



Departamento de
Patología Animal
Universidad Zaragoza

**Estudio de la variación del
rango de movimiento articular
(ROM) de la articulación del
codo en perros con
osteoartritis tratados con
campos magnéticos pulsátiles**

Master en iniciación a la investigación en Ciencias
Veterinarias

Julio Ortego Soler

Índice de contenidos

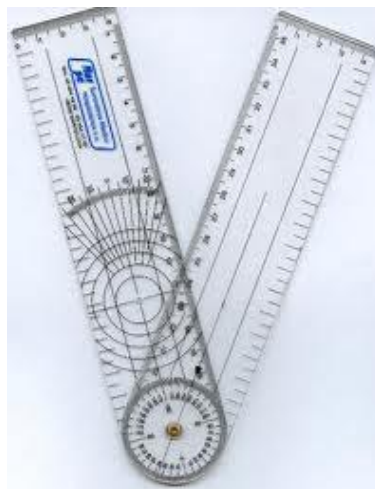
3	Resumen
5	Introducción general
6	Justificación del tema
8	Revisión bibliográfica
14	Objetivos
16	Metodología
20	Resultados y discusión
30	Conclusiones
32	Bibliografía

Resumen



En los últimos años se ha producido un incremento de la población geriátrica canina y, en consecuencia, un aumento de patologías dependientes de la edad. Una de estas enfermedades es la osteoartritis (OA), que afectaría al 25% de la población geriátrica canina, y que se describe como un proceso degenerativo articular caracterizado por la pérdida progresiva de cartílago, formación y desarrollo de osteofitos y aparición de fibrosis periarticular. En función de la etiología puede clasificarse en OA primaria, sin causa etiológica conocida, o en OA secundaria en la que se conoce la enfermedad que provoca la aparición de OA.

El objetivo del presente trabajo fue valorar el papel de los campos magnéticos pulsátiles (CMP) en el tratamiento de la OA. Para ello se determinó la variación del rango de movimiento articular (ROM) de la articulación del codo en 30 animales, 18 de ellos sometidos al tratamiento con CMP y 12 de control. Se calculó el ROM de cada uno de los pacientes al inicio del tratamiento y a los 45, 90 y 180 días de comenzarlo, para ello se utilizó un goniómetro, instrumento que permitió obtener los ángulos de máxima extensión y flexión de la articulación estudiada. La diferencia entre ambos ángulos es el valor del ROM que se usó como referencia. Las mediciones se realizaron con el perro en decúbito lateral y miembro anterior en triple flexión.



Los pacientes fueron seleccionados para este estudio siguiendo unos criterios que permitiesen una mayor uniformidad entre los mismos, todos ellos eran de raza labrador o cruce de la misma, se encontraban en un rango de peso entre 28 kg. y 34 kg, misma condición corporal, nivel de actividad física similar, control de la alimentación y edad comprendida entre 8 y 14 años.

En función de la etiología se establecieron 4 grupos: (1) OA secundaria y tratados con CMP (n=12), (2) OA primaria y tratados con CMP (n=6), (3) OA secundaria sin tratamiento con CMP (n=8), y (4) OA primaria sin tratamiento con CMP (n=4).

Introducción general



Justificación del tema

La población geriátrica canina ha aumentado notablemente en los últimos años debido a los avances en el conocimiento veterinario y la nutrición animal, así como a los mejores cuidados de las mascotas por parte de sus propietarios.

Los perros geriátricos, al igual que sucede en las personas, pueden envejecer de forma normal o, por el contrario, desarrollar cambios degenerativos en el sistema osteoarticular y neuromuscular que dan lugar a una disminución de las funciones biomecánicas. Se ha visto que algunos animales mayores muestran un deterioro articular leve, sin embargo, un subgrupo de perros desarrolla alteraciones articulares graves que pueden reducir la movilidad normal dando lugar a una serie de alteraciones de la conducta.

Varios estudios basados en encuestas muestran que la OA podría afectar entre 15 y un 25% en nuestros animales de compañía, y a más de un 25% de la población geriátrica canina. Estos datos, unido al crecimiento de la población canina geriátrica, ponen de manifiesto la importancia de investigar y profundizar en su estudio para dotar al clínico de herramientas eficaces que le permitan diagnosticar y tratar esta enfermedad.

Antes de instaurar una terapia generalizada para casos de OA, hay que determinar si es secundaria a procesos que deban tratarse con cirugía (displasia de codo) ya que otras formas de tratamiento resultaría un fracaso. Además de las opciones terapéuticas más comunes que instauramos como las farmacológicas, uso de dietas de prescripción, empleo de nutraceuticos, control del peso y modificaciones en las pautas de ejercicio, existen otras como acupuntura, homeopatía, fisioterapia y terapias menos conocidas como cromoterapia para poder tratar la sintomatología clínica (Gezá Balint et al.1997; Johnston et al. 2008).

En fisioterapia se utilizan diversos agentes físicos como pueden ser láser, fototerapia, infrasonidos, ultrasonidos, TENS, electro estimulación (Rodríguez Martín.2000), campos magnéticos...entre otros para realizar las sesiones. En el estudio se utilizó los CMP como agente físico de elección.

La aplicación de agentes físicos como los campos magnéticos (CM) en medicina, comienza a partir del siglo XX, primero mediante la aplicación de campos electromagnéticos de alta frecuencia y luego con los campos magnéticos de baja frecuencia. A su vez cada una de estas modalidades puede ser continua o pulsante. En fisioterapia se utiliza únicamente campos magnéticos de baja frecuencia (entre 1 y 100 Hz) ya que son los que presentan efectos terapéuticos demostrables. Los CM producen efectos bioquímicos, celulares, tisulares y sistémicos (Martínez Morillo et al, 1998).

Existen numerosas publicaciones acerca del efecto de los CMP en humana aplicados, entre otros, en procesos reumáticos, problemas articulares, trastornos en la osificación, patologías vasculares periféricas y problemas traumatológicos.

En el estudio se emplearon los campos magnéticos pulsátiles de baja frecuencia como un procedimiento no invasivo con la finalidad de obtener resultados terapéuticos por los efectos biológicos que generan.

El presente trabajo de master pretendió investigar el papel del empleo de CMP en el tratamiento de perros con OA, con ello se espera a su vez ampliar las opciones de tratamiento actual en esta patología y, de esta manera, mejorar parte de la movilidad perdida a causa del proceso, lo que conlleva una mejora en la calidad de vida de las mascotas.

