente las articulaciones quedan fija, sin movimientos, ya sea en extensión o flexión de acuerdo a como se encontraba dispuesto el cuerpo al momento de la muerte. Este fenómeno de rigidez cadavérica luego al transcurrir el tiempo tiende a desaparecer o finaliza; es seguido por una relajación muscular generalizada o "**flacidez muscular secundaria**".

Inmediatamente luego de la muerte, durante el breve período que dura la **flacidez muscular primaria**, se produce una relajación muscular generalizada en todo el organismo. Esta se caracteriza por la dilatación pupilar, la relajación de las viseras con pared muscular y los esfínteres, como así también por la flacidez muscular total en los miembros y cuerpo. Pasada esta breve etapa de duración muy variable, comienza la **rigidez cadavérica o Rigor mortis**.

Este fenómeno de rigidez cadavérica involucra tanto a la musculatura lisa como a la musculatura estriada cardíaca y esquelética (músculos involuntarios y voluntarios); siendo solo el resultado de profundos cambios físico y químicos en las proteínas de las fibras musculares. Luego de la muerte corporal, y con el cese de la circulación sanguínea, las fibras musculares comienzan con un periodo de anoxia. Esto impacta sobre los procesos bioquímicos celulares dependientes del O^2 . Luego del consumo total del O^2 tisular dejan de funcionar algunos sistemas bioquímicos celulares dependientes del oxígeno; cesando principalmente la producción de energía intracelular aeróbica. La ausencia de O^2 lleva a que rápidamente se caigan los niveles de ATP, principalmente, por ausencia del ciclo de refosforilación. Es entonces que las células musculares rápidamente recurren a la **glucólisis anaeróbica** como una fuente alternativa en la generación de energía. Esta se caracteriza por ser de bajo rendimiento energético y solo momentánea. El ciclo de refosforilación es esencial, razón por la cual, ante la emergencia energética los mecanismos homeostáticos en un intento de mantener los sistemas biológicos en funcionamiento cambian a una secuencia de trabajo anaeróbica con el objeto de la proveer algo mas de energía y tratar superar el acontecimiento. Se inicia la glucólisis anaeróbica, cuyo resultado final es la rápida depleción del glucógeno muscular y un gran incremento intracelular de los ácidos pirúvico y láctico. Estos subproductos metabólicos no pueden ser retirados por la falta de circulación sanguínea, con lo cual resultan retenidos en el espacio intracelular. Esto lleva a una caída del pH intracelular a valores críticos, desde pH 7 a pH 5.6, junto a la caída de los valores de ATP.

Es ampliamente conocido que la contracción y la relajación muscular son procesos activos que constantemente requieren energía, bajo la forma de **ATP**. La **depleción de ATP por falta de su regeneración** da como resultado que por un lado que se acumule Ca^{++} en el sarcoplasma y

por el otro se inhabilita a la molécula de miosina a desprender su porción que se encuentra en unión con la molécula de actina. Con lo cual el músculo se mantiene en una contracción permanente pues no está presente la energía necesaria para retornar al Ca^{++} al retículo sarcoplásmico y separar las moléculas de actina y miosina.

El descenso del pH, como fue mencionado anteriormente, y la presencia de Ca libre en el sarcoplasma activa el sistema enzimático de las catepsinas con cual se inicia un nuevo y fundamental fenómeno: la **proteólisis autolítica**. La acción de estas enzimas propias, sobre las moléculas de actina y miosina, sumado a la acción de enzimas exógenas, pero de origen bacteriano, llevan en conjunto a la desnaturalización de las proteínas musculares. Es aquí el momento en el que comienza **la fase de flacidez muscular secundaria o terminación de la rigidez cadavérica**. La declinación del rigor mortis se caracteriza por un relajación paulatina; coincidiendo la desaparición total de la rigidez con la aparición de los fenómenos de putrefacción.

Se conoce que la rigidez cadavérica se inicia aproximadamente, a las dos o tres horas de ocurrida la muerte. No obstante hay una gran margen de variación, tanto, en relación al momento de inicio de la "**rigidez cadavérica**" como en la duración promedio de esta. Transcurridas alrededor de 6 a 9 hs. la rigidez se encuentra en pleno desarrollo; y es aproximadamente a las 12 hs. que esta rigidez cadavérica llega a su máxima expresión y dura aproximadamente otras 12 hs. más. Luego de este periodo aproximado de 24 horas inmediatamente iniciar un período de declinación de aproximadamente 12 hs.. Etapa en el cual el rigor mortis comienza a disiparse lentamente. Tomando en consideración los diferentes periodos, desde su inicio hasta su terminación, la **rigidez cadavérica** ocupa un espacio variable entre 18/24 horas a 36/48 horas. Esta variabilidad es el resultado de numerosos factores, los que se describen a continuación.

Existen múltiples factores que poseen gran **influencias sobre el momento de inicio y duración de la rigidez cadavérica**; pero tal vez solo sean dos, **temperatura ambiente y grado de actividad muscular previo a la muerte**, los que **mayor influencia** ejercen sobre este cambio post mortem específico. En los climas templados el ciclo completo del Rigor mortis tiene una duración aproximada de entre 36 a 48 hs.. Mientras que si la temperatura ambiente es alta, climas calidos, el rápido desarrollo temprano de la putrefacción hace desaparecer al Rigor mortis en un número menor de horas, 12 horas aproximadamente. Como se menciono anteriormente, en ambientes con altas temperaturas, no solo el inicio se acelera sino que también el periodo de rigidez cadavérica es de corta duración. Por el contrario, en temperaturas frías el inicio se retarda, mientras que la duración total del ciclo total es de mayor duración. Con temperaturas en promedio por debajo de los 10° C. la rigidez cadavérica excepcionalmente se desarrolla.

