

Medicina Veterinaria
Universidad Nacional de Río Negro
Sede Alto Valle y Valle Medio



Choele Choel, Río Negro

**“La eficacia del uso de Terapias Físicas para el
tratamiento del dolor en enfermedades crónicas”.
Reporte de Casos Clínicos.**

Autora: Natalia Soledad Izetta

Co-tutor: Andrés Sosa

Año: 2025

Dedicatoria y Agradecimientos

Dedico este trabajo final

A mi Dios

Por darme fe y esperanza

A mis Padres

A mi amado padre, José, quien a pesar de su ausencia física, estuvo más presente que nunca en mi vida.

A mi madre, Cecilia, quién me apoyó en todas las decisiones a tomar, y por sobre todo le agradezco su amor incondicional hacia mis hijos amados.

A mis Hermanos

A mi hermana Andrea pues siempre me acompañó sin juzgar mis actitudes.

A mi hermano Pablo por los bellos recuerdos.

A mis hijos

A mis hijos Morella y Francesco, quienes me brindaron día a día su paciencia y comprensión para poder enfrentar mis largos días de estudio y dedicación.

A mis amiguitos de cuatro patas Kurt, Orejas, Manchita y Firulais.

Agradezco a los docentes de la Universidad Nacional de Corrientes como así también, la de Río Negro, después de tantos años de esfuerzo, sacrificios, dedicación y grandes alegrías.

A Pamela Lippi por cultivar en mí, el amor por el aprendizaje, la responsabilidad y el compromiso.

A mi padrino y a mis nuevos amigos por brindarme el incondicional aliento de cada día, reiterando la frase que expresa: “Mientras siga éste camino no tengo nada que temer”, ya que lo mejor está por venir.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis compañeros de estudio y de cursada, quienes estuvieron a mi lado en todo momento. Gracias por su paciencia, por tomarse el tiempo de explicarme, por cubrirme cuando tuve que dedicarme al trabajo o cuidar de mis hijos. Su apoyo no solo facilitó mi camino, sino que también me recordó el valor de la solidaridad y de la amistad.

Dios concédeme Serenidad

Para aceptar las cosas que no puedo cambiar

Valor

Para cambiar aquellas que sí puedo

Sabiduría

Para reconocer la diferencia.

Reinhold Niebuhr 1951

Índice de contenidos

1. Resumen	6
1.1 Abstract	6
2. Introducción	8
3. Tipos de Terapias Físicas	9
4. Objetivos	9
4.1. Objetivo General	9
4.2. Objetivos específicos	9
5. Materiales y métodos	10
6. Relevancia del trabajo	10
7. ¿Qué tipos de pacientes son adecuados para el tratamiento?	10
8. Técnicas	11
8.1. Magnetoterapia	11
8.1.1. Campos Magnéticos	11
8.1.2. Biofísica	11
8.1.3. Efectos biológicos y terapéuticos de los Campos Magnéticos	14
8.1.3.1. Efecto de Magnetización (efecto primario)	14
8.1.3.2. Efecto piezoeléctrico (efecto secundario)	14
8.1.3.3. Efecto Metabólico	15
8.1.3.4. Indicaciones	17
8.1.3.5. Contraindicaciones	18
8.2. Ultrasonido	18
8.2.1. Biofísica	20
8.2.2. Conducción de las ondas sonoras	20
8.2.3. Efectos fisiológicos	20
8.2.4. Aplicaciones clínicas	21
8.2.5. Indicaciones del ultrasonido	21
8.2.6. Contraindicaciones del ultrasonido	22
8.2.7. Duración del tratamiento	22
8.3. Fototerapia	23
8.3.1. Biofísica	23
8.3.2. Aplicaciones Clínicas de la Fototerapia	24
8.3.3. Principales leyes de la fototerapia y su influencia en la aplicación	25
8.3.4. Propiedades físicas de la luz y su interacción con los tejidos	25
8.3.5. Radiación Ultravioleta	27
8.3.5.1. Clasificación de los Rayos Ultravioleta	27
8.3.5.2. Efectos Biológicos de los rayos UV	27
8.3.5.3. Contraindicaciones del el uso de rayos ultravioleta	29
8.3.6. Radiación Infrarroja (IR)	29
8.3.6.1. Clasificación de la Radiación Infrarroja (IR)	29
8.3.6.2. Propiedades físicas y efectos de la luz infrarroja	30
8.3.6.3. Efectos locales	30

8.3.6.4. Aplicación de la Luz Infrarroja en Terapias	31
8.3.7. Terapia Láser	32
8.3.7.1. Tipos de emisores de láser en medicina	33
8.3.7.2. Efectos Biológicos	34
8.3.7.3. Efectos terapéuticos del láser	34
8.3.7.4. Indicaciones del uso de láser terapéutico	35
8.3.7.5. Contraindicaciones del uso de láser	35
8.4.Otras Terapias	36
8.4.1.Termoterapia	36
8.4.2.Crioterapia	38
8.4.3.Hidroterapia	39
8.4.4.Electroestimulación Nerviosa transcutánea(TENS)	42
8.4.5.Terapia Física Manual	43
9.Reporte de casos clínicos	45
9.1. Caso clínico N° 1	45
9.2. Caso clínico N°2	51
9.3.Caso clínico N°3	55
10.Conclusión	60
11.Referencias Bibliográficas	61

1. Resumen

La fisioterapia ha surgido como una disciplina esencial tanto en la medicina humana como veterinaria, desempeñando un papel crucial en la recuperación de pacientes con patologías osteomusculares y neuromusculares. En el caso de los animales, particularmente caninos, equinos y felinos, las lesiones, fracturas, miopatías y alteraciones tendinosas han llevado al desarrollo de estrategias terapéuticas específicas. Estas incluyen el manejo del dolor, la restauración funcional y la reintegración a las actividades diarias. Durante la última década, la fisioterapia veterinaria ha cobrado mayor relevancia, integrando intervenciones como agentes físicos, ejercicios terapéuticos y terapia manual. Como resultado, su efectividad ha sido ampliamente reconocida tanto en el ámbito clínico como de investigación, consolidándose como una herramienta fundamental en la mejora del bienestar animal. Desde la rehabilitación tras lesiones hasta la promoción de una movilidad óptima, la fisioterapia animal combina conocimientos de anatomía, fisiología, patología, biomecánica y etología para garantizar el bienestar integral de los animales.

Según Dybczynska, Goleman y Garbiec (2022), “Después de los caballos, los perros constituyen el segundo grupo de animales que se someten a fisioterapia con mayor frecuencia. A estos animales se les diagnostican diversos problemas del aparato locomotor, que pueden ser congénitos, a menudo relacionados con la raza o adquiridos” (p. 2)

El siguiente trabajo es un reporte de tres casos clínicos obtenidos durante la experiencia en la Orientación de Prácticas Profesionales (OPP) de la carrera de Medicina Veterinaria. Se trata de tres pacientes caninos que, tras presentar patologías osteoartromusculares, fueron sometidos a fisioterapia con campos magnéticos, ultrasonido y fototerapia para fomentar su recuperación.

La presente sección tiene como objetivo brindar herramientas de tratamiento no invasivo sobre las distintas terapias físicas aplicables en caninos. Este material está dirigido a médicos veterinarios con el fin de proporcionar una guía práctica para determinar la técnica más adecuada según el paciente y la patología existente. Las terapias físicas pueden ser utilizadas como tratamiento principal o como coadyuvante a un tratamiento farmacológico.

1.1 Summary

Physiotherapy has emerged as an essential discipline in both human and veterinary medicine, playing a crucial role in the recovery of patients with osteomuscular and neuromuscular pathologies. In animals, particularly canines, equines, and felines, frequent injuries such as joint fractures, myopathies, and tendon disorders have led to the development of specific therapeutic strategies. These include pain management, functional restoration, and reintegration into daily activities. Over the last decade, veterinary physiotherapy has gained greater relevance, integrating interventions such as physical agents, therapeutic exercises, and manual therapy. As a result, its effectiveness has been widely recognized in both clinical and research settings, establishing it as a fundamental tool for improving animal welfare. From injury rehabilitation to promoting optimal mobility, animal physiotherapy combines knowledge of anatomy, physiology, pathology, biomechanics, and ethology to ensure the overall well-being of animals.

According to Dybczynska, Goleman, and Garbiec (2022), “After horses, dogs are the second most frequently treated group of animals. These animals are diagnosed with various musculoskeletal problems, which may be congenital, often breed-related, or acquired” (p. 2). The following article is a report on three clinical cases obtained during the Professional Practice Orientation (OPP) program for the Veterinary Medicine program. These three canine patients, after presenting with osteoarthritis and musculoskeletal pathologies, underwent physical therapy with magnetic fields, ultrasound, and phototherapy to promote recovery.

The purpose of this section is to provide noninvasive treatment tools for the various physical therapies applicable to canines. This material is intended for veterinarians and provides practical guidance for determining the most appropriate technique for each patient and the underlying pathology. Physical therapies can be used as a primary treatment or as an adjunct to pharmacological treatment.

2. Introducción

La fisioterapia, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se entiende como una disciplina que combina el arte y la ciencia para llevar a cabo tratamientos mediante técnicas como ejercicios terapéuticos y el uso de agentes físicos como calor, frío, luz, agua, masaje y electricidad (Martín Urrialde, 2021). Por su parte, la Confederación Mundial de Fisioterapeutas (WCPT) define esta área como un conjunto de técnicas físicas orientadas a prevenir, recuperar

y rehabilitar a pacientes con afecciones funcionales, discapacidades y otros problemas de salud, utilizando medios físicos para su tratamiento (Del Puerro Montesinos, 2010). La fisioterapia es una ciencia que se está utilizando ampliamente en medicina veterinaria. La gran cantidad de informes científicos disponibles que prueban la efectividad de la fisioterapia ha contribuido al desarrollo de procedimientos análogos, es decir, la adaptación e implementación de técnicas de fisioterapia humana en el cuidado de los animales (Mahaseth & Raghul, 2021).

Cada vez son más los tutores que deciden implementar las terapias físicas como tratamiento para sus animales de compañía. Los veterinarios han ido adaptando la fisioterapia humana, usándola primeramente en equinos y posteriormente en caninos. El objetivo de la fisioterapia es mejorar la función articular, muscular y neurológica de los pacientes convalecientes. Esta puede llevarse a cabo como parte del esquema terapéutico de enfermedades neurológicas, de tratamientos complementarios o de intervenciones quirúrgico-ortopédicas.

Para iniciar el tratamiento de fisioterapia, es necesario preparar un plan terapéutico. Tras realizar una detallada anamnesis y una exploración física completa, información como la queja principal, la evolución de la condición y la sintomatología presentada por el animal son sumamente importantes para la conclusión del diagnóstico terapéutico y la realización de un plan de tratamiento (Alves & col ., 2018).

Los métodos de tratamiento a menudo combinan la intervención médica con procedimientos estrictamente fisioterapéuticos. Por eso, es importante tener en cuenta que, para lograr el éxito de la terapia, es necesaria la interacción entre el clínico, el fisioterapeuta y el tutor.

El objetivo de la fisioterapia es disminuir el dolor y la inflamación, mejorar la calidad del movimiento, incrementar la velocidad de cicatrización y prevenir la atrofia muscular entre otros beneficios. Su uso correcto y realizado por profesionales calificados tiende a mejorar la calidad de vida del animal, reduciendo la gravedad de los signos clínicos y las lesiones.

3. Tipos de Terapias Físicas

Las terapias físicas comprenden un conjunto de métodos aplicados en el ámbito de la fisioterapia, cuya finalidad es mejorar y abordar alteraciones en las funciones corporales. Entre los tipos de terapias físicas se encuentran:

- Campos Magnéticos

- Ultrasonido
- Fototerapia (luz UV)
- Electroestimulación Nerviosa Transcutánea (TENS)
- Crioterapia
- Termoterapia
- Hidroterapia
- Terapia Láser
- Terapia Física Manual

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Brindar herramientas de tratamiento no invasivo sobre las distintas terapias fisioterapéuticas, haciendo énfasis en campos magnéticos y sus beneficios en caninos. El fin es obtener una guía práctica para determinar qué técnica utilizar según el paciente y la patología existente, usándola como tratamiento físico de elección o como coadyuvante a un tratamiento farmacológico.

4.2. Objetivos específicos

1. Explicar brevemente las distintas terapias físicas que más se utilizan en caninos, principalmente el uso de campos magnéticos.
2. Identificar pacientes aptos para campos magnéticos mediante una evaluación funcional.
3. Diseñar un plan terapéutico que contemple el tipo de terapia seleccionada, así como la frecuencia de las sesiones.
4. Documentar el seguimiento de tres pacientes con patologías osteoartromusculares en los cuales se aplicaron campos magnéticos como tratamiento para el dolor.

5. Materiales y métodos

En el Trabajo Final de Grado se utilizaron tres casos clínicos obtenidos de la experiencia de la Orientación Prácticas Profesionales (OPP) de la carrera de Medicina Veterinaria, en conjunto con información bibliográfica pertinente.

6. Relevancia del trabajo

La relevancia de este Trabajo Final de Grado radica en la documentación de la progresión en el tratamiento fisioterapéutico de tres pacientes con disco espondilosis, lo que permite registrar comparaciones visibles y evaluar resultados. Además, este trabajo pretende brindar a los médicos veterinarios un panorama actualizado sobre las distintas terapias físicas, sirviendo como antecedente práctico para considerar estas terapias como tratamientos específicos para cada paciente en particular. De esta manera, se facilita la correspondiente derivación a veterinarios especialistas.

7. ¿Qué tipos de pacientes son adecuados para el tratamiento?

Cualquier animal, independientemente de su especie, raza, sexo o edad puede beneficiarse de la fisioterapia. Sin embargo, es esencial considerar las necesidades y características particulares de cada individuo.

Los pacientes geriátricos pueden beneficiarse significativamente de las técnicas de fisioterapia. Aunque teóricamente cualquier especie animal podría ser candidata para la rehabilitación, en la práctica, las especies que mejor responden a la fisioterapia y al masaje son los equinos y los caninos. En el caso de los felinos, su respuesta depende en gran medida de su carácter y sociabilidad (Del Puerro Montesinos, G. 2010).

8. Técnicas

8.1. Magnetoterapia

La magnetoterapia constituye una técnica fisioterapéutica que utiliza campos magnéticos artificiales para tratar zonas específicas del cuerpo o el organismo completo, afectadas por disfunciones o traumatismos. Este procedimiento se caracteriza por la regulación de la dirección, frecuencia e intensidad de dichos campos (Pérez & col., 2021). Es el tratamiento que utiliza campos magnéticos (Zaragoza, Rubira, J. R., 2010).

8.1.1. Campos Magnéticos

El campo magnético es una región del espacio donde las sustancias magnéticas son afectadas por una fuerza originada por imanes, corrientes eléctricas o el propio campo magnético terrestre. Aunque es invisible, su fuerza actúa sobre la materia con propiedades físicas

adecuadas, lo que permite detectar su presencia, hacerlo visible y medir su intensidad (Martín Cordero, J. E., 2008). Los imanes generan una perturbación en el espacio circundante llamada campo magnético, que se manifiesta a través de una fuerza (fuerza magnética) que actúa sobre cualquier otro imán en sus proximidades. El módulo y la dirección del campo magnético producido por un imán pueden determinarse con la ayuda de una brújula. La aguja magnetizada se alinea con el campo, y la intensidad del momento que tiende a alinearla es proporcional al módulo de este (Minguell Martín, 2015).