Revisión bibliográfica

En esta sección se revisa la literatura relacionada con la magnetoterapia y la fisiología, patogénesis, diagnóstico y tratamiento de la OA y su relevancia en el envejecimiento en las distintas especies, haciendo especial hincapié en los aspectos clínicos y patológicos de la especie canina. El objetivo de esta revisión es trazar un marco teórico para el entendimiento de la investigación llevada a cabo en el presente trabajo de master.

Magnetoterapia

Las propiedades magnéticas de determinadas sustancias son conocidas desde épocas muy remotas. El nombre de Magnetismo, no está claro si comenzó en Grecia clásica donde se cuenta que un pastor llamado Magnes, comprobó como ciertos minerales atraían el metal de la punta del bastón que llevaba o bien derivado de la ciudad de Magnes en Asia Menor donde abundaban los minerales de éstas características.

En el siglo XIX, los físicos Faraday, Maxwell y Gauss, demuestran las profundas relaciones entre electricidad y magnetismo, en las que se fundamenta nuestro actual conocimiento de éstas fuerzas que son hoy las bases de sus aplicaciones en la industria y en la medicina.

A partir del siglo XX comienza la aplicación en medicina de CM, inicialmente eran de alta frecuencia y posteriormente de baja (menos de 100 Hz).

Los CM empleados en la actualidad, en su aplicación terapéutica, son de baja frecuencia (1 a 100 Hz), a su vez, pueden ser continuos o pulsantes. Los continuos se caracterizan por una emisión del campo magnético sin pausas, no hay silencio magnético, sin embargo, los pulsantes si que presentan pausas. A pesar de que en los CM de baja frecuencia predominan los efectos magnéticos sobre los efectos del campo eléctrico (producción de calor), la modalidad pulsada consigue disminuir el componente térmico al máximo posible.

Los CM producen efectos bioquímicos, celulares, tisulares y sistémicos (Martínez Morillo et al.1998). Los efectos son básicamente antiinflamatorio, analgésico, trófico y activador del metabolismo del calcio. Desde el punto de vista tisular y orgánico la magnetoterapia presenta una serie de acciones de las cuales las más importantes son:

1. Vasodilatación: Actúa sobre la capa muscular lisa periarterial, con dos consecuencias fundamentales, una de ellas es la hiperemia o aumento de la circulación en la zona tratada y la otra, si se tratan zonas amplias del organismo, una hipotensión más o menos importante. La hiperemia local tiene los siguientes efectos terapéuticos, ya conocidos, efecto trófico, por mayor aporte de nutrientes a la zona, efecto antiinflamatorio, por

mayor aporte de elementos de defensa, bioquímicos y efecto de regulación circulatoria, tanto por producir vasodilatación arterial como por el estímulo del retorno venoso.

2. Relajación muscular: Se produce tanto en fibra lisa como en la estriada, debido a la disminución del tono simpático.
3. Aumento de la presión parcial de O₂ en los tejidos: aumenta la capacidad de disolución del O₂ atmosférico en el agua y por tanto en el plasma sanguíneo, incrementándose la presión parcial y favoreciendo la difusión del mismo a órganos internos y zonas distales, lo que mejora su trofismo. El oxígeno se acumula en los sitios en donde la intensidad del CM es máxima. Dado que el oxígeno es paramagnético, el CM ejerce una acción de migración alineada sobre el oxígeno disuelto en el líquido, ocasionando un cambio en la concentración del elemento dentro de la célula. Al aumentar la intensidad de CM hay una mayor concentración de oxígeno que ha de beneficiar aquellos tejidos isquémicos, donde la circulación arterial se encuentra empobrecida.
4. Efecto sobre el metabolismo del calcio en el hueso y sobre el colágeno ligado a la producción local de corrientes de muy débil intensidad. La magnetoterapia ayuda a la fijación del calcio en el hueso. La aplicación de CMP a cultivos de condroblastos ha mostrado un aumento de síntesis de colágeno y en cultivos de células óseas embrionarias un aumento en la conversión de H- Prolina en H-Hidroxiprolina. Dado que el colágeno forma la sustancia intercelular, es posible encontrarlo, en distintas proporciones, en todo el organismo. Los ligamentos, las fascias musculares, el estroma de la membrana sinovial presentan fibras colágenas en disposición laxa. El cartílago articular muestra una trama de fibras colágenas en una matriz de sustancia fundamental de proteoglicanos. En los huesos, el colágeno junto con los mucopolisacaridos y mucoproteínas constituyen la materia orgánica, y representan un 25% del tejido óseo. Se ha reportado que, la aplicación de campos magnéticos produce efectos benéficos, en la reducción del proceso inflamatorio y la detención del proceso degenerativo fibrinoide, originados en la ruptura del tejido conectivo.
5. Efecto analgésico: deriva tanto de una acción directa en las terminaciones nerviosa, como de su actuación sobre el mecanismo productor del dolor. El efecto de regular el potencial de membrana ayuda a elevar el umbral de dolor en las fibras nerviosas sensitivas. Existe otro nivel de acción que es a nivel central debido al efecto de sedación general, de regulación y normalización de las etapas del sueño, originado por el aumento en la producción de opiáceos endógenos, sumado a la relajación muscular y a la acción hipotensora, lo cual es esencial en el manejo de pacientes con dolor crónico en los que inevitablemente se presentan alteraciones psicológicas.

Dado los efectos terapéuticos que proporcionan los CMP en el tratamiento de la OA humana (Ikehara et al.1998; Hulme et al.2006; Edge Hughes et al.2007) ha sido el agente físico de elección para el presente estudio de dicha patología en la especie canina.

Rango de movimiento articular (ROM)

En un examen ortopédico completo la medición de los ángulos articulares o goniometría clínica permite cuantificar el movimiento articular y la función relativa de la misma. Las mediciones se realizan con un goniómetro que se compone, de un brazo de referencia (brazo A) y un brazo móvil (brazo B) que se conectan por una bisagra en el centro que permite la rotación de los brazos uno sobre otro. Alrededor de esta bisagra el brazo móvil tiene una escala de graduación goniométrica ($0 \pm 180^\circ$) usada para cuantificar el grado del ángulo entre los brazos.



En la OA los cambios de los ángulos de flexión-extensión y el rango de movimiento articular (ROM) puede ser indicativo de la severidad de la patología, además de ser punto de referencia de la evolución del proceso. La determinación del ROM se obtiene restando el ángulo de flexión máxima al ángulo de extensión máxima. Los valores del ROM pueden utilizarse para valorar la efectividad de los tratamientos farmacológicos y de rehabilitación así como para determinar la técnica quirúrgica más apropiada en caso necesario.

