

ANÁLISIS DE LA MARCHA: de la observación de cojeras al análisis objetivo

Gemma del Pueyo Montesinos, Lda. Veterinaria, CVMRT, Diplomada ACVSMR
Dolores López Mateos, Auxiliar técnico veterinario
Hospital Veterinario VETSIA
Servicio de Rehabilitación y Medicina Deportiva



Valoración funcional vs diagnóstico cojera



- Cojera: alteración biomecánica de una extremidad
- Valoración funcional:
 - Observa el conjunto de movimientos de extremidades, columna, cabeza y rabo
 - Problema primario + cambios compensatorios



LA BIOMECÁNICA ESTUDIA:

- El movimiento
- El equilibrio
- La física
- La resistencia
- Componentes alterados que provocan consecuencias



La estructura biológica en relación al medio

LA BIOMECÁNICA SE APOYA EN:

- Anatomía
- Fisiología
- Mecánica



OBJETIVO DE LA BIOMECÁNICA:

- Analizar el movimiento
- Analizar el gasto de energía



Análisis para optimización

RAMAS BIOMECANICA:

- **Cinemática:** estudia y describe el movimiento en el espacio sin tener en cuenta las causas que lo producen (2D, 3D, descriptivo subjetivo)
- **Cinética:** estudia las fuerzas que producen, cesan o modifican el movimiento o postura (placas fuerza)
 - **Estática**
 - **Dinámica**

¡Somos un sistema biológico con componentes interrelacionados para un fin común!

ANÁLISIS DE LA MARCHA: básicos

➤ Definición:

Estudio de la locomoción. Sincrónico, armónico, equilibrio aparato locomotor y sistema nervioso.

➤ MARCHA NORMAL:

✓ DEFINICIÓN DE MARCHA, TRANCO Y CICLO DE PASO

✓ PASO

✓ TROTE

✓ GALOPE

➤ SIMETRÍA

➤ CENTRO DE GRAVEDAD

ANÁLISIS DE LA MARCHA: básicos

➤ Marcha:

✓ Trancos o zancadas (strides) : ciclo de movimientos (apoyo una extremidad suelo)

✓ Ciclo de paso (extremidad aislada):

- Fase de apoyo (frenado y propulsión)

- Fase de balanceo (caudal, frontal, caudal y abajo)

ANÁLISIS DE LA MARCHA: básicos

➤ CICLO DE PASO:

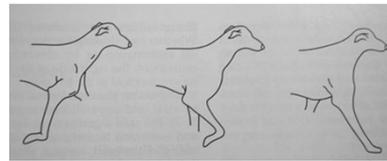
✓ FASE DE APOYO: suelo

- Frenado
- Propulsión

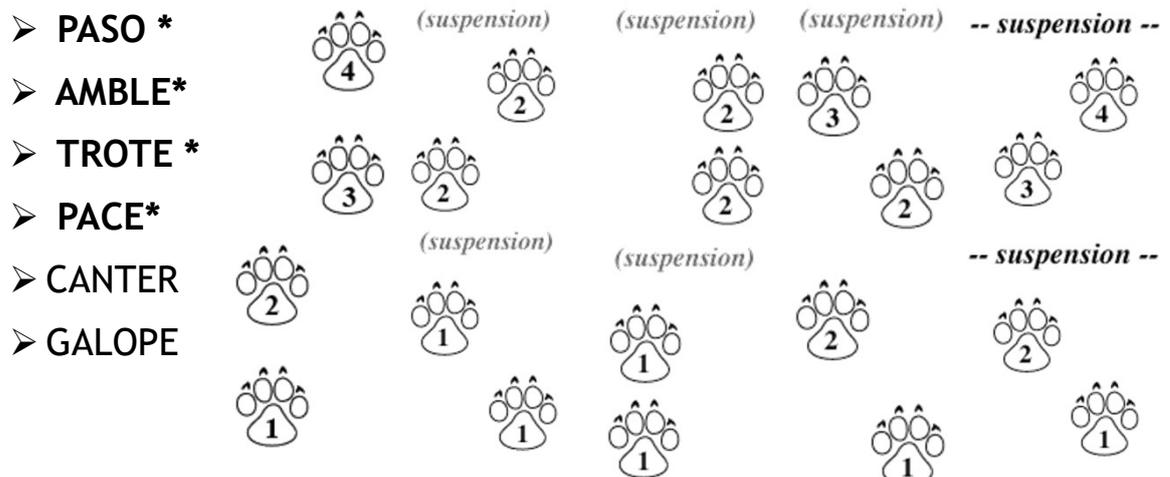


✓ FASE DE BALANCEO: aire

- Caudal
- Frontal
- Caudal y abajo



Marchas caninas



ANALISIS DE LA MARCHA: TIPOS

- Cinemático descriptivo subjetivo
- Cinemático/ cinético objetivo



Tipos de análisis de marcha

- Análisis cinemático: Descriptivo subjetivo
 - Rápido
 - Bajo coste
 - No equipamiento
 - Evalúan marcha y trote, también escaleras, cuestas obstáculos...
 - Necesaria experiencia
 - Difícil en algunos casos (varias extremidades + columna afectadas)
 - Nuestros ojos se centran en lo más evidente
 - Menos sensible

Tipos de análisis de marcha

- Análisis cinemático: Descriptivo subjetivo
 - Mejorado con la tecnología : cámaras, apps
 - Cinta terrestre: mantiene el paso, buena observación
 - Grabaciones a cámara lenta
 - Varias grabaciones
 - Métodos caseros para análisis estación (en carga): básculas de baño: sensibilidad 39% especificidad 85%
 - Fiable
 - Simple
 - Buena relación coste-beneficio

Use of bathroom scales in measuring assymetry of hindlimb static weight bearing in dogs with ostarthritis. Hyytiainen HK, Molsa SH, Junnila JT

¿Qué he de observar?

- ESTÁTICA
 - Postura
 - Actitud frente al entorno
 - Aplomos (diagramas)
 - Desarrollo muscular (fuerza , resistencia , estabilidad)
 - Angulos articulares
 - Tono y trofismo muscular



ANGULACIÓN TRASERA

- Cuanto más larga sea la distancia entre ambas líneas perpendiculares al suelo mayor angulación

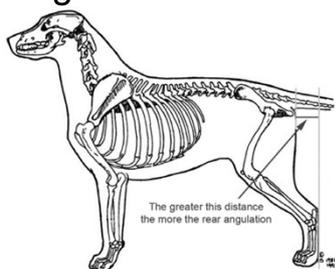


Imagen tomada de Canine Sports Medicine and Rehabilitation. Zink, c. Wiley

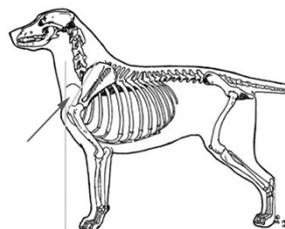
✓Ventajas: zancadas más largas, gasta menos energía

✓Desventajas: mayor inestabilidad requiere mayor fuerza muscular y mayor coordinación

< ángulo: + estable al caer, >nº giros cerrados

ESTRUCTURA EXTREMIDAD ANTERIOR

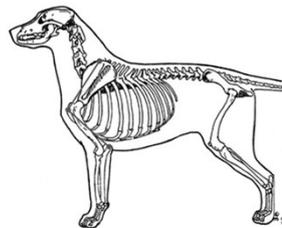
- Angulo de escápula
 - Ideal 30°
 - Si > no desventajas: zancadas más largas < gasto E, > desarrollo muscular
 - Menor contusión hombro al saltar (cae en extensión) por > flexión y absorción de impacto
 - Si < hombro sufre, debemos tenerlo en cuenta



Imágenes tomadas de Canine Sports Medicine and Rehabilitation. Zink, c. Wiley

ESTRUCTURA EXTREMIDAD ANTERIOR

- Longitud de húmero
 - Escápula y húmero deben tener igual longitud
 - Radio y cubito quedan debajo del cuerpo
 - Si normal: < contusión codo por > desarrollo de bíceps y tríceps



Imágenes tomadas de Canine Sports Medicine and Rehabilitation. Zink, c. Wiley

LESION O FALTA FORMA AFECTAN ESTRUCTURA

- Las angulaciones de las extremidades pueden variar a lo largo de la vida del animal por
 - lesiones (menor ángulo, más rectos, hueso soporta aplomo)
 - Nivel de forma física (mayor ángulo por disminución de tono muscular)

TRUCO: Monitorizar los ángulos durante la rehabilitación

¿Qué he de observar?