El **grado de actividad muscular previo a la muerte** es también un **factor decisivo** en relación al inicio y tiempo de duración de la rigidez cadavérica. El Rigor mortis es de rápida aparición y de muy corta duración en animales con un prolongado ayuno o con una actividad muscular intensa previa a la muerte, como en el estrés de captura o síndrome del "animal cansado", o en enfermedades con contractura musculares intensas como tétano, meningoencefalitis, intoxicación con estrocnina, etc.. La razón es simple, las pocas reservas de glucógeno muscular son llevadas a un rápido consumo del glucógeno restante y con eso al rápido descenso de los niveles de ATP, que desencadena el ciclo. La acumulación previa de Acido láctico se suma a lo acumulado durante el rigor, esto activa anticipadamente las enzimas endógenas que inician la proteólisis en las fibras musculares, que sumado a las provenientes de las bacterias completan la desnaturalización proteica necesaria para terminar con el rigor mortis.

El inicio y desarrollo siempre es rápido en animales jóvenes si se lo compara con los animales adultos; algo similar se observa en animales afectados por enfermedades caquequetizantes, al igual que en animales con enfermedades septicémicas. Por el contrario un inicio tardío del Rigor mortis se observa en cadáveres con una temperatura exterior baja. En

animales con “muerte súbita”, una de las formas de muerte somática, el inicio y desarrollo del rigor es tardío; se piensa que esta asociado a la falta de actividad muscular previa en esta forma de muerte somática. De la misma manera ocurre retardado el inicio y desarrollo del rigor en las muertes provocadas por : asfixia, intoxicación con monóxido de carbono, y en todo animal con cuadros de anemia, por severas hemorragias.

La intensidad de instalación y la distribución del rigor no debe ser confundida con el grado de desarrollo del rigor mortis dentro del cadáver, categorizado como: Rm completo, Rm parcial o Rm ausente. Esto **siempre debe ser evaluado en el examen o inspección inicial del cadáver antes de la necropsia**. La maniobra es sencilla: Se intenta flexionar las diferentes articulaciones, su rigidez nos indicaran la localización y grado de desarrollo del Rigor mortis. La musculatura lisa, de los órganos gastrointestinales, es la primera en sufrir el efecto de rigidez cadavérica. Con esto se explica las contracciones y los movimientos observados en la masa intestinal de un cadáver muerto recientemente, mientras se les esta practicando la necropsia. Típicamente el rigor mortis primero aparece en los pequeños músculos de los párpados, la mandíbula inferior y cuello , para continuar luego por los miembros , tomando primero las articulaciones distales y luego las grades articulaciones proximales. Se conoce en general que el rigor mortis desaparece en el mismo orden el cual se inicio y desarrollo. Clásicamente se dice que el rigor se desarrolla secuencialmente, sin embargo esto no es constante, simétrico o regular. Algunos investigadores opinan que el desarrollo del rigor es simultáneo en toda la musculatura , pero que **tarda en instalarse definitivamente mas tiempo en las grandes masas musculares que en las pequeñas**.

El uso de la rigidez cadavérica como método único para estimar el tiempo de muerte o IPM es poco aceptado por los Médicos Forenses por ser este extremadamente poco seguro. Sin embargo se podría realizar una gran simplificación y establecer que los cadáveres pueden ser divididos entre:

- Aquellos **aun calientes**, en los que el rigor mortis aun no esta presente. Esto indica aproximadamente que la muerte ocurrió dentro de las **tres horas** previas.
- Aquellos cadáveres en los que el **rigor se encuentra en progreso**. Esto indica aproximadamente que la muerte probablemente ocurrió entre las **2 y 9 horas** previas al hallazgo.
- Aquellos cadáveres en los que el **rigor esta totalmente establecido**, mostrando que la muerte tubo lugar aproximadamente entre las **9 y 12 horas**. previas al hallazgo.
- Aquellos cadáveres en los que la temperatura se equiparo con la ambiental y el **rigor van en camino de desaparición**, pero que aun no presenta indicción de putrefacción. Esto indica aproximadamente un periodo de muerte entre las **24 a 36 horas**.

Es necesario remarcar, para evitar confusiones, que en los casos de cadáveres que hayan sido sometidos a calor intenso como el fuego directo, tienen como resultado una rigidez por calor y no una contracción muscular; el acortamiento muscular es como consecuencia de la coagulación de las proteínas musculares y no del rigor mortis en si. El frío y la congelación del cadáver también causa rigidez de los músculos y pospone el desarrollo de la verdadera rigidez cadavérica.

▣ **Livideces cadavéricas** o “**Livor mortis**”: Este fenómeno post mortem se caracteriza por manchas en la piel de las zonas inferiores del cadáver. Estas tienen un color rojo vinoso o rojo azulado y colorean la superficie cutánea. Esta manifestación, manchas o grandes áreas color rojo azulado, es producida por la sedimentación gravitacional de la sangre con posterior

encharcamiento intravascular, especialmente en el lecho capilar y venas. Este es un evento pasivo, que se desarrolla como consecuencia directa de la pérdida del tono vascular y del efecto de la ley de gravedad sobre la sangre, con sedimentación y estancamiento de la sangre aun fluida.

El proceso comienza inmediatamente al cesar la circulación sanguínea corpórea, y es mas pronunciado en todos aquellos casos que el animal presentaba una enfermedad con fallas circulatorias previas a la muerte. Las livideces o manchas se desarrollan durante el periodo post mortem por influencia de la fuerza gravitacional como mencionamos anteriormente, pero que es facilitado además por que la sangre se mantiene líquida por un espacio de tiempo que permite su sedimentación en las áreas declives del cadáver. Luego se produce la coagulación de la sangre, fenómeno que rápidamente es seguido por la liberación de fibrinolisisina, lo cual lleva a la disolución de los coágulos, principalmente a nivel capilar y en pequeños vasos. Esto facilita nuevamente la **recirculación gravitacional**.