Aunque los ángulos articulares pueden variar en función de la raza, conformación, edad y estado sanitario (Thomas et al.2006, Crook et al.2007) se han determinado los valores de referencia para el ROM en Labradores Retriever sanos. En nuestro caso tomaremos la articulación del codo como modelo, siendo el valor del ROM 129° , ya que los pacientes a estudio son la mayoría de la misma o cruces de la raza.

Osteoartritis (OA)

➤ Fisiología

La OA es una artropatía de tipo degenerativo-inflamatorio, multifactorial con empeoramiento progresivo del cuadro, que afecta a articulaciones móviles o semimóviles del perro. Las alteraciones se producen en todos los tejidos articulares, produce alteración del cartílago (condrodegeneración), alteración del hueso subcondral (osteosclerosis, osteocondrofitosis), inflamación de la membrana sinovial (sinovitis) y fibrosis de la cápsula articular y del periostio (entesiofitosis) (Vaughan-Scott et al.1997).

El cartílago hialino recubre la superficie de las articulaciones sinoviales. Está compuesto por una matriz extracelular y en menor proporción por condrocitos. Los componentes primarios de la matriz extracelular son agua, proteoglicanos y colágeno y en menor cantidad glicoproteínas y otras proteínas.

El primer cambio que se observa en OA es la aparición de fisuras en la superficie articular. Inicialmente existe un intento de reparación dándose una proliferación de condrocitos y un incremento de síntesis de matriz extracelular, no obstante, la capacidad de reparación articular es muy ineficaz.

➤ Patogénesis

La OA es el proceso degenerativo final de la mayoría de las enfermedades que afectan a las articulaciones. Desde un punto de vista etiológico, la OA se clasifica en primaria y secundaria. La OA primaria se considera como la expresión clínica del proceso de involución de las articulaciones, asociado a la edad. En el perro la OA es normalmente de tipo secundario, aparece en la edad adulta o vejez como resultado de la evolución de un amplio abanico de artropatías congénitas o de desarrollo como la displasia de codo.

A pesar de tener un agente causal, la variabilidad individual es muy alta, ya que existen numerosos factores, tanto genéticos como ambientales que afectan a la presentación y evolución de la OA. El papel de la obesidad es muy importante, perros obesos tienen una mayor incidencia de OA en comparación con perros delgados (Levine et al.2002; Mlacnik et al.2006). La obesidad no sólo afecta directamente por sobrecarga mecánica sino también tiene un papel indirecto. En personas, la incidencia de OA en las falanges de la mano es claramente superior en personas obesas, lo que no se explica por el fenómeno de sobrecarga mecánica.

Microscópicamente se observa una pérdida progresiva de cartílago articular que se acelera por la pérdida de las propiedades mecánicas del mismo. A nivel de la capsula articular, la membrana sinovial está inflamada lo que hace que se liberen mensajeros humorales que interfieren en el cartílago articular así como en la activación de receptores nociceptivos, que conllevan la

aparición de dolor. En el hueso subcondral se observa un incremento del contenido mineral de la matriz ósea y una alteración del flujo sanguíneo.

Macroscópicamente se aprecia pérdida progresiva de la superficie articular, llegando a la exposición del hueso subcondral en casos avanzados. Cápsula articular con pérdida de elasticidad por depósito de colágeno (fibrosis) lo que conlleva pérdida del ROM. En fases avanzadas hay una disminución de la producción de líquido sinovial, llegando en casos extremos al cese casi completo de producción de líquido. Otro fenómeno característico es la aparición de osteofitos a nivel de la intersección de la capsula articular como respuesta a la inestabilidad articular que supone pérdida en el movimiento articular.

➤ **Diagnostico**

La inspección y la palpación pueden evidenciar anomalías al andar, tumefacciones articulares y/o periarticulares y alteraciones del estado y tono muscular. Durante la realización de movimientos pasivos, el ROM está reducido y se puede apreciar crepitaciones articulares por rozamiento de los osteofitos. La hiperextensión e hiperflexión de las articulaciones afectadas pueden provocar reacciones antiálgidas en los pacientes (Rychel et al.2010).

Existen varias técnicas de evaluación como pruebas diagnosticas:

- Exploración radiográfica. Es la más empleada y se basa en hallazgos radiológicos específicos, indicativos de degeneración articular (Mortellaro et al.2010).
- Artrografía. Útil para valor lesiones del cartílago articular y de la membrana sinovial.
- Artroscopia. Visualiza estructuras intrarticulares, permite un diagnóstico precoz de la OA y definir la etiología, lo que facilita el tratamiento.
- Tomografía axial computerizada (TC). De gran resolución evidencia alteraciones óseas y de los tejidos blandos.
- Resonancia magnética (RM). Evidencia todas las alteraciones artrósicas, incluso en fases muy precoces.
- Cintigrafía ósea. Útil para diagnósticos precoces ya que señala aumentos de la captación ósea.
- Ultrasonografía. Valora tendones y cápsula articular.

➤ **Tratamiento.**

Previo a las opciones terapéuticas que disponemos para comenzar a tratar un paciente con OA hay que descartar si existe una patología causante del proceso y que se resuelva quirúrgicamente (Lawson et al.1971).

- **Fármacos.** Los fármacos de elección pertenecen al grupo de los antiinflamatorios no esteroideos (AINES) y se pueden combinar con analgésicos como la morfina y sus derivados.
- **Dietas de prescripción.** Existen numerosas casas comerciales con dietas suplementadas con ácidos grasos esenciales que enlentecen la degradación articular y ayudan al control del peso del animal.
- **Nutraceuticos.** Sustancias precursoras del cartílago articular como la glucosamina y el condroitin sulfato se han utilizado como soportes nutricionales para ayudar a mantener la integridad del cartílago articular.
- **Modificación de la pauta de ejercicio.** Reducir la actividad por debajo de los umbrales de dolor es una medida básica, el ejercicio es necesario para mantener la fisiología articular pero un exceso conlleva la exacerbación de la sintomatología (Millis et al.1997; Millis et al.2002; Penny et al.2006).
- **Rehabilitación y fisioterapia.** El empleo de agentes físicos que ayuden al control del dolor y de ejercicios apropiados para cada paciente ha supuesto un gran avance en el tratamiento de esta patología en los últimos años para nuestras mascotas (Matthew Wallden et al.2008).

