

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA (FDS)

IMPORTANCIA DE LOS EJERCICIOS ISOMÉTRICOS PARA EVITAR LA ATROFIA MUSCULAR
DEL CUÁDRICEPS DURANTE LA INMOVILIZACIÓN DE RODILLA, (ESTUDIO REALIZADO DE
MARZO A SEPTIEMBRE DEL 2013 EN EL HOSPITAL NACIONAL DE OCCIDENTE,
QUETZALTENANGO, GUATEMALA.)

TESIS DE GRADO

CAROL GUISELA SOTO LÓPEZ
CARNET 980515-62

QUETZALTENANGO, ENERO DE 2015
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA (FDS)

IMPORTANCIA DE LOS EJERCICIOS ISOMÉTRICOS PARA EVITAR LA ATROFIA MUSCULAR
DEL CUÁDRICEPS DURANTE LA INMOVILIZACIÓN DE RODILLA, (ESTUDIO REALIZADO DE
MARZO A SEPTIEMBRE DEL 2013 EN EL HOSPITAL NACIONAL DE OCCIDENTE,
QUETZALTENANGO, GUATEMALA.)

TESIS DE GRADO

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

POR
CAROL GUISELA SOTO LÓPEZ

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

QUETZALTENANGO, ENERO DE 2015
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.

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. CLAUDIO AMANDO RAMÍREZ RODRIGUEZ

VICEDECANO: MGTR. GUSTAVO ADOLFO ESTRADA GALINDO

SECRETARIA: MGTR. SILVIA MARIA CRUZ PÉREZ DE MARÍN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
LICDA. ALICIA EUGENIA DEL ROSARIO ARROYAVE COHEN

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTR. SUSANA KAMPER MERIZALDE DE DE LEON
LIC. JUAN CARLOS VASQUEZ GARCIA
LICDA. VIVIAN EMILCEN DE LEON LEMUS

AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO

- DIRECTOR DE CAMPUS: ARQ. MANRIQUE SÁENZ CALDERÓN
- SUBDIRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JOSÉ MARÍA FERRERO MUÑIZ, S.J.
- SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLÍS, S.J.
- SUBDIRECTOR ACADÉMICO: ING. JORGE DERIK LIMA PAR
- SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ

Quetzaltenango 18 de septiembre de 2014.

Licda. Susana Kamper
Coordinadora Licenciatura en Fisioterapia
Universidad Rafael Landívar

Apreciable Licenciada:

Por medio de la presente, hago de su conocimiento que la estudiante Carol Guisela Soto López con carné 98051562, realizó las respectivas correcciones y adecuaciones del trabajo de tesis titulada: **"Importancia de los ejercicios isométricos para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla, en ambos sexos en edades de 20 a 60 años"**. Por lo tanto, ha sido aprobada en su contenido, cumpliendo con los requisitos establecidos por la Universidad.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Deferentemente,



Alicia E. Arroyave Cohen
LICENCIADA EN FISIOTERAPIA
COLEGIADA CA-884

Licda. Alicia Eugenia Arroyave Cohen

No. Colegiado CA-004



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante CAROL GUISELA SOTO LÓPEZ, Carnet 980515-62 en la carrera LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA (FDS), del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 0910-2015 de fecha 15 de enero de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

IMPORTANCIA DE LOS EJERCICIOS ISOMÉTRICOS PARA EVITAR LA ATROFIA MUSCULAR DEL CUÁDRICEPS DURANTE LA INMOVILIZACIÓN DE RODILLA, (ESTUDIO REALIZADO DE MARZO A SEPTIEMBRE DEL 2013 EN EL HOSPITAL NACIONAL DE OCCIDENTE, 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 20 días del mes de enero del año 2015.




MGTR. SILVIA MARIA CRUZ PEREZ DE MARÍN, SECRETARIA
CIENCIAS DE LA SALUD
Universidad Rafael Landívar

Agradecimiento

A la Universidad

Rafael Landívar: Por abrirme las puertas y brindarme la formación académica y profesional.

Al Hospital Nacional de Occidente

Quetzaltenango: Por permitirme realizar con éxito el trabajo de campo en tan distinguida institución.

A mi Asesora: Licda. Alicia Arroyave, por los consejos, la confianza y el apoyo que me brindo durante el desarrollo de la tesis.

A mis Catedráticos: Licda. Susana Kamper, Licda. Consuelo Escobar, Licda. Vivian de León y Lic. Juan Carlos Vásquez, por su asesoría, apoyo incondicional y confianza a lo largo del camino recorrido en la carrera y en la realización de ésta tesis.

De manera general a cada persona que de una u otra forma contribuyó para la realización de este trabajo de investigación.

Dedicatoria

- A Dios:** Por guiarme y protegerme en todo momento, por darme sabiduría, vida, salud y la oportunidad de alcanzar esta meta.
- A mis Padres:** Salvador y Esmeralda por su cariño y ayuda brindada durante esta etapa de mi vida.
- A mis Hermanos:** Ninette, Juan Carlos y Ana Lucía por el afecto y apoyo incondicional.
- A mi Hija:** Carol Sofía por su ayuda, amor y sobre todo por ser el motor de mi vida.

Índice

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 Ejercicios Isométricos.....	4
3.1.1 Historia.....	4
3.1.2 Definición.....	4
3.1.2.1 Ejercicio de preparación de los músculos.....	5
3.1.2.2 Ejercicios de resistencia isométrica.....	5
3.1.2.3 Ejercicios de estabilización (estabilidad activa).....	6
3.1.3 Técnicas de ejercicios isométricos breves.....	7
3.1.3.1 Técnica de MullerHettinguer.....	7
3.1.3.2 Técnica de Troisier.....	7
3.1.4 Entrenamiento isométrico.....	8
3.1.4.1 Entrenamiento isométrico de cuádriceps.....	10
3.1.5 Uso de los ejercicios isométricos.....	10
3.1.6 Ejercicios isométricos durante la fase de reparación.....	11
3.1.7 Ventajas y desventajas.....	11
3.1.7.1 Ventajas.....	11
3.1.7.2 Desventajas.....	12
3.1.8 Precauciones con el ejercicio isométrico.....	12
3.2 Atrofia muscular.....	13
3.2.1 Definición.....	13
3.2.2 Etiología.....	13
3.2.3 Factores que influyen en la atrofia muscular.....	14
3.2.3.1 Disminución o pérdida de la función.....	15
3.2.3.2 Alteración de las fibras simpáticas.....	15
3.2.3.3 Problemas circulatorios.....	15
3.2.3.4 Afectación de la neurona motora inferior.....	16
3.2.3.5 Lesión directa sobre un nervio.....	16

3.2.4	Histología de la atrofia muscular durante la inmovilización.....	16
3.2.5	Atrofia muscular generalizada.....	16
3.2.6	Atrofia muscular local.....	17
3.2.7	Importancia clínica de la atrofia muscular.....	17
3.2.8	Disminución de la fuerza muscular debido a la atrofia.....	18
3.2.9	Problemas musculares.....	19
3.2.10	Valoración.....	20
3.3	Cuádriceps.....	20
3.3.1	Definición.....	20
3.3.2	Inserciones del músculo cuádriceps.....	21
3.3.3	Función del cuádriceps.....	21
3.3.4	Importancia del músculo cuádriceps.....	21
3.3.5	Evaluación de la función del cuádriceps.....	22
3.3.6	Disfunción del cuádriceps.....	22
3.3.7	Adherencia del cuádriceps.....	23
3.3.8	Puntos de activación del cuádriceps.....	23
3.4	Inmovilización de rodilla.....	27
3.4.1	Definición.....	27
3.4.2	Objetivos de la inmovilización.....	27
3.4.3	Etiología.....	27
3.4.4	Inmovilización como protección.....	30
3.4.5	Efectos de la inmovilización.....	31
3.4.6	Cambios morfológicos producidos por la inmovilización.....	31
3.4.7	Cambios observados en articulaciones sinoviales después de inmovilización prolongada.....	32
3.4.8	Complicaciones de la inmovilización.....	32
3.4.9	Prevención y tratamiento de fisioterapia.....	34
IV.	ANTECEDENTES.....	36
V.	OBJETIVOS.....	39
VI.	JUSTIFICACIÓN.....	40

VII.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
7.1	Tipo de estudio.....	41
7.2	Sujetos de estudio o unidad de análisis.....	41
7.3	Contextualización geográfica y temporal.....	41
7.4	Definición de hipótesis.....	42
7.6	Definición de variables.....	43
VIII	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.....	45
8.1	Selección de los sujetos de estudio.....	45
8.2	Recolección de datos.....	46
IX.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	48
9.1	Descripción del proceso de digitación.....	48
9.2	Plan de análisis de datos.....	48
9.3	Métodos estadísticos.....	48
X.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	50
XI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	61
XII.	CONCLUSIONES.....	63
XIII.	RECOMENDACIONES.....	64
XIV.	BIBLIOGRAFÍA.....	65
XV.	ANEXOS.....	69

Resumen

La atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla, provoca rigidez, pérdida de la muscular, disminución del diámetro del muslo, y así también puede acortarse debido a la falta de actividad articular. Es por ello, que al eliminar la inmovilización hay limitación del movimiento y dificultad para la bipedestación. De tal manera que, se realiza una investigación experimental con un protocolo de tratamiento que se basa en la aplicación terapéutica de ejercicios isométricos mediante la contracción del músculo, ya que la ejecución de este hace que se mantenga o incluso mejore la masa y fuerza muscular, evitando así la atrofia muscular durante este período. Para esto se recopila una muestra aleatoria en el Hospital Nacional de Occidente Quetzaltenango, en el departamento de ortopedia y traumatología de 30 pacientes con inmovilización de rodilla, dividida en 2 grupos, 15 de ellos reciben el tratamiento terapéutico, conformando el grupo experimental y los otros 15 pacientes forman el grupo control.

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos en esta investigación, se manifiesta que al aplicar el tratamiento fisioterapéutico el paciente presenta mejoras en su estado corporal, ya que las evaluaciones mostraron un resultado satisfactorio del 100% del músculo cuádriceps, teniendo un cambio significativo en comparación con el grupo control en donde se evidenció la atrofia muscular del mismo.

Este estudio contribuye en gran magnitud, a la Facultad de Ciencias de la Salud y al Hospital Nacional de Occidente de Quetzaltenango, pues queda un protocolo de tratamiento de beneficio para la rehabilitación de personas con inmovilización de rodilla, proporcionándoles así una ayuda eficaz y profesional.

I. INTRODUCCIÓN

El problema de atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla afecta en un considerable porcentaje a todo tipo de la población guatemalteca, no importando las edades, ni género; el músculo cuádriceps en esta etapa generalmente presenta rigidez, pérdida de fuerza muscular, disminución del grosor del músculo; así también puede acortarse por la falta de uso normal del mismo. Por tanto, al momento de la eliminación de la inmovilización se encuentra con limitación del movimiento y debilidad muscular, lo que resulta para el paciente, en dificultad para mover la articulación e inestabilidad en la bipedestación, debido a que este músculo trabaja durante todo el rango articular y consecuentemente la insuficiencia de éste contribuye directamente al desplazamiento de la rótula, provocando inseguridad al paciente, lo cual hace difícil la realización de actividades que la persona ejecuta dentro de casa como son las actividades de la vida diaria, básicas cotidianas, actividades dentro de su trabajo o donde las personas se desenvuelven. La debilidad muscular, la limitación de movimiento y otros factores que producen atrofia pueden ser limitantes a permitir que la persona se vuelva dependiente durante este período, provocando que el paciente se deprima y consecuentemente disminuya la autoestima por dicha inactividad articular.

Por ello se buscó un enfoque terapéutico que sea de ayuda a los pacientes con inmovilización de rodilla y se propone un tratamiento que cree una nueva expectativa, siendo de beneficio realizar ejercicios isométricos mediante la contracción del músculo, puesto que la ejecución de contracción de éste hace que se mantenga o incluso que mejore la fuerza muscular y por ende que disminuya la atrofia muscular existente. Por tanto, esta nueva expectativa le proporcionará al paciente efectuar las actividades que realizaba de manera funcional e independiente.

Esta investigación se basa en darle una nueva alternativa terapéutica al paciente que se encuentra con inmovilización de rodilla, en el cual busque la ayuda profesional para disminuir la atrofia muscular del cuádriceps y el fisioterapeuta brinde un

tratamiento de mantenimiento de amplitud articular y mantener o mejorar la fuerza muscular.

