PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ENFERMERÍA

CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

TITULACIÓN: DISERTACIÓN

APLICACIÓN DE CRIOTERAPIA EN PACIENTES DE 45 A 60 AÑOS DE EDAD QUE REALICEN EJERCICIOS ANAERÓBICOS EN EL CENTRO DE REHABILITACIÓN "NAMASTE FIT" EN EL PERIODO 2019-2020

BRYAN KEVIN BYNOTH CHICAIZA

JULIO, 2021

QUITO – ECUADOR

RESUMEN

El dolor muscular generalizado al momento de finalizar una actividad física de alto rendimiento resulta ser uno de los principales factores que desmotivan a los pacientes adultos a proseguir con su entrenamiento físico, lo cual causa que los pacientes abandonen su rutina habitual de actividad física además de rutinas de entrenamiento físico exigido como parte de su programa de rehabilitación, lo cual debe desarrollarse constantemente para lograr una adecuada recuperación.

Objetivo: Determinar la efectividad de la crioterapia en pacientes de 45 a 60 años de edad que realicen ejercicios anaeróbicos para reducir el dolor y promover el aumento de rangos de movimiento articular en el Centro de Rehabilitación y Entrenamiento Físico "Namaste fit", fue un estudio de tipo observacional-descriptivo-transversal de enfoque cualitativo.

Materiales y Métodos: Pacientes entre 45 a 60 años que asistan al centro de rehabilitación por más de un mes y presenten un dolor igual o mayor a 3 según EVA en la región cervical, se aplicó crioterapia tras cada sesión de ejercicios anaeróbicos realizados y se evaluó dolor y rangos de movilidad en la zona.

Resultados: los estudios demostraron una diferencia estadísticamente significativa (p valor ≤ 0.05) en lo que concierne a las variables analizadas, lo que refleja que si existe sensibilidad entre los instrumentos.

Conclusiones: Al concluir el estudio se destacó que la crioterapia en efecto disminuye el dolor en pacientes tras haber realizado ejercicios anaeróbicos en un promedio de 2 puntos según la escala visual analógica (EVA) en todos los participantes de este estudio, De igual manera se destacó un aumento en rangos de movilidad en todos los participantes lo cual aumento en un promedio de 6 grados según la goniometría realiza, cabe recalcar que existió una disminución de dolor mediante crioterapia a corto plazo evidenciado por todos los participantes de estudio, pero esta técnica carece de evidencia al ser considerada como una solución a largo plazo.

Palabras Clave: Crioterapia, Ejercicios Anaeróbicos, Rangos de Movilidad Articular.

ABSTRACT

Muscle soreness at the end of a high-performance physical activity is in fact one of the main factors that discourage adult patients to continue with their physical training, which causes patients to abandon their routine of physical activity in addition to other routines of physical training that has been required as part of a rehabilitation program, which must be developed constantly to achieve an adequate recovery.

Objective: To determine the effectiveness of cryotherapy in patients between 45 and 60 years of age who perform anaerobic exercises to reduce pain and promote increased ranges of joint movement at the Center for Rehabilitation and Physical Training "Namaste fit", this was a study observational-descriptive-transversal type with a qualitative approach.

Materials and Methods: Patients between 45 and 60 years old who attend the rehabilitation center for more than a month and present pain equal to or greater than 3 according to VAS in the cervical region, cryotherapy was applied after each session of anaerobic exercises performed, pain was evaluated and also ranges of mobility in the area.

Results: the studies showed a statistically significant difference (p value ≤ 0.05) regarding the variables analyzed, which reflects that if there is sensitivity between the instruments.

Conclusions: At the conclusion of the study, it was highlighted that cryotherapy actually reduces pain in patients after having performed anaerobic exercises by an average of 2 points according to the visual analog scale (VAS) in all participants in this study. an increase in mobility ranges in all participants, which increased by an average of 6 degrees according to the goniometry performed, it should be emphasized that there was a decrease in pain through cryotherapy in the short term evidenced by all study participants, but this technique lacks evidence to be considered as a long-term solution.

Key Words: Cryotherapy, Anaerobic Exercises, Joint Range of Motion.

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción……..1

Capítulo 1. Aspectos Básicos de la Investigación……..3

1.1. Planteamiento del problema.....3

1.2. Justificación.....5

1.3. Objetivos.....6

1.3.1. Objetivo General 6

1.3.2. Objetivos Específicos 6

1.4. Metodología 6

I. Tipo de estudio.....6

II. Universo y muestra.....7

1.5. Criterios de exclusión e inclusión 7

I. Criterios de inclusión.....7

II. Criterios de exclusión: 7

1.6. Fuentes técnicas e instrumentos 8

I. Técnicas.....8

II. Instrumento……..8

1.7. Plan de recolección y análisis de información.....9

I. Recolección de datos.....9

II. Análisis de la información 10

Capítulo 2 Marco Teórico 11

2.1. Tipos de ejercicios……11

I. Pilates……13

II. Metabolismo Aeróbico……..……..14

III. Metabolismo Anaeróbico……..……16

2.2. CRIOTERAPIA……..….18

I. Efectos fisiológicos de la Crioterapia…….20

II. Vasoconstricción……..20

III. Temperatura intramuscular…….……21

IV. Disminución de la hipoxia tisular……...22

V. Disminución del dolor……..23

VI. Espasmo muscular disminuido……..24

VII. Métodos de aplicación de la crioterapia…….…….25

2.3. Aplicaciones clínicas de la crioterapia……..…..31

I. Contraindicaciones……..…..33

2.4. Hipótesis……..35

Capítulo 3. Resultados y Discusión……..…36

3. Resultados……..36

I. Resultados descriptivos……..36

3.2. Discusión……40

I. Limitaciones……42

II. Aplicación Práctica……..43

3.3. Conclusiones…….……44

3.4. Recomendaciones…….……44

4. Referencias Bibliográficas……..46

5. Anexos……..50

Introducción

El presente trabajo se refiere al efecto analgésico que presenta la crioterapia sobre el dolor músculo-esquelético en la región cervical y trapecios que al ser aplicado tras realizar una sesión de ejercicios anaeróbicos, las lesiones en adultos y adultos mayores causan grandes problemas con respecto a su decisión de seguir realizando algún tipo de deporte, los pacientes se sientes vulnerables, un gran dolor constante y desagradable tras realizar el tipo de ejercicio de su agrado, por esta razón muchas personas deciden dejar de realizar cualquier tipo de ejercicio físico (BBC, 2016). La crioterapia y su uso, específicamente la aplicación de frío para el tratamiento de lesiones o enfermedades, está muy extendido en la medicina deportiva en la actualidad. Es un método establecido para el tratamiento de lesiones agudas de tejidos blandos, pero existe una discrepancia entre la base científica de la crioterapia y los estudios clínicos (Wang, Caho, Chang, Chou & Kao, 2020).

La característica principal en este tipo de dolor se refleja al momento de realizar cualquier tipo de actividad física, el paciente se siente incómodo, adolorido y desmotivado lo cual le impide continuar con su entrenamiento.

Para este estudio se utilizó la escala analógica visual (EVA), para medir el dolor perceptible por los pacientes, además se utilizó Goniometría para medir el progreso de los rangos de movilidad de los pacientes frente al tratamiento propuesto. El frío aumenta el umbral del dolor, la viscosidad y la deformación plástica de los tejidos, pero disminuye el rendimiento motor (Kim & Kim, 2017).

El frío también se utiliza para reducir el tiempo de recuperación como parte del programa de rehabilitación tanto después de lesiones agudas como en el tratamiento de lesiones crónicas. (Stevens, Mauger, Hassmen & Taylor, 2018). Con este estudio se pretende aportar a la bibliografía sobre el efecto de la crioterapia a nivel de lesiones agudas y criónicas.

Como primer capítulo se redactan los aspectos básicos de la investigación en lo cual observaremos los objetivos que se desean alcanzar con este estudio y las razones por las cuales se eligieron, se analizara el proceso mediante el cual se eligió a la población estudiada, por último, Describe las técnicas y herramientas utilizadas para la recopilación y posterior procesamiento de la información, a través de las cuales se analiza finalmente toda la información recopilada.

En el siguiente capítulo se redacta la diferencia entre los ejercicios aeróbicos y anaeróbicos y como afecta el tipo de ejercicios en el metabolismo del cuerpo, además se

redacta los efectos, beneficios y desventajas que presenta la técnica de crioterapia en el cuerpo humano, se considera factores como la disminución del dolor, disminución de hipoxia tisular, espasmos musculares y las maneras más comunes en las cuales se aplica la crioterapia, por último se observa las contraindicación que presenta esta técnica y se establece la hipótesis para el presente estudio.

En el tercer capítulo se redactan los resultados obtenidos al finalizar el estudio realizado, se analizan los resultados obtenidos y se discute las razones por las cuales se obtuvieron estos resultados en comparación con estudios realizados por otros autores con estudios similares. Se redactan las limitaciones que presentó este trabajo debido a problemas que presenten la población, los investigadores o factores ambientales que pudo afectar de alguna manera a los resultados de este estudio, a continuación, se redacta la aplicación que el estudio ofrece al campo clínico y por último se detallan las conclusiones obtenidas junto con algunas recomendaciones que se deben considerar para futuros estudios.

Capítulo 1. Aspectos Básicos de la Investigación

1.1. Planteamiento del Problema

A nivel mundial más de la mitad de atletas que realizan un entrenamiento físico anaeróbico presentan algún tipo de dolor tras su entrenamiento, sin dolor no hay ganancia; Los entrenadores deportivos o entrenadores personales a menudo explican de esta manera la incomodidad de las personas después del ejercicio de alta intensidad. Considerando los beneficios que produce para el organismo, en el mundo del ejercicio físico o del fitness, este es un tipo de dolor que se puede calificar como dolor bueno o favorable, pero si no se tiene cuidado, fácilmente puede convertirse en un dolor malo o desagradable. Sentirse bien con este dolor es un proceso que se adquiere de manera progresiva (Marco, 2006); el problema radica en tener en cuenta cuando el dolor es favorable a diferencia de cuando se requiere algún tipo de tratamiento o ayuda para solucionar el dolor desagradable.

Las lesiones en adultos y adultos mayores causan grandes problemas con respecto a su decisión de seguir realizando algún tipo de deporte, los pacientes se sienten vulnerables, un gran dolor constante y desagradable tras realizar el tipo de ejercicio de su agrado, por esta razón muchas personas deciden dejar de realizar cualquier tipo de ejercicio físico, se reporta según la encuesta realizada por la BBC realizada en España en el 2016 que aproximadamente la mitad de personas en el mundo que empiezan a realizan algún tipo de actividad física lo abandona rápidamente tras sufrir algún tipo de lesión o malestar físico.

En Suramérica aproximadamente 410 millones de personas que realizan ejercicio físico terminan sufriendo algún tipo de dolor, luxación o esguince tras realizar actividades de entrenamiento anaerobio con pesas.

Según las últimas estadísticas disponibles de la Campaña Nacional de Seguridad, cada año, aproximadamente 3 millones de personas adultas y adultos mayores sufren alguna lesión física practicando deportes o participando de actividades recreativas (National Athletic Trainers' Association, 2016). Las actividades deportivas y recreativas representan aproximadamente el 21% del número total de traumatismos craneoencefálicos entre adultos y ancianos en América Latina.

El ejercicio anaeróbico incluye ejercicio de alta intensidad, como levantamiento de pesas, carreras de velocidad alta, abdominales, Pilates o cualquier ejercicio que requiera mucho esfuerzo en un corto período de tiempo. Los músculos entrenados con ejercicio anaeróbico pueden proporcionar un mejor rendimiento durante actividades de corta duración y alta intensidad, por lo que este tipo de ejercicio se utiliza para ganar fuerza y masa muscular, y ayudar a fortalecer el sistema muscular esquelético.

La pérdida de masa muscular puede comenzar desde la edad de 30 y provocar una disminución de la fuerza, un metabolismo más lento y una disminución de la aptitud funcional. Esta pérdida no es una consecuencia normal del envejecimiento, sino que se debe principalmente a un estilo de vida sedentario. Si no se usa el músculo, este tiende a desgastarse, por lo cual el entrenamiento de carga es la forma más efectiva de desarrollar y mantener la masa muscular mientras se mantiene la fuerza y la función física (Rodas, Ventura, Cadefau, Cusso, R & Parra, J. 2002).

Cada año, más de 775.000 adultos reciben lesiones relacionadas con el deporte en la sala de emergencias. La mayoría de estas lesiones se encuentran provocadas por caídas o pérdida de su equilibrio, golpes con objetos, colisiones y agotamiento durante la actividad deportiva (Cevallos, J, 2014).

En el Ecuador, la mayoría de personas que realizan ejercicios anaeróbicos terminan abandonando la práctica debido a los dolores intensos que sufren tras algunas semanas de realizar los ejercicios establecidos, las cifras exactas son incalculables (Cevallos, J. 2014).

Dentro del Centro de Rehabilitación “Namaste Fit” se ha observado un 80 por ciento de pacientes (20) sufren de algún tipo de lesión tales como: desgarros musculares, esguinces o luxaciones constante durante y después de finalizar sus ejercicios.

Se puede evidenciar dentro del centro de rehabilitación Namaste fit que más de la mitad de sus deportistas presentan algún tipo de lesión o malestar que genera un estímulo desagradable y un deseo de abandonar el entrenamiento. Para mejorar estos resultados se ha decidido implementar ejercicios anaeróbicos, ejercicios de estiramientos activos para disminuir contracturas musculares, además de utilizar crioterapia para disminuir el dolor que presentan los atletas.

El entrenamiento anaeróbico ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, artritis y lumbalgia. Incluso si ya tiene una de estas enfermedades, el ejercicio aeróbico puede ayudar a aliviar esta enfermedad. También puede fortalecer el sistema inmunológico (Rodas, Ventura, Cadefau, Cusso, R & Parra, J. 2002).

Cuanto más lento sea su metabolismo, más fácil será absorber la grasa corporal y más difícil será perderla. El entrenamiento anaeróbico puede activar el metabolismo y ayudar a desarrollar y mantener la masa muscular.

La masa muscular se puede definir como un tejido metabólicamente activo, por lo cual se debe tener en que cuanta más la tengamos, más rápido será nuestros metabolismos.

La crioterapia disminuye el dolor que presenten los pacientes, en el ámbito deportivo, se puede decir que la crioterapia en una técnica la cual se base en afectar 3 estructuras de manera diferente: La recuperación tras un esfuerzo físico, mejora de las prestaciones deportivas, la crioterapia presenta efecto analgésico (Rodas, Ventura, Cadefau, Cusso, R & Parra, J. 2002).

1.2. Justificación

Las lesiones en adultos causan grandes problemas con respecto a su decisión de seguir realizando algún tipo de deporte, los pacientes se sientes vulnerables, un gran dolor constante y desagradable tras realizar ejercicio de su agrado. El entrenamiento aeróbico fortalece el corazón, los pulmones y mejora el funcionamiento de los músculos para prevenir y ayudar en la recuperación de lesiones. Un objetivo del entrenamiento aeróbico es mejorar el rendimiento deportivo y mejorar la respuesta al entrenamiento (American Academy of Pediatrics, 2020).