Debido a que se eligió como articulación de referencia en el presente estudio la articulación del codo para calcular la evolución del ROM durante el tratamiento y, en la mayoría de los casos, los pacientes con OA secundaria era consecuencia de padecer displasia de codo se hará una breve referencia a esta artropatía.

Displasia de codo

Bajo este nombre se conoce a un grupo de patologías que afectan a la articulación humeroradiocubital, se trata de un problema de encondrosis generalizada de las líneas de crecimiento de las partes óseas que componen la articulación. Todas estas patologías, incongruencia articular del codo, no unión del proceso uncóneo (NUPA), osteocondritis disecante (OCD) y fragmentación del proceso coronoides, poseen unas características comunes y una sintomatología clínica muy parecida. Suelen ser animales de razas de crecimiento rápido, presentan sintomatología antes del año de edad, puede haberse dado algún traumatismo en la región, en muchos casos no tienen dietas equilibradas, cojera más manifiesta tras periodo de reposo y lateralización de la mano con apertura del codo.

Objetivo



El objetivo del presente trabajo fue investigar el papel de los CMP en el tratamiento de la OA en la especie canina.

Para ello se determinó el valor del ROM en la articulación del codo al inicio y a los 45, 90 y 180 días después de comenzar el tratamiento y se comparó con los valores de perros con la misma patología no sometidos a la acción de los CMP, apreciando de esta manera la evolución de los mismos.

Metodología



1. Animales

Los animales fueron captados en diversos centros veterinarios de la ciudad de Zaragoza durante el periodo enero 2008-febrero 2012. Aquellos referidos que llevaban tratamiento con AINES eran directamente excluidos ya que los valores iniciales del ROM podían verse modificados. Todos los perros incluidos en el estudio fueron de tamaño grande, de raza labrador o cruces de la misma, con peso comprendido entre 28 y 34 kg, misma condición corporal, control de la alimentación, convivían habitualmente con sus propietarios, tenían un nivel de actividad similar y una edad comprendida entre 8 y 14 años.

En total se incluyeron 30 animales. En función de la etiología se establecieron 4 grupos: (1) OA secundaria y tratados con CMP (n=12), (2) OA primaria y tratados con CMP (n=6), (3) OA secundaria sin tratamiento con CMP (n=8), y (4) OA primaria sin tratamiento con CMP (n=4).

2. Procedimiento

2.1 Examen médico

Todos los animales fueron sometidos a un examen ortopédico y neurológico completo, extracción de sangre para bioquímica y recuento celular, análisis de enfermedades parasitarias como Leishmaniosis, Erlichiosis y Neosporosis. Los animales con fallo orgánico primario y los positivos a cualquiera de las patologías nombradas anteriormente fueron excluidos del estudio.

2.2 Examen zookinésico

Una vez seleccionados los pacientes aptos para formar parte del estudio, se realizó un examen individual basado en la observación y evaluación de los elementos anatómicos y funcionales del aparato locomotor. Para organizar el diagnóstico de manera didáctica se siguieron las siguientes pautas:

- Reseña: sexo, edad, raza y peso.
- Anamnesis: cuadro clínico
- Hábitat: casa, apartamento, terreno.
- Actividad.
- Alimentación.
- Cirugías.
- Observación: valoración estática de la postura, actitud, aplomos, desarrollo muscular, medición de ángulos articulares, tono y trofismo muscular. En movimiento valorar coordinación, flexibilidad, equilibrio y capacidad funcional.

De esta manera se consigue apreciar las deficiencias del paciente tanto de forma estática como dinámica (Sterin, 2005).

Mediante palpación se localizan los puntos de dolor, los cuales dan como manifestación clínica disfunción locomotora, en raras ocasiones se manifiestan con señales audibles.

Como técnica de evaluación empleamos la goniometría para valorar el ángulo de flexión y extensión máxima de la articulación del codo, que posteriormente permiten calcular el ROM. Las mediciones se realizan con un goniómetro con el paciente en decúbito lateral, de manera pasiva y en posición de triple flexión de las articulaciones del hombro, codo y carpo para obtener el ángulo de flexión máxima. Se realiza medición bilateral de la articulación. En el transcurso del tratamiento se mide al inicio, mes y medio, tres y seis meses del inicio del mismo. Con los valores obtenidos se calcula el valor del ROM mediante la diferencia obtenida entre el valor del ángulo de máxima extensión con el valor del de máxima flexión. Para facilitar el estudio se toma como referencia el valor medio del ROM de ambas articulaciones del codo de un paciente.

Tras el diagnóstico enfocamos el tratamiento de fisioterapia dividiéndolo en tres etapas. Se comienza con dos sesiones semanales que se irán espaciando en el tiempo a partir de la quinta semana a una sesión semanal. En la primera etapa se prioriza el control del dolor para poder encarar un tratamiento de terapia física adecuado, segunda etapa se busca un aumento del ROM y finalmente en la tercera se intenta estabilizar lo máximo la recuperación de la función alterada. Se opta por magnetoterapia como agente físico de elección, trabajando con frecuencias de 100 y 50 Hz de emisión modulada y tiempos de un segundo de pausa en modo pulsante con forma de onda senoidal alternándolas cada diez minutos, siendo el total de la duración de 50 minutos por sesión. Empleamos la técnica contraplanar sobre la zona de dolor y colocamos una bobina en cervical, otra toraco-lumbar y otra a nivel lumbo-sacro, los miembros anteriores los introducimos en un solenoide. El efecto buscado es antiinflamatorio.



3 Análisis estadísticos

Rango de movimiento articular (ROM) se definió como variable dependiente y se llevó a cabo un análisis de la varianza multifactorial para valorar el efecto de los factores “OA primaria”,

“OA secundaria”, “tratamiento con CMP” y “no tratados con CMP” sobre el mismo. Se utilizó la prueba t de Student (para muestras independientes) para valorar el efecto del factor “ROM inicial” y su variación en cada momento en los pacientes con OA primaria (grupos 2 y 4) y secundaria (grupos 1 y 3), en los tratados con CMP (grupo 1 y 2) y no tratados con CMP (grupo 3 y 4), también se analizó en cada uno de los grupos OA secundaria tratados con CMP (grupo 1), OA primaria tratados con CMP (grupo 2), OA secundaria sin tratamiento con CMP (grupo 3) y OA primaria sin tratamiento con CMP (grupo 4).

Los cálculos se llevaron a cabo usando el programa estadístico SPSS 17.0. para Windows (SPSS, Inc, Chicago, USA). Se consideró que el valor de P menor de 0.05 era estadísticamente significativo y P menor de 0.10 como tendencia.