Es de importancia realizar ejercicios isométricos para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla, ya que este tratamiento ayuda a que se realicen ejercicios de forma estática produciendo la contracción del músculo sin un cambio longitudinal del mismo o sin movimiento articular visible, logrando evitar la atrofia muscular del cuádriceps.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema de atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla afecta a un considerable porcentaje de la población, el músculo cuádriceps en esta etapa generalmente presenta rigidez, pérdida de fuerza muscular, disminución del grosor del músculo, así también puede acortarse por la falta de uso normal del mismo. Por tanto, al momento de eliminar la inmovilización se puede observar limitación del movimiento y debilidad muscular, lo que dará como resultado, la incomodidad al momento de bipedestación y dependencia de personas o ayudas externas para su desplazamiento y realización de actividades de la vida diaria durante este período.

Por ello en esta investigación se buscó un enfoque terapéutico para que sea de ayuda a los pacientes con inmovilización de rodilla y se propone un tratamiento para crear una nueva expectativa para el paciente, el cual podrá identificar el beneficio al realizar ejercicios isométricos del cuádriceps, ya que estos hacen que se mantenga o incluso que mejore la fuerza muscular y por ende que disminuya la atrofia muscular existente.

Por lo anteriormente expuesto se formula la siguiente pregunta.

¿Cuáles son los efectos de los ejercicios isométricos para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla en el Hospital Nacional de Occidente Quetzaltenango?

III. MARCO TEORICO

3.1 Ejercicios Isométricos

3.1.1 Historia

Los ejercicios isométricos constituyen la forma más conocida de tensión dinámica o isometría. En los años 50 por medio de investigaciones se demostró que una contracción isométrica máxima producía más fuerza que el levantamiento de pesas. De tal manera que esto se consideró como una ruptura en el entrenamiento y a principios de los años 60 la mayoría de los equipos de fútbol profesional practicaron ejercicios isométricos. **(1)**

El entrenamiento de la fuerza de tipo isométrico fue muy popular y también muy estudiado por los científicos durante las décadas de 1950 y 1960. Asimismo, las investigaciones coincidían con el principio de sobrecarga, según el cual para aumentar la fuerza mediante el entrenamiento solamente podía aplicarse un incremento de la intensidad de la actividad muscular por encima del nivel que se había solicitado previamente al músculo. Se diseñaron programas de entrenamiento de tipo isométrico en los que se aplicaron contracciones máximas o casi máximas, con la finalidad de aumentar la fuerza muscular. **(2)**

La isometría hoy en día se utiliza principalmente en rehabilitación y muy poco en el entrenamiento atlético. Por tanto, el paciente puede desarrollar fuerza y hacer trabajar los músculos sin necesidad de mover las articulaciones o los miembros. **(1)**

3.1.2 Definición

Los ejercicios isométricos son una forma estática de ejercicio que se produce cuando un músculo se contrae sin un cambio de la longitud del músculo o sin movimiento articular visible. Aunque no se realice ejercicio físico (fuerza por distancia), el músculo produce mucha fuerza y tensión. Así mismo, se producen cambios adaptativos en el músculo, como aumento de la fuerza y resistencia, las

contracciones isométricas se conservarán durante al menos 6 segundos frente a una resistencia. Esto le permite tiempo para desarrollar tensión y con cada contracción se inicien cambios metabólicos en el músculo.

Se utilizan distintas intensidades y formas de ejercicio isométrico por contracciones musculares estáticas para cubrir los distintos objetivos y resultados funcionales en la fase de la curación del tejido después de una lesión u operación. Estas formas son: ejercicios de preparación de los músculos, ejercicios de resistencia isométrica y ejercicios de estabilización.

3.1.2.1 Ejercicio de preparación de los músculos

Los ejercicios de preparación son isométricos de baja intensidad realizados con poca o ninguna resistencia, se usan para favorecer la relajación y circulación de los músculos y para disminuir el dolor y los espasmos musculares después de una lesión en los tejidos blandos en el momento agudo de la curación.

Mientras se curan las fibras musculares la preparación muscular conserva también la movilidad entre ellas. Los músculos cuádriceps y glúteos son los dos ejemplos corrientes de preparación muscular. Cuando la preparación no se realiza con una resistencia apreciable, la fuerza muscular no mejora. Para preservar las estructuras en curación los ejercicios de preparación pueden retrasar la atrofia muscular en las fases iniciales de la rehabilitación de un músculo o articulación cuando se necesita inmovilización.

3.1.2.2 Ejercicios de resistencia isométrica

Kisner y Colbyen su libro *Ejercicio terapéutico: fundamentos y técnicas*. Barcelona, España (2005), afirman que:

Los ejercicios isométricos resistidos manual o mecánicamente, se utilizan para desarrollar la fuerza muscular cuando el movimiento articular es doloroso o poco recomendable después de una lesión.

- a. Durante el entrenamiento isométrico, basta con emplear una carga de ejercicio (resistencia) del 60-80 por ciento de la capacidad de un músculo para desarrollar fuerza con el fin de aumentarla.
- b. La longitud de un músculo en el momento de la contracción afecta directamente a la cantidad de tensión que un músculo logra producir en un punto específico de la amplitud del movimiento. Por tanto, la cantidad de resistencia con la que actúa un músculo varía en los distintos puntos de la amplitud.
- c. Como no se produce movimiento articular durante el ejercicio isométrico, la fuerza aumentará sólo en el ángulo articular en que se efectúa el ejercicio. Para desarrollar la fuerza en la amplitud del movimiento, debe aplicarse resistencia a las contracciones musculares estáticas cuando la articulación está en distintas posiciones. (p.72, 73)

3.1.2.3 Ejercicios de estabilización (estabilidad activa)

En la aplicación de ejercicio isométrico la estabilidad articular o postural puede desarrollarse y se obtiene activando la cocontracción, es decir, la contracción de los músculos antagonistas que rodean las articulaciones proximales. Por tanto, la cocontracción se adquiere mediante un ejercicio isométrico en la amplitud media frente a una resistencia y en posiciones de antigraavedad.

- a. Los ejercicios de estabilización suelen realizarse en posturas en carga dentro de una cadena cinética cerrada.
- b. Se hace hincapié en la musculatura del tronco controlada isométricamente y los músculos proximales de las extremidades. Se mantienen variedad de posiciones frente a una resistencia manual o contra la gravedad con el peso del cuerpo como fuente de resistencia.
- c. Los ejercicios de estabilización rítmica y estabilización dinámica son formas de ejercicio isométrico pensadas con el objetivo de desarrollar la estabilidad articular y ortostática.(3)

3.1.3 Técnicas de ejercicios isométricos breves

Se mencionan las siguientes:

3.1.3.1 Técnica de MullerHettinguer

Hettinger y Muller son los creadores de este método, que presenta las siguientes características:

- a. La fuerza empleada en cada contracción será un 40 o 50% de la fuerza máxima del individuo.
- b. Se mantendrá la contracción unos 5 o 6 segundos, sin llegar a la fatiga total del sujeto.
- c. Con una contracción al día ya es suficiente para obtener un resultado.
- d. El método de contracciones isométricas breves no representa una sobrecarga para el sistema cardiovascular.(4)

La metodología de trabajo de Muller y Hettinger es:

La carga que se aplica consistirá en la mitad de la fuerza muscular total. El ejercicio será realizar con 50 contracciones isométricas de seis segundos de duración cada una durante cinco minutos. El período de reposos será también de cinco minutos. Este es un trabajo predominantemente anaeróbico.

Al querer aumentar la fuerza, se trabajará con cargas altas, de un 75-80% de la fuerza muscular total.

Por su parte, Hettinger y Muller, han realizado un trabajo estático basado en la aplicación de tres contracciones isométricas diarias de seis segundos de duración cada una, empleando al menos el 50% de la fuerza máxima del músculo.(5)

3.1.3.2 Técnica de Troisier

En este método se usan contracciones isométricas de breve duración (6 segundos) repetidas tras un período de reposo igual o mayor al tiempo de contracción (6-12 segundos). La resistencia tiene que ser del 50% de la resistencia máxima medida o

teórica. Al principio las sesiones, son diarias y duran unos 10 minutos aproximadamente. El aumento de la fuerza equivale más o menos al 15% semanal durante 6 semanas y se calculará la resistencia máxima cada semana. **(6)**

3.1.4 Entrenamiento isométrico

Para mejorar la fuerza y la potencia muscular los ejercicios empleados se efectúan de diferentes maneras. Anteriormente, el ejercicio isométrico era la forma más común de ejercicio utilizado para mejorar la fuerza. Sin embargo, las personas que intentan fortalecer sus músculos han cambiado paulatinamente su punto de vista, para centralizarse en otros tipos de ejercicio de naturaleza más funcional. Aun así, el ejercicio isométrico todavía es un método de entrenamiento eficaz para aumentar la fuerza.

Los ejercicios isométricos son aquellos en los que el músculo o la extremidad no se mueven mientras se ejercita. De tal manera que hay una contracción del músculo implicado sin movimiento evidente de la articulación. La fuerza de la contracción muscular origina tensión en el músculo sin un cambio en su longitud. Los ejercicios isométricos suelen realizarse imitando una acción de empuje o de tirón en diversas posiciones de la articulación. Puede realizarse empujando contra un objeto inmóvil o sosteniendo un peso en una posición con los músculos contraídos. Como ejemplo sostener un objeto pesado en una posición fija con los músculos contraídos, como sostener una mancuerna en el lugar con el brazo ligeramente flexionado.

Los estudios realizados manifestaron que los ejercicios isométricos logran aumentar de manera significativa la tensión del músculo. Además de producir acrecentamientos de la fuerza del músculo, puede conducir a un aumento de la masa muscular y a mejoras de la fuerza del hueso. Asimismo, proporciona todos los beneficios asociados con la fuerza muscular, con el aumento del metabolismo muscular (uso de energía por el cuerpo), que es importante cuando se intenta quemar grasas.

No es necesario para realizar ejercicios isométricos tener una máquina de peso o contar con pesas libres; de tal manera que, se trata de una forma fácil y favorable de entrenamiento de fuerza que se puede realizar en cualquier lugar. Sólo se necesita contar con objetos fijos o estacionarios que se puedan empujar o traccionar. Se realiza este tipo de ejercicio sosteniendo una articulación o un músculo en una posición fija durante seis a ocho segundos. Sin embargo, cada ejercicio debe repetirse entre 5 y 10 veces por sesión y durante un período de seis a ocho semanas para producir mejoras realmente considerables de la fuerza.

Se realizan estos ejercicios en una posición fija del miembro, y, se logrará aumentos de fuerza en el músculo que interviene o se contrae. Este tipo de aumento de la fuerza del músculo es un buen ejemplo de especificidad del ejercicio, expresión que fundamentalmente significa que al efectuar un ejercicio se mejora primordialmente el nivel de fuerza y el movimiento que se está entrenando.

Las contracciones isométricas se aplican sobre todo en el ámbito de la terapia de rehabilitación o física. Los músculos se fortalecen con el ejercicio isométrico en una posición estática de modo que sólo cabe esperar mejoras de la fuerza en esa posición en particular. Como resultado habrá que realizar ejercicios isométricos a través de la amplitud completa de movimiento de la extremidad para conseguir mejoras iguales de la fuerza muscular en todo este nivel. Además, dado que los ejercicios isométricos se aplican en una posición estática, se pueden experimentar reducciones de la velocidad y del rendimiento deportivo. **(7)**

Se alcanzan los efectos beneficiosos del entrenamiento isométrico cuando se emplean contracciones máximas y la duración de la contracción multiplicada por el número de contracciones diarias es grande. En las primeras semanas de iniciar el entrenamiento las ganancias de la fuerza isométrica serán mayores. Es razonable realizar ajustes en su duración, así mismo, en la frecuencia de las repeticiones y de las sesiones para acomodarse a las necesidades de los distintos músculos. **(2)**

3.1.4.1 Entrenamiento isométrico de cuádriceps

Investigaciones han propuesto la aplicación de ejercicios isométricos del cuádriceps o el entrenamiento en un arco corto de movilidad próxima al final de la extensión de la rodilla al disminuir la fuerza de compresión femoropatelar. Por lo tanto, el entrenamiento isométrico del cuádriceps sólo está indicado en pacientes que presentan una inhibición grave a causa de dolor y que no son capaces de realizar ejercicios dinámicos. No obstante, los ejercicios isométricos del cuádriceps requieren tiempo, ya que la ganancia de la fuerza se consigue principalmente en una posición fija de la rodilla. **(8)**