El motivo de realizar este estudio es comprobar el grado de efectividad que proporciona la aplicación de crioterapia antes y después de realizar ejercicios anaeróbicos para disminuir el dolor a corto y largo plazo, en una población de adultos y adultos mayores que sufre de dolores y lesiones al tras realizar dichos ejercicios.

La crioterapia tiene muchos beneficios. Puede ayudar a prevenir lesiones que pueden ocurrir durante el ejercicio físico, como la recuperación después del ejercicio físico, el masaje con hielo (o cualquier forma de crioterapia) después del ejercicio físico de alta intensidad, que favorece el flujo sanguíneo en los músculos. Además de tener la capacidad de resistir la inflamación, también aceptan y por tanto aceptan su oxigenación y aceleran el proceso de regeneración necesario tras el entrenamiento Hohenauer E, Taeymans J, Baeyens J, Clarys P, Clijsen. 2015).

La importancia de este estudio radica en la necesidad de potenciar la actividad física en personas que realizan algún tipo de entrenamiento de una manera activa y en reducir el malestar o dolor muscular tras realizar la sesión de ejercicios, lo que les impide seguir ejercitándose y por ende adoptan una vida sedentaria o abandona su práctica, esto beneficia tanto a los pacientes como a los profesionales de salud ya que los pacientes se verán motivados para seguir realizando sus actividades deportivas y a los profesionales de salud como un método que puede adaptarse de manera rutinaria al finalizar cualquier tipo de entrenamiento para generar analgesia en los pacientes.

La aplicación de la crioterapia al inicio y al final de la práctica de los ejercidos anaeróbicos permitirá verificar su eficiencia (Mahnken, Konig & Figiel, 2018). Al momento de

tratar a un paciente, se evaluará su grado de dolor al inicio y al final de las sesiones, así como también al término de todo el tratamiento mediante la Escala visual analógica del dolor (EVA).

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General:

Determinar la efectividad de la aplicación de crioterapia en pacientes de 45 a 60 años de edad que realicen ejercicios anaeróbicos para reducir el dolor en la región cervical y promover el aumento de rangos de movimiento articular en el Centro de Rehabilitación y Entrenamiento Físico “Namaste fit”

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Identificar mediante la escala de EVA el nivel de dolor de la musculatura cervical (esplenios, escalenos y trapecios) que presentan los pacientes antes y después de realizar los ejercicios anaeróbicos.
- Examinar los efectos de la aplicación de crioterapia sobre el nivel de dolor que presentan los pacientes en la musculatura cervical (esplenios, escalenos y trapecios) tras haber realizado los ejercicios anaeróbicos.
- Constatar el cambio de los rangos de movimiento articular a nivel de columna cervical al inicio del estudio con relación al final del tratamiento.

4. Metodología

I. Tipo de Estudio

Este trabajo toma un enfoque de investigación explicativa basándose en el estudio presentado por Hart, Kuenze, Diduch & Ingresoll. 2014, ya que buscamos medir el grado de relación que existe entre el efecto de la crioterapia sobre los músculos tras realizar un tipo de ejercicios (ejercicios anaeróbicos) y su efecto sobre el grado de dolor a largo plazo que presentan los pacientes.

Esta investigación es de tipo observacional, descriptivo transversal ya que se observará los resultados obtenidos al inicio del tratamiento, el progreso y los resultados obtenidos al finalizar esta investigación y los resultados obtenidos durante el periodo de 4 semanas sobre los pacientes que asistan al centro de rehabilitación “Namaste Fit”

En este trabajo se presenta una investigación correlacional y explicativa ya que se observará la relación que existe entre la variable dependiente con la independiente, se observará si existe una relación al momento de utilizar crioterapia sobre los pacientes que presenten dolores posteriores al entrenamiento y si el tratamiento fisioterapéutico propuesto mejorara la sintomatología de estos pacientes a nivel musculoesqueléticos.

El presente es un estudio con enfoque cualitativo ya que la meta principal de esta investigación radica en la observación y registro de los efectos de la crioterapia frente a ejercicios anaeróbicos, se ha observado los beneficios que presenta el efecto de la crioterapia sobre jóvenes atletas (24 – 35 años) que presentan alguna lesión o dolor en un ámbito deportivo, por esta razón el enfoque de esta investigación radica en el análisis de los efectos de crioterapia sobre pacientes adultos, cuya modalidad de ejercicio está enfocado en realizar ejercicios anaeróbicos para mantener un ritmo de vida activo, (en el centro de rehabilitación “Namaste Fit”) mas no para un enfoque competitivo, los resultados serán detallados mediante el uso de EVA y goniometría.

II. Universo y Muestra

La población está enfocada a los 52 pacientes que asisten al centro de rehabilitación Namaste Fit ubicado en el sector de Sangolquí, de esta la muestra elegida son pacientes que principalmente presenten dolores y contracturas musculares en la región cervical.

La muestra tomada en cuenta son 10 hombres y 10 mujeres que presentaron un dolor igual o superior a 3 según la escala de EVA y que se encuentren entre los 45 y 60 años de edad.

1.5. Criterios de exclusión e inclusión.

I. Criterios de inclusión.

I. Contar con el consentimiento informado.

II. Pacientes que se encuentren realizando su rehabilitación o funciones físicas en “Namaste Fit” cuya edad se encuentre entre los 45 a 60 años.

III. Individuos que en los últimos cinco meses presenten un dolor generalizado en la región cefálica de su cuerpo específicamente en la región cervical y músculos trapecios, con una intensidad de dolor 3 según EVA

II. Criterios de Exclusión.

I. Pacientes con problemas cardiacos.

II. Pacientes en etapa aguda en su proceso de rehabilitación.

III. Pacientes con problemas de columna vertebral (hernias discales)

1.6. Fuentes técnicas e instrumentos

I. Fuentes

La información será obtenida de fuentes primarias como libros de educación superior, artículos científicos, revistas científicas y entrevista con profesionales de la salud con conocimiento sobre el tema planteado. Además, se considerará investigaciones sobre deserción estudiantil de la PUCE, datos estadísticos de la Facultad de Enfermería de la PUCE y de otras instituciones.

II. Técnicas

La Entrevista "Esta es una técnica para la obtención de datos. Consiste en un diálogo entre dos personas: el" investigador ", el entrevistador y el entrevistado; esto se hace para obtener información de él, y suele ser un investigador Persona conocedora. Registrarlo para análisis posterior " (Mauriac. 2000)

III. Instrumentos

Se utilizará la Escala Visual Analógica (EVA) la cual es una escala que se utiliza para determinar la intensidad del dolor que experimentan los pacientes. Consiste en una línea, aproximadamente de 10 a 15 cm de largo, con el lado izquierdo que significa que no hay dolor con una imagen de cara sonriente y el lado derecho que significa el peor dolor de que puede sentir con una imagen de una cara con el ceño fruncido. La EVA se utiliza para ayudar a las personas a determinar los niveles de dolor, que pueden no estar acostumbrados a calificar su dolor en otros tipos de escalas, la escala puede presentar números además de imágenes de manera ascendiente, con el numero 0 iniciando a lado izquierdo lo cual representa que no existe dolor alguno y progresivamente hasta el numero 10 el cual representa la mayor intensidad de dolor que pueda sentir el paciente (Bonilla, F. 2010).

Se realizó goniometría para medir el progreso de los rangos de movilidad, la goniometría es una técnica que puede usarse como medida diagnóstica o terapéutica para determinar el estado funcional de un paciente con una discapacidad musculoesquelética o neurológica, mide los grados de movilidad del segmento corporal que se desea evaluar mediante el uso de un goniómetro plástico.

Para proporcionar un posterior seguimiento de los resultados se utilizó una encuesta clínica tras cada sesión para procesar y guardar los resultados, además se realizará una entrevista en el cual se utilizará un cuestionario estructurado.

Para realizar el presente estudio, tomaremos como modalidad la investigación descriptiva basándose en el trabajo realizado con los pacientes que asisten al Centro de Rehabilitación “Namaste Fit” que tengan una edad entre 45 y 60 años de edad, ya que se realizará de manera observacional, presencial y directa, con autorización de los sujetos de estudio y se observara y comparar los resultados obtenidos al comienzo y final del proyecto.

1.7. Plan de recopilación de recolección y análisis de información

I. Recolección de datos

La recopilación de información se logrará mediante la técnica de la encuesta, en la cual se evalúa a cada paciente individualmente, se mide su nivel de dolor mediante la escala de EVA, y se mide su rango de movilidad mediante goniometría en la cual nos enfocaremos en el grado de flexión de la columna cervical que presenta el paciente y su nivel de progreso, los datos obtenidos mediante la encuesta serán recopilados en hojas de registro para su posterior digitalización.

Los datos fueron analizados mediante la comparación entre los resultados obtenidos al inicio y al final de cada sesión, obteniendo una media y un porcentaje para concluir si el paciente presenta un avance favorable al tratamiento.

Para obtener la información necesaria que corresponde al nivel de dolor que presentan los pacientes se utilizara la escala EVA: la escala visual analógica permite medir la intensidad del dolor descrita por el paciente con la máxima repetibilidad entre observadores.

El lado izquierdo se refiere a una ausencia completa de dolor perceptible por el paciente, y el lado derecho denota que el paciente siente un dolor severo. Se pide al paciente que marque el punto que indica la intensidad en la línea y mida con una regla milimétrica. La fuerza se expresa en centímetros o milímetros.

La valoración se mide de la siguiente manera:

1 si el dolor es leve o si el paciente señala el dolor como menor de 3.

2 se asigna al dolor moderado, quiere decir si el dolor se sitúa entre 4 y 7.

3 se denota a dolor severo, si la valoración es igual o superior a 8.

Goniometría: la goniometría evaluará la posición de una articulación en el espacio. comprende un procedimiento dinámico que se utiliza para objetivizar y cuantificar la ausencia de movilidad de una articulación.

El rango de movimiento de la articulación se evalúa en el plano de flexión y extensión. Además de los procesos estáticos, también se apreciarán los procesos dinámicos que se utilizan para objetivar y cuantificar la movilidad articular (Norkin, 2016).

Además, se utilizará para cuantificar el desarrollo de la formación del paciente, lo que ayudará a revisar e interpretar los datos obtenidos.

II. Análisis de la información

Los datos obtenidos por la población fueron registrados y tabulados mediante Excel versión 2019 para obtener gráficos con los cuales se registra el progreso y cambio obtenido por parte de los pacientes tras cada sesión realizada y gráficos de su progreso obtenidos al finalizar el proyecto en comparación con los que se obtuvieron al inicio.

Utilice la utilidad Excel 2019 para análisis estadístico para registrar los datos obtenidos del paciente y monitorear su evolución después de cada ciclo de tratamiento. También se puede usar como referencia para los datos obtenidos al inicio y al final del estudio. Este programa se utiliza para tabular las tablas y tablas que existen en el Capítulo 3. Estas tablas se obtienen a través de los datos procesados por el programa.

Se utilizó el programa SPSS versión 22, en donde se ingresaron los datos de cada individuo, para obtener los gráficos estadísticos y tablas cruzadas, para facilitar la descripción de los resultados obtenidos. Las tablas cruzadas se estudiaron mediante el método del Chi cuadrado considerando al valor $p \leq 0.05$ como estadísticamente significativos.

Capitulo 2. Marco Teórico e Hipótesis

2.1. Tipos de Ejercicios.

Los tipos de ejercicio bien entrenado de baja intensidad suelen ser el ejercicio anaeróbico y el ejercicio aeróbico, conceptos que se refieren a la forma en que el cuerpo obtiene energía. Si se necesita oxígeno, se llama aeróbico; si no se necesita oxígeno, se llama anaeróbico.

Si quieres adelgazar, recuerda que aunque el ejercicio aeróbico quema grasa, se recomienda combinarlo con ejercicio anaeróbico para aumentar la masa muscular.

Para la salud, la mejor forma es combinar los dos métodos de ejercicio a la hora de realizar cualquier ejercicio físico, por lo que se puede decir que el ejercicio es principalmente aeróbico o principalmente ejercicio anaeróbico (Hart, Kuenze, Diduch & Ingresoll, 2014).

El ejercicio aeróbico ayuda a resistir la resistencia y a aumentar la capacidad pulmonar, pero tanto el ejercicio aeróbico como el ejercicio anaeróbico pueden estimular el sistema circulatorio y el corazón. Durante el ejercicio anaeróbico, el corazón se ve obligado a extraer sangre rápidamente en un corto período de tiempo, lo que ayuda a fortalecer el sistema circulatorio. Por lo tanto, se puede concluir que la combinación y alternancia de los dos deportes poseen muchos beneficios para el cuerpo.

Si se desea adelgazar, se debe recordar que, aunque el ejercicio aeróbico quema grasa, se recomienda combinarlo con ejercicio anaeróbico para aumentar la masa muscular. En el ejercicio con pesas, aunque se necesita más tiempo para perder peso, el cuerpo también necesita quemar calorías para producir más músculo. A largo plazo, el aumento de la masa muscular puede ayudar a reducir el exceso de grasa y controlar el peso. (Hart, Kuenze, Diduch & Ingresoll, 2014).

Figura 1: Tipos de Ejercicios.

Actividades aeróbicas	**Actividades anaeróbicas**
Caminar a buen ritmo	Levantamiento de pesas
Baile	Abdominales
Ciclismo	Carreras cortas a gran velocidad

Correr a ritmo moderado	Gimnasia artística
Natación	Lanzamiento de balón medicinal
Patinaje	Fútbol (se considera un deporte aeróbico-anaeróbico)
Aeróbic	Saltar a la cuerda
Tenis	Barras y paralelas
Esquí de fondo	

Nota: Hart, Kuenze, Diduch & Ingresoll, 2014. Muscle function after rehabilitation with cryotherapy in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of athletic training*, *P* 733.

El ejercicio físico es uno de los pilares de los hábitos de vida saludables. La Organización Mundial de la Salud recomienda unos minutos de ejercicio aeróbico y anaeróbico por semana según la edad. Sin embargo, no siempre sabemos la diferencia entre los dos.

El ejercicio aeróbico contribuye a la salud cardiovascular. La Fundación Española del Corazón cree que cualquier trabajo físico que requiera un entrenamiento muscular dinámico es ejercicio aeróbico. En la mayoría de los casos, suelen ser actividades deportivas de medio tiempo y no es necesario mantener las condiciones deportivas al 100% durante todo el proceso de desarrollo. Correr, caminar o andar en bicicleta entrarán en esta categoría.

En la práctica, el cuerpo necesita quemar carbohidratos y grasas para obtener energía. Este método se recomienda si queremos perder peso o mejorar la condición física general (Thienpont, 2014).

Este ejercicio físico es el que tiene el mayor impacto en nuestra salud cardiovascular y respiratoria, ya que puede ayudar a nuestro cuerpo a adaptarse al ejercicio regular del cuerpo. Aunque moderado, todavía nos obliga a mantenerlo en el clima.

La característica del ejercicio anaeróbico es que la intensidad del ejercicio es mucho mayor, pero el tiempo es más corto. Cuando hacemos ejercicio anaeróbico, nuestro cuerpo

no necesita oxígeno para realizar estos ejercicios, pero provienen de fuentes de energía directas, como la glucosa.