Resultados y discusión



Características de los animales

En la tabla siguiente se describen las características de los distintos grupos de estudio.

	OA secundaria	OA primaria
Tratamiento con CMP	n=12	n=6
No tratamiento con CMP	n=8	n=4

En primer lugar se ha realizado una prueba t de Student para muestras independientes para ver si las medias de los ROM iniciales entre los animales con OA primaria y secundaria eran iguales.

Estadísticos de grupo

	Tipo de osteoartritis	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Movilidad inicial	Primaria	10	108,80	10,075	3,186
	Secundaria	20	101,70	10,337	2,311

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Movilidad inicial	Se han asumido varianzas iguales	,101	,753	1,788	28	,085
	No se han asumido varianzas iguales			1,804	18,535	,088

Como $p > 0,05$ podemos decir que los valores del ROM iniciales no son diferentes entre ambos grupos.

En segundo lugar se ha realizado una prueba t de Student para muestras independientes para ver si las medias de los ROM iniciales entre los animales tratados y sin tratar eran iguales.

Estadísticos de grupo

	Tratamiento con CMP	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Movilidad inicial	No	12	107,00	13,038	3,764
	Si	18	102,11	8,533	2,011

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Movilidad inicial	Se han asumido varianzas iguales	7,410	,011	1,245	28	,223
	No se han asumido varianzas iguales			1,146	17,268	,268

Como $p > 0,05$ los valores iniciales de los ROM no son diferentes entre ambos grupos, por lo tanto, las condiciones iniciales de todos los grupos son similares y no hay ningún sesgo inicial debido a la asignación de los animales a los grupos de tratamiento.

A continuación se realiza la prueba t de Student para muestras dependientes o pareadas para ver si hay variación del ROM en cada momento y en cada uno de los cuatro grupos con respecto al valor inicial del mismo.

Como refleja la tabla siguiente, no hay diferencias significativas en las movilidades pareadas. Es decir, los perros con OA primaria sin tratamiento no varía significativamente la movilidad en ninguno de los tres periodos, es más disminuye, pero no significativamente. Sin embargo se comprueba que la movilidad aumenta significativamente en estos individuos con OA primaria gracias al tratamiento. En los perros con OA secundaria sin tratamiento no se observa cambios significativos a los 45 días pero sin embargo se observa un empeoramiento significativo a los 90 y 180 días. Por último, los perros con OA secundaria con tratamiento se observa una mejora significativa desde los 45 días. Este hallazgo es similar a lo observado en personas, existen varios estudios en los que se refleja el beneficio de los tratamientos con CMP en procesos de OA humana (Sodi Pallares.1995; De Mattei et al. 2001; Somoza.2003; Aaron et al.2004; Hulme et al.2006).

Prueba de muestras relacionadas

Tipo de osteoartritis	Tratamiento CMP			t	gl	Sig. (bilateral)
Primaria	No	Par 1	Movilidad inicial - Movilidad a 45 días	1,000	3	,391
		Par 2	Movilidad inicial - Movilidad a 90 días	1,667	3	,194
		Par 3	Movilidad inicial - Movilidad a 180 días	2,905	3	,062
	Si	Par 1	Movilidad inicial - Movilidad a 45 días	-4,540	5	,006
		Par 2	Movilidad inicial - Movilidad a 90 días	-8,600	5	,000
		Par 3	Movilidad inicial - Movilidad a 180 días	-7,498	5	,001
Secundaria	No	Par 1	Movilidad inicial - Movilidad a 45 días	1,930	7	,095
		Par 2	Movilidad inicial - Movilidad a 90 días	3,240	7	,014
		Par 3	Movilidad inicial - Movilidad a 180 días	4,461	7	,003
	Si	Par 1	Movilidad inicial - Movilidad a 45 días	-3,990	11	,002
		Par 2	Movilidad inicial - Movilidad a 90 días	-9,310	11	,000
		Par 3	Movilidad inicial - Movilidad a 180 días	-9,267	11	,000

Así mismo, la mayoría de estudios llevados a cabo en poblaciones canina con OA tratados con terapias farmacológicas con antiinflamatorios no esteroideos (AINES) coinciden en señalar que la movilidad del paciente aumenta, pero que en alguno de los casos, el tratamiento a largo plazo ha de ser suspendido debido a los efectos secundarios que originan a nivel gastrointestinal (Pollmeier et al.2006; Autefage et al.2011; Gordon-Evans Wanda et al.2011). A pesar de que los resultados obtenidos con los AINES es más rápido que el que proporcionan los distintos agentes físicos empleados en fisioterapia (Sterin et al.2007), éstos últimos tienen el beneficio de poder utilizarse siguiendo pautas apropiadas durante periodos de tiempo prolongados sin tener efectos secundarios (Fredericks et al.2000; Bockstahler et al.2004; Levine et al.2005; Marcellin-Little et al. 2007; Jerre et al.2009).

Se realizó otra t de Student con muestras dependientes o pareadas para valorar la variación del ROM en cada momento en animales con OA primaria y secundaria, descartando el tratamiento. En este caso sólo hay mejora significativa a los 90 días, pero depende mucho de la proporción de animales tratados y sin tratar de cada grupo, por lo que no son resultados relevantes para tener en cuenta.

Al plantear el estudio estadístico mediante una t de Student de muestras dependientes o pareadas para ver la variación del ROM según el tratamiento, descartando el tipo de OA, se obtienen resultados relevantes.

Estadísticos de muestras relacionadas

Tratamiento CMP			Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
No	Par 1	Movilidad inicial	107,00	12	13,038	3,764
		Movilidad a 45 días	106,42	12	13,049	3,767
	Par 2	Movilidad inicial	107,00	12	13,038	3,764
		Movilidad a 90 días	105,58	12	12,838	3,706
	Par 3	Movilidad inicial	107,00	12	13,038	3,764
		Movilidad a 180 días	104,50	12	13,601	3,926
Si	Par 1	Movilidad inicial	102,11	18	8,533	2,011
		Movilidad a 45 días	106,06	18	9,258	2,182
	Par 2	Movilidad inicial	102,11	18	8,533	2,011
		Movilidad a 90 días	113,78	18	6,585	1,552
	Par 3	Movilidad inicial	102,11	18	8,533	2,011
		Movilidad a 180 días	117,39	18	5,293	1,248

En los animales sin tratar la movilidad absoluta se reduce significativamente en todos los momentos y la reducción del ROM se incrementa conforme pasa el tiempo. En los animales tratados la movilidad aumenta siempre significativamente ($p < 0,001$) y de forma creciente conforme se avanza el tratamiento en comparación con la movilidad inicial. Estos resultados ratifican que la OA es un proceso degenerativo de las articulaciones en el que la biomecánica del paciente conforme avanza el cuadro se altera en mayor medida (Brandt. 2004). No obstante, el instaurar tratamientos con CMP a pacientes diagnosticados supone una mejoría en la sintomatología que hace que tengan una mejor calidad de vida.