3.1.5 Uso de los ejercicios isométricos

- Cuando están contraindicados los movimientos articulares son convenientes los ejercicios isométricos para la rehabilitación.
- Es muy efectivo el ejercicio isométrico en varios deportes tal como la halterofilia de competición, en el que un nivel de fuerza en posiciones estáticas o casi estáticas es necesario. **(9)**
- Pueden realizarse en el periodo de inmovilización los ejercicios isométricos, ya que uno de los beneficios del ejercicio es que el paciente no se olvida de cómo contraer el músculo, siendo este un fenómeno común en caso de periodos prolongados de inmovilización. El ejercicio isométrico de igual manera favorece en el mantenimiento de la fuerza muscular durante este período. **(10)**
- Cuando hay inmovilización por yeso o férulas o inestabilidad o dolor los ejercicios isométricos son de gran utilidad para ganar fuerza en estados en los cuales se requiere evitar el movimiento de la articulación. Sencillamente el paciente realiza una contracción sostenida del grupo muscular que se pretende fortalecer, durante los 6 a 10 segundos en un ángulo establecido de la articulación.
- Los ejercicios isométricos son bastante beneficiosos en deportes como la gimnasia, ya que necesitan contracciones estáticas regulares en las rutinas. De tal forma que, el beneficio en la fuerza corporal mediante el ejercicio isométrico va a depender del ángulo de la contracción muscular. **(11)**

Un gran porcentaje de los programas de rehabilitación contienen ejercicios estáticos para poder contrarrestar la pérdida de fuerza y la atrofia muscular, primordialmente, cuando el miembro se encuentra inmovilizado de forma transitoria. No obstante, este tipo de entrenamiento es contraindicado en pacientes hipertensos o propensos a enfermedad coronaria debido que la contracción estática podría causar un aumento importante de la presión torácica. **(12)**

3.1.6 Ejercicios isométricos durante la fase de reparación

El objetivo primordial del tratamiento durante la fase de reparación es evitar la atrofia muscular excesiva y el deterioro articular en el área lesionada. Conjuntamente, se debe mantener un equilibrio precario para evitar la alteración de las nuevas fibras de colágeno y al mismo tiempo introducir estímulos con cargas bajas para que se permita el aumento de la síntesis de las fibras de colágeno e impedir la pérdida de amplitud articular.

Es importante mencionar que se pueden hacer ejercicio isométrico, siempre y cuando no cause dolor y esté indicado. El ejercicio isométrico submáximo van ayudar a que se originen mejorías en la fuerza con una intensidad lo suficientemente baja para que las nuevas fibras de colágeno no sean alteradas. El fortalecimiento isométrico es únicamente del ángulo, es decir, las mejoras de fuerza se producen solamente en los ángulos entrenados. De tal manera que, si está indicado, es recomendable llevar a cabo la realización del programa de ejercicios isométricos en los diferentes ángulos.

3.1.7 Ventajas y desventajas

De acuerdo a los efectos que producen los ejercicios isométricos se mencionan:

3.1.7.1 Ventajas

Las ventajas que produce el ejercicio isométrico son:

- Máxima contracción muscular.

- Los ejercicios pueden realizarse en cualquier lugar y a cualquier hora, ya que no requieren prácticamente equipo.
- Se realiza con el mínimo de tiempo de 3 a 6 segundos por ejercicio.

3.1.7.2 Desventajas

- Producir un aumento de presión sanguínea que sería peligroso para las personas con problemas de corazón y vasculares.
- Reducción de la velocidad del movimiento
- Aburrimiento del paciente. **(1)**

Las ventajas de los ejercicios isométricos es que no necesitan un equipamiento especial, se pueden realizar casi en cualquier parte y producen resultados significativos. Para poder alcanzar estos resultados es necesario que la tensión en los músculos sea considerable y que la tensión dinámica se mantenga 6–10 segundos con descansos breves entre cada repetición. Uno de los principales inconvenientes de estos ejercicios es que puede aumentar la presión sanguínea en personas hipertensas. Para las quienes no padecen de hipertensión, los ejercicios isométricos pueden hacer que se aumente el tono y la fuerza muscular, con sólo unas pocas sesiones breves cada día. Por consiguiente, estos ejercicios se pueden realizar en junto con un entrenamiento de pesas y son bastante fáciles de hacer mientras se viaja o en un día de trabajo duro. **(13)**

3.1.8 Precauciones con el ejercicio isométrico

Al realizar el ejercicio isométrico ante una resistencia, se asocia con una respuesta de presión como resultado de la maniobra de valsalva, lo que provoca un aumento rápido de la tensión arterial. La capacidad de la respuesta variará con la edad y los antecedentes del paciente. Siempre debe realizarse la respiración rítmica durante el ejercicio isométrico para reducir al mínimo la respuesta de presión. El ejercicio isométrico, primordialmente cuando se realiza con una resistencia sustancial, podría estar contraindicado para pacientes con antecedentes de enfermedad cardiovascular o accidente vascular cerebral. **(3)**

La American Heart Association dictamina que el entrenamiento isométrico realizado de forma prudente, ya sea aislado o en combinación con el entrenamiento aeróbico, es totalmente seguro y efectivo en pacientes con enfermedad coronaria que estén estables y sigan un programa supervisado. Por tanto, los ejercicios isométricos ocasionan menores respuestas isquémicas que las pruebas de esfuerzo de ejercicio incremental.

Los eventos asociados con ejercicios isométricos se producen generalmente como consecuencia de la maniobra de Valsalva, por lo que es importante instruir a los pacientes para que no mantengan la respiración y no efectúen contracciones mantenidas por un espacio de tiempo prolongado. **(14)**

3.2 Atrofia muscular.

3.2.1 Definición.

La atrofia muscular es el adelgazamiento o reducción del tamaño del tejido muscular. En las primeras 6 horas de inmovilización, el ritmo de síntesis de proteínas empieza a descender. Probablemente, esto está relacionado con el inicio de la atrofia muscular. Se origina la atrofia por falta de utilización del músculo y es el resultado de la pérdida consecuente de proteínas musculares que acompaña a la ausencia de actividad. Durante la primera semana de inmovilización es cuando la disminución de la fuerza es más espectacular, siendo de un 3-4 % por día. Esto está asociado con la atrofia, pero igualmente con la disminuida actividad neuromuscular del músculo inmovilizado.

3.2.2 Etiología

En referencia al origen de la atrofia muscular se dice que:

La atrofia muscular se da principalmente en la vejez y en ausencia de actividad, provocando esta última una reducción del diámetro del músculo encontrándose entre el 10 y el 60%, dependiendo del grupo muscular, en un período de 4 semanas, sin embargo es reversible si se vuelve a la actividad. Al mismo tiempo de la

disminución de diámetro, también se ve afectado el número de células satélite, que no se comportan como deberían en condiciones normales, y estos efectos son reversibles. La atrofia muscular también puede ser provocada por otros procesos que no son la falta de actividad como es el caso del sida, las sepsis, la diabetes y el cáncer, afectando de igual manera en mayor o menor grado al músculo. Se vio en una investigación con pacientes ingresados en la unidad científica de investigaciones que la masa muscular comienza desde la primera semana a disminuir y que las fibras musculares pierden su capacidad de llevar a cabo el ejercicio aeróbico disminuyendo su fuerza y su resistencia. Por lo tanto, es recomendable que en los períodos post-cirugía se realice terapia temprana, ya que la inmovilización prolongada podría hacer que peligré el resultado de la intervención quirúrgica. De manera que, al realizar terapia en la fase inicial, acelera el proceso de las heridas y mejora la estructura tisular **(15)**

3.2.3 Factores que influyen en la atrofia muscular

Al parecer la inmovilización afecta primordialmente a las fibras de contracción lenta (ST). Y de acuerdo a estudios realizados han observado los investigadores, la desintegración de miofibrillas, la estriación de líneas z y daños mitocondriales en las fibras ST. Por consiguiente, cuando el músculo se atrofia, se reduce tanto el porcentaje de fibras ST como el área transversal de las mismas. De tal forma que, al iniciarse nuevamente la actividad, los músculos se pueden recuperar de la atrofia existente. **(16)**

Por la falta de actividad muscular, se provoca una disminución de las sarcómeras que ocasionan un cambio en el tamaño circunferencial del músculo. **(17)**

Durante la primera semana es cuando el deterioro es mayor, siendo de un 3-4 % por día y en las primeras seis horas, el ritmo de síntesis de proteínas comienza a descender, y debido a esto comienza a reducirse el tamaño del tejido muscular. La atrofia se produce por falta de utilización del músculo y es el resultado de la pérdida de proteínas musculares que acompañan la inactividad. Cuando se retorna a la

actividad, los músculos pueden recuperarse una forma totalmente normal. El periodo de recuperación es substancialmente más prolongado que el periodo de inmovilización.

Para impedir las pérdidas de fuerza, el fisioterapeuta debe establecer programas básicos de mantenimiento para facilitar una tensión suficiente a los músculos a fin de mantener los niveles existentes de fuerza, permitiendo al mismo tiempo una reducción en cualquiera de los parámetros de intensidad, duración y frecuencia. **(18)**

3.2.3.1 Disminución o pérdida de la función

Frecuentemente, se observa que la mayoría de veces después de una inmovilización más o menos prolongada afecta a cualquier parte del cuerpo y la primera consecuencia es la atrofia muscular de la región inmovilizada, de tal manera que se le denomina atrofia por desuso.

Es oportuno hacer referencia que todos los tipos de inmovilización contribuyen a la atrofia muscular, los vendajes, los yesos, la ortesis, etc. Estos interfieren en la propiocepción muscular, debido a que hay una ausencia de estímulos que se convierte en la atrofia muscular.

3.2.3.2 Alteración de las fibras simpáticas

Son procesos con edema e inflamación, en donde la musculatura no puede tener una función normal y menos aún si está inmovilizada hasta que el cuadro este establecido nuevamente. Estas alteraciones pueden ocurrir, por ejemplo, en los traumatismos periarticulares, de manera que esta disfunción de las fibras simpáticas ocasiona a su vez una alteración en la nutrición de los tejidos, manifestándose una atrofia muscular muy resaltada.

3.2.3.3 Problemas circulatorios

En ellos se pone en evidencia la atrofia muscular que se va instaurando de forma gradual pero sistemática a medida que causa la pérdida nutricional.

3.2.3.4 Afectación de la neurona motora inferior

Es cuando hay una evolución rápidamente degenerativa de los tejidos y alteración permanente de la función.

3.2.3.5 Lesión directa sobre un nervio

Ocurre en caso de sección o contusión. La mejora del trofismo muscular estará sujeta a la evolución del cuadro de regeneración nerviosa y a la reconducción del estímulo. De manera que, cuanto más tiempo tarde en regenerarse, mayores serán las posibilidades de fibrosis muscular y menor la capacidad de recuperar la atrofia. **(4)**

3.2.4 Histología de la atrofia muscular durante la inmovilización

La inmovilización origina atrofia muscular por lo que histológicamente se observa pérdida de peso, volumen y fuerza de todas las fibras musculares. Además la tasa de síntesis proteica se reduce al cabo de pocas horas de iniciada la inmovilización y la tasa de la atrofia muscular es mayor en los primeros días que en los períodos posteriores de la inmovilización. La disminución de la fuerza muscular corresponde a la reducción de la superficie transversal del músculo. Por tanto, la atrofia es mayor en los músculos que quedan inmovilizados en una posición de acortamiento en comparación con lo que se inmovilizan en una posición de estiramiento. **(19)**

3.2.5 Atrofia muscular generalizada

Esta aparece como resultado de la ausencia de actividad muscular. Como consecuencia de la falta de demanda, por tal motivo, la masa de los músculos se estará reduciendo gradualmente y el tono descenderá, al igual que la fuerza de la contracción de cada músculo. Si acaso el período de inactividad es prolongado, los músculos se volverán cada vez más débiles. De igual forma, durante este período tenderán a acortarse un poco, disminuyendo así ligeramente la amplitud del movimiento disponible.

3.2.6 Atrofia muscular local

Debido a la falta de actividad local de la zona lesionada, la atrofia muscular de la parte afectada será mucho mayor, principalmente si la extremidad debe ser inmovilizada debido a una fractura. Tras la lesión la atrofia muscular rápidamente se originará y puede notarse al cabo de dos o tres días. Al transcurrir este período de tiempo, se puede visualizar con facilidad la disminución del tono muscular mediante palpación e incluso puede haber una diferencia considerable al comparar con la otra extremidad. Sin embargo, la atrofia muscular puede disminuirse mediante todo el ejercicio que permita la lesión o la inmovilización. Es muy significativo intentar el desarrollo de alguna rutina de ejercicios adecuada para que se pueda iniciarlo más pronto y ser utilizada durante todo el período de rehabilitación. **(20)**

3.2.7 Importancia clínica de la atrofia muscular

Es de suma importancia la identificación de la debilidad de los músculos concretos en la que se requiere tests manuales. Cuando un músculo se encuentra atrofiado, está incapacitado para mantener la extremidad en la posición del test manual o en cualquier otro punto de la trayectoria cuando se le utiliza resistencia.