Podemos diferenciar entre la aplicación de campos magnéticos generados por corriente eléctrica, conocida como magnetoterapia propiamente dicha, y la utilización de campos magnéticos obtenidos mediante imanes, tanto naturales como artificiales, denominada imanoterapia. Los campos magnéticos empleados en la medicina son de baja frecuencia y baja intensidad (Zaragoza Rubira, J. R., 2010).

8.1.2. Biofísica

Los campos magnéticos se representan mediante diagramas o mapas similares a los utilizados para los campos eléctricos. Las líneas indican la dirección del campo, siendo más intenso en las áreas donde las líneas están más próximas (Minguell Martín, 2015) (Figura 1).

Los seres vivos están bajo la influencia del campo magnético terrestre. A lo largo de la historia geológica, este campo ha experimentado cambios significativos en dirección e intensidad. Actualmente, aunque su intensidad varía debido a varios factores, especialmente la latitud, se estima que su intensidad promedio es de 0.4 a 0.5 gauss (Zaragoza Rubira, J. R., 2010).

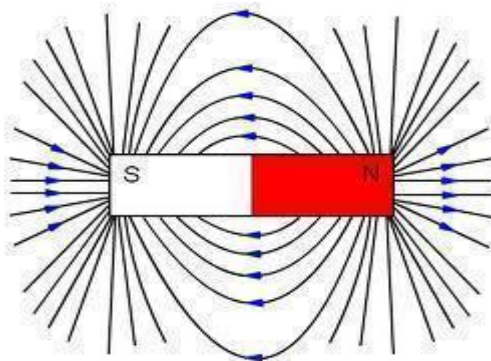


Figura N°1: Líneas de los campos magnéticos.

Fuente: Plataforma educativa ELE (2022).

El campo magnético se establece entre un polo norte (N-) y un polo sur (S+), en forma de líneas de campos magnéticos que circulan de sur a norte. Dichos polos no actúan de la misma forma y tienen diversas acciones terapéuticas según su orientación (Minguell Martín, 2015). El polo

norte del imán, que corresponde al potencial negativo (-), se aplica en las áreas afectadas para detener o inhibir los procesos nocivos y potenciar la acción curativa del organismo. Además, tiene propiedades regeneradoras y relajantes. Al aplicarse sobre el plexo solar o epigástrico, ayuda a relajar todo el cuerpo y combate el estrés, el nerviosismo, el insomnio, la ansiedad, el hipo y los desequilibrios del sistema nervioso. También es eficaz para curar infecciones y aliviar el dolor. Por otro lado, el polo sur (+), que es el potencial positivo, activa, impulsa y fortalece los procesos biológicos del organismo. Es dinamizador y vitalizante, proporcionando energía, fortaleza y vitalidad. Es recomendable en casos de rigidez, atrofia, debilidad, desgarros musculares, fracturas de huesos y ligamentos, esguinces, rehabilitación, cicatrización de heridas y artrosis. Sin embargo, debe aplicarse solo cuando no haya riesgo de infección o dolor (Minguell Martín, 2015).

La unidad del campo magnético en el SI es el Tesla (T). En fisioterapia se utiliza como unidad de medida el Gauss (G) siendo un gauss = 10^{-4} Teslas. En la actualidad, la frecuencia empleada en la producción de campos magnéticos terapéuticos es de 1 a 100 Hz. (Minguell Martín, 2015).

Con objetivos terapéuticos, se pueden utilizar imanes permanentes, que generan un campo magnético continuo y pueden alcanzar una potencia de varios miles de gauss. Otra modalidad común es el uso de generadores de campo electromagnético, que emiten campos magnéticos pulsados de baja intensidad y frecuencia (Martín Cordero, J. E., 2008).

Para que el organismo funcione adecuadamente, es esencial que exista un equilibrio en la interacción de los procesos, lo que requiere un nivel energético específico que garantice las reacciones necesarias. La pérdida de este nivel energético en las células conduce a su disfunción, lo que afecta el proceso tisular en el que están involucradas. Así, se establecen las bases para una disfunción orgánica que, eventualmente, afecta al organismo completo, llevándolo a un estado de enfermedad. La experiencia clínica muestra que el campo magnético, con parámetros específicos de localización, intensidad y frecuencia, proporciona un flujo de energía que el organismo puede transformar y utilizar para su recuperación (Martín Cordero, J. E., 2008).

Los campos magnéticos siempre resultan de una corriente eléctrica, ya sea macro o microscópica. Un método para generar un campo magnético es hacer circular una corriente eléctrica a través de un conductor adecuadamente posicionado. Una forma común de posicionar este conductor es enrollándolo en un soporte, formando así solenoides. El dispositivo emisor

puede estar compuesto por uno o varios solenoides que generan el campo magnético. Estos solenoides pueden estar ubicados dentro de un cilindro de material plástico fácil de limpiar, donde se introduce la zona corporal a tratar. También pueden estar integrados en una manta sobre la que el paciente puede recostarse o cubrirse, o en dos solenoides aislados que se colocan en serie o en oposición, creando una línea límite de los campos magnéticos de ambos solenoides, con un campo magnético perpendicular. El campo magnético generado varía según el tipo de corriente que atraviesa el solenoide. Si la corriente es continua, el campo magnético será continuo y se comportará como un imán clásico, manteniendo siempre la misma polaridad (N-S). Sin embargo, si la corriente es variable, alterna o pulsada, el campo magnético también será variable, compuesto por ondas sinusoidales negativas y positivas. La polaridad (N-S) cambia constantemente a la misma frecuencia que las ondas eléctricas y la intensidad varía con el tiempo (Minguell Martín, 2015).



Imagen N°1: Equipo de Magneto Profesional.

Fuente: Propia.

8.1.3. Efectos biológicos y terapéuticos de los Campos Magnéticos

A partir de la información proporcionada hasta ahora, se puede afirmar que los campos magnéticos tienen un impacto en múltiples niveles. Producen efectos a nivel bioquímico, celular y en los propios tejidos (Martín Cordero, J. E., 2008).

8.1.3.1. Efecto de Magnetización (efecto primario)

La influencia sobre la orientación de moléculas y átomos dipolares en elementos con momentos magnéticos no nulos provoca diversas acciones. Estas acciones incluyen la modificación de la

permeabilidad de las membranas, la estabilización de la bomba de Na⁺, la estimulación de la reproducción celular y la activación del sistema REDOX (Minguell Martín, 2015).

8.1.3.2. Efecto piezoeléctrico (efecto secundario)

Un efecto trascendental de la magnetoterapia es su capacidad demostrada para estimular el trofismo del hueso y del colágeno. Este efecto está vinculado con la producción local de corrientes inducidas de muy baja intensidad, que estimulan la osteogénesis a través de la activación del mecanismo de la piezoelectricidad, también conocido en este caso como magnetostricción (Martín Cordero, J. E., 2008).

Produce la polarización eléctrica de la masa de un cuerpo o la creación de cargas eléctricas en su superficie cuando se somete a fuerzas mecánicas. En el hueso, las áreas que experimentan estrés generan pequeñas cargas eléctricas debido al fenómeno conocido como efecto piezoeléctrico, el hueso contiene una estructura calcárea con trazas de otros elementos, siendo uno de ellos el alfa cuarzo. Cuando este material es comprimido, desarrolla un voltaje que atrae osteoblastos desde áreas no afectadas por el estrés, contribuyendo a la formación de nuevo hueso para reparar el daño. Además, en una lesión ósea, el sangrado favorece la formación de un hematoma, dentro del cual los capilares transportan rápidamente sangre enriquecida en calcio hacia el sitio de la lesión. Los precursores mesenquimales (CPM) aumentan la tasa de formación y maduración del callo óseo en las fases tardías de la remodelación del hueso. Este proceso ayuda a mejorar la estructura cristalina mediante cambios de voltaje que atraen células óseas hacia el área tratada. Actúa de la siguiente manera: incrementa la producción de colágeno, aumenta el depósito de calcio, modifica la orientación polar de la arquitectura ósea y estimula la síntesis de ácido hialurónico (Minguell Martín, 2015).

Los ligamentos y tendones son afectados de manera similar. Asimismo, se promueve la regeneración del tejido nervioso periférico, incluyendo la migración axonal y el aumento de la síntesis proteica. Además, se utiliza como tratamiento complementario para gatitos y cachorros desnutridos con varios tipos de desmineralización ósea (Minguell Martín, 2015).

8.1.3.3. Efecto Metabólico

El efecto metabólico es responsable de los procesos estimulantes y de reparación tisular, controlando el flujo sanguíneo local de grandes segmentos de la circulación y regulando las sustancias humoraes que aumentan o disminuyen el riego sanguíneo (Minguell Martín, 2015).

La estimulación de los procesos de regeneración tisular se produce por la vasodilatación en el área de la lesión o tejido afectado. Esto permite el depósito de una gran cantidad de macrófagos y otros sistemas de limpieza del tejido, y también estimula la diferenciación de células madre o mesenquimales a fibroblastos y la neoformación de vasos sanguíneos (angiopoyesis). Además, se promueve la estimulación de los sistemas antioxidantes del organismo, contrarrestando el envejecimiento y siendo una fuente permanente de rejuvenecimiento. En el caso del hueso y los precursores mesenquimales (CPM), aumentan la densidad y favorecen la correcta disposición de los cristales de calcio en el medio intercelular (Minguell Martín, 2015).

A nivel bioquímico, los campos magnéticos generan diversos efectos, incluyendo la desviación de partículas cargadas eléctricamente en movimiento, la producción de corrientes inducidas tanto intra como extracelulares, y el incremento de la solubilidad de diferentes sustancias en el agua (Zaragoza Rubira, 2010).

A nivel celular, los campos magnéticos estimulan el metabolismo general de las células y normalizan el potencial de membrana alterado. Este efecto se debe a las corrientes inducidas por el campo magnético, que generan un estímulo directo en el trofismo celular, promoviendo la síntesis de ATP, AMPc y ADN. Esto favorece la multiplicación celular, la síntesis de proteínas y la producción de prostaglandinas, ejerciendo un marcado efecto antiinflamatorio. Además, los campos magnéticos estimulan el flujo iónico a través de la membrana celular, especialmente de iones como Ca^{++} , Na^{+} y K^{+} , lo que es esencial cuando el potencial de membrana está alterado. Los valores normales del potencial de membrana oscilan entre -60 y -90 mV, y este se mantiene mediante la bomba de sodio, un mecanismo activo que expulsa el ion Na^{+} al exterior de la célula. En condiciones patológicas, la bomba de sodio puede fallar, lo que provoca la acumulación intracelular de sodio y retención de agua, generando edema celular. En estos casos, los campos magnéticos ayudan a normalizar el potencial de membrana mediante las corrientes inducidas intracelularmente y el efecto directo sobre los iones sodio, restaurando su equilibrio extracelular y reduciendo el edema celular, que es una de las primeras manifestaciones de la inflamación a nivel celular, tisular y orgánico (Zaragoza Rubira, 2010).

Los campos magnéticos ejercen diversas acciones sobre órganos y sistemas. Su efecto analgésico se deriva principalmente de sus propiedades antiflogísticas, ya que al liberar la compresión de los receptores sensitivos en el sitio de la lesión y regular el potencial de membrana, aumentan el umbral del dolor en las fibras nerviosas sensitivas. Este mecanismo permite que los campos magnéticos actúen tanto de manera indirecta como directa sobre los

mecanismos del dolor, además de facilitar la regeneración en lesiones nerviosas periféricas significativas (Martín Cordero, 2008). Asimismo, poseen un efecto relajante muscular notable en fibras lisas y estriadas, atribuible a la disminución del tono simpático, lo que reduce la contracción involuntaria de los músculos (Martín Cordero, 2008).

En cuanto a su acción vasodilatadora, los campos magnéticos promueven la relajación de la capa muscular lisa peri arterial, lo que produce una vasodilatación significativa, demostrada mediante termografía. Esto conlleva hiperemia en la zona tratada y, en casos de aplicación en áreas extensas, puede provocar hipotensión moderada (Zaragoza Rubira, 2010). Además, generan un efecto trófico que mejora el aporte de nutrientes a la zona tratada y un efecto antiinflamatorio que se manifiesta tempranamente. Este último se fundamenta en los cambios circulatorios inducidos, la regulación del transporte a través de la membrana celular y la activación de diferentes proteínas y enzimas plasmáticas, lo que disminuye la hipoxia y el edema (Martín Cordero, 2008).

Un efecto particular es el aumento de la presión parcial de oxígeno en los tejidos, demostrado por Warnken, que resulta de la mayor capacidad de disolución del oxígeno atmosférico en el agua y, por ende, en el plasma sanguíneo. Este incremento local de oxígeno mejora la circulación y el trofismo tanto de órganos internos como de zonas distales (Zaragoza Rubira, 2010).

8.1.3.4. Indicaciones

El uso de campos magnéticos presenta diversas indicaciones terapéuticas debido a su capacidad para atravesar estructuras y proporcionar beneficios significativos. En casos de inmovilización con yeso u otros elementos permanentes, permite un tratamiento de consolidación precoz, esencial para la recuperación y la prevención de sepsis en lesiones cutáneas asociadas. En presencia de fijadores externos, los campos magnéticos no están contraindicados; por el contrario, aceleran la evolución y previenen fístulas o sepsis en los puntos de entrada de los alambres en la piel. De igual manera, los campos magnéticos son beneficiosos en casos de implantes protésicos, ya que aceleran la recuperación, disminuyen procesos inflamatorios, mejoran la circulación y optimizan la fisiología muscular y del tejido conectivo (Minguell Martín, 2015).

También son útiles para la reabsorción rápida de colectas líquidas como hematomas, serohematomas o abscesos, incluso en contextos de infección con apoyo antibiótico,

favoreciendo una recuperación funcional sin secuelas. Se recomiendan en procesos artrósicos, artropatías degenerativas o inflamatorias, alteraciones inflamatorias periarticulares, síndromes discales, radiculitis, ciatalgias, y periartritis. Asimismo, son efectivos en miositis, tendomiositis y patologías musculares traumáticas en fases agudas o subagudas, así como para acelerar la consolidación de fracturas y tratar pseudoartrosis, osteoporosis y descalcificaciones (Minguell Martín, 2015).

Otros usos incluyen el manejo de contusiones, distorsiones, luxaciones, contracturas musculares, tendinitis, epicondilitis, neuralgias (braquial o intercostal), dolor nervioso, lumbalgias y ciáticas. Además, los campos magnéticos favorecen la cicatrización, la recuperación de quemaduras, y el tratamiento de úlceras varicosas, postraumáticas y de decúbito (Minguell Martín, 2015).

8.1.3.5. Contraindicaciones

La magnetoterapia presenta diversas contraindicaciones importantes que deben ser consideradas para garantizar la seguridad del paciente. La presencia de infecciones activas, tales como septicemia, micosis o tuberculosis, constituye una contraindicación relevante debido al elevado riesgo de propagación de dichas afecciones. Asimismo, los focos hemorrágicos representan una limitación significativa, ya que el efecto vasodilatador asociado a este tratamiento podría intensificar el riesgo de hemorragias severas. Por esta razón, resulta esencial proceder con precaución en casos de úlceras sangrantes o hemorragias intestinales.

De manera similar, la gestación es considerada una contraindicación debido a los posibles riesgos asociados, como alteraciones en el desarrollo fetal. Adicionalmente, la presencia de tumores representa un desafío, ya que existe la posibilidad de diseminación y metástasis. Se deben tomar precauciones específicas en pacientes bajo tratamiento con hidrocortisona, dado que este medicamento puede influir en la eficacia de las intervenciones terapéuticas. Por último, en situaciones de obstrucción vascular, es crucial actuar con extrema cautela, ya que el efecto vasodilatador podría ocasionar el desprendimiento del material obstructivo, incrementando el riesgo de nuevas obstrucciones en otros vasos sanguíneos (Minguell Martín, 2015).

