

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA

APLICACIÓN DE IONTOFORESIS CON LIDOCAÍNA EN FRACTURAS CONSOLIDADAS DE MIEMBRO SUPERIOR PREVIO A LA FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA CON LA TÉCNICA DE CONTRAIGA Y RELAJE. (ESTUDIO REALIZADO EN EL HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE, SAN JUAN DE DIOS, QUETZALTENANGO, GUATEMALA)

TESIS DE GRADO

GEOVANNA GUIZAR ARAYA
CARNET 16348-08

QUETZALTENANGO, JUNIO DE 2018
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA

APLICACIÓN DE IONTOFORESIS CON LIDOCAÍNA EN FRACTURAS CONSOLIDADAS DE MIEMBRO SUPERIOR PREVIO A LA FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA CON LA TÉCNICA DE CONTRAIGRA Y RELAJE. (ESTUDIO REALIZADO EN EL HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE, SAN JUAN DE DIOS, QUETZALTENANGO, GUATEMALA)

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUD

POR
GEOVANNA GUIZAR ARAYA

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE FISIOTERAPISTA EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

QUETZALTENANGO, JUNIO DE 2018
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

DECANO: DR. EDGAR MIGUEL LÓPEZ ÁLVAREZ

SECRETARIA: LIC. WENDY MARIANA ORDOÑEZ LORENTE

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. KARLA YESENIA XICARÁ MÉRIDA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. SUSANA KAMPER MERIZALDE

LIC. ALICIA EUGENIA DEL ROSARIO ARROYAVE COHEN

LIC. CONSUELO ANNABELLA ESCOBAR Y ESCOBAR

AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO

| | |
|---|------------------------------------|
| DIRECTOR DE CAMPUS: | P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J. |
| SUBDIRECTORA ACADÉMICA: | MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN |
| SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: | MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ |
| SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO: | MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ |
| SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL: | MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ |

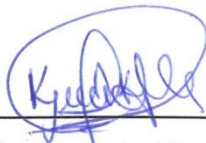
Quetzaltenango, 30 de noviembre de 2016

Mgtr. Susana Kamper
Coordinadora Licenciatura en Fisioterapia
Universidad Rafael Landívar
Campus Quetzaltenango

Por este medio me permito saludarla, deseando éxitos y bendiciones a nivel personal y laboral.

Me es grato exponerle que he terminado de revisar y asesorar el trabajo de tesis de la estudiante de la Licenciatura en Fisioterapia, Geovanna Guizar Araya de Albores, quien se identifica con número de carné: 1634808 la cual es titulada como **“APLICACIÓN DE IONTOFORESIS CON LIDOCAÍNA EN FRACTURAS CONSOLIDADAS DE MIEMBRO SUPERIOR PREVIO A LA FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA EN LA TÉCNICA DE CONTRAIGA Y RELAJE”**. ESTUDIO REALIZADO EN HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE SAN JUAN DE DIOS, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, observando que el trabajo fue completado y por tanto apruebo dicho estudio.

Sin otro particular me suscribo de usted.



Karla Yesenia Xicará Mérida
Licenciada en Fisioterapia

CA-098



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
No. 09868-2017


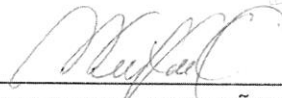
Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante GEOVANNA GUIZAR ARAYA, Carnet 16348-08 en la carrera LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 09964-2017 de fecha 21 de octubre de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

APLICACIÓN DE IONTOFORESIS CON LIDOCAÍNA EN FRACTURAS CONSOLIDADAS DE MIEMBRO SUPERIOR PREVIO A LA FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA CON LA TÉCNICA DE CONTRAIGA Y RELAJE. (ESTUDIO REALIZADO EN EL HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE, SAN JUAN DE DIOS, QUETZALTENANGO, GUATEMALA)

Previo a conferírsele el título de FISIOTERAPISTA en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 19 días del mes de junio del año 2018.



LIC. WENDY MARIANA ORDOÑEZ LORENTE, SECRETARIA
CIENCIAS DE LA SALUD
Universidad Rafael Landívar

Agradecimiento

A Dios, por darme la vida y la fuerza para llegar a este punto, gracias por nunca dejarme sola.

A mis padres, Carlos y María, gracias por su esfuerzo y apoyo incondicional, sin ustedes no estaría culminando esta etapa hoy.

A mi esposo Francisco, gracias por ayudarme a no abandonar esta investigación.

A mis hermanas, Karla y Sonia, gracias por sus ánimos.

A mis compañeras Milvia, Kimberly y Dayhana, gracias por ser una parte muy importante de mi carrera universitaria, les deseo lo mejor en su vida profesional.

A mis catedráticos, gracias por compartir sus conocimientos, sus experiencias y su motivación.

A la coordinadora de Terapia Física y Ocupacional, Msc. Sussana Kamper, gracias por insistir en que culminara esta etapa.

A mi asesora, Licda. Karla Xicará, gracias por su apoyo constante para culminar esta investigación

Por último, gracias a todos los pacientes que fueron parte de esta investigación, sin su confianza en mi persona, no se hubiera realizado esta investigación.

Dedicatoria

A la Universidad Rafael Landívar Campus de Quetzaltenango, específicamente a la carrera de Técnico Universitario en Terapia Física y Ocupacional y Licenciatura en Fisioterapia, por darme las directrices necesarias para culminar mi etapa de preparación profesional.

A ti, estudiante de Terapia Física, que por alguna razón estás consultando esta investigación, encuentres la información que necesitas y logres tus metas para desarrollarte como profesional.

Índice

| | Pág. |
|---|-----------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 3 |
| III. JUSTIFICACIÓN..... | 4 |
| IV. ANTECEDENTES..... | 6 |
| V. MARCO TEÓRICO..... | 13 |
| 5.1 Iontoforesis..... | 13 |
| 5.1.1 Definición..... | 13 |
| 5.1.2 Fundamentos de la iontoforesis..... | 14 |
| 5.1.3 Efectos fisiológicos..... | 16 |
| 5.1.4 Aplicación..... | 17 |
| 5.1.5. Electrodo..... | 19 |
| 5.1.6 Indicaciones..... | 20 |
| 5.1.7 Contraindicaciones..... | 20 |
| 5.2 Lidocaína..... | 21 |
| 5.2.1 Concepto..... | 21 |
| 5.2.2 Propiedades de la lidocaína..... | 21 |
| 5.2.3 Mecanismo de acción de la lidocaína..... | 22 |
| 5.2.4 Efectos de la lidocaína..... | 22 |
| 5.2.5 Indicaciones..... | 22 |
| 5.2.6 Contraindicaciones..... | 22 |
| 5.3. Fracturas de miembro superior..... | 23 |
| 5.3.1 Fractura..... | 23 |
| 5.3.2 Tipos de Fractura..... | 23 |
| 5.3.3 Fracturas comunes de miembro superior..... | 24 |
| 5.3.4 Miembro superior..... | 25 |
| 5.4 Técnica de contraiga y relaje..... | 30 |
| 5.4.1 Facilitación Neuromuscular Propioceptiva..... | 30 |
| 5.4.2 Principios Neurofisiológicos..... | 31 |
| 5.4.3 Procedimientos básicos..... | 31 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 5.4.4 | Técnica de contraiga y relaje: tratamiento directo..... | 32 |
| 5.4.5 | Técnica de contraiga y relaje: tratamiento indirecto..... | 33 |
| VI. | OBJETIVOS..... | 34 |
| 6.1 | General..... | 34 |
| 6.2 | Específicos..... | 34 |
| VII. | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 35 |
| 7.1 | Tipo de estudio..... | 35 |
| 7.2 | Sujetos de estudio..... | 35 |
| 7.3 | Contextualización geográfica y temporal..... | 35 |
| 7.3.1 | Contextualización geográfica..... | 35 |
| 7.3.2 | Contextualización temporal..... | 35 |
| 7.4 | Definición de hipótesis..... | 35 |
| 7.5 | Variables de estudio..... | 36 |
| 7.5.1 | Variables independientes..... | 36 |
| 7.5.2 | Variable dependiente..... | 36 |
| 7.6 | Definición de variables..... | 36 |
| 7.6.1 | Definición conceptual..... | 36 |
| 7.6.2 | Definición operacional..... | 37 |
| VIII. | MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS..... | 39 |
| 8.1 | Selección de los sujetos de estudio..... | 39 |
| 8.2 | Recolección de datos..... | 39 |
| 8.3 | Validación de instrumentos..... | 39 |
| 8.3.1 | Historia Clínica..... | 40 |
| 8.3.2 | Formato de escala de fuerza muscular de Daniels..... | 40 |
| 8.3.2 | Formato de amplitud articular..... | 40 |
| 8.3.3 | Formato de escala de dolor numérica..... | 40 |
| 8.4 | Protocolo de tratamiento..... | 41 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| IX. | PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS..... | 44 |
| 9.1 | Descripción del proceso de digitación..... | 44 |
| 9.2 | Plan de análisis de datos..... | 44 |
| 9.3 | Métodos estadísticos..... | 44 |
| X. | PRESENTACIÓN DE RESULTADOS..... | 46 |
| XI. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 63 |
| XII. | CONCLUSIONES..... | 70 |
| XIII. | RECOMENDACIONES..... | 71 |
| XIV. | BIBLIOGRAFÍA..... | 72 |
| XV. | ANEXOS..... | 75 |

Resumen

Cuando una persona sufre una fractura, el tratamiento mayormente aplicado es la inmovilización por un tiempo determinado según el tipo de fractura, al momento de culminar este proceso, la articulación inmovilizada se encuentra limitada, anulando la funcionalidad de la misma, por lo que el objetivo principal durante la rehabilitación está enfocada en aumentar la amplitud articular, utilizando la facilitación neuromuscular propioceptiva en su técnica de contraiga y relaje en la mayoría de casos, siendo un tratamiento bastante efectivo, pero altamente doloroso, teniendo como consecuencia que los pacientes renuncien a la rehabilitación, por no soportar el dolor o por miedo a volver a fracturarse, por lo que se consideró necesario encontrar una alternativa que permitiera anular o disminuir el dolor que presentan, encontrando que la técnica de iontoforesis con el fármaco lidocaína ha sido efectiva en otros casos de dolor por limitación por lo que se decidió utilizarla en éste caso, evaluando y tratando a 20 pacientes con rango de edad de 20 a 50 años, del departamento de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Regional de Occidente, con fracturas de miembro superior, libres de osteosíntesis, con limitación notable en la articulación, realizando 15 sesiones, con evaluaciones al inicio, a la mitad del tratamiento y al final, concluyendo que la aplicación de iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la facilitación neuromuscular propioceptiva en la técnica de contraiga y relaje es efectiva para disminuir el dolor, permitiendo que la rehabilitación sea tolerable para el paciente y lograr la funcionalidad del miembro superior que busca dicho proceso.

I. INTRODUCCIÓN

Una fractura, la cual consiste en la pérdida de la continuidad del tejido óseo, es uno de los tantos diagnósticos atendidos en el campo de fisioterapia, el cual lleva un periodo de inmovilización para la consolidación ósea, y cuando este termina, comienza el período de rehabilitación en donde se evalúa y trata la fuerza muscular, el rango de amplitud articular y la funcionalidad del miembro o la articulación afectada. Por lo que una de las técnicas más utilizadas para estos casos es la facilitación neuromuscular propioceptiva con la técnica de contraiga y relaje con el propósito de romper las adherencias causadas por el periodo de reposo e inmovilización, teniendo como efecto la relajación de los músculos agonistas y ampliar mayor rango de amplitud articular, por medio de contracciones isométricas e isotónicas, la desventaja de esta técnica es el dolor en la articulación que causa realizar la misma, el cual puede ser un dolor agudo, perfectamente localizado en general proveniente de zonas bastante inervadas por lo que se considera necesario aplicar analgesia por medios físicos previo a la técnica, donde se pueden tomar en cuenta la electroterapia, que consiste en la conducción de energía eléctrica transdérmica con distintos efectos en el mismo según la corriente, una de estas modalidades es la iontoforesis que se define como la aplicación de fármacos a través de corriente galvánica, que permite la conducción de dicho fármaco para obtener resultados más rápidos y oportunos durante las sesiones de tratamiento en el área afecta, entre los medicamentos que se pueden aplicar está la lidocaína, un anestésico local. La siguiente investigación de tipo cuasiexperimental, el cual se define como la manipulación deliberada de al menos una variable independiente para ver su efecto y relación con una o más variables dependientes, solamente que difieren de los experimentos “verdaderos” en el grado de seguridad a confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos.

El tratamiento se aplicó a pacientes con fractura de miembro superior con rangos de edades entre 20 a 50 años que no tenían material de osteosíntesis en un aproximado de 12 sesiones, identificando los efectos de la aplicación de iontoforesis con

lidocaína, determinando la escala de dolor, estableciendo el rango amplitud articular y comparando la tolerancia del paciente al aplicar la facilitación neuromuscular propioceptiva con la técnica de contraiga y relaje después de la aplicación de iontoforesis con lidocaína al finalizar el período de rehabilitación.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cuando una fractura se encuentra consolidada, el paciente puede con libertad comenzar un periodo de ejercicios físicos que le devuelvan la funcionalidad tanto de la articulación que sufrió la fractura, como de las articulaciones adyacentes que permanecieron inmóviles durante este tiempo. Las fracturas de miembro superior son las que mayormente presentan problemas de rango de movimiento después del periodo de inmovilización, limitándolo de la gran mayoría de actividades de la vida diaria, tales como consumir alimentos, el aseo personal y del hogar, el trabajo, los estudios, entre otros, considerando que el retorno de la amplitud articular es uno de los objetivos principales en la rehabilitación post consolidación, es por ello que se aplica varias técnicas, entre ellas la facilitación neuromuscular propioceptiva con la técnica de la de contraiga y relaje, y una vez cansados los músculos antagonistas, trabaja en el rango de movimiento de los músculos agonistas.

El problema con esta técnica, es que el paciente al forzar su articulación al momento de contraer, presenta dolor articular, causando una tensión y oposición al ejercicio, especialmente en infantes, muchos de ellos, abandonan la terapia considerando que el dolor es causado por alguna mala práctica o por miedo, por el cual se busca una técnica en la rama de la terapia física que permita una anestesia en el área previo a la técnica de contraiga y relaje, es por ello que se cree conveniente que la electroterapia combinada con fármacos anestésicos, entre ellos la lidocaína, puede proporcionar un alivio del dolor al realizar el ejercicio, permitiendo que el paciente sea más colaborador en cuanto a la terapia, tenga más confianza para aumentar su amplitud articular y de esta manera poder llevar a cabo todas las funciones que la articulación ejerce.

En cuanto a lo anterior, sugiere la siguiente inquietud ¿Cuáles son los efectos de la aplicación de iontoforesis con lidocaína en fracturas post consolidadas de miembro superior previo a la facilitación neuromuscular propioceptiva con la técnica de contraiga y relaje?

III. JUSTIFICACIÓN

Al realizar un diseño de investigación en cuanto a iontoforesis es importante tomar en cuenta los efectos que se requieren de la técnica, siendo éste el caso de anestesia al realizar el ejercicio de contraiga y relaje, es importante investigar a profundidad este tema, pues en el medio nacional es difícil encontrar bibliografía en cuanto a iontoforesis, una técnica nueva en el país que puede ofrecer grandes ventajas en el campo de la medicina física y la rehabilitación.

Al realizar una rehabilitación de fractura, el primer enfoque es el aumento de la amplitud articular que permaneció inmóvil, presentando adherencias que se deben romper para devolver la funcionalidad del miembro, realizando la técnica de contraiga y relaje para obtener dichos resultados, siendo una desventaja el dolor articular que presenta el paciente al realizarse la técnica por lo que adyacente al medio físico previo resulta conveniente también la administración de fármacos anestésicos mediante la técnica de iontoforesis, permitiendo una rehabilitación más efectiva, menos dolorosa y funcional. En cuanto a la relación costo- beneficio para los pacientes es de forma gratuita, pero en ejercicio de la profesión el costo es bajo en relación a la recuperación funcional que se espera obtener tras la aplicación del tratamiento. Los beneficios a corto plazo además de anestésiar el área es la finalización del tratamiento de rehabilitación por parte de los pacientes, al disminuir el dolor articular del mismo, a mediano plazo es la reducción del tiempo de tratamiento, pues al disminuir el dolor articular y tener una mayor colaboración del paciente se puede ampliar más el rango de amplitud articular en cada sesión y a largo plazo también beneficia el costo de los pacientes al disminuir el número de sesiones de terapia física.