Es primordial que cuando el resultado del test muscular revela debilidad, el fisioterapeuta debe examinar minuciosamente los patrones de movimiento buscando detalles de sustitución. Por consiguiente, para un resultado óptimo, es necesaria la corrección de estos patrones de movimiento además del inicio pronto de un programa de entrenamiento muscular.

De acuerdo a Sahramann 2006, otro factor que debe corregirse es el uso habitual de cualquier postura o posición que someta el músculo a estiramiento, especialmente cuando el paciente está inactivo (por ejemplo durante el sueño).

Es importante para comenzar la recuperación de la atrofia muscular, aumentar la capacidad del paciente para activar los músculos de forma voluntaria. Los estudios indican que tras dos semanas de entrenamiento, el 20% de los cambios en el desarrollo de la tensión muscular pueden atribuirse a factores musculares (capacidad

contráctil) y un 80% a activación neural. Se necesitan aproximadamente cuatro semanas de ejercicios de entrenamiento para comprobar el aumento transversal muscular. Además la tasa de reclutamiento y la frecuencia absoluta de activación de los músculos son factores importantes en el desarrollo de la producción, mejora y mantenimiento de las propiedades generadoras de tensión de los músculos.

3.2.8 Disminución de la fuerza muscular debido a la atrofia.

Una causa de debilidad muscular es el déficit en el número de elementos contráctiles (filamentos de actinas y miosina) que constituyen la estructura de las sarcómeras musculares. La pérdida de fuerza, peso y volumen de un músculo no se asocia de forma característica con dolor durante la contracción o la palpación. Por tanto, una reducción de carga en un músculo puede producir atrofia, de tal manera que, no únicamente mediante la disminución del número de sarcómeras, sino que también mediante la reducción de la cantidad de tejido conectivo.

Consecuentemente, el efecto es una capacidad reducida de desarrollo del par de fuerzas activas y una menor estabilidad articular controlada por el músculo. Por ejemplo, si los músculos peroneos son débiles, el movimiento de eversión será débil y la estabilidad pasiva que ayuda a contener la inversión estará reducida.

La tensión pasiva de los músculos también afecta la alineación articular. Dado que la atrofia significa la alteración de elementos contráctiles, el tamaño de un músculo (área de sección transversa) y su firmeza pueden utilizarse como guía para valorar la fuerza. Además, la presencia de dolor suele ser un indicador de debilidad ocasionado por distensión más que por la atrofia.

Hay muchas formas en las que los pequeños matices del movimiento participan en la debilidad de músculos concretos. De tal manera que, la relación entre patrones alterados de movimiento y la debilidad de los músculos, se hace necesario que la recuperación se dirija a modificar el patrón de movimiento; no obstante, la ejecución

de ejercicios de entrenamiento por sí solo no afecta la sincronización ni la forma de reclutamiento durante la realización de la función. **(17)**

3.2.9 Problemas musculares

El riego sanguíneo disminuye como resultado de la inmovilidad, de tal forma que las fibras musculares se degeneran perdiendo su elasticidad, extensibilidad, contractilidad, y otras propiedades por el aumento de tejido conjuntivo en el endomisio y perimisio que se produce. En consecuencia a ello, el músculo pierde peso, volumen y fuerza, es decir se atrofia.

La disminución del músculo en la atrofia muscular va acompañada, además, de una reducción del tono (por la ausencia de estímulos de estiramiento que mantienen el tono muscular de base), de una alteración de la sensibilidad propioceptiva, y de una atrofia tendinosa con disminución de la resistencia, debido a la manera confusa en la que se sitúan las fibras de colágeno al faltar el estímulo orientador de las fuerzas mecánicas que produce el movimiento.

Consecuentemente, si un músculo se inmoviliza en posición acortada, la atrofia se producirá a doble velocidad que si se encuentra en posición alargada; por tal motivo es de gran importancia situar las articulaciones en posición funcional durante la inmovilización, para que los posibles acortamientos impliquen lo mínimo en la función.

La atrofia muscular conlleva también una pérdida de fuerza, que en reposo absoluto será de la mitad al cabo de un mes. Por consiguiente, los músculos de los miembros inferiores, sobre todo los antigravitatorios, pierden fuerza durante el reposo, a doble velocidad que los de los miembros superiores. De esta forma, los músculos grandes se debilitan a mayor velocidad que los pequeños, siendo la recuperación de esta fuerza mucho más lenta que su pérdida. **(6)**

3.2.10 Valoración

En un dado caso que la atrofia muscular afecte a una extremidad. Es primordial que la valoración sea expresada en centímetros referida a la extremidad sana, así también, se debe de tomar como referencia puntos óseos de manera que aseguremos la medición siempre al mismo nivel.

La valoración debe realizarse estricta y periódicamente, teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos se presenta en forma paralela una importante hipotonía. Por consiguiente, como dato singular a tener en cuenta es señalar que en primer lugar, se recupera la fuerza muscular y, en un segundo tiempo, el volumen del músculo, que puede tardar incluso un año.

Es elemental valorar la evolución del paciente de forma semanal, practicando un test muscular y un test articular, lo que se hará independientemente de la técnica usada para el trabajo muscular. De este modo, es aconsejable no prescindir nunca de la inspección ocular ni de la palpación. **(4)**

3.3 Cuádriceps

3.3.1 Definición

Este es el más voluminoso y potente de todo el cuerpo, e integra la musculatura extensora de la rodilla, se encuentra situado en la parte anterior del muslo. Está formado por cuatro cabezas musculares que se insertan mediante un tendón terminal en la parte anterior de la tibia. De tal forma que, tres de ellos son monoarticulares: el crural, el vasto interno y el vasto externo, siendo estos sólo extensores de la rodilla; y los dos vastos tienen también un componente de lateralidad. El cuarto, el recto anterior, es biarticular, ya que su origen es a nivel de la espina ilíaca antero inferior.

3.3.2 Inserciones del músculo cuádriceps

- a. El músculo recto anterior se insertan en el borde superior de la rótula, y sus fibras se continúan por su cara anterior hasta llegar al tendón rotuliano, siendo habitualmente el único que tiene esta continuidad en el tendón.
- b. Vasto interno Las fibras de este se pueden separar en dos grupos a causa de su orientación con respecto a la rótula. Las más distales son mucho más horizontales. El vasto interno se inserta en el borde superointerno de la rótula.
- c. Las fibras del músculo vasto externo se inserta en el borde superoexterno de la rótula, formando un ángulo con el tendón del recto anterior de 38 grados en las mujeres y 48 grados en los hombre.
- d. Las fibras del músculo crural discurren en un plano más profundo. La mayoría de ellas se insertan en el borde superior de la rótula sin continuarse por su cara anterior y las restantes se mezclan con las de los músculos vastos interno y externo en sus inserciones. **(21)**

3.3.3 Función del cuádriceps

Este músculo es el que soporta nuestro peso e interviene en las actividades con movimiento de miembros inferiores por ejemplo al caminar, subir escaleras y al hacer sentadillas. Debido que el cuádriceps está alineado con la diáfisis del fémur y no con el eje mecánico de la extremidad inferior, se ejerce una fuerza lateral sobre la rótula durante la extensión de la rodilla. Por tanto, el músculo cuádriceps tiene su mayor función estabilizando la rótula y extendiendo la rodilla.

3.3.4 Importancia del músculo cuádriceps

Existen varios patrones de inserción del músculo en la rótula cuya importancia es en las diferentes angulaciones de las inserciones. Consecuentemente, parece ser que estos ángulos afectan la lateralidad de la rótula y pueden ser desestabilizadores de la articulación femoropatelar, obteniendo valor en la evolución de síndromes dolorosos de la cara anterior de la rodilla y pacientes con desgaste de cartílago o tejido blando de la articulación de la rodilla.

Por tanto, a causa de que el cuádriceps está alineado con la diáfisis del fémur y no con el eje mecánico de la extremidad inferior, se ejerce una fuerza lateral sobre la rótula durante la extensión de la rodilla. La importancia del músculo es ser el responsable de la estabilidad interna dinámica de la rótula. **(22)**

3.3.5 Evaluación de la función del cuádriceps

El paciente extiende la rodilla en todo el arco de movimiento; y en decúbito supino. Se evalúa el cuádriceps para la extensión de rodilla fijando la pelvis, en los grados 3, 4 y 5, el paciente debe estar sentado sobre la camilla con la pierna colgando del borde de la misma. En grado 4 y 5 la persona extiende la rodilla contra resistencia y en grado 3 el paciente solamente, extiende la rodilla en todo el arco de movimiento; para el grado 2 en decúbito lateral con la pierna superior sostenida por el explorador. La pierna que va a estudiarse se fija el muslo por encima de la rodilla, evitando presionar sobre el cuádriceps. Vestigios y 0 el sujeto intenta extender la rodilla. La contracción del cuádriceps se determina palpando el tendón y las fibras musculares. Cuando el cuádriceps está funcionando normalmente, puede verse y palparse con facilidad; cuando está paralizado, la persona con parálisis del cuádriceps puede presionar sobre el extremo distal del muslo durante la marcha para impedir la flexión de la articulación de la rodilla. **(23)**

3.3.6 Disfunción del cuádriceps

Esta disfunción causa debilidad, calambres, sensación de hormigueo, reducción de rango de movimiento de la rodilla y de la cadera. La disfunción del cuádriceps puede ser el resultado de traumatismos, de la ausencia de actividad, exceso de uso, torsiones y otros trastornos relacionados con el muslo. Contiene síntomas tales como: entumecimiento, dolor en la rodilla y calambres. Por consiguiente, existen cuatro músculos que componen el cuádriceps, pero solamente uno de ellos cruza la articulación de la cadera siendo este el recto femoral, lo cual le hace más frágil a su lesión. **(24)**

3.3.7 Adherencia del cuádriceps

Sí el cuádriceps se adhiere a una fractura de la diáfisis femoral pierde la capacidad de deslizarse sobre la zona distal de la diáfisis. Por tanto, esto conduce a una fijación de la rótula con limitación de la movilidad de la rodilla. De tal forma que cuanto más cerca de la rodilla se localice la fractura, más pronunciado es el efecto. De tal manera que, la intervención quirúrgica agrava esta tendencia a menos que se siga de una movilización inmediata. **(25)**

3.3.8 Puntos de Activación del cuádriceps

El cuádriceps recubre la zona anterior y exterior del muslo y una parte de la cara interna del mismo, envolviendo casi las tres cuartas partes de la sección superior de la pierna. Anatómicamente, el cuádriceps es un músculo que tiene cuatro cabezas. Las cuatro cabezas del cuádriceps se insertan en la rótula por medio de un tendón común. La rótula, o patela, está completamente encerrada por este tendón y se mueve junto con él. Consecuentemente, el movimiento libre de este hueso es fundamental para el movimiento de la articulación de la rodilla. Y por ende, los puntos de activación que se forman en cualquiera de las cabezas del cuádriceps pueden inhibir la libertad de movimiento de la rodilla y dificultar la flexión.

Se inserta el tendón común en la parte superior de la tibia, permitiendo así que los músculos cuádriceps estiren la rodilla. Una función adicional del recto femoral, de la parte anterior del músculo, es de favorecer con la flexión de la cadera.

Los cuádriceps son los músculos más grandes, potentes y pesados de todo el cuerpo. De tal forma que los puntos de activación que se alojan en ellos son el origen fundamental del dolor de rodillas. Es por ello, que cuando se habla del síndrome de la rodilla del saltador o del corredor, en realidad no se trata de nada más grave que el dolor reflejo producido por el músculo cuádriceps. Los dolores que algunas veces sufren los niños en las piernas y en las rodillas mientras están en desarrollo normalmente pueden ser transmitidos a puntos de activación localizados en estos músculos. Así mismo, estos puntos de activación pueden causar también el

dolor de rodilla fantasma que sienten algunas personas a las que les han amputado la pierna. Igualmente, el síndrome de la pierna inquieta (trastorno neurológico que afecta al movimiento de las extremidades inferiores), constituyendo un gran fastidio para quienes lo sufren y un enigma para los médicos, también se puede solucionar tratando los puntos de activación de los músculos cuádriceps. Además, los nudos que se instituyen en este músculo pueden ser el origen de la inestabilidad de una rodilla o del bloqueo de la cadera.