Por lo general, sus ejercicios no están relacionados con la pérdida de peso, pero están más enfocados en fortalecer o aumentar la masa muscular del cuerpo. Por ejemplo, la forma de encontrar ejercicio diario o ejercicio en el gimnasio es encontrar ejercicio, que son los dos ejercicios anaeróbicos más utilizados (Corbin & Lindsey, 1997).

I. Pilates

Pilates fue creado en la década de 1920 por el entrenador físico Joseph Pilates (1880-1967) con el propósito de rehabilitación. Algunas de las primeras personas tratadas por Pilates fueron soldados que regresaban de la guerra y bailarines como Martha Graham y George Balanchine (para fortalecer sus cuerpos y curar sus dolores y molestias), Pilates ayuda a mejorar la condición física y la capacidad de control y concentración

Al combinar las tradiciones orientales y occidentales, Pilates ha establecido con éxito más de 500 programas de ejercicios que se enfocan en crear calma y flexibilidad, así como en fortalecer la fuerza y el tono muscular. En la actualidad, el método Pilates se simplifica principalmente en algunos ejercicios básicos más populares, y se pueden generar varias combinaciones de acuerdo con el propósito que se desea lograr a través de los ejercicios. En él se utiliza el ángulo anatómico y palancas fisiológicas específicas, y la operación siempre está enfocada a la respiración, mientras mi cuerpo está completamente enfocado en el ejercicio realizado (Irandoust & Taheri. 2016).

Su objetivo principal no es quemar calorías, sino fortalecer los músculos y aumentar el control, la fuerza y la flexibilidad del cuerpo. Tenga en cuenta que, como todo ejercicio físico, implica un aumento del gasto energético y por tanto también ayuda a mantener el equilibrio de peso.

Los seis principios básicos de este método son control, concentración, fluidez, precisión, respiración y centrado. Según el último principio, Pilates se refiere a un área específica del cuerpo, llamada centro de fuerza, también conocida como construcción de poder. Esta zona está formada por los músculos abdominales, la espalda y los glúteos. El propósito es fortalecer el resto del cuerpo (Ashrafinia et.al., 2015).

La mayoría de los ejercicios se realizan mediante una serie de movimientos suaves y lentos con la ayuda de equipos diseñados específicamente para esta materia. En cada uno de estos movimientos controlados, estamos tratando de lograr la máxima precisión controlando la respiración, ajustando el cuerpo y la atención correctamente. De esta forma

se evitan los gestos violentos o descontrolados que pueden resultar muy agresivos para el cuerpo.

El "método" de Pilates es un sistema de ejercicios que se centra en mejorar la flexibilidad, la fuerza y la conciencia corporal sin tener que aumentar el volumen. El método consiste en una serie de ejercicios controlados que se realizan en equipos de ejercicio anti-resorte especialmente diseñados (Reformer, Cadillac, Spine Corrector, Ladder Barrel y Wunda Chair) o en el piso (trabajando en una colchoneta) y entrenamiento supervisado El proceso es enseñado por profesores especialmente capacitados. Pilates es un ejercicio de resistencia (ejercicio anaeróbico), no un ejercicio aeróbico (ejercicio aeróbico), aunque para personas sin las condiciones físicas adecuadas, la frecuencia cardíaca aumentará (Ashrafinia et.al., 2015).

Pilates puede ayudar a fortalecer los músculos, aumentar la elasticidad de los músculos y mejorar la flexibilidad, y los ejercicios en máquinas pueden ser un desafío. Debido a los movimientos lentos, controlados y deliberados, también puede convertirse en un ejercicio intenso. Pilates es una buena opción o complemento para el levantamiento de pesas, y el ejercicio de Pilates que produce es generalmente equivalente o más alto que hacer ejercicios abdominales, lo que lleva a los investigadores a concluir que hacer ejercicios de Pilates sobre una colchoneta puede aumentar el nivel de las fibras musculares abdominales para regulación del cuerpo.

También se ha demostrado que Pilates mejora moderadamente la flexibilidad y mejora la adaptabilidad funcional, que se refiere a cómo la fuerza, la fuerza, la resistencia y la flexibilidad afectan sus funciones en la vida diaria, como ir de compras, transportar paquetes, hacer las tareas del hogar, etc., (Ashrafinia et.al., 2015).

II. Metabolismo Aeróbico

El Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM) define el ejercicio aeróbico como cualquier actividad que utiliza grandes grupos de músculos, se puede mantener de forma continua y es de naturaleza rítmica. Como sugiere el nombre, el metabolismo aeróbico de los grupos musculares activados por este ejercicio se basa en la extracción de energía en forma de trifosfato de adenosina (ATP) a partir de aminoácidos, carbohidratos y ácidos grasos.

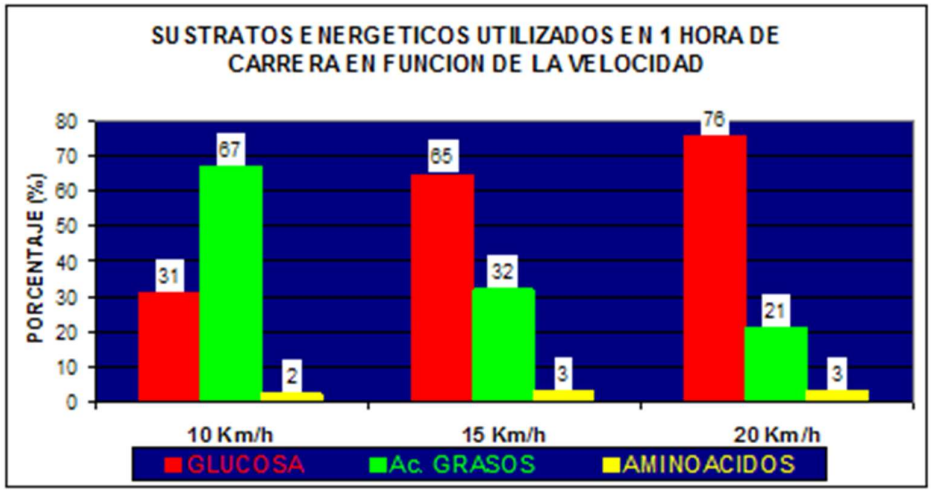
Entre los ejemplos de ejercicio aeróbico se incluyen el ciclismo, el baile, el senderismo, la carrera / trote de larga distancia, la natación y la caminata. La mejor manera de realizar estas actividades es a través de la capacidad de ejercicio aeróbico, que es definida por ACSM como el producto de la capacidad del sistema cardiopulmonar del

ejercicio aeróbico y la capacidad de los músculos esqueléticos para utilizar oxígenoLa medida estándar de la capacidad de ejercicio aeróbico es el consumo máximo de oxígeno (VO2), que se puede medir mediante ergometría de ejercicio graduada o protocolos de caminadora (incluidos los analizadores de absorción de oxígeno) o fórmulas matemáticas. El pico de VO2 se puede ver en un estudio de Vaitkevicius et al. En 1996 se calculó el consumo máximo de oxígeno junto con otras dimensiones, y se concluyó que una mayor condición física estaba directamente relacionada con la disminución de la rigidez arterial (Patel, Alkhawam, Madanieh, Shah, Kosmas & Vittorio, 2017).

Cuando los músculos deben ejercitarse durante más de 3 minutos para mantener la actividad a largo plazo, los músculos necesitarán un nuevo sistema de generación de energía. Este es un sistema aeróbico porque necesita oxígeno para funcionar, por lo tanto, cuanto más oxígeno ingresa a los músculos, más energía pasa a través del sistema y se produce un mayor rendimiento. (Kim & Kim, 2017).

En este caso, los músculos pueden usar glucosa y grasa (como proteínas) como sustratos energéticos, pero siempre deben ser aeróbicos, y cuanto más oxígeno llegue a los músculos, más energía se producirá a través de ese camino. Pero tenga en cuenta que el flujo de energía (energía por unidad de tiempo) que nos hace quemar grasa será menor que el flujo de energía producido por la combustión aeróbica de glucosa (porque se necesita más oxígeno) para obtener 1 ATP de la grasa en lugar de 1 ATP de glucosa), todo lo cual depende de la cantidad de oxígeno que llega a los músculos. Por lo tanto, a medida que aumenta la intensidad del ejercicio y aumenta el consumo de oxígeno, los músculos utilizan cada vez más glucógeno muscular y menos grasa, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 2: Sustratos e energéticos utilizados en 1 hora de Carrera en Función de Velocidad



Nota: Rodas, Ventura, Cadefau, Cusso, R & Parra, J. 2002. Un programa de entrenamiento intenso para un rápido mejoramiento tanto del metabolismo aeróbico como del anaeróbico. *Apunts. Medicina de l'Esport*, *37*(140), 5-12.

El hecho de que las reservas de glucógeno muscular sean limitadas significa que mientras se produzca suficiente energía, los músculos tienden a consumir grasa. Por lo tanto, cuando la intensidad del ejercicio es baja, la cantidad de oxígeno requerida para alcanzar el músculo es relativamente alta, y el músculo consumirá principalmente grasa, como se muestra en la siguiente figura: La energía consumida durante 1 hora a una velocidad de 10 km / h proviene principalmente del uso de grasa (67 %).

Sin embargo, cuando aumentamos la intensidad del ejercicio, aunque todavía hay suficiente oxígeno para alcanzar, toda la energía proviene del metabolismo aeróbico, pero relativamente poco oxígeno llega a los músculos. En este caso, en lo que a grasa se refiere, se ha incrementado el uso de glucógeno muscular, por lo que, considerando el oxígeno, se puede obtener más energía, como se muestra en el área derecha de la siguiente figura: Aquí, entendemos cómo conducir con 15 Conducir a una velocidad de km / h durante 1 hora puede aumentar significativamente la cantidad de glucógeno utilizado (65%) al tiempo que reduce el costo de la grasa (hasta un 32%).

GLUCOSA + O2 -------> ENERGIA + CO2 + H2O (6)

GRASA + O2 -------> ENERGIA + CO2 + H2O (7)

PROTEINAS + O2 -------> ENERGIA + CO2 + H2O (8)

El flujo de energía total del sistema es mucho menor que el sistema anterior, pero tiene una ventaja de tiempo mayor, porque el factor limitante será el consumo de reservas de energía, aunque se consumirá glucosa, pero se consumirá la reserva de glucosa. La grasa es casi inagotable (Biolaser, 2014).

III. Metabolismo anaeróbico láctico

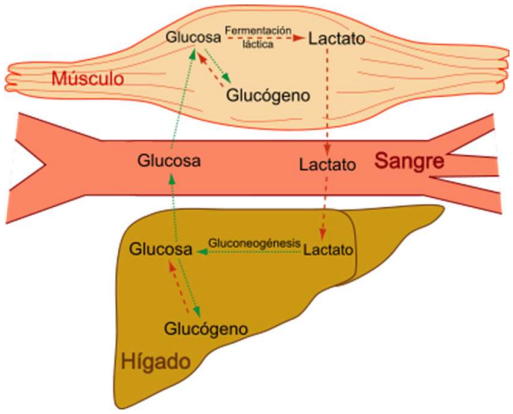
El ACSM define el ejercicio anaeróbico como una actividad física vigorosa de corta duración, que se alimenta de una fuente de energía en la contracción de los músculos y no tiene nada que ver con el uso de oxígeno inhalado como fuente de energía. Sin el uso de oxígeno, nuestras células se reducen a la formación de ATP a través de la glucólisis y la

fermentación. Este proceso produce significativamente menos ATP que el ATP aeróbico y provoca la acumulación de ácido láctico.

Los ejercicios típicamente considerados anaeróbicos consisten en músculos de contracción rápida e incluyen carreras de velocidad, entrenamiento en intervalos de alta intensidad (HIIT), levantamiento de pesas, etc. El metabolismo anaeróbico sostenido, en otras palabras, el ejercicio anaeróbico, causa un aumento sostenido del lactato y la acidosis metabólica, este punto de transición se denomina umbral anaeróbico (UA). El UA se puede medir directamente a través de muestras de sangre frecuentes que miden el nivel de lactato en sangre durante un régimen de ejercicio. Una vez que se han trazan los valores de lactato en la sangre, el punto en el que la curva hace una inclinación brusca y repentina representa el UA. Otros métodos incluyen analizadores de lactato portátiles y fórmulas matemáticas que involucran la frecuencia cardíaca (Patel, Alkhawam, Madanieh, Shah, Kosmas & Vittorio, 2017).

La actividad muscular no tiene que continuar durante 10 segundos continuamente o un tiempo precisamente defino, por lo tanto, el músculo debe tener otras formas de obtener energía para volver a sintetizar ATP, a fin de continuar manteniendo su actividad (Biolaser, 2014).

Figura 3: Metabolismo de Glucógeno



Nota: Rodas, Ventura, Cadefau, Cusso, R & Parra, J. 2002. Un programa de entrenamiento intenso para un rápido mejoramiento tanto del metabolismo aeróbico como del anaeróbico. *Apunts. Medicina de l'Esport*, *37*(140), 5-12.

Otro mecanismo de producción de energía será la glucólisis anaeróbica, donde el metabolismo de la glucosa anaeróbica aportará energía para la resíntesis de ATP. A este sistema lo llamamos LACTIC anaeróbico; anaeróbico porque no usa oxígeno, y ácido láctico

porque su funcionamiento produce ácido láctico. La glucosa se utiliza como sustrato energético.

Se puede decir que la velocidad de procesamiento de la reacción no es tan buena como en el caso anterior. En otras palabras, no se produce mucha energía por unidad de tiempo, lo que resultará en una reducción de la resíntesis de ATP en un tiempo dado, limitando así la intensidad del ejercicio. Se puede suponer que esta intensidad será menor que la permitida por el metabolismo de las bacterias anaeróbicas. En este caso, la respuesta será:

GLUCOSA -------> ENERGIA + Ac. LACTICO

El ácido láctico producido por esta reacción tiene una característica especial, es decir, si se acumula hará que baje el valor del pH (acidosis), y superar esta cantidad provocará el colapso del sistema energético. El propio cuerpo humano utiliza un mecanismo de seguridad para evitar que la acidosis se acelere, lo que puede causar problemas graves y generalizados, deteniendo automáticamente el proceso de formación de ácido. El ácido láctico puede provocar una disminución del rendimiento muscular por muchas razones, las más importantes son:

Se reduce la actividad enzimática de la fosfofructoquinasa, lo que catalizará una de las reacciones intermedias, reduciendo así la velocidad del proceso y por tanto la formación de energía. (Biolaser, 2014).

Los cambios en la acidez darán lugar a cambios en la formación de puentes entre la actina y la miosina, lo que reducirá la capacidad de generar fuerza.

En resumen, la acumulación de ácido láctico dará como resultado una reducción en la formación de energía, lo que resultará en una reducción de los niveles de intensidad. El atleta ya no puede mantener el nivel anterior, pero debe reducir la intensidad. Esta sensación se produce cuando un deportista realiza un ejercicio muy intenso durante mucho tiempo y siente que los músculos están atrapados, adoloridos y duros, e incapaces de mantener la fuerza. Esto se debe a que se ha acumulado un exceso de ácido láctico y se ha producido una obstrucción muscular. El sistema de generación de energía se caracteriza porque nos proporciona menos energía por unidad de tiempo que el sistema anterior, pero nos permite mantener esta intensidad de ejercicio durante aproximadamente 2 o 3 minutos.