La población seleccionada para llevar a cabo esta investigación fueron pacientes con fracturas consolidadas de miembro superior del Hospital Regional de Occidente del departamento de medicina física y rehabilitación. Esta investigación se espera aporte información necesaria sobre la aplicación de iontoforesis como alternativa analgésica

para este y otro tipo de diagnósticos, así mismo apoya el desarrollo de la carrera de fisioterapia a nivel nacional, así como a la carrera de licenciatura en fisioterapia de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Rafael Landívar, Campus de Quetzaltenango, también aporta conocimientos al departamento de medicina física y rehabilitación del Hospital Regional de Occidente, pues podría agregar entre el protocolo de tratamiento para fracturas consolidadas la técnica de iontoforesis con lidocaína y facilitar a los pacientes el tratamiento.

IV. ANTECEDENTES

Dado la importancia del estudio, es importante conocer estudios previos tales como: Capote, A. (2005) En un trabajo de investigación titulado como La eficacia de la sonoforesis y la iontoforesis con lidocaína en hombro doloroso editado en La Habana, Cuba, cuyo objetivo general fue evaluar la eficacia de la sonoforesis con lidocaína y compararla con la iontoforesis aplicando el mismo medicamento. Obteniendo como resultado que la evaluación integral realizada demostró más efectividad en el grupo con el método de sonoforesis que en el de iontoforesis, pues la mediana fue de 2.0 y de 3.0 respectivamente al aplicar la escala analógica visual; la escala de valoración funcional fue de 66.0 y de 57.0 respectivamente y el porcentaje de efectividad fue de 68.75% en el grupo I, contra uno de 28.12% en el grupo II. Llegando a la conclusión que ambos métodos de tratamiento son efectivos en el manejo del hombro doloroso, pero la sonoforesis mostró superioridad en la rapidez de la mejoría, recomendándola como la solución definitiva del dolor así como en la recuperación funcional. **(1)** En el mismo orden de ideas,

Shultz, A. et al (2005) En el estudio La eficacia y la viabilidad del procedimiento de iontoforesis colaborativo para la anestesia cutánea, previa a la punción lumbar (PL) en pacientes adultos del departamento de emergencias en Estados Unidos donde los pacientes fueron seleccionados al azar con el objetivo de recibir lidocaína mediante iontoforesis o mediante una inyección. Los médicos y enfermeros de emergencias cumplieron con el procedimiento de PL común en dichos pacientes. Aquellos que fueron inyectados se los atendió de la manera tradicional. El dolor se evaluó en 3 oportunidades utilizando una escala numérica de 11 puntos para medir el dolor, y se registró la satisfacción proporcionada, obteniendo como resultado que noventa sujetos completaron el protocolo: el grupo de infiltración (n = 48) y el grupo de iontoforesis (n = 42). Los pacientes en el grupo de infiltración con lidocaína declararon tener considerablemente más dolor (media, 4,1±2,6) que los sujetos del grupo de iontoforesis (media, 0,9±1,6) ($t_{82}=-1,26$, $P=0,000$). No hubo una diferencia significativa entre el dolor experimentado durante la punción lumbar entre ambos

grupos. El puntaje medio de dolor sufrido durante la PL fue de 3,7 ($\pm 2,7$) para iontoforesis comparado con un 3,4 ($\pm 2,9$) para la infiltración. Mayor cantidad de sujetos con iontoforesis (18 o 43,9%) necesitaron "rescate" con lidocaína, que los sujetos con infiltración (12 o 24,5%) ($21=3,79$, $P=0,0515$). Concluyendo los proveedores en una mayor satisfacción con el procedimiento colaborativo comparado con la infiltración de lidocaína administrada por un médico y recomendando de manera anecdótica que la administración de anestesia iontoforética no esconde referencias anatómicas, como lo hace la infiltración. El tiempo para realizar la anestesia cutánea en el procedimiento iontoforético fue más largo que para realizar la anestesia dérmica utilizando el procedimiento en donde se infiltra lidocaína (12 ± 12 min vs. $2\pm 1,7$ min); sin embargo, no se ha encontrado una diferencia significativa entre el tiempo total de la PL o la duración de la internación en el departamento. **(2)** Así mismo

Vaquero, L. (2005) En la nota clínica titulada Iontoforesis en el abordaje del paciente con dolor crónico, se realizó un estudio retrospectivo analizando las historias clínicas de 50 pacientes que, durante el año 2005 en La Coruña, España, recibieron tratamiento con iontoforesis, con el objetivo de evaluar la efectividad analgésica del tratamiento mediante la escala analógica visual (EVA) al inicio del tratamiento y una vez finalizado este. Para la evaluación de la técnica se calculó la media, con un intervalo de confianza (IC) del 95% pretratamiento y postratamiento, y se compararon los resultados, valorando su consistencia con la prueba de la t de Student, valorando la consistencia de los datos, comparando la EVA pretratamiento y postratamiento con la prueba de la t de Student para datos apareados, los resultados del estudio fueron que el tratamiento con iontoforesis consigue una reducción de la EVA estadísticamente significativa en las siguientes afecciones: osteoartritis (media + desviación estándar [DE] pretratamiento $7,28 \pm 1,69$ y postratamiento $4,80 \pm 2,64$) y síndrome del túnel carpiano (media + DE pretratamiento $7,57 \pm 0,83$ y postratamiento $6,35 \pm 0,74$). Obteniendo como conclusión que la iontoforesis parece ser una técnica apropiada y muy segura para el tratamiento del dolor crónico en afecciones como la

osteoartritis o el síndrome del túnel carpiano. Por lo cual recomiendan su aplicación en estos casos. **(3)** Al igual que.

Rivera, A. et al. (2007) En el tema Estudio comparativo de la inclusión de la técnica de la iontoforesis en el tratamiento de pacientes con artritis reumatoidea con sintomatología en manos vs el tratamiento convencional realizado en La Habana, Cuba, se planteó como objetivo general comparar los efectos de incluir una técnica de iontoforesis en el tratamiento de pacientes con artritis reumatoidea con sintomatología en manos vs los efectos de aplicar solamente el tratamiento convencional. En el cual obtuvo como resultado que con la incorporación de la iontoforesis al tratamiento convencional se vio una mejoría en cuanto a la disminución del dolor, edema, aumento de amplitud articular y fuerza muscular debido a sus efectos analgésicos y antiinflamatorios y a su rápida acción. Estos beneficios se lograron por la acción analgésica y antiinflamatoria que produce el etofenamato gracias a su introducción en el organismo mediante la iontoforesis debido a los efectos específicos de la corriente galvánica y del acyclooxigenasa y lipooxigenasa que actúan como mediadores en el proceso inflamatorio. Por lo que se concluye que la iontoforesis va aliviar los síntomas presentes en la patología ya que presenta efectos analgésicos y antiinflamatorios, los mismos que tienen una rápida acción, finalmente recomiendan indicar que la administración del medicamento se realizará con la misma corriente galvánica aplicada en este proyecto ya que se ha comprobado su efectividad en diversas patologías. **(4)** De la misma forma.

Jiménez, E. et al. (2008) en la investigación del Tratamiento de la tendinopatía calcificante del hombro con iontoforesis con ácido acético versus onda corta, realizada en Toledo, España en una muestra de 23 pacientes, aleatorizados en dos grupos de tratamiento: en el grupo I (GI) se emplea iontoforesis con ácido acético al 2% y en el grupo II (GII) ondas cortas. En ambos grupos se utilizaron los ultrasonido y un programa estandarizado de ejercicios de hombro. Se aplicaron 15 sesiones de tratamiento y se valoraron las diferencias estadísticamente significativas en la escala visual analógica, índice de Constant (IC) y tamaño de la calcificación del hombro

afecto. En los resultados del estudio se encontró mejoría estadísticamente significativa en ambos grupos en el dolor (GI $p = 0,002$; GII $p = 0,003$) y en el apartado nivel de actividad del IC para el GII ($p = 0,01$). No se detectaron diferencias en la fuerza, movilidad y tamaño de la calcificación, concluyendo que la asociación de iontoforesis con ácido acético al 2%, ultrasonido y ejercicios no ha demostrado ser mejor en la calcificación de hombro que la combinación de ondas cortas, ultrasonido y ejercicios en lo referente a la mejoría del dolor, el IC y el tamaño de la calcificación. Finalmente recomiendan que sean precisos más estudios con mayor número de pacientes y apoyados en técnicas de imagen que permitan mejores correlaciones clínico-patológicas para llegar a resultados más concluyentes. **(5)** Así mismo.

Toasa, N. (2008) En un proyecto de investigación de la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, con el tema Efectividad de la iontoforesis con diclofenaco sódico en los pacientes diagnosticados periostitis tibial en la escuela de formación de soldados de la fuerza terrestre en la ciudad de Ambato en el periodo Agosto- Enero 2008” en el cual tuvo como objetivo observar los efectos del diclofenaco sódico en este diagnóstico, Obteniendo como resultado que la utilización de la iontoforesis con diclofenaco de sódico en la periostitis tibial fue bien acogida por parte del área de rehabilitación de la escuela de formación de soldados de Tungurahua por los buenos resultados, concluyendo que ayuda de manera óptima a reducir la inflamación, el dolor y la impotencia funcional, actúa de una forma analgésica, antiinflamatoria localizada en el área de tratar la periostitis tibial brinda muchos beneficios por sus diferentes acciones, por lo tanto es una técnica adecuada para la rápida recuperación del personal militar ya que para ellos es necesario la pronta reactivación de sus actividades. Finalmente recomiendan que la iontoforesis mediante la introducción de un medicamento va aliviar el dolor, edema y acelera la pronta recuperación en el paciente lo que se pretende realizar en nuestra investigación incrementando este método al tratamiento convencional. **(6)** De igual manera.

Asociación Boliviana del Dolor (2013) en la ciudad de La Paz, Bolivia en el título Aplicación de parche de lidocaína al 5% en síndrome de dolor regional complejo de miembro superior posterior a una fractura humeral, se presenta el resultado del caso de un paciente de 66 años que desarrolló el síndrome de dolor regional complejo del miembro superior posterior a una fractura humeral con el objetivo que disminuir el dolor del mismo. Obteniendo como resultado que el dolor se redujo satisfactoriamente después de la aplicación local de parches de lidocaína al 5% parches por 10 días y se logró 60% de alivio del dolor con una mejoría funcional asociada. Concluyendo que la lidocaína es efectiva para aliviar el dolor y al ser aliviado el mismo se mejora la funcionalidad del hombro al encontrar una respuesta más positiva a la rehabilitación. Finalmente recomiendan la aplicación de lidocaína en cuadros donde el dolor no permita una mayor funcionalidad de la articulación. **(7)** Así mismo.

Montesdeoca, J. (2013) En el documento titulado “Aplicación de las técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva para aumentar la amplitud articular luego del tratamiento post-quirúrgico en lesiones traumáticas de rodilla en pacientes que acuden al servicio de fisioterapia del Hospital Provincial General Docente de Riobamba en el periodo julio 2013 – diciembre 2013, en Riobamba, Ecuador. El cual tiene como objetivo observar los efectos de ésta técnica en el déficit de amplitud articular que presentan los pacientes por causas post quirúrgicas en la articulación de rodilla. En cual obtuvo como resultado del dolor leve un 80% de paciente se aliviaron de las molestias causadas por su problema post quirúrgico, el 10% mantuvo un grado de dolor leve y moderado. Según el test goniométrico un 71% alcanzo el arco de movilidad necesario; según el test centimétrico para perímetro muscular en global el 75% de pacientes recupero su perímetro muscular normal. Y mediante el test de fuerza manual muscular, se evaluó con mayor énfasis a los isquiotibiales presentando mejoría al final del tratamiento y en los demás grupos musculares del miembro inferior con lo cual representa un 55% en isquiotibiales y un 26% en cuádriceps al ser los principales para la flexión y extensión de la rodilla. Concluyendo así que la Hipótesis planteada en el trabajo investigativo; se acepta; es decir se

comprueba y se recomienda para cuadros con limitación articular y funcional. **(8)** De la misma forma.

Cojom, Y. (2014) Otro estudio titulado La eficacia de la aplicación de Iontoforesis con lidocaína en pacientes con espalda baja dolorosa realizado en el Hospital Regional de Occidente en la Ciudad de Quetzaltenango, Guatemala. Para la comprobación de los efectos de la lidocaína a través de la iontoforesis en pacientes con espalda dolorosa como objetivo, la población fue dividida en dos grupos; ambos grupos se conformaron con pacientes con diagnóstico de espalda dolorosa, con edades comprendidas entre los 20 a los 50 años de edad, de ambos sexos. Los resultados indican que media de la evaluación inicial fue de 9.27 y la media de la evaluación final que es de 0.67 por lo tanto ha disminuido. En cuanto al valor del estadístico $t = 40.22$ es mayor que el valor crítico de t (dos colas) = 2.14, Concluyendo que por lo tanto se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se comprueba la hipótesis alterna que dice: La lidocaína a través de la iontoforesis es de beneficio para el tratamiento en pacientes con espalda dolorosa. **(9)** De igual manera

Carvajal, B. (2015) en otro estudio titulado Beneficios de la aplicación de la sonoforesis y la iontoforesis al tratamiento convencional en los pacientes con tendinitis del supraespinoso de la Cruz Roja de la ciudad de Ambato, Ecuador. Se estudió la esencia del problema a investigar de una población de 20 pacientes con tendinitis del supraespinoso, los mismos que se dividieron en dos grupos denominados grupo experimental y grupo control, en donde cada grupo recibió una técnica más el tratamiento convencional, se realizaron evaluaciones mediante escalas, para el dolor utilizamos la escala de EVA, con el objetivo de medir la limitación funcional de los grados de movilidad de hombro utilizamos el test goniométrico, y para la discapacidad funcional medimos a través del test de Dash, con los datos que se obtuvieron se pudo comprobar los resultados después de haber aplicado la técnica, llegando a cumplir con las expectativas de los objetivos planteados. Para verificar la hipótesis planteada se analizaron los datos que se

obtuvieron en la evaluaciones y en relación a los objetivos, la comprobación de la misma se hizo con la aplicación de la prueba de T de Student concluyendo que la Sonoforesis es más eficaz que la Iontoforesis más el tratamiento convencional en la tendinitis del supraespinoso. **(10)**

V. MARCO TEÓRICO

5.1 Iontoforesis

5.1.1 Definición

La Iontoforesis es una técnica terapéutica que se basa en la aplicación de radicales medicamentosos ya sean analgésicos o anestésicos que son aplicados por medio de la vía transcutánea, los mismos que son introducidos través de la corriente galvánica y sus derivados. La finalidad de la Iontoforesis es la modificación bioquímica de la zona que se va a tratar mediante la aplicación de un fármaco con finalidades terapéuticas basada en el fenómeno electroforesis, quien postula que toda carga eléctrica rechaza a toda aquella que tenga la misma polaridad, los iones cargados negativamente son repelidos por el cátodo y los cargados positivamente por el ánodo.

Los principios activos de la Iontoforesis atravesaran la piel por medio de las glándulas sudoríparas sebáceas y folículos pilosos donde la penetración de esta zona es menor, se estima que la penetración del medicamento va entre 1 y 5 mm logrando una mayor profundidad en el organismo gracias a la circulación capilar y el transporte de la membrana, sin embargo algunos autores defienden la idea que el medicamento penetra unos 5 cm como máximo.