Así también, el dolor y la debilidad que provocan los puntos de activación del cuádriceps se confunden fácilmente con una tendinitis, una bursitis o una artritis de la rodilla; incluso se puede interpretar como un signo de que los ligamentos o el cartílago del menisco están dañados. Sin embargo, el tratamiento rara vez es exitoso cuando se presume que el problema radica en la articulación, por el mero hecho de que allí se manifiesta el dolor.

El dolor de rodilla puede ser muy debilitante y sin embargo, sorprendentemente fácil de solucionar cuando se comprende cuál es el problema.

El poder practicar cualquier deporte, transportar objetos pesados, caminar con tacones altos, escalar, saltar, arrodillarse y ponerse en cuclillas son actividades que sobrecargan los músculos cuádriceps. De la misma manera, un trabajo que obligue a incorporarse y agacharse continuamente durante todo el día agotará rápidamente los músculos cuádriceps. Se debe tener en cuenta que utilizar otros músculos de la cadera y del muslo debido a las restricciones que le imponen los puntos de activación puede suponer una tensión aún mayor para los cuádriceps.

Consecuentemente, con el propósito de localizar el dolor específico que producen determinados puntos de activación, se debe ocupar de las cuatro cabezas del cuádriceps como si fueran cuatro músculos diferentes. **(26)**

Davies y Davies en su libro *Terapia de los puntos de activación*. España. (2006), menciona que:

a. Recto femoral

El músculo recto femoral se encuentra en la parte anterior del muslo y su recorrido va desde el hueso de la cadera hasta la rodilla. El recto, junto con los otros músculos cuádriceps, se inserta en el tendón común de la rodilla, lo que le permite participar en la extensión (estiramiento) de la rodilla. El músculo se inserta también en la pelvis y esto lo convierte en un poderoso flexor de la cadera; le ayuda a levantar la pierna o a incorporarse en la cama. Por consiguiente, la función doble del recto femoral es precisamente lo que lo hace vulnerable a ciertos tipos de abuso que tienen poco efecto sobre las otras cabezas del cuádriceps. Los síntomas que producen los puntos de activación alojados en el recto femoral se manifiestan tan lejos de su causa que pocas personas serían capaces de establecer una conexión.

El punto de activación más común del músculo recto femoral irradia el dolor hacia la parte más profunda de la rodilla; este dolor se siente normalmente como si estuviera por debajo de la rótula. En ocasiones se encuentra un segundo punto de activación justo por encima de la rodilla, responsable del dolor profundo que se siente en ese lugar, junto al mismo punto de activación. Ambos puntos de activación causan que las rodillas se debiliten y se pongan rígidas, y además contribuyen al síndrome de la pierna inquieta. Es interesante destacar que la rigidez de este músculo, que mantiene tenso el ligamento patelar, inhibe la respuesta refleja del pie cuando el médico golpea la rodilla con un martillo de percusión.

b. Vasto intermedio

El músculo vasto intermedio se encuentra oculto detrás del recto femoral y tiene prácticamente su mismo tamaño. El uso excesivo de la rodilla es la causa esencial de los puntos de activación de este músculo. El dolor característico de los puntos de activación de este se desplaza en sentido descendente desde el punto de activación y se siente en la mitad del muslo, llegando en ocasiones hasta la rodilla. El dolor

aumenta cuando se camina y se hace francamente insoportable mientras se sube escaleras. Quizá hay problemas para estirar la rodilla cuando se pone de pie después de estar sentado durante mucho tiempo. Por tanto, los puntos de activación del vasto intermedio combinados con los del gastrocnemio superior de la rodilla pueden debilitar la rodilla hasta el punto de que se bloquee sin previo aviso. Como el vasto intermedio está completamente cubierto por el recto femoral resulta difícil localizarlo mediante una contracción aislada, en particular debido a que todas las cabezas del cuádriceps normalmente se contraen al mismo tiempo.

c. Vasto medial

Los puntos de activación del vasto medial desplazan el dolor a la parte interior del muslo y a la rodilla. Normalmente el dolor de rodilla se centra en su mitad inferior, ligeramente hacia el interior. Los puntos de activación del vasto medial son los que generalmente debilitan la rodilla; el bloqueo de esta zona es un efecto directo de dichos puntos de activación. Por consiguiente, el dolor de rodillas y su debilidad, provocados por los puntos de activación del vasto medial, a menudo se confunden con un indicio de artritis o de tendinitis y con el deterioro de los ligamentos. De tal forma que el exceso de uso y la sobrecarga afectan al vasto medial. Dos actividades que agotan a este músculo son correr y flexionar profundamente las rodillas.

Los puntos de activación conservan cierto grado de tensión constante sobre los músculos, y se estima que esta situación finalmente acaba por dañar las inserciones del músculo en las articulaciones. Es importante prevenir el deterioro de la articulación de las rodillas evitando que se le formen puntos de activación en los músculos cuádriceps o eliminarlos cuando existen.

d. Vasto lateral

Los puntos de activación del vasto lateral pueden producir dolor en la cadera y en la zona exterior del muslo y son una fuente excepcionalmente común del dolor de rodillas. Así también, los que se forman en el borde posterior del músculo pueden irradiar el dolor hacia la zona de las corvas y la parte posterior de las caderas. Estos

puntos son muy comunes en los niños, bebés y si se excede en cualquier actividad en la que participen las piernas, tiene muchas probabilidades de desarrollar puntos de activación en el músculo vasto lateral; en general, los efectos se sienten en las rodillas. Hay muchos tipos de actividades que pueden causar una sobrecarga de los cuádriceps. Es posible que un golpe directo en el músculo de lugar a la formación de puntos de activación. Igualmente puede suceder cuando se mantiene una pierna recta e inmovilizada; llevar una rodillera o entablillar una pierna con fines terapéuticos para impedir la flexión de la rodilla favorece que se perpetúen los puntos de activación alojados en el vasto lateral. (p, 392, 396,401)

3.4 Inmovilización de Rodilla

3.4.1 Definición

Es la prevención del desplazamiento de la rodilla lesionada mediante la utilización de otro segmento anatómico, un yeso o una férula.

3.4.2 Objetivos de la inmovilización

La inmovilización tiene diferentes objetivos convenientes a la patología específica en cada paciente. En algunos casos es el tratamiento definitivo, en otros es parte del manejo pre-quirúrgico y busca reducir el dolor e incomodidad generado por la lesión:

- Analgesia
- Mantener las reducciones óseas para consolidación
- Reducción ósea para transporte
- Disminuir daño tisular
- Permitir la reparación de tejidos blandos
- Disminuir complicaciones de las lesiones. **(27)**

3.4.3 Etiología

La falta de movimiento influirá en la síntesis y degeneración de fibroblastos y condrocitos. Durante la inmovilización de rodilla se aprecian cambios histológicos importantes, tales como: atrofia muscular y proliferación de tejido conectivo en la

articulación. A los 30 días, el tejido conectivo está bien desarrollado e impide el funcionamiento normal de la articulación. Por consiguiente, entre los 30 y 60 días se desarrollan las adherencias entre el tejido conectivo, el tejido graso y las superficies articulares. Cuando aparecen las adherencias, la capa tangencial del cartílago articular y las capas de tejido conectivo fibroso y graso se mezclan y adquieren un patrón fibroso.

Por lo que al cabo de un mes se observa adelgazamiento y pérdida de matriz de los puntos en contacto permanente y a los 2 meses aparecen úlceras articulares en las zonas de compresión. De tal manera que, es en este momento cuando se puede observar también proliferación fibrovascular en el hueso subcondral de la articulación de la rodilla y por ende se presenta rigidez tras la inmovilización.

Cuando la inmovilización se realiza en posición de flexión forzada se observan lesiones degenerativas a los 6 días. Y consecuentemente, tras 12 meses de inmovilización de la articulación de la rodilla aparece obliterada por la proliferación de tejido conectivo y se establece como secuela la anquilosis.

De tal forma que se puede concluir que la inmovilización produce proliferación del tejido conectivo intrarticular y favorece la formación de adherencias.

El incremento de la rigidez articular tras inmovilización no sólo es el resultado de la formación de adherencias articulares, sino también como resultado de la alteración de las características de cápsula y ligamentos. Se convierte en estructuras desorganizadas y finas, frágiles ante agresiones externas.

Así mismo, tras unas semanas de inmovilización, las fibras de colágeno del ligamento pierden su disposición paralela, disminuye su capacidad para resistir fuerzas de tensión y se debilita su inserción por reabsorción osteoclásica. Siendo así el punto en que el tejido deja de deformarse y se rompe, por tanto, se verá

disminuido hasta un tercio. De igual manera, se observa que la masa de colágeno disminuye un 10%.

No es importante la pérdida de masa total de colágeno en periodos tempranos de inmovilización 5% en 9 semanas, pero tiene importancia la formación de enlaces entre sus fibras, lo que favorece que los diferentes planos tisulares no se deslicen correctamente entre ellos. Y posteriormente va aumentando la cantidad de masa pérdida de 25% a las 12 semanas. A medida que la inmovilización continúa, la masa total de colágeno disminuye de forma exponencial. Por tal motivo, se puede concluir que la desorganización de los componentes de dichos tejidos es consecuencia directa de la disminución de la actividad física.

En la cápsula y en la sinovial, la desorganización de las fibras de colágeno disminuye la flexibilidad del tejido e impiden su correcto deslizamiento. Y esto dificulta la movilidad articular. La limitación de un rango de movimiento dependerá de la posición de inmovilización, y se limitaran más aquellas estructuras que no están sometidas a tensión. Por consiguiente, al inmovilizar la rodilla en flexión, las estructuras anteriores cápsula y músculos se hallan en tensión, mientras que las posteriores están relajadas. Tras la inmovilización se observa mayor déficit en la extensión (de cuyo movimiento es causante la elasticidad de las estructuras posteriores) que de flexión, junto con una mayor proliferación sinovial en la zona relajada que tiende a adherirse entre sí.

También la inmovilización afectará a la estructura muscular, que participará como causa secundaria en la rigidez articular. Mientras que los cambios histológicos de los tejidos articulares son linealmente progresivos, los cambios musculares son marcados durante las primeras semanas, pero posteriormente se estabilizan. Como consecuencia a la inmovilización, los músculos se acortan por pérdida de sarcómeras, proliferación de tejido fibroso y cambios estructurales de la fascia y recuperan su equilibrio en la nueva longitud. Una lesión muscular produce una

cicatriz fibrosa interna, que disminuye la capacidad contráctil del músculo y su longitud, lo que favorece la rigidez.

La sensibilidad propioceptiva también se verá afectada tanto por la propia inmovilización como por la alteración de la información procedente de los tejidos afectados cápsula, ligamentos y músculos. Sin embargo, la recuperación de la amplitud articular no está directamente relacionada con la recuperación de la sensación articular. Así pues, recuperando la amplitud articular y la fuerza muscular, no se están reprogramando los circuitos propioceptivos. La recuperación de la lesión del ligamento cruzado anterior de rodilla tras 8 semanas de inmovilización no se consigue totalmente hasta después de un año.

3.4.4 Inmovilización como protección

Una vez que se ha producido la lesión y la hemorragia aun está en curso, cualquier movimiento provoca un dolor intenso.

Dependiendo la localización y la extensión de la lesión la inmovilización puede ser parcial o completa. La inmovilización está concebida para proteger los tejidos lesionados de un estrés excesivo que pudiera alterar el proceso de cicatrización y retrasar la curación en lugar de favorecerla.

Esto se consigue mediante varios métodos diferentes:

Vendaje elástico, tubigrip(vendaje tubular elástico, de compresión y sostén), vendaje funcional, yeso, férulas, muletas y reposo en cama. **(28)**

Es conocido que la inmovilización de la rodilla en extensión completa descarga a la rótula de casi todos los esfuerzos y permite el tiempo suficiente para la consolidación de una lesión. **(29)**

3.4.5 Efectos de la inmovilización

La inmovilización causa atrofia muscular con disminución del tamaño y el peso del músculo. La inmovilización debilita los ligamentos tanto en su zona central como en la zona de inserción en el hueso. La debilidad en la zona de inserción es secundaria a las modificaciones que tienen lugar en la parte más profunda del ligamento y a la reabsorción ósea osteoclásica. De tal forma que, tras la reanudación del movimiento articular, la recuperación de la fuerza es más lenta en la zona de inserción que en la parte media del ligamento. Incluso 12 meses después de la reanudación del movimiento, la resistencia en la zona de inserción del ligamento aun está disminuida el 80-90% de su valor normal. De forma similar la inmovilización disminuye la resistencia de los tendones a la tensión.