2.2. CRIOTERAPIA

El uso de la terapia de frío en lesiones deportivas agudas, así como en la rehabilitación del atleta lesionado, se ha convertido en un método de tratamiento

generalmente aceptado. Se utilizan varias modalidades de enfriamiento para aplicar frío en el área lesionada, por ejemplo, compresas de hielo, toallas de hielo, masajes con hielo, compresas de gel congelado, cloruro de etilo y otros vapocoolantes, dispositivos de reacción química y férulas inflables con gas refrigerante. (Thacoor & Sandiford, 2019).

La mayoría de los estudios clínicos informan que el uso de crioterapia tiene un efecto positivo en la reducción del dolor y la recuperación de diversas lesiones.

Al examinar los procesos fisiológicos producidos por la crioterapia en condiciones experimentales, algunas de las respuestas fueron diferentes a las esperadas. Los cambios de temperatura cutánea, subcutánea, intramuscular y articular dependen del método de aplicación, la temperatura inicial y el tiempo de aplicación.

Después de cancelar el modo de enfriamiento, la temperatura intramuscular siguió descendiendo. Los resultados de varios estudios son consistentes en los efectos del dolor y los procesos neuromusculares. Los resultados de la investigación sobre los resfriados y el flujo sanguíneo son muy diferentes, pero parece que con la aplicación superficial, el flujo sanguíneo aumentará, y cuando se aplica frío a una gran área de la piel, el flujo sanguíneo disminuirá.

El rendimiento del ejercicio se ve afectado por la temperatura. La temperatura crítica es de aproximadamente 18 ° C. Por encima y por debajo de esta temperatura, el rendimiento muscular disminuirá. A temperaturas por debajo de los 15 ° C, las compresas frías todavía tienen una temperatura crítica y la hinchazón y la hinchazón aumentarán. Se deben tomar precauciones porque el uso prolongado a temperaturas extremadamente bajas puede tener efectos nocivos (Stevens, Mauger, Hassmen & Taylor, 2018).

La terapia con frío se usa a menudo como una forma de aliviar el dolor y la inflamación. Esta revisión se centra principalmente en dos métodos de tratamiento con frío que han recibido atención recientemente: la crioterapia de cuerpo entero y la crioterapia local. Estos métodos se utilizan para inducir beneficios físicos y psicológicos en humanos en el contexto de la medicina, la salud y el deporte. Los sujetos que reciben crioterapia usan ropa mínima y se exponen a aire muy frío (-110 ° C o menos) durante 1-4 minutos. A pesar del creciente interés científico en estos métodos, todavía existe una falta de información sobre las técnicas utilizadas. Además, actualmente no existe ninguna referencia sobre la relación entre el plan de exposición y la temperatura, duración, número de repeticiones y el efecto esperado del tratamiento. Podemos comparar los efectos de la crioterapia total y parcial (especialmente el efecto sobre la temperatura de la piel) y clasificar el régimen de exposición según el efecto deseado). La falta de información sobre la temperatura real de la cabina o habitación durante el proceso de exposición y la heterogeneidad entre los planes

de exposición han sido reportados en la literatura científica. (Tipton, Colier, Massey, Corbett & Harper, 2017).

En el tratamiento del dolor musculoesquelético agudo y crónico, el uso terapéutico de los resfriados no es nuevo. Tradicionalmente, se ha aceptado el uso de hielo como método estándar para tratar esguinces y esguinces inmediatamente después de una lesión. El texto básico de primeros auxilios o las instrucciones de la sala de emergencias generalmente recomiendan usar hielo durante 24 horas primero y luego calentar. Un plan de tratamiento más eficaz puede utilizar la terapia de frío en el período posterior del ciclo de la lesión, la fase de rehabilitación o incluso la fase de la lesión crónica.

La crioterapia se puede definir como el uso de alguna modalidad como el hielo con el fin de reducir la temperatura para lograr efectos terapéuticos, cuando ocurre una lesión en un entorno deportivo, a menudo se hacen intentos vigorosos para que los atletas vuelvan a competir de la manera más rápida y segura posible. Los entrenadores de atletismo, los terapeutas deportivos y los médicos que trabajan en entornos de medicina deportiva se han dado cuenta del potencial exitoso del hielo como una modalidad de tratamiento eficaz durante muchos años. La evidencia clínica y empírica parece demostrar que la aplicación temprana y frecuente de frío durante las fases aguda y de rehabilitación puede dar como resultado un manejo más exitoso de la lesión. También se pueden aplicar técnicas similares y la aplicación de la crioterapia con el paciente no atlético. El hielo puede ser un valioso agente terapéutico para el tratamiento de la artritis, el dolor lumbar, la bursitis, los problemas musculoesqueléticos comunes y otras afecciones inflamatorias (Thienpont, 2014).

I. Efectos fisiológicos de la Crioterapia.

Los efectos fisiológicos de la crioterapia más comúnmente observados son:

1. Vasoconstricción para disminuir la hinchazón y la inflamación.

2. Disminución de la hipoxia tisular.

3. Disminución del dolor.

4. Disminución del espasmo muscular.

II. Vasoconstricción

La vasoconstricción es la respuesta inicial de las células a la aplicación de hielo. El frío provoca una constricción inmediata y directa de los vasos sanguíneos de la superficie a través de un arco reflejo axónico que es una proyección del sistema autónomo periférico que controla la vasoconstricción simpática. La vasoconstricción también ocurre a través de la acción reflexiva a través de los reflejos espinales. La sangre venosa enfriada que regresa a

la circulación general activa el hipotálamo posterior para aumentar aún más la vasoconstricción.

Se cree que el resfriado común es un tratamiento eficaz porque reduce la permeabilidad de los vasos sanguíneos que se unen a la pared celular. La reducción de la permeabilidad es beneficiosa porque reduce la cantidad de líquido que se escapa al espacio extracelular. Edwards y Burton señalaron que los resfriados aumentan la viscosidad de la sangre, lo que también ayuda a reducir el flujo sanguíneo al área lesionada. Dado que el flujo sanguíneo al sitio lesionado es más lento, se logra una vasoconstricción adicional. Se cree que la respuesta de vasoconstricción inicial producida por las compresas frías es el mecanismo principal para reducir la hinchazón y el sangrado postraumáticos y reducir el edema en las reacciones inflamatorias. (García & Pelayo, 2016).

Knight, 2014, sugirió que controlar y reducir la formación de hematomas en una lesión es de vital importancia para una progresión adecuada del proceso de curación. El control de la hinchazón excesiva, la hemorragia y la formación de exudado disminuye la gravedad inicial de la lesión, promoviendo una rehabilitación exitosa. Garrick dijo que lo que uno hace durante las primeras 24 horas de tratamiento puede tener tanto que ver con la curación seis meses después como cualquier otra cosa que se haga.

Guyton afirmó que cuando se aplicaba frío directamente a la piel, los vasos se contraen progresivamente y se reducen a una temperatura de aproximadamente 15 ° C, momento en el que alcanzan su grado máximo de constricción. A temperaturas inferiores a 15 ° C, los vasos parecen dilatarse. Esta expansión es un efecto local directo del frío sobre los vasos sanguíneos y se considera una parálisis del mecanismo de contracción de la pared vascular o un bloqueo de los impulsos nerviosos que llegan a los vasos sanguíneos. Este efecto vasodilatador que se produce en un frío intenso puede prevenir la congelación, especialmente la congelación de manos y oídos. Lewis notó por primera vez que cuando los sujetos sacaron los dedos del agua helada, la temperatura de su piel se elevó por encima del nivel antes de bucear. Una vasodilatación refleja similar parece ocurrir en el área facial. (Guyton e Hall, 2015)

Durante el estudio de Lewis, 2012, se colocó un termopar en el dedo para medir temperaturas antes y después de un período de inmersión. Los resultados mostraron un aumento inicial después de la inmersión y luego fluctuaciones en la temperatura causadas por la vasodilatación y vasoconstricción alterna. Este rasgo característico de la vasodilatación causada por el frío se conoce como la "reacción de caza de Lewis".

III. Temperatura intramuscular.

La profundidad a la que se coloca la sonda del termistor parece variar considerablemente y dadas las otras variables que podrían influir en la temperatura intramuscular, debemos tener mucho cuidado al revisar los resultados de estos estudios. Aunque los métodos de medición y las diferencias en el registro de profundidad de temperatura varían mucho, parece que la caída de la temperatura en el músculo es menos pronunciada que en los otros tejidos. A primera vista parece no haber correlación en el hallazgo entre la profundidad de medición y la respuesta observada, pero parece que la disminución de la temperatura intramuscular depende de la duración del tratamiento con frío (Johnson et al. 1979), de la profundidad en el músculo y se correlaciona con la temperatura inicial de la modalidad de aplicación. A diferencia de la caída de la piel y la temperatura subcutánea, la disminución de la temperatura intramuscular continúa incluso después de que se detiene la aplicación de frío. Se ha registrado una caída continua de la temperatura durante 10 minutos después de retirar la pierna de un baño de agua fría. Otros estudios también informan una caída retardada de la temperatura intramuscular (Carvalho et.al., 2012).

El efecto de enfriamiento sobre los músculos se mantiene durante varias horas después de la eliminación del enfriamiento de la superficie. Después de un período de recuperación de 3 horas, la temperatura intramuscular nunca volvió a los valores previos al tratamiento, y se encontró que al final de un período de recuperación de 4 horas, la temperatura intramuscular casi había alcanzado el nivel más alto posible para un miembro inactivo. Un tratamiento superficial breve tiene un efecto mínimo en el interior de la extremidad (Carvalho et.al., 2012). Esto está respaldado por Mecomber y Herman (2012), quienes declararon que el tiempo promedio para la caída del primer grado en la temperatura intramuscular fue de 24 a 25 minutos.

Hohenauer et.al., (2019) encontraron una disminución lenta y constante al continuar la aplicación de frío más allá de 5 minutos, aunque los valores de este último no fueron estadísticamente significativos. Dos informes (Johnson et al.1979; Wolf 1971) encontraron una disminución en la temperatura intramuscular de la extremidad contralateral después de enfriar el lado ipsilateral a 10 ° C durante 15 y 30 minutos respectivamente. Pensaron que esto se debía a ajustes fisiológicos. En un estudio para evaluar la eficiencia de varios dispositivos de enfriamiento para reducir la temperatura muscular profunda, McMaster et al. (2010) probaron 4 modalidades: hielo picado; gel congelado; sobre de hielo químico; y vejigas infladas con refrigerante. Se registró la temperatura intramuscular en el músculo cuádriceps profundo del perro durante hasta 60 minutos de enfriamiento. Los paquetes de gel helado funcionaron mejor que cualquiera de las técnicas de hielo artificial, pero tuvieron un rendimiento menos satisfactorio que el hielo picado. En cuanto a la aplicación de spray

frío para bajar la temperatura intramuscular, Bierman y Friedlander (2015) encontraron una disminución de la temperatura, mientras que el estudio de Botte (2009) descubrió que el spray de cloruro de etilo no tenía ningún efecto de profundidad.

IV. Disminución de la hipoxia tisular

El hielo disminuye notablemente la hipoxia tisular. (Vázquez, 2015) explicó que el frío induce un estado de hibernación temporal del tejido y, por lo tanto, disminuye la posibilidad de daño secundario extenso. Después de una lesión, la interrupción del tejido reduce el suministro de oxígeno disponible y, por lo tanto, es posible que no se satisfagan las necesidades metabólicas del tejido no lesionado. Con frecuencia se desarrolla hipoxia tisular secundaria.

El uso de hielo reduce la demanda metabólica en la zona, lo que posteriormente reduce la demanda real de oxígeno. Se ha sugerido que cuando la temperatura desciende en 10 ° C, la velocidad de la reacción química se reduce a la mitad, y el efecto protector del hielo es crucial en el tratamiento temprano de las lesiones, porque las contusiones o lesiones simples suelen agravarse. Y la formación de exudado.

V. Disminución del dolor

El alivio del dolor generalmente se logra a través de mecanismos directos e indirectos. Varios estudios han demostrado que el hielo puede causar una disminución temporal de la velocidad de conducción nerviosa. Clarke et al. (2011) informaron que el enfriamiento por debajo de 20 ° C resultó en una reducción significativa en la producción de acetilcolina a lo largo del nervio de enfriamiento, que varía con el tamaño de la fibra. Esto parece producir impulsos asincrónicos, reduciendo así el dolor.

Clarke et al. (2011) propusieron que los resfriados pueden producir anestesia localizada temporal debido a la disminución de la velocidad de conducción nerviosa o la inhibición competitiva en el sistema nervioso central. Bleakley et al. (2012) también demostraron el efecto sobre la velocidad de conducción nerviosa causado por los resfriados. Muestra la relación lineal entre la velocidad de conducción y la temperatura por encima de 25 ° C.

Se ha informado que el frío causó una disminución en la velocidad de conducción en las fibras nerviosas, pero sugirió que ciertas clases de fibras son más sensibles al frío que otras. La velocidad de conducción de las fibras grandes del grupo A disminuyó más rápidamente con el frío, seguida de las fibras del grupo B y del grupo C.

Además, la sensibilidad de las fibras nerviosas al frío parece depender en gran medida de la mielinización y del diámetro de las fibras. En experimentos con gatos, se estudiaron los diferentes efectos del frío en las fibras y, en última instancia, en las fibras no medulares. Específicamente, encontraron que las fibras eferentes más pequeñas "y" son más sensibles al frío que las fibras eferentes más grandes "a". Lee y colaboradores señalaron que cuando se aplicó el paquete de hielo al músculo flexor cubital del carpo, la velocidad de conducción nerviosa del nervio cubital se redujo en un 11,6%. Luego, cuando el paquete de hielo se aplicó directamente en la zona del codo, mostraron una mayor disminución en la velocidad de conducción nerviosa. Esto parece indicar que la formación de hielo en la parte más superficial del nervio provoca una disminución mayor y más rápida de la velocidad de conducción nerviosa. (Hohenauer et.al., 2019).

Abramson et al (2016) informaron que se cree que existen variaciones que ocurren en la velocidad en la conducción nerviosa y estas son causados por una caída en la temperatura del tejido adyacente al nervio en lugar de un cambio marcado en el flujo de sangre al área. Se concluyo que los cambios en la velocidad de conducción durante el enfriamiento y el recalentamiento pueden deberse a efectos térmicos en la membrana de la fibra nerviosa.

(Pawik, Kowalska & Rymaszewska, 2019) analizó la efectividad de la técnica de masaje con hielo para reducir la temperatura localizada de la piel y mantener la analgesia. Su estudio demostró que un efecto analgésico comenzó cuando la temperatura localizada de la piel se redujo a aproximadamente 13,6 ° C. La analgesia comenzó un minuto y 45 segundos después de la aplicación de hielo y terminó dos minutos y 57 segundos después de la eliminación del agente frío.

La estimulación de las fibras sensoriales puede reducir el dolor a través de un mecanismo de bombardeo similar a la teoría del dolor de control de puertas de Melzack. Al cambiar los calambres musculares, los calambres y controlar la hinchazón, el dolor se puede reducir indirectamente. El ciclo de los calambres se puede aliviar usando un resfriado.

