Exploración cardiovascular

6

Inspección y palpación

Percusión y auscultación

Electrocardiografía

Fonocardiografía

Ecocardiografía

Pericardiocentesis

Valoración del sistema vascular

En el conjunto de la exploración cardiovascular, la exploración cardiaca puede ir dirigida a diagnosticar alteraciones propias del corazón (congénitas o adquiridas) o, lo que es más frecuente, a valorar la capacidad de respuesta del animal enfermo frente a su enfermedad. Esta exploración está especialmente indicada cuando observamos:

- Edema subcutáneo.
- Disnea.
- Coloración anormal de las mucosas (palidez, cianosis, congestión).
- Postración continuada.

No obstante, algunas intoxicaciones por metales pesados, monensina o plantas (*Nerium oleander, Digitalis purpurea, Taxus baccata, Helleborus foetidus, Rhododendron ponticum,* etc.) cursan con sintomatología cardiaca y otras tienen efectos hemolíticos, metahemoglobinizantes, afectan a la coagulación sanguínea o a la circulación de la sangre.

Plantas de acción carditóxica



Adelfa *(Nerium oleander)* contiene oleandrina y neriosida.



Eléboro fétido *(Helleborus foetidus)* tiene heleborina y heleboreína.



Dedalera *(Digitalis purpurea)* contiene digitoxina y digitalina.



Tejo *(Taxus baccata)* contiene taxina.

Inspección y palpación

El corazón se encuentra ubicado en la zona ventral del tórax, casi totalmente cubierto por el pulmón. Su proyección externa se extiende desde la tercera costilla al cuarto espacio intercostal, en el lado izquierdo.

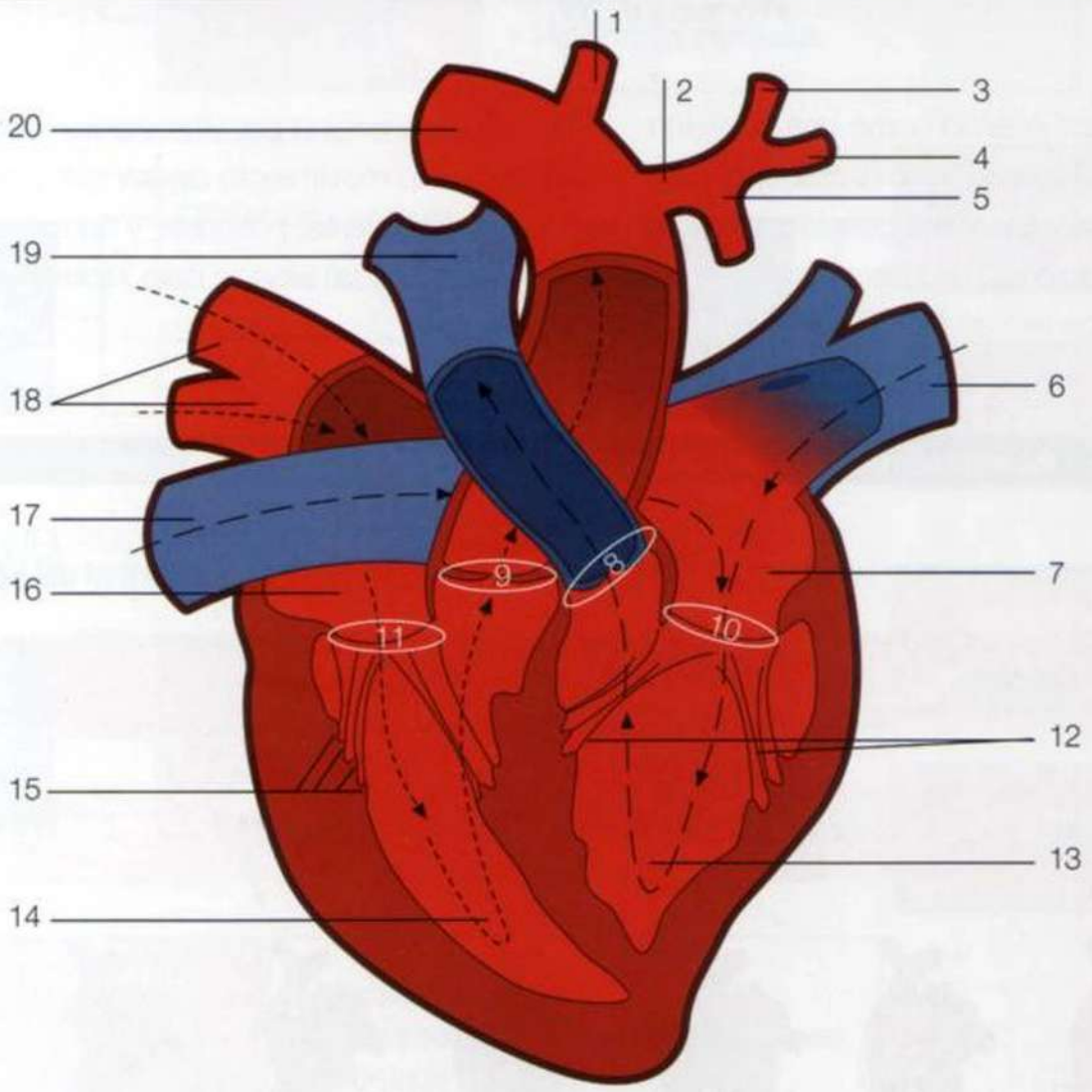
La inspección y palpación de la zona precordial tienen poco interés. El choque de la punta se palpa en ambos lados pero es más evidente en el lado izquierdo, hacia el cuarto espacio intercostal. Palparlo más atrás o muy fuerte significa dilatación o hipertrofia cardiaca, insuficiencia circulatoria (hemorragia o colapso vascular) o esfuerzos realizados por el animal.





El latido cardiaco se puede palpar o sentir en el tercer y cuarto espacios intercostales del lado izquierdo, en la porción ventral, a la altura del codo.

Estructura anatómica del corazón y circulación de la sangre



1 Aorta torácica
2 Tronco braquiocefálico
3 Carótida primitiva izquierda
4 Carótida primitiva derecha
5 Tronco de las carótidas
6 Vena cava craneal
7 Aurícula derecha
8 Válvula pulmonar
9 Válvula aórtica
10 Válvula AV derecha (Tricúspide)
11 Válvula AV izquierda (Mitral)
12 Cuerdas tendinosas
13 Ventrículo derecho
14 Ventrículo izquierdo
15 Músculos papilares
16 Aurícula izquierda
17 Vena cava caudal
18 Venas pulmonares
19 Arteria pulmonar
20 Aorta y tronco aórtico

El corazón de la oveja pesa de 220 a 240 g y representa el 0,4% del peso corporal.

Percusión y auscultación

La **percusión**, aunque tan apenas tiene interés en el ganado ovino, se realiza trazando radios convergentes desde la periferia a un punto del codo, y en condiciones normales da un sonido mate.

El área precordial está aumentada en casos de hipertrofia o dilatación del corazón. El sonido timpánico aparece en casos de enfisema o neumopericardias.

Para **auscultar** el corazón conviene que el animal se tranquilice, que se acostumbre a nosotros. La campana del fonendoscopio se coloca debajo del brazuelo, entre el codo y la articulación escapulohumeral, tratando de evitar los roces para que no se produzcan ruidos molestos que dificulten la auscultación. Normalmente se ausculta por el lado izquierdo, que se corresponde con la proyección de las válvulas mitral (primer tono) y pulmonar y aórtica (segundo tono), en el tercer y cuarto espacios intercostales. También se puede auscultar por el lado derecho, a la altura de la punta del codo (la válvula atrioventricular es más perceptible a nivel del cuarto espacio intercostal).

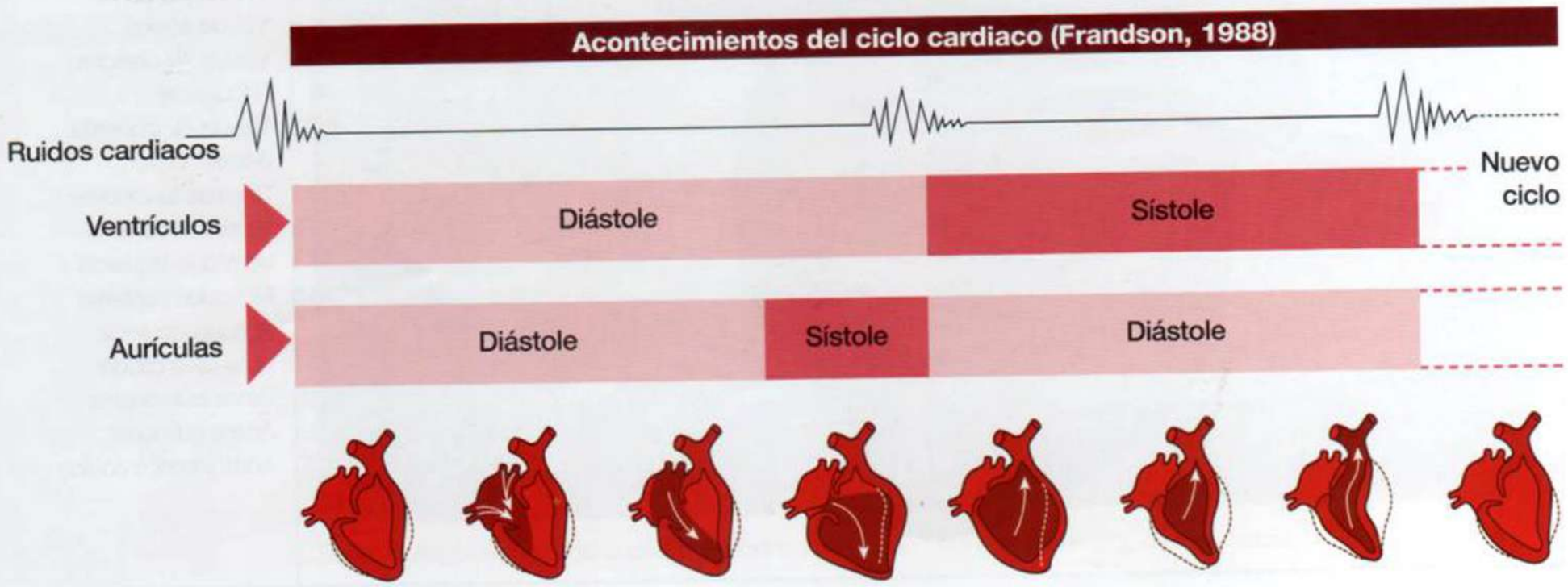


Percusión cardiaca en la oveja.



La auscultación se realiza preferentemente por el lado izquierdo, introduciendo el fonendoscopio entre el tórax y la extremidad, a una altura intermedia entre el hombro y el codo.

Los sonidos cardiacos suenan como una sucesión de lub-dup, lub-dup... El primer tono (sistólico) corresponde al cierre de las válvulas auriculoventriculares mitral y tricúspide en el momento en que se contraen las fibras musculares de los ventrículos. El segundo tono (diastólico) se origina por vibraciones de las paredes ventriculares, movimiento de sangre y cierre de las válvulas semilunares, pulmonar y aórtica. A continuación se produce un silencio para iniciarse un nuevo ciclo cardiaco.



Variaciones de los tonos cardiacos

Los tonos cardiacos pueden variar en:

- Intensidad
- Frecuencia
- Ritmo
- Timbre

Intensidad

La mayor sonoridad o refuerzo de los tonos cardiacos puede ser fisiológica o patológica. A su vez, puede ser debida a un refuerzo del primer tono o del segundo (componente aórtico o pulmonar).

La disminución de la intensidad de los sonidos cardiacos puede obedecer a circunstancias fisiológicas (animales muy engrasados) o patológicas, pudiéndose diferenciar una disminución de la sonoridad del primer tono y de los componentes pulmonar o aórtico del segundo.



La sonoridad de los tonos cardiacos es mayor en animales delgados, pero el engrasamiento tampoco supone una gran dificultad para su registro.

Aumento de la intensidad

Refuerzo de tonos

- **Fisiológico:**
  - Esfuerzo físico.
  - Adelgazamiento de la pared torácica.
- **Patológico:**
  - Taquicardia.
  - Fiebre.
  - Hipertrofia cardiaca.

Refuerzo del primer tono

- Dilatación cardiaca.
- Anemia.

Refuerzo del segundo tono

- **Pulmonar:**
  - Hipertensión en el circuito menor.
  - Bronquitis, neumonías, enfisemas.
- **Aórtico:**
  - Hipertensión aórtica en síndromes renales.

Disminución de la intensidad

Disminución del primer tono

- Debilidad cardiaca: miocarditis, miocardosis…

Disminución del segundo tono

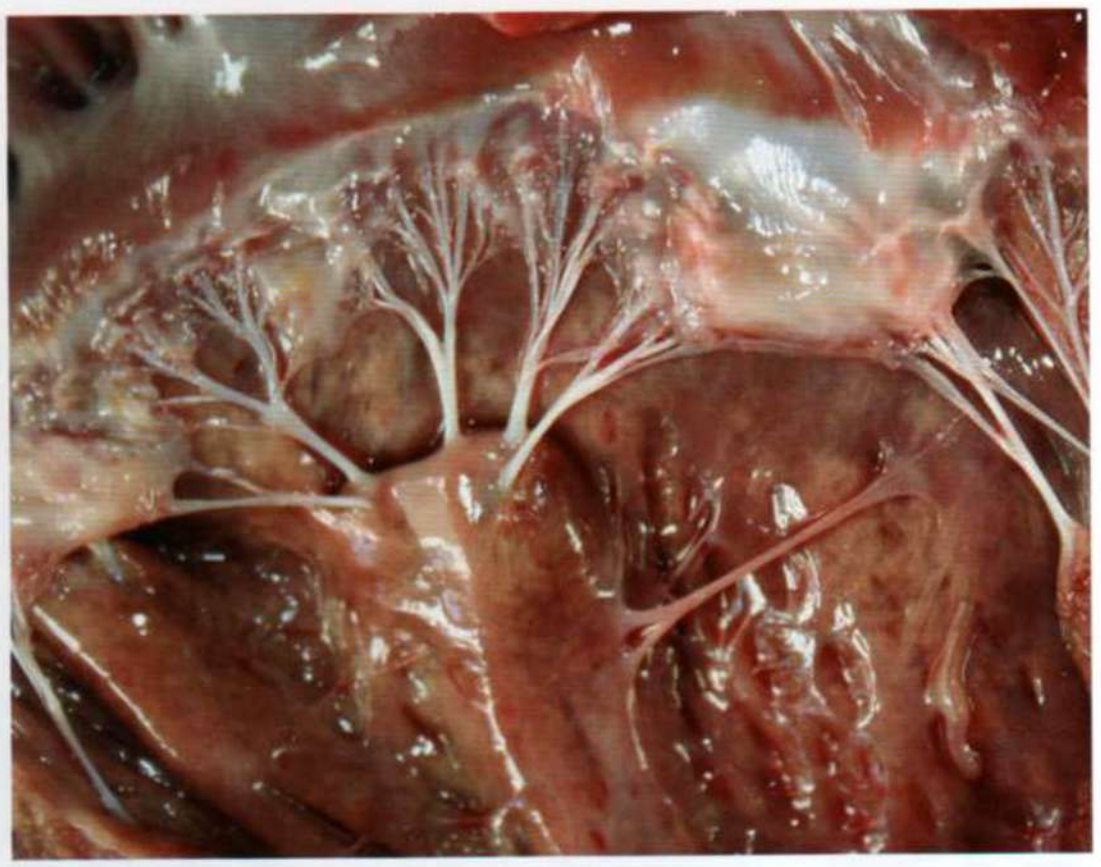
- **Componente pulmonar:**
  - Estenosis pulmonar.
  - Insuficiencia tricúspide.
- **Componente aórtico:**
  - Estenosis aórtica.
  - Insuficiencia mitral.