- DINAMICA

- Movilidad (normal, patológica)
- Flexibilidad
- Coordinación
- Equilibrio
- Capacidad funcional
- Uso de la musculatura
- Cojera



¿Cómo puedo visualizar este análisis estático y dinámico en el análisis subjetivo?

Diagrama de Dempster

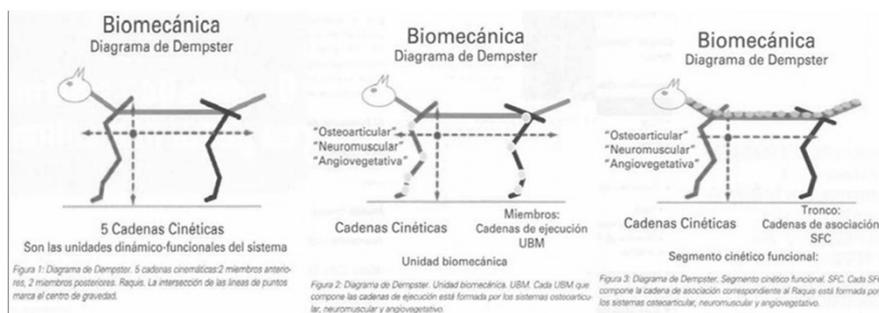


Foto: Lda. Stella Frasoná

DIAGRAMA DE DEMPSTER

- 5 cadenas de movimiento: EAs, EPs y columna
- Unidades de movimiento: articulaciones (UBM)
- Sistema de cadenas: una alterada, demás afectadas

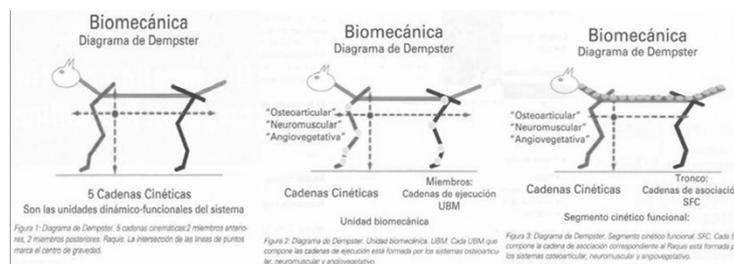
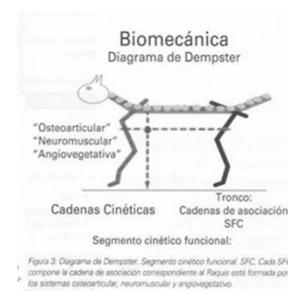


Foto: Lda. Stella Frascaoná

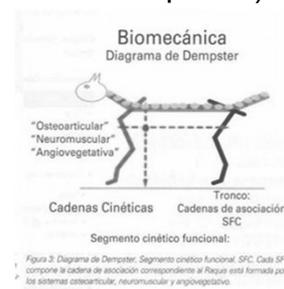
DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE

- Representa una cadena cinética
- Analiza el movimiento de esa cadena independiente
- Tratar de dibujarlo en la posición real
- Facilita la identificación de fuerzas y movimientos, la interpretación y la posible resolución del problema