VI. Espasmo muscular disminuido

Haines (2013) reveló que la crioterapia local ha demostrado en coacciones una una amortiguación temporal de la espasticidad, se puede deber al disminuir la capacidad de respuesta de los husos musculares al estiramiento, un músculo más frío tenía una menor tasa de disparo de las aferentes que surgían de las terminaciones anulares espirales de la flor. Los cambios en la descarga del huso muscular pueden ser el resultado del músculo extrafusal, las fibras intrafusales o las terminaciones sensoriales.

Hartviksen (2015) informó una disminución generalizada de la espasticidad en el gastrocnemio en pacientes (cuadripléjicos, parapléjicos, hemipléjicos) tratados con terapia de frío. La reducción más significativa en la espasticidad ocurrió mientras se aplicaban los paquetes de hielo; sin embargo, se observaron cambios durante varias horas después, el efecto de la crioterapia tópica en la espasticidad analizando la resistencia a los movimientos pasivos, el clon y las fuerzas de contracción máximas en los músculos espásticos. Este estudio concluyó que el frío puede reducir la actividad en el músculo espástico y mejorar la contracción del músculo antagonista.

Se ha demostrado una disminución de amplitud media (34%) en los tirones tendinosos tras haber concurrido un tiempo de enfriamiento de aproximadamente 20 minutos del músculo tríceps surae. Llegaron a la conclusión de que tanto los cambios de excitabilidad periféricos como centrales tenían efectos potenciales sobre el huso muscular, funcionalmente la extremidad superior de 24 hemipléjicos espásticos antes y después de la inmersión en agua fría. Se pude ver grandes beneficios con respecto a la capacidad funcional después del enfriamiento, lo que tiene implicaciones positivas para un mejor rendimiento durante las horas activas del día. El cambio temporal general en la actividad del huso muscular también puede ser responsable de la disminución general del espasmo muscular, a menudo asociado con muchas afecciones dolorosas (Kursin & Yenari, 2018).

Se ha señalado que "cuando hay dolor, a menudo hay un deterioro circulatorio local concomitante. Una causa conocida de dicho deterioro es el espasmo del músculo esquelético el cual tiene la capacidad de detener o limitar de manera contundente el retorno venoso. Tal déficit de flujo puede dar lugar a dolor adicional porque el déficit conduce a la eliminación local inadecuada de productos de desecho metabólico " (Kursin & Yenari, 2018)

VII. Métodos de aplicación de la crioterapia.

Tres de los métodos más comunes para aplicar frío son compresas de hielo, masajes con hielo e inmersión en hielo. Cada uno parece ser efectivo en diferentes fases del programa, en diferentes problemas y en diferentes regiones del cuerpo. Los resultados exitosos se pueden mejorar mediante la selección del método más apropiado.

Bolsa de hielo

El tratamiento de elección, en el estado agudo de la lesión, es alguna forma de bolsa de hielo. El conocido ICE mnemónico se ha utilizado tradicionalmente para referirse a Hielo, Compresión y Elevación. Los tres componentes deben incorporarse para lograr resultados óptimos. Uno de los métodos más simples, pero más efectivos es el uso de hielo en cubos o triturado en una bolsa de plástico. Esto generalmente está fácilmente disponible y, por lo

tanto, el autotratamiento se puede administrar fácilmente. El método de la bolsa de plástico proporciona un enfriamiento rápido y óptimo, que puede mantenerse de manera uniforme durante todo el tratamiento. Se deben evitar los paquetes de hielo químico. En muchas ocasiones, se abrieron y causaron graves quemaduras químicas. El hielo se puede almacenar fácilmente en un refrigerador y, por lo tanto, ser accesible para picnics, viajes o eventos deportivos (Thienpont, 2014)

Figura 4: Aplicación de Bolsa de hielo



Nota: Arenas, Ramos, & Fernández-Argëlles. 2005. Utilización de la crioterapia en el ámbito deportivo. *E-balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte*, *1*(1),

Al aplicar hielo, se debe aplicar una venda elástica húmeda en el área lesionada. Esto proporciona el beneficio adicional de una presión uniforme en el área, y humedecer la envoltura facilita la penetración del frío. Una envoltura seca o una toalla debajo del hielo disminuye la penetración del frío. Para obtener compresión adicional y uniformidad de enfriamiento, se puede usar otra envoltura para asegurar la bolsa de hielo. Si no hay una envoltura elástica disponible, la bolsa de cualquier material de hielo puede colocarse de manera inmediata sobre la piel.

Se recomiendan períodos de aplicación de compresas de hielo de veinte minutos a intervalos de una hora para un beneficio óptimo del tratamiento y la seguridad de los tejidos. El intervalo de una hora permite que la temperatura del tejido alcance el nivel de pretratamiento (Thienpont, 2014).

Figura 5: Bolsa de hielo



Nota: Arenas, Ramos, & Fernández-Argëlles. 2005. Utilización de la crioterapia en el ámbito deportivo. *E-balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte*, *1*(1), 17-23.

La compresión y la elevación deben continuar entre las aplicaciones de hielo. El manejo más exitoso de una lesión aguda requiere aplicaciones repetidas de frío. Si es posible, el segmento del cuerpo del área lesionada debe estar completamente rodeado de hielo para proporcionar un enfriamiento uniforme, como una bolsa de hielo en ambos lados o en la parte delantera y trasera de la rodilla (Wang, Caho, Chang, Chou & Kao, 2020).

Masajes de hielo

Los masajes con hielo, el segundo método de crioterapia a menudo se usa después de la etapa aguda de la lesión; sin embargo, puede iniciarse de manera segura inmediatamente después de una lesión. El agua congelada en una taza de papel o espuma de poliestireno se masajea suavemente o se frota sobre el área lesionada, con movimientos circulares o longitudinales. Esta técnica parece funcionar mejor en un área muscular como el cuádriceps, el gastrocnemio o la espalda baja; sin embargo, se puede usar de manera efectiva sobre una superficie articular como la rodilla. El tratamiento en este caso es generalmente de 10 minutos, pero puede extenderse hasta 20 minutos (Stevens, Mauger, Hassmen & Taylor, 2018).

Figura 6: Masajes de Hielo



Nota: Arenas, Ramos, & Fernández-Argëlles. 2005. Utilización de la crioterapia en el ámbito deportivo. *E-balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte*, *1*(1), 17-23.

El profesional debe comprender y explicar al paciente las sensaciones que se experimentarán con este método de tratamiento. La respuesta inicial es una sensación de

frío, luego de una sensación de ardor y luego, a menudo, dolor. Esto con frecuencia hace que la fase inicial del tratamiento sea difícil de tolerar. Cabe señalar que esta es solo una respuesta temporal y será seguida de entumecimiento o anestesia leve. La evidencia clínica específicamente que el paciente experimentará estas cuatro etapas de frío, ardor, dolor y entumecimiento mucho más rápidamente con un masaje con hielo que con una compresa de hielo. La fase de anestesia se convierte en una parte integral del programa de rehabilitación (Stevens, Mauger, Hassmen & Taylor, 2018).

Figura 7: Masajes de Hielo



Nota: Arenas, Ramos, & Fernández-Argëlles. 2005. Utilización de la crioterapia en el ámbito deportivo. *E-balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte*, *1*(1), 17-23.

Se ha demostrado que el masaje con hielo produjo una disminución rápida de la temperatura intramuscular de 15.9 ° C en cinco minutos. Sin embargo, relató que el grosor del tejido subcutáneo y la circunferencia de la extremidad deben tenerse en cuenta al determinar el tiempo de tratamiento para el masaje con hielo. Este método de tratamiento es conveniente y puede lograr efectos terapéuticos valiosos rápidamente (NATA, 2016).

Inmersión en hielo

Figura 8: Inmersión en hielo



Nota: Arenas, Ramos, & Fernández-Argëlles. 2005. Utilización de la crioterapia en el ámbito deportivo. *E-balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte*, *1*(1), 17-23.

La terapia de inmersión en hielo es el tercer método de crioterapia y se usa con mayor frecuencia para tratar extremidades distales, como manos o pies. Los pacientes pueden llenar bañeras, cubos, botes de basura o jacuzzis con hielo y agua para alcanzar una temperatura del agua de 40 a 60 ° C. El paciente puede ejercitar o mover a voluntad y de manera fácil la parte lesionada, de modo que se sumerja en agua para promover el aumento de rango de movimiento. En comparación con otros métodos, el método de inmersión en hielo tiene la ventaja de cubrir completamente el área lesionada al tratar los dedos de las manos y los pies. Una desventaja de la inmersión en hielo es que las extremidades están en una posición subordinada. Sin embargo, si es necesario, se puede aumentar inmediatamente después del tratamiento. (Bleakley et.al., 2012).

El dolor inicial asociado con la aplicación de hielo es más evidente con la inmersión en hielo. Las impresiones clínicas indican que los pacientes pueden adaptarse a esta respuesta dolorosa inicial. A menudo aparece con aplicaciones frecuentes de tratamiento a largo plazo que se establece una mayor tolerancia.

Se ha demostrado que después de bucear repetidamente en hielo, el aumento de la presión arterial y la frecuencia cardíaca durante el proceso de enfriamiento local se reduce significativamente y se elimina el dolor durante el enfriamiento. Concluyeron que la adaptación local al frío se debe al hábito, que juega un papel importante en la adaptación al medio. (Bleakley et.al., 2012).

Figura 9: Inmersión en hielo



Nota: Arenas, Ramos, & Fernández-Argëlles. 2005. Utilización de la crioterapia en el ámbito deportivo. *E-balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte*, *1*(1), 17-23.

Varios estudios evaluaron los cambios de temperatura superficial e intramuscular. Bleakley et.al., (2012) notaron que la temperatura del tejido disminuyó rápidamente con la

aplicación de hielo con el mayor efecto observado en la piel y el menor en el músculo. En la última parte del enfriamiento, la caída de la temperatura del tejido disminuyó y finalmente se estabilizó a pesar del enfriamiento continuo, analizaron la reducción de las temperaturas intramusculares profundas cuando la piel que recubre el gastrocnemio medial izquierdo se enfrió durante cinco minutos. Al concluir el estudio se demostró que la reducción en la temperatura intramuscular varió de 0.4 a 1.9 ° C (media, + 1.2 ° C) cuando se registró a 4.3 cm de profundidad debajo de la superficie de la piel.

Se concluyo que la temperatura intramuscular de la parte inferior de la pierna disminuyó 12.0 ° C por inmersión en un baño de agua fría de 10 ° C. La reducción de la temperatura intramuscular mediante la aplicación directa de frío se relacionó directamente con la cantidad de grasa corporal que posea el paciente. Además, la temperatura intramuscular de la parte inferior de la pierna, después de 30 minutos de inmersión en agua a 10 ° C, permaneció más baja que el nivel previo a la inmersión hasta cuatro horas cuando el sujeto no contrajo esos músculos (Hohenauer et.al., 2019).

Se estudio la penetración del frío colocando una bolsa de hielo a cada lado del gastrocnemio humano durante un período de dos horas. Durante ese tiempo, se registró la temperatura de la piel y la temperatura muscular 5.08 cm a nivel de profundidad en la piel. La temperatura de la piel disminuyó rápidamente tras la aplicación de frío y se mantuvo a aproximadamente 6,1 ° C, mientras que el tejido intramuscular no comenzó a mostrar una disminución significativa de la temperatura durante al menos 30 minutos y luego solo a niveles ligeramente inferiores a 32,3 ° C, se estudió el efecto del masaje con hielo en el muslo y la pantorrilla durante cinco a diez minutos. Las temperaturas de la piel cayeron hasta 19.2 ° C, con las gotas más pequeñas en estructuras más profundas. Los receptores térmicos para el frío y el calor parecen ser simples terminaciones nerviosas sin encapsular o redes nerviosas que se encuentran profusamente en toda la piel. La sensibilidad de las fibras nerviosas al frío parece depender en gran medida a la mielinización y el diámetro de la fibra. Las fibras meduladas pequeñas parecen verse afectadas primero (Tipton, Colier, Massey, Corbett & Harper, 2017).

Kim & Kim, (2017) afirman que el dolor se alivia al elevar el umbral del dolor como efecto directo de la reducción de la temperatura en las fibras nerviosas y los receptores. Los receptores fríos se vuelven altamente sensibles cuando son estimulados por una caída repentina de la temperatura. Esta ocurrencia inmediata se desvanece rápidamente durante el primer minuto y progresivamente más lentamente durante la siguiente media hora. También parece que los receptores fríos muestran un cierto grado de adaptación causando un cambio en la frecuencia de descarga.

Guyton (2015) informa que los receptores térmicos son estimulados por cambios en las tasas metabólicas. La temperatura altera la velocidad de la reacción química intracelular aproximadamente 2.3 veces por cada cambio de 10 ° C. Se sugiere que la detección térmica no se deba a la estimulación física directa, sino a la estimulación química de las terminaciones modificadas por el cambio de temperatura.

2.3. Aplicaciones clínicas de la crioterapia.

Muchos autores han informado sobre las ventajas clínicas de la crioterapia en el tratamiento de afecciones agudas y crónicas. En general, se acepta que la razón principal para la crioterapia en la etapa aguda es la vasoconstricción y la reducción del dolor. Siguiendo las pautas estándar para aplicar compresas de hielo, se podría lograr un mejor control del sangrado y la inflamación en el área lesionada. El resto del área lesionada también es de importancia crítica para proteger las estructuras dañadas durante la fase inmediata de curación. (Thacoor & Sandiford, 2019).

Un mayor uso de la crioterapia más allá del tratamiento de lesiones agudas puede ser significativamente útil para el médico. El uso del frío como una herramienta de rehabilitación efectiva no se discute comúnmente en la literatura. Sin embargo, la integración de la terapia de frío en varias fases del programa de rehabilitación puede ser una técnica extremadamente valiosa. El objetivo clave durante la fase de curación y rehabilitación es aumentar la circulación para mejorar el proceso de curación. El ejercicio se convierte en el componente más importante en esta etapa de la rehabilitación.

El término criocinética se puede definir simplemente como la combinación de frío y ejercicio. En general, se considera que aumentar el flujo sanguíneo acelera la eliminación de los desechos celulares del sitio de la lesión y aumenta la entrega de nutrientes para ser utilizados en la reconstrucción del área dañada (Stevens, Mauger, Hassmen & Taylor, 2018).

Se estudio los efectos de la crioterapia en la vasodilatación. Sus resultados sugieren que la crioterapia debe combinarse con ejercicio para lograr efectivamente la vasodilatación a largo plazo o aumentar los beneficios de circulación, se comparó el flujo sanguíneo en el tobillo durante las aplicaciones terapéuticas de calor, frío y ejercicio. Sus datos sugieren que el ejercicio después de la crioterapia es más exitoso para aumentar el flujo sanguíneo. La crioterapia parece permitir un movimiento activo fácil y más cómodo de las articulaciones dolorosas. La movilización temprana del área lesionada permite el retorno rápido del rango completo de movimiento y la restauración de la fuerza (Wang, Caho, Chang, Chou & Kao, 2020).