En general, la disminución de los ruidos cardiacos se puede notar en:

- Debilidad cardiaca.
- Separación del corazón de la pared.
- Obesidad, edema subcutáneo.



El edema subcutáneo dificulta la auscultación de los ruidos cardiacos.



La degeneración cardiaca suele originar una disminución del primer tono.

Frecuencia

La frecuencia cardiaca en corderos recién nacidos puede llegar a los 100-120 latidos por minuto. Esta frecuencia irá disminuyendo progresivamente, hasta alcanzar los 70-90 latidos por minuto en los animales adultos. No obstante, aumentará de forma fisiológica en relación con la gestación, el esfuerzo físico, miedo, etc.

Frecuencias cardíacas muy elevadas en corderos menores de dos semanas son signo de septicemia, bacteriemia o miodistrofias del tipo de la carencia de selenio y vitamina E. Por el contrario, bradicardias de 40-60 pulsaciones por minuto, en estos mismos animales, pueden significar acidosis e hiperpotasemia por diarreas graves.

Taquicardia (frecuencia alta)	• Excitación simpática. • Depresión vagal. • Insuficiencia cardiaca. • Infecciones, fiebre. • Anemias. • Intoxicaciones.
Bradicardia (frecuencia baja)	• Excitación vagal. • Intoxicaciones. • Depresión simpática. • Ayuno. • Enfermedades hepáticas.

Ritmo

La pulsación cardiaca se origina en el nódulo sinoauricular. El impulso generado en el mismo se transmite a toda la aurícula, esta se contrae y produce la sístole auricular. El nódulo auriculoventricular recoge el impulso de la despolarización de las membranas del músculo auricular y lo conduce a los músculos ventriculares por el fascículo auriculoventricular o de His y la red de Purkinje, lo que motiva la sístole ventricular.

Un bloqueo es cualquier interrupción de la vía mencionada. Los bloqueos pueden ser: sinusal, cuando el impulso no sale del nódulo sinusal o no puede atravesar el tejido que lo circunda, de rama, cuando el impulso se detiene o pasa con dificultad por uno de los fascículos de His, y atrioventricular cuando se produce en el paso del impulso por el nódulo del mismo nombre.

Arritmia es la irregularidad del ritmo cardiaco que obedece a una alteración en la formación o propagación de los impulsos del sistema nervioso autónomo. La mayoría de las arritmias que se aprecian en el ganado ovino se asocian a trastornos digestivos que cursan con dolor, alteraciones electrolíticas y del equilibrio ácido-básico, cardiopatías de origen nutricional, intoxicación por ionóforos e intoxicación por plantas del género *Phalaris*.

Variaciones del ritmo cardiaco

Las taquicardias y bradicardias sinusales son arritmias rítmicas y suelen presentarse de forma gradual y progresiva; por el contrario, las patológicas suelen ser irregulares y comenzar y terminar de forma brusca.

- **La taquicardia sinusal** (los impulsos nacen en el nódulo sinusal más rápidamente de lo normal) se observa en estados de ansiedad, dolor, anemia, fiebre y shock.
- **La bradicardia sinusal** es propia de estados de vagotonía (indigestión vagal), hernia diafragmática o en casos de reducida ingestión de alimento.
- **El paro sinusal** se origina cuando el nódulo sinusal no genera impulsos como sucede en vagotonías, miopatías auriculares o toxemias. El paro sinusal se notará como la falta, en un momento determinado, de una o varias pulsaciones.
- **Los extrasístoles,** tanto auriculares como ventriculares, se producen cuando un punto de la aurícula o del ventrículo lanza su propio impulso, al margen del nódulo sinusal; se presentan en cardiopatías, trastornos electrolíticos, toxemias… Los extrasístoles requieren el estudio electrocardiográfico para su diagnóstico, la auscultación sólo nos permite captar un gran silencio, más prolongado (presencia de pausa compensadora tras la contracción cardiaca anómala).
- **Taquicardia auricular** (paroxística). Un punto de la aurícula emite impulsos de forma rápida, aparece en intoxicaciones, simpaticotonías, hipertiroidismo, etc. Se diferencia de la sinusal porque ésta disminuye cuando le provocamos un dolor al animal (estímulo vagal) o le inyectamos un parasimpaticomimético suave.
- **Fibrilación auricular.** La aurícula late incontrolada, sin ningún tipo de ritmo, puede aparecer en la insuficiencia cardiaca congestiva, trastornos gastrointestinales dolorosos, trastornos metabólicos (hipocalcemia, hipopotasemia, alcalosis o acidosis metabólica). Aunque casi siempre que se aprecia en el ganado ovino aparece en animales que desarrollan *cor pulmonale* como consecuencia de una enfermedad pulmonar crónica.
- **La taquicardia ventricular** origina un ritmo irregular (arritmia arrítmica), se observa en miocarditis primarias o secundarias a anoxia miocárdica y trastornos electrolíticos graves, y suele terminar en fibrilación ventricular y muerte del animal.
- La **fibrilación ventricular** aparece en la fase terminal de la mayoría de los trastornos cardiacos adquiridos. No se aprecian los tonos cardiacos y desaparece totalmente el pulso. El animal entra en coma y muere.

Disociación de tonos

- **Ruido de galope** (lup,lup-dupp):
  Se observa en:
  - Discrasias sanguíneas (anemias).
  - Miocarditis, debilidad.
  - Mala conductividad del fascículo de His.

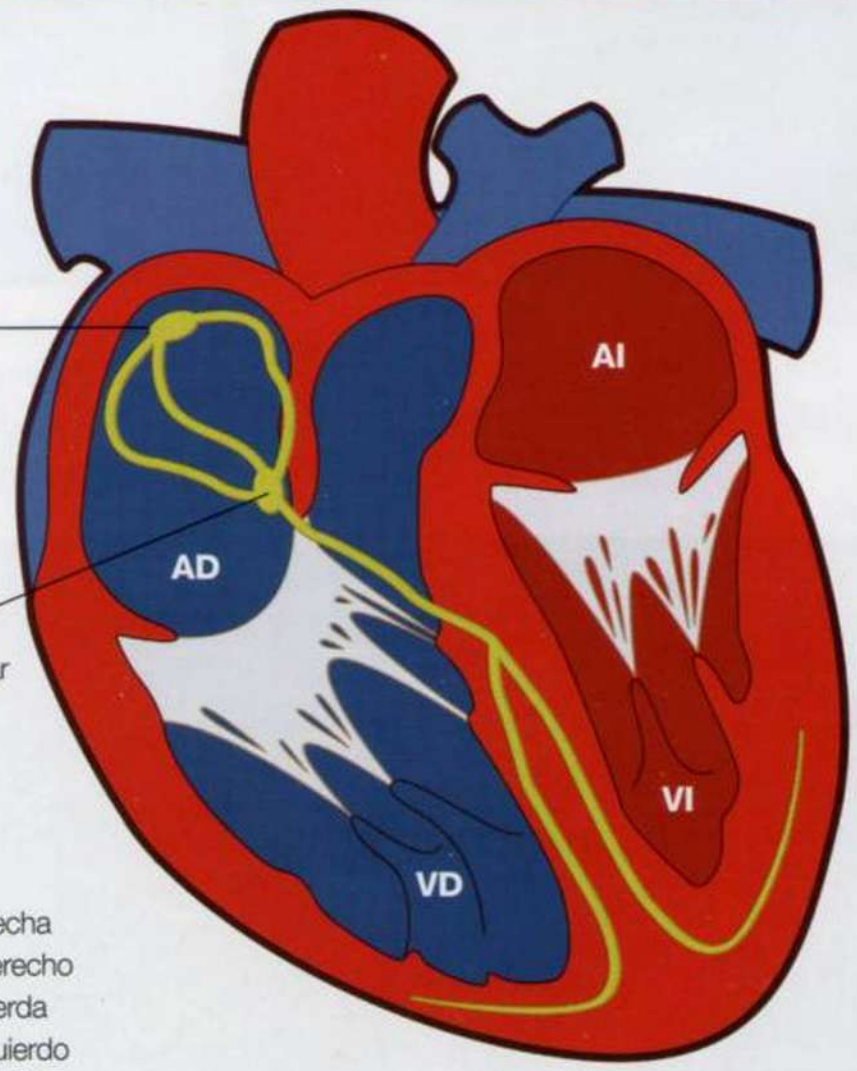
  En realidad, salvo en problemas del fascículo de His, no se trata de una verdadera disociación, es un ruido, previo al primer tono, producido por la sangre al fluir a los ventrículos.
- **Ruido de codorniz** (lup-dupp,dupp):
  Cierre tardío de válvula pulmonar (hipertensión circuito menor en neumonías intersticiales graves o estenosis de mitral).
  Se produce como consecuencia del cierre asincrónico de las válvulas pulmonar y aórtica.

Timbre

El sonido de resonancia metálica al auscultar el corazón no es muy frecuente y se produce en los casos de:

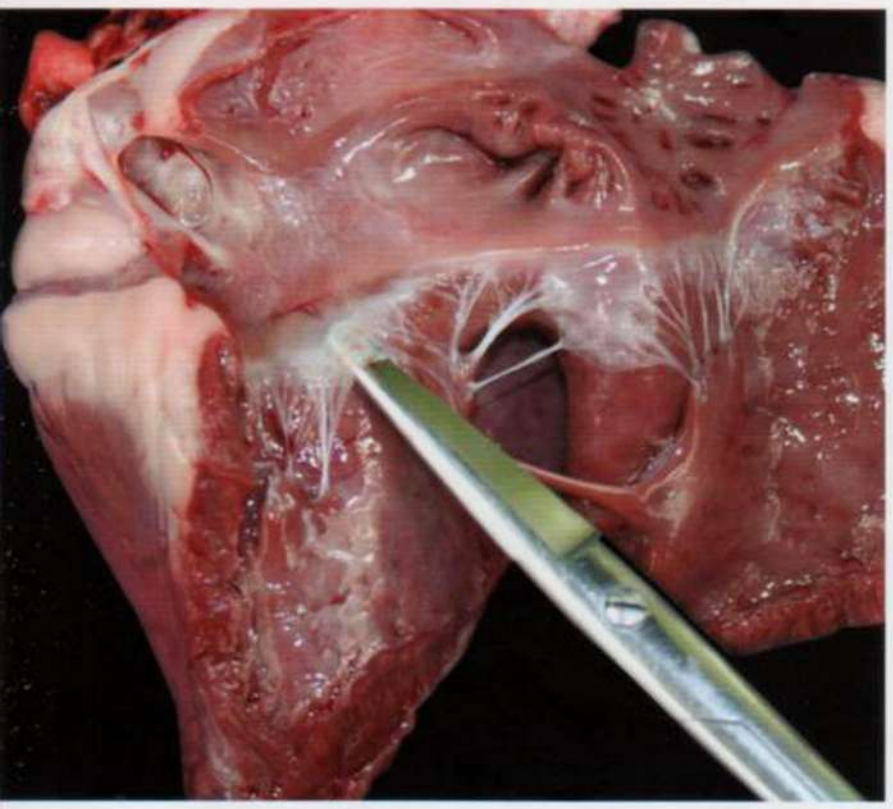
- Neumopericardias.
- Neumotórax.
- Cavernas pulmonares próximas.

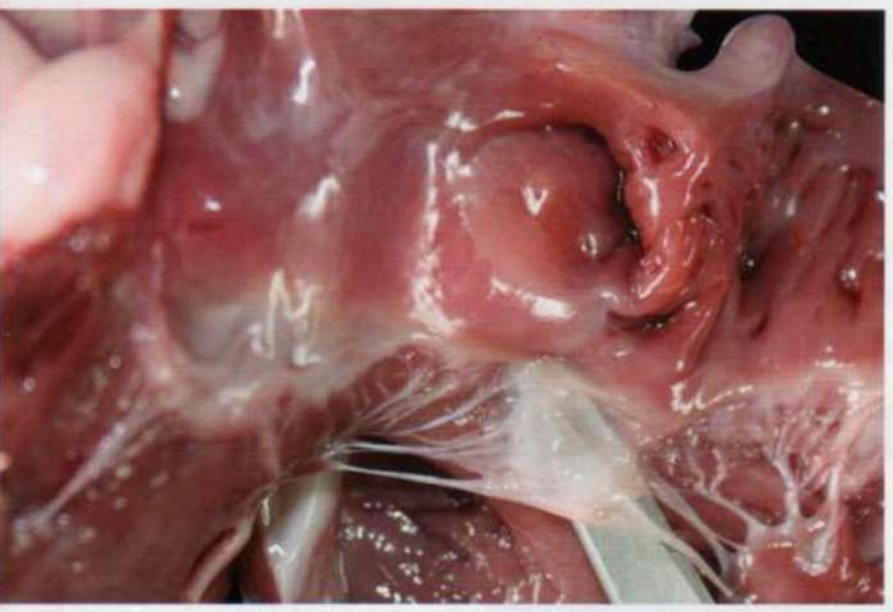
Ritmo cardiaco



AD: Aurícula derecha
VD: Ventrículo derecho
AI: Auricula izquierda
VI: Ventriculo izquierdo

La pulsación cardiaca se origina en el nódulo sinoauricular y se transmite a la aurícula. El nódulo auriculoventricular recoge el impulso de la despolarización y lo conduce a los músculos ventriculares por el fascículo auriculoventricular o de His y la red de Purkinje.





Soplo diastólico debido a una insuficiencia de la porción mural de la válvula tricúspide por acortamiento de la misma.

Ruidos endocárdicos o murmullos cardiacos

Los murmullos cardiacos o ruidos endocárdicos se producen cuando el flujo de sangre es interrumpido, provocando turbulencias y vibración en el corazón y en las paredes de los vasos. Estos sonidos o soplos se describen sobre la base de la localización y momento en el que se originan.

- **Soplos de flujo,** producidos por estenosis valvulares; se originan cuando la sangre atraviesa la válvula estenosada.
- **Soplos de reflujo,** que se escuchan en casos de insuficiencias; se producen, una vez cerrada la válvula correspondiente, por el retroceso y paso de la sangre a través de esa válvula insuficientemente cerrada.

Los **soplos sistólicos** se producen durante la sístole por:
Insuficiencia de tricúspide* (reflujo).
Insuficiencia de mitral* (reflujo).
Estenosis sigmoideas** (flujo).
Soplos **diastólicos** se generan en plena diástole por:
Estenosis de tricúspide** (flujo).
Estenosis mitral** (flujo).
Insuficiencia sigmoideas* (reflujo).
* Las válvulas se encuentran (insuficientemente) cerradas.
** Las válvulas se encuentran abiertas de forma incompleta (estenosis).
Asimismo, los soplos se pueden clasificar en:

- **Soplos orgánicos**, que obedecen a lesiones valvulares por endocarditis bacteriana. Son graves ya que pueden provocar insuficiencia cardiaca.
- **Soplos funcionales**, leves, que desaparecen o disminuyen cuando se lentifica el ritmo cardiaco (estímulo vagal). Observaremos estos soplos en anemias, hipoproteinemias, en la persistencia temporal del conducto arteriovenoso en recién nacidos, etc.

Para diferenciar uno de otro, se provoca un estímulo doloroso al animal o se le inyecta un parasimpaticomimético suave. Si el soplo es funcional desaparece, mientras que si es orgánico persiste.