La inmovilización causa rigidez articular, las contracturas articulares resultantes se deben principalmente a la formación de nuevas fibrillas de colágeno que restringen el deslizamiento normal en paralelo de las fibras que forman los ligamentos y a la aparición de adherencias sinoviales. Así también, otro factor contribuyente es la reducción de la capacidad de extensión que tiene lugar en los músculos que han permanecido inmovilizados en posición de acortamiento. **(19)**

3.4.6 Cambios morfológicos producidos por la inmovilización

Miralles, en el documento Fisiopatología de la Rigidez Articular: Bases para su Prevención Fisioterapia. España. 2007, afirma que los cambios producidos son:

- Proliferación del tejido conectivo articular
- Adherencias entre los pliegues sinoviales
- Adherencias del tejido conectivo con la superficie articular
- Atrofia del cartílago
- Ulceración en los puntos de contacto del cartílago
- Desorganización de la alineación de las fibras de los ligamentos
- Debilitación de la inserción del ligamento a hueso
- Osteoporosis regional
- Aumento de la fuerza requerida para mover la articulación. (p. 29)

3.4.7 Cambios observados en articulaciones sinoviales posterior a la inmovilización prolongada.

En su texto Miralles (2007), menciona que los cambios observados son:

- **Sinovial:** La proliferación de tejido conectivo en el espacio articular, adherencias entre la membrana sinovial, desgarro de la superficie articular por adherencia durante manipulaciones forzadas.
- **Cartílago:** Adherencias de tejido conectivo en las superficies articulares, atrofia del cartílago (pérdida de grosor y de sus características, alteración del proceso de nutrición), necrosis por presión en los puntos de contacto directo.
- **Cápsula:** La pérdida de la organización de las fibras de colágeno.
- **Ligamento:** Pérdida de la organización de las fibras de colágeno y la destrucción de las fibras que unen el ligamento al hueso como resultado de la reabsorción osteoclástica.
- **Hueso:** Osteoporosis generalizada del hueso cortical y esponjoso.
- **Músculo:** El acortamiento estructural por pérdida de sarcómeras, proliferación de tejido fibroso, cambios estructurales de la fascia, disminución de capacidad contráctil. (21)

3.4.8 Complicaciones de la inmovilización

Después de la inmovilización se pueden presentar las complicaciones inherentes a las lesiones ortopédicas, es por ello que, se deben de reconocer y manejar en forma rápida.

Según Atkinson, Coutts y Hassenkamodel documento Fisioterapia en ortopedia: un enfoque basado en la resolución de problemas. Madrid, España. (2007), indica las siguientes:

- **Hemorragia:** en casos de fracturas abiertas se presenta sangrado externo que puede comprometer el estado hemodinámico del paciente, factor que se debe tener muy en cuenta al planear el traslado de un paciente con este tipo de fracturas.

- **Lesión vascular:** debido a la localización anatómica, en las lesiones óseas, se pueden presentar lesiones vasculares asociadas. Es prominente el caso de las lesiones de rodilla que pueden asociarse a compromiso de la arteria poplítea, con el riesgo alto de isquemia en la extremidad afectada. Es fundamental realizar un adecuado examen físico previo a la manipulación de lesiones ortopédicas descartando compromiso vascular, debido a que se genera la urgencia inmediata de restablecer el riego arterial. Es importante estudiar el aporte vascular a la extremidad después de la reducción o inmovilización de la lesión.
- **Lesión neurológica:** las consideraciones anatómicas son las mismas que para lesión vascular. La lesión neurológica puede ser parcial o completa. En el examen físico inicial se debe explorar la integridad neurológica del segmento afectado para definir y registrar algún tipo de déficit. Es considerable que posterior a la inmovilización se debe examinar la integridad neurológica, debido a la posibilidad de un atrapamiento nervioso en la reducción, lo cual indicaría cirugía de urgencia para la descompresión.
- **Síndrome compartimental:** en las extremidades se hallan diversos espacios limitados por las fascias inextensibles de los músculos. Dentro de estos compartimientos se encuentran estructuras musculares, vasculares y nerviosas. Cuando se presenta una agresión como isquemia, sangrado, reperfusión o trauma que aumente la presión intersticial dentro de este espacio inexpandible, resultan comprometidas las estructuras en su interior. Este se denomina síndrome compartimental, el cual se manifiesta inicialmente por dolor en reposo que es exacerbado con la movilización pasiva; si no es tratado a tiempo, aparecen signos de daño del tejido nervioso (disestesias y parestesias), tejido muy sensible a los cambios en la presión; finalmente se establece el compromiso vascular con isquemia, hipoxia y anoxia que genera daño irreversible en los tejidos musculares. La sospecha clínica debe ser alta debido a la elevada morbilidad asociada con este síndrome.(p.29)

Otras complicaciones son generadas directamente por la inmovilidad causada por la inmovilización y el trauma:

- **Trombosis venosa profunda:** el trauma ortopédico genera un aumento en el riesgo de esta patología, aunado al aumento del mismo por la inmovilidad del paciente. En pacientes que por su condición son sometidos a inmovilización prolongada se debe considerar el uso de heparinas de bajo peso molecular.
- **Embolismo pulmonar:** es secundario a la trombosis venosa profunda.
- **Desgaste muscular y descondicionamiento físico:** resultan de la inmovilidad, y pueden llegar a extremos de verdadera incapacidad que requiere programas intensos de rehabilitación.
- **Lesiones propias de los métodos de inmovilización ortopédica:** existen complicaciones que son muy particulares del tratamiento ortopédico, y que varían según el carácter de la lesión original y el método de inmovilización empleado.
- **Úlceras por presión:** la aplicación inadecuada de una férula o yeso puede generar zonas de presión que ulceren el tejido subyacente y generen esta complicación. Para prevenirlas se debe tener máximo cuidado en la colocación de yesos o férulas, y se debe estar siempre atento a cualquier reporte de molestia o dolor por parte del paciente. **(28)**

3.4.9 Prevención y tratamiento de fisioterapia

La prevención se basa en reducir los efectos nocivos de la inmovilización de rodilla. Es importante iniciar un tratamiento temprano para mantener el tono muscular.

La biomecánica articular pretende que las articulaciones se mantengan tan móviles como sea posible durante el período de tratamiento. De tal forma que las estructuras musculoesqueléticas están a menudo intactas, por lo que el programa de tratamiento

se centrará en la realización de ejercicios para recuperar la movilidad articular y así mismo, el uso de yesos o férulas funcionales. Sin embargo, cada vez más se acorta el tiempo y el grado de inmovilización mediante yeso.

El inicio temprano del tratamiento de fisioterapia, en período de inmovilización, es una buena medida de prevención. Se pueden realizar ejercicios isométricos de la musculatura inmovilizada, ejercicios activos de las articulaciones libres, ejercicios globales del resto de segmentos inmovilizado y otras extremidades para mantener el trofismo muscular y el estado cardiovascular en óptimas condiciones. Será fundamental emplear todas aquellas medidas que favorezcan la reabsorción del edema, para evitar la formación de adherencias entre tejidos. **(21)**

IV. ANTECEDENTES

Debido a la importancia del tema algunos autores opinan lo siguiente,

En la guía práctica clínica Tratamiento rehabilitador durante la fase de hospitalización en los pacientes intervenidos con prótesis de rodilla, en la etapa postoperatoria menciona que es de eficacia realizar ejercicios isométricos del cuádriceps para evitar contracturas en flexión y que este puede iniciarse el mismo día de la cirugía. Se suele recomendar diez repeticiones cada hora o cinco repeticiones cada media hora.

(32)

En la revista mexicana de Ejercicios isométricos y de resistencia progresiva en pacientes postoperados de artroscopia de rodilla, programa tradicional versus programa domiciliario, volumen 13, No. 4, dice que la atrofia e hipotonía de los músculos extensores y flexores de la rodilla, principalmente el cuádriceps, así como el dolor y el edema, dificultan la recuperación de los pacientes. Se realizó un estudio de tipo observacional longitudinal, comparativo y prospectivo en el que se incluyeron 20 pacientes de ambos sexos, con un rango de edad entre 18 y 50 años, postoperados de artroscopia de rodilla de etiología postraumática y previamente sanos, que acudieron a la unidad de medicina física y rehabilitación del hospital central militar (HCM) en el periodo comprendido entre octubre de 2000 y enero de 2001. Grupo 1 (grupo control) este grupo llevo el programa tradicional en el que acudieron a la unidad de medicina física y rehabilitación del hospital.

Grupo 2 (grupo experimental) a los pacientes que integraron este grupo se les proporcionó una hoja en la que se describe el programa de ejercicios domiciliarios. A cada paciente en ambos grupos se realizaron valoraciones semanales, en forma ciega durante un periodo de cuatro semanas. En el análisis comparativo entre los grupos se concluyó que la recuperación de la fuerza muscular con el programa domiciliario, es más rápida y eficaz que con el programa tradicional. **(33)**

En la guía práctica clínica Efecto del ejercicio físico sobre la artritis reumatoide, se informa que al comparar programas de ejercicios isométricos frente a dinámicos intensivos se observa que, tras 12 semanas el entrenamiento con ejercicios isotónicos con cargas lograba mayores incrementos de la capacidad aeróbica, movilidad articular y fuerza muscular, así mismo que los ejercicios isométricos son de utilidad para prevenir la atrofia muscular en articulaciones inmovilizadas, siendo más efectivos que otras alternativas habituales como la combinación de ejercicios pasivos y electro estimulación. **(34)**

En la guía práctica clínica Manejo de fisioterapia y rehabilitación en el tratamiento de la osteoartritis de cadera, rodilla y mano, se expone que los ejercicios isométricos se recomiendan para mantener el tono muscular, principalmente del cuádriceps, de los aductores - abductores de cadera, los isquiotibiales, los glúteos, los músculos espinales y abdominales: la contracción se sostiene entre 5 a 10 segundos y se hacen tres series siendo estos beneficiosos para el paciente. **(35)**

En la guía práctica clínica Fisiopatología de la rigidez articular: bases para su prevención fisioterapia, unidad de fisioterapia, departamento de medicina y cirugía, universidad Rovira, el estudio menciona que la prevención se basa en minimizar los efectos nocivos de la inmovilización. La biomecánica articular requiere que las articulaciones se mantengan tan móviles como sea posible durante el período de tratamiento. Las estructuras músculo-esqueléticas están a menudo intactas por lo que el programa de tratamiento se centrará en ejercicios para recuperar el rango de movilidad articular y en el uso de yesos o férulas funcionales. Cada vez más se disminuye el tiempo y el grado de inmovilización mediante yeso. El inicio temprano de ejercicios se basará en isométricos de la musculatura inmovilizada, para mantener el buen trofismo muscular. **(36)**

En la revista científica Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla, volumen 22, número 3, en el estudio hace mención que el tratamiento conservador de los pacientes con insuficiencia del ligamento cruzado anterior incluye la modificación de

las actividades, la rehabilitación y ocasionalmente la utilización de ortesis. En varios estudios se ha informado la disminución de la respuesta neuromuscular debida en parte a la pérdida de los impulsos neurales aferentes intraligamentosos. Es por ello que para minimizar la atrofia muscular y la pérdida de fuerza se deben hacer ejercicios isométricos tempranos delcuádriceps. **(37)**

En la guía práctica clínica Hemofilia: ejercicio y deporte, volumen 46, N° 169, en el documento efectuado sobre las recomendaciones sobre rehabilitación en hemofilia y otras coagulopatias en secuelas de artropatía hemofílica en el proceso agudo articular en el cual la enfermedad es de base hematológica y clínica ortopédica congénitas dice que los ejercicios isométricos se deben comenzar precozmente a partir de las 24 horas siempre que su realización no provoque dolor; su realización permite respetar el reposo articular y son efectivos para frenar la amiotrofia refleja que provoca el derrame y la inmovilización. Están indicados en periodos cortos de tiempo y repeticiones seriadas a lo largo del día. **(38)**

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Comprobar los efectos de los ejercicios isométricos para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

5.2 Objetivos específicos

- a. Verificar la eficacia del tratamiento a través del fortalecimiento del cuádriceps.
- b. Establecer la diferencia del estado del paciente antes del tratamiento con el estado después del tratamiento.
- c. Establecer un tratamiento efectivo para mejorar la condición física del paciente con inmovilización de rodilla que utiliza ferulaje, con el fin de evitar la atrofia muscular del cuádriceps e insertarlo nuevamente a la sociedad.

VI. JUSTIFICACIÓN

La investigación se realizó sobre la importancia de los ejercicios isométricos para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla, ya que en esta etapa específicamente se presenta rigidez, pérdida de fuerza muscular, disminución del grosor del músculo; así también puede acortarse debido a la falta de uso normal de la misma. Por tanto, al momento de la eliminación de la inmovilización se encuentra con limitación del movimiento y debilidad muscular, lo que resulta para el paciente, dificultad para mover la articulación e inestabilidad en la bipedestación; por lo que es de beneficio realizar ejercicios isométricos mediante la contracción del músculo, pero sin mover la articulación puesto que la contracción de este hace que se mantenga o incluso que mejore la fuerza muscular y por ende que disminuya la atrofia muscular existente.