8.2. Ultrasonido

El ultrasonido es una forma de sonido que consiste en ondas que transmiten energía mediante la compresión y refacción de un material. Este sonido tiene una frecuencia mayor a 20.000

hertzios (Hz), superando el límite de audición humana, que está entre 16.000 y 20.000 Hz. Debido a esta característica, se le conoce como ultrasonido. En el ámbito terapéutico, el ultrasonido se usa a frecuencias de entre 0.7 y 3.3 mega hertzios (MHz) para optimizar la absorción de energía en tejidos blandos a profundidades de entre 2 y 5 cm. (Cameron, M. H. 2023). La energía de los ultrasonidos se genera al convertir la energía eléctrica en energía mecánica en forma de ondas sonoras, cuando la corriente eléctrica atraviesa un cristal de cuarzo o PZT (zirconato de plomo titanato). Este proceso, conocido como efecto piezoeléctrico, provoca que el cristal se expanda y contraiga, transformando así la energía eléctrica en ondas sonoras. La vibración mecánica resultante se transmite a los tejidos, creando una vibración molecular en su interior. Esta vibración genera fricción, lo que convierte la energía mecánica en energía térmica en el tejido tratado (Gema del Puerro Montesinos 2010).

El ultrasonido produce diversos efectos físicos, que se pueden dividir en térmicos y no térmicos. El aumento de la temperatura de los tejidos representa su efecto térmico. Los efectos no térmicos incluyen la corriente acústica, la microcorriente y la cavitación, las cuales pueden modificar la permeabilidad de las células (Cameron, M.H., 2023).

El efecto terapéutico de los ultrasonidos varía según el tipo de tejido. Generalmente, los tejidos muy organizados, como los ligamentos y tendones, son los que más afinidad tienen, lo que permite un calentamiento selectivo de estos tejidos. Por otro lado, los tejidos con alta cantidad de líquido, como la grasa y el músculo, experimentan menos calentamiento. Además, otros tejidos como el periostio pueden verse negativamente afectados por la aplicación de ultrasonidos (Gema del Puerro Montesinos, 2010).



Imagen N°2: Equipo de Ultrasonido Fisiológico.

Fuente: Fisiolution (2024).

8.2.1. Biofísica

Las ondas electromagnéticas pueden transmitirse en el vacío, mientras que el sonido siempre requiere un medio para su transmisión. Como onda, el sonido obedece las leyes de la física

relacionadas con la reflexión, absorción, refracción y dispersión. La emisión del ultrasonido se basa en el efecto piezoeléctrico inverso, el cual es la base física que permite la producción del ultrasonido utilizado en la práctica diaria. El efecto piezoeléctrico inverso se puede observar en ciertos tejidos del cuerpo humano, especialmente en el comportamiento del tejido conectivo y óseo. La aplicación de pequeñas corrientes eléctricas estimula la fisiología de estos tejidos, provocando contracciones y dilataciones mínimas en las fibras colágenas. Este proceso estimula la localización de fibras jóvenes y contribuye a su organización, proporcionando densidad y consistencia tanto a los ligamentos como a los tendones y a la matriz ósea (Martín Cordero, J. E., 2008).

8.2.2. Conducción de las ondas sonoras

Las ondas de ultrasonido no se propagan efectivamente a través del aire. Por lo tanto, para asegurar la transmisión de energía a los tejidos, es fundamental la presencia de un medio fluido entre la sonda y el paciente. Este medio puede ser cualquier tipo de gel comercial, agua o incluso una bolsa de hielo. Las ondas longitudinales se emiten paralelamente a la dirección de propagación del sonido y se producen en todo tipo de tejidos. Estas ondas se reflejan en un 35% al golpear el hueso y pueden reverberar entre la superficie ósea y el periostio, lo que podría llegar a quemar el periostio. Para minimizar este efecto, se recomienda mover la sonda constantemente durante la aplicación. Por otro lado, las ondas transversales se emiten de forma perpendicular a la dirección de propagación del sonido y se producen únicamente en sustancias sólidas, no en líquidos ni gases (Del Puerro Montesinos, 2010).

8.2.3. Efectos fisiológicos

Los efectos térmicos del ultrasonido incluyen la aceleración del metabolismo, el control del dolor y el espasmo muscular, el aumento de la velocidad de conducción nerviosa, el incremento del flujo sanguíneo y la mejora de la extensibilidad de los tejidos blandos. No obstante, las estructuras que experimentan el calentamiento varían, ya que el ultrasonido penetra a mayor profundidad y calienta áreas más pequeñas en comparación con otros agentes de calentamiento superficial. Además, calienta más eficazmente tejidos con altos coeficientes de absorción, como aquellos ricos en colágeno, siendo más adecuado para calentar tendones, ligamentos, cápsulas articulares y aponeurosis sin causar un calentamiento excesivo del tejido adiposo superpuesto (Cameron, 2023). Por otro lado, los efectos no térmicos del ultrasonido incluyen estímulos químicos, que incrementan la actividad química en los tejidos; estímulos biológicos, que

modifican la permeabilidad de la membrana celular y facilitan la cicatrización; y estímulos mecánicos, que alteran la estructura molecular a través de la cavitación, definida como la formación de pequeñas burbujas de gas en los tejidos por la vibración del ultrasonido. Aunque la cavitación puede ser un fenómeno preocupante en estudios in vitro, su incidencia en tejidos vivos es menos frecuente con parámetros de aplicación adecuados (Martín Cordero, 2008). Además, la corriente acústica producida por el ultrasonido modifica la tasa de difusión y la permeabilidad de la membrana celular, promoviendo la síntesis de proteínas y la cicatrización (Del Puerro Montesinos, 2010).

8.2.4. Aplicaciones clínicas

El ultrasonido se utiliza comúnmente como parte de los tratamientos para diversas patologías, aprovechando tanto sus efectos térmicos como no térmicos. Los efectos térmicos se aplican principalmente antes del estiramiento de tejidos blandos acortados y para aliviar el dolor. Los efectos no térmicos se usan principalmente para modificar la permeabilidad de las membranas celulares y acelerar la cicatrización de los tejidos. Aunque muchas investigaciones sobre los efectos no térmicos del ultrasonido se han realizado in vitro, varios estudios han demostrado que el ultrasonido a niveles no térmicos facilita la cicatrización de úlceras dérmicas, incisiones quirúrgicas en la piel, lesiones tendinosas y fracturas óseas, tanto en humanos como en animales. Además, el ultrasonido ha mostrado favorecer la penetración transdérmica de fármacos, probablemente debido a mecanismos térmicos y no térmicos, un proceso conocido como fonoforesis. El ultrasonido también puede ayudar en la reabsorción de depósitos de calcio (Cameron, M.H., 2023).

8.2.5. Indicaciones del ultrasonido

Las indicaciones del ultrasonido incluyen diversas patologías musculoesqueléticas agudas y crónicas, como la miositis, capsulitis, bursitis y tendinitis. Además, se utiliza para el tratamiento del síndrome de puntos gatillo miofasciales, espasmos musculares, neuralgia, calcificaciones, osteoartritis, contracturas articulares y radiculitis (Del Puerro Montesinos, 2010).

8.2.6. Contraindicaciones del ultrasonido

Existen diversas contraindicaciones y precauciones asociadas al uso de ultrasonido terapéutico en animales. El ultrasonido no debe aplicarse en áreas como el seno carotídeo o los ganglios cervicales, ya que podría alterar el ritmo cardíaco o estimular los barorreceptores, ni en animales

con marcapasos cardíacos y en el corazón (donde se han observado cambios electrocardiográficos en caninos). Tampoco es recomendable aplicarlo en los ojos, debido a la deficiente disipación de calor en el cristalino, lo que podría provocar cataratas o daño retinal. Otras áreas de contraindicación incluyen el útero grávido, zonas lesionadas inmediatamente después del ejercicio, y tejidos con malignidad, ya que podría favorecer el crecimiento tumoral. En los testículos, el calentamiento podría causar esterilidad temporal, y en heridas contaminadas, el ultrasonido podría facilitar la entrada de bacterias y acelerar infecciones.

No se recomienda tratar sitios de incisión recientes durante los primeros 14 días para evitar la dehiscencia, ni fracturas óseas, ya que altas dosis podrían retrasar la formación de callos, calcificación o causar fracturas patológicas. En prominencias óseas, debe evitarse la aplicación directa para prevenir daño al periostio, y en casos de circulación sanguínea disminuida, puede haber un riesgo mayor de sobrecalentamiento. Además, los animales demasiado sedados, inmovilizados o bajo anestesia local presentan mayores riesgos. El ultrasonido tampoco debe aplicarse sobre áreas fisiarias en animales inmaduros, lesiones en etapa aguda, o en casos de enfermedad articular inflamatoria aguda, ya que podría acelerar el daño articular. Las quemaduras de tejido también son un riesgo significativo si la intensidad es excesiva, los tiempos de tratamiento prolongados o si el transductor se mantiene estacionario, lo que también podría provocar cavitación. Finalmente, las unidades modernas suelen contar con sistemas que previenen el sobrecalentamiento del cristal del transductor para evitar daños tanto al equipo como al paciente (Millis & Levine, 2014).

8.2.7. Duración del tratamiento

El tiempo de aplicación de los ultrasonidos varía considerablemente. En general, se aplican de 10 a 15 minutos, aunque los mayores beneficios suelen obtenerse durante los primeros minutos, por lo que aplicaciones superiores a los 7-8 minutos pueden ser innecesarias. A continuación, se presentan algunas pautas para la duración del tratamiento con ultrasonidos: en casos agudos, de 4 a 6 minutos, e incluso menos (2-3 minutos); en casos crónicos, de 6 a 8 minutos. Debemos mover la sonda durante el tratamiento para prevenir la formación de zonas calientes, ya que la sonda presenta áreas de mayor y menor energía (Del Puerro Montesinos, 2010).

8.3. Fototerapia

La fototerapia, en su sentido más estricto, se define como el uso terapéutico de la luz (Martínez Morillo. 1998). Desde tiempos antiguos, se han reconocido las propiedades curativas de la luz.

Esta emite radiación electromagnética en forma de fotones. A lo largo de la historia, diversas formas de luz han sido utilizadas con fines terapéuticos, tales como la luz solar, la luz incandescente, la luz infrarroja, la luz ultravioleta, los diodos emisores de luz (LED) y, más recientemente, los láseres terapéuticos (Millis, D., Levine, D. 2014).

8.3.1. Biofísica

Las características biofísicas de la fototerapia se basan en su relación con las radiaciones electromagnéticas. La luz, como parte de estas radiaciones, forma parte de un espectro electromagnético continuo y extenso, que incluye desde las ondas radioeléctricas más largas hasta los rayos gamma, que son los más energéticos. Dentro de este espectro, las radiaciones están ordenadas en función de su longitud de onda de manera decreciente, lo que corresponde a un aumento en la frecuencia. Cabe destacar que la luz visible al ojo humano representa únicamente una fracción pequeña del espectro electromagnético.

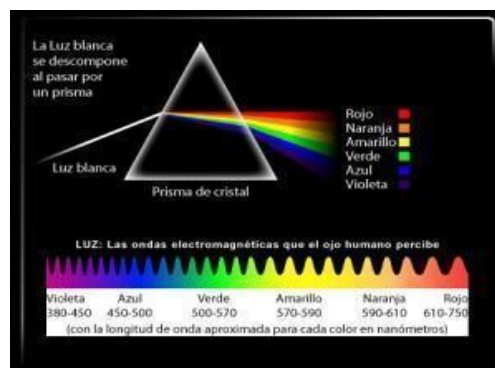


Imagen N°3: Ondas electromagnéticas que el ojo humano percibe.

Fuente: Educación Plástica y Visual. (2025). *Actividades de volumen en EPVA*.

En el ámbito terapéutico, las modalidades más relevantes para los fisioterapeutas incluyen la luz infrarroja, la luz ultravioleta y la luz láser (Martín Cordero, J. E., 2008).

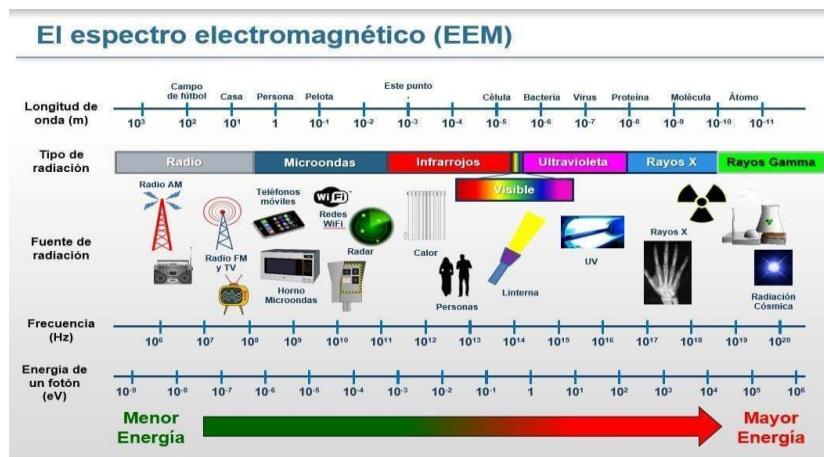


Imagen N° 4: Diagrama del espectro electromagnético que deben ser de conocimiento para el fisioterapeuta.

Fuente: CCARS, (2025).

8.3.2. Aplicaciones Clínicas de la Fototerapia

Esta terapia se basa en el uso de niveles bajos de energía luminosa (de 1 a 5 mV), que abarcan desde el espectro ultravioleta hasta el infrarrojo. Este enfoque no térmico y no traumático en los tejidos es ampliamente utilizado para reducir la inflamación y reparar diversos tejidos corporales (Klos et al., 2020).

La fototerapia es una opción terapéutica efectiva para tratar varias dermatosis crónicas, incluyendo psoriasis, vitíligo, linfoma cutáneo de células T, lupus y eczema, entre otras, ofreciendo resultados satisfactorios. Su uso se remonta a la antigüedad y su clasificación depende del tipo de radiación empleada (UVA o UVB), la cual varía según las longitudes de onda (Duarte, 2006).

8.3.3. Principales leyes de la fototerapia y su influencia en la aplicación

1. Ley del cuadrado de la distancia: La intensidad de la radiación que incide sobre una superficie es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre el emisor y dicha superficie. Esto implica que, al aumentar la distancia, la intensidad disminuye, y viceversa.
2. Ley del coseno de Lambert: La irradiación máxima sobre una superficie se produce cuando el emisor está posicionado perpendicularmente a la misma. Si el haz de luz incide de manera oblicua, la intensidad de la radiación disminuye.

3. Ley de Grotthus-Draper: Una radiación solo puede generar efectos en un organismo si es absorbida. La magnitud de estos efectos estará directamente relacionada con el grado de absorción.

4. Ley de Bunsen-Roscoe: También conocida como la ley de reciprocidad entre intensidad y tiempo de aplicación. Esta establece que se pueden obtener los mismos efectos aplicando radiaciones de baja intensidad durante periodos largos que utilizando radiaciones de alta intensidad durante periodos cortos (Amer Cuenca, J. J. & col 2014).

8.3.4. Propiedades físicas de la luz y su interacción con los tejidos

En el contexto de la fototerapia, se examina cómo las radiaciones interactúan con la materia, tanto en las interfaces mediante reflexión y refracción, como en el interior del medio, donde ocurren procesos de transmisión afectados por fenómenos de absorción y dispersión. Solo aquellos fotones absorbidos por el tejido pueden generar efectos biológicos, ya que estos dependen de la energía transferida por los haces luminosos al medio.