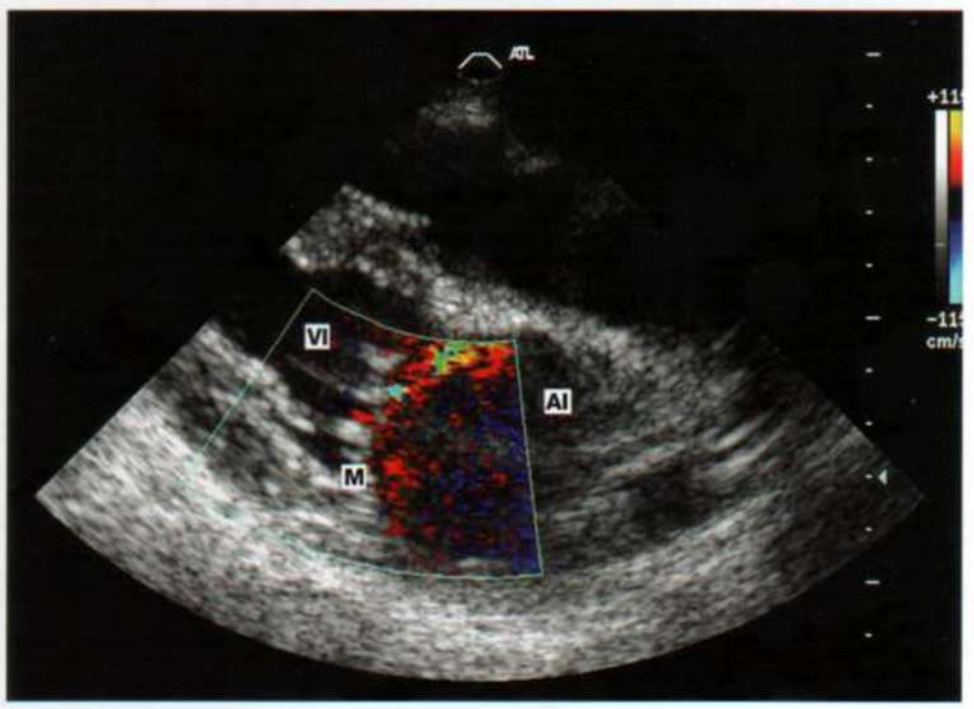
En el ganado ovino, los soplos cardiacos se detectan con poca frecuencia, generalmente pasan desapercibidos. Cuando se detecta un soplo cardiaco generalmente se debe a anemia, hipoproteinemia o endocarditis. El soplo suele ser sistólico porque las endocarditis afectan a las válvulas atrioventriculares derecha o izquierda.

Otros ruidos cardiacos que es posible auscultar:

- **Ruidos de roce** por pericarditis secas.
- **Ruido de chapoteo** en pericarditis húmedas.



Ecografía del flujo ventricular izquierdo mediante un eje largo del corazón. Modo M. Se observa un área hiperecogénica difusa debido al cierre imperfecto de la válvula mitral.



Registro del flujo ventricular izquierdo mediante un eje largo del corazón. Modo Doppler color. Detalle del reflujo desde el ventrículo izquierdo (VI) por la válvula mitral (M) hasta aurícula izquierda (AI). Se visualiza en color verde.

Electrocardiografía

El músculo cardiaco manifiesta una actividad eléctrica durante la contracción y después de ella. Esta corriente eléctrica se propaga por el corazón y, de este, a los tejidos vecinos, por lo que pueden ser registradas en la superficie del organismo por medio del electrocardiógrafo.

La electrocardiografía permite la detección y diagnóstico de trastornos en la conducción y de enfermedades generadoras de arritmias. No es un procedimiento diagnóstico que esté muy extendido en la clínica ovina, salvo en estudios o trabajos de investigación. Generalmente se utiliza la derivación II y los electrodos se sujetan con pinzas de cocodrilo y abundante gel de contacto con la zona, preferentemente rasurada, o mediante la colocación de agujas (electrodos introducidos subcutáneamente).

El electrocardiograma normal muestra una onda P positiva con un pico, el complejo QRS tiene un pequeño pico positivo seguido de una desviación profunda (>1 mV) negativa. La onda T puede tener una apariencia variable. Esta serie de ondas tienen distinto origen:

- La onda P está causada por la propagación de la actividad eléctrica del nódulo sinoauricular, a través de la musculatura auricular (actividad de las aurículas).
- El complejo QRS coincide con la propagación del impulso eléctrico sobre el fascículo auriculoventricular y sus ramas sobre la musculatura ventricular (excitación ventricular).
- La onda T está causada por la repolarización de los ventrículos, coincidiendo con el fin de la sístole ventricular.











Electrocardiograma. Electrodo de la extremidad anterior izquierda (positivo) colocado en el apéndice xifoides, el de la extremidad anterior derecha (negativo) en la entrada del tórax y el neutro se sitúa en la cruz.

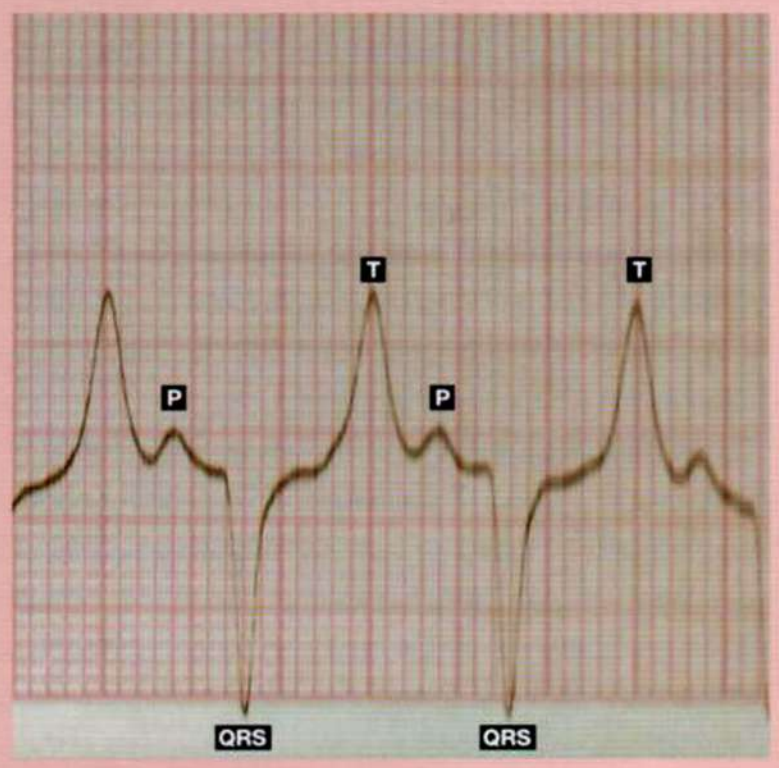
La interpretación del ECG debe ser sistemática y completa. No obstante, la identificación y análisis de las arritmias, así como la interpretación de las alteraciones de ondas e intervalos, es extensa y compleja, de forma que excede el ámbito de este libro.

Aspectos básicos del electrocardiograma:

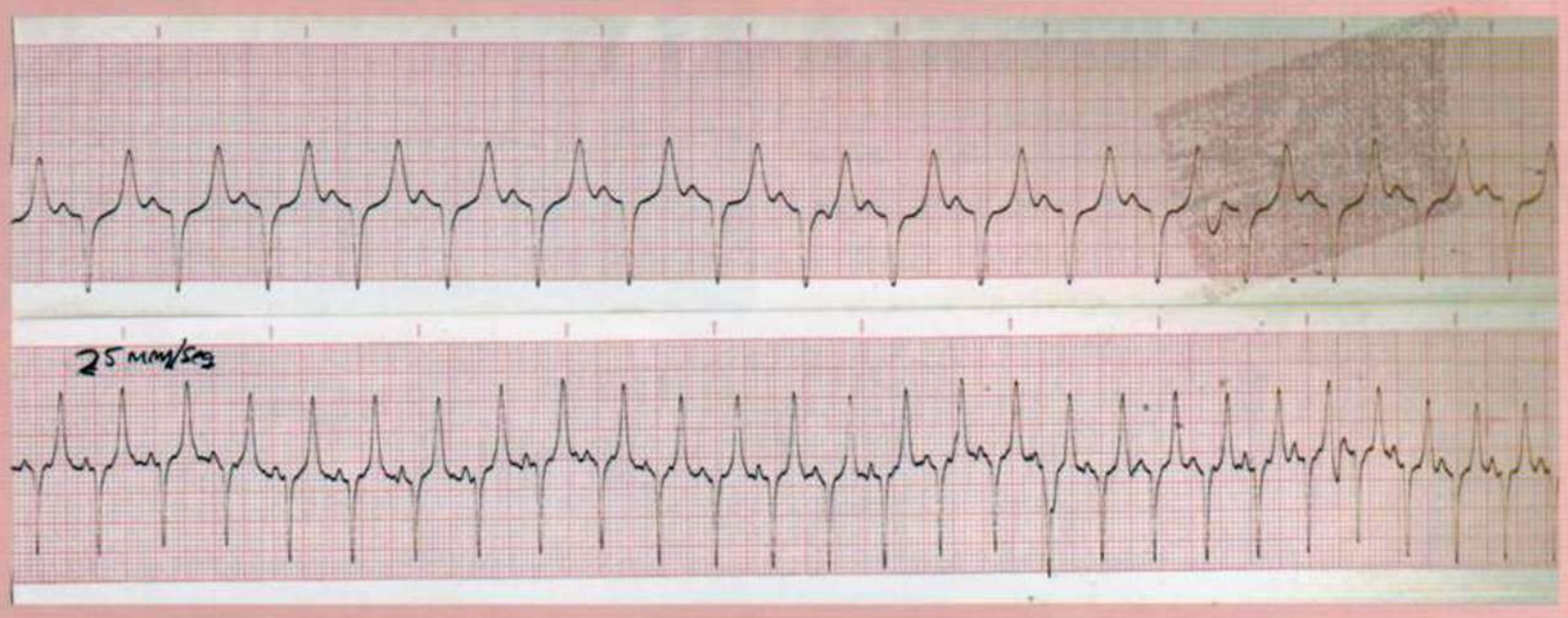
- La frecuencia se determina contando el número de complejos que se producen en 15 cm, en 6 segundos (25 mm/s velocidad del papel) o en 3 segundos (50 mm/s), y multiplicándolo por 10 o por 20 respectivamente.
- La regularidad del ritmo se valora marcando las distancias entre dos ondas P u ondas R sucesivas. Se puede comprobar contando los cuadritos del papel milimetrado entre dichas ondas o marcando la distancia con un compás de dibujo, y comparando distintos intervalos P-P o R-R. En caso de arritmia se debe determinar si es o no sinusal.
- Medida de ondas e intervalos. Asimismo, es preciso comprobar si hay una onda P por cada complejo QRS y a la inversa, si todas las ondas P son verticales, si los complejos QRS tienen una amplitud mayor de 1 mV y son negativos después de un pequeño pico positivo.

Parámetros de un electrocardiograma normal de oveja con 84 pulsaciones por minuto:

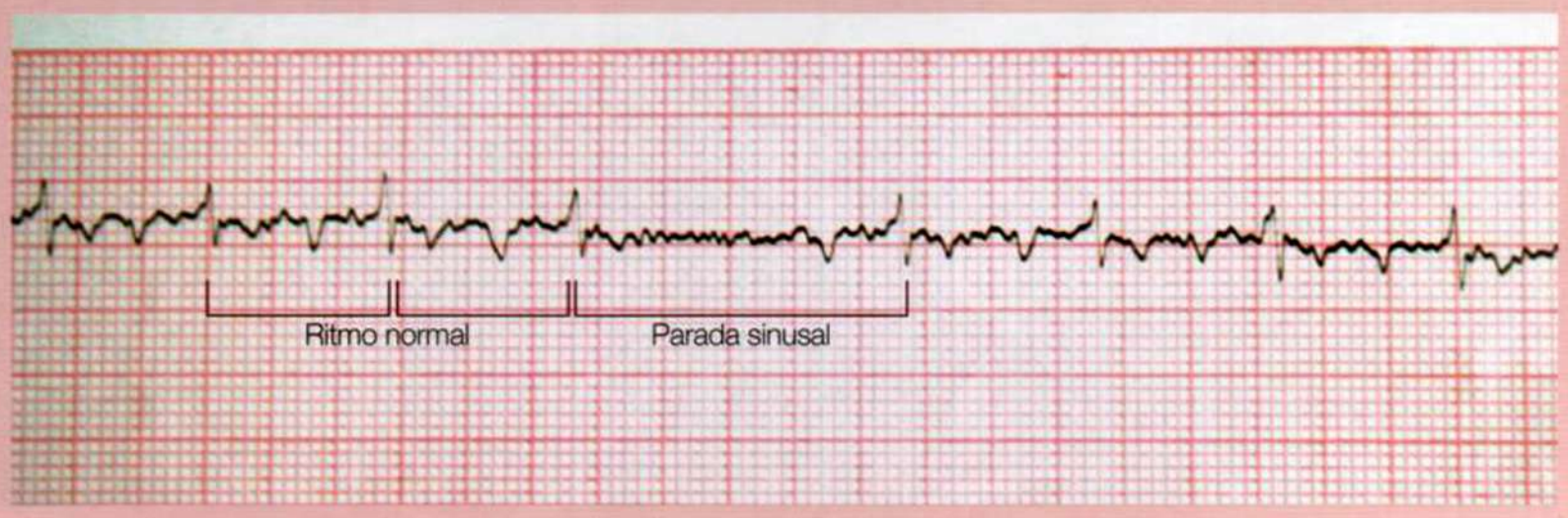
• Duración de la onda P	0,054 segundos
• Intervalo P-R	0,110 segundos
• Duración QRS	0,044 segundos
• Segmento S-T	0,192 segundos
• Intervalo Q-T	0,315 segundos



Sección del electrocardiograma anterior con la derivación II. Onda T positiva y muy marcada.



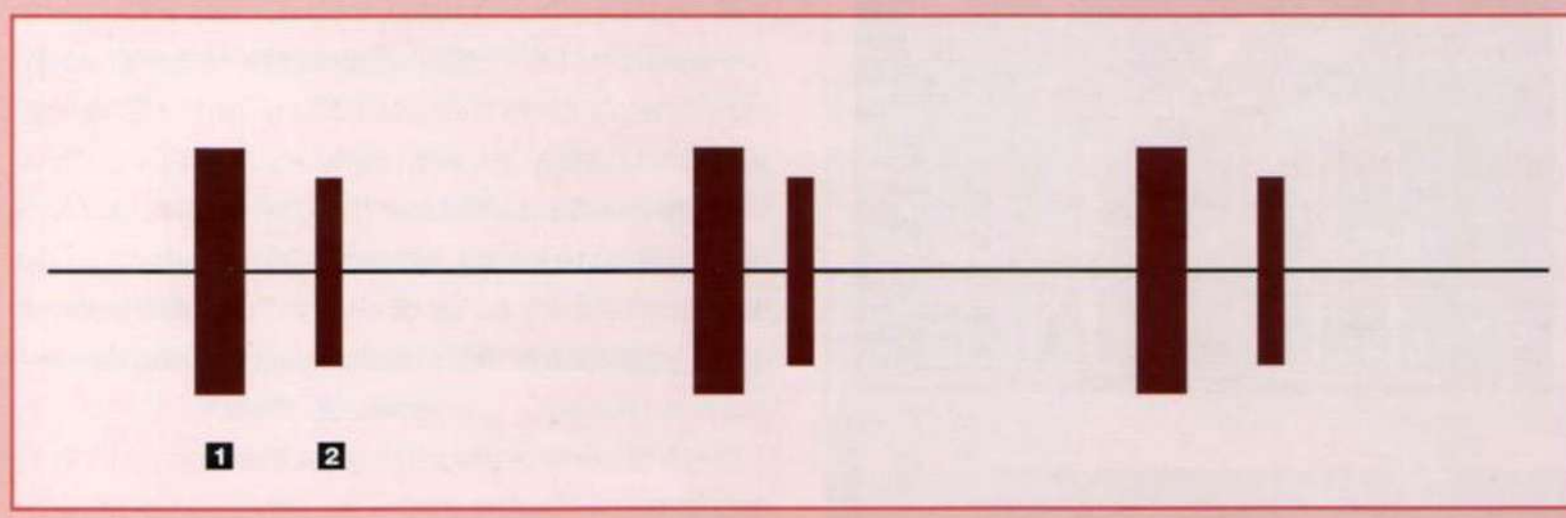
Electrocardiogramas de la misma oveja realizados con la derivación II. El superior esta hecho a velocidad de 50 mm/s y el inferior a 25 mm/s (frecuencia 160 pulsaciones por minuto).