El color rojo azulado de las livideces cadavéricas no debe confundirse con “cianosis”, fenómeno ante mortem, que solo se produce en vida y se caracteriza por la coloración rojo azulada de las membranas mucosa. La coloración rojo vinoso o azul purpúreo de las livideces se debe a la pérdida de O² de la sangre y de la mezcla con sangre venosa desoxigenada. Las livideces, también van cambiando su color **al iniciarse los fenómenos de la putrefacción**. Con la degradación putrefactiva de la hemoglobina; primero toman un color verdoso y luego marrón negruzco. En los casos de muerte por intoxicación con monóxido de carbono, las livideces toman un color cereza, mientras que con los tóxicos que forman metahemoglobina, la livideces adquieren un color rojo marrón. En los cadáveres refrigerados o congelados las livideces suelen tomar una coloración rosa brillante

Las livideces se hacen perceptibles entre los 30 minutos y las 4 hs. posteriores a la muerte; y se manifiestan intensamente entre las 8 y 12 horas posteriores a la muerte. Luego de transcurridas las primeras 24 horas de IPM ya no se producen mas. En las enfermedades que cursan con cuadros caracterizados por una falla circulatoria terminal las livideces aparecen con mayor rapidez, mientras que en enfermedades hemorrágicas o anemizantes las livideces tardan en realizar su aparición.

Por lo general en las zonas inferiores del cadáver que se encuentran apoyando sobre algo firme, el área quedan de un color mas pálido; pues esta presiones de apoyo, aunque suaves, son suficientes para prevenir el llenado gravitacional de los capilares sanguíneos y venas. El resultado es que esas áreas de contacto se muestran mas pálidas que las restantes.

Las livideces pueden ser un indicador útil, desde el punto de vista medico forense, cuando se trata de establecer la posición en que murió el animal. Pues luego de un IPM de 10 a 12 horas las livideces se **fijan** y al reposicionar al cadáver se induce a una redistribución de el liquido sanguinolento que reemplaza a la sangre. Sin embargo la distribución primaria de las livideces no se decolorara, dejando siempre su marca. Es necesario tener en cuenta que la fijación de las livideces es un fenómeno relativo, pues si el cadáver es movido tempranamente (durante las seis primeras horas), las livideces primarias se decoloran y se desarrolla en una nueva distribución secundaria. Es mas, moviendo el cadáver luego, de 24 horas, se desarrollaran las livideces secundarias, pero aquí se mostraran con una distribución dual, pues las primarias estarán “fijas” y no sufrirán decoloración.

Las livideces puede llegar a confundirse con un hematoma superficial. Para establecer la diferencia se puede cortar la piel del área; como resultado se observara que en una lividez la sangre se encuentra contenida en los vasos venosos y capilares de la zona; mientras que en un hematoma la sangre se encontrara infiltrando los tejidos y no puede ser barrida por el lavado con agua corriente.

En las áreas del cadáver donde existen livideces el proceso putrefactivo comienza en forma temprana. En principio se produce una rápida hemólisis de los glóbulos rojos y una amplia difusión tisular por el área de la hemoglobina (***imbibición post mortem***). Estas áreas, luego sufrirá cambios secundarios de color con la transformación de la hemoglobina en sulfohemoglobina; primero toman un color verdoso, luego negrozco.

▣ ***Hipostasia visceral***: En esencia es un fenómeno cadavérico, similar, al descrito anteriormente como "***Livor mortis***". Este se caracteriza por una sedimentación gravitacional de la sangre intravascular no circulante, con posterior ***acumulación en las áreas declive de las vísceras***. La diferencia con lo anterior es el lugar, pues aquí el fenómeno se establece básicamente en las partes inferiores o declives de las distintas vísceras del organismo. Es muy común observar este cambio post mortem en pulmones, hígado, riñones, e intestinos. El área visceral afectada se ve de color rojo vinoso o con un tono mayor al normal, mientras que en su parte superior normal mantiene su color o se ve más pálida. Este fenómeno post mortem ***no debe ser confundido*** con una verdadera congestión o un fenómeno inflamatorio; en estos casos la distribución de las áreas no guarda relación con la posición post mortem del órgano en cuestión. .

▣ ***Autólisis post mortem***: Con la muerte del cuerpo se inicia rápidamente un proceso de disolución de tejidos y células, ya sean estas normales o enfermas; estuviesen o no lesionadas previamente. Este fenómeno biológico se caracteriza por que la disolución o digestión de los tejidos y células, es efectuada, por sus propios sistemas enzimáticos celulares. Esto representa un verdadero proceso de autodigestión. La ***autólisis post mortem*** es un proceso de degradación enzimático que se despliega como resultado de la liberación de potentes hidrolasas lisosomales al citoplasma de las células. Adicionalmente, la acción de estas es complementada por enzimas producidas en otras células y liberadas al medio al producirse el aumento de la permeabilidad de las membranas celulares que están sufriendo la anoxia post mortem. Estas reacciones enzimáticas hidrolíticas, internas y externas, convierten a las células en una masa o bolsa de detritus por disolución completa de las estructuras internas celulares y todos sus organoides. Posteriormente, la célula como unidad estructural también sufrirá la lisis y disolución. Este fenómeno de autodigestión o autólisis post mortem es seguido, luego, por la putrefacción.

El ***aspecto macroscópico*** que toman los tejidos con autólisis post mortem es muy variable, sin embargo se pueden destacar que en general son dos las principales cambios. Estos tienen las siguientes características generales:

- ***Perdida de color***: El tejido autolítico es ***uniformemente pálido***, la hemólisis intravascular de los glóbulos rojos embebe el tejido y puede darle una tonalidad rojo negrozco uniforme. ***Los cambios autolíticos tienden a ser uniformes en la estructura del órgano, mientras que los cambios ante mortem tienen la tendencia a desarrollarse en áreas definidas o focales.***
- ***Perdida de resistencia***: Los tejidos autolíticos son ***poco resistentes a la presión o a la tensión***. Es común observar que durante la necropsia de un animal muy autolítico al retirar el intestino este se rompe con extrema facilidad, no soporta ni su propio peso. En los órganos macizos – hígado, riñón – la pérdida de resistencia se caracteriza por la fragilidad a la presión, los dedos pueden introducirse sin resistencia dentro del órgano.