Cuando un haz de luz atraviesa un tejido biológico de un espesor determinado, diferentes interacciones pueden ocurrir. Algunos fotones son reflejados desde la superficie iluminada o dispersados internamente hacia el exterior, lo cual representa una pérdida de energía útil. Otros fotones son dispersados dentro del tejido y emergen por el lado opuesto, mientras que algunos son absorbidos y ceden su energía al tejido. La transmisión directa, donde el fotón atraviesa sin desviarse, es menos probable cuanto mayor es el espesor del tejido.

En los tejidos biológicos, se combinan los procesos de absorción y dispersión. La magnitud de estos fenómenos depende de factores físicos, como la longitud de onda de la radiación y el tamaño de las partículas tisulares. La absorción, en particular, está influida por la presencia de pigmentos cromóforos como la melanina, la hemoglobina y la mioglobina, que determinan las diferencias de absorción entre distintos tejidos. La penetración de una longitud de onda específica depende de la absorción de estos pigmentos y de otros componentes celulares. Finalmente, algunos fotones retro dispersados emergen desde la misma superficie iluminada, constituyendo la mayor parte de la luz reflejada (Martínez Morillo & col., 1998).

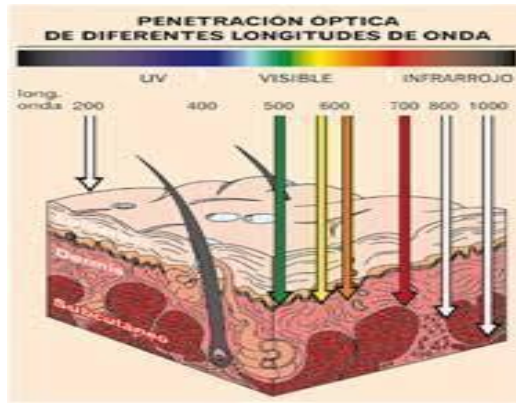


Imagen N° 5: Penetración de la luz en la piel.

Fuente: Scielo (2020).

La radiación ultravioleta (UV) y la radiación infrarroja (IR) son componentes clave del espectro electromagnético que desempeñan un papel fundamental en la fototerapia. Estas formas de radiación se emplean ampliamente debido a sus propiedades únicas: mientras que la radiación UV es eficaz para estimular procesos fotoquímicos en tejidos biológicos, la radiación IR es conocida por su capacidad para generar calor y promover la regeneración celular.

8.3.5. Radiación Ultravioleta

La radiación ultravioleta (UV) corresponde a una sección del espectro electromagnético cuya longitud de onda oscila entre aproximadamente 100 y 400 nm. Este tipo de radiación se extiende desde el extremo violeta del espectro visible hasta la región de los rayos X suaves, aunque los límites entre estas zonas son definidos de manera arbitraria. La separación entre la radiación visible y la UV depende de la sensibilidad del ojo humano y está influida por la absorción de la radiación UV en los diferentes medios transparentes que atraviesa hasta alcanzar la retina, especialmente el cristalino.

Una característica distintiva entre la radiación UV y los rayos X radica en su mecanismo de emisión. Mientras la radiación ultravioleta se genera a partir de transiciones electrónicas en las capas externas de los átomos, los rayos X se originan a partir de transiciones de electrones en las capas internas. La radiación UV es fácil de detectar debido a su alta actividad fotoeléctrica y fotoquímica, aunque su absorción por la materia es considerablemente elevada, lo que dificulta su transmisión en diversos medios (Martín Cordero, J. E., 2008).

8.3.5.1. Clasificación de los Rayos Ultravioleta

Los rayos ultravioletas se clasifican en tres categorías según sus longitudes de onda: UVA (400-320 nanómetros), UVB (320-290 nanómetros) y UVC (290-200 nanómetros). Los rayos UVA se subdividen en dos categorías: UVA I (340-400 nanómetros) y UVA II (320-340 nanómetros). El rango UVB entre 311-312 nanómetros se denomina UVB de banda estrecha. La radiación UVA penetra en la epidermis, la dermis superficial y media, mientras que la radiación UVB afecta principalmente a la epidermis. Tanto los rayos UVB como los UVA influyen en los queratinocitos (Duarte, 2006).

Desde el punto de vista médico biológico, se consideran relevantes únicamente aquellas radiaciones cuya longitud de onda se encuentra entre 200 nm y 400 nm. Este rango incluye parte de las radiaciones ultravioleta, que tienen aplicaciones importantes en medicina (Martínez Morillo & col 1998).

8.3.5.2. Efectos Biológicos de los rayos UV

Efectos Dermatológicos

Para comprender la aplicación de la radiación UVA y UVB en las patologías dermatológicas, es importante destacar que los métodos se basan principalmente en sus efectos de inmunomodulación. Estos métodos pueden clasificarse en tres categorías principales:

- Producción de mediadores solubles: La radiación UVA y UVB puede inducir la liberación de citoquinas, neuropéptidos y prostanoïdes que actúan como mediadores solubles. Dos ejemplos notables son la Dermatitis Atópica y la Inhibición del factor de necrosis tumoral- α (TNF- α)
- Modulación de la expresión de moléculas asociadas a células superficiales: La radiación UV puede alterar la expresión y la función de moléculas de adherencia (como ICAM-1), citoquinas y factores de crecimiento.
- Inducción de apoptosis en células patógenas: Patologías como la dermatitis atópica se caracterizan por una respuesta inmune de las células T, activadas por el contacto con un alérgeno. Dentro de la población de células, como monocitos y queratinocitos, las células T son las más sensibles a la radiación UV, sufriendo apoptosis inducida por ésta (Vargas, F., & Rivas, C. 2004).

Efectos Antibacterianos

La radiación ultravioleta (UV) tiene efectos destacados sobre las proteínas y los ácidos nucleicos. En particular, la exposición a dosis elevadas de UVB puede provocar la desnaturalización de proteínas esenciales. Este proceso puede llegar a causar la muerte biológica si dichas proteínas son críticas para el funcionamiento celular (Martínez Morillo & col 1998).

Síntesis de vitamina D

La radiación solar cumple un papel fundamental en los organismos homeotermos, ya que les permite alcanzar una temperatura adecuada para llevar a cabo funciones metabólicas esenciales. Una de las causas más reconocidas de deficiencia de vitamina D es la exposición insuficiente a la luz solar, considerando la fuerte relación entre la radiación UVB y el metabolismo de esta vitamina.

La carencia de vitamina D afecta directamente al sistema esquelético, aumentando la probabilidad de fracturas. La vitamina D3, producida diariamente, regula la absorción, el transporte y el depósito de calcio, además de intervenir en menor medida en la absorción de fósforo. Estos procesos son clave para la salud ósea, el crecimiento, el desarrollo de órganos, la regulación hormonal y la embriogénesis.

En el caso de los animales, la radiación UVB también desempeña un rol crítico para mantener su salud. Este tipo de radiación es esencial en los procesos fotoquímicos que conducen a la síntesis de vitamina D. Aunque reciban una dieta balanceada y estén expuestos a temperaturas adecuadas, sin la radiación UVB requerida, los minerales necesarios no pueden ser aprovechados de forma óptima (Olarde Saucedo, M. & col 2019).

8.3.5.3. Contraindicaciones del uso de rayos ultravioleta

El empleo de rayos UV en tratamientos terapéuticos está contraindicado en diversas situaciones clínicas. Estas incluyen animales con albinismo o cicatrices atróficas en la piel, lesiones herpéticas en etapas agudas o subagudas, y casos de lesiones cutáneas de tipo neoplásico. También se contraindica en el diagnóstico de lupus eritematoso sistémico, insuficiencia funcional severa de los riñones o el hígado, diabetes no controlada, hipertiroidismo y manifestaciones de dermatitis generalizada (Martín Cordero, 2008).

8.3.6. Radiación Infrarroja (IR)

La radiación infrarroja (IR) es un tipo de radiación electromagnética cuyas longitudes de onda varían entre 760 y 780 nm, en el límite del color rojo de la zona visible del espectro, y entre 10.000 y 15.000 nm, en el límite de la región del espectro correspondiente a las microondas. El sol es la principal fuente natural de radiación IR, representando el 59 % del espectro de emisión solar y el 40 % de la radiación que llega a la superficie terrestre (Martín Cordero, J. E., 2008).

8.3.6.1. Clasificación de la Radiación Infrarroja (IR)

La Comisión Internacional de Iluminación (CIE, por sus siglas en inglés) ha establecido tres bandas de radiación infrarroja: Infrarrojo A, de 760 a 1.400 nm; Infrarrojo B, de 1.400 a 3.000 nm; e Infrarrojo C, de 3.000 a 10.000 nm. Para fines prácticos, estas bandas se dividen comúnmente en IR distales, entre 1.500 y 15.000 nm, e IR proximales, entre 760 y 1.500 nm (Martín Cordero, 2008).

8.3.6.2. Propiedades físicas y efectos de la luz infrarroja

La radiación infrarroja (IR) experimenta una atenuación que sigue un comportamiento exponencial, concentrándose principalmente en el primer centímetro de profundidad de la piel. Los fotones con longitudes de onda más extensas tienen menor energía, lo que limita su penetración en los tejidos. Por este motivo, la mayoría de los rayos IR distales son absorbidos en la primera décima de milímetro, alcanzando apenas un 6% a 1 mm de profundidad. En contraste, alrededor del 30% de los rayos IR proximales, como los generados por fuentes naturales como el sol o lámparas de tungsteno, logran penetrar hasta 1 mm en los tejidos. La radiación infrarroja (IR) actúa como un método de calentamiento por conversión. Este proceso ocurre cuando los fotones absorbidos por los tejidos se transforman en calor, generando un incremento en la agitación molecular. Debido a las propiedades de absorción de la radiación IR, el calor generado es superficial y representa el principal mecanismo responsable de los efectos sobre el organismo (Martínez Morillo & col 1998).

Los efectos fisiológicos de la radiación IR pueden dividirse en niveles locales y generales. Aunque son similares a otras formas de calor superficial, esta técnica tiene la particularidad de ser una aplicación seca y sin contacto directo (Martínez Morillo & col 1998).

8.3.6.3. Efectos locales

Eritema inmediato: Se produce debido a la vasodilatación subcutánea ocasionada por el aumento de la temperatura.

Efecto antiinflamatorio: La hiperemia mejora el aporte de nutrientes y células defensivas al tejido afectado, contribuyendo a la reducción de la inflamación.

Estimulación del trofismo celular y tisular: La exposición al calor favorece la cicatrización mediante la hipertermia y el estímulo directo sobre las células.

Relajación muscular: En la musculatura estriada, el calor induce un efecto anticontracturante y mejora la irrigación, facilitando la recuperación tras el esfuerzo, disminuyendo la deuda de oxígeno y promoviendo la reabsorción del ácido láctico.

Relajación de la musculatura lisa: Actúa como un potente antiespasmódico al reducir la tensión muscular en esta área (Martínez Morillo & col 1998).

8.3.6.4. Aplicación de la Luz Infrarroja en Terapias

La terapia de luz infrarroja se administra mediante una máquina con almohadillas flexibles, cada una equipada con 60 diodos emisores de luz infrarroja que pulsan 292 veces por segundo. Estas almohadillas se colocan directamente sobre la piel en el área a tratar. La luz infrarroja monocromática emitida por estos diodos tiene una frecuencia de 890 nm, la cual ha demostrado ser muy eficaz en la liberación de sustancias analgésicas naturales como el óxido nítrico (NO) de la hemoglobina y las células endoteliales (Hernández Solís J. 2011).

La luz penetra hasta un nivel de 5 centímetros bajo la piel y es absorbida por los glóbulos rojos. Los fotones infrarrojos transfieren su energía cinética a los enlaces que unen el óxido nítrico (NO) con los átomos de sulfuro en ciertos aminoácidos de la hemoglobina. Cuando esta unión se rompe, el NO se libera y se difunde a las células de músculo liso. Estudios clínicos han asociado el NO con el aumento de la circulación y vasodilatación local, la reducción del dolor y la inflamación, la angiogénesis y la síntesis de colágeno. El NO es uno de los vasodilatadores más potentes del cuerpo y es responsable del alivio del dolor inducido por la morfina (Hernández Solís J. 2011).



Imagen N°6: Equipo de fototerapia.

Fuente: Propia.



Imagen N°7: Aplicadores LED

Fuente: Propia

8.3.7. Terapia Láser

La terapia láser es uno de los tratamientos electrofísicos más versátiles y eficientes clínicamente dentro de las diferentes modalidades de agentes físicos. Se puede considerar dentro de la nueva clasificación como parte de la gran familia de la fotobiomodulación, un término acuñado por la Confederación Mundial de Fisioterapia (WCPT) (Ruiz Ferráez, R. A. 2021).

Desde un punto de vista práctico, el láser se puede considerar como un haz estrecho de luz monocromática y coherente que puede encontrarse en el rango visible, infrarrojo o ultravioleta del espectro de las radiaciones electromagnéticas. Es un equipo que proporciona un haz de una radiación especial, basado en la amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación (efecto láser) (Hernández Díaz, A. & col 2002).

Variedad de láseres en la rehabilitación: Actualmente, una variedad de láseres se utiliza para diversos fines. Los primeros tipos de láseres utilizados en rehabilitación, conocidos como terapia con láser de bajo nivel (LLLT) o láseres fríos, son de baja potencia. En contraste, los láseres quirúrgicos son de alta potencia y pueden producir destrucción térmica de células y tejidos (Millis, D., Levine, D. 2014).

Recientemente, se ha introducido otra forma de láser, conocida como láser terapéutico, utilizada en rehabilitación. Estos láseres ofrecen más potencia que los láseres de baja intensidad, pero menos potencia que los láseres quirúrgicos. Los láseres utilizados en rehabilitación ayudan a modular funciones celulares, proceso conocido como fotobioestimulación. (Millis, D., Levine, D. 2014).

Radiación láser: La radiación láser posee todas las propiedades de la luz, pero se caracteriza por ser monocromática (todos sus fotones tienen la misma longitud de onda), coherente (todos los fotones se encuentran en fase temporal y espacial) y direccional (el haz de radiación presenta escasa divergencia debido a las dos características anteriores). La principal utilidad práctica de la radiación láser reside en que concentra un gran número de fotones por unidad de superficie (Martínez Morillo. 1998).

Producción de un láser: La producción de un láser resulta del salto cuántico de un electrón o una molécula, que pasa de un estado de energía baja a uno alto cuando se estimula previamente. Este proceso comienza a emitir ondas con la misma frecuencia, longitud de onda y dirección, creando el rayo láser que tiene más potencia que otros tipos de radiación óptica no modificada o estimulada (Sandoval Ortiz, M. C. & col 2001).

8.3.7.1. Tipos de emisores de láser en medicina

Sólidos: como el de neodimio YAG

Tubo de gas: como el de helio-neón, CO₂ o argón

Diodo: como el de AsGa y AsGa Al (Minguell Martín F. 2014).

Arseniuro de galio (Ga-As): Este láser emite longitudes de onda de 904 nm, con una potencia pico entre 10 y 15 vatios (W) de salida. Es invisible, pulsada y tiene una penetración de 30 a 50 mm. (Sandoval Ortiz, M. C. & col 2001).

Arseniuro de galio y aluminio (Ga-Al-As): Este láser emite longitudes de onda entre 780 y 870 nm, con longitudes generalmente utilizadas de 820 nm y 830 nm en la banda infrarroja, por lo tanto, invisibles. Sus potencias máximas varían entre 20 y 100 mW. Funcionan de manera continua, pero pueden también ser pulsados. Los láseres Ga-Al-As son seguros (Sandoval Ortiz, M. C. & col 2001).