Electrocardiograma con parada sinusal. (Derivación II y velocidad de 50 mm/s).

Fonocardiografía

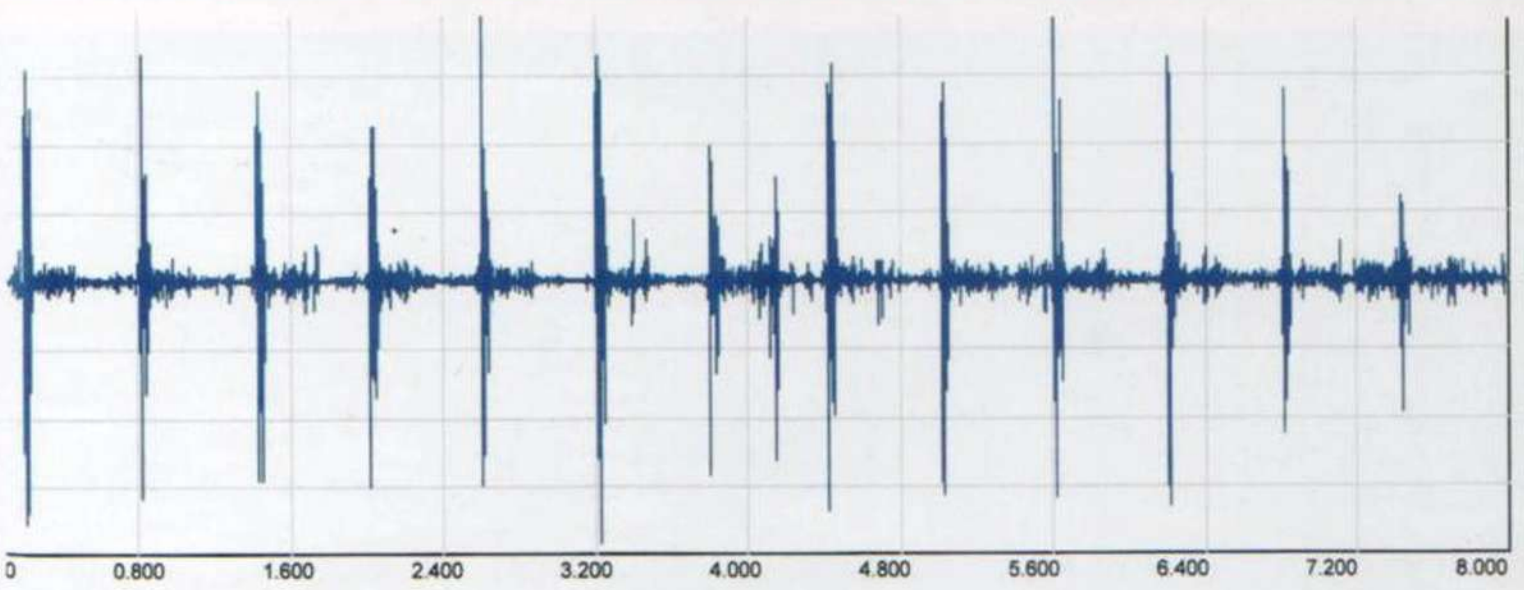
La fonocardiografía permite la representación gráfica de los tonos y ruidos cardiacos. Se trata de un procedimiento diagnóstico que ayuda a confirmar la sospecha existente.



1	
Primer bloque de frecuencia	• Corresponde al primer tono. • Comienza con el pico Q. • Es más ancho y más amplio.

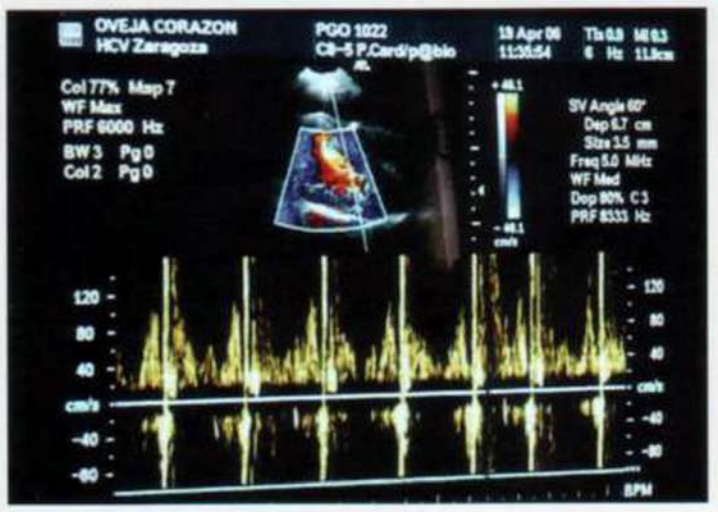
2	
Segundo bloque de frecuencia	• Corresponde al segundo tono. • Comienza cuando termina el pico Q. • Es más estrecho y más bajo.

Fonocardiograma de una oveja con soplo cardiaco



En algunos registros se observa que después del primer tono cardiaco hay una turbulencia anterior al segundo tono.

Ecocardiografía



Ecocardiografía



La ecocardiografía es una técnica de exploración cardiaca que emplea la emisión de pulsos por un transductor, el cual transmite y recibe alternativamente ondas o ecos reflejados por las estructuras del corazón. La imagen aporta información sobre movimiento, dimensión, tamaño y forma de las estructuras cardiacas. Asimismo se puede valorar el funcionamiento del corazón mediante el modo *Doppler*, que suministra información de la velocidad del flujo sanguíneo y de su dirección en la zona examinada, y permite analizar patrones espaciales de velocidad de sangre y gradientes de presión.

El estudio ecocardiográfico está indicado cuando se escuchan murmullos cardiacos, hay edema generalizado, distensión venosa de la yugular, pulso venoso yugular, arritmias cardiacas, fiebre de etiología desconocida, edema pulmonar, etc. Permite demostrar un mal funcionamiento de las válvulas, la presencia de masas en éstas o en miocardio, la acumulación de líquido en pericardio o defectos congénitos.

El **examen ecocardiográfico** debe ser sistemático y completo, valorando los ejes, el funcionamiento cardiaco y la anatomía del corazón (válvulas, cámaras y pericardio) y comparando las medidas con los valores de referencia según la edad y raza (datos prácticamente inexistentes para el ganado ovino).



El examen ecocardiográfico se realiza colocando el transductor (5.0 mHz) sobre el 4º-5º espacio intercostal del lado derecho, por debajo de la articulación escapulohumeral.

Pericardiocentesis

La punción pericárdica puede aplicarse con una finalidad diagnóstica (estudio citológico o cultivo) o paliativa (eliminación del líquido en una pericarditis exudativa). No es un procedimiento exento de riesgo (laceración miocárdica, hemopericardio, etc.), siendo éste mayor cuanto menor es la acumulación de líquido.

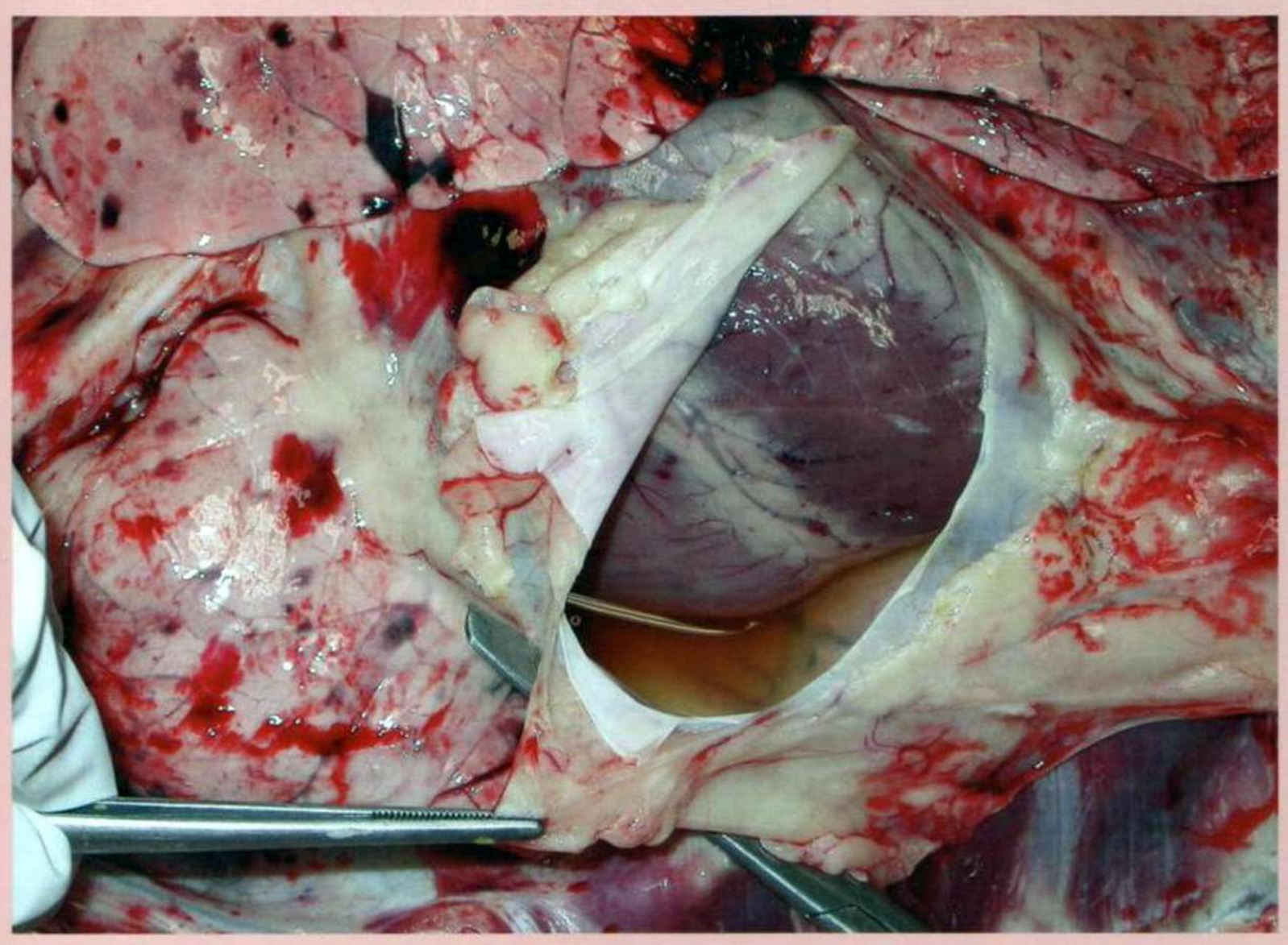
Una pedicardiocentesis está indicada cuando los signos clínicos del animal sugieren acumulación de líquido, es decir el animal presenta todos o la mayoría de estos signos: taquicardia, tonos cardiacos apagados, ruidos de chapoteo, edema con distensión de las yugulares y dolor en tórax.

- **Material:** aguja de 18 G y 40 mm de longitud con una jeringa de 10 ml.
- **Preparación:**
  - Sujeción de la extremidad anterior izquierda.
  - Inyección de 2 ml de lidocaína al 2% subcutánea.
  - Rasurado y desinfección de la zona.
- **Lugar:** en el lado izquierdo, cuarto o quinto espacio intercostal, a la altura del codo. Una ecografía previa facilita la elección del espacio.
- **Muestra:** el líquido normal es transparente o ligeramente coloreado, sin olor y no coagula, la concentración de proteína es inferior a 2,5 g/dl y el número de células es menor de 5.000/microlitro.

Controlar la salida para evitar la descompensación cardiaca.
Suministrar antibiótico de amplio espectro.



El punto rojo indica el lugar indicado para realizar una pericardiocentesis.



Pericarditis húmeda. En estos casos es posible auscultar ruido de chapoteo.

Valoración del sistema vascular





Pulso en la arteria femoral.

Pulso arterial

El pulso es cada onda de presión sistólica que comienza en el corazón y se propaga a lo largo de las arterias hasta llegar a los capilares. Cada contracción sistólica del ventrículo izquierdo impulsa más sangre al árbol arterial, el cual está ya repleto. Este volumen adicional que dilata más las arterias se corresponde con la onda pulsátil. Esta onda se desplaza a una velocidad (500 cm/segundo) mucho mayor que la sangre que avanza por las arterias (unos 60 cm/segundo).

El pulso arterial es un indicador indirecto de la frecuencia cardiaca. En el ganado ovino el pulso arterial se toma preferentemente en la arteria femoral, aunque también es posible registrarlo en la maxilar, radial y en la auricular.

Modificaciones del pulso:

- **Pulso alternante o intermitente,** cuando se alternan pulsaciones normales y débiles.
- **Pulso diferente** o pulso desigual en arterias simétricas.

Punción arterial y análisis de gases en sangre

Los análisis de gases son útiles para valorar la función cardiopulmonar en cuanto a la captación de oxígeno (PaO_2) y eliminación de dióxido de carbono ($PaCO_2$) o ventilación pulmonar. Una caída de la PaO_2 por debajo de 86 mm de Hg puede ser el resultado de una hipoventilación, difusión débil o ventilación y perfusión anómalas.

Los análisis de gases se determinan sobre sangre arterial, que se puede recoger a partir de la arteria femoral. La muestra se recoge en jeringuillas de plástico que contengan heparina con agujas muy finas (23-25 G) de uno a dos centimétros de longitud. La muestra (1-2 ml) no debe contener burbujas (extracción anaeróbica) y debe permanecer en hielo hasta que se realice el análisis, que no debe demorarse más allá de los 90 minutos. Asimismo, la muestra debe ir acompañada de la temperatura del animal en el momento de la extracción y la hora de recogida.

Valores normales en ovejas, tomados en sangre arterial :

PaO_2 (86-97 mm de Hg)
$PaCO_2$ (32-41 mm de Hg)
pH sanguíneo (7,35-7,48)
HCO_3 (20-25 mmol/l).





Arteria y vena femorales. La presión con el dedo sobre la porción distal de la arteria contribuye a su distensión.

Capilares

Los capilares son tubos muy finos, tanto que en su interior solo se acomoda una fila de eritrocitos. La pared de estos vasos funciona como una membrana semipermeable, a través de la cual pueden pasar agua, oxígeno y materias nutritivas desde la sangre hacia los tejidos y, en sentido contrario, productos de desecho. La mayor parte del líquido que sale vuelve a ellos, pero cierta cantidad persiste en los tejidos, siendo eliminado el exceso a través del sistema linfático.