Se puede usar un período de formación de hielo de 10 a 15 minutos antes del ejercicio. Esto debería lograr una anestesia significativa adyacente al área lesionada, lo que podría permitir al paciente comenzar ejercicios activos de rango de movimiento con menos dificultad. El paciente aún puede usar el dolor como guía para el ejercicio. La integración del ejercicio con la crioterapia a menudo puede ayudar a prevenir la tensión y las adherencias de los tejidos. El hielo se convierte en un componente dinámico porque disminuye el dolor además puede ayudar con espasmo musculares que pueden estar presentes en el área lesionada.

Tipton, Colier, Massey, Corbett & Harper (2017). Afirmó que el frío puede disminuir la excitabilidad de las terminaciones nerviosas libres además de las fibras nerviosas periféricas y de esta manera puede aumentar el umbral de dolor. Esto puede apoyar el concepto de utilizar la terapia de frío en condiciones crónicas. Esta reducción temporal del dolor parece ser efectiva en el tratamiento de algunas afecciones artríticas y otros trastornos musculoesqueléticos dolorosos comunes. Clínicamente, la reducción del dolor después de la crioterapia parece ser mayor que la del tratamiento térmico superficial, como las compresas calientes y las bañeras de hidromasaje. También puede haber una reducción duradera del dolor después del tratamiento.

La crioterapia después de la actividad puede ser efectiva para reducir el dolor después del ejercicio. Esto puede tener implicaciones valiosas para muchas personas que experimentan molestias musculares o articulares después de actividades recreativas. Los artríticos a menudo se quejan de dolor después de una carga de peso prolongada o con una mayor actividad física, como trabajar en el jardín. un análisis electromiográfico para determinar la efectividad del calor o el frío y el estiramiento para inducir la relajación en los músculos lesionados. Llegó a la conclusión de que el frío combinado con el estiramiento estático parecía superior a otras formas de tratamiento para reducir las molestias posteriores al ejercicio (Carvalho et.al., 2012).

El frío y los estiramientos parecían suprimir la actividad del huso muscular, lo que ayuda a disminuir el dolor muscular. El uso de hielo regularmente después de la actividad o al final del día puede reducir el dolor y la inflamación.

La crioterapia para pacientes con hombros congelados, mialgia cervical, dolor lumbar y bursitis que se quejan de dolor nocturno a menudo puede proporcionar el alivio inicial necesario para permitir el sueño.

Hohenauer et.al., (2019) Demostraron éxito en el tratamiento de lesiones por latigazo cervical combinando crioterapia y una serie de ejercicios isométricos controlados. Se evaluó la recuperación de los esguinces de tobillo, mostrando que la crioterapia comenzó dentro de

las 36 horas después de que la lesión fue estadísticamente más efectiva que la terapia de calor para una recuperación completa y rápida. El inicio temprano de la crioterapia pareció producir una recuperación más temprana de los esguinces de tobillo, se encontró de manera similar que la recuperación de esguinces de tobillo ocurrió antes en el grupo tratado con crioterapia. se informó el éxito de la criocinética en un programa de tratamiento temprano de 1,000 pacientes en un entorno militar que tenían afecciones musculoesqueléticas agudas y dolorosas comunes. Instó a la responsabilidad del paciente por el tratamiento debido a la facilidad de cumplimiento de la crioterapia (Bleakley et.al., 2012).

Se informó resultados beneficiosos Bleakley et.al., (2012) del masaje con hielo en más de 7,000 pacientes ambulatorios. Aunque su estudio no incluyó un control adecuado, la magnitud de su población sugiere credibilidad. También usó masaje combinado con hielo y ejercicio. El masaje con hielo por sí solo no era efectivo para aliviar el dolor muscular retrasado. Sin embargo, la evidencia clínica puede respaldar la ventaja de combinar hielo con ejercicio.

Pawik, Kowalska & Rymaszewska, (2019) indicaron que la crioterapia y la facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF) es un método eficaz para aumentar la flexibilidad del extensor de cadera. La aplicación de hielo a las articulaciones reumatoides agudas y subagudas está respaldada por el trabajo de Harris y McCroskery (1997) Descubrieron que las enzimas destructivas son más activas a temperaturas más altas. Parecería que las aplicaciones frías podrían ser extremadamente valiosas para el paciente reumatoide, especialmente en una etapa de exacerbación. El alivio temporal del dolor mediante la crioterapia puede permitir importantes ejercicios de rango de movimiento.

El número de estudios bien controlados que comparan el tratamiento con calor contra el frío de varios problemas musculoesqueléticos es limitado. Sin embargo, parece haber una justificación válida para incorporar la crioterapia al tratamiento de problemas crónicos y en todas las fases de la rehabilitación. Podrían ocurrir aumentos potenciales en la reacción inflamatoria si se aplica calor demasiado temprano en la fase posterior a la lesión. Además, el calor aplicado a una articulación o área muscular lesionada después del ejercicio o la actividad en realidad puede aumentar la hinchazón. El hielo podría tener algunas ventajas sobre el calor debido a este factor inflamatorio.

I. Contraindicaciones

La aparición de reacciones adversas graves al frío es poco frecuente; Sin embargo, varios estudios han informado contraindicaciones y precauciones.

Se clasifica tres tipos de hipersensibilidad al frío. El primer tipo es el resultado de la liberación de histamina o sustancias similares a la histamina, frecuentemente presentadas como urticaria fría clásica. El segundo tipo es el resultado de la presencia de hemolisinas y aglutininas frías, que producen principalmente síntomas generales como malestar general, escalofríos y fiebre con anemia significativa. El tercer tipo es el resultado de la presencia de crioglobulinas, que a su vez producen escalofríos y fiebre y afectan gravemente tanto la visión como la audición hasta el punto de ceguera y sordera (Tipton, Colier, Massey, Corbett & Harper, 2017).

El profesional de salud debe ser consciente de la posibilidad de estas hipersensibilidades, especialmente en pacientes con enfermedades asociadas, como lupus eritematoso, neumonía atípica, enfermedad reumatoide, esclerosis sintomática progresiva o mieloma múltiple. El fenómeno de Raynaud a menudo asociado con afecciones reumáticas puede impedir la aplicación de frío. Se debe tener especial cuidado al tratar las extremidades distales debido al aumento patológico en el tono arterial y el potencial de cierre de las arterias digitales (García & Pelayo, 2016).

Se debe tener precaución adicional para aquellos individuos con enfermedad vascular periférica severa con insuficiencia arterial. Los efectos vasoconstrictores del frío pueden ser potencialmente dañinos. El médico también debe exhibir un cuidado adicional para las personas con piel insensible o pacientes cardíacos inestables.

Una pregunta frecuente es sobre la aparición de congelación por el tratamiento con hielo. El daño tisular por congelación es posible, aunque es raro si se siguen las pautas estándar de crioterapia. La exposición prolongada al frío, agua y baja temperatura ambiental puede aumentar el riesgo de congelación. Sin embargo, se debe tener extrema precaución al usar un vapoco refrigerante como el cloruro de etilo, ya que se produce un enfriamiento rápido de la piel y se puede producir la congelación del tejido (Carvalho et.al., 2012).

El uso adecuado del frío es importante para eliminar posibles problemas debido al enfriamiento extremo. Se informó un informe de caso de parálisis nerviosa inducida por el frío después de una aplicación de hielo de dos horas en la rodilla de un atleta de secundaria lesionado. Este tipo de reacción adversa se debe prevenir limitando el tiempo de tratamiento a 20 minutos.

II. Protocolo de tratamiento

Como protocolo para la aplicación de crioterapia se tomó como guía y referencia el protocolo de intervención establecido en la publicación “Quadriceps Muscle Function After

Rehabilitation With Cryotherapy in Patients With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction", establecido por el grupo medico Hart, Kuenze, Diduch & Ingresoll, 2014. En el cual se utilizó bolsas de hielo sobre la zona a tratar durante 20 minutos.

De igual manera en el presente estudio se ubicó a los pacientes inmediatamente tras haber finalizado los ejercicios anaeróbicos en decúbito prono en una camilla con un espacio para situar la cabeza, el paciente mantenía los pies y rodillas unidas y en extensión, brazos y manos en posición neutra relajada descansando a los lados del paciente.

Se aplico tres bolsas de hielo con aproximadamente 2.5 litros de hielo en total, se colocó una bolsa de hielo sobre cada hombro y una que abarca la espalada y zona cervical, se sujetó las bolsas en lugar con cinchas elásticas durante 20 minutos.

2.4. Hipótesis de la investigación

La crioterapia reduce el dolor muscular a corto plazo y aumenta los rangos de movilidad a corto plazo a nivel de columna cervical en pacientes que realicen ejercicios anaeróbicos.

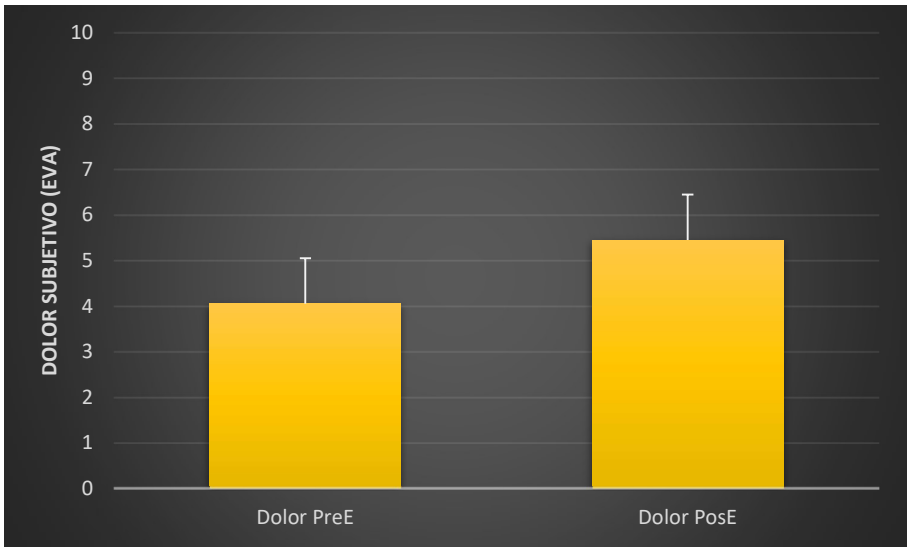
Capítulo 3. Resultados y Discusión

3. RESULTADOS

I. Resultados descriptivos

En el **Grafico 1** se pueden observar los resultados del promedio del dolor evaluado en los participantes antes y después de realizar los ejercicios anaeróbicos. En la figura se demuestra que el dolor era cercano a 4 puntos según EVA antes de realizar los ejercicios, y un valor mayor (6 puntos) después de realizar los ejercicios establecidos.

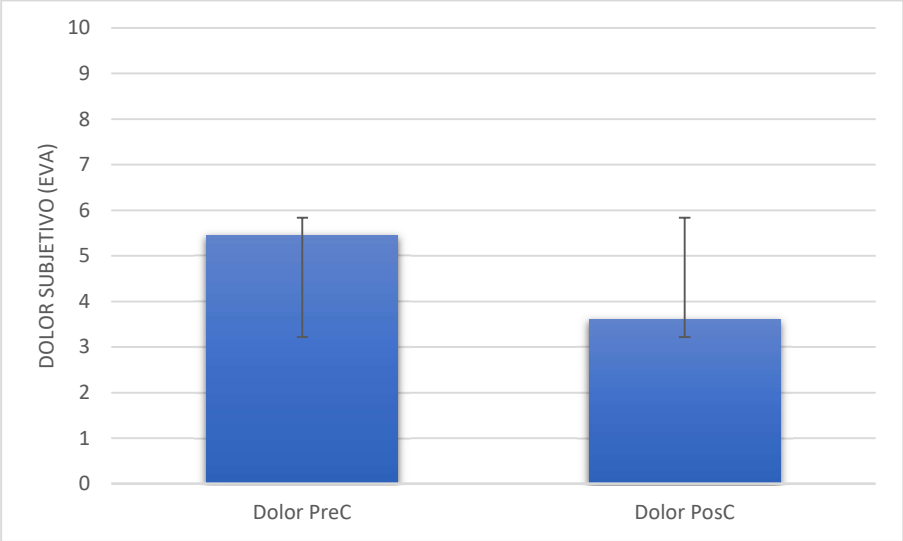
Gráfico 1. Promedio de dolor subjetivo evaluado mediante EVA antes y después de realizar la sesión de ejercicios



Elaborado por: Bryan Bynoth

En el **Grafico 2** se pueden observar los resultados del promedio del dolor en los participantes antes de la aplicación e inmediatamente después de la aplicación de crioterapia tras haber realizado los ejercicios establecidos previamente. En dicha figura se demuestra que el dolor era cercano a los 6 puntos según EVA antes de la aplicación de crioterapia, y un valor menor (4 puntos según EVA) después de la aplicación.

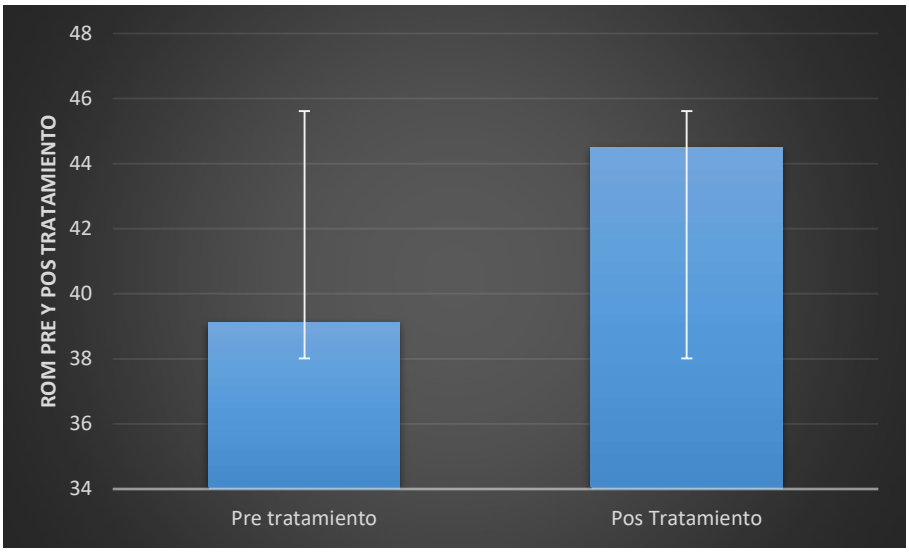
Gráfico 2. Promedio de dolor subjetivo evaluado mediante EVA antes y después de realizar la aplicación de crioterapia posterior al entrenamiento



Elaborado por Bryan Bynoth

En el **Grafico 3** se pueden observar los resultados del promedio del ROM evaluado en los participantes la primera semana al inicio del tratamiento (previo a los ejercicios y aplicación de crioterapia) y en la última semana al final de realizar todo el tratamiento establecido. En la figura 3 se demuestra que los ROM eran cercanos a 39 grados de flexión de columna cervical antes de realizar los ejercicios, y un ROM mayor, de 44 grados al finalizar el tratamiento.

Gráfico 3. Promedio de ROM (grados) evaluado mediante goniometría al inicio y al final del tratamiento realizado.