En general, la eficacia terapéutica de la corriente galvánica ya ha sido demostrada de forma exhaustiva, algunos autores como Reinauer muestran la ausencia de menoscabo terapéutico con corriente alterna más corriente directa, no observándose virtualmente ningún efecto con la corriente alterna pura. Posteriormente el autor, Reinauer en 1995, observó una disminución importante de ciertos efectos electro biológicos secundarios a esta terapéutica, con la administración de corrientes directas pulsadas de media frecuencia. **(11)**

La iontoforesis puede definirse como una técnica no invasiva mediante la cual, por la aplicación de una pequeña corriente eléctrica en la piel se facilita la movilidad de fármacos solubilizados a través del estrato córneo hacia tejidos subcutáneo. Esto se realiza con la corriente llamada galvánica o galvanismo.

5.1.2 Fundamentos de la iontoforesis

La iontoforesis es una técnica documentada desde el siglo XVII, pero aún en día no se emplea con la precisión que requiere cualquier tratamiento. No existe un criterio común en la dosificación y en la aplicación de la técnica, lo que dificulta obtener conclusiones de los estudios y tratamientos. **(12)**

Tal como lo describe Rodríguez Martín, existen evidencias que fundamentan la teoría de la iontoforesis, tales como el experimento de Labatut, en el que en una cubeta introdujo un pedazo de músculo procedente de un animal, de manera que la masa de carne quedara dividiendo la cubeta en las partes distintas y que el ajuste de la carne con la cubeta impidiera la mezcla de los líquidos creando dos disoluciones diferenciadas, haciendo con la carne una barrera o membrana.

En ambos lados, de la cubeta, introdujo una disolución de cloruro de litio al 5% y colocó dos electrodos para aplicar galvanismo durante un tiempo. Transcurrido ese tiempo, decreció a cortar la carne en rebanadas paralelas a las disoluciones.

En las capas que se encontraban con contacto con la disolución en la que había colocado el polo positivo, tenían una proporción alta de litio que disminuía progresivamente según se acercaba al centro.

Igualmente el experimento de Leduc en el que tomó dos conejos unidos entre sí por electrodos empapados en agua para cerrar el circuito, que se formaría al aplicar a un conejo el ánodo y al otro el cátodo. El ánodo empapado en una solución que contenía estricnina; el cátodo empapado con otra solución que tenía cianuro. Al hacer pasar la corriente, a los pocos instantes, el conejo al que fue aplicado el ánodo

muere con los síntomas característicos del envenenamiento por estrocnina. Mientras, el otro muere con los síntomas característicos del envenenamiento por cianuro. Significando que la estrocnina (+) ha sido rechazada hacia el interior del conejo y el cianuro (-) también ha sido introducido por el cátodo.

Después de esto, repite el experimento de manera que solamente cambia la polaridad de los electrodos; concluyendo que ninguno de los conejos muere al haberse mantenido en la gamuza los compuestos activos de las disoluciones (estrocnina y cianuro).

En la literatura sobre el tema, se hace referencia a otros experimentos e incluso distintas versiones del mismo, pero todas son perfectamente demostrativas de la traslación de sustancias a través de la piel u otras membranas.

En este punto se plantea la duda y la explicación de cómo se introducen los iones a través de la capa córnea de la piel, bastante impermeable y, por otra parte, no se la puede comparar exactamente con una membrana celular.

La corriente galvánica puede pasar por vía de iones o de electrones de la materia que componen los tejidos de la piel, pero ¿por donde pasan los iones?

Se da como buena la teoría, según la cual, penetran a través de los conductos sudoríparos y de los folículos pilosos, utilizando como vehículo las disoluciones que contienen en su interior hasta llegar al líquido intersticial.

Tratando de demostrar la permeabilidad de la piel, se diseña un sistema separando dos disoluciones mediante colgajo de piel humana o de otros animales (con frecuencia se emplea la de cerdo por su semejanza en el comportamiento con la humana). **(13)**

Es de gran interés lo que éste autor sugiere ya que conociendo la ionización de ciertos fármacos es posible la conducción de las mismas con un tratamiento meramente superficial, el cual es lamentable que su estudio sea limitado en cuanto a la precisión de la dosificación del medicamento, los iones con los que está cargado y el tiempo necesario para poder introducir el medicamento, sugiriendo únicamente la fórmula de la electrólisis como la más acertada para estos casos.

5.1.3 Efectos fisiológicos

En cuanto a los efectos fisiológicos de la iontoforesis, dependen en gran parte del fármaco incluido el cual puede ofrecer efectos como analgesia, vasoconstrictor, descontracturante, miorelajante entre otros, que en conjunto con los efectos del galvanismo, en cuanto a generalidades el autor sugiere que traspasada la epidermis, los iones del electrodo activo se almacenan y actúan de forma local prolongando el efecto durante horas o días. Asimismo, el depósito de estos iones bajo la piel parece que altera su ph y ejerce una estimulación química alrededor de los receptores y las terminaciones nerviosas libres, provocando sobre el sistema vegetativo una acción terapéutica al activar reflejos víscero-cutáneos. Por todo lo anteriormente comentado, la iontoforesis se puede decir que permite introducir sustancias a través de la piel y evitar el paso a través de la mucosa gástrica y la sobrecarga del tubo digestivo o la necesidad de una inyección parenteral. No obstante, hay que tener en cuenta que si el flujo de sangre local es elevado puede eliminar el medicamento rápidamente de la zona a tratar y distribuirla por todo el organismo, donde un fármaco vía oral o inyectable logra los mismos efectos, pero de manera más fácil y menos costosa.

Físicamente la penetración de los iones se debe a que sobre la solución electrolítica actúa una fuerza electromotriz que moviliza el ión a través de la superficie corporal. Esta fuerza depende de la fuerza del campo eléctrico y de la resistencia de los tejidos al paso de la corriente eléctrica. Clásicamente la corriente a elegir para realizar una iontoforesis ha sido una corriente galvánica.

También se la conoce como unidireccional o continua y se asegura la máxima transferencia del ión por unidad de superficie o tiempo. No obstante, cualquier corriente unidireccional se considera apta y algunas de ellas, por el diseño de sus impulsos, pueden ser mejor toleradas y proporcionar a la vez sus efectos terapéuticos. Se pueden utilizar corrientes diadinámicas o corrientes interrumpidas con frecuencias de 8000 hertzios y amplitud fija que permiten intensidades y tiempos de duración muy superiores. Para su manejo se utiliza el concepto de $\langle \rangle$ que cuantifica la cantidad de electricidad aplicada. Dado que se introducen tiempos de pausa según el tipo de corriente elegida, la intensidad se considera según la intensidad media. Para ello, se tendrá en cuenta la intensidad pico por el tiempo de impulso en segundos y por la frecuencia en hertzios. Como la intensidad y el voltaje son altos parece interesante considerar cómo pueden contribuir estas interrupciones para introducir estos iones a modo de “golpes”.

Los efectos fisiológicos de la iontoforesis dependen del ión específico elegido. A su vez, la efectividad depende del número de iones transferidos, profundidad de la penetración, de la combinación química entre las moléculas de la piel y los iones transferidos y del torrente sanguíneo específico de la zona donde se realiza la iontoforesis. También se considera que la morfología de los iones condiciona su permeabilidad, así como el fenómeno de electroósmosis y de propulsión mecánica de los iones por efecto de la contracción mecánica. Asimismo, existen ciertas restricciones según qué medicamentos. Habrá que tener en cuenta que la droga o medicamento que se utilice sea soluble y capaz de atravesar la epidermis y no presente toxicidad. **(12)**

5.1.4 Aplicación

En este caso, al aplicar la técnica de iontoforesis, no se busca los efectos de la corriente galvánica por lo que la intensidad debe ser inferior a la que se utiliza en el galvanismo, sino de introducir una cantidad de medicamento por la cantidad de volumen corporal o por cm^2 de electrodo, antes que nada, se debe de conocer la cual es la polaridad del medicamento a introducir y la cantidad de sustancia química

introducida. Con la cual se aplicará la Ley de Faraday para la electrolisis que relaciona de forma proporcional, intensidad, tiempo y equivalente electroquímico.

(13)

La ley de Faraday para la electrólisis nos indica dos puntos importantes:

- a) El peso de una sustancia depositada es proporcional a la intensidad de la corriente y al tiempo que ésta circula.
- b) El peso de una sustancia depositada durante la electrólisis es proporcional al peso equivalente de la sustancia.

Así mismo cuando la misma corriente circula durante el mismo tiempo, las cantidades de sustancia depositadas dependerán de su peso equivalente, es decir el número de unidades de peso de una sustancia que se combinarán con una unidad de peso de hidrógeno. Cuanto mayor sea el peso equivalente de un elemento, tanto mayor será el peso de él, que se depositará durante la electrólisis.

La fórmula de Faraday se describe de esta forma

$$\frac{(Mg)(V)(96500)}{(Pm)(mA)}$$

En donde

Mg: miligramos del medicamento a aplicar.

V: valencia

96500: constante de Faraday

Pm: peso molecular

mA: miliamperios

Rodríguez Martín sugiere que para obtener el efecto galvánico sin quemar al paciente al ser una corriente alta se debe aplicar de 0.1ma/cm² a 0.2ma/cm² como máximo, pero como no se busca el efecto galvánico, sino la transmisión del medicamento, aplicamos 0.1 miliamperios, al momento de aplicar, se debe medir la gamuza en cm² para saber cuántos miliamperios aplicaremos en total, como ejemplo, se aplicará una gamuza de 50cm² lo que da un total de 5 miliamperios.

En el caso de la investigación al ser lidocaína el fármaco, Rodríguez indica que lo recomendable a aplicar son 10Mg, el contenido de una ampolla y el peso molecular de la lidocaína es de 234.34, así como su valencia 1, por lo que la fórmula nos quedaría de esta forma **(13)**:

$$\frac{(10)(1)(96500)}{(234.34)(5)} = \frac{965000}{1216.7} = 793.12 \text{ segundos o } 13 \text{ minutos}$$

5.1.5. Electrodo

Cuando se realiza una iontoforesis la aplicación de los electrodos es bipolar. El medicamento se colocará según su polaridad bajo el electrodo del mismo signo al que se denomina electrodo activo. Al otro electrodo, que cerrará el circuito, se le denomina electrodo masa o indiferente. No obstante, existen fármacos anfóteros en los cuales el medicamento se colocará bajo ambos electrodos. Los medicamentos que se van a aplicar deben estar en una solución para que se encuentre en disolución electrolítica. Las soluciones acuosas empleadas suelen ser muy diluidas, del orden de 0.20 al 2% y raramente 4 o 5%. También se pueden aplicar geles, pero el fármaco se debe encontrar en forma iónica y de peso molecular inferior a 8000. Al realizar la iontoforesis con una corriente galvánica será importante comprobar las dimensiones del electrodo negativo. La posible reacción alcalina que tiene lugar en este electrodo negativo o cátodo o es mucho más cáustica para la piel que la que podría tener lugar en el ánodo o electrodo positivo. Como regla general en la aplicación de iontoforesis, la superficie del electrodo negativo o cátodo debe ser doble a la del positivo o ánodo, ya sea el cátodo electrodo activo o indiferente.

Sin embargo, algunos autores estiman lo contrario respecto al tamaño de los electrodos. Se recomienda que el área del electrodo inactivo dispersante deba ser mayor que la del electrodo activo, tan grande como conveniente para disminuir al mínimo la intensidad de la corriente.

Habrá que tener en cuenta que mientras ocurre la aplicación electroforética también actúa el efecto anestésico o analgésico de la corriente galvánica. Esta analgesia puede enmascarar una posible quemadura eléctrica solamente perceptible una vez concluido el tratamiento. **(12)** En éste caso el autor no sugiere ningún tipo de electrodo en cuanto al material del mismo, ya que en nuestro entorno es posible encontrar dos tipos: el descartable, el cual posee una fina capa de policarbonato seguido de un adherente y otro de policarbonato puro, el cual no es descartable y es el mejor al momento de aplicar la iontoforesis ya que no presenta problemas al momento de aplicar la solución en comparación al anterior.

5.1.6 Indicaciones

Las indicaciones son referentes a el fármaco y los efectos que éste causa en el sistema, siendo determinadas por los efectos que producen: sedación, acción hiperemiante, trófica y antiespasmódica. En cuanto a las indicaciones del galvanismo se resume a continuación:

- a) “Procesos degenerativos como la artrosis y enfermedades reumáticas.
- b) Artritis
- c) Edemas
- d) Contracturas musculares
- e) Tendinitis, tendosinovitis, entre otros.
- f) Lumbalgias y lumbagos
- g) Mialgias.” **(14)**

5.1.7 Contraindicaciones

Entre las contraindicaciones más relevantes, además de alergia al ion transferido se encuentran la siguiente:

- a) “Mucosas y pieles con afección del trofismo, con heridas, con mala vascularización, etc.
- b) Implantes metálicos dentro del organismo y cerca de la zona de tratamiento; osteosíntesis y endoprótesis

Por el riesgo de que se acumulen en el metal iones que lo carguen eléctricamente

c) Marcapasos

Por el riesgo de interferencia.

d) Tromboflebitis

e) Cardiopatías

f) Tumores

g) Zonas donde existan hemorragias recientes o con riesgo de ellas.

h) Útero en gestación

i) Zonas con alteración de la sensibilidad o anestesiadas

j) Precaución en zonas cercanas a glándulas endocrinas

Porque al ser estimuladas se pueden ocasionar efectos no deseados.

k) Una complicación destacable del uso de la corriente.” **(14)**

En el caso de las contraindicaciones es preciso el conocimiento de los efectos y las contraindicaciones que pueda tener el fármaco y tomar en cuenta el historial clínico del paciente, ya que padecimientos como hipertensión o problemas renales pueden verse agravados con la aplicación del fármaco, es por esto que al estudiar la iontoforesis y la aplicación de cierto fármaco ionizado tengamos también el conocimiento más profundo sobre los efectos que causa éste sobre otros órganos.

5.2 Lidocaína

5.2.1 Concepto

La lidocaína es un anestésico local del grupo amida que se administra por diferentes vías de conducción, desde hace más de 40 años. No se le ha atribuido complicaciones graves, La lidocaína también es conocida con el nombre de xilocaína. **(15)**

5.2.2 Propiedades de la lidocaína

Una de las propiedades de la lidocaína es que produce una anestesia más rápida y duradera, además de anestésico, la lidocaína es absorbida después de la

administración parenteral. Entre las propiedades químicas de la lidocaína se destaca que comprende un peso molecular de 234.34 una valencia de iones de 1, y en su forma tradicional la lidocaína es distribuida a través de mg. **(15)**

5.2.3 Mecanismo de acción de la lidocaína

El mecanismo de acción de la lidocaína consiste en estabilizar la membrana neuronal por la inhibición del flujo iónico requerido para la iniciación y conducción de impulsos, por lo cual genera un efecto de anestesia local. Es metabolizada en el hígado y excretada por los riñones. **(16)**

5.2.4 Efectos de la lidocaína

Inicia su acción de 5-10 minutos a través de la infiltración y el trabajo del bloqueo nervioso, dura en hacer efecto de 30-60 minutos. **(17)**

5.2.5 Indicaciones

En urgencias suele ser administrada por infiltración local y subcutánea y por vía tópica. Otras indicaciones son bloqueo nervioso pléxico y troncular, tratamiento de arritmias ventriculares, anestesia epidural, anestesia espinal, anestesia dental. Es el anestésico local más utilizado para infiltración cutánea. **(17)**

5.2.6 Contraindicaciones

Hipersensibilidad a la lidocaína, alergia o hipersensibilidad a anestésicos locales de tipo amida o cualquiera de sus componentes, síndrome de Adams Stokes o bloqueos graves auriculares, auriculoventriculares o intraventriculares galvánica es el riesgo de quemaduras, que aumenta sobre aquellas zonas de la piel donde exista por una u otra razón una alta concentración de energía eléctrica: erosiones, heridas, electrodos mal colocados, alteraciones de la sensibilidad. **(17)**

Es importante tomar en cuenta la presión arterial del paciente al aplicar éste fármaco, así como su historial familiar en búsqueda de antecedentes de hipertensión, si el

paciente presenta hipertensión, quizás sería mejor considerar otro tratamiento o fármaco.