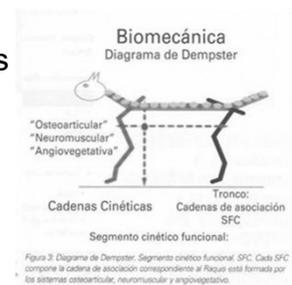
CADENA CINÉTICA EXTREMIDADES

- Cadenas óseas unidas por UBM
- UBM formadas por estructuras articulares y periarticulares (componentes: osteoarticular, neuromuscular, angiovegetativa)
- Las UBM de las extremidades son independientes funcionalmente hasta un punto: dado por el ángulo de flexión en aplomo (sólo en cuadrúpedos)
- Son cadenas de ejecución (ejecutan movimiento)



CADENA CINÉTICA TRONCO

- Formada por vértebras unidas por espacios intervertebrales (articulaciones): segmentos cinéticos funcionales (SCF)
- SCF NO son funcionalmente independientes
- En tronco son cadenas de asociación
- Si se mueve una se mueven las demás
- SCF tienen componentes osteoarticulares, neuromusculares angiovegetativos.



CADENA ABIERTA vs CERRADA

- Abierta
 - En fase de vuelo
 - Ultimo eslabón de la cadena libre
 - Cojera 4/4
 - Natación
- Cerrada
 - En fase de apoyo
 - Ultimo eslabón en un límite (suelo)

Al andar las cadenas se abren y se cierran constantemente
La musculatura se usa de forma diferente

GESTO MOTOR

- Unidad funcional del movimiento
- Conjunto de movimientos realizados de forma simultánea o sucesiva con un objetivo común
- Ejecutado gracias a 2 actividades interrelacionadas:
 - Punto motor: formado por la cadena cinemática principal implicada en el movimiento
 - Automatismo de fondo: conjunto de cadenas que posibilitan la obtención y el mantenimiento de la postura adecuada para llevar a cabo el movimiento en cuestión (cambios que hago en las otras cadenas para realizar el movimiento)

GESTO MOTOR

- OJO!!! Un pequeño desplazamiento o cambio provoca cambios automáticos en las otras cadenas que implican mayor gasto energético (Importante en trabajo y deporte: lesiones inadvertidas)
- El punto motor genera el movimiento y el automatismo de fondo mantiene el equilibrio con el resto del cuerpo para poder realizar el movimiento
- El gesto motor puede estar comprometido por alguna patología
- OJO!!! Muchos sistemas implicados en movimiento y postura

Tipos de análisis de marcha

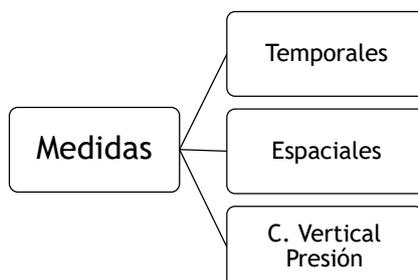
- Cinemático / Cinético: Objetivo
 - Mayor sensibilidad
 - Alto coste
 - Requiere equipamiento (placas de fuerza, cintas analizadoras marcha)
 - Necesaria formación
 - Evalúan sólo la marcha o el trote
 - Puede dar normal y haber anomalías en otro tipo de obstáculos, escaleras...
 - Cinemático: movimiento articular y longitud de paso
 - Cinético: fuerzas (estática y dinámica)
 - Muchos estudios en ortopedia y neuro
 - Muestran cambios compensatorios también

3. Cinta analizadora de la marcha

Mientras el animal camina a través de la pasarela, el sistema escanea continuamente los sensores para detectar objetos.

El área del objeto viene determinada por:

- el número de sensores activados
- la distancia de esos sensores
- el tiempo de activación/ desactivación



3. CAM: medidas

PARÁMETROS ESPACIALES	PARÁMETROS TEMPORALES	PARÁMETROS PRESIÓN
Step length (Longitud del paso)	First contact (Primer contacto)	TSP (Total Scaled Pressure) (Escala de presión)
Stride length (Long. de la zancada)	Last contact (Último contacto)	TPI% (Total Pressure Index as a percentage)
Reach (Alcance)	Stride time (Tiempo de zancada)	GLS (Gait4Dog Lamenes Score)
Distance (Distancia recorrida)	Ambulation time (Tiempo recorrido)	
Step-stride ratio (Ratio paso-zancada)	Velocity (Velocidad)	
Numbers of sensors (Número de sensores)	Stride velocity (Velocidad de zancada)	
Numbers of contacts (Número de contactos)	Stance time (Tiempo de apoyo)	
	Stance %GC (Porcentaje de apoyo)	
	Swing time (Tiempo de balanceo)	
	Swing %GC (Porcentaje de balanceo)	

3. CAM: análisis óptimo

Mínimo 3 "GAIT CYCLES" (ciclos de marcha) para que el análisis sea válido.