Teoría de los fotorreceptores

Esta teoría ha perdurado en el tiempo para explicar los efectos biológicos del láser. Plantea la presencia, en el tejido, de un grupo de moléculas que funcionan como fotorreceptores especializados y otros no especializados, que tienen la función de absorber la energía del láser. Estas sustancias forman parte de diferentes procesos biológicos y, bajo la influencia de la radiación, activan mecanismos o funciones biológicas (Martin Cordero, J. E., 2008).

Entre los fotorreceptores biológicos específicos y conocidos se mencionan la clorofila, la rodopsina, la bacteriorrodopsina y los fotocromos, entre otros. Los fotorreceptores no especializados, conocidos también como "foto aceptores", han ganado relevancia en las investigaciones del láser en los últimos años del siglo pasado. Se trata de moléculas de fermentos de variada morfología distribuidas a lo largo de todas las células del organismo humano (Martin Cordero, J. E., 2008).

Estas moléculas intervienen en el metabolismo celular sin necesidad de energía luminosa, pero al recibir irradiación de una determinada longitud de onda, absorben los fotones y provocan una variación en el metabolismo celular. Entre estos fotoaceptores se mencionan las flavoproteínas, las porfirinas (catalasas, citocromoxidasas) y las metaloproteínas (especialmente las que contienen cobre), entre otras (Martín Cordero, J. E., 2008).

8.3.7.2. Efectos Biológicos

El efecto fotoquímico describe cómo la energía absorbida puede generar diversas respuestas biológicas. Este efecto estimula la liberación de sustancias preformadas como histamina, serotonina y bradiquinina; promueve la síntesis de ADN y modifica las reacciones enzimáticas, ya sea mediante procesos de excitación o inhibición. Además, estimula la producción de ATP dentro de las células, lo que acelera la mitosis e interfiere en la producción de prostaglandinas de manera similar a ciertos fármacos antiinflamatorios. También genera una acción fibrinolítica, que contribuye a la disolución de coágulos (Minguell Martín, 2014). Por otro lado,

el efecto fotoeléctrico favorece la normalización del potencial de membrana en células irradiadas a través de dos mecanismos: actuando directamente sobre la movilidad iónica e incrementando la producción de ATP, esencial para el funcionamiento adecuado de la bomba de sodio y potasio (Martínez Morillo, 1998). Por su parte el efecto fotoenergético consiste en la emisión de energía utilizable (mW) que, al ser captada por la célula, actúa como un mensaje excitante contribuyendo a la normalización de las funciones alteradas. Los láseres de baja potencia, en cambio, no provocan un aumento significativo de temperatura en el tejido irradiado y, en condiciones habituales, su uso no supone que la elevación de temperatura desempeñe un papel importante en la acción biológica (Minguell Martín F. 2014).

A partir de la combinación de sus efectos primarios, el láser de baja potencia genera una estimulación circulatoria y antiedematosa, conocida como efectos indirectos, que establece las condiciones necesarias para lograr sus efectos terapéuticos generales. Entre estos efectos destacan la acción trófica y la regeneración tisular, la acción antiinflamatoria y la acción analgésica (Martín Cordero, 2008).

8.3.7.3. Efectos terapéuticos del láser

Los efectos terapéuticos del láser abarcan un amplio rango de beneficios, incluyendo propiedades antiinflamatorias, analgésicas y estimulantes del trofismo tisular. En su efecto antiinflamatorio, el láser estimula la respuesta inmune al mejorar la actividad de la bomba de Na-K, promueve la actividad linfática mediante el drenaje y mejora la microcirculación a través de la vasodilatación. Como agente analgésico, induce la liberación de beta endorfinas, incrementa la producción de ATP, eleva el potencial medible en las membranas de las células nerviosas, relaja la tensión muscular, aumenta el umbral del dolor a la presión y disminuye los impulsos motores responsables del dolor miofascial y la mialgia de fibras musculares. Además, su capacidad para estimular el trofismo tisular incluye la promoción de la mitosis en tejidos óseos, epiteliales y musculares, la mejora de la regeneración nerviosa periférica tras lesiones y el aumento de la supervivencia neuronal tras isquemias temporales. También acelera la neovascularización, reduce o elimina la formación de cicatrices, disminuye la inflamación mediante la reabsorción de edemas y hematomas, e incrementa la síntesis de colágeno, favoreciendo la proliferación de fibroblastos, la fuerza tensil y la elasticidad de los tejidos (Minguell Martín, 2014).

8.3.7.4. Indicaciones del uso de láser terapéutico

El láser terapéutico posee una amplia gama de indicaciones clínicas debido a sus múltiples efectos beneficiosos. Entre estas indicaciones se encuentran el tratamiento de úlceras y heridas tórpidas, la cicatrización y reparación de tejidos, la osteoartritis en cualquier articulación, las tendinopatías y la fibromialgia. También es eficaz en casos de lesiones agudas de partes blandas, raquialgias como lumbalgia y cervicalgia, periostitis, fascitis, fibro neuralgia y dolor crónico, mostrando su utilidad en diversas afecciones tanto agudas como crónicas (Minguell Martín, 2014).

8.3.7.5. Contraindicaciones del uso de láser

Actualmente, la única contraindicación absoluta para el uso del láser terapéutico es la incidencia directa del haz de luz sobre la retina. Sin embargo, existen otras contraindicaciones relativas que deben considerarse, como la presencia de hematomas recientes, marcapasos, procesos infecciosos agudos, neoplasias, cardiopatías en etapas de descompensación, hipertiroidismo, embarazo, epilepsia y antecedentes de fotosensibilidad (Martín Cordero, 2008).



Imagen N°8: Equipo de láser terapéutico

Fuente: Propia



Imagen N° 9: Aplicación de láser

Fuente: Propia

8.4. Otras Terapias

8.4.1. Termoterapia

La termoterapia es una técnica que utiliza el calor sobre el organismo con fines terapéuticos, empleando agentes calóricos que poseen una temperatura superior a la del cuerpo. Por sí sola, la termoterapia no se considera un tratamiento fisioterápico válido, sino que actúa como un complemento a otras técnicas, mejorando sus efectos y obteniendo mejores resultados en los pacientes (Sánchez González, M. 2018).

El calor superficial se ha utilizado durante siglos para tratar lesiones de tejidos blandos y articulaciones con los objetivos específicos de aliviar el dolor, alterar los procesos fisiológicos, curar el tejido subyacente y afectar la elasticidad del tejido conectivo, incluyendo músculos, tendones, ligamentos y cápsula articular. El objetivo principal de cualquier modalidad térmica es facilitar la terapia definitiva mediante ejercicios.

Las aplicaciones de termoterapia pueden ser simples o sofisticadas, y se pueden llevar a cabo utilizando agua fría o caliente, compresas frías o calientes, jacuzzis fríos o calientes, masajes con hielo, baños de contraste, unidades de compresión de frío y otros métodos (Millis, D., Levine, D. 2024).

El calor genera diversos efectos fisiológicos en el organismo, tales como la vasodilatación en el aparato circulatorio, donde los capilares cerrados se abren y aumentan su diámetro (Sánchez González, 2018). Además, su efecto analgésico se produce mediante la estimulación de las terminaciones nerviosas de la piel y la acción de sustancias químicas que bloquean las sensaciones dolorosas (Apolo Arenas et al., 2006). A nivel neuromuscular, los estímulos muy

calientes y de corta duración incrementan el tono muscular y la sensibilidad nerviosa, mientras que los estímulos prolongados promueven la relajación muscular, actuando como sedantes y analgésicos (Martín Cordero, 2008).

Indicaciones y contraindicaciones Las afecciones en las que se recomienda la aplicación de calor incluyen dolor muscular generalizado, contracturas, dolores musculoesqueléticos, acortamiento de tejidos periarticulares, rigidez articular, cicatrices retráctiles, afecciones articulares derivadas de procesos reumáticos o regenerativos, inflamaciones subagudas y crónicas, así como reumatismos crónicos no agudizados, como la artrosis, la miofibrosis, la esclerodermia y la miofibrositis (Apolo Arenas, M. & Col., 2006).

Por otro lado, el calor está contraindicado en áreas anestesiadas o tejidos con irrigación deficiente, ya que la demanda metabólica generada podría exceder la respuesta vascular, resultando en necrosis isquémica. Además, no debe aplicarse en condiciones con tendencia al sangrado, debido al incremento del flujo sanguíneo y la vascularización que produce el calor (Sánchez González, M., 2018).

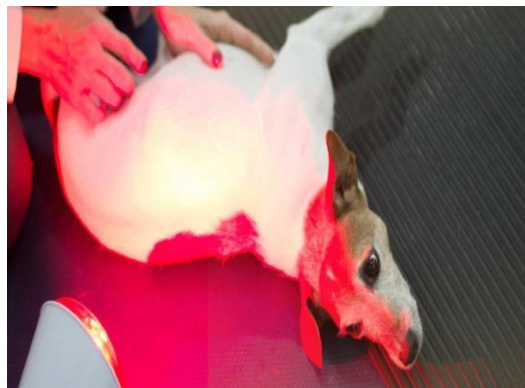


Imagen N° 10: Aplicación de calor mediante lámpara infrarroja

Fuente: Fisio Animal. (2014).

8.4.2. Crioterapia

La crioterapia superficial implica la aplicación de frío sobre el tejido. El término *superficial* se refiere a aquellos agentes que pueden transmitir frío con una penetración aproximada de 1 cm. La aplicación de frío es más efectiva cuando se realiza inmediatamente después del trauma, ya sea accidental o intencionado (cirugía). Esto debe llevarse a cabo durante la fase aguda de la inflamación (Del Puerro Montesinos 2010). El frío es un método simple y natural que resulta muy efectivo en los momentos agudos de una lesión, especialmente en las primeras 24-48 horas

posteriores al trauma. Reduce la inflamación a través de una respuesta fisiológica que provoca vasoconstricción local, disminuye la temperatura y el metabolismo en los tejidos, y aumenta la viscosidad sanguínea. También proporciona analgesia mediante la inhibición presináptica y la reducción de la velocidad de conducción nerviosa (Sandoval Ortiz, M. C., & col. 2007).

La aplicación de frío genera diversos efectos fisiológicos beneficiosos. En primer lugar, provoca una disminución progresiva de la temperatura en la piel, lo que genera vasoconstricción (Martín Cordero, 2008). Asimismo, puede reducir el dolor al interrumpir el ciclo dolor-espasmo muscular, un mecanismo asociado a la protección de áreas lesionadas que genera isquemia y un alto consumo de nutrientes (Sandoval Ortiz et al., 2007). También se observa una reducción del flujo sanguíneo local debido a la vasoconstricción de arterias y venas, siendo este efecto más pronunciado en la zona tratada. Además, el frío facilita la relajación muscular al influir tanto en los procesos contráctiles como en la transmisión neuromuscular, ayudando así a reducir la tensión muscular (Martín Cordero, 2008).

Indicaciones y contraindicaciones La crioterapia es eficaz en diversas situaciones terapéuticas, como en lesiones traumáticas o inflamatorias en fase aguda, debido a su capacidad para proporcionar analgesia, reducir la formación de edema, minimizar la hemorragia en traumas agudos y disminuir la inflamación. Es especialmente útil en condiciones como esguinces, distensiones, alteraciones musculoesqueléticas inflamatorias agudas (artritis, bursitis, tendinitis, tenosinovitis, miositis, neuritis), enfermedad del disco intervertebral, heridas cerradas y contusas, quemaduras, y como primeros auxilios tras picaduras de insectos o arañas (Del Puerro Montesinos, 2010). Sin embargo, su uso requiere precaución en áreas anestesiadas, tejidos con irrigación deficiente, nervios superficiales, heridas abiertas, fracturas, o zonas con nervios sensoriales o motores deteriorados, ya que el frío puede provocar vasoconstricción severa e isquemia. Asimismo, se debe tener cuidado en pacientes con hipertensión, debido al potencial aumento de la presión sanguínea, y en aquellos con disminución o ausencia de sensación. (Millis & Levine, 2014).



Imagen N°11: Aplicación de frío en el dorso de un perro.

Fuente: Roca Bonals, M. (2024). *Fisioterapia veterinaria*.

8.4.3. Hidroterapia

La hidroterapia se refiere al uso tópico o externo del agua con fines terapéuticos, aprovechando sus características mecánicas y térmicas (Rodríguez Fuentes, G., & Iglesias Santos, R. 2002). Según la Asociación de Hidroterapia Canina, la combinación del tratamiento veterinario con hidroterapia puede mejorar la calidad y la tasa de recuperación de los animales después de una cirugía o una lesión traumática. También es beneficiosa para animales jóvenes diagnosticados con problemas de desarrollo, ya que tiene un efecto terapéutico específico sobre los tejidos corporales. Existen varias formas de hidroterapia. Las piscinas se utilizan para la práctica de la natación, permitiendo al terapeuta variar la forma en que el animal ejercita sus extremidades. También se emplean cintas de correr hidráulicas, las cuales permiten controlar la velocidad de la cinta, el nivel del agua, la temperatura y la pendiente. Además, se practican ejercicios terapéuticos acuáticos que incluyen caminar, transferencias de peso y mantenerse de pie sobre todas las extremidades (Klos, 2020).

Es necesario comprender los principios básicos y las propiedades del agua para apreciar los beneficios de la terapia acuática. Estos principios incluyen la densidad relativa, la flotabilidad, la viscosidad, la resistencia, la presión hidrostática y la tensión superficial. Son componentes importantes a considerar al planificar un programa de rehabilitación acuática (Millis, D., Levine, D. 2014).

La presión hidrostática, base del principio de flotación o empuje de Arquímedes, se manifiesta como una fuerza vertical hacia arriba que actúa sobre el centro de gravedad de cualquier cuerpo sumergido en el agua. Este empuje es equivalente al peso de la columna de agua que se

encuentra por encima del cuerpo (Rodríguez Fuentes, G., & Iglesias Santos, R. 2002). Al sumergirse, los cuerpos están sujetos a dos fuerzas: la gravedad, que los atrae hacia el centro de la Tierra, y la flotación, que es una fuerza vertical opuesta. La flotación está influenciada por la densidad relativa, es decir, la relación entre el peso de un objeto y el de un volumen igual de agua. Los animales obesos tienen una densidad relativa menor que los delgados, lo que facilita su flotación. Esto es relevante en terapias acuáticas para animales con sobrepeso, como los pacientes con osteoartritis, ya que, con una cantidad de agua adecuada en una cinta subacuática, el peso soportado por sus articulaciones se reduce significativamente (Del Puerro Montesinos, 2010).

Los factores que influyen en la facilidad o resistencia al movimiento en el agua son esenciales para entender la progresión de los ejercicios acuáticos. Entre ellos se encuentran la fuerza de cohesión intermolecular, que define la interacción entre moléculas de agua; la tensión superficial, que representa la resistencia de la superficie del agua ante objetos o cuerpos; la viscosidad, que describe la resistencia del agua al movimiento de un cuerpo a través de ella; y la densidad, que afecta la flotación y el desplazamiento en el medio acuático (Rodríguez Fuentes & Iglesias Santos, 2002).

Los efectos terapéuticos del agua, derivados de sus propiedades físicas, incluyen el fortalecimiento de la musculatura, el incremento de la resistencia muscular y cardiovascular, la mejoría del arco articular, un aumento en la agilidad, la reducción del dolor y una sensación general de bienestar en el paciente (Del Puerro Montesinos, 2010). Por otro lado, el calor ejerce efectos sedantes y antiespasmódicos, actuando tanto sobre la musculatura estriada como sobre la lisa de órganos y vísceras internas, lo que facilita la movilización y disminuye el tono muscular. Además, tiene una acción analgésica, ya que incrementa el umbral de sensibilidad de los nociceptores, reduce la velocidad de conducción nerviosa, alivia la contractura muscular y estimula la liberación de endorfinas, logrando así un alivio del dolor. (Martín Cordero, 2008).