Elaborado por Bryan Bynoth

3.1 Resultados inferenciales.

En la **tabla 4** se muestran los resultados de la comparación del promedio del dolor entre sesiones de tratamiento. En ellas se puede observar que el dolor es superior en los participantes previo al entrenamiento en comparación con el dolor posterior al entrenamiento.

Tabla 4. Comparación del promedio de dolor entre las sesiones de entrenamiento

Estadísticas de muestras pareadas

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	DolorPreEntre	4.0500	20	.99868	.22331
	DolorPosEntre	5.4500	20	.88704	.19835

Elaborado por Bryan Bynoth

Al comparar estos promedios se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p<0.05$) en el dolor de aproximadamente 1.4cm según la escala visual analógica (tabla 5).

Tabla 5. Resultados de la prueba T-student para la comparación de los promedios de dolor entre sesiones de entrenamiento.

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	DolorPreEntre - DolorPosEntre	-1.40000	.50262	.11239	-1.63524	-1.16476	-12.457	19	.000

Elaborado por Bryan Bynoth

En la **tabla 6** se muestran los resultados de la comparación del promedio del dolor antes y después de la aplicación de crioterapia. En ella se puede observar que el dolor es superior en los participantes antes de la aplicación en comparación con el dolor al finalizar al entrenamiento.

Tabla 6. Comparación del promedio de dolor entre las sesiones de aplicación de crioterapia.

Estadísticas de muestras pareadas

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	DolorPreCrioT	5.4500	20	.88704	.19835
	DolorPosCrioT	3.6000	20	1.09545	.24495

Elaborado por Bryan Bynoth

Al comparar estos promedios se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p<0.05$) en el dolor de aproximadamente 1.8cm según la escala visual analógica (tabla 7).

Tabla 7. Resultados de la prueba T-student para la comparación de los promedios de dolor entre las sesiones de aplicación de crioterapia.

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	DolorPreCrioT - DolorPosCrioT	1.85000	.74516	.16662	1.50125	2.19875	11.103	19	.000

Elaborado por Bryan Bynoth

En la **tabla 8** se muestran los resultados de la comparación del promedio del ROM al inicio y al final del tratamiento establecido. En ellas se puede observar que los rangos de movilidad a nivel de columna cervical son superiores en los participantes después de realizar el entrenamiento en comparación con los participantes previo al entrenamiento.

Tabla 8. Comparación del promedio de ROM entre los participantes al inicio y al final del tratamiento establecido.

Estadísticas de muestras pareadas

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	GoniometriaPre	39.1250	20	2.78565	.62289
	GoniometriaPost	44.5000	20	1.76963	.39570

Elaborado por Bryan Bynoth

Al comparar estos promedios se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p<0.05$) en los rangos de movilidad de aproximadamente 5.37 grados según la aplicación de goniometría en los pacientes (tabla 9).

Tabla 9. Resultados de la prueba T-student para la comparación de los promedios de rangos de movilidad entre los participantes al inicio y al final del tratamiento establecido.

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	GoniometriaPre - GoniometriaPost	-5.37500	1.81278	.40535	-6.22341	-4.52659	-13.260	19	.000

Elaborado por Bryan Bynoth

3.2. DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación fue determinar la efectividad de la crioterapia en pacientes de 45 a 60 años de edad que realicen ejercicios anaeróbicos para reducir el dolor en el Centro de Rehabilitación y Entrenamiento Físico “Namaste fit”. Como principal resultado se encontró que la crioterapia alivió el dolor en zona cervical (esplenios, escalenos y trapecios) inmediatamente después de su aplicación en los participantes que realizaban

ejercicios anaeróbicos, sin embargo, no se encontró una disminución de dolor significativa a largo plazo.

Debido a que la muestra de este estudio se entró conformada por un 50% de mujeres y 50% de hombres y con un dolor inicial de EVA < 6, los resultados encontrados van a ser representativos para los dos géneros.

Las características de los pacientes que formaron parte de este estudio son similares a los evaluados por (Hohenaue et.al., 2019), en un estudio que tuvo por objetivo determinar la efecto fisiológico y musculoesquelético a la aplicación de crioterapia de cuerpo parcial en mujeres tras lesiones musculares, entre sus resultados evaluaron el nivel de dolor percibido por las pacientes antes y después de la aplicación de crioterapia en la cual se determinó que las pacientes presentaban una disminución de dolor (Hohenauer et.al., 2019).

En cuanto los resultados de la evaluación del dolor sobre la zona cervical (esplenios, escalenos y trapecios) después de realizar los ejercicios anaeróbico previo a la aplicación de crioterapia se encontró que los participantes presentaron un aumento de dolor promedio de 1 punto según EVA al finalizar cada sesión (Tabla 1).

Este aumento en dolor de los pacientes pudo deberse a que la mayoría sufría un dolor previo en la musculatura cervical y trapecios. Un estudio demuestra que los ejercicios anaeróbicos realizados por 10 minutos sobre zonas de dolor u lesionadas puede generar una respuesta de incomodidad y dolor severo en las zonas afectadas (Cunha, Pinto, Sampaio, & Conti, 2016).

En comparación con un estudio realizado (Cunha, Pinto, Sampaio, & Conti, 2016). En el cual se enfocó principalmente en pacientes que habían sufrido lesiones previas en su juventud, se evidencio un aumento del dolor tras realizar los ejercicios anaeróbicos sobre las zonas afectadas de los pacientes, además los participantes se encontraban entre las edades de 20 a 30 años y se realizó el entrenamiento durante 20 minutos con una pausa.

En el presente estudio se realizó con paciente entre 45 a 60 años de edad los cuales presentaban algún tipo de dolor previo en la zona cervical, el entrenamiento se realizó durante 20 minutos sin pausas, cabe recalcar que en comparación con el presente estudio se evidenció un incremento promedio de 1 punto de dolor según EVA tras realizar el entrenamiento, en comparación con el estudio realizado por (Cunha, Pinto, Sampaio, & Conti, 2016). En el cual se establece que el dolor aumento en un promedio de 3 puntos tras realizar el entrenamiento.

Esta diferencia pudo deberse a que los pacientes evaluados en el presente estudio no presentaban ninguna lesión y los dolores que presentan son relacionados con posturas inadecuadas en su vida laboral.

En cuanto a los resultados de la evaluación de los rangos de movilidad tras haber concluido todo el tratamiento establecido, se encontró que los pacientes presentaron un aumento de 6 grados en flexión de su columna cervical según la goniometría realizada. (Tabla 3).

Este aumento en rangos de movilidad pudo deberse a que los ejercicios que realizaban los participantes incluían ejercicios de estiramiento activos además de la aplicación de crioterapia. Un estudio demuestra que en efecto la crioterapia ayuda a la elasticidad y a aumentar rangos de movilidad en pacientes a largo plazo ya que estimula la proteína de colágeno en el cuerpo (Hong, Jung & Yim, 2020).

En un estudio realizado por Hong, Jung & Yim, 2020, se utilizó un MyotonPRO (Myoton Muscle Diagnostics, Europe, 2011), para medir el tono, la elasticidad y rangos de movilidad, además previo a la inmersión en crioterapia los participantes fueron inmersos en agua caliente ente (38–40°C) por 4 minutos y no se realizó ningún entrenamiento previo, en el cual se observó un aumento en los grados de movilidad de los pacientes (Hong, Jung & Yim, 2020).

En el presente estudio se evidenció un incremento promedio de 6 grados de flexión a nivel de columna cervical, en comparación con el estudio realizado por Hong, Jung & Yim, 2020. En el cual existe un aumento promedio de 3 grados en rangos de movilidad.

Además, este estudio se utilizó un goniómetro para medir los rangos de movilidad omitiendo el tono y elasticidad, no se sumergió a los participantes en el agua caliente y solo la inmersión en el agua fría tras haber realizado los ejercicios propuestos en el entrenamiento.

Esta diferencia en el incremento de los rangos de movilidad puede deberse a que en el presente estudio se realizó un entrenamiento previo a la aplicación de crioterapia la cual consistía en ejercicios anaeróbicos y estiramientos entre los cuales se realizaban ejercicios de yoga, pilates y ejercicios de flexión y extensión de cervical en algunas de las sesiones.

I. Limitaciones

Este estudio presenta algunas limitaciones, una de ellas fue el tamaño reducido de la muestra, por lo cual el nivel de la generalización de los resultados puede ser reducido

Debido a la complicación con los pacientes por motivos de inasistencia de su parte o asistencia en días irregulares, no fue posible realizar el tratamiento todos los días establecidos ni realizar la evaluación todos los días establecidos, por lo cual los resultados podrían variar entre pacientes los cuales asistieron regularmente a comparación con los que asistieron en días fuera de los establecidos, todos los pacientes completaron las 12 sesiones, pero en diferentes horarios.

Adicionalmente, debido a la falta de tiempo y participación por parte de los pacientes solo se pudo recolectar datos a lo largo de un mes, por lo cual los efectos a largo plazo del tratamiento pueden verse reducidos.

Por último, por falta de personal y de tiempo establecido para cada sesión solo se realizó goniometría en flexión de columna cervical al inicio y al final de todo el estudio, por lo cual los resultados pueden verse limitados a esta zona específicamente.

II. Aplicación Práctica

Basado en los resultados del presente estudio, la aplicación de crioterapia puede ayudar a pacientes a disminuir el dolor a corto plazo, además el tratamiento ayuda al incremento de ROM en flexión de columna cervical, por lo contrario, el entrenamiento anaeróbico en pacientes con dolores previos de musculatura cervical y trapecios debido a obligaciones laborales puede incrementar el dolor en estas zonas, por lo cual podría convertirse en una excelente alternativa para prevenir dolores y malestar musculoesquelético tras haber realizado ejercicios anaeróbicos y estiramientos, de igual manera no se necesita mucha preparación para realizar la aplicación por lo que se puede aplicar al final de cada sesión de entrenamiento sin alterar la rutina del paciente. De esta manera se convierte en una técnica optima promover el entrenamiento físico y anaeróbico en pacientes que requieran seguir un plan de tratamiento físico establecido, pero no lo logren o no lo quieran seguir debido a dolores o molestias musculoesqueléticas

3.3. CONCLUSIONES

Los participantes presentaron un dolor promedio de 4 puntos en la musculatura cervical (esplenios, escalenos y trapecios) evaluados según EVA y presentaron un aumento en su dolor de un punto tras realizar los ejercicios anaeróbicos durante 30 minutos.

Existe una disminución de dolor de 2 puntos según EVA en promedio entre sesiones inmediatamente tras la aplicación de crioterapia a en la región muscular cervical (esplenios, escalenos y trapecios)

Existe un aumento promedio de 5 grados en flexión de columna cervical según la evaluación goniométrica en comparación al inicio del del estudio.

Se establece que la aplicación de crioterapia disminuye el dolor según EVA a corto plazo en los participantes.

3.4. RECOMENDACIONES

Se espera que el presente estudio sirva de base para realizar futuras investigaciones, en las cuales se pueden utilizar una muestra más grande para aumentar el nivel de generalización de resultados.

Adicionalmente, se podría medir rangos de movilización articular en diferentes zonas no solo en la columna cervical para tener un resultado y más específico sobre el incremento de ROM en todas las articulaciones del paciente.

Se recomienda evaluar la retención al tratamiento del paciente a largo plazo y así evidenciar si el dolor cambia tras haber concluido el estudio

Además, sería ideal evaluar el dolor que siente el paciente en diferentes zonas del cuerpo, no solo a nivel de trapecios y musculatura cervical para tener un mejor entendimiento sobre los efectos de la crioterapia a nivel global corporal.

Se sugiere enseñar a los pacientes la manera más adecuada de realizar los ejercicios para evitar que los pacientes presente otro tipo de dolor por lesiones causadas al realizar los ejercicios inadecuadamente, de esta manera se puede tener un menor sesgo de error al realizar las evaluaciones de dolor. Futuros estudio además deben controlar la regularidad de asistencia de los pacientes al tratamiento

Se puede evaluar los rangos de movilidad de los pacientes al finalizar cada sesión para obtener un mejor entendimiento y mejores resultados sobre el progreso del tratamiento.

4. Referencias Bibliográficas

Arenas, M. A., Ramos, T. C., & Fernández-Argëlles, E. L. (2005). Utilización de la crioterapia en el ámbito deportivo. E-balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte, 1(1), 17-23.

Ashrafinia, F., Mirmohammadali, M., Rajabi, H., Kazemnejad, A., Haghighi, K. S., & Amelvalizadeh, M. (2015). Effect of Pilates exercises on postpartum maternal fatigue. Singapore medical journal, 56(3), 169.

Alejandro, H., & García Pelayo, M. (2016). Manejo de crisis de dolor agudo secundario a Artritis Reumatoide (AR) con Crioterapia de Cuerpo Completo (WBC): reporte de caso.

Bonilla, F. L. (2010). El valor económico agregado (EVA) en el valor del negocio. Revista Nacional de administración, 1(1), 55-70.

Bleakley C, McDonough S, Gardner E, Baxter GD, Hopkins JT, Davison GW. Cold-water immersion (cryotherapy) for preventing and treating muscle soreness after exercise. Cochrane Database Syst Rev. 2012 Feb 15;2012(2):CD008262. doi: 10.1002/14651858.CD008262.pub2. PMID: 22336838; PMCID: PMC6492480.

Cone, T. E. (1979). History of American pediatrics (pp. 14-18). Boston, Mass: Little, Brown.

Carvalho, A. R. D., Medeiros, D. L. D., Souza, F. T. D., Paula, G. F. D., Barbosa, P. M., Vasconcellos, P. R. O., ... & Bertolini, G. R. F. (2012). Variação de temperatura do úmsculo cuádriceps femoral exposto a duas modalidades de crioterapia por meio de termografia. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 18(2), 109-111.

Cevallos, J. (2014). Lesiones en el deporte. La Hora. Recuperado de. https://lahora.com.ec/noticia/1000278097/lesiones-en-el-deporte

Dantas LO, Breda CC, da Silva Serrao PRM, Aburquerque-Sendín F, Serafim Jorge AE, Cunha JE, Barbosa GM, Durigan JLQ, Salvini TF. Short-term cryotherapy did not substantially reduce pain and had unclear effects on physical function and quality of life in people with knee osteoarthritis: a randomised trial. J Physiother. 2019 Oct;65(4):215-221. doi: 10.1016/j.jphys.2019.08.004. Epub 2019 Sep 11. PMID: 31521551.

Gizińska M, Rutkowski R, Romanowski W, Lewandowski J, Straburzyńska-Lupa A. Effects of Whole-Body Cryotherapy in Comparison with Other Physical Modalities Used with Kinesitherapy in Rheumatoid Arthritis. Biomed Res Int. 2015; 2015:409174. doi: 10.1155/2015/409174. Epub 2015 Oct 21. PMID: 26576422; PMCID: PMC4631852.

Hart, J. M., Kuenze, C. M., Diduch, D. R., & Ingersoll, C. D. (2014). Quadriceps muscle function after rehabilitation with cryotherapy in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. Journal of athletic training, 49(6), 733-739.