Al menos 3 "pasadas" para obtener una muestra representativa de los datos.

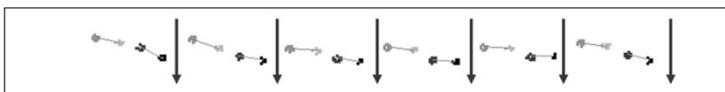
El paciente debe mirar hacia delante sin torcerse y en el centro de la cinta, normalmente lo hacen mejor en la misma dirección. 2 metros para entrar y salir.

Ambiente tranquilo, evitar que no tire de la correa, no dar chuches.

Variación de la velocidad debe ser inferior al 10 %:

- ** >10 %
- * 5 % - 10 %
- sin asteriscos: < 5 %

➤ Mínimo 3 "GAIT CYCLES" (ciclos de marcha) para que el análisis sea válido.



➤ Variación de la velocidad debe ser inferior al 10 %:

- ** >10 %
- * 5 % - 10 %
- sin asteriscos: < 5 %

Gait Cycles		Delete Cycle 1		Delete Last Cycle		Back		
	Mean (SD)	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Cycle 4	Cycle 5	Cycle 6	Cycle 7
Cycle Stride Velocity	117,3 *	121,5	122,4	119,3	116,1	112,2	114,1	
Hind Reach Left (cm)	17,7(1,21)	18,4	19,1	19,7	17,1	17,1	16,5	
Hind Reach Right (cm)	17,7(1,21)	19,1	19,1	18,4	16,5	17,1	17,1	

7.3 Examples of Good Walk

Amble- Notice the alternating diagonal paw pattern: / \ / \ / \



WALK 1- Notice the diagonal paw pattern: \ \ \ \



WALK 2- Notice the sinusoidal paw pattern: ~ ~ ~ ~



Pace- Notice pattern: / \ / \ / \



TROT- Notice pattern of hind on top of fore limbs

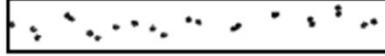


Pathology can cause a walk to appear as a trot.



7.4 Examples of Bad Walks

This dog changed velocity. (walk to a trot, traveling from left to right.)



This dog's left front paw stepped off the mat in the middle of the walkway.



This dog did not walk down the center of the mat. (Change in direction affects the weight distribution.)



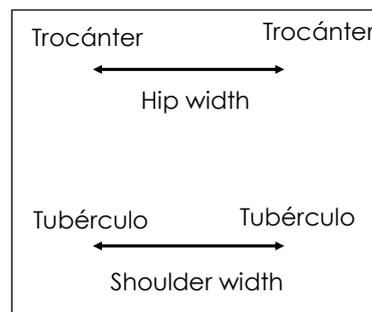
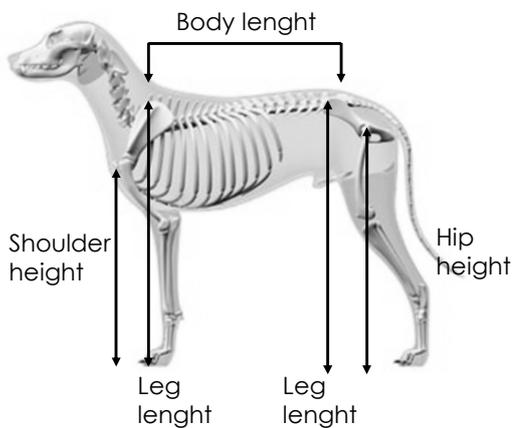
This dog paused in the middle of the walkway.