Indicaciones y contraindicaciones La hidroterapia presenta múltiples indicaciones terapéuticas, como el tratamiento posoperatorio de cirugías ortopédicas y neurocirugías, la estabilización no quirúrgica de la rodilla con rotura del ligamento cruzado anterior (RLCA), así como el mantenimiento y mejora de displasias no quirúrgicas. También es útil en casos de alteraciones neurológicas no quirúrgicas, tendinitis, esguinces, patologías articulares subagudas y crónicas, programas de acondicionamiento físico, tratamiento de la obesidad, estimulación del apoyo de extremidades y fortalecimiento en situaciones de falta de fuerza y propiocepción

(Del Puerro Montesinos, 2010). Sin embargo, la hidroterapia está contraindicada en condiciones como cardiopatías severas, procesos infecciosos o inflamatorios agudos, tuberculosis, descompensaciones metabólicas y endocrinas, enfermedades terminales, inflamaciones urogenitales, dermatosis agudas o transmisibles, heridas abiertas, micosis superficiales, incontinencia esfinteriana y fobia severa al agua. Además, deben considerarse las precauciones necesarias en estos casos para evitar complicaciones (Martín Cordero, 2008).



Imagen N°12: Hidroterapia en piscina con cinta de correr hidráulica.

Fuente: Fisio Animal (2014).

8.4.4. Electro estimulación Nerviosa transcutánea (TENS)

El término TENS corresponde a las siglas en inglés de *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*, que se traduce como estimulación eléctrica transcutánea de los nervios. Esta técnica se considera uno de los métodos fundamentales en el manejo del dolor, tanto agudo como crónico. Es efectiva para tratar dolores de origen cutáneo, somático, profundo o visceral, ya sean localizados, irradiados o referidos. Debido a su versatilidad, la TENS se aplica en una amplia gama de patologías, incluyendo el dolor musculoesquelético agudo y crónico, el dolor postoperatorio y el asociado a metástasis, entre otros (Albornoz Cabello, M., & Maya Martín, J. 2021). La estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) implica la aplicación de corrientes eléctricas a través de la piel utilizando electrodos transcutáneos. Existen dos modalidades principales: el TENS clásico, que emplea corrientes de alta frecuencia y baja intensidad, y el TENS de baja frecuencia, caracterizado por corrientes de baja frecuencia y alta intensidad. Ambas técnicas producen un efecto analgésico. Este efecto se logra mediante la estimulación de las fibras nerviosas aferentes de gran diámetro a nivel medular, inhibiendo la percepción consciente del dolor, según la teoría del control de la puerta propuesta por Wall y

Melzack en 1965. Además, la estimulación favorece la liberación de endorfinas en el asta ventral de la médula espinal, contribuyendo al alivio del dolor (Del Puerro Montesinos 2010).

Indicaciones y contraindicaciones La técnica permite dirigir el tratamiento de manera específica sin introducir radicales químicos en el organismo, lo que evita efectos secundarios asociados a tratamientos químicos, como la sedación, el cansancio y los trastornos digestivos, además de eliminar el riesgo de efecto doping. Sus principales indicaciones incluyen dolores musculoesqueléticos de origen traumático, distensiones, tendinitis, miositis y artritis, así como dolores de origen nervioso, como neuralgias y dolores postquirúrgicos. Entre sus efectos principales destacan la acción analgésica, el aumento de la hiperemia y su impacto excitomotor (Minguell Martín F. 2014). Sin embargo, su uso presenta contraindicaciones importantes, como la posibilidad de reacciones adversas a los electrodos adhesivos, el uso de marcapasos, la aplicación sobre el seno carotídeo y durante la preñez (Del Puerro Montesinos 2010).



Imagen N°13: Aplicación de TENS.

Fuente: Ortocanis. (2009). *Electroterapia en perros*.

8.4.5. Terapia Física Manual

Las terapias manuales engloban técnicas y procesos terapéuticos realizados principalmente con las manos, que pueden aplicarse sobre la piel, músculos, tendones, ligamentos, articulaciones, fascias y nervios. Dentro de estas, el masaje es la técnica más conocida y utilizada. En algunas ocasiones, se emplean sustancias como cremas, geles o aceites esenciales, que actúan como lubricantes para facilitar el deslizamiento, o incluso instrumentos simples que permiten una mayor profundidad o selectividad en el tratamiento de tejidos específicos. Si estas sustancias deslizantes poseen propiedades terapéuticas, como en el caso de las cremas o geles antiinflamatorios, se habla de una doble terapia: física y medicamentosa. Las terapias manuales constituyen la base de la fisioterapia, y al utilizarlas, es fundamental considerar que generan

estímulos, a los cuales el paciente responde. Por lo tanto, la clave de un tratamiento exitoso radica en prestar atención a estos estímulos e interactuar con ellos (Minguell Martín F. 2014). El masaje es ampliamente reconocido por su capacidad para aliviar el estrés, la ansiedad y la incomodidad; aunque muchos de sus efectos terapéuticos aún no cuentan con evidencia científica concluyente, la evidencia clínica respalda su uso debido a los beneficios percibidos por los pacientes. Entre sus efectos destacan el alivio del dolor, la reducción de la tensión muscular, la relajación del sistema nervioso central (SNC), la estimulación de la cicatrización, la mejora del flujo sanguíneo y linfático, y la liberación de endorfinas y neuropéptidos, contribuyendo así a una mayor sensación de bienestar. Las indicaciones del masaje incluyen problemas de comportamiento, trastornos ortopédicos crónicos, rehabilitación posquirúrgica, atrofia muscular, enfermedades crónicas como la osteoartritis y la mejora del flujo circulatorio y linfático. Además, es eficaz para el control del dolor, la disminución de cicatrices y adherencias, y para optimizar el rendimiento de animales de competición y trabajo, tanto durante el entrenamiento como tras el ejercicio. No obstante, su uso presenta contraindicaciones importantes, como fiebre, shock, inflamaciones agudas, problemas cutáneos (como hongos), enfermedades infecciosas, tumores y, con precaución, en casos de cardiopatías, hepatopatías y nefropatías (Del Puerro Montesinos 2010).

En la rehabilitación veterinaria, se utilizan diversas técnicas de masaje. Una de ellas es el *rose* o *effleurage*, que implica deslizar suavemente las manos planas sobre la piel del animal, siguiendo la dirección de las fibras musculares subyacentes. (Minguell Martín F. 2014).

La técnica de *stroking* consiste en un masaje suave y rítmico que se realiza con la mano abierta y los dedos juntos, en dirección centrífuga (en el sentido del pelo), manteniendo siempre el contacto con el paciente (Del Puerro Montesinos 2010).

En el *amasamiento*, con ambas manos se forma una pinza para atrapar las estructuras a trabajar, aplicando tracción circular que permite el alargamiento del tejido; la pinza se coloca paralela a las fibras musculares, y la tracción se efectúa de manera transversal a dichas fibras (Minguell Martín F. 2014).

La técnica de percusión, como el *hacking* o *clapping*, consiste en aplicar golpes con el canto de la mano (*hacking*) o con la mano hueca en forma de cuenco (*clapping*). Por otro lado, la presión se realiza utilizando el dedo pulgar o nudillos, aplicando una tensión sostenida durante un tiempo determinado. Finalmente, el masaje de fricción transversa o de Cyriax, desarrollado por el Dr. J. Cyriax, consiste en fricciones profundas aplicadas perpendicularmente a las fibras del tejido lesionado, aumentando gradualmente la presión (Del Puerro Montesinos 2010).



Imagen N°14: Técnica de *effleurage*.

Fuente: CRAR. (2019). *Centro de rehabilitación animal de referencia en Barcelona*.

9. Reporte de casos clínicos

9.1. Caso clínico N° 1

Reseña El miércoles 23 de octubre de 2024, a las 9:20 a. m., un paciente canino llamado Kurt ingresó al Hospital Escuela de Veterinaria HEM EVE de la Universidad de Río Negro, ubicado en la localidad de Choele Choel, Río Negro. Kurt, un canino de raza indefinida, había cumplido 12 años, estaba castrado, pesaba 39 kg y se encontraba en buen estado de salud general. Su pelaje era corto y de color negro con tonos marrones.

Motivo de consulta: La propietaria indicó que, debido a la avanzada edad de Kurt, había observado cambios en su comportamiento y estado físico. Solicitó una consulta de fisioterapia, señalando que Kurt mostraba mayor agotamiento después de las caminatas y presentaba una disminución en los reflejos. Además, informó que, a los 7 años, se le realizaron placas de cadera, a partir de las cuales se diagnosticó displasia. Como parte del tratamiento, se le recetaron condroprotectores, los cuales continuaba tomando hasta el momento.



Imagen N°15: Kurt (paciente).

Fuente: Propia.

Anamnesis El paciente tenía antecedentes de displasia de cadera como enfermedad previa. Había sido esterilizado mediante orquiectomía. Contaba con un esquema de vacunación completo y había recibido desparasitación de manera regular. Además, convivía con otros animales, específicamente caninos.



Imagen N°16: Rx ventro – dorsal de cadera. Puede observarse displasia de la articulación coxofemoral derecha.

Fuente: HEMEVE.

Estudios previos el 6 de agosto de 2019, se realizó una radiografía de cadera en proyección ventrodorsal (VD) con el propósito de evaluar la posición de la cabeza femoral en relación con el acetábulo y la profundidad del acetábulo. Durante la observación radiológica, se identificó un engrosamiento en el cuello femoral del miembro posterior izquierdo, acompañado de deformación en la cabeza del fémur. También se evidenció una reacción ósea y una lesión osteogénica en el acetábulo. Con base en estos hallazgos, el diagnóstico radiológico concluyó que el paciente presentaba displasia de la articulación coxofemoral derecha, asociada con la presencia de artrosis.

Revisión Clínica En el examen objetivo general, se obtuvo que la frecuencia cardíaca era de 102 latidos por minuto (lpm) y la frecuencia respiratoria de 34 respiraciones por minuto (rpm). Los linfonódulos se encontraban en estado normal y las mucosas aparentes mostraban un color rosado pálido. El tiempo de llenado capilar (TLL) se registró en 1 segundo, y la condición corporal del paciente se evaluó dentro de un rango de 2 a 3 teniendo en cuenta la escala del 1 al 5.

En el examen objetivo particular, se observó esclerosis senil en los ojos, mientras que la piel y el pelaje no mostraron alteraciones. Los sistemas digestivo, respiratorio, cardiovascular, urinario y reproductor no presentaron particularidades relevantes.

En el examen ortopédico y neurológico, se constató que los reflejos posturales mostraban propiocepción consciente. Tanto el examen de pares craneales como el de pares espinales no evidenciaron alteraciones, al igual que el reflejo rotuliano. El estado mental del paciente fue considerado normal, estando alerta y respondiendo adecuadamente a los estímulos del entorno. La postura fue evaluada como normal, mientras que en la marcha se identificó una claudicación tipo 2.

En la evaluación del sistema musculoesquelético, el paciente resultó positivo a la prueba de la carretilla para displasia de cadera, lo cual confirmó la presencia de alteraciones en dicha articulación. Asimismo, presentó dolor en la región lumbar de la columna vertebral. Se identificó una atrofia notable en los músculos de los miembros posteriores en comparación con los anteriores, lo que sugería un desbalance en el desarrollo muscular.

Tras completar los exámenes objetivo general y particular, se llevó a cabo un estudio radiográfico como método complementario. La proyección utilizada fue latero-lateral de la columna vertebral, enfocada en las regiones torácicas y lumbosacra. En la región lumbosacra, se observó una imagen sugestiva de neoformación ósea incipiente, de naturaleza degenerativa, localizada entre las vértebras lumbares sexta y séptima, así como entre la séptima vértebra lumbar y la primera vértebra sacra.

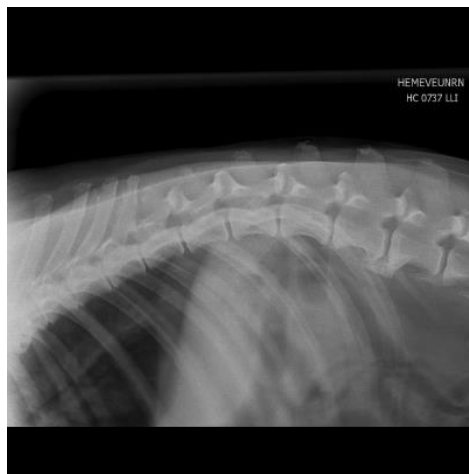


Imagen N°16: Rx de tórax

Fuente: HEMEVE

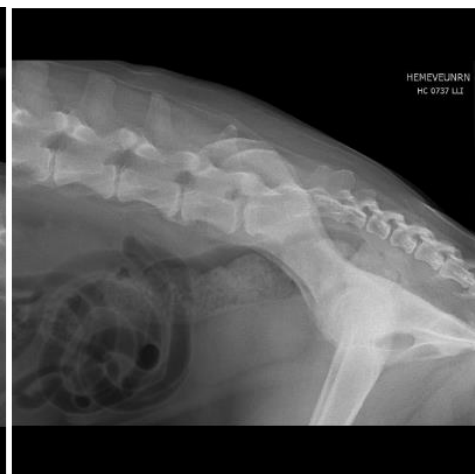


Imagen N°17: Rx lumbosacra

Fuente: HEMEVE

El diagnóstico radiológico indicó espondilosis lumbar con sospecha de espondilosis lumbosacra.

En la región toracolumbar, se identificó una neoformación ósea de naturaleza degenerativa localizada en la porción caudal de la primera vértebra lumbar y en la porción craneal de la segunda vértebra lumbar, con una tendencia a la cohesión entre ambas vértebras. Los cuerpos vertebrales restantes y los espacios intervertebrales se mantuvieron conservados. A partir de estos hallazgos, el diagnóstico radiológico concluyó en espondilosis lumbar.

El diagnóstico definitivo de este paciente canino incluyó discoespondilosis en la región correspondiente a la sexta y séptima vértebras lumbares, así como a la primera vértebra sacra, además de alteraciones a nivel de la primera y segunda vértebras lumbares, junto con displasia de cadera.

Según Puerro Montesinos, el tratamiento destinado a estas patologías se fundamentó en un enfoque integral que consideró el control del dolor, la regulación del peso, la optimización del entorno y el manejo de enfermedades concomitantes. Además, se enfocó en tratar específicamente las alteraciones osteoarticulares y en fomentar la recuperación de la actividad física. A largo plazo, los objetivos incluyeron el manejo del dolor, la mejora y el mantenimiento del rango de movimiento articular, la desaceleración en el progreso de la patología, la gestión de los cambios compensatorios en el sistema musculoesquelético, el alcance de una funcionalidad óptima y la reincorporación a las actividades cotidianas del paciente, priorizando siempre su calidad de vida.

En el caso de Kurt, el plan terapéutico seleccionado incluyó la regulación de la duración e intensidad del ejercicio físico, acompañado de una dieta funcional diseñada para el control del peso y el apoyo nutricional. Como parte del tratamiento, se realizaron aplicaciones de campos magnéticos focalizados en las regiones torácica, lumbar y sacra de la columna. Este enfoque integral buscó no solo abordar las patologías presentes, sino también mejorar la calidad de vida y la funcionalidad general del paciente.