Por medio de esta investigación, se buscó un enfoque terapéutico para brindarle al paciente con inmovilización de rodilla, una rehabilitación eficaz a través de ejercicios isométricos para evitar atrofia muscular.

Este estudio se efectuó en el Hospital Nacional de Occidente de Quetzaltenango, en donde se dejará un documento de referencia del mismo y conjuntamente la inquietud de que se pueda incrementar un programa para los pacientes que asisten a la institución.

Así mismo, la biblioteca de la Universidad Rafael Landívar será beneficiada al tener a su disposición el documento para que los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la salud y profesionales que asistan a la misma, lo puedan consultar.

VII. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

7.1 Tipo de Estudio

Esta investigación es de tipo experimental.

Achaerandio (2010). Menciona que la investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

7.2 Sujetos de Estudio o Unidad de Análisis

Para obtener el tamaño de la población se realizó la recolección de datos, durante un término de 6 meses en el Hospital Nacional de Occidente Quetzaltenango, por medio de registros establecidos, dando como resultado un total de 31 pacientes con inmovilización de rodilla con férula, en ambos sexos en edades de 20 a 60 años.

7.3 Contextualización geográfica y temporal

- **Delimitación de la población de estudio**

Pacientes hombres y mujeres con inmovilización de rodilla de edades de 20 a 60 años quienes utilizan férulas y que asisten al Hospital Nacional de Occidente Quetzaltenango a los servicios de emergencia, encamamiento y consulta externa.

- **Delimitación geográfica**

La investigación comprende pacientes procedentes del departamento de Quetzaltenango, y los del sur occidente del país; dichos pacientes fueron atendidos en el Hospital Nacional de Occidente.

- **Delimitación temporal**

Para la realización del trabajo de investigación, específicamente el trabajo de campo, se tomaron 6 meses.

7.4 Definición de hipótesis

H₁: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

H₀: Los ejercicios isométricos no son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

7.5 Definición de variables

7.5.1 Variable independiente

- Ejercicios isométricos

7.5.2 Variables dependientes

- Atrofia muscular
- Cuádriceps
- Inmovilización de rodilla

7.5.3 Definición conceptual

a) Ejercicios isométricos

El ejercicio isométrico es una forma estática de ejercicio que se produce cuando un músculo se contrae sin un cambio de la longitud del músculo o sin movimiento articular visible. **(30)**

b) Atrofia muscular

La atrofia muscular es el adelgazamiento o reducción del tamaño del tejido muscular. La atrofia se produce por falta de utilización del músculo y es el resultado de la pérdida consiguiente de proteínas musculares que acompaña a la inactividad. **(16)**

c) Cuádriceps

El cuádriceps integra la musculatura extensora de la rodilla, el cual se halla situado en el compartimiento anterior del muslo. Este está formado por cuatro músculos que se

insertan mediante un tendón terminal común en la tuberosidad anterior de la tibia.
(21)

d) Inmovilización de rodilla

La inmovilización en esa área, previene el desplazamiento de la rodilla lesionada mediante la utilización de otro segmento anatómico, una férula o un yeso. **(27)**

7.5.4 Definición operacional

a) Ejercicios isométricos

Son aquellos en que se realiza fuerza muscular sin que haya movimiento alguno, tal como la contracción del músculo cuádriceps durante algunos segundos y después se relaja.

b) Atrofia muscular

Se refiere a la disminución o adelgazamiento muscular, perdiendo así fuerza muscular por el desuso que ocurre por falta de ejercicio físico.

c) Cuádriceps

Está compuesto por cuatro músculos, este es el más potente y voluminoso del cuerpo que soporta nuestro peso y nos permite andar, caminar, sentarnos y correr.

d) Inmovilización de rodilla

Es la prevención del desplazamiento de la rodilla lesionada mediante la utilización de una férula o un yeso.

7.6 Indicadores de variables

7.6.1 Ejercicios isométricos

- Son adecuados para la rehabilitación cuando están contraindicados los movimientos articulares
- Evita la atrofia muscular excesiva y el deterioro articular en el área lesionada

- Produce máxima contracción muscular
- Incrementa la masa muscular
- Aumenta la fuerza muscular
- Se realizan con el mínimo de tiempo de 3 a 6 segundos por ejercicio

7.6.2 Atrofia muscular

- Se observa después de una inmovilización más o menos prolongada
- Hay disminución de la masa muscular
- Disminución de tono muscular
- Pérdida de fuerza muscular

7.6.3 Cuádriceps

- Es el músculo más potente y voluminoso del cuerpo humano
- Tiene cuatro cabezas musculares el recto anterior, vasto externo, vasto interno y el crural.
- Integra la musculatura extensora de la rodilla
- Permite la acción de la marcha, sentarse y correr

7.6.4 Inmovilización de rodilla

Miralles, en el documento Fisiopatología de la Rigidez Articular: Bases para su Prevención Fisioterapia. España. (2007), menciona lo siguiente:

- Adherencias entre los pliegues sinoviales
- Adherencias del tejido conectivo con la superficie articular
- Atrofia del cartílago
- Ulceración en los puntos de contacto del cartílago
- Atrofia muscular
- Debilitación de la inserción del ligamento a hueso
- Osteoporosis regional
- Aumento de la fuerza requerida para mover la articulación
- Permite la reparación de las lesiones blandas

VIII. METODOS Y PROCEDIMIENTOS

8.1 Selección de los sujetos de estudio

Los sujetos de estudio fueron tomados por una muestra aleatoria simple mediante la estadística del departamento de Ortopedia y Traumatología, durante los meses de marzo a septiembre de 2013. Fueron tomados en consideración para la elección de los sujetos, los criterios de inclusión y exclusión.

8.1.1 Criterios de inclusión y exclusión

- **Criterios de inclusión**

Sujetos con inmovilización de rodilla de 20 a 60 años que asisten al Hospital Nacional de Occidente Quetzaltenango a los servicios de emergencia, encamamiento y consulta externa del departamento de Ortopedia y Traumatología.

- **Criterios de exclusión**

Sujetos con inmovilización de rodilla que utilizan yeso.

Sujetos con fuerza muscular 3+.

8.1.2 Cálculos estadísticos de la muestra

Se tomó una muestra aleatoria simple, utilizando fórmula para la obtención de la muestra, con un nivel de confianza del 95% con una población de sujetos con inmovilización de rodilla 31 pacientes, de las cuales a 15 pacientes se les aplicó la terapia de ejercicios isométricos, y a los 15 pacientes restantes no se les aplicó fisioterapia.

Estimado

$$n_o = \frac{\left[\frac{Z_{\alpha}}{2}\right]^2 \times p \times q}{(e)^2} \quad n_o = \frac{[1.96]^2 \times 0.50 \times 0.50}{(0.05)^2} = 384.16$$

Evaluación

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}} n = \frac{384.16}{1 + \frac{384.16}{31}} = 28.69 = 29$$

8.1.3 Sujetos

Para obtener el tamaño de la población se realizó la recolección de datos, durante un término de 2 meses en el Hospital de Nacional de Occidente Quetzaltenango, por medio de registros establecidos, dando como resultado un total de 31 pacientes con inmovilización de rodilla, en ambos sexos en edades de 20 a 60 años.

8.2 Recolección de datos

Los métodos para la recolección de datos fueron hojas de evaluación en donde se detalló la información relevante de cada sujeto que formó parte de la unidad de análisis, en estos instrumentos se recopiló información que fue interpretada mediante métodos estadísticos para comprobar la efectividad de la terapia propuesta.

- a) Expedientes de los pacientes para recopilar datos personales de los sujetos que formaron parte de la investigación y conocer el estado físico del mismo para poder dar inicio al tratamiento fisioterapéutico.
- b) Formatos de evaluación que fueron aplicados a los sujetos antes durante y después del tratamiento a fin de llevar un control respecto a la evolución.

8.2.1 Elaboración y descripción de los instrumentos de recolección de datos

Para alcanzar los objetivos de la investigación, se aplicaron formatos que recopilaron los datos de las evaluaciones efectuadas a los pacientes con inmovilización de rodilla. A quienes se les midió, la fuerza muscular por la escala modificada por Medical Research Council del 1 al 3 y por medio de una evaluación antropométrica, utilizando una cinta métrica en la que se midió la circunferencia del muslo.

8.2.2 Validación de los instrumentos

Se tomaron en el Hospital Nacional de Occidente Quetzaltenango en donde se le solicitó autorización al Comité de Docencia e Investigación del hospital, al Departamento de Ortopedia y Traumatología, así también a los diferentes pacientes que fueron parte de esta investigación.

Se realizaron los expedientes de los 2 grupos de pacientes con sus respectivas evaluaciones, siendo ellas fuerza muscular y antropometría del muslo; al grupo control se procedió a realizar las evaluaciones y se le citó para que se presentara al hospital Nacional de Occidente Quetzaltenango en la fase intermedia y final de la inmovilización para realizar las evaluaciones correspondientes, logrando así, la adquisición de los resultados en las diferentes etapas. De igual manera, en el grupo que si efectuaron fisioterapia, se realizaron las evaluaciones antes de iniciar el tratamiento, seguidamente se le indicó como efectuar el ejercicio isométrico del cuádriceps. Paciente en decúbito supino con pierna extendida, en la parte posterior de la rodilla se coloca una toalla; posteriormente se contrae el cuádriceps (parte anterior del muslo) intentando extender el miembro inferior y tocar con la parte posterior de la rodilla la superficie de la cama a la vez que se dorsiflexiona el tobillo. Manteniendo la contracción durante 6 segundos, descansar otros 6 segundos. El número de repeticiones se va aumentando progresivamente de acuerdo a la tolerancia del paciente intentando llegar a las 10 - 50 repeticiones. En las cuatro semanas posteriores de iniciado el tratamiento se procedió ya en la fase intermedia del tratamiento, la realización nuevamente de evaluaciones correspondientes a los pacientes, continuando así el tratamiento y al terminar la inmovilización de rodilla se efectuaron las evaluaciones de la fase final para verificar la eficacia del tratamiento haciendo así, la comparación entre el grupo control y el grupo que llevó a cabo el tratamiento.

IX. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

9.1 Descripción del proceso de digitación

Los datos se obtuvieron mediante la valoración de fuerza muscular por la escala modificada por Medical Research Council y por medio de la valoración antropométrica, a fin de obtener datos que pudieran ser estadísticamente comprobados, seguidamente se procedió a la tabulación de los resultados y al proceso de digitación basado en datos elaborados por medio de las fórmulas de análisis de datos pares en sus diferentes procesos tanto inicial, intermedio y final para comprobar la hipótesis alterna planteada. Así mismo se procedió a la realización de cuadros y gráficas para detallar cada uno de los resultados.

9.2 Plan de análisis de datos

Se llevó a cabo una comparación entre cada uno de los momentos del tratamiento, resaltando la diferencia que se obtuvo en la evaluación inicial con la evaluación final, tomando en consideración la fuerza muscular y valoración antropométrica a fin de obtener la diferencia entre cada uno de los momentos y comprobar la eficacia de la terapia.

9.3 Métodos estadísticos

El universo en esta investigación estuvo conformado por 31 sujetos, estadística recaudada en el Hospital Nacional de Occidente de Quetzaltenango de los cuales se tomó una muestra aleatoria simple, utilizando una fórmula para la obtención de la muestra, con un nivel de confianza del 95% con una población de sujetos con inmovilización de rodilla, de la cual a 15 sujetos se les aplicó la terapia de ejercicios isométricos, y a los 15 restantes no se les aplicó fisioterapia. Se realizó el análisis de datos pares con las evaluaciones inicial, intermedia y final de ambos grupos.

Anderson (2005). Establece las siguientes fórmulas estadísticas para el análisis de datos pares, que consiste en realizar una comparación para cada uno de los sujetos objeto de investigación, entre su situación inicial y final, obteniendo mediciones

principales, la que corresponde al “antes” “al durante” y al “después” de la aplicación de la terapia, de esta manera se puede medir la diferencia promedio entre los momentos, para lograr evidenciar la efectividad de la terapia.

1. Se establece la media aritmética de las diferencias: $\bar{d} = \frac{\sum d_i}{N} =$

2. 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.