Conocer el aspecto microscópico de células y tejidos autolíticos, también, es de gran ayuda cuando se intenta determinar ***si solo se trata de autólisis post mortem o de una necrosis***. Por lo "general" la autólisis post mortem muestra una ***distribución uniforme en el tejido afectado***, mientras que la muerte celular ante mortem o necrosis suelen tomar un ***distribución focal o en forma de parches***. A pesar de esto, en ocasiones la autólisis post mortem muestra una

distribución decididamente zonal. Por lo tanto siempre es conveniente recurrir a otros detalles microscópicos para decidir por una u otra opción: Ej.- Los cambios ante mortem, por lo general, van acompañados de una reacción vascular – hiperemia - o inflamatoria rodeando al área de necrosis. También se debe observar el estado de los eritrocitos dentro de los vasos, pues si presentan sus contornos indefinidos y la pérdida de cromacia, sirve de indicio de autólisis post mortem. La hemólisis intravascular también es otro indicio de autólisis post mortem. Si se observa a los eritrocitos fuera de los vasos no sirven pues estos rápidamente sufren autólisis.

Luego del cese de las funciones vitales se inician los cambios autolíticos en todo el organismo al mismo tiempo. Sin embargo en algunos sitios específicos la autólisis post mortem se manifiesta siempre con mayor rapidez. Por cierto que también, además de los factores endógenos, existen numerosos factores exógenos que influyen sobre el grado de desarrollo de la autólisis post mortem, analicemos alguno de ellos.

Los tejidos que poseen células con altos contenidos de enzimas hidrolíticas, como por ejemplo los tejidos pancreático, hepático, renal, gastrointestinal, etc. sufren autólisis en forma más rápida que los tejidos constituidos por células con bajos contenidos enzimáticos; como por ejemplo el tejido conectivo, muscular, óseo, etc.. Por esta razón el proceso de autólisis siempre es mayor o más rápido en algunas partes del cuerpo que en otras como por ejemplo en el tracto digestivo donde la mucosa sufre de la acción endógena y exógena de las enzimas digestivas, sumado a la falta de protección del mucus digestivo; esto ocurre más lentamente en otros tejidos como el muscular.

Conocer la velocidad relativa a la cual los diferentes tejidos comienzan a mostrar los signos de la autólisis post mortem es de mucha ayuda al momento de tener que realizar una evaluación diagnóstica. Por ejemplo en la mucosa del tracto digestivo la autólisis se produce rápidamente, pues sumado a la natural carga enzimática de sus células hay que adicionarle la acción de los otros jugos digestivos normales. La mucosa de la vesícula biliar, también, entra rápidamente en autólisis post mortem. La medula adrenal es siempre un sitio crítico en relación a su facilidad de autolizarse. En el tejido nervioso muestra una dualidad particular; mientras que las neuronas rápidamente sufren los efectos de la autólisis. Todas las células de la línea de sostén – células gliales - presentan indicios de autólisis siempre tardíamente. El riñón, también, muestra áreas de rápida autólisis: tubulos contorneados proximales, mientras que en los tubulos contorneados distales es más lenta la aparición de autólisis post mortem.

Tanto las alteraciones autolíticas como la putrefacción dependen de factores endógenos y exógenos muy variados y no solo del tiempo cronológico de muerte como el principal factor de variación. El frió inhibe o desacelera el proceso de autólisis, mientras que las altas temperaturas lo aceleran al deterioro post mortem. Las características del animal o zootécnicas también influyen; un vellón abundante o una gruesa capa de grasa corporal ayudan a la retención de calor con lo cual se acelera el proceso de autólisis post mortem. Si la temperatura corporal al momento de la muerte es alta – estado febril, golpe de calor – o la temperatura ambiente muy alta la autólisis se produce rápidamente. En algunas enfermedades septicémicas inmediatamente antes de la muerte se diseminan a través del torrente circulatorio gran cantidad de microorganismos anaerobios – Cl. septicum, perfringens, novyi, etc – que colaboran con sus enzimas en la destrucción post mortem de los tejidos.

▣ **Destrucción del cadáver por factores exógenos:** El cadáver, habitualmente, es destruido o alterado por la acción de ciertos factores exógenos durante el transcurso de las primeras etapas de la evolución cadavérica. Estas alteraciones morfológicas son también llamadas “**lesiones post mortem**” por algunos médicos forenses. En general consideramos a esto incorrecto, o al menos inexacto. Pues no son lesiones ya que no hay una verdadera reacción ante la injuria tal cual

ocurre en un organismo vivo. Estas deben ser llamadas simplemente **daño, destrucción o alteración morfológica cadavérica**, teniendo en cuenta que la acción alterante es, solamente, exógeno y no hay participación del organismo como tal.

Entre estos factores exógenos con capacidad de producir verdaderas alteraciones morfológicas en un cadáver debemos considerar a las condiciones climáticas o ambientales, a lo ecosistemas, y sus componentes biológicos de flora y fauna, donde queda integrado el cadáver, y por ultimo a la acción deliberada del hombre.