Se indicó al paciente realizar caminatas más cortas en cuanto a kilometraje, preferiblemente en superficies llanas, evitando pendientes ascendentes, descendentes y terrenos pedregosos. Además, se recomendó continuar con la administración de condroprotectores, caldo de huesos y un complejo vitamínico que incluyera zinc, selenio y vitamina A, con el objetivo de mejorar los reflejos en el contexto del síndrome cognitivo senil.

En la siguiente tabla se detalla el plan terapéutico realizado:

Fecha	Terapia	Observaciones
24/09/2024	Se realizó una sesión de campos magnéticos con una frecuencia de 100 Hz, una intensidad de 100 Gauss y con una duración de 40 minutos aplicados en las regiones torácica, lumbar y sacra de la columna.	El paciente presentaba dolor y dificultad para realizar ejercicio, con un apoyo inadecuado de las extremidades afectadas. Ante esta situación, se indicó el uso de pregabalina a una dosis de 2,5 mg/kg cada 12 horas, con una duración de 30 días, como parte del manejo integral para aliviar el dolor y mejorar su calidad de vida.
09/10/2024	El tratamiento realizado incluyó una sesión de campos magnéticos con una frecuencia de 100 Hz, una intensidad de 100 Gauss y una duración de 40 minutos, aplicada en las regiones torácica, lumbar y sacra de la columna.	La tutora observó mejoras significativas en Kurt, notando que comenzó a tener mayor fuerza y vitalidad durante los paseos. Sin embargo, después del día 10 del tratamiento, el paciente mostró un declive en su condición, manifestando dolor al levantarse del piso. Como medida de confort, se le proporcionó un colchón para el descanso. Cabe destacar que continuó tomando la pregabalina.
23/10/2024	El tratamiento terapéutico realizado consistió en una sesión de campos magnéticos de 40 minutos con una frecuencia de 100 Hz y una intensidad de 100 Gauss, aplicada en las regiones torácica, lumbar y sacra de la columna, complementada con una sesión de foto led con una duración de 20 minutos y una frecuencia de 3000 Hz. Este enfoque busca aliviar el dolor, reducir inflamaciones y estimular procesos de regeneración tisular, contribuyendo al bienestar general del paciente.	Tras la sesión de terapia, la tutora informó sobre un cambio positivo en el estado del paciente, indicando que los efectos favorables se habían mantenido hasta la siguiente sesión de fisioterapia. Además, se registró que este fue el último día de administración de pregabalina.
04/11/24	El tratamiento incluyó una sesión de campos magnéticos con una duración de 40 minutos con una frecuencia de 100 Hz y una intensidad de 100 Gauss, que fue aplicada en las regiones torácica, lumbar y sacra de la columna. Asimismo, se realizó una sesión de foto LED de 20 minutos y una frecuencia de 3000 Hz. Esta combinación terapéutica estuvo	La tutora reportó que Kurt no manifestó signos de dolor ni presentó dificultad para incorporarse, lo que evidenció una mejoría en su condición. Asimismo, confirmó que el paciente no estaba tomando pregabalina como parte de su tratamiento actual.

Fecha	Terapia	Observaciones
	orientada a optimizar el manejo del dolor, reducir los procesos inflamatorios y fomentar la regeneración celular, promoviendo mejoras sostenidas en la condición del paciente.	

En la imagen N°19 se muestra a Kurt durante la aplicación de campos magnéticos como parte de su terapia. Los dispositivos estuvieron posicionados estratégicamente sobre las regiones torácica, lumbar y sacra de la columna, áreas que fueron identificadas como el foco del tratamiento. El paciente estuvo en una posición cómoda y relajada, lo cual aseguró su bienestar durante la sesión. Esta terapia tuvo como objetivo aliviar el dolor, reducir inflamaciones y promover la regeneración tisular.



Imagen N°19: Aplicación de campos magnéticos.

Fuente: Propia.

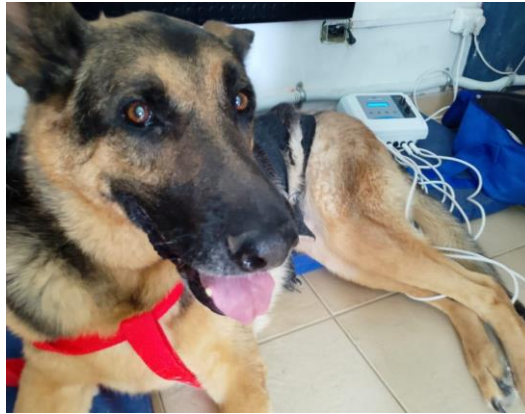


Imagen N°20: Sesión de Foto led en columna.

Fuente: Propia.

9.2. Caso clínico N°2

Reseña del Caso En el Hospital Escuela de Veterinaria HEM EVE de la Universidad de Río Negro, ubicado en la localidad de Choele Choel, se presentó a consulta un canino macho llamado Aron, de raza caniche, color blanco, con pelo semilargo, 14 años de edad, castrado y con un peso de 4,350 kg. El motivo de la consulta fue su asistencia a sesiones regulares de fisioterapia, las cuales se habían llevado a cabo desde el año 2022 como parte de su tratamiento integral.

La tutora informó que la historia clínica de Aron comenzó en el año 2021, cuando presentó dolor en la región lumbar, acompañado de lordosis y abdomen en tabla, lo que dificultaba sus movimientos. En ese momento, se llevaron a cabo estudios radiológicos que incluyeron una radiografía de columna lumbosacra de incidencia ventrodorsal (VD) y otra de columna toracolumbar de incidencia latero lateral derecha (LLD) (Imágenes N.º 21 y 22). Estos estudios fueron determinantes para el diagnóstico inicial y la planificación del tratamiento adecuado. El diagnóstico radiológico indicó una reducción en el espacio intervertebral entre las vértebras lumbares L4 y L5. El tratamiento inicial se basó en la administración de condroprotectores y antiinflamatorios.



Imagen N°21: Rx de incidencia ventrodorsal (VD) de columna en su región lumbosacra.

Fuente: Centro Veterinario Patagónico de Neuquén.



Imagen N°22: Rx de incidencia latero lateral de columna en su región toracolumbar.

Fuente: Centro Veterinario Patagónico de Neuquén.

Aron presentó antecedentes de incontinencia urinaria y fue esterilizado mediante una orquiectomía. Su calendario de vacunación y desparasitación se encontraba al día, reflejando un manejo preventivo de salud adecuado. Además, convivía con un gato, lo que podía influir en su dinámica y bienestar general. Estos factores fueron considerados relevantes para comprender su contexto médico y social.

En agosto de 2022, Aron inició un programa regular de fisioterapia que consistía en una sesión semanal de campos magnéticos y ultrasonidos. Estas terapias estuvieron orientadas a aliviar el dolor, reducir la inflamación y fomentar la regeneración tisular, con el objetivo de mejorar su calidad de vida y funcionalidad.

En el examen objetivo general, Aron presentó una frecuencia cardíaca de 60 lpm, una frecuencia respiratoria de 24 rpm y una temperatura corporal de 37,7 °C. Sus linfonódulos no mostraron alteraciones durante la revisión, mientras que las mucosas aparentes exhibían un color rosado pálido, con un tiempo de llenado capilar de 1 segundo. Su condición corporal fue evaluada en un rango de 2 a 3 teniendo en cuenta la escala del 1-5. No se observaron alteraciones en los ojos; sin embargo, presentaba piezas dentales con abundante sarro, gingivitis y halitosis. Se identificaron verrugas en la piel de distintos tamaños. Los sistemas digestivo, respiratorio, cardiovascular, urinario y reproductor no evidenciaron particularidades relevantes.

Durante la revisión ortopédica y neurológica, Aron mostró un estado mental normal, permaneciendo alerta y respondiendo de manera adecuada a los estímulos del entorno. Su postura fue evaluada como normal, aunque en la marcha se observó una claudicación tipo 2.

La reacción postural evidenció una propiocepción consciente. En el sistema musculoesquelético, se detectó dolor en la región de las vértebras torácicas durante la palpación; sin embargo, no se identificaron anomalías significativas mientras estaba en estación ni al caminar. Además, la prueba de la carretilla resultó negativa, descartando alteraciones adicionales en su movilidad. Se llevaron a cabo estudios complementarios que incluyeron radiografías de la región toracolumbar en proyecciones latero-lateral ventrodorsal.

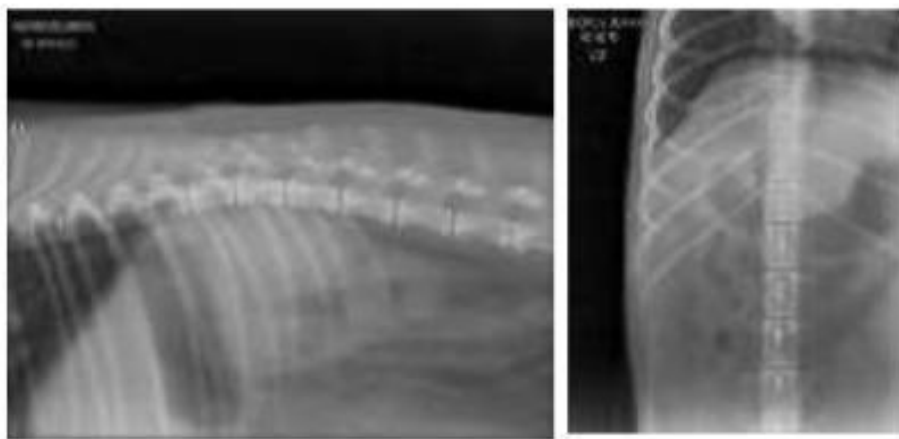


Imagen N°23: Rx Latero lateral derecha (LLD) y ventrodorsal (VD) de columna en su región toracolumbar.

Fuente: HEMEVE.

El diagnóstico radiológico sugirió la presencia de una discopatía entre las vértebras torácicas decimoprimera y decimosegunda, con hallazgos adicionales de una posible neoformación ósea de origen degenerativo en el límite de la región evaluada. La integridad cortical de los cuerpos

vertebrales, su posición anatómica y los agujeros intervertebrales se mantuvieron sin alteraciones significativas.

El diagnóstico establecido fue de discoespondilosis, una condición degenerativa que afecta la columna vertebral. Como parte del tratamiento, se indicó la realización de sesiones de fisioterapia, las cuales incluyeron 40 minutos de aplicación de campos magnéticos con una frecuencia de 100 Hz y una intensidad de 100 Gauss en la región afectada, complementados con 20 minutos de foto led con una frecuencia de 3000 Hz.



Imagen N°24: Pad de fotoled

Fuente: Propia



Imagen N°25: Colocación de pad de foto led

Fuente: Propia.

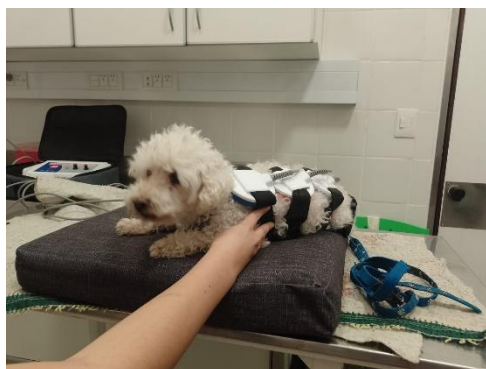


Imagen N°26: Sesión de campos magnéticos

Fuente: Propia

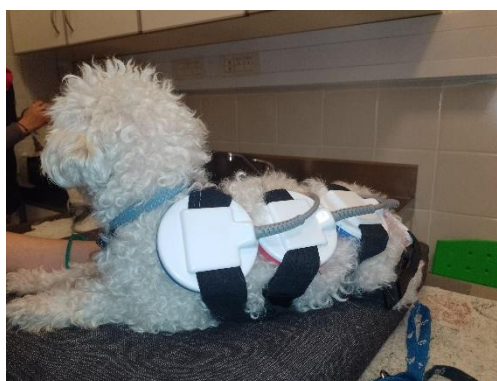


Imagen N°27: Colocación de campos magnéticos

Fuente: Propia.

Fecha	Terapia	Observaciones
13/08/2024	Se aplicaron campos magnéticos durante 40 minutos, con una frecuencia de 100 Hz y una intensidad de 100 Gauss enfocados en la región afectada. Esta terapia estuvo orientada a estimular la regeneración de tejidos, reducir inflamaciones y mejorar la circulación local. Asimismo, se realizó una sesión de 20 minutos con luz led terapéutica (foto led) con una frecuencia de 3000 Hz, destinada a promover la cicatrización, modular la inflamación y aliviar el dolor.	El paciente presentó dolor en la región de las vértebras torácicas. Este dolor podría haberse relacionado con una compensación mecánica derivada de un funcionamiento inadecuado en las regiones lumbares y sacras, lo que generaba una carga adicional en las vértebras torácicas.
27/08/2024	Se aplicaron campos magnéticos durante 40 minutos, con una frecuencia de 100 Hz y una intensidad de 100 Gauss enfocados en la región afectada. Esta terapia tuvo como propósito estimular la regeneración de tejidos, reducir inflamaciones y mejorar la circulación local. Asimismo, se realizó una sesión de 20 minutos de luz led	El paciente mostró un buen estado de ánimo, sin signos evidentes de dolor, y presentó un nivel de energía elevado. Este comportamiento fue indicativo de un progreso positivo en su estado general y de una respuesta favorable al tratamiento.

	terapéutica (foto led) con una frecuencia de 3000 Hz, orientada a promover la cicatrización, modular la inflamación y aliviar el dolor	
09/09/2024	Se aplicaron campos magnéticos durante 40 minutos, con una frecuencia de 100 Hz y una intensidad de 100 Gauss enfocados en la región afectada. Esta terapia estuvo diseñada para estimular la regeneración de tejidos, reducir inflamaciones y mejorar la circulación local. Además, se llevó a cabo una sesión de 20 minutos con luz led terapéutica (foto led) con una frecuencia de 3000 Hz, destinada a promover la cicatrización, modular la inflamación y aliviar el dolor.	Se registró ausencia de dolor, con un apoyo adecuado de todos los miembros. El paciente mostró momentos de alta energía, alternados con períodos de sueño prolongado. Este patrón podría estar relacionado con un estado de recuperación o equilibrio energético como resultado de las terapias realizadas.

9.3. Caso clínico N°3

Reseña del caso Se presentó en consulta en el Hospital Escuela de Veterinaria HEMERVE de la Universidad de Río Negro, ubicado en Choele Choel, Río Negro, un canino macho mestizo, de pelo corto color negro y naranja, con 7 años de edad, castrado y con un peso de 11,300 kg. El paciente respondía al nombre de Cristóbal.

En la anamnesis, se reportó que Cristóbal no tenía antecedentes de enfermedades previas. Se encontraba esterilizado mediante orquiectomía, con un historial que incluía vacunaciones y desparasitaciones al día. Además, convivía con tres perros en el hogar.

Como motivo de consulta, la propietaria indicó que el paciente, acostumbrado a subir y bajar de camas y sillas, sufrió un episodio en el cual, al bajar de una silla, lloró y desde entonces dejó de apoyar el miembro anterior derecho. Se destacó, además, que Cristóbal no realizaba actividad física regular.



Imagen N°28: Cristóbal (paciente).

Fuente: Propia.

En el examen objetivo general, Cristóbal presentó una frecuencia cardíaca de 112 lpm y una frecuencia respiratoria de 30 rpm. Los linfonodos fueron normales al tacto, mientras que las mucosas aparentes mostraban un color rosado pálido y el tiempo de llenado capilar (TLL) se registró en 1 segundo.