El tiempo de llenado capilar es una prueba rápida en la que se aplica presión sobre la piel o mejor sobre una mucosa, generalmente la mucosa oral, hasta que ésta se vuelve blanca, lo que indica que la sangre ha desaparecido del tejido (palidez). Una vez que se deja de aplicar presión, al levantar el dedo, se valora el tiempo que tarda en recuperar su color normal. En condiciones normales, con buena perfusión sanguinea, tarda entre uno y tres segundos en volver a la coloración anterior. Si tarda más tiempo, esto puede ser indicio de deshidratación, shock o enfermedad vascular periférica.

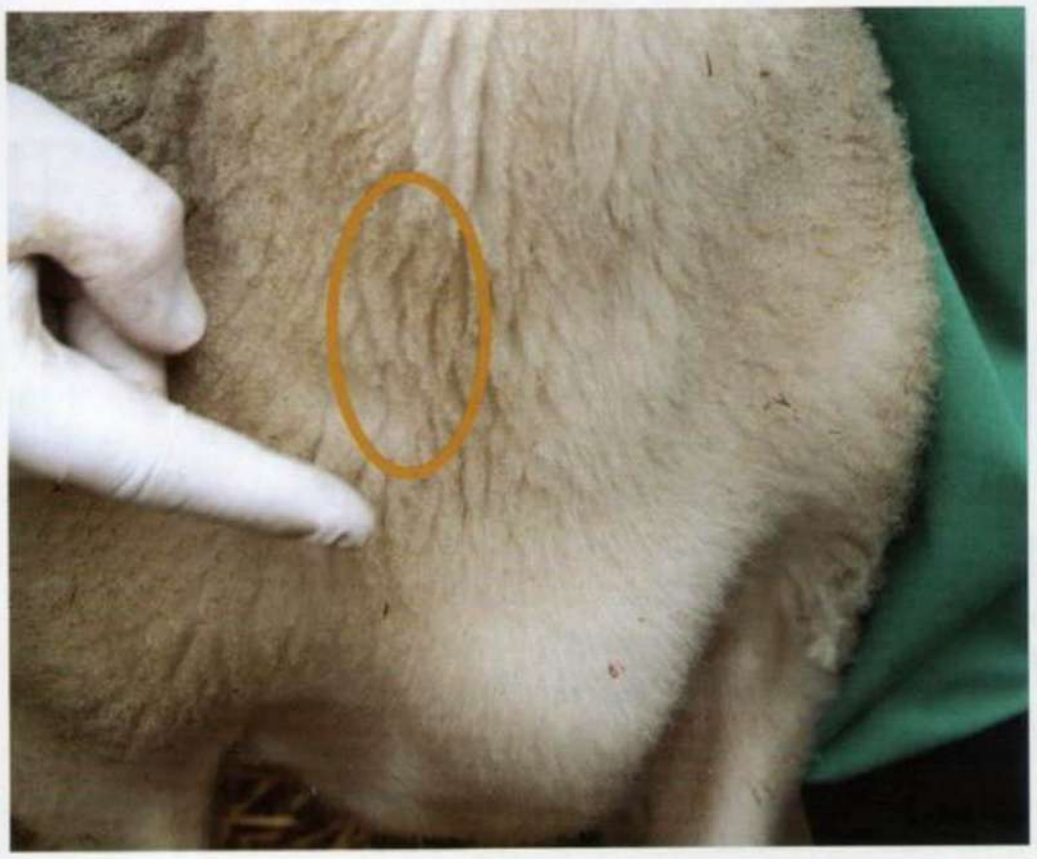


Valoración del tiempo de llenado capilar en la mucosa oral de una oveja. Después ▶ de realizar presión con el dedo, la encía toma un color blanquecino que se mantiene durante 1 a 3 segundos.

Venas y pulso venoso

Las venas más fáciles de evaluar son las **venas yugulares y mamarias.** La inspección y palpación permiten valorar su distensión, dureza y turgencia, aunque existen diferencias con respecto a la edad y el estado fisiológico o productivo de los animales.

Un incremento de la presión venosa y distensión de las venas es un signo evidente de fallo cardiaco derecho. Este fallo puede tener su origen en una insuficiencia de la válvula tricúspide, una cardiomiopatía (congénita, adquirida o nutricional), miocarditis (vírica, bacteriana o tóxica), arritmia cardiaca, etc.





El pulso venoso de la yugular se aprecia en el tercio posterior o caudal del cuello, a la entrada del pecho, cuando el animal tiene la cabeza levantada, en una posición natural. La compresión en la entrada del tórax produce una distensión moderada de la vena y la desaparición del pulso venoso normal.

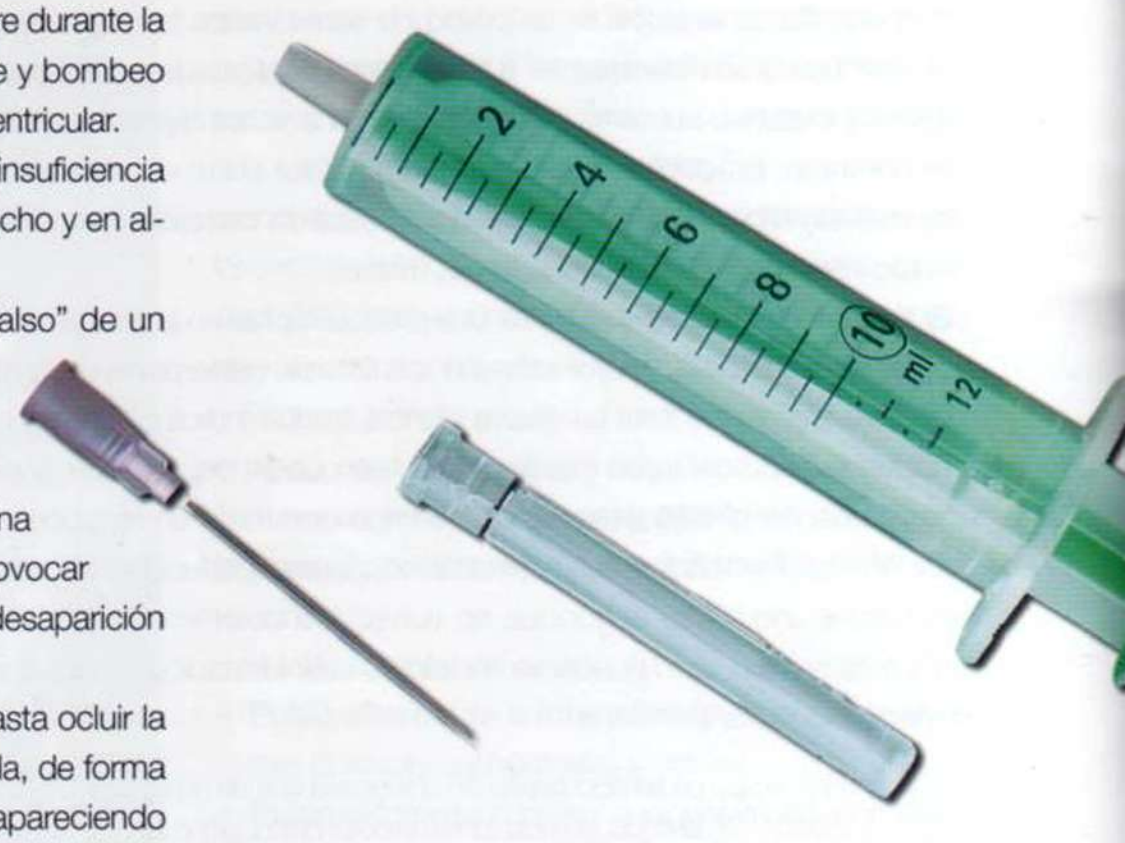
A la entrada del pecho, en el área de proyección de la vena yugular, es posible apreciar un pulso normal o "falso" originado en el retroceso de la sangre durante la contracción auricular al final de la diástole y bombeo de la válvula tricuspide durante la sístole ventricular.

Un pulso anormal puede aparecer en la insuficiencia de la válvula tricúspide, fallo cardiaco derecho y en algunos casos de arritmias.

Para **diferenciar el pulso normal** o "falso" de un **pulso anormal** hay dos pruebas muy sencillas:

- La primera consiste en aplicar una compresión ligera, no oclusión, sobre la vena yugular en la entrada del tórax para provocar una distensión moderada de la vena y desaparición del pulso venoso normal.
- La segunda prueba requiere presión, hasta ocluir la vena yugular, por debajo de la mandíbula, de forma que la yugular quedará sin sangre, desapareciendo el pulso normal.

La permanencia del pulso, tras practicar estos procedimientos, nos indica un pulso anormal. En la segunda prueba, un rápido llenado de la yugular indica un incremento de la presión venosa central, fallo cardiaco derecho o insuficiencia de la válvula tricúspide.





Punción venosa y análisis en sangre

Los análisis de sangre, como en el resto de las especies domésticas, son un importante apoyo al diagnóstico clínico que permiten, no sólo ratificar o rectificar el diagnóstico provisional, sino también descubrir procesos subclínicos o asintomáticos en los que no habíamos reparado y que pueden ser causa de baja producción o de incremento de los índices de transformación, en animales aparentemente normales.

La sangre representa en la oveja un 8% de su peso corporal y tiene una densidad de 1.042. La sangre puede ser recogida con jeringuilla y, posteriormente, pasada a recipientes de diferente capacidad o con distintos anticoagulantes o, mejor aún, en tubos de vacío que, dado su hermetismo, garantizan la esterilidad de la muestra, deseable en toda extracción.

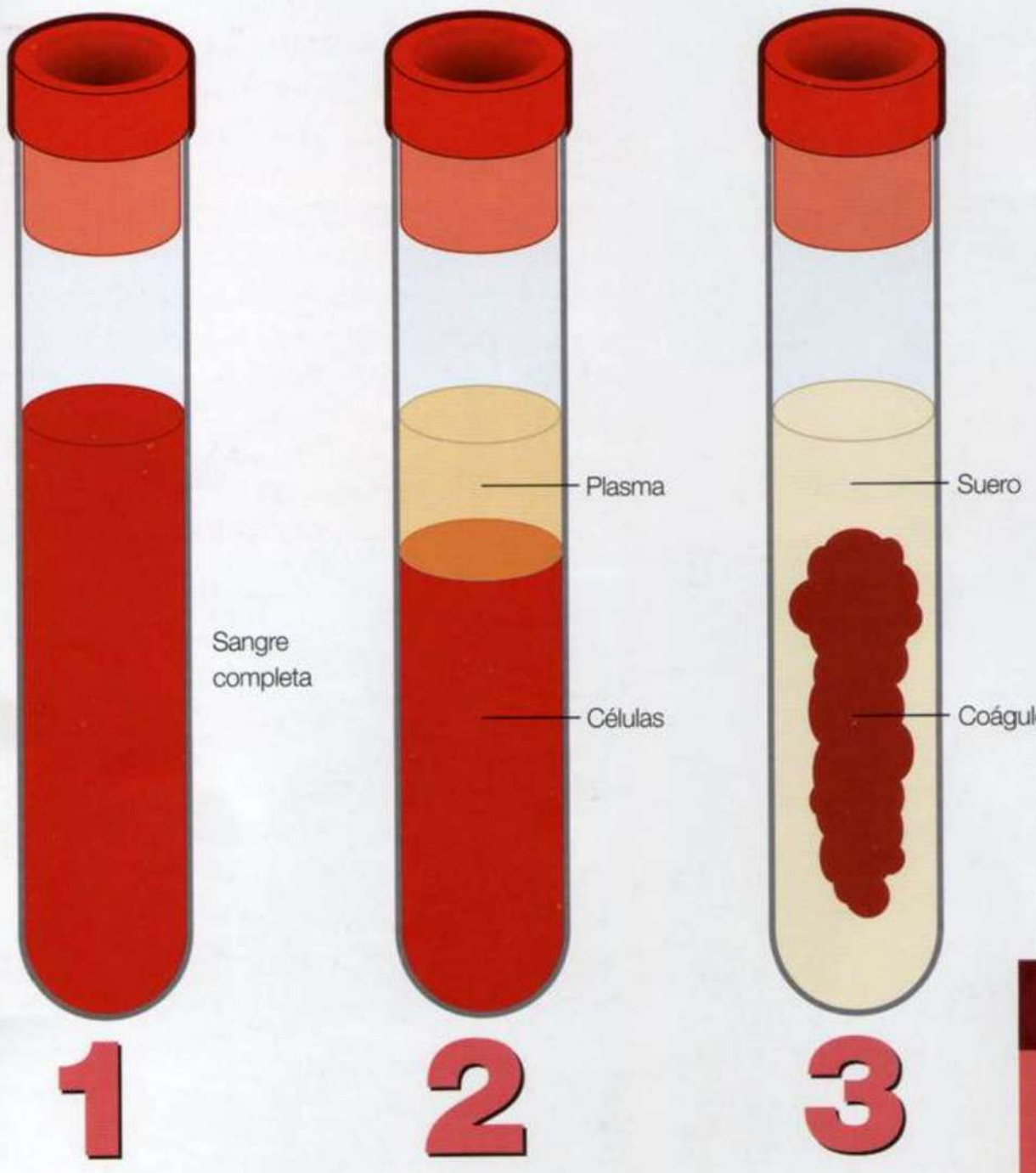
Dependiendo de los exámenes a realizar necesitaremos sangre entera, plasma o suero. En el caso del plasma, una vez recogida la sangre, procederemos lo antes posible a su centrifugación para separar los elementos formes y decantar el sobrenadante. Mientras que en el caso del suero, separaremos el coágulo de las paredes del tubo con una aguja o filamento finos y dejaremos que éste se vaya retrayendo, exudando el líquido o suero. Aproximadamente, por cada 10 ml de sangre se obtienen de 3 a 5 ml de suero o plasma.

Los anticoagulantes más utilizados son:

- Etilen-diamino-tetra- acético o **EDTA** (1 mg/ml de sangre), utilizado para las determinaciones de hematología (recuentos celulares y estudio de la fórmula leucocitaria, concentración de hemoglobina y valor hematocrito). El EDTA formolado (4 gotas/10 ml), se utiliza también en hematología, permite mayor tiempo de conservación de la muestra.
- **Heparina sódica** (dos gotas/5 ml), no es adecuada para pruebas de coagulación, pero sí para la obtención de plasma.
- **Citrato sódico** (35 mg/ml de sangre) (una parte de una solución de citrato sódico al 3% por nueve partes de sangre), se utiliza casi exclusivamente para pruebas de coagulación.
- **Fluoruro sódico** está indicado cuando se pretende determinar glucosa. En muestras tomadas con otros anticoagulantes, la glucosa, una vez obtenida la muestra, disminuye al ser consumida por los glóbulos rojos.

El suero es un plasma que no contiene fibrinógeno ni protrombina, sustancias que han servido para formar el coágulo y que se han ido con él. En general, el suero es la muestra de elección para la mayoría de las pruebas bioquímicas e inmunológicas. No obstante, hay que tener en consideración que los sueros hemolizados o lipémicos interfieren en algunas determinaciones.





En función de la determinación a realizar necesitaremos un tipo de muestra: sangre entera (1), plasma (2) o suero (3). Para los dos primeros usaremos tubos que contengan anticoagulante, mientras que en el caso del suero recogeremos la sangre en tubos limpios, sin anticoagulante.

Cultivos sanguíneos

Los cultivos sanguíneos (aerobios y/o anaerobios) están indicados cuando hay sospecha de bacteriemia. La toma de sangre para cultivo bacteriano se realiza en la yugular. En este caso, el área de punción debe ser depilada y preparada asépticamente.