Se realizó otra t de Student de muestras dependientes para comparar la movilidad de cada periodo con la movilidad del periodo anterior en lugar del valor inicial del ROM. Sin tratamiento se vuelve a comprobar que el empeoramiento de la movilidad con respecto al periodo inicial es significativo, es decir, si no se trata el empeoramiento es progresivo. Con tratamiento se comprueba que la mejora de la movilidad es significativa en cada uno de los periodos, por lo que el tratamiento sigue mejorando muy significativamente la movilidad ($p < 0,001$).

Estadísticos de muestras relacionadas

Tratamiento CMP			Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
No	Par 1	Movilidad a 45 días	106,42	12	13,049	3,767
		Movilidad a 90 días	105,58	12	12,838	3,706
	Par 2	Movilidad a 90 días	105,58	12	12,838	3,706
		Movilidad a 180 días	104,50	12	13,601	3,926
Si	Par 1	Movilidad a 45 días	106,06	18	9,258	2,182
		Movilidad a 90 días	113,78	18	6,585	1,552
	Par 2	Movilidad a 90 días	113,78	18	6,585	1,552
		Movilidad a 180 días	117,39	18	5,293	1,248

Prueba de muestras relacionadas

Tratamiento CMP			t	gl	Sig. (bilateral)
No	Par 1	Movilidad a 45 días - Movilidad a 90 días	2,803	11	,017
	Par 2	Movilidad a 90 días - Movilidad a 180 días	2,399	11	,035
Si	Par 1	Movilidad a 45 días - Movilidad a 90 días	-5,660	17	,000
	Par 2	Movilidad a 90 días - Movilidad a 180 días	-4,556	17	,000

Ahora comparamos mediante t de Student de muestras independientes si las variaciones relativas medias son diferentes según el tipo de OA estratificando según el tratamiento. Sin tratamiento no se observa que el grado de empeoramiento sea superior según el tipo de OA en ningún momento.

Con tratamiento se observa que a los 90 y 180 días la variación relativa de mejora es significativamente superior en los perros con OA secundaria, pero sólo al compararlo con respecto a la movilidad inicial. Es decir, según el presente estudio, la fisioterapia a medio y largo plazo es más eficiente en OA secundarias que en primarias. No se ha encontrado bibliografía al respecto, por lo que en estudios futuros se puede valorar el efecto de los CMP en un periodo más amplio, realizando mediciones en los pacientes tratados anteriores a los 45 días y posteriores a los 180 días del comienzo del tratamiento. De esta manera se podrá valorar mejor si es más efectivo en OA secundarias que en primarias.

Estadísticos de grupo

Tratamiento CMP		Tipo de osteoartritis	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
No	Variación movilidad a 45 vs 0 días (%)	Primaria	4	-,4167	,83333	,41667
		Secundaria	8	-,6118	,91123	,32217
	Variación movilidad a 90 vs 0 días (%)	Primaria	4	-1,0688	1,29272	,64636
		Secundaria	8	-1,4297	1,31259	,46407
	Variación movilidad a 90 vs 45 días (%)	Primaria	4	-,6522	1,30435	,65217
		Secundaria	8	-,8242	,79613	,28147
	Variación movilidad a 180 vs 0 días (%)	Primaria	4	-2,5059	1,77555	,88777
		Secundaria	8	-2,3724	1,62777	,57550
	Variación movilidad a 180 vs 90 días (%)	Primaria	4	-1,4441	1,93135	,96567
		Secundaria	8	-,9492	1,59758	,56483
Si	Variación movilidad a 45 vs 0 días (%)	Primaria	6	2,0646	1,16764	,47669
		Secundaria	12	4,8006	4,32404	1,24824
	Variación movilidad a 90 vs 0 días (%)	Primaria	6	6,8721	2,21547	,90446
		Secundaria	12	14,2109	5,88838	1,69983
	Variación movilidad a 90 vs 45 días (%)	Primaria	6	4,7104	1,81364	,74042
		Secundaria	12	9,1365	7,07597	2,04266
	Variación movilidad a 180 vs 0 días (%)	Primaria	6	8,8638	3,31212	1,35217
		Secundaria	12	18,8238	8,23297	2,37665
	Variación movilidad a 180 vs 90 días (%)	Primaria	6	1,8523	1,55088	,63314
		Secundaria	12	3,9925	3,48854	1,00706

Prueba de muestras independientes

			Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
			F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Tratamiento CMP							
No	Variación movilidad a 45 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	,315	,587	,359	10	,727
		No se han asumido varianzas iguales			,371	6,642	,723
	Variación movilidad a 90 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	,077	,787	,451	10	,662
		No se han asumido varianzas iguales			,454	6,186	,666
	Variación movilidad a 90 vs 45 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	1,292	,282	,288	10	,780
		No se han asumido varianzas iguales			,242	4,160	,820
	Variación movilidad a 180 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	,023	,884	-,130	10	,899
		No se han asumido varianzas iguales			-,126	5,625	,904
	Variación movilidad a 180 vs 90 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	,187	,674	-,474	10	,646
		No se han asumido varianzas iguales			-,442	5,146	,676
Si	Variación movilidad a 45 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	2,047	,172	-1,502	16	,153
		No se han asumido varianzas iguales			-2,048	13,797	,060
	Variación movilidad a 90 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	4,699	,046	-2,914	16	,010
		No se han asumido varianzas iguales			-3,811	15,395	,002
	Variación movilidad a 90 vs 45 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	11,561	,004	-1,487	16	,157
		No se han asumido varianzas iguales			-2,037	13,565	,062
	Variación movilidad a 180 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	5,694	,030	-2,816	16	,012
		No se han asumido varianzas iguales			-3,642	15,663	,002
	Variación movilidad a 180 vs 90 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	3,287	,089	-1,417	16	,176
		No se han asumido varianzas iguales			-1,799	15,937	,091

Realizamos el mismo análisis (comparación de las variaciones relativas promedio según la prueba t de Student para datos independientes) pero comparando los tratamientos sin tener en cuenta el tipo de OA.