Los factores climáticos actúan siempre indirectamente, al favorecer o perjudicar la acción de los seres vivos, flora y fauna, componentes del ecosistema donde se encuentra el cadáver. Este ecosistema, generalmente, esta compuesto por la flora y fauna típica de cada área geográfica en particular. Cabe destacar dentro de la fauna a los componentes que van a actuar sobre el cadáver. Por lo general son organismos de tipo **necrófagos, necrófilos, omnívoros y oportunistas o fauna carroñera**. Estos actúan tanto tempranamente como así también en los periodos tardíos colaboraran en la destrucción y eliminación del cadáver. Aun tan tempranamente, como en el periodo agónico; como he podido observar en muchas oportunidades **daño infligido por aves carroñeras**. Ocasión en la que Carachos (*Polyborus plancus*) han producido una destrucción directa del cuerpo con extirpación del globo ocular y párpado de la parte superior del cuerpo, como así también lesiones en piel y tejido subcutáneo de las partes blandas de la región perianal. También cabe destacar la rápida invasión de las partes húmedas del cadáver por insectos de la fauna cadavérica compuesta principalmente por insectos necrófagos, Dípteros spp. de una gran variedad de especies. Estos insectos ponen sus huevos en las partes húmedas del cadáver y rápidamente, en especial en climas cálidos, nacen las larvas que verdaderamente se alimentan con los tejidos muertos. Otros vertebrados carroñeros o omnívoros oportunistas también participan: Zorros, roedores, perros, chimangos, etc.

El efecto directo de la acción de estos factores exógenos biológicos sobre el cadáver queda evidenciado por la destrucción o daños sobre áreas específicas del cadáver o también por la extracción de vísceras. Estos carroñeros comienzan comiendo las partes blandas de la cabeza del cadáver como el ojo y párpados superior, oreja, extremo de nariz, labios, quijada, lengua, etc. También lo hacen en la región perineal tomando ano y toda la región muscular perianal, como así también destruyen o evisceran los órganos contenidos en la pelvis. La piel y los tejidos presenta claramente huellas de la dentadura como así también los signos de tejidos desgarrados en forma post mortem. Cuando la ruptura o laceración de los tejidos se produce sobre un tejido "**muerto**", nunca van a estar presentes los **signos de vitalidad de una lesión**, que mas abajo se detallan.

Cuadro 4.- **Signos de vitalidad de una lesión**

► **Signos macroscópicos y microscópicos**: •Infiltración hemática de los bordes, •retracción de los bordes, •turgencia - congestión y edema tisular, •ruptura capilar perilesional, e •infiltrado leucocitario circundante a la lesión y secreción serohemática.

En relación a la acción deliberada del hombre debemos considerar esto dos aspectos. Una la **acción deliberada con una finalidad económica** como es la acción de extraer el cuero o desuello; un recupero económico importante sobre de un animal muerto, especialmente en bovinos. Y el otro aspecto una **acción deliberada con una finalidad de daño o mutilación** del cadáver. Esto ultimo es **muy poco frecuente**, pero debe ser tenido en cuenta pues ciertas sectas religiosas utilizan tejidos animales para la practicas de sus ritos, con lo cual podrían recurrir a sacrificar a un animal o a utilizar un cadáver para la extracción de los elementos necesarios para

el rito. En ambos casos los daños producidos son de fácil corroboración pues por lo general esto se realiza con un animal sacrificado o un cadáver con muy pocas horas de post mortem. Y además se utilizan elementos cortantes que dejan claras señales los tejidos, esto es cortes netos.

■ **Cambios post mortem “mediatos o alejados”:**

Los Cambios post mortem “**mediatos o alejados**” son todos aquellos cambios morfológicos o estructurales que ocurren en el cadáver desde el momento que comienzan la aparición de los primeros signos de putrefacción cadavérica hasta llegar a la destrucción o desaparición completa del cadáver. La **putrefacción es el principal cambio** post mortem mediato o alejado; todos los demás son solo cambios secundarios e íntimamente asociados a este **proceso dinámico de putrefacción**.

▣ **Imbibición post mortem**: Es la coloración post mortem que toman algunos tejidos por pigmentos orgánicos degradados, específicamente hemoglobina o alguno de sus derivados, que es liberada durante los procesos de autólisis y digestión celular con posterior putrefacción. Este cambio post mortem aparece, específicamente, entre el periodo medio o avanzado de la autólisis post mortem y la primera etapa de la putrefacción.

La Imbibición post mortem es el resultado final de la hemólisis intravascular que sufren los eritrocitos con lo cual la hemoglobina es liberada al medio. Esta, luego, se solubiliza en los líquidos tisulares y comienza así a difundir en los tejidos del organismo muerto. Primero el pigmento va embebiendo y coloreando a todos los tejidos del área cercana o que rodean a los vasos sanguíneos. Los tejidos blancos o amarillentos adquieren una coloración rosada sucia, pálida. Donde mejor se observa este fenómeno es en las paredes de las viseras huecas, serosa y paredes de los vasos sanguíneos que toman rápidamente una coloración rojiza difusa. Algo similar ocurre con la bilis; este es un fenómeno semejante debido a la difusión de la bilis y sus pigmentos a través de las paredes de la vesícula biliar, tiñendo el tejido hepático y órganos adyacentes de un color verdoso o amarillo verdoso perfectamente delimitado.

▣ **Seudomelanosis**: Es la aparición de una coloración grisácea, verdosa o negruzca en los tejidos luego de un avanzado el estado putrefacción. Esta coloración de los tejidos se debe a que durante el proceso de la putrefacción son numerosas las bacterias que producen sulfuro de hidrógeno. Este al combinarse con el hierro de la hemoglobina produce sulfuro de hierro, un pigmento negro que le imparte esta coloración pardo negruzca a los tejidos. La combinación de este pigmento con otros da las distintas tonalidades verdes, grisáceas o negruzcas.

▣ **Enfisema post mortem**: Es la acumulación de gases en las cavidades, en los tejidos huecos y en los órganos macizos del cuerpo. Estos gases provienen de la fermentación bacteriana y de la putrefacción. Los gases que se producen durante el procesos de putrefacción son: Metano, dióxido de carbono, amoníaco, gas sulfídrico, etc. El olor de la putrefacción es producido por estos gases y pequeñas cantidades de mercaptan.