Extracción de sangre





Compresión en la parte inferior de la gotera de la yugular para exteriorizar ésta y extracción de sangre mediante un sistema de tubo de vacío.

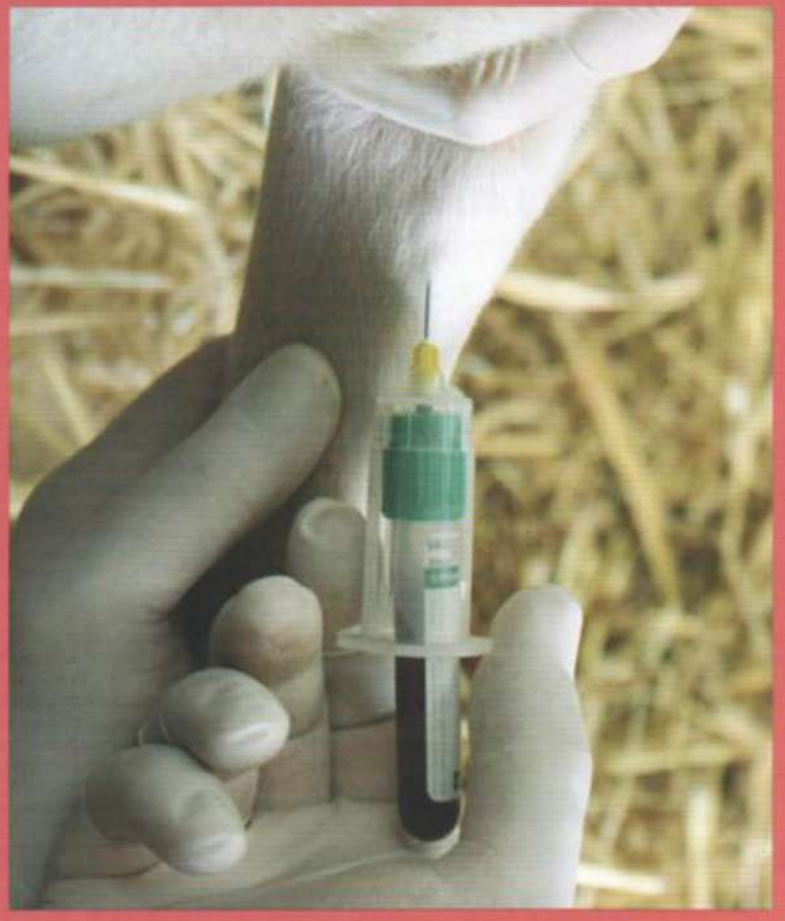
La extracción de sangre (colocación de catéteres en caso necesario) en el ganado ovino se realiza básicamente en la vena yugular, aunque también es posible en las venas cefálica, safena y en las venas de la oreja.

Para proceder a la extracción sanguínea presionaremos sobre la vena yugular, en su porción caudal, pincharemos con la aguja (19-21 G y de 25-30 mm de longitud) acoplada a una jeringa o a cualquier otro sistema (tubo de vacío), con un ángulo de 30º, aproximadamente, en relación a la vena y aspiraremos suavemente para tratar de evitar la hemólisis o dejaremos que el vacío ejerza su función. Recogida la sangre que necesitemos, levantaremos la presión para evitar la formación de hematomas y extraeremos la aguja.

Una vez obtenida la muestra, en el caso de tubos con anticoagulante, debemos invertir su posición, varias veces y de forma suave, para que el anticoagulante y la sangre se mezclen.

Los tubos sin anticoagulante se deben dejar en posición vertical y en reposo durante 30-40 minutos a temperatura ambiente (inferior a 25° C) para que se retraiga el coágulo. Una vez transcurrido este tiempo es importante centrifugar la muestra lo antes posible o conservar en refrigeración.





Extracción de sangre en la vena cefálica.



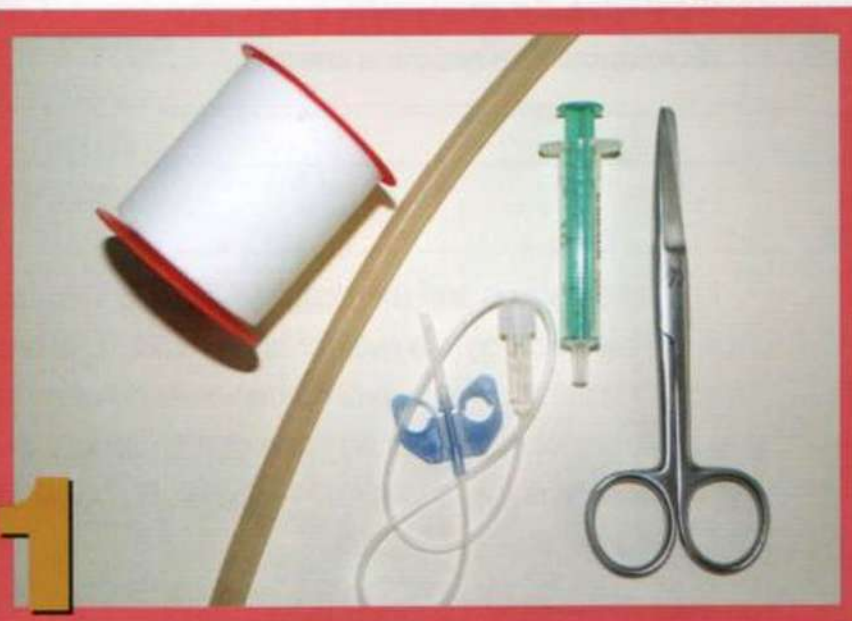
Extracción de sangre en la vena safena lateral.

Punción de la vena yugular y aplicación de un gotero





Cateterismo de la vena auricular









(1) Material, (2) preparación de la piel, (3 y 4) aplicación del cateter (22-23G), tomas de sangre (seriadas) y/o inoculación de sustancias.

Serie roja

Los principales parámetros de la serie roja son el recuento de hematíes, eritrocitos o glóbulos rojos, el valor hematocrito, la concentración de hemoglobina, los índices eritrocitarios y el índice de reticulocitos. La determinación de todos ellos va dirigida al diagnóstico de las anemias.

El recuentro de hematíes	Indica el número de hematíes por ml de sangre. En el ganado ovino el recuento oscila entre 9 y 14 millones/ml.
El valor hematocrito	Hace referencia al volumen ocupado por los eritrocitos presentes en la sangre. Su valor suele expresarse en porcentaje y en el caso de los óvidos oscila entre 27 y 40%.
La concentración de hemoglobina	Está estrechamente relacionada con los otros dos parámetros, de forma que sus variaciones obedecen a causas similares a las de los anteriores. Sus valores están comprendidos entre 8 y 14 g/100 ml.
Los índices eritrocitarios	Sirven de ayuda en el diagnóstico de determinadas anemias y hacen referencia a determinadas características de los glóbulos rojos. Incluyen el volumen corpuscular medio, la concentración media de hemoglobina corpuscular y la hemoglobina corpuscular media.

El volumen corpuscular medio **(VCM)** permite clasificar las anemias en normocíticas, macrocíticas y microcíticas, en función del volumen promedio que presenten los hematíes circulantes, se mide en femtolitros y se calcula según la fórmula:

$$\text{VCM} = \frac{\text{hematocrito (\%)}}{\text{nº de hematíes}}$$

La concentración media de hemoglobina corpuscular **(CMHC)** define la relación entre el peso de la hemoglobina y el volumen de los glóbulos rojos, se expresa en porcentaje o en gr/100 ml.

$$\text{CMCH} = \frac{\text{hemoglobina (g/100 ml) x 100}}{\text{hematocrito (\%)}}$$

La hemoglobina corpuscular media (HCM) expresa el peso de hemoglobina por hematíe, permite, como la anterior, clasificar las anemias en hipocrómicas, normocrómicas e hipercrómicas. Para calcularla utilizamos la fórmula:

$$\text{HCM} = \frac{\text{hemoglobina (g/100 ml) x 10}}{\text{nº de hematíes}}$$

El aumento de hematíes y de estos parámetros se observa en casos de deshidratación, shock y estados de excitación o esfuerzo físico. La disminución se asocia a anemia.

Los reticulocitos son eritrocitos jóvenes o inmaduros, su estudio permite evaluar la capacidad de respuesta de la médula ósea en situaciones de anemia. En condiciones normales no aparecen en sangre periférica o son muy escasos (0,24-0,38%). Su observación requiere una tinción vital.

La determinación de su índice permite clasificar las anemias en regenerativas (hay respuesta por parte de la médula) y no regenerativas.

El índice de reticulocitos se calcula multiplicando el porcentaje de reticulocitos por el hematocrito observado y dividiendo por el hematocrito normal de la especie, (en este caso una media de 32%). El resultado obtenido (contaje de reticulocitos corregido) se divide por el tiempo de maduración (para un hematocrito de 32%, aproximadamente 2) y obtenemos el índice de reticulocitos.

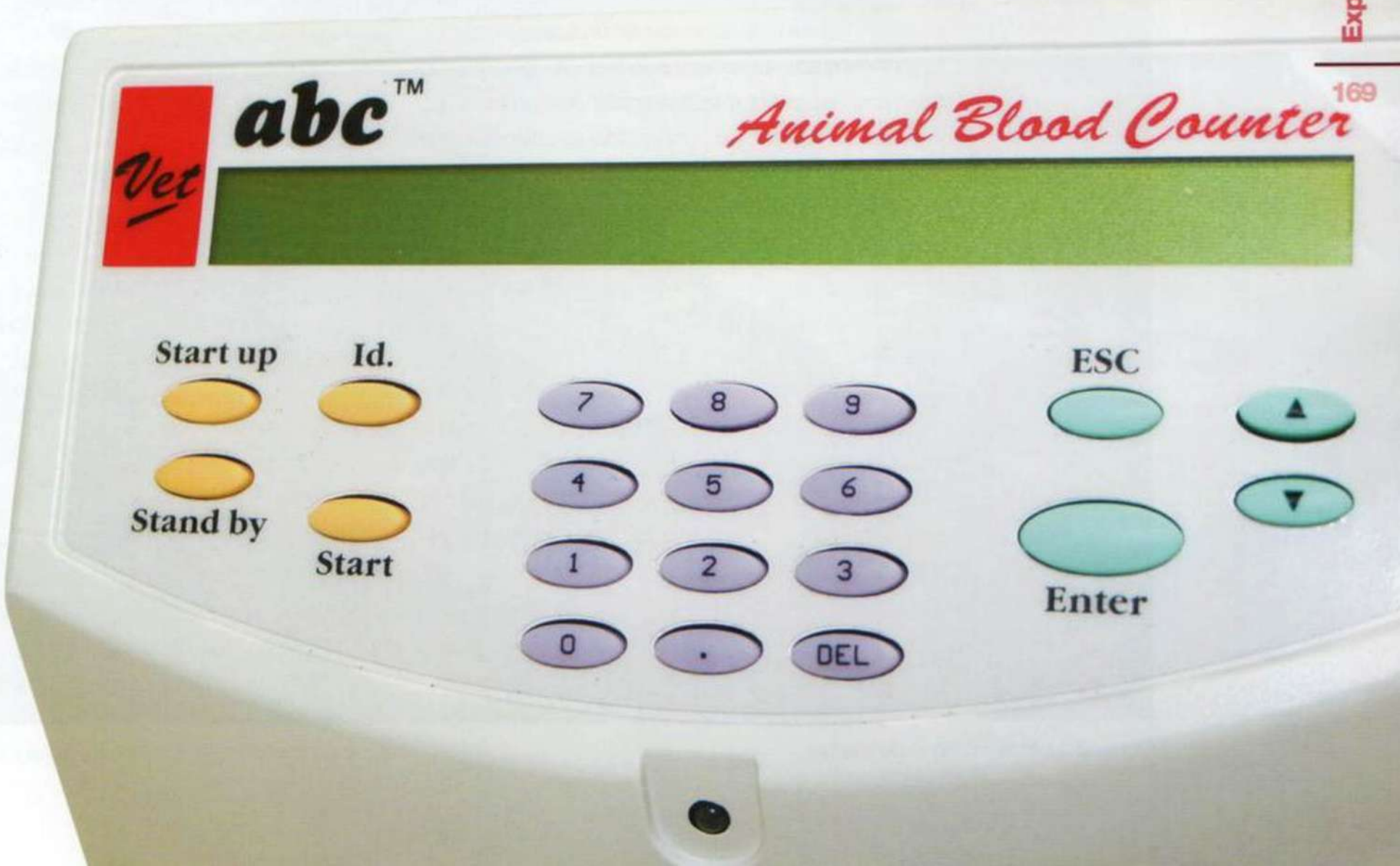
Un índice de reticulocitos inferior a 2 indica anemia no regenerativa, por encima de 2 significa anemia regenerativa y superior a 3 indica anemia regenerativa y sugiere hemólisis.

Valores de los parámetros sanguíneos	
Eritrocitos	9-14 x 10^6/mm^3
Hemoglobina	8-15 g/dl
Valor hematocrito	28-40 %
VCM	28-42 μm^3
CMCH	30-34 g/dl
HCM	8-12 pg
Reticulocitos	< 1%
Leucocitos	4-12 x 10^3/mm^3
Neutrófilos	0,7-6 x 10^3/mm^3 (10-50%)
Linfocitos	2-9 x 10^3/mm^3 (40-75%)
Monocitos	0-0,75 x 10^3/mm^3 (1-6%)
Esosinófilos	0-1,0 x 10^3/mm^3 (0-15%)
Plaquetas	2,5-7,5 x 10^5/mm^3

Aproximación entre el valor hematocrito y el color de las mucosas	
Rojo	> 27 %
Rojo-rosado	23-27 %
Rosado	18-22 %
Rosa pálido	13-17 %
Blanco	< 13



Equipo automático de análisis de sangre.



Procesos patológicos del ganado ovino que cursan con anemia.
(I: uno o pocos individuos afectados)
(V: varios individuos afectados)

Anemia

Regenerativa-Hemorrágica	Regenerativa-Hemolítica	No regenerativa
• Trauma en relación con el parto (I) • Otros traumatismos (I) • Coccidiosis (V) • Parásitos externos (V) • Fasciolosis (I-V) • Otras parasitosis internas (V)	• Intoxicación crónica por Cu (V) • Intoxicación por nitratos (V) • Intoxicación por cebollas, col, colza...(V) • *C. perfringens* A (I-V) • *C. novyi* D (I-V) • *Leptospira pomona* (I-V) • Ingestión calostro de vaca (I)	• Deficiencia de Co, Cu, Fe... (V) • Fasciolosis crónica (I-V) • Alteraciones en médula (I) • Procesos parasitarios crónicos (I-V)



Conjuntiva pálida, un signo de anemia.

Serie blanca. El leucograma

El leucograma incluye el recuento total de leucocitos así como su recuento diferencial (fórmula leucocitaria).

El recuento de glóbulos blancos nos informa del número de leucocitos por µl de sangre; está comprendido entre 4.000 y 10.000/µl en ovejas y entre 6.000 y 12.000 /µl en corderos.

La leucopenia o disminución de los leucocitos se observa en circunstancias de estrés, en procesos víricos, estadios iniciales de enfermedades bacterianas graves y en las septicemias en fase terminal.

El incremento de los leucocitos o leucocitosis aparece en las bacteriemias o procesos infecciosos en general. Valores muy por encima de los normales pueden indicar leucosis.

Linfocitos. Son las células sanguíneas de la serie blanca que predominan en la oveja. Se pueden diferenciar dos tamaños, grandes y pequeños. Estos últimos son mayoritarios en la sangre ovina, su número oscila entre 2.000 y 9.000 por µl (40-75% de los leucocitos).