La condición corporal del paciente fue evaluada con un puntaje de 4 en una escala del 1 al 5, lo que indicó sobrepeso moderado. Este estado se caracterizó por depósitos de grasa notables, dificultad para palpar las costillas y una acumulación evidente de grasa en la base de la cola. Este sobrepeso pudo haber influido en la distribución de peso y en la movilidad del paciente.

En el examen particular del paciente, no se identificaron alteraciones en los órganos de los sentidos, la piel y el pelaje, ni en los sistemas digestivo, respiratorio, cardiovascular, urinario y reproductor. En cuanto al sistema nervioso, se utilizó un protocolo basado en las pautas descritas por Couto para evaluar el estado mental, la postura, la marcha y las reacciones posturales. El paciente presentó un estado mental normal, se mostró alerta y respondió de manera adecuada a los estímulos del entorno. Su postura fue normal, aunque la marcha evidenció una claudicación tipo 2. Las reacciones posturales indicaron una propiocepción consciente adecuada.

En relación al sistema musculoesquelético, se observó que, en estación, el paciente no apoyaba el miembro anterior derecho. Asimismo, durante la marcha, se evidenció la claudicación de dicho miembro, lo cual sugiere una alteración funcional que requiere seguimiento y atención terapéutica.

Métodos complementarios Se realizó una radiografía con proyección latero-lateral de columna cervicotorácica.



Imagen N°29: Rx Latero Lateral Izquierda (LLI) de columna cervicotorácica.

Fuente: HEMEVE.

Observación Los cuerpos vertebrales observados conservaron la cortical y la trama ósea, y la alineación vertebral se mantuvo dentro de los parámetros normales. Sin embargo, se identificó un estrechamiento en el espacio intervertebral entre las vértebras cervicales sexta y séptima en comparación con los espacios intervertebrales anteriores.

Diagnóstico radiológico Los hallazgos observados fueron sugestivos de enfermedad discal cervical.

Recomendaciones adicionales Se sugirió la realización de un estudio radiológico bajo anestesia general con el objetivo de obtener una evaluación más detallada de la región cervical.

Diagnóstico y tratamiento El diagnóstico del paciente fue de discoespondilosis, confirmado mediante hallazgos clínicos y radiológicos. Para el manejo de esta condición, se estableció un plan terapéutico que incluyó sesiones de campos magnéticos cada 15 días, debido a su tamaño, se decidió aplicar las placas la región toracolumbar, lo que permitió realizar un tratamiento integral. Las sesiones estuvieron enfocadas en aliviar el dolor de columna, mejorar la perfusión sanguínea, reducir la inflamación, mitigar el dolor y fortalecer el sistema inmune, optimizando así su recuperación y calidad de vida. Además, se prescribió pregabalina en una dosis de 2,5 mg/kg, destinada al control del dolor neuropático relacionado con la enfermedad discal. Se

indicó también reducir la ración diaria de alimento con el fin de facilitar la pérdida de peso del paciente, dado su estado de sobrepeso. Este ajuste buscó disminuir la carga sobre la columna vertebral y mejorar su movilidad.



Imagen N°30: Aplicación de Placas magnéticas.

Fuente: Propia.

Fecha	Terapia	Observaciones
11/09/2024	Se llevó a cabo una sesión de campos magnéticos con una duración de 40 minutos, enfocada directamente en la región toracolumbar con una frecuencia de 50 Hz y una intensidad de 100 Gauss. Este tratamiento estuvo orientado a estimular la regeneración tisular, optimizar la circulación local y modular la inflamación, logrando contribuir al alivio del dolor y a la mejora de la funcionalidad general del paciente.	Se observó que el paciente mantuvo un buen ánimo, lo que fue indicativo de un estado general positivo. Sin embargo, persistió la claudicación, lo que sugirió la necesidad de continuar con el tratamiento previamente establecido. Además, se consideró esencial realizar un monitoreo cercano para evaluar su progreso y ajustar las terapias según las necesidades que se presentaran durante el seguimiento.

25/09/2024	Se llevó a cabo una sesión de campos magnéticos con una duración de 40 minutos, enfocada directamente en la región toracolumbar con una frecuencia de 50 Hz y una intensidad de 100 Gauss. Este tratamiento estuvo orientado a estimular la regeneración tisular, optimizar la circulación local y modular la inflamación, contribuyendo al alivio del dolor y a la mejora de la funcionalidad general del paciente.	Después de la segunda sesión de campos magnéticos, se observó una evolución favorable en el estado del paciente. Aunque la claudicación persistió, se evidenciaron mejoras generales en su condición, manteniéndose de buen ánimo y receptivo. Estas observaciones sugirieron que el tratamiento estaba logrando un efecto positivo, por lo que se recomendó continuar con las sesiones programadas mientras se realizaba un monitoreo cercano de su progreso.
09/10/2024	Se llevó a cabo una sesión de campos magnéticos con una duración de 40 minutos, enfocada directamente en la región toracolumbar con una frecuencia de 50 Hz y una intensidad de 100 Gauss. Este tratamiento estuvo orientado a estimular la regeneración tisular, optimizar la circulación local y modular la inflamación, contribuyendo al alivio del dolor y a la mejora de la funcionalidad general del paciente.	Durante la tercera sesión de tratamiento, se comenzó la administración de pregabalina a una dosis de 2,5 mg/kg, como parte del manejo del dolor neuropático. El paciente continuó mostrando una evolución favorable, manteniéndose de buen ánimo. Se planificó evaluar los efectos combinados de las sesiones de campos magnéticos y la medicación en los seguimientos posteriores, con el fin de ajustar el plan terapéutico conforme a las necesidades del paciente.

23/10/2024	Se llevó a cabo una sesión de campos magnéticos con una duración de 40 minutos, enfocada directamente en la región toracolumbar con una frecuencia de 50 Hz y una intensidad de 100 Gauss. Este tratamiento estuvo orientado a estimular la regeneración tisular, optimizar la circulación local y modular la inflamación, contribuyendo de este modo al alivio del dolor y a la mejora de la funcionalidad general del paciente.	Durante la cuarta sesión de tratamiento, el paciente ingresó sin evidencias de claudicación. De acuerdo con lo manifestado por la tutora, Cristóbal no presentó signos de dolor, lo que representó un progreso notable en su evolución clínica. Estos resultados sugirieron una respuesta favorable al tratamiento implementado, que incluyó las sesiones de campos magnéticos y la administración de pregabalina.
------------	---	--

10. Conclusión

La fisioterapia, como se documenta en numerosos informes científicos, se posiciona como una herramienta invaluable en el manejo del dolor, la recuperación de lesiones ortopédicas y neurológicas, y la rehabilitación postquirúrgica. Los beneficios obtenidos a través de estas terapias no invasivas han demostrado contribuir significativamente al éxito de los tratamientos y al bienestar general de los pacientes.

Este trabajo documentó la evolución de tres casos clínicos de caninos con patologías osteoartromusculares tratados mediante terapias físicas. Aron, un caniche toy con discoespondilosis, experimentó mejoras significativas en su calidad de vida tras sesiones regulares de campos magnéticos, ultrasonidos y foto led. Cristóbal, un mestizo diagnosticado con discoespondilosis, mostró un progreso notable, pasando de una claudicación inicial a una marcha normal después de recibir fisioterapia y tratamiento farmacológico. Por su parte, Kurt, un canino de raza indefinida con antecedentes de displasia de cadera y espondilosis lumbar, demostró una evolución favorable mediante la aplicación de campos magnéticos, ultrasonidos y foto led, logrando un manejo efectivo del dolor y una mejora sostenida en su funcionalidad y calidad de vida.

La aplicación de agentes físicos, como los campos magnéticos, ultrasonidos y foto led, en el tratamiento del dolor y la recuperación funcional, demuestra ser una opción eficaz y eficiente, especialmente en pacientes con lesiones de columna u otras patologías osteoartromusculares. Estos tratamientos han permitido no solo una mejora en la calidad de vida y el bienestar de los pacientes, sino también la eliminación del uso de fármacos en ciertos casos. Es esencial reconocer que, aunque muchos pacientes son poco colaboradores y el tiempo de sus tutores suele ser limitado, la implementación adecuada de estos agentes físicos puede superar estos desafíos y garantizar resultados positivos.

La coordinación con el médico clínico para determinar el momento y método de derivación a un plan de rehabilitación es crucial para el éxito terapéutico.

Aunque el área de la fisioterapia veterinaria es relativamente nueva, continúa creciendo y adquiriendo mayor relevancia en el ámbito médico. Cada vez son más los propietarios informados que tienen altas expectativas sobre los servicios veterinarios, considerando a las mascotas como miembros esenciales de la familia. Esto subraya la necesidad de seguir desarrollando y reconociendo la fisioterapia como una rama fundamental de la medicina veterinaria.

La fisioterapia representa no solo un enfoque terapéutico complementario, sino también una alternativa primaria efectiva en casos específicos, consolidándose como una herramienta esencial para el cuidado integral de los animales de compañía.

11. Referencias Bibliográficas

1. Albornoz Cabello, M., & Maya Martín, J. (2021). *Electroestimulación transcutánea, neuromuscular y neuromodulación* (2ª ed.). Elsevier.
2. Alves, M. V. de L. D., Gobeti, S. T. de C., & Torrencilas Sturion, M. A. (2018). Aspectos generales de la fisioterapia y rehabilitación en medicina veterinaria. *Ciência Veterinária UniFil*, 1(3), 69-78.
3. Amer Cuenca, J. J., Rosado Calatayud, P., & Alarcón Jiménez, J. (2014). *Temario de normativas específicas de fisioterapia*. Colegio Oficial de Fisioterapeutas de la Comunidad Valenciana.
4. Apolo Arenas, M., López Fernández -Argüelles, E., & Caballero Ramos, T. (2006). *Utilización de la termoterapia en el ámbito deportivo*. E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte, 2 (1), 29-36.

5. Cameron, M. H. (2023). *Agentes físicos en rehabilitación* (6ª ed.). Elsevier.
6. CCARS. (2025)¿Qué radiaciones componen el espectro electromagnético, cuáles y cómo afectan a la salud y por qué no debemos tenerles miedo? <https://ccars.org.es/noticias-home/maldita-radiofrecuencia-noticias-lateral/280-que-radiaciones-componen-el-espectro-electromagnetico-cuales-y-como-afectan-a-la-salud-y-por-que-no-debemos-tenerles-miedo>
7. Couto, C. G., & Nelson, R. W. (2010). *Medicina interna de pequeños animales* (4.ª ed.). Elsevier España, S.L.
8. CRAR. (2019). *Centro de rehabilitación animal de referencia en Barcelona*. Disponible en <https://crarbcn.com/es/#terapias>.
9. Del Pueyo Montesinos, G. (2010). *Fisioterapia y Rehabilitación Veterinaria*. España: Servet Editorial - Grupo Asís Biomédica.
10. Duarte, I., Buense, R., & Kobata, C. (2006, febrero). *Fototerapia*. Anais Brasileiros de Dermatología, SciELO Brasil. Disponible en <https://www.scielo.br/j/abd/a/MRVLjY6yq9RjJN9HM3YvyyQ/?format=pdf>
11. Dybczyńska, M., Goleman, M., Garbiec, A., & Karpiński, M. (2022). *Técnicas seleccionadas de fisioterapia en perros*. *Animales*, 12(1760).
12. Educación Plástica y Visual. (2025). *Actividades de volumen en EPVA*. Recuperado de <https://educacionplasticayvisual.com>
13. Fisio Animal. (2014). *Centro de referencia en rehabilitación veterinaria en São Paulo, Brasil*. Recuperado de <https://fisioanimal.com/contato>
14. Fisiolution. (2024). *Ultrasonidos: ¿Cuáles son sus beneficios?*. Recuperado de <https://fisiolution.com/ultrasonidos-cuales-beneficios/>
15. Hernández Díaz, A., Orellana Molina, A., & González Méndez, B. M. (2002). *La terapia láser de baja potencia en la medicina cubana*, 1(2).
16. Hernández Solís, J. (2011). Terapia infrarroja, aplicaciones y resultados en neuropatía diabética y úlceras. *Endocrinología: Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, 68(597), 189-193.
17. Klos, T. B., Coldbella, F., & Jandrey, F. C. (2020). *Fisioterapia y rehabilitación animal en medicina veterinaria*. *Pub Vet*, 14, 148.
18. Mahaseth, P. K., & Raghul, S. (2021). Fisioterapia veterinaria: una revisión bibliográfica. *Revista Internacional de Investigación Científica y Sanitaria*, 6(1).
19. Martín Cordero J. E. [otros autores]. (2008). *Agentes físicos terapéuticos*. La Habana, Cuba: Ciencias Médicas.

20. Martín Urrialde, J. A. (2021). *La fisioterapia ante la sociedad del siglo XXI*. Fundación Univ. San Pablo CEU Ediciones.
21. Martínez Morillo, M., Pastor Vega, J. M., Sendra Portero, F. (1998). *Manual de medicina física*. Madrid, España: Harcourt Brace.
22. Matango, S., & Avalos, E. (2020). *Diseño e implementación de un sistema bifrecuencial basado en láseres de baja potencia*. *Revista Politécnica (Quito)*, 45(2).
23. Millis, D. L., & Levine, D. (2014). *Canine Rehabilitation and Physical Therapy* (2nd ed.). Philadelphia, PA, USA: Elsevier.
24. Minguell Martín, S., & Sterin, G. (2015). *Manual de Fisioterapia en Pequeños Animales*. Barcelona, España: Editorial Multimédica.
25. Olarte Saucedo, M., Sánchez Rodríguez, S. H., Aréchiga Flores, C. F., Bañuelos Valenzuela, R., & López Luna, M. A. (2019). *Efecto de la radiación ultravioleta (UV) en animales domésticos: Revisión bibliográfica*. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(2), 416-432
26. Ortocanis. (2009). *Electroterapia en perros*. Recuperado de <https://www.ortocanis.com/es/content/electroterapia-en-perros>
27. Plataforma educativa ELE. (2022). *ELE*. Recuperado de <https://ele.chaco.gob.ar/>
28. Roca Bonals, M. (2024). *Fisioterapia veterinaria: objetivos, pacientes y técnicas*. Disponible en <https://veterinariaelbuenpastor.com/fisioterapia-como-parte-de-la-atencion-veterinaria/>
29. Rodríguez Fuentes, G., & Iglesias Santos, R. (2002). Bases físicas de la hidroterapia. *Fisioterapia*, 24(monográfico 2), 14-21.
30. Ruiz Ferráez, R. A. (2021). Láser terapéutico, un aliado con múltiples beneficios en la fisioterapia moderna. *Revista Mexicana de Fisioterapia*, 1(2).
31. Sánchez González, M. (2018). Beneficios de la termoterapia en la recuperación funcional. *Publicaciones Didácticas.com*, 98, Septiembre.
32. Sandoval Ortiz, M. C., Carrinho, P. M., Stuart Dos Santos, A. A., Calvo Gonçalves, R., & Parizotto, N. A. (2001). Láser de baja potencia: principios y generalidades - Parte 1. *Fisioterapia Brasil*, 2(4).
33. Sandoval Ortiz, M. C., Herrera Villabona, E., Camargo Lemos, D. M., Jerez, M., Rivera, S. L., Cáceres, G. C., Osses, N. M., Piamonte, L. C., & Celis, S. G. (2007). Efectos fisiológicos de la crioterapia. *Salud UIS*, 39, 62-73.

34. Vargas, F., & Rivas, C. (2004). Las aplicaciones clínicas de fototerapia. *Dermatología Venezolana*, 42(4)4-8. Laboratorio de Fotoquímica, Centro de Química, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (I.V.I.C.)
35. Zaragoza Rubira, J. R. (2010). *Magnetoterapia*. Recuperado de <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/magneto.morrillo.pdf>.