En este caso se constata que en todos los momentos del tiempo la variación relativa de la movilidad es significativamente diferente ($p < 0,001$), y que los animales sin tratar tienen un empeoramiento entre el 0,55% y el 2,42% con respecto a la situación inicial, mientras que los animales tratados pasan de una mejora relativa del 3,89% hasta el 15,50% con respecto a la situación inicial de la movilidad del animal.

Al ver las variaciones con respecto al periodo anterior se ve que el empeoramiento cada vez es mayor (0,55%, 0,77% y 1,11%) en los animales sin tratar, mientras que la mejora es mayor a los 90 días en los tratados y luego se va reduciendo la mejora obtenida (3,89%, 7,66% y 3,28%).

Estadísticos de grupo

	Tratamiento CMP	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Variación movilidad a 45 vs 0 días (%)	No	12	-,5468	,85265	,24614
	Si	18	3,8886	3,77633	,89009
Variación movilidad a 90 vs 0 días (%)	No	12	-1,3094	1,25846	,36329
	Si	18	11,7646	6,04579	1,42501
Variación movilidad a 90 vs 45 días (%)	No	12	-,7669	,93515	,26996
	Si	18	7,6611	6,16238	1,45249
Variación movilidad a 180 vs 0 días (%)	No	12	-2,4169	1,59695	,46100
	Si	18	15,5038	8,39207	1,97803
Variación movilidad a 180 vs 90 días (%)	No	12	-1,1142	1,64343	,47442
	Si	18	3,2791	3,10803	,73257

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Variación movilidad a 45 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	4,826	,036	-3,980	28	,000
	No se han asumido varianzas iguales			-4,803	19,523	,000
Variación movilidad a 90 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	24,777	,000	-7,345	28	,000
	No se han asumido varianzas iguales			-8,890	19,156	,000
Variación movilidad a 90 vs 45 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	23,324	,000	-4,675	28	,000
	No se han asumido varianzas iguales			-5,705	18,161	,000
Variación movilidad a 180 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	19,066	,000	-7,269	28	,000
	No se han asumido varianzas iguales			-8,823	18,811	,000
Variación movilidad a 180 vs 90 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	2,648	,115	-4,479	28	,000
	No se han asumido varianzas iguales			-5,034	26,929	,000

En este caso repetimos el análisis anterior pero teniendo en cuenta el tipo de OA. Los perros con OA primaria al ser tratados mejoran significativamente la movilidad tanto con respecto a la movilidad inicial como con la movilidad del periodo anterior en todos los momentos del tiempo. Con OA secundaria ocurre exactamente lo mismo.

Estadísticos de grupo

Tipo de osteoartritis		Tratamiento CMP	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Primaria	Variación movilidad a 45 vs 0 días (%)	No	4	-,4167	,83333	,41667
		Si	6	2,0646	1,16764	,47669
	Variación movilidad a 90 vs 0 días (%)	No	4	-1,0688	1,29272	,64636
		Si	6	6,8721	2,21547	,90446
	Variación movilidad a 90 vs 45 días (%)	No	4	-,6522	1,30435	,65217
		Si	6	4,7104	1,81364	,74042
Secundaria	Variación movilidad a 180 vs 0 días (%)	No	4	-2,5059	1,77555	,88777
		Si	6	8,8638	3,31212	1,35217
	Variación movilidad a 180 vs 90 días (%)	No	4	-1,4441	1,93135	,96567
		Si	6	1,8523	1,55088	,63314
	Variación movilidad a 45 vs 0 días (%)	No	8	-,6118	,91123	,32217
		Si	12	4,8006	4,32404	1,24824
	Variación movilidad a 90 vs 0 días (%)	No	8	-1,4297	1,31259	,46407
		Si	12	14,2109	5,88838	1,69983
	Variación movilidad a 90 vs 45 días (%)	No	8	-,8242	,79613	,28147
		Si	12	9,1365	7,07597	2,04266
	Variación movilidad a 180 vs 0 días (%)	No	8	-2,3724	1,62777	,57550
		Si	12	18,8238	8,23297	2,37665
	Variación movilidad a 180 vs 90 días (%)	No	8	-,9492	1,59758	,56483
		Si	12	3,9925	3,48854	1,00706

Prueba de muestras independientes

			Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
			F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Tipo de osteoartritis							
Primaria	Variación movilidad a 45 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	,348	,572	-3,644	8	,007
		No se han asumido varianzas iguales			-3,919	7,886	,005
	Variación movilidad a 90 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	1,998	,195	-6,400	8	,000
		No se han asumido varianzas iguales			-7,143	7,954	,000
	Variación movilidad a 90 vs 45 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	,738	,415	-5,062	8	,001
		No se han asumido varianzas iguales			-5,435	7,871	,001
	Variación movilidad a 180 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	1,437	,265	-6,213	8	,000
		No se han asumido varianzas iguales			-7,029	7,818	,000
	Variación movilidad a 180 vs 90 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	,147	,712	-2,998	8	,017
		No se han asumido varianzas iguales			-2,855	5,521	,032
Secundaria	Variación movilidad a 45 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	3,065	,097	-3,459	18	,003
		No se han asumido varianzas iguales			-4,198	12,428	,001
	Variación movilidad a 90 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	10,653	,004	-7,329	18	,000
		No se han asumido varianzas iguales			-8,876	12,591	,000
	Variación movilidad a 90 vs 45 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	22,113	,000	-3,929	18	,001
		No se han asumido varianzas iguales			-4,831	11,415	,000
	Variación movilidad a 180 vs 0 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	13,240	,002	-7,127	18	,000
		No se han asumido varianzas iguales			-8,668	12,262	,000
	Variación movilidad a 180 vs 90 días (%)	Se han asumido varianzas iguales	4,364	,051	-3,729	18	,002
		No se han asumido varianzas iguales			-4,280	16,451	,001

Conclusiones



La principal conclusión del estudio es que los animales diagnosticados de OA no tratados con CMP tienen un empeoramiento, disminuyendo de manera progresiva su ROM de la articulación del codo, lo que supone un descenso en la actividad del paciente que puede conllevar otras alteraciones como el aumento de peso y el agravamiento del proceso.

Sin embargo, los pacientes tratados con CMP han tenido una mejoría del ROM desde los 45 días y sigue funcionando y mejorando la movilidad hasta los 180 días tanto en OA primarias como secundarias.