- La linfocitosis se observa en procesos autoinmunes, inflamatorios crónicos o tumorales.
- La linfopenia aparece en situaciones de estrés e inmunodeficiencias.

Neutrófilos. Los neutrófilos pueden ser jóvenes (en banda o en cayado) y maduros (polimorfonucleares de dos a seis lobulaciones). Su número oscila entre 700 y 6.000/µl (10-50% del total). Cuando abundan las formas jóvenes se dice que la curva de Arneth (representación gráfica de la clasificación de los neutrófilos en función del número de lobulaciones) está desviada a la izquierda, mientras que la ausencia de éstas formas jóvenes se califica como desplazamiento a la derecha de la curva de Arneth.

- La neutrofilia (incremento de los neutrófilos) con desvío a la izquierda nos indica proceso inflamatorio agudo, mientras que la neutrofilia con desvío a la derecha define un proceso crónico. El estrés, asimismo, genera neutrofilia.
- La neutropenia se asocia a procesos inflamatorios muy graves o septicemias terminales.

Eosinófilos. La cantidad de eosinófilos se sitúa entre 0 y 1.000/µl (0-15%).

- Su incremento (eosinofilia) indica reacciones de hipersensibilidad o enfermedades parasitarias.
- La eosinopenia (disminución) no tiene significado clínico.

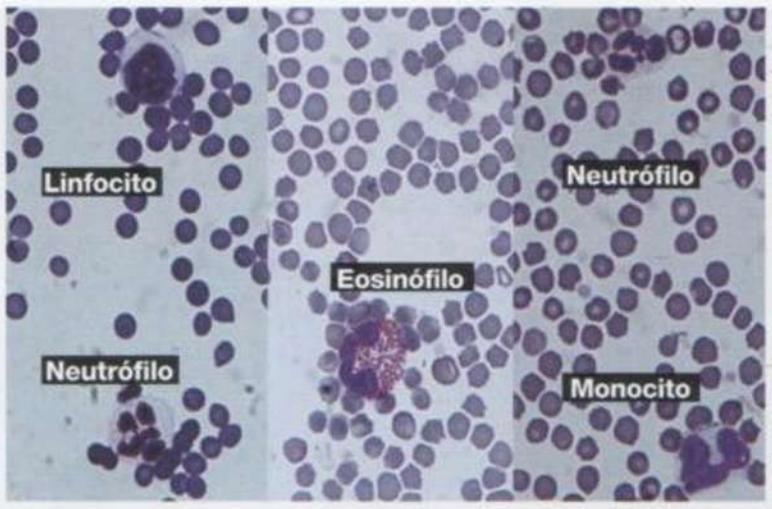
Monocitos. Su número oscila entre 0 y 750/µl (0-6%). Se observa monocitosis en infecciones bacterianas, procesos fúngicos crónicos, enfermedades inmunomediadas, crisis hemolíticas graves y necrosis tisular importante.

Basófilos. Son muy escasos. No tienen significación clínica.

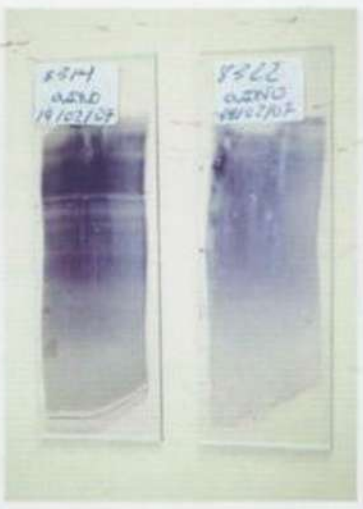
Las extensiones de sangre teñidas permiten observar, asimismo, formas celulares anormales y presencia de parásitos sanguíneos (babesias, anaplasmas...).

Los procesos inflamatorios agudos se caracterizan por leucocitosis, neutrofilia, con desvío a la izquierda y monocitosis.

Los procesos inflamatorios crónicos presentan leucocitosis y neutrofilia moderadas, desvío a la derecha y monocitosis.



Diferentes glóbulos blancos en varias tinciones de sangre (100 x).



Extensiones de sangre teñidas mediante panóptico rápido.



Hemorragia interna masiva en un caso de intoxicación por raticidas.

Recuento de plaquetas o trombocitos

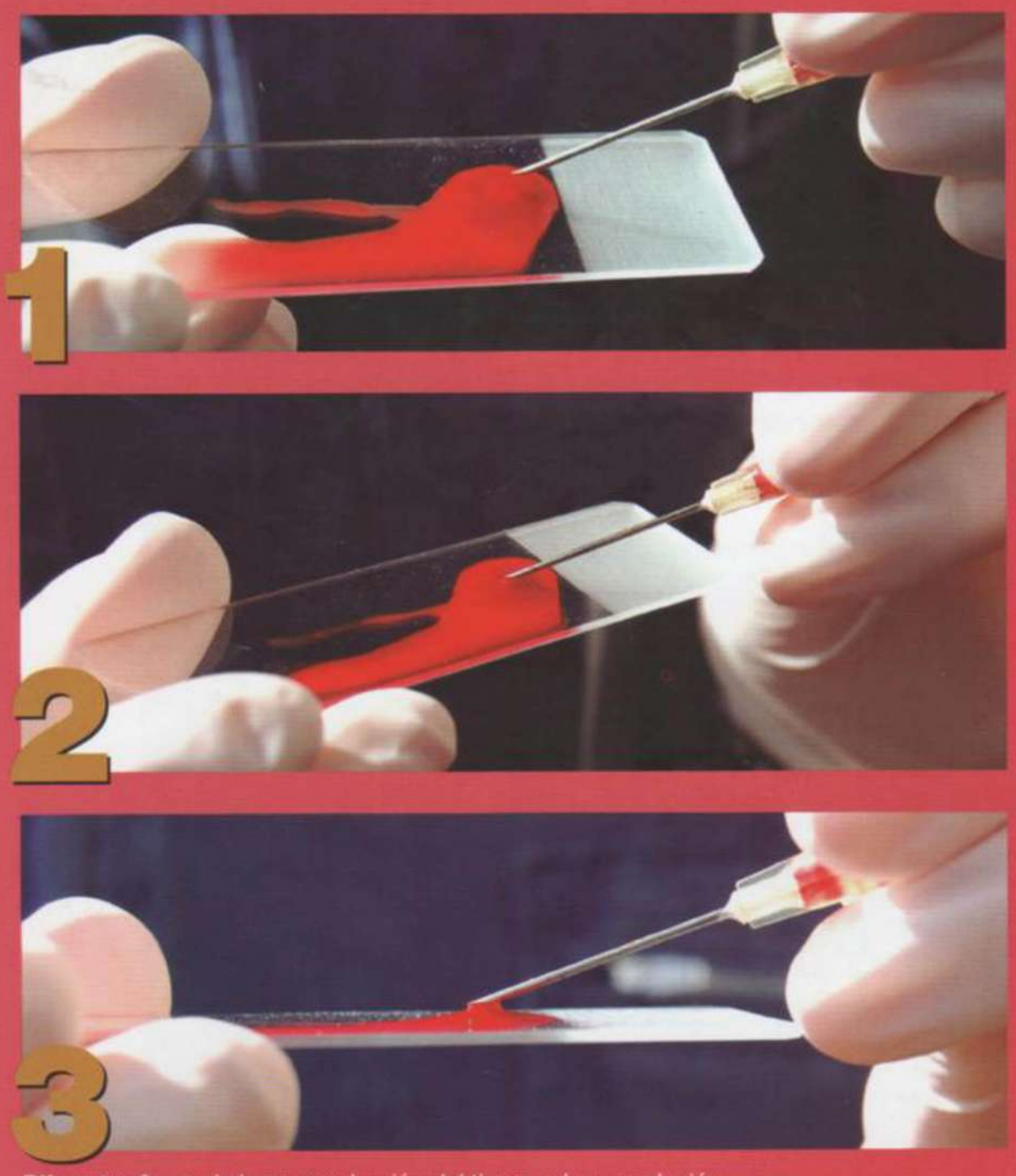
El recuento de plaquetas (250.000-750.000 por microlitro) puede hacerse por aproximación a partir del número de ellas por campo de inmersión. Menos de 3-4 plaquetas por campo de inmersión (normal de 11 a 33) indican trombocitopenia. Esta se produce por disminución de la producción medular en algunas intoxicaciones (helechos, aflatoxina B1, etc.), secuestro de plaquetas o aumento en su destrucción.

Extensión de muestra



Preparación de una extensión en campo, inmediatamente después de tomar la muestra.

Pruebas de coagulación



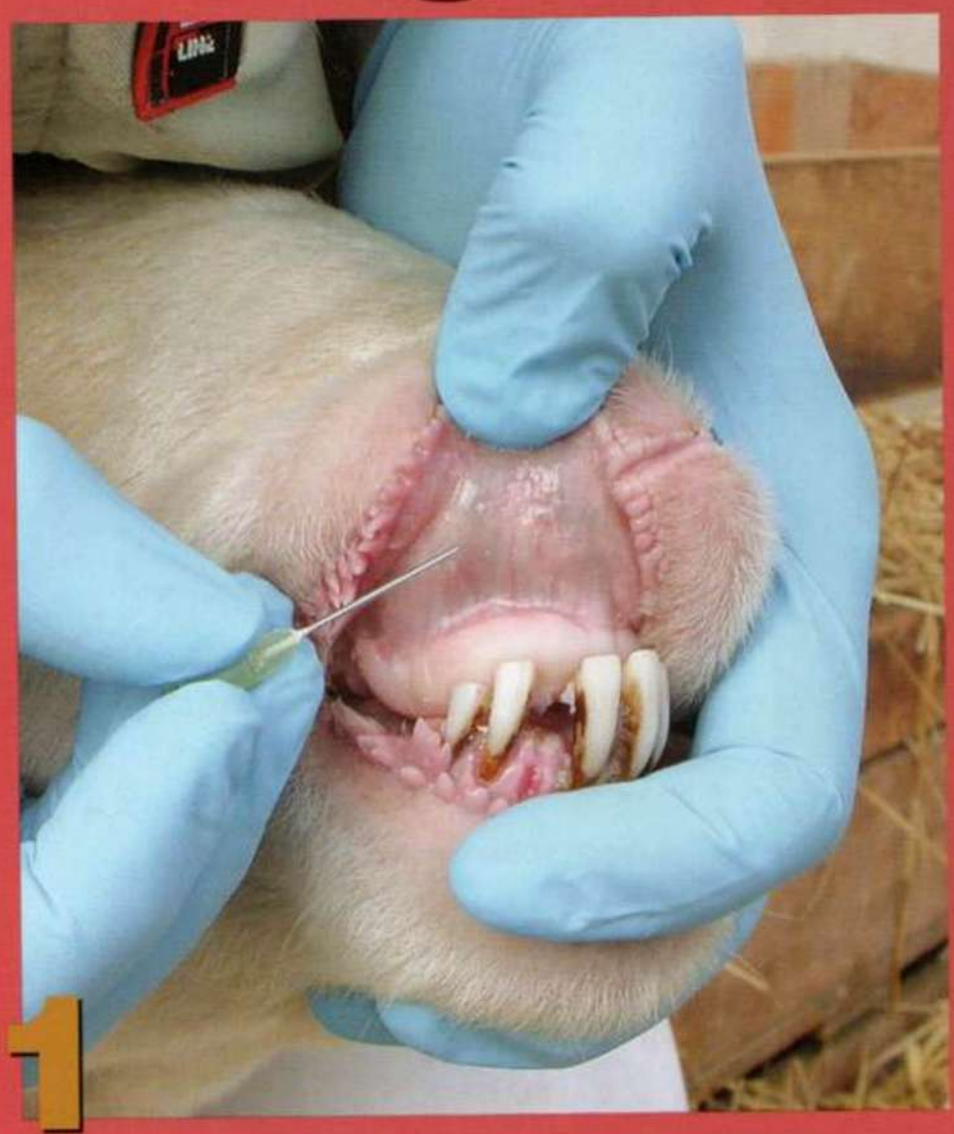
Diferentes fases de la comprobación del tiempo de coagulación.

El tiempo de coagulación es el tiempo que transcurre entre el momento en que se extrae la sangre del interior del vaso y se completa la formación de coágulo. Puede valorarse de una forma aproximada, colocando una pequeña cantidad de sangre (0,2-0,5 ml) sobre un portaobjetos y atravesándola cada 30 segundos con una aguja, hasta que en uno de los pases se fijan los primeros hilos de fibrina. Tiempos superiores a 2,5 minutos indican alteración del tiempo de coagulación.

El tiempo de sangría es una prueba que se realiza en vivo y permite evaluar la función plaquetaria. Para medir el tiempo de sangría hacemos una punción con una lanceta en el morro u oreja depilada y cada 20 segundos secamos la gota de sangre, sin tocar el punto de incisión, con un papel secante hasta que al retirar el papel no aparezca manchado, lo que querrá decir que la herida ha dejado de sangrar. Esto sucede entre los dos y cinco minutos. Los trastornos de coagulación pueden alargar este tiempo hasta los 15-20 minutos.

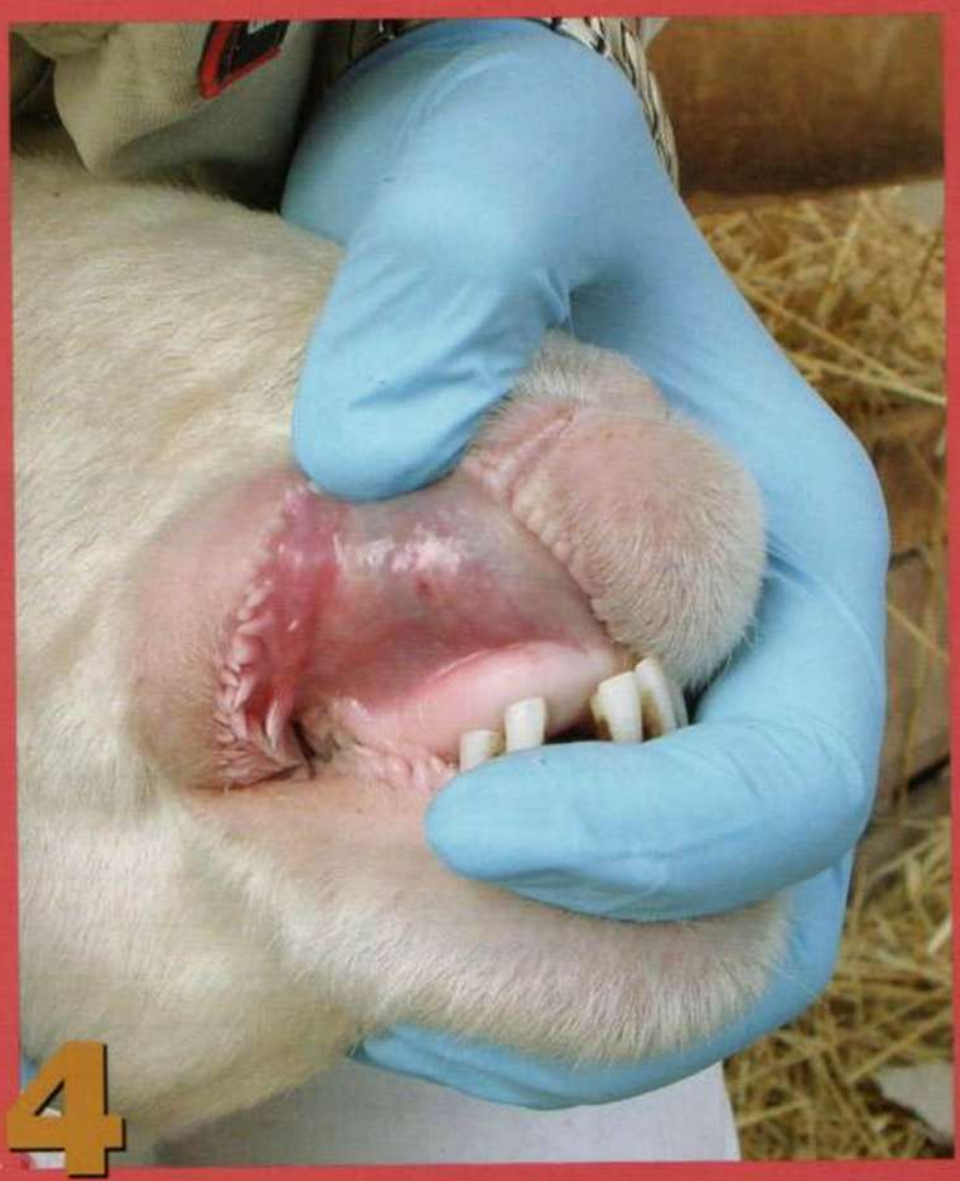
Otras pruebas, como el tiempo de protrombina (14-16 segundos) y el tiempo parcial de tromboplastina (22-42 segundos) permiten la evaluación de los diferentes factores de coagulación.