Cabe remarcar que generalmente se producen en grandes cantidades y que esta acumulación de gas produce una gran distensión abdominal; también el gas se acumula en las grandes masa musculares del cuello, tronco y miembros. Esta acumulación distiende todo el cadáver (periodo enfisematoso). Los órganos macizos también se presentan enfisematosos, exhibiendo burbujas debajo de la cápsula y en el parénquima profundo; a la palpación se produce una particular sensación de crepitación. Esta distensión abdominal gaseosa empuja y comprime a los órganos abdominales y de otras cavidades; y provocando la salida de líquidos pútridos por boca, nariz y vagina. A nivel del ano es frecuente observar la expulsión de líquidos mezclados con

materia fecal. También, en forma ocasional, se puede llegar a observar la expulsión de un feto desde un útero grávido (**aborto postmortem**). Los órganos ricos en tejido conectivo laxo y fibras musculares lisas se distienden con facilidad, al igual que la musculatura esquelética: Párpados, labios, mejillas, lengua, glándula mamaria, vagina, escroto, etc. Luego de varios días de distensión gaseosa, estos gases por lo general encuentran una vía de escape, el cadáver colapsa al descomprimirse todas las cavidades y el gas alojado en los tejidos blandos.

▣ **Ruptura post mortem**: Los gases de fermentación que se producen y acumulan en las viseras huecas y que provocan la distensión progresiva de las estructuras del cuerpo en ocasiones provocan la ruptura de la visera: estomago, intestino, etc. Esto se debe a la extrema presión ocasionada por la acumulación de gases y también por el debilitamiento de las paredes como consecuencia de la autólisis y putrefacción

▣ **Desplazamiento post mortem**: Tanto la acumulación de gases en las viseras huecas como los movimientos (movido, rotado o colgado) del cadáver provocan, ocasionalmente, desplazamientos de vísceras; especialmente en la masa intestinal. Las porciones de intestino que contienen gas se elevan en tanto que los segmentos que contienen alimento o líquidos caen hacia ventral de la cavidad abdominal. Esto puede llevar a la rotación de la masa intestinal; produciéndose un cambio de posición de la masa intestinal post mortem. Estos cambios deben diferenciarse de las malas posiciones de las viseras "**ante mortem**"; el desplazamiento de los órganos debido a cambios post mortem **no muestra hiperemia pasiva**. Otros órganos abdominales también pueden sufrir cambios de posición, y ser empujados a otra cavidad del cuerpo, tal como el estomago o parte del hígado que pasa a través de una ruptura postmortem del diafragma hacia a la cavidad torácica.

▣ **Putrefacción**: Es un proceso biológico complejo que se caracteriza, especialmente, por la descomposición o degradación post mortem de los tejidos y de toda la materia orgánica componente de un cadáver. La destrucción tisular y de la materia orgánica es el resultado de la acción combinada de enzimas endógenas (autólisis) y de una potente acción enzimática y degradativa ejercida por una importante flora y fauna compuesta de: bacteria, hongos, artrópodos y vertebrados. Toda esta flora y fauna actúan sobre los componentes básicos del organismo animal muerto y los líquidos corporales hasta lograr su total degradación. Las bacterias, especialmente, representan un elemento primordial en el proceso de la putrefacción cadavérica. Luego de la muerte corporal las bacterias comensales aerobias del tracto respiratorio y digestivo, como así también las bacterias del exterior comienzan a multiplicarse y a invadir los tejidos muertos del organismo. En los tejidos muertos se produce un descenso rápido del pH, mientras que la falta de O² favorece el rápido crecimiento de microorganismos anaerobios con gran capacidad de fermentación, que provienen principalmente de la masa intestinal.

Este proceso de degradación cadavérica esta compuesto por varias etapas. El **primer periodo o etapa de la putrefacción** es el "**Cromático**"; este comienza 24 a 36 hs. post mortem. En los animales domésticos con una talla pequeña o mediana los primeros signos visibles de putrefacción se manifiestan en la piel de la pared abdominal. La piel del abdomen comienza a tomar una coloración verdosa especialmente en el área inguinal para ir extendiéndose hacia el tórax y miembros. Esta coloración verdosa, de la piel y tejidos subcutáneos, surge de la acción degradativa de las bacterias sobre la hemoglobina que se encuentra embebida en el área. Estos primeros cambios morfológicos que indican putrefacción son frecuentemente enmascarados por la coloración normal de la piel y por la cobertura de la piel, pelos, lana o plumas. Con el avance del proceso de putrefacción, los anexos de la piel se comienzan a separar con extrema facilidad de esta; es necesario tan solo una suave tracción sobre los anexos: pelos, lana, plumas o uñas y pezuñas para que se desprendan.

El segundo periodo de la putrefacción es el “**Enfisematoso**”; este si es rápidamente visible. Los principales cambios observados en este periodo están directamente asociados con el enfisema postmortem, los desplazamiento y ruptura post mortem (ver aparte); todos los cambios de este periodo derivan de la excesiva producción y acumulación de gas en el cadáver. Este tiende a acumularse en los grandes reservorios del aparato digestivo, cavidades corporales y en las grandes masas musculares. El volumen de gas producido es altamente dependiente del tipo de dieta consumida por el animal muerto y del volumen de ingesta consumido previo a la muerte.

La acumulación de gas produce una gran distensión de todo el cadáver, dando a este el aspecto de obeso, pues la distensión es uniforme en todo el cuerpo, en particular el abdomen, las grandes masa musculares y los tejidos blandos . Esta distensión gaseosa generalizada también desplaza, comprime y rompe a algunos órganos de la cavidad abdominal y torácica; y además causa la salida de líquidos pútridos por boca , nariz y vagina como consecuencia de la elevada presión en las cavidades corporales. Luego de varios días de distensión gaseosa los gases por lo general encuentran una vía de escape al exterior por las rupturas que se ocasionan en los tejidos de la piel y tejido subcutáneo o en los órgano que los contenía. Así, el cadáver colapsa al comenzar a descomprimirse las grandes cavidades. Mientras que el gas alojado en los tejidos blandos y masas musculares tiende a desaparecer lentamente. Este es el tercer periodo de la putrefacción o “**Reductivo**”.