Bibliografía



- Aaron RK, Boyan BD, Ciombor DM, Schwartz Z, Simon BJ. Simulation of growth factor synthesis by electric and electromagnetic fields. *Clin Orthop*. 2004 Feb (419):30-37.
- Autefage A, Palissier FM, Asimus E, Pepin Richard C. Long term efficacy and safety of firocoxib in the treatment of dogs with osteoarthritis. *Vet Rec*. 2011;168(23):617.
- Bockstahler B, Levine D, Millis D. Essential facts of physiotherapy in dogs and cats, rehabilitation and pain management. Babenhausen: BE Verlag 2004
- Brandt KD. Neuromuscular aspects of osteoarthritis: a perspective. *Novartis Found Symp*. 2004;260:49-58; discussion 58-63, 100-4, 277-9. Review.
- Crook T, McGowan C, Pead M. Effect of passive stretching on the range of motion of osteoarthritic joints in 10 labrador retrievers. *Vet Rec*. 2007 Apr 21;160(16):545-7.
- De Mattei M, Caruso A, Pezzetti F, Pellati A, Stabellini G, Sollazzo V, Traina GC. Effects of pulsed electromagnetic fields on human articular chondrocyte proliferation. *Connect Tissue Res*. 2001;42(4):269-79.
- Edge-Hughes L. Hip and sacroiliac disease: selected disorders and their management with physical therapy. *Clin Tech Small Anim Pract*. 2007 Nov;22(4):183-94. Review.
- Fredericks DC, Nepola JV, Baker JT, Abbott J, Simon B. Effects of pulsed electromagnetic fields on bone healing in a rabbit tibial osteotomy model. *J Orthop Trauma*. 2000 Feb;14(2):93-100.
- Géza Bálint, Béla Szebenyi. Non-pharmacological therapies in osteoarthritis. *Baillière's Clinical Rheumatology*. 1997 Nov 11(4):795-815.
- Gordon-Evans Wanda J.; Dunning Diane; Johnson Ann L.; et al. Effect of the use of carprofen in dogs undergoing intense rehabilitation after lateral fabellar suture stabilization. *Javma-journal of the american veterinary medical association* 2011 Julio 1; 239: 75-80.
- Hulme J, Robinson V, DeBie R, Wells G, Judd M, Tugwell P. Campos electromagnéticos para el tratamiento de la osteoartritis (Cochrane Review). *The Cochrane Library*, Issue 1, 2006. Oxford.
- Ikehara T, Yamaguchi H, Miyamoto H. Effects of electromagnetic fields on membrane ion transport of cultured cells. *J Med Invest*. 1998 Aug;45(1-4):47-56.
- Jerre S. Rehabilitation after extra-articular stabilisation of cranial cruciate ligament rupture in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*. 2009; 22(2): 148-152.
- Johnston SA, McLaughlin RM, Budsberg SC. Nonsurgical management of osteoarthritis in dogs. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 2008 Nov;38(6):1449-70. Review.

- Lawson DD. Degenerative joint disease. The treatment of canine degenerative joint disease. J Small Anim Pract. 1971 Feb;12(2):101-3.
- Levine D, Millis DL, Marcellin-Little DJ. Introduction to veterinary physical rehabilitation. Vet Clin Small Anim 2005; 35: 1247-125.
- Levine D, Tragauer V, Millis DL. Percentage of normal weight bearing during partial immersion at various depths in dogs. In: Proceedings of the Second International Symposium on Rehabilitation and Physical Therapy in Veterinary Medicine. Knoxville: American Physical Therapy Association 2002, pp. 189-19
- Marcellin-Little DJ, Levine D, Canapp SO Jr. The canine shoulder: selected disorders and their management with physical therapy. Clin Tech Small Anim Pract. 2007 Nov;22(4):171-82. Review.
- Martinez Morillo M, Pastor Vega JM, Sedra Portero F. Manual de medicina física. Harcourt Brace. Madrid, España 1998.
- Matthew Wallden. Rehabilitation and Re-education (Movement) Approaches. Naturopathic Physical Medicine, 2008:313-415.
- Millis DL. "Holistic" treatment of arthrosis. Praktische tierarzt. 2002 Sep; 83(9):770.
- Millis DL, Levine D. The role of exercise and physical modalities in the treatment of osteoarthritis. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 1997 Jul;27(4):913-30. Review.
- Mlacnik E, Bockstahler BA, Müller M, Tetrack MA, Nap RC, Zentek J. Effects of caloric restriction and a moderate or intense physiotherapy program for treatment of lameness in overweight dogs with osteoarthritis. J Am Vet Med Assoc. 2006 Dec 1;229(11):1756-60.
- Mortellaro CM, Petazzoni M, Vezzoni A. Atlas de enfermedades ortopédicas y su predisposición racial. Servet. 2010, 8-10.
- Penny Veenman. Animal physiotherapy. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2006 October; 10(4):317-327.
- Pollmeier M, Toulemonde C., Fleishman C, Hanson PD. Evaluación clínica del firocoxib y carprofeno para el tratamiento de la osteoarthritis en el perro. Vet Rec. 2006 October 15, 547-551.
- Rodriguez Martín JM. Electroterapia en fisioterapia. Panamericana 2000, 61-86.
- Rychel JK. Diagnosis and treatment of osteoarthritis. Top Companion Anim Med. 2010 Feb;25(1):20-5. Review.
- Sodi Pallares D. Magnetoterapia y tratamiento metabólico. Graficava. México 1995.
- Somoza R, Martin G. Terapia por campos magnéticos pulsátiles. El libro de neurología para la práctica clínica. Intermédica 2003, 639-643.

- Sterin GM. Terapia física enfermedades musculoesqueléticas. Tratamiento de la disfunción muscular. En Mucha CJ; Sorribas CE; Pellegrino FC. Consulta rápida en la clínica diaria. Intermédica 2005, 313-321.
- Sterin GM. Terapia física en gerontología. En Gerosa RM. Geriatria canina, trastornos y lesiones orgánicas en perros de edad avanzada. Intermédica 2007, 95-142.
- Thomas TD, Marcellin Little DJ, Roe SC, Lascelles BDX, Brosey BP. Comparison of measurements obtained by use of an electrogoniometer and a universal plastic goniometer for the assessment of joint motion in dog. Vet Comp Orthop Traumatol 2006;67(12):1974-9.
- Vaughan-Scott T, Taylor JH. The pathophysiology and medical management of canine osteoarthritis. J S Afr Vet Assoc. 1997 Mar;68(1):21-5. Review.