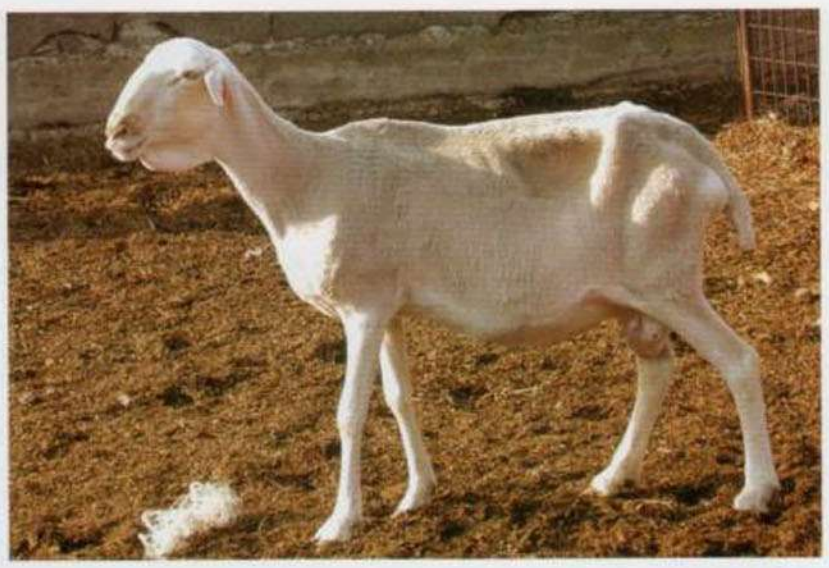
Comprobación paso a paso del tiempo de sangría


1


2


3


4





Edema submandibular e hipoproteinemia en una oveja afectada de paratuberculosis.

Proteínas sanguíneas

Las proteínas totales de la sangre se pueden determinar en suero (séricas) o plasma (plasmáticas). Presentan dos fracciones: **albúmina** y **globulinas** y dentro de éstas podemos distinguir las alfa, beta y gamma globulinas.

La **hipoproteinemia** se debe casi siempre a una disminución de la albúmina (se reduce el cociente albúmina/globulina). Esto ocurre como consecuencia de:

- Menor ingestión o absorción de proteínas.
- Alteración hepática (disminución de la síntesis).

La hipoproteinemia sin variación del cociente albúmina/globulina aparece por:

- Pérdida importante de sangre.
- Lesiones exudativas.
- Pérdida de proteínas a través del riñón o intestino (nefritis, diarreas).

La hipoproteinemia por disminución de las gammaglobulinas se observa en:

- Inmunodeficiencias.
- Falta de ingestión del calostro en corderos.

La **hiperproteinemia** aparece en:

- Deshidratación (hemoconcentración).
- Asociada a hipergammaglobulinemia.

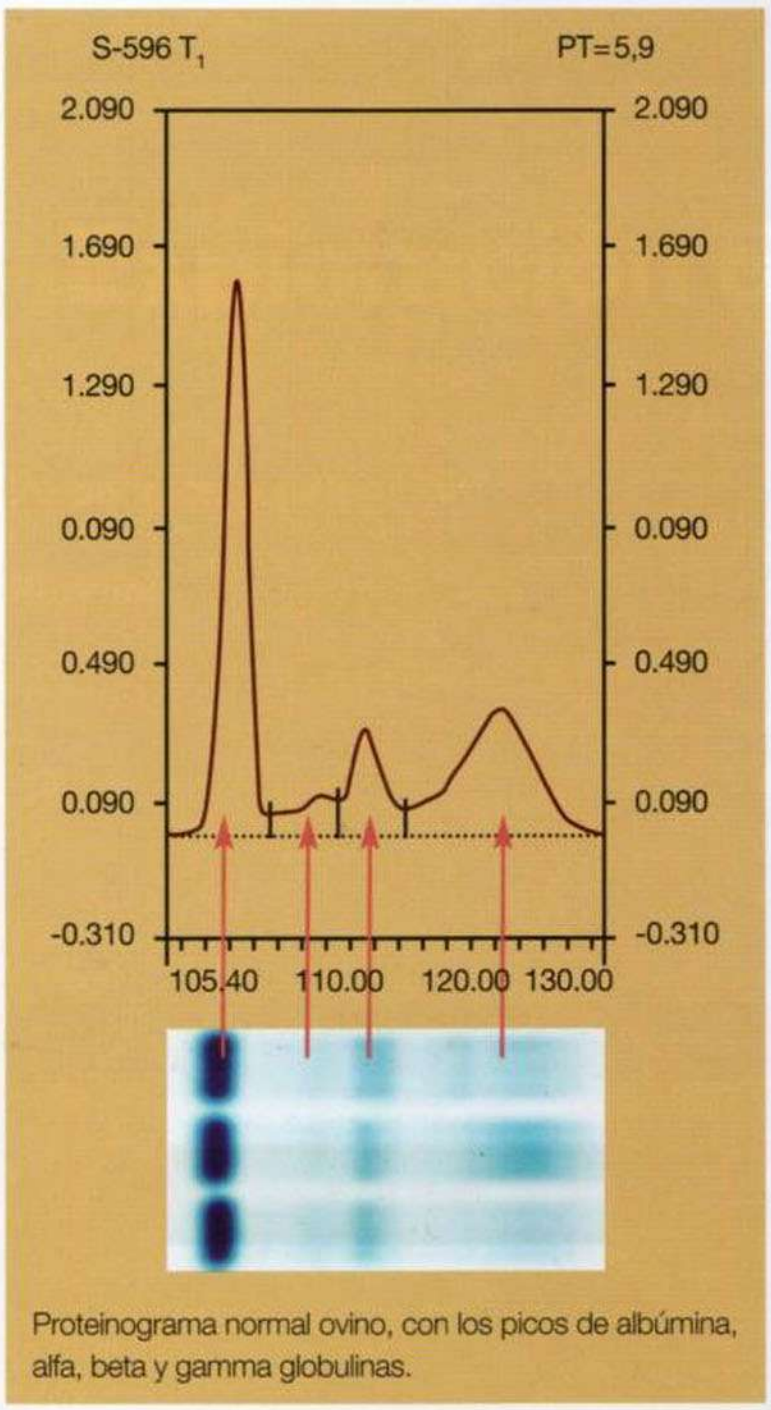


◀ Refractómetro. La refractometría es una técnica rápida y sencilla, valida para determinar proteínas totales.

Las proteínas de fase aguda: ceruloplasmina y fibrinógeno en plasma y haptoglobina en suero, resultan útiles para el diagnóstico de lesiones tisulares, como por ejemplo en la fase inicial de las neumonías.

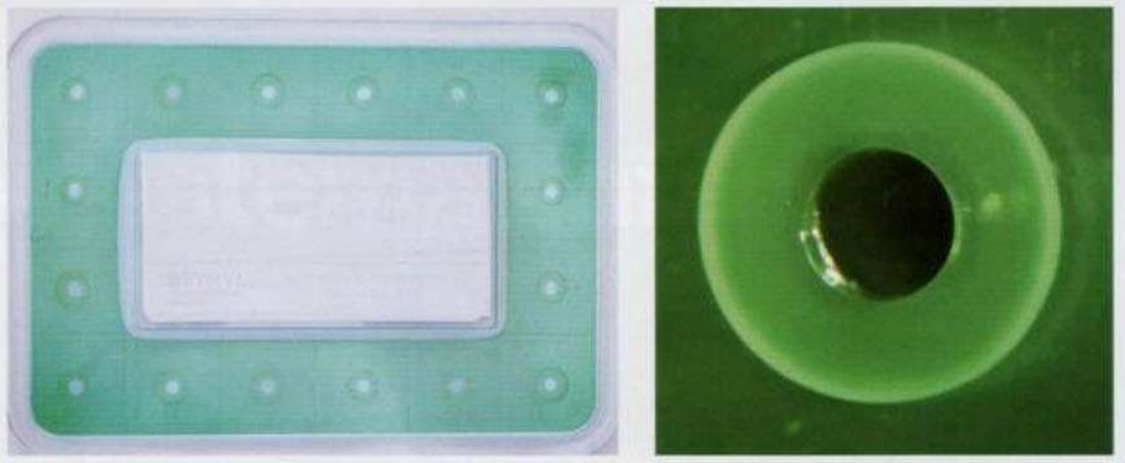
Proteínas en plasma ovino

	Unidades tradicionales	Unidades internacionales
Proteínas totales	6,0-8,0 g/dl	60-80 g/l
Albúmina	3-4,5 g/dl	30-45 g/l
Globulinas	2,5-3,5 g/dl	25-35 g/l
Fibrinógeno	200-600 mg/dl	
Inmunoglobulina G1	1.800-1.900 mg/dl	
Inmunoglobulina G2	580-630 mg/dl	
Inmunoglobulina M	120-200 mg/dl	
Inmunoglobulina A	17-31 mg/dl	



Proteinograma normal ovino, con los picos de albúmina, alfa, beta y gamma globulinas.

Valoración de inmunoglobulinas G



Valoración de inmunoglobulinas G mediante una técnica de inmunodifusión radial.

Otros constituyentes de la sangre

En sangre es posible determinar otra serie de parámetros orgánicos e inorgánicos. Aunque aportamos unos valores normales para la especie ovina, siempre que remitamos una muestra al laboratorio los resultados deben compararse con valores de referencia obtenidos con la misma técnica y condiciones de trabajo, especialmente importantes en las determinaciones de enzimas.

Niveles normales e interpretación de algunos constituyentes orgánicos del plasma ovino

	Unidades tradicionales	Unidades internacionales	Interpretación de resultados
Urea	8,4-30,8 mg/dl	3,0-11 mmol/l	↑ Insuficiencia renal, alimentario ↓ Aporte alimentario insuficiente ↓ Alteración hepática.
Creatinina	0,9-1,7 mg/dl	25-50 mmol/l	↑ Insuficiencia renal
Bilirrubina total	0,1-0,5 mg/dl	1,7-8,5 mmol/l	↑ Ictericia.
Glucosa	55-95 mg/dl	3,0-5,2 mmol/l	↑ Diabetes, hiperglucemia agónica… ↓ Toxemia de gestación, anorexia…
Colesterol	31-212 mg/dl	0,8-5,5 mmol/l	↑ Alteración hepática, corticoterapia…
Lactato		1,0-3,8 mmol/l	↑ Deficiencia de tiamina…
Piruvato		3,0-16,0 umol/l	↑ Deficiencia de tiamina…
Acetato		28-120 mmol/l	
Beta-hidroxibutirato		160-290 mmol/l	↑ Toxemia de gestación
Succinato		30-70 mmol/l	
Acidos grasos libres		610-1.110 mmol/l	
Amoníaco		0,4-0,6 mg/dl	↑ Intoxicación por compuestos nitrogenados

Enzimas séricas: valores normales e interpretación de resultados		
		Aumento de actividad
Fosfatasa alcalina (PAL)	44-355 UI 37 ºC	Actividad de osteoblastos. Corticoterapia. Afección hepática (esteatosis).
Arginasa (ARG)	0-0,80 UI 37 ºC	Afección hepática.
Creatin fosfokinasa (CPK)	50-180 UI 37 ºC	Alteraciones musculares: traumatismos, decúbito prolongado, miopatía nutricional, tetania, etc.
Lactato deshidrogenasa (LDH)	300-600 UI 37 ºC	Hepatitis, lesión muscular…
Glutamato deshidrogenasa (GLD)	2,0-36 UI 37 ºC	Necrosis hepática aguda y lesión muscular aguda…
Aspartato amino transferasa (GOT-AST)	70-210 UI 37 ºC	Afección hepática: hepatitis, degeneración grasa, fasciolosis, intoxicación por cobre… Alteraciones musculares: traumatismos, decúbito prolongado, miopatía nutricional, etc.
Alanina amino transferasa (GPT-ALT)	11-33 UI 37 ºC	Lesiones cardiacas y musculares.
Gamma-glutamil transferasa (GGT)	36-93 UI 37 ºC	Afección hepática: colectasias, necrosis de los hepatocitos, degeneración grasa…
Sorbitol deshidrogenasa (SDH)	8,0-23 UI 37 ºC	Afección hepática.
Ornitil Carbamil transferasa (OCT)	1,0-29 UI 37 ºC	Afección hepática.

Minerales y vitaminas en plasma ovino: valores normales e interpretación de resultados			
	Unidades tradicionales	Unidades internacionales	Interpretación de resultados
Sodio	139-152 mEq/l	139-152 mmol/l	↑ Intoxicación por sal, sueros hipertónicos… ↓ Diarrea
Potasio	3,9-5,2 mEq/l	3,9-5,2 mmol/l	↑↓ Diarrea, alcalosis metabólica…
Cloro	95-110 mEq/l	95-110 mmol/l	↓ Hipocloremia.
Calcio	7,1-9,8 mg/dl	1,7-2,4 mmol/l	↓ Hipocalcemia (paresia).
Fósforo	3,5-7,3 mg/dl	1,1-2,3 mmol/l	↓ Raquitismo, problemas de fertilidad…
Magnesio	1,5-3,5 mg/dl	0,6-1,4 mmol/l	↓ Hipomagnesemia (tetania).
Cobre	0,6-1,20 mg/l	9,4-18,8 µmol/l	↓ Deficiencia.
Cinc	0,78-1,24 mg/l	12-19 µmol/l	↓ Deficiencia.
Hierro	1,0-2,68 mg/l	12-48 µmol/l	↓ Deficiencia.
Selenio	0,08-0,5 mg/l	1,0-6,3 µmol/l	↓ Deficiencia.
Vitamina A		0,7-1,7 µmol/l	↓ Deficiencia.
Vitamina B12		> 370 pmol/l	↓ Deficiencia.
Vitamina E		1,0-6,0 µmol/l	↓ Deficiencia.



El apoyo laboratorial en algunos casos es determinante a la hora de llegar al diagnóstico.

Concentraciones plasmáticas de algunas hormonas	
	Unidades
Hormona del crecimiento	1,9-3,6 ng/ml
ACTH	21-90 pg/ml
TSH	1,9-2,6 pg/ml
Melatonina	140 pg/ml (día), 297 pg/ml (noche)
T3	1,5-2,7 nmol/l
T4 (tiroxina)	60-130 nmol/l
Cortisol	1,2-3,1 µg/dl