Hohenauer E, Taeymans J, Baeyens JP, Clarys P, Clijsen R. The Effect of Post-Exercise Cryotherapy on Recovery Characteristics: A Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS One. 2015 Sep 28;10(9):e0139028. doi: 10.1371/journal.pone.0139028. PMID: 26413718; PMCID: PMC4586380.

Hanai A, Ishiguro H, Sozu T, Tsuda M, Yano I, Nakagawa T, Imai S, Hamabe Y, Toi M, Arai H, Tsuboyama T. Effects of Cryotherapy on Objective and Subjective Symptoms of Paclitaxel-Induced Neuropathy: Prospective Self-Controlled Trial. J Natl Cancer Inst. 2018 Feb 1;110(2):141-148. doi: 10.1093/jnci/djx178. PMID: 29924336; PMCID: PMC6007752.

Hohenauer E, Costello JT, Deliens T, Clarys P, Stoop R, Clijsen R. Partial-body cryotherapy (-135°C) and cold-water immersion (10°C) after muscle damage in females. Scand J Med Sci Sports. 2020 Mar;30(3):485-495. doi: 10.1111/sms.13593. Epub 2019 Nov 27. PMID: 31677292; PMCID: PMC7027844.

Irandoust, K., & Taheri, M. (2016). The impact of yoga and pilates exercises on older adults. Iranian Journal of Ageing, 11(1), 152-161.

Jung JH, Risk MC, Goldfarb R, Reddy B, Coles B, Dahm P. Primary cryotherapy for localised or locally advanced prostate cancer. BJU Int. 2019 Sep;124(3):383-385. doi: 10.1111/bju.14519. Epub 2019 Jul 2. PMID: 30113128.

Kim, K. M., & Kim, K. M. (2017). Effects of Joint Cryotherapy on Muscle Function. Exercise Science, 26(1), 1-7

Kelechi TJ, Mueller M, Madisetti M, Prentice MA, Dooley MJ. Effectiveness of cooling therapy (cryotherapy) on leg pain and self-efficacy in patients with chronic venous disease: A randomized controlled trial. Int J Nurs Stud. 2018 Oct; 86:1-10. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2018.04.015. Epub 2018 Apr 26. PMID: 29957362; PMCID: PMC6186183.

Kojima C, Kasai N, Kondo C, Ebi K, Goto K. Post-Exercise Whole Body Cryotherapy (-140 °C) Increases Energy Intake in Athletes. Nutrients. 2018 Jul 12;10(7):893. doi: 10.3390/nu10070893. PMID: 30002346; PMCID: PMC6073162.

Kurisu K, Yenari MA. Therapeutic hypothermia for ischemic stroke; pathophysiology and future promise. Neuropharmacology. 2018 May 15;134(Pt B):302-309. doi: 10.1016/j.neuropharm.2017.08.025. Epub 2017 Aug 19. PMID: 28830757; PMCID: PMC6919548.

Karaduman ZO, Turhal O, Turhan Y, Orhan Z, Arican M, Uslu M, Cangur S. Evaluation of the Clinical Efficacy of Using Thermal Camera for Cryotherapy in Patients with Total Knee Arthroplasty: A Prospective Study. Medicina (Kaunas). 2019 Sep

30;55(10):661. doi: 10.3390/medicina55100661. PMID: 31575006; PMCID: PMC6843352.

Loap S, Lathe R. Mechanism Underlying Tissue Cryotherapy to Combat Obesity/Overweight: Triggering Thermogenesis. J Obes. 2018 May 2; 2018:5789647. doi: 10.1155/2018/5789647. PMID: 29854439; PMCID: PMC5954866.

National Athletic Trainers' Association (2016). Muscles spasms and injuries during an intense workout. Carrollton, TX 75006

Nadarajah S, Ariyagunarajah R, Jong ED. Cryotherapy: not as cool as it seems. J Physiol. 2018 Feb 15;596(4):561-562. doi: 10.1113/JP275665. Epub 2018 Jan 19. PMID: 29315568; PMCID: PMC5813599.

Norkin, C. C., & White, D. J. (2016). Measurement of joint motion: a guide to goniometry. FA Davis.

Pawik M, Kowalska J, Rymaszewska J. The effectiveness of whole-body cryotherapy and physical exercises on the psychological well-being of patients with multiple sclerosis: A comparative analysis. Adv Clin Exp Med. 2019 Nov;28(11):1477-1483. doi: 10.17219/acem/104529. PMID: 30968613.

Qu C, Wu Z, Xu M, Qin F, Dong Y, Wang Z, Zhao J. Cryotherapy Models and Timing-Sequence Recovery of Exercise-Induced Muscle Damage in Middle- and Long-Distance Runners. J Athl Train. 2020 Apr;55(4):329-335. doi: 10.4085/1062-6050-529-18. Epub 2020 Mar 11. PMID: 32160058; PMCID: PMC7164561.

Rodas, G., Ventura, J. L., Cadefau, J. A., Cusso, R., & Parra, J. (2002). Un programa de entrenamiento intenso para un rápido mejoramiento tanto del metabolismo aeróbico como del anaeróbico. Apunts. Medicina de l'Esport, 37(140), 5-12.

Romero-Morales C, Martín-Llantino PJ, Calvo-Lobo C, Beltran-Alacreu H, López-López D, Sánchez-Gómez R, Rodríguez-Sanz D. Effectiveness of Eccentric Exercise and a Vibration or Cryotherapy Program in Enhancing Rectus Abdominis Muscle Thickness and Inter-Rectus Distance in Patients with Chronic Mid-Portion Achilles Tendinopathy: A Randomized Clinical Trial. Int J Med Sci. 2018 Nov 23;15(14):1764-1770. doi: 10.7150/ijms.28656. PMID: 30588201; PMCID: PMC6299416.

Ruddy KJ, Le-Rademacher J, Lacouture ME, Wilkinson M, Onitilo AA, Vander Woude AC, Grosse-Perdekamp MT, Dockter T, Tan AD, Beutler A, Loprinzi CL. Randomized controlled trial of cryotherapy to prevent paclitaxel-induced peripheral neuropathy (RU221511I); an ACCRU trial. Breast. 2019 Dec; 48:89-97. doi: 10.1016/j.breast.2019.09.011. Epub 2019 Sep 19. PMID: 31590108; PMCID: PMC7558814.

Rymaszewska J, Urbanska K, Szcześniak D, Pawłowski T, Pieniawska-Śmiech K, Kokot I, Pawlik-Sobecka L, Płaczkowska S, Zabłocka A, Stańczykiewicz B. Whole-body cryotherapy - promising add-on treatment of depressive disorders. Psychiatr Pol. 2019 Oct 30;53(5):1053-1067. English, Polish. doi: 10.12740/PP/OnlineFirst/91298. Epub 2019 Oct 30. PMID: 31955185.

Stevens, C. J., Mauger, A. R., Hassmèn, P., & Taylor, L. (2018). Endurance performance is influenced by perceptions of pain and temperature: theory, applications and safety considerations. Sports medicine, 48(3), 525-537.

Thienpont E. Does advanced cryotherapy reduce pain and narcotic consumption after knee arthroplasty? Clin Orthop Relat Res. 2014 Nov;472(11):3417-23. doi: 10.1007/s11999-014-3810-8. Epub 2014 Jul 25. PMID: 25059851; PMCID: PMC4182365

Tipton MJ, Collier N, Massey H, Corbett J, Harper M. Cold water immersion: kill or cure? Exp Physiol. 2017 Nov 1;102(11):1335-1355. doi: 10.1113/EP086283. Epub 2017 Sep 21. PMID: 28833689.

Thacoor A, Sandiford NA. Cryotherapy following total knee arthroplasty: What is the evidence? J Orthop Surg (Hong Kong). 2019 Jan-Apr;27(1):2309499019832752. doi: 10.1177/2309499019832752. PMID: 30827174.

Vázquez, X. M. (2015). Terapia rehabilitadora para el dolor lumbar. Prada, MF, & Molina, JT Dolor lumbar. Recuperado en, 14.

Wang, C. C., Chao, J. K., Chang, Y. H., Chou, C. L., & Kao, C. L. (2020). Care for patients with musculoskeletal pain during the COVID-19 pandemic: Physical therapy and rehabilitation suggestions for pain management. Journal of the Chinese Medical Association, 83(9), 822

Zembron-Lacny A, Morawin B, Wawrzyniak-Gramacka E, Gramacki J, Jarmuzek P, Kotlega D, Ziemann E. Multiple Cryotherapy Attenuates Oxi-Inflammatory Response Following Skeletal Muscle Injury. Int J Environ Res Public Health. 2020 Oct 27;17(21):7855. doi: 10.3390/ijerph17217855. PMID: 33120891; PMCID: PMC7663269.

ANEXOS

Anexo 1: Instrumento; Encuesta para la muestra

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Enfermería
Unidad de Titulación
PUCE

Encuesta

Esta encuesta tiene como finalidad obtener la muestra para el trabajo de Disertación de grado, que lleva por nombre Aplicación de crioterapia en pacientes de 45 a 60 años de edad que realicen ejercicios anaeróbicos en el centro de rehabilitación "Namaste Fit" en el periodo 2019-2020.

C.I.		Sexo:	M	F

Talla:	

Peso:	

Edad:	

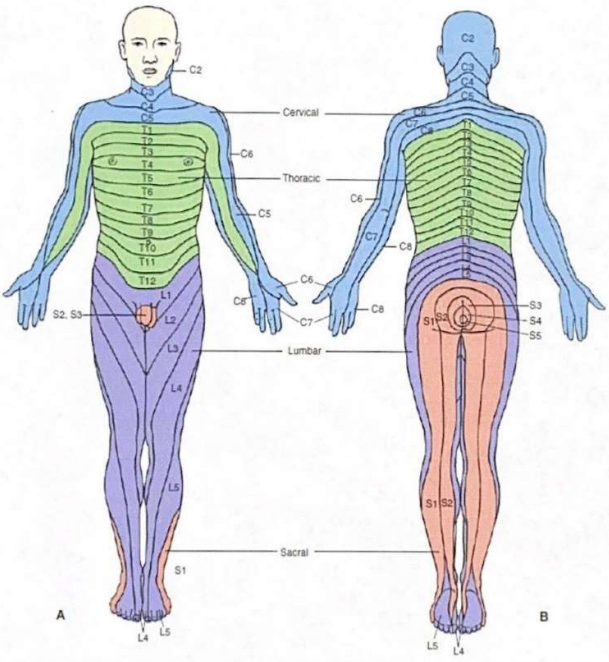
Motivo Para Su Asistencia:

Hace cuanto tiempo Asiste al centro	

Si asiste al centro por motivo de rehabilitación; detalle cual fue su lesión y hace cuanto tiempo sufrió el accidente

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Enfermería
Unidad de Titulación

En el siguiente grafico señale en que región o regiones presenta el dolor

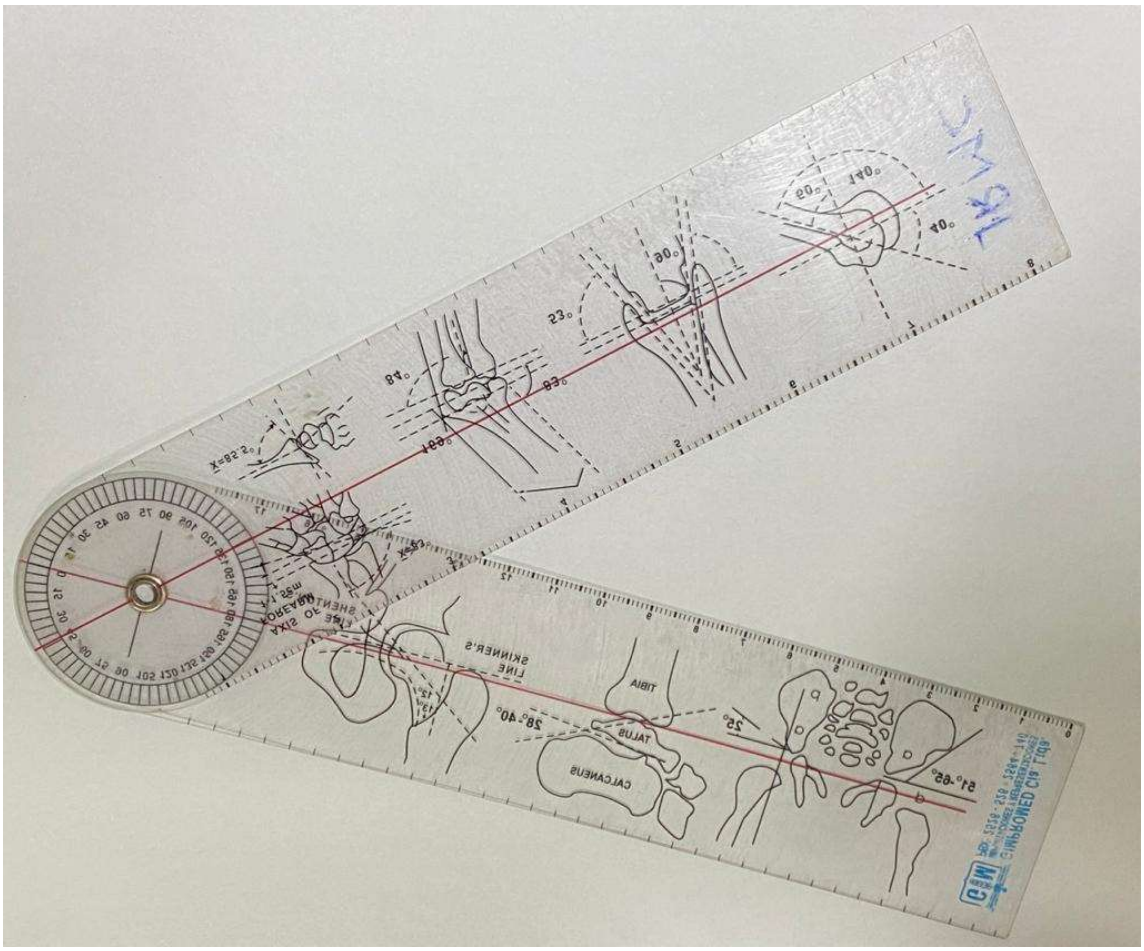


Del 1 al 10 que tan intenso es su dolor



Anexo 2: Instrumento; Escala Visual Analógica

Anexo 3: Goniómetro utilizado para la medición de los Rangos de Movilidad.



Anexo 4: Consentimiento Informado.

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Enfermería
Unidad de Titulación
PUCE

Consentimiento Informado para la Recopilación de Datos

Aplicación de Crioterapia y Medición de Rangos Goniométricos

Por medio de la presente yo..... con C.I ..... Paciente que asiste voluntariamente al Centro de Rehabilitación y Entrenamiento Físico "Namaste fit" autorizo, que el señor Bryan Kevin Bynoth Chicaiza, estudiante de la Carrera de Terapia Física de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, me realice una encuesta de dolor, me realice la aplicación de Crioterapia y medición de Rangos de Movilidad, con el fin de que obtenga los datos necesarios para el desarrollo del trabajo de disertación que lleva por nombre: Aplicación de crioterapia en pacientes de 45 a 60 años de edad que realicen ejercicios anaeróbicos en el centro de rehabilitación "Namaste Fit" en el periodo 2019-2020.

_____

Firma