5.3. Fracturas de miembro superior

5.3.1 Fractura

Es la ruptura del tejido óseo causada por el aumento de la distribución interna de las fuerzas o cargas que el cuerpo sólido pueda soportar. **(18)**

5.3.2 Tipos de Fractura

Las fracturas tienen diversas clasificaciones según su etiología.

a) Cerrada

Es cuando la fractura no supera las capas de la piel, es decir, no está expuesta.

b) Abierta

Las capas de la piel sufren una ruptura debido a que la fractura se encuentra expuesta.

c) Patológicas

Cuando su origen se debe a una patología, como ejemplo la osteogénesis imperfecta.

d) Traumáticas

Las más comunes, son cuando la fractura se debe a una fuerza aplicada sobre ella de manera contundente.

e) Por estrés

Es cuando una fractura está relacionada a un esfuerzo o fuerza repetitiva aplicada sobre ella, muy común en marcha o en deportes de resistencia.

f) Oblicua

Es cuando el origen de la fractura es en ángulo con el eje.

g) Conminuta

Cuando el hueso queda multifragmentado en piezas diminutas.

h) Espiral

Cuando la fractura gira alrededor del eje del hueso.

i) En tallo verde

Se da en caso de niños, es cuando el hueso no se fractura de forma completa, solo se dobla.

j) Epifisiaria

Ocurre cuando la fractura es el tejido óseo esponjoso del extremo articular del mismo.

k) Diafisiaria

Como su palabra lo indica, este tipo de fractura se da en la diáfisis, donde no encontramos gran irrigación sanguínea y el tejido óseo es más compacto.

l) Metafisiaria

La fractura ocurre en la metáfisis, que por lo contrario a la diáfisis, se encuentra con gran irrigación sanguínea. **(18)**

5.3.3 Fracturas comunes de miembro superior

a) Fractura de Clavícula

Común en practicantes de ciclismo.

b) Fracturas de la diáfisis del húmero

Son fracturas inestables y comprometen el nervio radial.

c) Fracturas de la metáfisis distal

Suelen ser graves por la posibilidad de lesionar la arteria humeral y el nervio mediano y por el retardo de la consolidación.

d) Fractura de Monteggia

Consiste en la fractura de la diáfisis cubital asociada a una luxación de la cabeza del radio.

e) Fractura de Galeazzi

Consiste en la fractura de la diáfisis radial con luxación del cúbito a nivel de la articulación radio cubital inferior.

f) Fracturas del tercio distal

Son fracturas muy frecuentes, siendo su causa generalmente un traumatismo indirecto.

g) Fractura de Colles

Es la ruptura en el extremo del radio y muchas veces involucrado también el cúbito, la postura de la mano en estos casos queda hacia atrás y hacia afuera con respecto al antebrazo.

h) Fractura de Metacarpianos

Frecuentes las transversas y oblicuas, habitualmente surgen por traumatismos indirectos al ejercer una fuerza en el eje axial o al dar un golpe de puño.

i) Fractura de Escafoides

Se puede considerar esta fractura si presenta dolor en la tabaquera anatómica, son fracturas potencialmente graves, dada la frecuencia de complicaciones.

j) Luxofractura de Bennett

Es la fractura de la base del primer metacarpiano, comprometiendo la articulación trapecio-metacarpiano.

k) Fractura de falanges

Muy comunes en deportes de balón (voleibol, basquetbol, entre otros.).**(18)**

Las fracturas según la posición donde se encuentran están directamente relacionadas a la edad del paciente, ya que pacientes jóvenes suelen mayormente fracturas metacarpianas y de falanges, al practicar deporte o en accidentes automovilísticos, mientras que en pacientes mayores, es muy frecuente la fractura de Colles, causada por caídas.

5.3.4 Miembro superior

a) Anatomía funcional de la cintura escapular

Para comprender la funcionalidad del brazo y el hombro, se debe conocer la anatomía de la escápula y de todas las partes que la compone. El hombro tiene como función básica la posición del miembro superior, especialmente la mano para el desarrollo de actividades y tareas.

La escápula es un hueso plano y cóncavo, siendo la estructura principal de la cintura escapular, ésta se mantiene contra la pared torácica mediante una contracción

isométrica que sostiene el brazo. Si la escápula sostiene estáticamente la extremidad superior, funciona así mismo en coordinación con el resto del brazo cuando esta extremidad realiza su función o funciones. Una de sus principales funciones consiste en colocar la cavidad glenoidea y el acromion en la posición adecuada durante cualquier movimiento del número. La cavidad glenoidea se halla en la cara lateral superior de la escápula debajo del acromion y en posición lateral respecto de la apófisis coracoides. La cavidad glenoidea es una depresión poco profunda con forma de pera que gana profundidad con un rodete fibroso que la rodea. **(19)**

- Articulación escapulo-costal

La escápula es la estructura básica que sujeta el brazo a la pared torácica, en una posición 0° del brazo, la escápula es soportada mecánicamente por estructuras ligamentosas siendo las siguientes:

-Ligamento de la porción clavículo-escapular del trapecio

-Ligamento conoide

-Ligamento acromioclavicular superior (trabaja cuando hay traumatismos en los otros). **(19)**

- Articulación esternoclavicular

Se forma con la porción proximal de la clavícula y a su vez se articula por el manubrio y también con el extremo cartilaginosa de la primera costilla, existe un disco fibroelastico entre la clavícula medial y el esternón.

La clavícula rota centralmente alrededor del manubrio del esternón formando la articulación que se apoya en la primera costilla a través de los siguientes ligamentos:

-Ligamento interclavicular

-Ligamento esternoclavicular

-Ligamento costoclavicular **(19)**

- Articulación acromioclavicular

Desde el nacimiento a los 24 meses es una sínfisis cartilaginosa que se desarrolla gradualmente un disco interarticular el cual es formado por la ruptura de una gruesa

fibra cartilaginosa debido a la constante rotación durante dos décadas la cual permite los movimientos de rotación, elevación y descenso. **(19)**

- Articulación glenohumeral

Es la articulación de la cabeza del húmero insertada en la cavidad glenoidea, contiene muchos tejidos funcionalmente necesarios. La cápsula glenohumeral es muy estrecha y su flexibilidad limitada no es lo bastante fuerte para evitar la subluxación descendente, por lo que necesita la asistencia del manguito rotador (supraespinoso, infraespinoso y redondo menor).

La integridad de la cápsula para estabilizar la articulación glenohumeral se ve reforzada por su estructura que presenta tres hebras que forman "ligamentos" y un foramen estructural (foramen de Weitbrecht) este foramen permite la dislocación de la cabeza humeral. **(19)**

b) Movimientos y musculatura de la cintura escapular

Abducción y rotación superior de la escápula

Serrato mayor.

Elevación del Omoplato: Trapecio fibras superiores y angular del omóplato.

Aducción escapular: Trapecio fibras medias y romboides mayor y menor.

Depresión y aducción del omoplato: Trapecio inferior.

Aducción y rotación inferior de la escápula: Romboides mayor y menor.

Flexión del hombro a 90 grados: Deltoides y coracobraquial.

Extensión de hombro: Dorsal ancho, redondo mayor y deltoides posteriores.

Abducción Horizontal del hombro: Deltoides fibras posteriores.

Aducción horizontal del hombro: Pectoral mayor, medio y menor.

Rotación externa: Infraespinoso, redondo menor.

Rotación interna: Subescapular, pectoral mayor, dorsal ancho y redondo mayor. **(20)**

c) Anatomía funcional del codo

El codo consta de tres articulaciones, el húmero cubital, la radiocubital y la radiohumeral, que a su vez se encuentran estabilizadas por dos ligamentos colaterales principales (anterior y posterior) que limitan la flexión y extensión.

La articulación humero cubital permite la flexión (con acción del bíceps braquial y el braquial anterior) y la extensión (con acción del tríceps y el anconeos). En cuanto a la articulación radio humeral y radio cubital permiten los movimientos del antebrazo, es decir la supinación (supinador largo y corto) y la pronación (pronador redondo y cuadrado). **(19)**

d) Articulación del carpo

Se encuentra entre el antebrazo y los huesos del carpo, existen 8 huesos carpianos dispuestos en dos filas:

Fila proximal

Escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme.

Fila distal: Trapecio, trapezoide, grande y ganchoso.

Los ligamentos que fijan estos huesos son los siguientes:

Ligamento colateral radial y cubital

Ligamentos intercarpianos dorsales y palmares

Ligamento de Henle

Ligamentos transversos

Los movimientos de la articulación del carpo y su musculatura son las siguientes:

Desviación radial

Primero y segundo radial externo, palmar mayor, extensor largo y corto del pulgar y abductor largo del pulgar.

Desviación cubital

Cubital anterior y posterior

Flexión dorsal

Primer y segundo radial externo, cubital posterior

Flexión palmar

Palmar mayor y menor, cubital anterior (20)

e) Articulación metacarpiana y falángica

Se articulan con el borde irregular de la fila distal del carpo, el movimiento de los metacarpianos es complejo y varía de forma individual cada uno de ellos.

Los movimientos de la articulación metacarpofalángica e interfalángica y su musculatura son las siguientes **(19)**

- **Dedo pulgar**

- Flexión

- (Sobre el metacarpo) Flexor largo y corto del pulgar y oponente del pulgar.

- (Sobre las falanges) Flexor largo y corto del pulgar y aductor del pulgar

- Extensión

- (Sobre el metacarpo) Extensor largo y corto del pulgar, abductor largo del pulgar.

- (Sobre falanges) Extensor largo y corto del pulgar, abductor corto del pulgar.

- Abducción

- Abductor corto y largo del pulgar, extensor corto del pulgar, oponente del pulgar y palmar menor.

- Aducción

- Aductor del pulgar, Primer interóseo dorsal.

- Oposición

- Oponente del pulgar, abductor corto del pulgar, flexor corto del pulgar.

- **2do. 3ro. 4to. Metacarpofalángicos**

- Flexión

- Lumbricales, interóseos palmares y dorsales, flexor común superficial y profundo de los dedos.

-Extensión

Extensor común de los dedos, extensor propio del índice (2do. Metacarpiano) lumbricales, interóseos palmares y dorsales.

-Abducción

Interóseos dorsales y Extensor común de los dedos.

-Aducción

Interóseos palmares y Extensor propio del índice (2do. Metacarpiano)

- 5to. Metacarpiano

Flexión

(Sobre el metacarpo) Oponente del meñique. (Sobre las falanges) Flexor corto, flexor común superficial y profundo de los dedos (5to), IV lumbrical de la mano, III Interóseo palmar. **(20)**

5.4 Técnica de contraiga y relaje

5.4.1 Facilitación Neuromuscular Propioceptiva

Es un concepto de tratamiento, su filosofía fundamental es que todos los seres humanos, incluyendo aquellos con discapacidad, tienen un potencial real sin explotar, de acuerdo con esto, hay algunos principios básicos:

a) Es un método integral

Pues cada tratamiento se dirige a la globalidad del ser humano, no a un problema específico o segmento corporal.

b) El enfoque de tratamiento es siempre positivo

Reforzando y empleando lo que el paciente pueda hacer, en un nivel físico y psicológico.

c) La meta principal de todo tratamiento es ayudar a los pacientes a alcanzar su nivel de funcionalidad más alto. **(21)**

5.4.2 Principios Neurofisiológicos

Post descarga: la prolongación del efecto de un estímulo tras el cese del mismo, si la fuerza y la duración del estímulo aumenta, la postdescarga también aumenta. La sensación de aumento de fuerza que sobreviene después de una contracción estática mantenida es el resultado de la post descarga.

a) Sumación temporal

Una sucesión de estímulos débiles (subliminales) que ocurren en un breve periodo de tiempo se combinan (sumación) para provocar excitación.

b) Sumación espacial

Si se aplican estímulos débiles simultáneamente a zonas diferentes del cuerpo, se refuerzan una a otra (sumación) para conseguir excitación. La sumación temporal y espacial se puede combinar para conseguir una mayor actividad.

c) Irradiación

Hay un desbordamiento y aumento de la fuerza de la respuesta. Sucede cuando el número de estímulos o la fuerza de los mismos aumentan. La respuesta puede ser de excitación o de inhibición.

d) Inducción sucesiva

Un aumento de excitación de los músculos agonistas sigue a una estimulación (contracción) de sus antagonistas.

e) Inervación recíproca

La contracción de los músculos está acompañada por la inhibición simultánea de sus antagonistas. Es una parte necesaria del movimiento coordinado. **(21)**

5.4.3 Procedimientos básicos

a) Resistencia

Para ayudar a la contracción muscular y al control motor, aumentar la fuerza y ayudar al aprendizaje motor.

b) Irradiación y refuerzo

Empleo del desbordamiento de la respuesta para estimular.

c) Contacto manual

Para aumentar la fuerza y guiar el movimiento con la presa y la presión.

d) Posición del cuerpo y mecanismos corporales

Dirección y control del movimiento o de la estabilidad.

e) Consignas Verbales

Empleo de las palabras y del volumen de voz apropiado para dirigir al paciente.

f) Vista

Empleo de la visión para guiar el movimiento y aumentar la fuerza.

g) Tracción o aproximación

La elongación o la compresión de los miembros y del tronco para facilitar el movimiento y la estabilidad.

h) Estiramiento

La utilización de la elongación muscular y del reflejo de estiramiento para facilitar la contracción y disminuir la fatiga muscular.

i) Sincronismo

Estimula el sincronismo normal y el aumento de la contracción muscular a través del “sincronismo para el énfasis”

j) Patrones

Movimientos sinérgicos en masa, los componentes del movimiento funcional normal. **(21)**

5.4.4 Técnica de contraiga y relaje: tratamiento directo

Se caracteriza por ser una contracción isotónica resistida de los músculos que limitan (antagonistas) seguida de la relajación y el aumento de la amplitud del movimiento, su objetivo es aumentar la amplitud articular pasiva y está indicado en casos donde estos se ven disminuidos, especialmente después de un caso de inmovilización temporal de una articulación.

El fisioterapeuta o el paciente desplazará la articulación o el segmento corporal hasta el final de la amplitud articular pasiva. Es preferible un movimiento activo o un movimiento contra una ligera resistencia, se solicita al paciente una contracción fuerte del músculo o patrón que limita (antagonistas) en el cual, los autores

consideran que la contracción debería mantenerse por lo menos de 5 a 8 segundos. Se permitirá el movimiento suficiente para que el fisioterapeuta se asegure que todos los músculos deseados, se contraigan. Después del tiempo suficiente, el fisioterapeuta pedirá al paciente que se relaje. **(21)**

Es al momento de aplicar ésta técnica cuando el paciente experimenta un dolor que impide el avance de la rehabilitación y la razón por la que muchos pacientes abandonan la terapia, al pensar que la misma no solo le ocasiona más dolor sino que también experimentan temor a sufrir nuevamente una fractura.

5.4.5 Técnica de contraiga y relaje: tratamiento indirecto

La técnica empleará la contracción de los músculos agonistas en lugar de los músculos acortados, este método se utilizará cuando la contracción de los músculos que limitan sea demasiado dolorosa o demasiado débil para producir una contracción eficaz. **(21)**

VI. OBJETIVOS

6.1 General

Identificar los efectos de la aplicación de iontoforesis con lidocaína en dolor articular en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la técnica de contraiga y relaje.

6.2 Específicos

6.2.1 Determinar la escala de dolor en pacientes con fractura de miembro superior al comenzar la técnica de contraiga y relaje.

6.2.2 Establecer el rango de amplitud articular de los pacientes la tolerancia del paciente con fractura de miembro superior al comenzar la técnica de contraiga y relaje.

6.2.3 Establecer la tolerancia del paciente al aplicar la técnica de contraiga y relaje después de la aplicación de iontoforesis con lidocaína.

6.2.4 Comprobar los resultados de la aplicación de iontoforesis con lidocaína en dolor articular fracturas consolidadas de miembro superior previo a la técnica de contraiga y relaje.