El cuarto periodo de la putrefacción o “**Colicuativo**”. Es una larga etapa caracterizada por la progresiva maceración o reblandecimiento de los órganos parenquimatosos y la licuefacción viscosa de los tejidos blandos. En los cadáveres de animales domésticos que permanecen al aire es durante este periodo donde mas se observa la acción directa de la fauna cadavérica.

El ultimo o quinto periodo de la putrefacción es el de “**Reducción esquelética o esqueletización**”. Esta es una etapa caracterizada por la desaparición total de los restos cadavéricos blandos, con excepción de los huesos que componen el esqueleto óseo como ultimo remanente del cadáver.

Como mencionamos anteriormente existe una gran variación entre el tiempo de inicio y el tiempo de desarrollo total de la putrefacción. Por lo general se considera que si el inicio fue rápido, también lo será su desarrollo. En condiciones ambientales promedio los primeros cambios de la putrefacción aparecen entre las 36 y 72 hs. post mortem; mientras que la formación de gas se desarrolla a partir de las 72 hs y dura aproximadamente una semana, dependiendo de las condiciones climáticas. Los periodos o etapas descriptos tienen una duración variable y es sumamente difícil asignarles una duración estricta. La extrema variabilidad de estos periodos esta dada por la gran cantidad de factores internos y externos que tienen influencia sobre el desarrollo de la putrefacción. Los valores establecidos son promedios y están altamente influenciados por las variable anteriormente mencionadas.

Los factores endógenos y exógenos que influyen sobre el inicio y el ritmo de evolución de la putrefacción son muy variados, analicemos alguno de ellos:

- **Temperatura ambiental**: Tiene una gran influencia sobre el inicio y posterior desarrollo de la putrefacción. En climas templados la putrefacción se inicia, aproximadamente, a las 24 hs. post mortem; mientras que en climas cálidos se inicia antes. Sin embargo en un clima frío, el inicio toma mas de 48 hs. post mortem. La putrefacción como proceso biológico trabaja en forma optima en un rango de temperatura de entre 21° a 38°, mientras que se retarda cuando las temperaturas caen por debajo de 10° o cuando estas exceden los 38° .

• **Húmeda ambiental:** La humedad relativa del ambiente donde se encuentra depositado el cadáver, también, determina el momento de inicio y la rapidez del desarrollo de la putrefacción. Los ambientes húmedos y cálidos favorecen la transformación, mientras que ambientes secos, fríos o extremadamente cálidos retardan el inicio e interrumpen el desarrollo de la putrefacción.

• **Estado corporal:** La obesidad favorece el desarrollo rápido de la putrefacción, mientras que los cadáver con poca grasa corporal el desarrollo es más lento. El punto de relación de la grasa con la putrefacción pasa por mayor la retención de temperatura en los cadáveres obesos.

• **La sangría o exanguinación:** La ausencia de sangre en el circuito circulatorio retarda el desarrollo putrefactivo pues las bacterias no cuentan con un canal idóneo para su crecimiento y la dispersión dentro del organismo.

• **Ciertas enfermedades:** Hay ciertas enfermedades que facilitan o favorecen el inicio o desarrollo de la putrefacción, por ej.- en las enfermedades infecciosas septicémicas el inicio y la evolución de la putrefacción es más rápida, de igual manera en la falla cardíaca congestiva con edemas generalizados.

• **Presencia de líquidos:** La presencia de líquidos facilita el desarrollo y la dispersión de las bacterias, por lo tanto la rapidez de desarrollo de la putrefacción. En los cuadros de enfermedad caracterizados por edemas generalizados o edemas tisulares el desarrollo de la putrefacción es rápido, mientras que en los cuadros con deshidratación el inicio de la putrefacción se retarda.

• **Cobertura corporal:** Los pelos, lana o plumas tienen también importancia en el inicio y posterior desarrollo de la putrefacción, pues la cobertura mantiene la temperatura y facilita el desarrollo bacteriano. En el ovino con su vellón desarrollado los procesos son más rápidos que en otras especies con lana o pelo en menor cantidad.

• **Injuria de la superficie corporal:** Las soluciones de continuidad favorecen la entrada y posterior dispersión de microorganismos, mientras que la sangre un medio apto para su crecimiento y dispersión bacterianos.

Debemos tener en cuenta el daño infligido a los cadáveres por los animales silvestres, aves y mamíferos carroñeros

Es importante tener en cuenta acerca de la participación de moscas, hormigas, roedores y animales carnívoros en las distintas etapas de destrucción cadavérica.

▣ **Destrucción del cadáver por factores exógenos:** El cuerpo sin vida o cadáver de un animal doméstico, generalmente, se incorpora rápidamente en el ecosistema circundante. Está como sistema dinámico que es tiene asociados una vasta serie de organismos necrófagos, necrófilos, omnívoros y oportunistas (cuadro 5) que, sucediéndose, en el tiempo inciden considerablemente sobre el estado de descomposición del cadáver y, especialmente se convierten en los transformadores finales del cadáver.

Cuadro 5- **Sistemas biológicos integrados al cadáver**¹

- ▶ **Necrófagos**: Colectividades biológicas que se alimenta del cadáveres o materia orgánica muerta.
- ▶ **Necrófilos**: Colectividades biológicas predadora que parasita o se alimenta de la colectividad necrófaga.
- ▶ **Omnívoros**: Colectividades biológicas que se alimenta con algunas partes del cadáver en forma ocasional, no dependiendo del cadáver como alimento.
- ▶ **Oportunistas**: Colectividades biológicas que utilizan el cadáver como refugio.