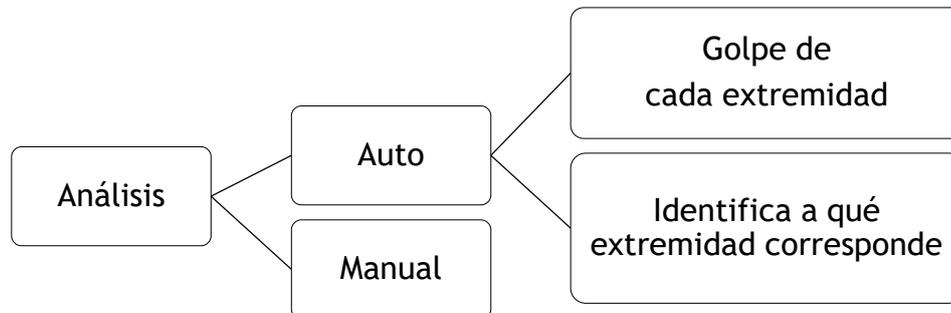
Notice the consistent pattern, then the cluster of paws, then consistent pattern again. This dog walked off the mat and there are not enough paw strikes. (Must have 12 paw strikes or 3 gait cycles.)



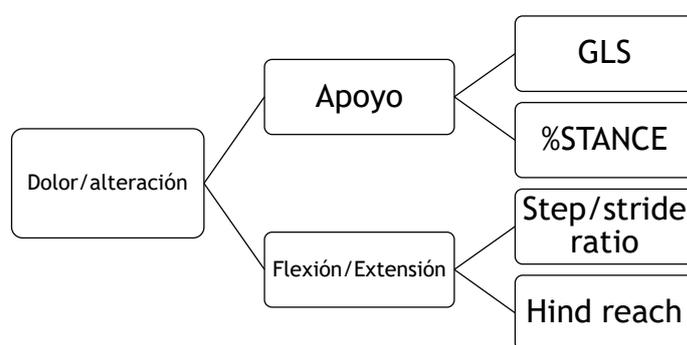
3. Cam: inserción de datos

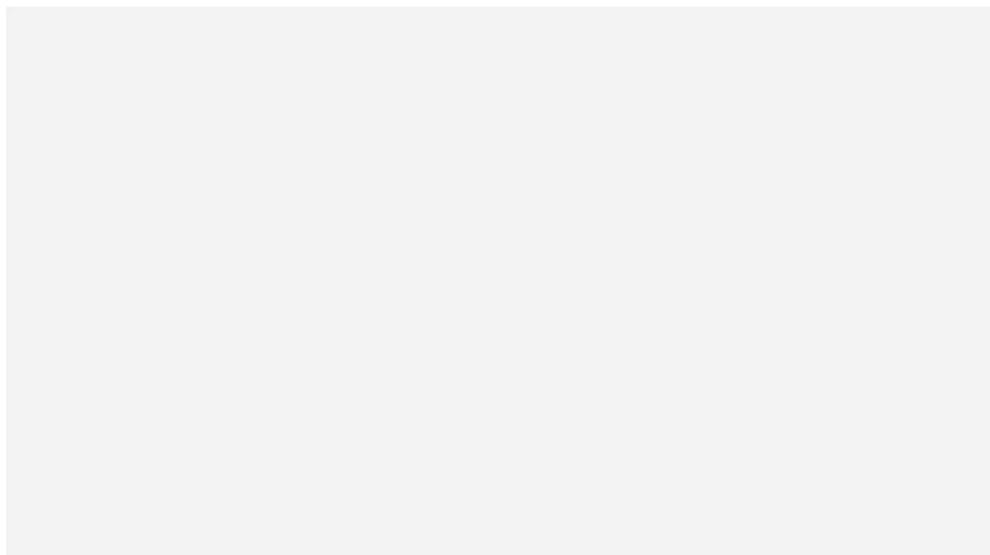


3. CAM: Análisis la marcha



3. CAM: Interpretación del análisis de la marcha





Muchas gracias