VII. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

7.1 Tipo de estudio

El diseño cuasi experimental manipula deliberadamente al menos una variable independiente para ver su efecto y relación con una o más variables dependientes, solamente que difieren de los experimentos “verdaderos” en el grado de seguridad a confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. **(22)**

7.2 Sujetos de estudio

Los sujetos de estudio de la investigación fueron pacientes con fractura de miembro superior del departamento de medicina física y rehabilitación del Hospital Regional de Occidente.

7.3 Contextualización geográfica y temporal

7.3.1 Contextualización geográfica

El estudio se realizó en el departamento de medicina física y rehabilitación del Hospital Regional de Occidente, en la ciudad de Quetzaltenango, municipio del departamento de Quetzaltenango, Guatemala.

7.3.2 Contextualización temporal

El estudio se realizó en un tiempo aproximado de dos meses, comprendidos de agosto a septiembre del año 2016.

7.4 Definición de Hipótesis

H_1 : La aplicación de iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la técnica de contraiga y relaje, es efectiva para disminuir el dolor articular.

H_0 : La aplicación de iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la técnica de contraiga y relaje, no es efectiva para disminuir el dolor articular.

7.5 Variables de estudio

7.5.1 Variables independientes

- a) Iontoforesis
- b) Lidocaína
- c) Técnica de contraiga y relaje

7.5.2 Variable dependiente

- d) Fractura consolidada de miembro superior

7.6 Definición de variables

7.6.1 Definición conceptual

- a) Iontoforesis

La Iontoforesis es una técnica terapéutica que se basa en la aplicación de radicales medicamentosos ya sean analgésicos o anestésicos que son aplicados por medio de la vía transcutánea, los mismos que son introducidos través de la corriente galvánica y sus derivados. **(11)**

- b) Lidocaína

La lidocaína es un anestésico local del grupo amida que se administra por diferentes vías de conducción, desde hace más de 40 años. No se le ha atribuido complicaciones graves, La lidocaína también es conocida con el nombre de xilocaína. **(15)**

- c) Técnica de contraiga y relaje

Se caracteriza por ser una contracción isotónica resistida de los músculos que limitan (antagonistas) seguida de la relajación y el aumento de la amplitud del movimiento, su objetivo es aumentar la amplitud articular pasiva y está indicado en casos donde estos se ven disminuidos, especialmente después de un caso de inmovilización temporal de una articulación. **(21)**

d) Fracturas consolidadas de miembro superior

Es la ruptura del tejido óseo del miembro superior causada por el aumento de la distribución interna de las fuerzas o cargas que el cuerpo sólido pueda soportar, que ha finalizado su proceso de consolidación mediante una inmovilización. **(18)**

7.6.2 Definición operacional

a) Lidocaína

Es un fármaco que tiene como objetivo entre otros la anestesia local, pudiendo ser introducida a través de diferentes vías, ya sea intravenosa, intramuscular y transcutánea.

Indicador

- Grado de dolor

b) Iontoforesis

Es la aplicación de la corriente galvánica con la introducción de un fármaco de forma transcutánea.

Indicador

- Grado de dolor

c) Técnica de contraiga y relaje

Indicadores

- Grado de dolor
- Amplitud articular
- Fuerza Muscular

d) Fracturas consolidadas de miembro superior

Son fracturas en el miembro superior que culminaron su tiempo de consolidación y ya está indicada la rehabilitación como tratamiento a seguir.

Indicadores

- Grado de dolor
- Amplitud articular
- Fuerza Muscular

VIII. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

8.1 Selección de los sujetos de estudio

Para la obtención de la muestra se tomará el 100% de la población, conformada por 20 pacientes con historial de fractura consolidada de miembro superior, cumpliendo con los criterios de inclusión y los criterios de exclusión, así también como los que den su consentimiento informando para participar en este estudio.

8.1.1 Criterios de inclusión

Pacientes de ambos sexos con fractura de miembro superior consolidada que presenten dolor articular entre las edades de 20 a 50 años del departamento de medicina física y rehabilitación del Hospital Regional de Occidente.

8.1.2 Criterios de Exclusión

- Pacientes con fractura de miembro superior consolidada que no presenten limitación en el rango de movimiento.
- Pacientes con material de osteosíntesis.
- Contraindicado la movilización o que presenten osteoporosis.
- Pacientes que tengan alguna contraindicación en cuanto al uso de lidocaína.

8.2 Recolección de datos

Se solicitó al departamento de medicina física y rehabilitación del Hospital Regional de Occidente la estadística de pacientes con diagnóstico de fractura consolidada de miembro superior con edades comprendidas entre 20 y 50 años de edad de tres meses anteriores, dando como resultado 20 pacientes

8.3 Validación de instrumentos

Se realizará una evaluación inicial y una evaluación final para determinar la efectividad de la iontoforesis con lidocaína en estos diagnósticos, tomando en cuenta los siguientes formatos que son de uso universal y están validados.

8.3.1 Historia Clínica

Instrumento utilizado para recopilar los datos más relevantes del paciente. Producido para las necesidades de esta investigación por la tesista.

8.3.2 Formato de escala de fuerza muscular de Daniels

Tal como lo describe el libro Técnicas de balance muscular este formato evalúa cada músculo en 6 grados distintos:

5º: Resistencia máxima, arco articular completo venciendo la resistencia máxima aplicada por el evaluador.

4º: Resistencia mínima, amplitud articular completo venciendo la resistencia mínima aplicada por el evaluador.

3º: Sin resistencia, amplitud articular completo sin resistencia, pero contra la gravedad aplicada por el evaluador.

2º: Amplitud articular completo, a favor de la gravedad.

1º: Presencia de contracción

0º: Contracción nula **(21)**

8.3.2 Formato de amplitud articular

Realizarse en base al libro de Clarson, Proceso evaluativo musculoesquelético. En un primer momento, debe medirse y registrarse la amplitud del movimiento pasivo en la extremidad sana, de manera que pueda determinarse la amplitud de movimiento pasivo normal del paciente y las sensaciones finales normales, y que pueda demostrarse el movimiento al paciente antes de que éste realice la maniobra con el lado afecto, utilizando tablas de los valores normales de la amplitud del movimiento activo. **(23)**

8.3.3 Formato de escala de dolor numérica

En el libro titulado tratado de medicina paliativa y el tratamiento de soporte del paciente con cáncer. Su versión original consiste en una raya horizontal de 10 cm. En cuyos extremos se contraponen los términos: No dolor (0) y el dolor máximo

imaginable (10). El paciente marca la raya horizontal que consiste en el grado de dolor que presenta. **(24)**

8.4 Protocolo de tratamiento

Como protocolo de tratamiento para la investigación se realizará un aproximado de quince sesiones con cada paciente, con dos sesiones a la semana, el tiempo aproximado de la sesión dependerá de la superficie a trabajar. **(20) (13)**

| | |
|---|---|
| 1 | <p>EVALUACIONES.</p> <ul style="list-style-type: none">• En esta fase, se realizará una evaluación inicial de cada paciente, utilizando como instrumentos de evaluación los formatos descritos anteriormente y un goniómetro para determinar el rango de amplitud articular, de esta forma se determina el estado inicial del paciente previo a la aplicación del tratamiento.• Al llegar a la sesión número 8 se realizará una evaluación intermedia para conocer la evolución del paciente en comparación a la evaluación inicial.• Al terminar las 15 sesiones de tratamiento se realizará una evaluación final, con los mismos instrumentos de evaluación, la cual permitirá analizar los resultados de la aplicación de iontoforesis con lidocaína previo a la técnica de contraiga y relaje. |
| 2 | <p>TIEMPO</p> <p>Se realizan 15 sesiones del tratamiento, los cuales serán realizados 3 veces por semana, con una duración aproximadamente de 45 minutos por sesión en cada paciente.</p> |
| 3 | <p>POSICIÓN DEL PACIENTE</p> <p>El paciente se encontrará en la posición decúbito supino o sedente según la articulación a trabajar, con el miembro superior extendido (si el paciente puede realizarlo).</p> |

| | |
|---|---|
| | <p>POSICIÓN DEL TERAPEUTA</p> <p>La fisioterapeuta se colocará a un lado del paciente en posición diagonal, para poder realizar la técnica adecuadamente.</p> |
| 4 | <p>CONSIGNAS</p> <p>Preparatoria: “Permita que le lleve la articulación hacia arriba, y al llegar a la limitación debe de realizar una contracción intensa entre 5-8 segundos, luego debe de relajarse, seguidamente permita que le lleve la articulación más arriba de donde llega la limitación, para ganar arco de movimiento.”</p> <p>Acción:</p> <p>Contraiga la articulación hacia arriba y no permita que lo lleve hacia abajo, contraiga, relaje, y deje que le lleve la articulación hacia arriba.</p> |
| 5 | <p>APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS</p> <p>Se comenzará la aplicación del tratamiento de iontoforesis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de la zona con alcohol y algodón. • Determinamos la dimensión del electrodo a utilizar, teniendo dos medidas, 8 cm² y 10 cm². • Se colocará la gamuza con 10mg de lidocaína, en el electrodo positivo y en el negativo suero fisiológico. • Se colocará los electrodos en el punto nervioso según el tipo de fractura. • Se sujetarán los electrodos con micropore o venda elástica. • Se debe dosificar la modalidad galvánica según la ley de Faraday. • Se inicia la sesión, cuidando que el paciente no sufra quemaduras. • Al finalizar la sesión, se observa la piel del paciente. <p>Seguido de la iontoforesis, se comenzará con el tratamiento de contracción y relajación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El fisioterapeuta desplazará la articulación o el segmento corporal hasta el final de la amplitud articular pasiva, es preferible un movimiento activo o un movimiento contra una ligera resistencia. • El fisioterapeuta solicitará al paciente una contracción fuerte del |

músculo o patrón que limita (antagonistas).

- Se permitirá el movimiento suficiente para que el fisioterapeuta se asegure que todos los músculos deseados, particularmente los rotadores, se contraen.
- Después del tiempo suficiente, el fisioterapeuta pedirá al paciente que se relaje indicándole que descansa su brazo y mediante una respiración pausada.
- Se relajarán tanto el paciente como el fisioterapeuta

IX. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

9.1 Descripción del proceso de digitación

Para digitar los resultados obtenidos de la investigación de la aplicación de iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la técnica de contraiga y relaje y la aplicación del protocolo tradicional para este diagnóstico, en ambos grupos se obtuvieron los resultados de la evaluación inicial y final de dolor articular mediante la evaluación numérica, amplitud articular y fuerza muscular, para finalizar se registraron en una base de datos realizada en el programa de Microsoft Word, Microsoft Excel 2007-2010, Internet y de forma manual.

9.2 Plan de análisis de datos

Para mejorar interpretación y análisis de resultados se utilizaron formatos de anamnesis, grado de dolor con la evaluación numérica, amplitud articular y fuerza muscular.

9.3 Métodos estadísticos

Lima, G. (2015). Presenta las siguientes fórmulas estadísticas para el análisis de datos pares.

- Se establece la media aritmética de las diferencias: $\bar{d} = \frac{\sum d_i}{N}$
- Se establece la desviación típica o estándar para la diferencia entre el tiempo uno y el tiempo dos.
- Desviación típica o estándar para la diferencia entre la evaluación inicial antes de aplicar la terapia y la evaluación final después de aplicar la terapia.

$$sd = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{N - 1}}$$

- Valor estadístico de prueba: $t = \frac{\bar{d} - \delta_0}{\frac{Sd}{\sqrt{N}}} =$

- Grados de Libertad: $N - 1 = 15 - 1 = 14$

- Efectividad de la terapia:

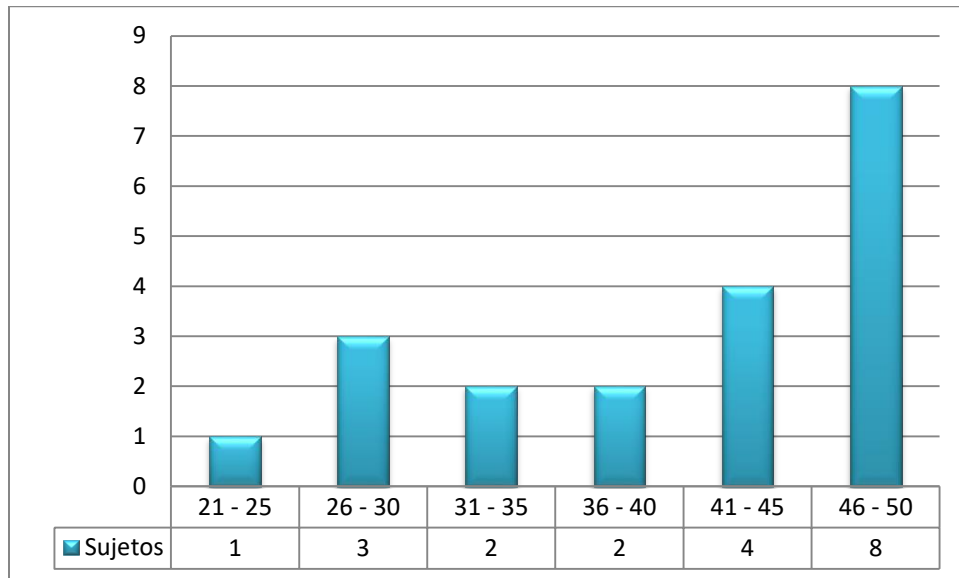
$t \geq T$ es efectiva
 $-t \leq -T$ es efectiva

X. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las evaluaciones efectuadas por medio del análisis de datos pares.

Gráfica Núm. 1

Edades

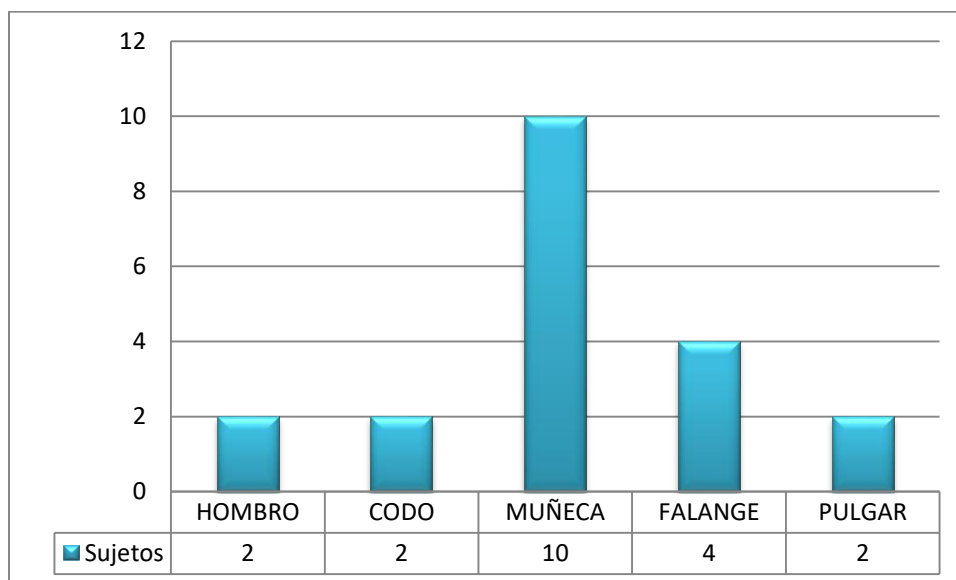


Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

En la gráfica anterior se puede observar las edades de los sujetos de la investigación, siendo el menor de 21 años y el mayor de 50, existiendo un mayor número de sujetos en el grupo de 46 a 50 años y el menor número de sujetos en el grupo de 21 a 25 años, indicando que al ser mayor la edad, más es la incidencia en fracturas de miembro superior.

Gráfica Núm. 2
Área anatómica



Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

En la gráfica anterior se puede observar las articulaciones en las cuales los sujetos de la investigación sufrieron la fractura, siendo mayor número de sujetos en el grupo de fractura de la región de la muñeca.