La metamorfosis que sufre el cadáver no es solo el producto de la acción de la putrefacción. A esta se le debe sumar la acción de una vasta la flora y fauna cadavérica. La flora cadavérica esta constituida principalmente por hongos del genero *Mucor* spp., *Penicillium* spp., etc.. Estas comunidades biológicas invaden, especialmente, las partes húmedas del cadáver. Mientras que la fauna cadavérica compuesta por mas de una veintena de insectos necrófagos, Dípteros, Coleopteros, Acaros, etc. invade todo el cadáver. El insecto mas común es la mosca domestica. Estas invaden el cadáver, rápidamente, a las pocas horas de muerto; es necesario remarcar que incluso esta invasión puede ocurrir, aun, durante el estado de agonía. Estos insectos prefieren ponen sus huevos en lugares húmedos del cadáver como por ejemplo: fosas nasales, ángulo de la boca, heridas, genitales, etc. Estos huevos, con calor y humedad, rápidamente evolucionaran con el desarrollo de estados larvarios. Estas larvas son las que se alimentan con los tejidos muertos. Huevos. Los huevos y larvas sirven de alimento a la fauna necrófila. Tambien son muchas las variedades de dípteros, coleópteros, lepidópteros y ácaros invaden el cadáver en las sucesivas etapas. La variedad de insectos es inmensamente grande. Ella esta determinada biológicamente por la región geográfica, las características especificas del sitio, la época del año, la temperatura y la humedad ambiente, como así también por tipo de suelo.

A las colectividades biológicas mencionadas en primer termino deberíamos, además, agregarle la acción directa de una muy variedad de **aves y mamíferos carroñeros** (cuadro 6) que con su acción directa sobre el cadáver, a todo lo largo del periodo cadavérico, colaboran en la destrucción y eliminación del mismo.

Cuadro 6- **Aves y mamíferos carroñeros**²▶ **Aves carroñeras**:

Carancho

¹ De acuerdo a lo propuesto por LECLERCQ (1978). Entomologie et Médecine légale. Datation de la Mort. Collection de Médecine légale et de Toxicologie médicale, n° 108. Masson, Paris, 100 pp.

² Solo se menciona algunas variedades, especialmente las mas frecuentes del area pampera.

Chimango

Jotes

▶ Mamíferos carroñeros:

Peludo, Quirquincho chico

Zorro gris pampeano, Zorro colorado

▶ Mamíferos omnívoros y oportunistas:

Comadreja overa, Comadreja colorada

Conepatus chinga - Zorrino común

Hurón menor

Laucha europea, Rata noruega, Colilargo común etc,

Jabalí, Pecari

La aves y mamíferos listados en el cuadro 6 son solo algunos de los carroñeros mas conocidos o populares. Estos vertebrados representan una parte esencial de la cadena final del cadáver. Sin la existencia de estas especies seria muy larga la evolución natural del cadáver.

■ A modo de conclusión

Tengo la esperanza que a lo largo de esta recopilación ha quedado palmariamente demostrada la importancia que tiene contar con un conocimiento profundo acerca de cómo evoluciona un cuerpo luego de la muerte y también cuales son las características morfológicas sobresalientes de los principales “cambios post mortem” a fin de no confundir a estos con verdaderas lesiones, dando al diagnóstico un grado mayor, aun, de incertidumbre. De la falta de conocimientos sobre este tema o de la poca habilidad, de algunos, en como sustentar con criterios científicos las observaciones realizadas es que nació, en julio del 2002, la leyenda de la “vaca mutilada”.

“¿Qué es lo mas difícil? Lo que parece mas fácil; **ver con los ojos lo que esta delante de ellos.**” Goethe

BIBLIOGRAFIA

- ♦ Achaval, A.: “Manual de Medicina Legal”, Practica Forense. Ed. Abeledo – Perrot, 4^{ta}., 1994.
- ♦ Cheville N : “Patología celular “ Ed. Acribia , 1980
- ♦ Fraraccio, J.J.: “Medicina legal: Conceptos clásicos y modernos“. Ed. Universidad , 1989 .
- ♦ Jones T , Hunt R : “Patología veterinaria “ Ed. Hemisferio Sur , 1984 .
- ♦ Kitt T ; Schulz L y otros : Tratado de Anatomía patológica general “ Ed. Labor , 1985 .
- ♦ Potel K : “Tratado de anatomía patológica general veterinaria “ Ed. Acribia , 1974
- ♦ Oliva, A. “Entomología forense: la utilidad de los artrópodos en las investigaciones forenses”. www.pericias-forenses.com.br/esento.htm.

- ♦Slauson , D.O. ; Cooper , B. J. : “Mechanisms of disease : A textbook of comparative general pathology ”. 2nd ed. Ed. Williams & Wilkins , 1990 .
- ♦Thomson R.G : “Anatomía patológica general veterinaria “ Ed. Acribia , 1989 .
- ♦Trigo Tavera F , Poumian , A. y otros : “Patología general veterinaria “ Ed. U.N.Autonoma de Méjico , 1986 .
- ♦Vasquez Fanego, H.O. : “Investigación medicolegal de la muerte: Tanatologia forense“ Ed. Astrea, B.A. 2003.

Agradecimientos

Este material didáctico no hubiera sido posible publicarlo de no mediar la aparición de las “vacas mutiladas”, que disparo ciegamente una andanada de respuestas inexactas, esotéricas y poco científicas en los medios de comunicación masivos . Tal vez los Médicos Veterinarios no tuvimos una rápida y contundente respuesta a los requerimientos periodísticos: “**Son cambios postmortem estúpido...**”. Con lo cual se genero toda una ola de incertidumbre que aumento la distancian entre el simple hecho de un cambio post mortem y la acción solapada de los seres extraterrestres, la CIA, los científicos extranjeros en busca de no se que, cirujanos furtivos y cuanta gansada se quisiera oír o leer.

La “Vaca mutilada” rompió el hechizo, nos hizo ver que cosa tan simples como que las alteraciones cadavéricas deben tener, aun, un lugar de importancia en las aulas de patología. Pues fue el desconocimiento de estos esenciales cambios lo que trajo aparejado toda una dramática situación de angustia e incertidumbre durante semanas , hasta que alguien dijo "**No son vacas mutiladas, son vacas podridas**", **Diario La Capital, de Rosario, 25/06/2002.**