Tabla Núm. 1

Comparación de la evaluación inicial e intermedia del dolor

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación inicial | Evaluación intermedia |
|--|--------------------|-----------------------|
| Medias aritméticas | 8.9 | 4.8 |
| Número de casos | 20 | 20 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0 | |
| Grados de libertad | 19 | |
| Estadístico t | 16.38 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2.09 | |

Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación: Al comparar la media aritmética de la evaluación inicial 8.9 con la evaluación intermedia 4.8 se observa que existe una diferencia estadística significativa al nivel del 5%, por lo que se comprueba una disminución del dolor articular.

Tabla Núm. 2

Comparación de la evaluación intermedia y final del dolor

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación intermedia | Evaluación final |
|--|-----------------------|------------------|
| Medias aritméticas | 4.8 | 4.2 |
| Número de casos | 20 | 20 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0 | |
| Grados de libertad | 19 | |
| Estadístico t | 1.83 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2.09 | |

Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación: Al comparar la media aritmética de la evaluación intermedia 4.8 con la evaluación final 4.2 se observa que existe diferencia y disminución del dolor articular.

Tabla Núm. 3

Comparación de la evaluación inicial y final del dolor

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación inicial | Evaluación final |
|--|--------------------|------------------|
| Medias aritméticas | 8.90 | 4.20 |
| Número de casos | 20.00 | 20.00 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.00 | |
| Grados de libertad | 19.00 | |
| Estadístico t | 11.62 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2.09 | |

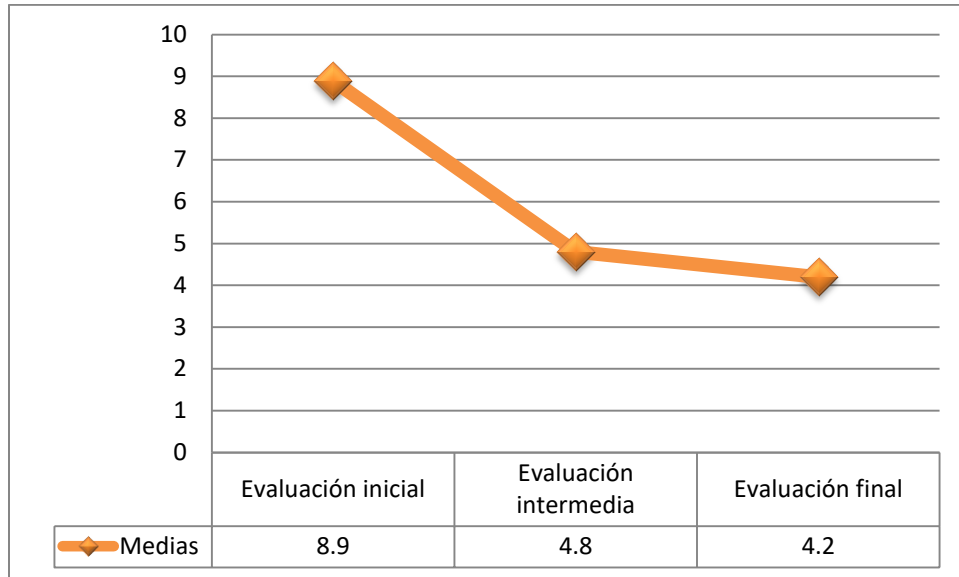
Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

Al comparar la media aritmética de la evaluación inicial 8.9 con la evaluación final 4.20 se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa al nivel del 5%, por lo que se comprueba una disminución del dolor articular de 4.7 grados.

Al ser el estadístico $t = 11.62$ mayor que el valor crítico de t (dos colas) $= 2.09$, se rechaza la hipótesis nula H_0 : La aplicación de iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la facilitación neuromuscular propioceptiva en la técnica de contraiga y relaje, no es efectiva y se acepta la hipótesis alterna H_1 : La aplicación de iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la facilitación neuromuscular propioceptiva en la técnica de contraiga y relaje, es efectiva.

Gráfica Núm. 3
Comparación de medias
Evaluación del dolor



Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

En la gráfica anterior se puede observar que existe una disminución del dolor articular de 4.7 grados al comparar el resultado de la media aritmética de la evaluación inicial 8.9 con la media aritmética de la evaluación final 4.2, al aplicar la iontoforesis con lidocaína previo a la técnica contraiga y relaje.

Tabla Núm. 4

Comparación de la evaluación inicial y media de la amplitud articular en el movimiento extensión

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación inicial | Evaluación media |
|--|--------------------|------------------|
| Medias aritméticas | 4.00 | 4.40 |
| Número de casos | 20 | 20 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0 | |
| Estadístico t | -2.37 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | - 2.09 | |

Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

Al comparar la media aritmética de la evaluación inicial 4 con la evaluación media 4.4 se observa que existe una mínima diferencia en el aumento en la amplitud articular.

Tabla Núm. 5

Comparación de la evaluación media y final de la amplitud articular en el movimiento extensión

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación intermedia | Evaluación final |
|--|-----------------------|------------------|
| Medias aritméticas | 4.40 | 4.45 |
| Número de casos | 20 | 20 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0 | |
| Estadístico t | -0.29 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | -2.09 | |

Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

Al comparar la media aritmética de la evaluación media 4.4 con la evaluación final 4.45 se observa que existe una mínima diferencia en la amplitud articular.

Tabla Núm. 6

Comparación de la evaluación inicial y final de la amplitud articular en el movimiento extensión

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación inicial | Evaluación final |
|--|--------------------|------------------|
| Medias aritméticas | 4 | 4.45 |
| Número de casos | 20 | 20 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0 | |
| Estadístico t | -1.63 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | -2.09 | |

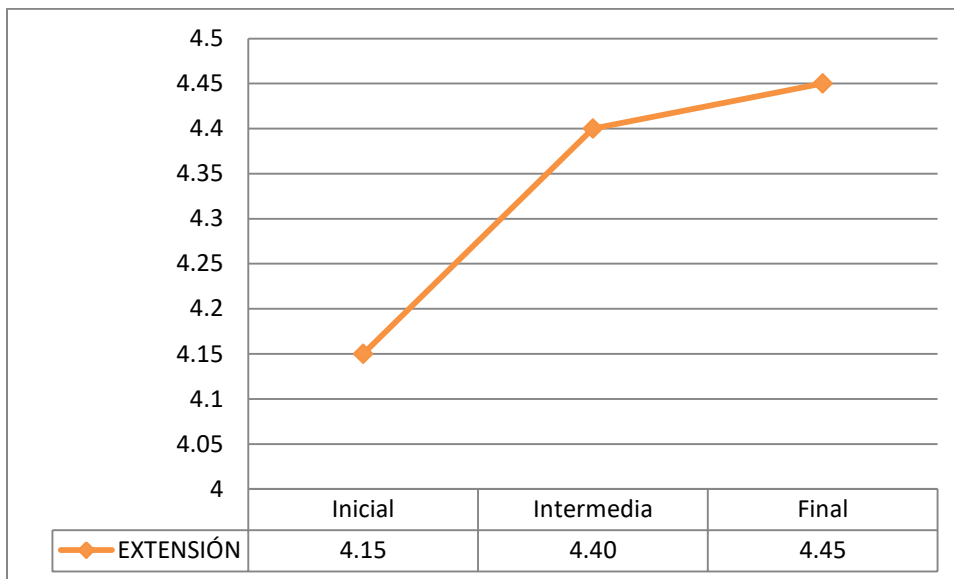
Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

Al comparar la media aritmética de la evaluación inicial 4 con la evaluación final 4.45 se observa que existe una mínima diferencia en el aumento en la amplitud articular de 0.45 grados.

Al ser el estadístico $t = -1.63$ mayor que el valor crítico de t (dos colas) $= -2.09$, se comprueba que los pacientes a los que se aplica iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la facilitación neuromuscular propioceptiva en la técnica de contraiga y relaje, no demuestran un aumento significativo en su amplitud articular al disminuir el dolor articular causado por la misma técnica.

Gráfica Núm. 4
 Comparación de medias
 Evaluación de la amplitud articular en el movimiento extensión



Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

En la gráfica anterior se puede observar que existe un mínimo aumento de la amplitud articular al comparar el resultado de la media aritmética de la evaluación inicial 4.15 y la final 4.45 al aplicar la iontoforesis con lidocaína previo a la técnica contraiga y relaje, esto es debido a que los pacientes no presentaban una limitación articular significativa en la extensión de la articulación.

Tabla Núm. 7

Comparación de la evaluación inicial y media de la amplitud articular en el movimiento flexión

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación inicial | Evaluación media |
|--|--------------------|------------------|
| Medias aritméticas | 2.65 | 3.20 |
| Observaciones | 20.00 | 20.00 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.00 | |
| Estadístico t | -4.82 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | -2.09 | |

Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

Al comparar la media aritmética de la evaluación inicial 2.65 con la evaluación media 3.20 se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa, por lo que se comprueba un aumento en la amplitud articular de 0.55 grados

Tabla Núm. 8

Comparación de la evaluación media y final de la amplitud articular en el movimiento flexión

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación media | Evaluación final |
|--|------------------|------------------|
| Medias aritméticas | 3.20 | 4.35 |
| Número de casos | 20.00 | 20.00 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.00 | |
| Estadístico t | -7.67 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | -2.09 | |

Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

Al comparar la media aritmética de la evaluación media 3.20 con la evaluación final 4.35 se observa que existe una diferencia en la amplitud articular de 1.15 grados.

Tabla Núm. 9

Comparación de la evaluación inicial y final de la amplitud articular en el movimiento flexión

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación inicial | Evaluación final |
|--|--------------------|------------------|
| Media aritméticas | 2.65 | 4.35 |
| Observaciones | 20.00 | 20.00 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.00 | |
| Estadístico t | -10.38 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | -2.09 | |

Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

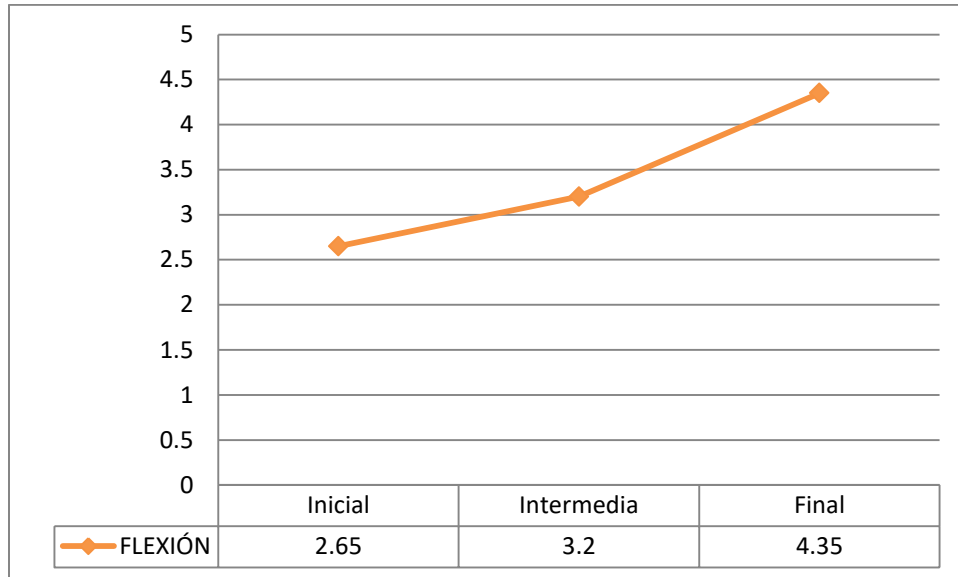
Al comparar la media aritmética de la evaluación inicial 2.65 con la evaluación final 4.35 se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa, por lo que se comprueba un aumento en la amplitud articular

Al ser el estadístico $t = -10.38$ mayor que el valor crítico de t (dos colas) $= 2.09$, se comprueba que los pacientes a los que se aplica iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la facilitación neuromuscular propioceptiva en la técnica de contraiga y relaje, demuestran un aumento en su amplitud articular al disminuir el dolor articular causado por la misma técnica.

Gráfica Núm. 5

Comparación de medias

Evaluación de la amplitud articular en el movimiento flexión



Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

En la gráfica anterior se puede observar que existe un aumento de la amplitud articular al comparar el resultado de la media aritmética de la evaluación inicial 2.65 con la media aritmética de la evaluación final 4.35. Lo que indica que al disminuir el dolor articular del paciente, recupera mayormente la amplitud articular.

Tabla Núm. 10

Comparación de la evaluación inicial y media de la fuerza muscular en el movimiento extensión

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación inicial | Evaluación media |
|--|--------------------|------------------|
| Medias aritméticas | 2.70 | 3.35 |
| Número de casos | 20.00 | 20.00 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.00 | |
| Estadístico t | -4.33 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | -2.09 | |

Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

Al comparar la media aritmética de la evaluación inicial 2.7 con la evaluación media 3.35 se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa, por lo que se comprueba un aumento en la fuerza muscular de 0.65.

Tabla Núm. 11

Comparación de la evaluación media y final de la fuerza muscular en el movimiento extensión

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación media | Evaluación final |
|--|------------------|------------------|
| Medias aritméticas | 3.35 | 4.20 |
| Número de casos | 20.00 | 20.00 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.00 | |
| Estadístico t | -6.47 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | -2.09 | |

Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

Al comparar la media aritmética de la evaluación media 3.35 con la evaluación final 4.20 se observa que existe una diferencia en la fuerza muscular de 0.85.

Tabla Núm. 12

Comparación de la evaluación inicial y final de la fuerza muscular en el movimiento extensión

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación inicial | Evaluación final |
|--|--------------------|------------------|
| Medias aritméticas | 2.7 | 4.2 |
| Número de casos | 20 | 20 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0 | |
| Estadístico t | -11.05 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | -2.09 | |

Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

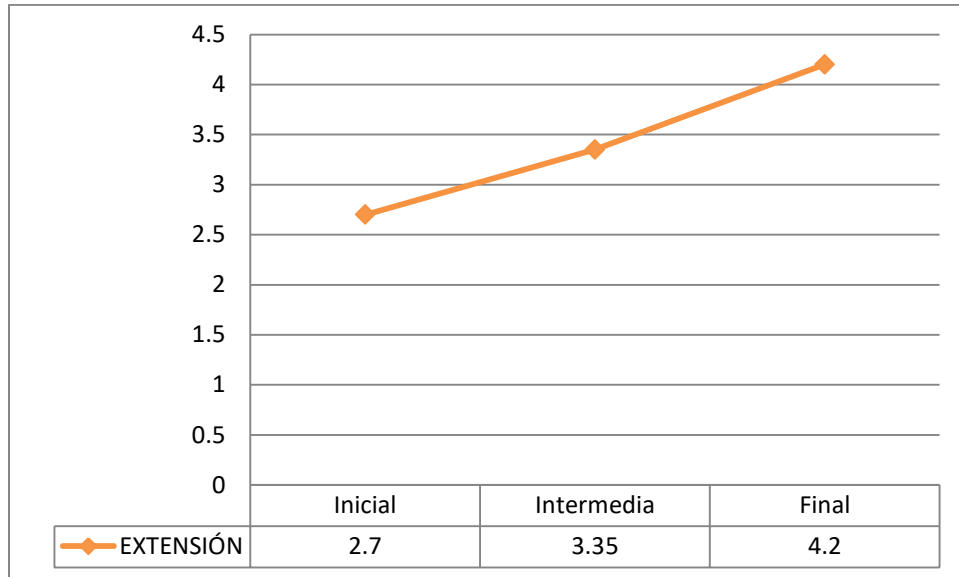
Al comparar la media aritmética de la evaluación inicial 2.7 con la evaluación final 4.2 se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa, por lo que se comprueba un aumento en la fuerza muscular de 1.5 grados.

Al ser el estadístico $t = -11.05$ mayor que el valor crítico de t (dos colas) $= -2.09$, se comprueba que los pacientes a los que se aplica iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la facilitación neuromuscular propioceptiva en la técnica de contraiga y relaje, demuestran un aumento en la fuerza muscular al disminuir el dolor articular causado por la misma técnica.

Gráfica Núm. 6

Comparación de medias

Evaluación de la fuerza muscular en el movimiento extensión



Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

En la gráfica anterior se puede observar que existe un aumento de la amplitud articular al comparar el resultado de la media aritmética de la evaluación inicial 2.65 con la media aritmética de la evaluación final 4.35. Lo que indica que al disminuir el dolor articular del paciente, recupera mayormente la amplitud articular.

Tabla Núm. 13

Comparación de la evaluación inicial y media de la fuerza muscular en el movimiento flexión

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación inicial | Evaluación media |
|--|--------------------|------------------|
| Medias aritméticas | 2.70 | 3.30 |
| Número de casos | 20.00 | 20.00 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.00 | |
| Estadístico t | -4.49 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | -2.09 | |

Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

Al comparar la media aritmética de la evaluación inicial 2.7 con la evaluación media 3.30 se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa, por lo que se comprueba un aumento en la fuerza muscular de 0.6.

Tabla Núm. 14

Comparación de la evaluación media y final de la fuerza en el movimiento flexión

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación media | Evaluación final |
|--|------------------|------------------|
| Medias aritméticas | 3.30 | 4.10 |
| Números de casos | 20.00 | 20.00 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.00 | |
| Estadístico t | -5.14 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | -2.09 | |

Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

Al comparar la media aritmética de la evaluación media 3.35 con la evaluación final 4.10 se observa que existe una diferencia en la fuerza muscular de 0.8.

Tabla Núm. 15

Comparación de la evaluación inicial y final de la fuerza muscular en el movimiento flexión

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | Evaluación inicial | Evaluación final |
|--|--------------------|------------------|
| Medias aritméticas | 2.7 | 4.1 |
| Número de casos | 20.00 | 20.00 |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.00 | |
| Estadístico t | -9.20 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | -2.09 | |

Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

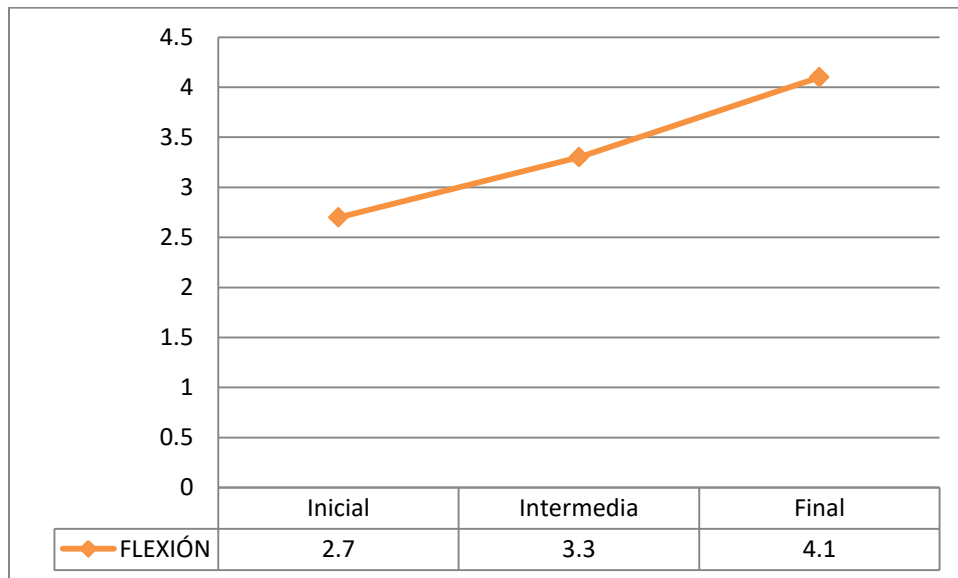
Al comparar la media aritmética de la evaluación inicial 2.7 con la evaluación final 4.1 se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa, por lo que se comprueba un aumento en la fuerza muscular de 1.4.

Al ser el estadístico $t = -9.20$ menor que el valor crítico de t (dos colas) $= -2.09$, se comprueba que los pacientes a los que se aplica iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la facilitación neuromuscular propioceptiva en la técnica de contraiga y relaje, demuestran un aumento en la fuerza muscular al disminuir el dolor articular causado por la misma técnica.

Gráfica Núm. 8

Comparación de medias

Evaluación de la fuerza muscular del movimiento flexión



Fuente: Trabajo de campo 2016

Interpretación:

En la gráfica anterior se puede observar que existe un aumento de la fuerza muscular al comparar el resultado de la media aritmética de la evaluación inicial 2.7 con la media aritmética de la evaluación final 4.1 al aplicar la iontoforesis con lidocaína previo a la técnica contraiga y relaje, lo que indica que al disminuir el dolor articular, el paciente recupera la fuerza de su articulación.

XI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Montesdeoca, J. (2013) En el documento titulado “Aplicación de las técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva para aumentar la amplitud articular luego del tratamiento post-quirúrgico en lesiones traumáticas de rodilla en pacientes que acuden al servicio de fisioterapia del Hospital Provincial General Docente de Riobamba en el periodo julio 2013 – diciembre 2013, en Riobamba, Ecuador. El cual tiene como objetivo observar los efectos de ésta técnica en el déficit de amplitud articular que presentan los pacientes por causas post quirúrgicas en la articulación de rodilla. En cual obtuvo como resultado del dolor leve un 80% de paciente se aliviaron de las molestias causadas por su problema post quirúrgico, el 10% mantuvo un grado de dolor leve y moderado. Según el test goniométrico un 71% alcanzo el arco de movilidad necesario; según el test centimetrico para perímetro muscular en global el 75% de pacientes recupero su perímetro muscular normal. Y mediante el test de fuerza manual muscular, se evaluó con mayor énfasis a los isquiotibiales presentando mejoría al final del tratamiento y en los demás grupos musculares del miembro inferior con lo cual representa un 55% en isquiotibiales y un 26% en cuádriceps al ser los principales para la flexión y extensión de la rodilla. Concluyendo así que la Hipótesis planteada en el trabajo investigativo; se acepta; es decir se comprueba y se recomienda para cuadros con limitación articular y funcional.

Con la investigación anterior se destaca la importancia de la facilitación neuromuscular propioceptiva para devolver la funcionalidad de un miembro en el periodo post consulta de traumatología, si bien el paciente suele tener una disminución del dolor paulatinamente al momento de la manipulación con el objetivo de aumentar la amplitud articular, suele presentar un cuadro de dolor muy grande, incluso mayor que al momento de tener la fractura y es precisamente allí donde el paciente comienza a experimentar temor de continuar con la rehabilitación, por lo que se estudia la posibilidad de disminuir éste con alguna técnica previa al mismo.

Rodríguez, J. (2004) En su libro "Electroterapia en Fisioterapia" sugiere que al no existir una fórmula definitiva para la iontoforesis y que las recientes investigaciones lo realizan de forma experimental en cuanto a la dosificación y el tiempo, aplicar la Ley de Faraday para la electrólisis la cual considera oportuna para estos casos, de igual forma sugiere para obtener el efecto galvánico sin quemar al paciente al ser una corriente alta se debe aplicar de 0.1ma/cm^2 puesto que no se busca el efecto galvánico como tal, sino la transmisión del medicamento. En el caso de la investigación al ser lidocaína el fármaco, Rodríguez indica que lo recomendable a aplicar son 10Mg

La descripción anterior se comprueba en el trabajo de campo donde a 20 pacientes se les aplicó iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior, previo a la facilitación neuromuscular propioceptiva en la técnica contraiga y relaje, el cual se aplicó la misma utilizando la Ley de Faraday con las sugerencias realizadas por el autor, para demostrar la efectividad de la lidocaína se evaluó el grado de dolor que los pacientes presentaban al momento de realizar la técnica de contraiga y relaje. Se emplearon varios formatos de evaluación; entre las cuales se encuentra la medición de intensidad del dolor escala numérica de la intensidad del dolor con escala del 0 al 10. Donde se observa en el análisis de disminución de dolor a través del tratamiento de la iontoforesis con lidocaína, se presentan los cuadros con correlativo del 01 al 03 y gráfica número 03, en donde se puede observar y se comprueba la efectividad de la iontoforesis con lidocaína, ya que la media aritmética inicial fue de 8.9, mientras que la final fue de 4.2. Concluyendo que la aplicación de iontoforesis con la dosificación y el tiempo que sugiere Rodríguez Martín y la Ley de Faraday es una forma muy oportuna para la introducción de la lidocaína.

Vaquer, L. (2005) En la nota clínica titulada Iontoforesis en el abordaje del paciente con dolor crónico, re realizó un estudio retrospectivo analizando las historias clínicas de 50 pacientes que, durante el año 2005, recibieron tratamiento con iontoforesis, evaluando la efectividad analgésica del tratamiento mediante la escala analógica visual (EVA) al inicio del tratamiento y una vez finalizado este. Para la evaluación de la técnica se calculó la media, con un intervalo de confianza (IC) del 95% pretratamiento y

postratamiento, y se compararon los resultados, valorando su consistencia con la prueba de la t de Student, valorando la consistencia de los datos, comparando la EVA pretratamiento y postratamiento con la prueba de la t de Student para datos apareados, podemos afirmar que el tratamiento con iontoforesis consigue una reducción de la EVA estadísticamente significativa en las siguientes afecciones: osteoartritis (media + desviación estándar [DE] pretratamiento $7,28 \pm 1,69$ y postratamiento $4,80 \pm 2,64$) y síndrome del túnel carpiano (media + DE pretratamiento $7,57 \pm 0,83$ y postratamiento $6,35 \pm 0,74$). Obteniendo como conclusión que la iontoforesis parece ser una técnica apropiada y muy segura para el tratamiento del dolor crónico en afecciones como la osteoartritis o el síndrome del túnel carpiano.

Lo anterior se comprueba en el trabajo de campo donde a 20 pacientes se les aplicó iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior, previo a la facilitación neuromuscular propioceptiva en la técnica contraiga y relaje, el cual provoca secuelas de dolor en la articulación que se está manipulando. Se realizó un estudio experimental para determinar el grado de dolor que los pacientes presentaban al momento de realizar la técnica de contraiga y relaje. Se emplearon varios formatos de evaluación; entre las cuales se encuentra la medición de intensidad del dolor escala numérica de la intensidad del dolor con escala del 0 al 10. Donde se observa en el análisis de disminución de dolor a través del tratamiento de la iontoforesis con lidocaína, se presentan los cuadros con correlativo del 01 al 03 y gráfica número 03, en donde se puede observar y se comprueba la efectividad de la iontoforesis con lidocaína, ya que la media aritmética inicial fue de 8.9, mientras que la final fue de 4.2. Concluyendo que la aplicación de iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la técnica de contraiga y relaje es efectiva para disminuir el dolor.

Rivera, A. et al. (2007) En el tema Estudio comparativo de la inclusión de la técnica de la iontoforesis en el tratamiento de pacientes con artritis reumatoidea con sintomatología en manos vs el tratamiento convencional realizado en La Habana, Cuba, se planteó como objetivo general comparar los efectos de incluir una técnica de

iontoforesis en el tratamiento de pacientes con artritis reumatoidea con sintomatología en manos vs los efectos de aplicar solamente el tratamiento convencional. En el cual obtuvo como resultado que con la incorporación de la iontoforesis al tratamiento convencional se vio una mejoría en cuanto a la disminución del dolor, edema, aumento de amplitud articular y fuerza muscular debido a sus efectos analgésicos y antiinflamatorios y a su rápida acción. Estos beneficios se lograron por la acción analgésica y antiinflamatoria que produce el etofenamate gracias a su introducción en el organismo mediante la iontoforesis debido a los efectos específicos de la corriente galvánica y del acyclooxygenasa y lipooxygenasa que actúan como mediadores en el proceso inflamatorio. Por lo que se concluye que la iontoforesis va aliviar los síntomas presentes en la patología ya que presenta efectos analgésicos y antiinflamatorios, los mismos que tienen una rápida acción, finalmente recomiendan indicar que la administración del medicamento se realizará con la misma corriente galvánica aplicada en este proyecto ya que se ha comprobado su efectividad en diversas patologías. **(4)** De la misma forma.

Jiménez, E. et al. (2008) en la investigación del Tratamiento de la tendinopatía calcificante del hombro con iontoforesis con ácido acético versus onda corta, realizada en Toledo, España en una muestra de 23 pacientes, aleatorizados en dos grupos de tratamiento: en el grupo I (GI) se emplea iontoforesis con ácido acético al 2% y en el grupo II (GII) ondas cortas. En ambos grupos se utilizaron los ultrasonido y un programa estandarizado de ejercicios de hombro. Se aplicaron 15 sesiones de tratamiento y se valoraron las diferencias estadísticamente significativas en la escala visual analógica, índice de Constant (IC) y tamaño de la calcificación del hombro afecto. En los resultados del estudio se encontró mejoría estadísticamente significativa en ambos grupos en el dolor (GI $p = 0,002$; GII $p = 0,003$) y en el apartado nivel de actividad del IC para el GII ($p = 0,01$). No se detectaron diferencias en la fuerza, movilidad y tamaño de la calcificación, concluyendo que la asociación de iontoforesis con ácido acético al 2%, ultrasonido y ejercicios no ha demostrado ser mejor en la calcificación de hombro que la combinación de ondas cortas, ultrasonido y ejercicios en lo referente a la mejoría del dolor, el IC y el tamaño de la calcificación. Finalmente recomiendan que sean precisos

más estudios con mayor número de pacientes y apoyados en técnicas de imagen que permitan mejores correlaciones clínico-patológicas para llegar a resultados más concluyentes.

En conformidad con lo anterior, se destaca la importancia de la rehabilitación de miembro superior, utilizando las técnicas necesarias para disminuir el dolor de la misma, tal como la iontoforesis, en los casos anteriores con un fármaco distinto al aplicado en la presente investigación, pero obteniendo resultados positivos en ambos casos. Así como en el caso comprobado en el trabajo de campo donde a 20 pacientes se les aplicó iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior, previo a la facilitación neuromuscular propioceptiva en la técnica contraiga y relaje, el cual indicó un resultado positivo al combinar el galvanismo con la aplicación de una solución ionizada como la lidocaína, en cual provoca una anestesia local, concluyendo al emplear varios formatos de evaluación; entre las cuales se encuentra la medición de intensidad del dolor escala numérica de la intensidad del dolor con escala del 0 al 10. Donde se observa en el análisis de disminución de dolor a través del tratamiento de la iontoforesis con lidocaína, se presentan los cuadros con correlativo del 01 al 03 y gráfica número 03, en donde se puede observar y se comprueba la efectividad de la iontoforesis con lidocaína, ya que la media aritmética inicial fue de 8.9, mientras que la final fue de 4.2. Concluyendo que la aplicación de iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la técnica de contraiga y relaje es efectiva para disminuir el dolor.

Toasa, N. (2008) En un proyecto de investigación de la Universidad Técnica de Ambato con el tema “Efectividad de la iontoforesis con diclofenaco sódico en los pacientes diagnosticados periostitis tibial en la escuela de formación de soldados de la fuerza terrestre en la ciudad de Ambato en el periodo Agosto- Enero 2008” obtuvo la siguiente conclusión: que la utilización de la iontoforesis con diclofenaco de sódico en la periostitis tibial fue bien acogida por parte del área de rehabilitación de la escuela de formación de soldados de Tungurahua por los buenos resultados, ya que ayuda de manera óptima a reducir la inflamación, el dolor y la impotencia funcional, actúa de una

forma analgésica, antiinflamatoria localizada en el área de tratar la periostitis tibial brinda muchos beneficios por sus diferentes acciones, por lo tanto es una técnica adecuada para la rápida recuperación del personal militar ya que para ellos es necesario la pronta reactivación de sus actividades.

Asociación Boliviana del Dolor (2013) en la ciudad de La Paz, Bolivia en el título Aplicación de parche de lidocaína al 5% en síndrome de dolor regional complejo de miembro superior posterior a una fractura humeral, se presenta el resultado del caso de un paciente de 66 años que desarrolló el síndrome de dolor regional complejo del miembro superior posterior a una fractura humeral. El dolor se redujo satisfactoriamente después de la aplicación local de parches de lidocaína al 5% parches por 10 días y se logró 60% de alivio del dolor con una mejoría funcional asociada.

De conformidad con el trabajo de campo en donde a 20 pacientes se les aplicó iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior, previo a la facilitación neuromuscular propioceptiva en la técnica contraiga y relaje, el cual provoca secuelas de dolor en la articulación que se está manipulando así como limitación funcional tanto en la fuerza muscular como en la amplitud articular. Se realizó un estudio experimental para determinar la fuerza muscular y la amplitud articular que los pacientes presentaban al momento de realizar la técnica de contraiga y relaje. Se emplearon varios formatos de evaluación; entre los cuales se encuentra la medición de la fuerza muscular en la escala de Daniels y el formato para la amplitud articular. Donde se observa un aumento de la funcionalidad de los miembros afectados, tanto en la amplitud articular como en la fuerza muscular al disminuir el dolor a través del tratamiento de la iontoforesis con lidocaína, se presentan los cuadros con correlativo del 04 al 15 y gráfica número 04 y 05, en donde se puede observar y se comprueba la efectividad de la iontoforesis con lidocaína, ya que la media aritmética inicial de la amplitud articular en flexión fue de 2.65, mientras que en la final fue de 4.35, igualando el caso la extensión el cual su media aritmética inicial fue de 4.15 y la final de 4.3. En el mismo caso la media aritmética inicial de la fuerza muscular tanto de la flexión como de la extensión fue de 2.7 y la final 4.2 y 4.1 consecutivamente. Concluyendo que la

aplicación de iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previo a la técnica de contraiga y relaje aumenta la funcionalidad de la articulación.

Cabe resaltar, que los pacientes referidos a fisioterapia con fractura consolidada, tienen uno de los tratamientos más dolorosos, siendo éste la facilitación neuromuscular propioceptiva en la técnica de contraiga y relaje, por lo que muchos pacientes, en su mayoría adultos, tienden a abandonar la terapia, independientemente de las consecuencias que la misma puede provocar, tal como es la pérdida de la funcionalidad de sus miembros. Por lo que, disminuir ese dolor articular al momento de realizar la técnica, da esperanza a que los pacientes continúen y finalicen la terapia física.

XII. CONCLUSIONES

1. En cuanto a los efectos de la iontoforesis con lidocaína se observó mayor respuesta en los pacientes que iniciaron el tratamiento por primera vez en conjunto con la investigación que los pacientes que llevaban un tiempo asistiendo a la consulta externa de medicina física y rehabilitación.
2. En comparación de la medición de intensidad del dolor escala numérica de la intensidad del dolor con escala del 0 al 10 inicial con la final se encuentra una disminución del dolor articular.
3. Se comprobó que al disminuir el dolor articular al momento de realizar la técnica de contraiga y relaje, el paciente es más tolerante y permite manipular a un mayor grado la amplitud articular y de la misma forma, la fuerza muscular, acelerando el tratamiento de la fractura dentro de la consulta externa.
4. Es importante la aplicación del tiempo necesario para permitir la introducción del fármaco, el cual la Ley de Faraday para la electrólisis proporciona un resultado bastante cercano
5. El mayor número de fracturas corresponde a pacientes de mayor edad.

XIII. RECOMENDACIONES

1. Para lograr mejores resultados en cuanto a la disminución de amplitud articular, debe aplicarse el protocolo propuesto desde la primera vez que el paciente asiste al programa de fisioterapia.
2. Es importante mantener un control constante de la escala numérica de dolor, evaluándola al iniciar el tratamiento, a la mitad y al final. así como en el momento de realizar la técnica de contraiga y relaje.
3. El tratamiento de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva en la técnica de contraiga y relaje debe iniciarse hasta que el paciente indique que el dolor articular ha disminuido. Ya que el paciente estará más tranquilo y permitirá mayor manipulación del miembro.
4. Para una mayor efectividad en el tratamiento, es importante programar al paciente según el resultado de la ecuación de la ley de Faraday para la electrólisis el cual permite indicar cuál es el tiempo necesario para la aplicación de la dosis.
5. Debe tenerse mayor cuidado en pacientes de edad avanzada, ya que la consistencia ósea no es la misma. Convendría en algunos casos que el paciente presente una desintometría ósea, para descartar osteoporosis.

XIV. BIBLIOGRAFÍA

1. Capote, A. La eficacia de la sonoforesis y la iontoforesis con lidocaína en hombro doloroso. Revista digital Medicina de rehabilitación. Cuba. 2005. Página 2.
2. Shultz, A. et al. Eficacia y la viabilidad del procedimiento de iontoforesis colaborativo para la anestesia cutánea, previa a la punción lumbar (PL) en pacientes adultos del Departamento de Emergencias. Revista de la Fundación de enfermeros de emergencia asociados y la fundación de medicina de emergencia. Estados Unidos. 2005. Página 3.
3. Vaquer, L. Iontoforesis en el abordaje del paciente con dolor crónico. Revista de la Sociedad Española del Dolor. Toledo, España. 2005. Página 11.
4. Rivera, A., et al. Estudio comparativo de la inclusión de la técnica de iontoforesis en el tratamiento de pacientes con artritis reumatoide con sintomatología en manos vs tratamiento convencional. Tesis. Unidad de Hidrología Médica del Centro Nacional de Rehabilitación “Dr. Alejandro Rhode”. Venezuela. 2007
5. Jiménez, E. et al. Tratamiento de la tendinopatía calcificante de hombro: iontoforesis con ácido acético u onda corta. Revista Elsevier. Toledo, España. 2008 páginas 10 a 13.
6. Toasa, N. Efectividad de la iontoforesis con diclofenaco de sódico en los pacientes diagnosticados periostitis tibial en la escuela de formación de soldados de la fuerza terrestre en la ciudad de Ambato en el periodo Agosto- Enero 2008. Tesis. Ambato, Ecuador. 2008.
7. Asociación Boliviana del dolor. Aplicación de parche de lidocaína al 5% en síndrome de dolor regional complejo del miembro superior posterior a una fractura humeral. Revista Boliviana del Dolor. La Paz, Bolivia. 2013. página 2.
8. Montesdeoca, J. Aplicación de las técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva para aumentar la amplitud articular luego del tratamiento post-quirúrgico en lesiones traumáticas de rodilla en pacientes que acuden al servicio de fisioterapia del Hospital Provincial General Docente de Riobamba en el periodo julio 2013 – diciembre 2013. Tesis. Riobamba, Ecuador. 2013.

9. Cojom, Y. Efectos de la aplicación de la lidocaína a través de iontoforesis en pacientes con espalda dolorosa. Tesis. Quetzaltenango, Guatemala. 2014.
10. Carvajal, B. Eficacia de la aplicación de la iontoforesis frente a la sonoforesis en el tratamiento convencional de tendinitis del supraespinoso en pacientes de la cruz roja. Tesis. Ambato, Ecuador. 2015
11. Gonzáles, G. Iontoforesis Dosis y tratamientos. Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad técnica de Ambato. Ecuador. 2004. Páginas 21 a 23.
12. Rodríguez, J. Electroterapia en Fisioterapia. Segunda Edición. Ediciones Panamericanas. Buenos Aires, Argentina. 2004. Páginas 207 a 241.
13. Guodemar, J et al. Iontoforesis, dosis y aplicación. Revista Biociencias. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Alfonso X el Sabio. Madrid, España. 2004. Páginas 4 a 11.
14. León, J. et al. Fisioterapeuta del servicio de salud de la comunidad de Madrid. Volumen 3. Editorial Mad. Madrid, España. 2005. Páginas 180 a 185.
15. Pavón A. Síntomas neurológicos transitorios tras anestesia subaracnoidea con lidocaína. Revista Anestesiología y reanimación. Navarra, España. 2001. Página 5.
16. Azuara, V. Rivas, R. Lidocaína: anestésico de elección en pacientes embarazadas. Revista Mexicana de Odontología clínica. México. 2008. Página 21.
17. Martínez B. Manual de analgesia y sedación en urgencias de pediatría. Editorial CEDRO. España. 2009. Páginas 71- 71 y 81-82.
18. Firpo, C. Manual de Ortopedia y Traumatología. tercera edición y primera edición electrónica. Buenos Aires, Argentina. 2010. Página 183.
19. Caillet, R. Anatomía Funcional y Biomecánica. Ediciones Marbán. Madrid, España. 2006. Páginas 113 a 191.
20. Daniels, L., Worthingham, C. Técnicas de balance muscular. 9na. Edición. Editorial Elsevier. Madrid, España. 2014. Páginas 86 a 176.
21. Adler, S. et al La facilitación neuromuscular propioceptiva en la práctica: guía ilustrada. 2da. Edición. Editorial Panamericana. Madrid, España. 2002. Páginas 37 a 39.
22. Hernández, R. et al. Metodología de la investigación. Cuarta Edición. Ediciones McGraw-Hill. México. 2006. Pág. 109.

23. Clarson, H et al. Proceso evaluativo musculoesquelético. Segunda Edición. Editorial Paidotribo. Montreal, Canadá. 2003. Pág. 31
24. Gonzales, M. Tratado de medicina paliativa y el tratamiento de soporte del paciente con cáncer. Segunda edición. Editorial Panamericana. Argentina. 2007. Página 311.



XV. ANEXOS

Consentimiento informado para participar en un estudio de investigación Fisioterapéutica

Título del protocolo: Aplicación de iontoforesis con lidocaína en fracturas consolidadas de miembro superior previa a la facilitación neuromuscular propioceptiva con la técnica de contraiga y relaje.

Investigador principal: F.T Geovanna Guizar Araya de Albores.

Lugar donde se realizará el estudio: Hospital Regional de Occidente San Juan de Dios.

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento.

1. El objetivo del estudio es la comprobación de la efectividad de la iontoforesis con lidocaína para el tratamiento del dolor provocado por la técnica de contraiga y relaje en fracturas consolidadas de miembro superior.
2. Beneficios del estudio: Se ha realizado múltiples estudios sobre la aplicación de la corriente galvánica en conjunto con fármacos ionizados para obtener mayores resultados en casos de dolor.
3. Procedimientos del estudio: Se iniciará con una hoja de historia clínica que incluye datos personales y antecedentes médicos, evaluación para medir la intensidad del dolor, la amplitud articular y la fuerza muscular de la articulación comprometida. Seguidamente se dará inicio al tratamiento con la aplicación de iontoforesis con lidocaína previa a la técnica de contraiga y relaje.

4. Riesgos asociados con el estudio: no mejoría, incomodidad al colocar la corriente galvánica.

5. Aclaraciones: Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria. No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación. Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, -aun cuando el investigador responsable no se lo solicite-, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad. No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio. No recibirá pago por su participación. La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el investigador.

Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento.

6. Carta de consentimiento informado.

Yo _____ He leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. Convengo en participar en este estudio de investigación.

Firma o huella y fecha

Firma de testigo y fecha

He explicado al Sr (a) _____

La naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

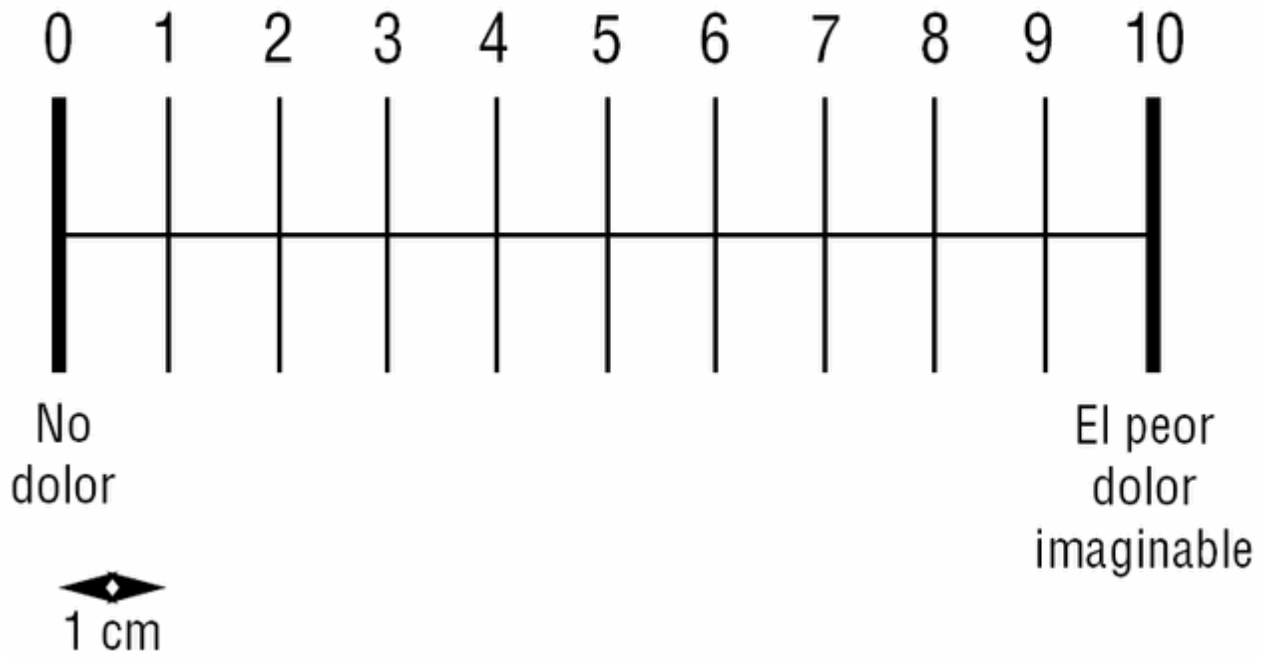
Investigador

Nombre: _____

Firma y Fecha: _____

EVALUACION DEL DOLOR
FORMATO DE ESCALA VISUAL ANALÓGICA (EVA)

—• Escala visual analógica



EVALUACIÓN DE AMPLITUD ARTICULAR DE MIEMBRO SUPERIOR (POR PARÁMETROS)

| Parámetros para goniometría de miembro superior | | | | | | |
|---|----------------|-----------|-----------|----------|--------|---------|
| Articulación | Movimiento | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Hombro | Flexión | 180 - 144 | 144 - 106 | 106 - 70 | 70-36 | 36-0 |
| | Extensión | 40-32 | 32-24 | 24-16 | 16 - 8 | 8 - 0 |
| Codo | Flexión | 150-120 | 120-90 | 90-60 | 60-30 | 30-0 |
| | Extensión | 0-30 | 30-60 | 60-90 | 120-90 | 120-150 |
| Muñeca | Flexión dorsal | 45-36 | 36-27 | 27-18 | 18-9 | 9-0 |
| | Flexión palmar | 70-56 | 56-42 | 42-28 | 28-14 | 14-0 |
| Dedos | Flexión MCF | 90-72 | 72-54 | 54-36 | 36-18 | 18-0 |
| | Extensión MCF | 0-18 | 18-36 | 54-36 | 72-55 | 72-90 |
| | Flexión IFP | 90-72 | 72-54 | 54-36 | 36-18 | 18-0 |
| | Extensión IFP | 0-18 | 18-36 | 54-36 | 72-55 | 72-90 |
| | Flexión IFD | 90-72 | 72-54 | 54-36 | 36-18 | 18-0 |
| | Extensión IFD | 0-18 | 18-36 | 54-36 | 72-55 | 72-90 |
| Pulgar | Flexión | 90-72 | 72-54 | 54-36 | 36-18 | 18-0 |
| | Extensión | 90-72 | 72-54 | 54-36 | 36-18 | 18-0 |

ESCALA PARA LA FUERZA MUSCULAR DE DANIELS

| | |
|---|-------------------------------------|
| 5 | MOVIMIENTO CON RESISTENCIA MÁXIMA |
| 4 | MOVIMIENTO CON RESISTENCIA MÍNIMA |
| 3 | MOVIMIENTO QUE VENCE LA GRAVEDAD |
| 2 | MOVIMIENTO QUE NO VENCE LA GRAVEDAD |
| 1 | CONTRACCIÓN SIN MOVIMIENTOS |
| 0 | SIN CONTRACCIÓN, NI MOVIMIENTO |

FOTOGRAFÍAS



INSTALACIONES

INSUMOS APLICADOS