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

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

4. Grados de Libertad: $N - 1$

5. Efectividad de la terapia: si $|t| > T$ es efectiva.

X. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Al concluir la recopilación de la información basada en los 30 pacientes como resultado de la fórmula obtenida en la muestra aleatoria simple, del departamento de Ortopedia y Traumatología del Hospital Nacional de Occidente de Quetzaltenango, se presentan a continuación los resultados de la investigación representados en un cuadro en donde se exponen los datos de los 2 grupos de acuerdo a cada evaluación realizada tanto inicial, intermedia y final.

Cuadro no. 1

Antropometría del muslo fase inicial e intermedia del grupo experimental.

Antropometría Del muslo	\bar{d}	Sd	Itl	g.l N-1	T	Comparación Itl \geq T	Efectividad de la Terapia
Pacientes 15	-0.53	0.52	4.08	14	2.145	4.08 > 2.145	SI

Fuente: trabajo de campo del Hospital Nacional de Occidente del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

Interpretación: Durante las evaluaciones realizadas de antropometría del muslo en las fases inicial e intermedia al grupo experimental, se patentizó que al ser la t de Student 4.08 obtenida en la fórmula es mayor a la T de Fisher 2.145 obtenida en la tabla, estadísticamente se comprueba que es efectiva la terapia, aceptando la hipótesis alterna H_1 , la cual dice: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla, y rechaza la hipótesis nula H_0 , donde se manifiesta lo contrario.

Cuadro no. 2

Antropometría del muslo fase intermedia y final del grupo experimental.

Antropometría Del muslo	\bar{d}	Sd	Itl	g.l N-1	T	Comparación Itl \geq T	Efectividad de la Terapia
Pacientes 15	-0.47	0.52	3.62	14	2.145	3.62 > 2.145	SI

Fuente: trabajo de campo del Hospital Nacional de Occidente del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

Interpretación: Mediante las evaluaciones realizadas de antropometría del muslo en las fases intermedia y final al grupo experimental, se demostró que al ser la t de Student 3.62 obtenida en la fórmula es mayor a la T de Fisher 2.145 obtenida en la tabla, estadísticamente se comprueba que es efectiva la terapia, aceptando la hipótesis alterna H_1 que menciona: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

Cuadro no. 3

Antropometría del muslo fase inicial y final del grupo experimental.

Antropometría Del muslo	\bar{d}	Sd	Itl	g.l N-1	T	Comparación Itl \geq T	Efectividad de la Terapia
Pacientes 15	-1	0.27	14.29	14	2.145	14.29 > 2.145	SI

Fuente: trabajo de campo del Hospital Nacional de Occidente del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

Interpretación: En las evaluaciones realizadas de antropometría del muslo en las fases inicial y final al grupo experimental, se manifestó que al ser la t de Student 14.29 obtenida en la fórmula es mayor a la T de Fisher 2.145 obtenida en la tabla, estadísticamente se comprueba que es efectiva la terapia, aceptando la hipótesis alterna H_1 , la cual refiere: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

Cuadro no. 4

Fuerza muscular fase inicial e intermedia del grupo experimental.

Fuerza muscular	\bar{d}	Sd	Itl	g.l N-1	T	Comparación Itl \geq T	Efectividad de la Terapia
Pacientes 15	-0.60	0.51	4.62	14	2.145	4.62 > 2.145	SI

Fuente: trabajo de campo del Hospital Regional de Occidente del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

Interpretación: Evaluaciones realizadas durante las fases inicial e intermedia de fuerza muscular del cuádricepsal grupo experimental, se pudo mostrar que al ser la t de Student 4.62 obtenida en la fórmula es mayor a la T de Fisher 2.145 obtenida en la tabla, estadísticamente se comprueba que es efectiva la terapia, aceptando la hipótesis alterna H_1 , que nombra: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

Cuadro no. 5

Fuerza muscular fase intermedia y final del grupo experimental.

Fuerza muscular	\bar{d}	Sd	Itl	g.l N-1	T	Comparación Itl \geq T	Efectividad de la Terapia
Pacientes 15	-0.8	0.41	7.27	14	2.145	7.27 > 2.145	SI

Fuente: trabajo de campo del Hospital Regional de Occidente del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

Interpretación: En las evaluaciones realizadas de fuerza muscular del cuádriceps en las fases intermedia y final al grupo experimental, se patentizó que al ser la t de Student 7.27 obtenida en la fórmula mayor a la T de Fisher 2.145 obtenida en la tabla, estadísticamente se comprueba que es efectiva la terapia, aceptando la hipótesis alterna H_1 , que dice: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla

Cuadro no. 6

Fuerza muscular fase inicial y final del grupo experimental.

Fuerza muscular	\bar{d}	Sd	Itl	g.l N-1	T	Comparación Itl \geq T	Efectividad de la Terapia
Pacientes 15	-1.4	0.51	10.77	14	2.145	10.77 > 2.145	SI

Fuente: trabajo de campo del Hospital Nacional de Occidente del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013

Interpretación: Mediante las evaluaciones realizadas de fuerza muscular del cuádriceps en las fases inicial y final al grupo experimental, se demostró que al ser la t de Student 10.77 obtenida en la fórmula es mayor a la T de Fisher 2.145 obtenida en la tabla, estadísticamente se comprueba que es efectiva la terapia, aceptando la hipótesis alterna H_1 , que indica: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

Segundo grupo de pacientes a quienes no se les realizaron ejercicios isométricos.

Cuadro no. 7

Antropometría del muslo fase inicial e intermedia al grupo control.

Antropometría Del muslo	\bar{d}	Sd	Itl	g.l N-1	T	Comparación Itl \geq T	Efectividad de la Terapia
Pacientes 15	1	0.66	5.88	14	2.145	5.88 > 2.145	

Fuente: trabajo de campo del Hospital Regional de Occidente del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

Interpretación: En las evaluaciones de antropometría del muslo en las fases inicial e intermedia realizadas al grupo control, se manifestó que al ser la t de Student 5.88 obtenida en la fórmula es mayor a la T de Fisher 2.145 obtenida en la tabla, estadísticamente se comprueba que al no realizar ejercicios isométricos

efectivamente se presenta una atrofia muscular en el cuádriceps, por tanto, se acepta la hipótesis alterna H_1 , que refiere: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

Cuadro no. 8

Antropometría del muslo fase intermedia y finalal grupo control.

Antropometría Del muslo	\bar{d}	Sd	Itl	g.l N-1	T	Comparación Itl \geq T	Efectividad de la Terapia
Pacientes 15	0.87	0.52	6.69	14	2.145	6.69 > 2.145	

Fuente: trabajo de campo del Hospital Regional de Occidente del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

Interpretación: Durante las evaluaciones de antropometría del muslo en las fases intermedia y final realizadas al grupo controlse mostró que al ser la t de Student 6.69 obtenida en la fórmula es mayor a la T de Fisher 2.145 obtenida en la tabla, estadísticamente se comprueba que al no realizar ejercicios isométricos efectivamente se presenta una atrofia muscular en el cuádriceps, por tanto, se acepta la hipótesis alterna H_1 , que indica: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

Cuadro no. 9

Antropometría del muslo fase inicial y finalal grupo control.

Antropometría Del muslo	\bar{d}	Sd	Itl	g.l N-1	T	Comparación Itl \geq T	Efectividad de la Terapia
Pacientes 15	1.87	0.75	9.84	14	2.145	9.84 > 2.145	

Fuente: trabajo de campo del Hospital Regional de Occidente del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

Interpretación: Evaluaciones realizadas al grupo controlde antropometría del muslo en las fases inicial y final se confirmó que al ser la t de Student 9.84 obtenida en la

fórmula es mayor a la T de Fisher 2.145 obtenida en la tabla, estadísticamente se comprueba que al no realizar ejercicios isométricos efectivamente se presenta una atrofia muscular en el cuádriceps, por consiguiente, se acepta la hipótesis alterna H_1 , la cual dice: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

Cuadro no. 10

Fuerza muscular fase inicial e intermedia al grupo control.

Fuerza muscular	\bar{d}	Sd	ltl	g.l N-1	T	Comparación ltl \geq T	Efectividad de la Terapia
Pacientes 15	0.13	0.36	1.44	14	2.145	1.44 < 2.145	

Fuente: trabajo de campo del Hospital Regional de Occidente del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

Interpretación: En razón a las evaluaciones al grupo control realizadas de fuerza muscular del cuádriceps en las fases inicial e intermedia quedó demostrado que al ser la t de Student 1.44 obtenida en la fórmula es menor a la T de Fisher 2.145 obtenida en la tabla, estadísticamente se comprueba que al no realizar ejercicios isométricos efectivamente se presenta una atrofia muscular en el cuádriceps, consiguientemente, se acepta la hipótesis alterna H_1 , que menciona: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

Cuadro no. 11

Fuerza muscular fase intermedia y final al grupo control.

Fuerza muscular	\bar{d}	Sd	ltl	g.l N-1	T	Comparación ltl \geq T	Efectividad de la Terapia
Pacientes 15	0.07	0.26	1	14	2.145	1 < 2.145	

Fuente: trabajo de campo del Hospital Regional de Occidente del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

Interpretación: Mediante las evaluaciones realizadas al grupo control de fuerza muscular del cuádriceps en las fases intermedia y final se pudo constatar que al ser la t de Student 1 obtenida en la fórmula es menor a la T de Fisher 2.145 obtenida en la tabla, estadísticamente se comprueba que al no realizar ejercicios isométricos efectivamente se presenta una atrofia muscular en el cuádriceps, por tanto, se acepta la hipótesis alterna H_1 , la cual refiere: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

Cuadro no. 12

Fuerza muscular fase inicial y final al grupo control.

Fuerza muscular	\bar{d}	Sd	ltl	g.l N-1	T	Comparación ltl \geq T	Efectividad de la Terapia
Pacientes 15	0.2	0.41	1.82	14	2.145	1.82 < 2.145	

Fuente: trabajo de campo del Hospital Regional de Occidente del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

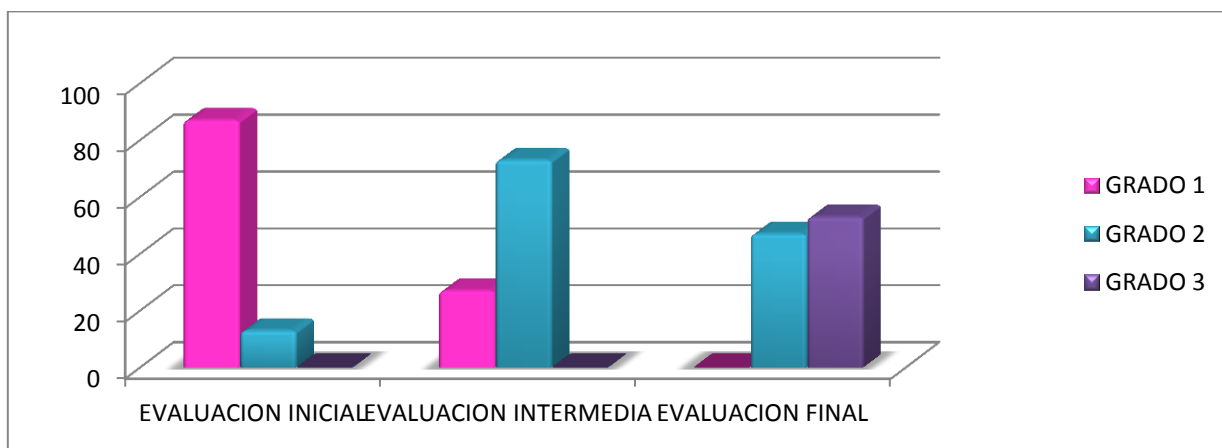
Interpretación: En las evaluaciones realizadas al grupo control de fuerza muscular del cuádriceps en las fases inicial y final quedó manifestado que al ser la t de Student 1.82 obtenida en la fórmula es menor a la T de Fisher 2.145 obtenida en la tabla, estadísticamente se comprueba que al no realizar ejercicios isométricos efectivamente se presenta una atrofia muscular en el cuádriceps, por tanto, se acepta la hipótesis alterna H_1 , que dice: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

PACIENTES QUE REALIZARON EJERCICIOS ISOMETRICOS

GRAFICA 1

FUERZA MUSCULAR	EVALUACION INICIAL		EVALUACION INTERMEDIA		EVALUACION FINAL	
RESPUESTA	frecuencia	%	Frecuencia	%	frecuencia	%
GRADO 1	13	87	4	27	0	0
GRADO 2	2	13	11	73	7	47
GRADO -3	0	0	0	0	8	53
	15	100	15	100	15	100

FUERZA MUSCULAR



FUENTE: Trabajo de campo en el Hospital Nacional de Occidente de Quetzaltenango del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

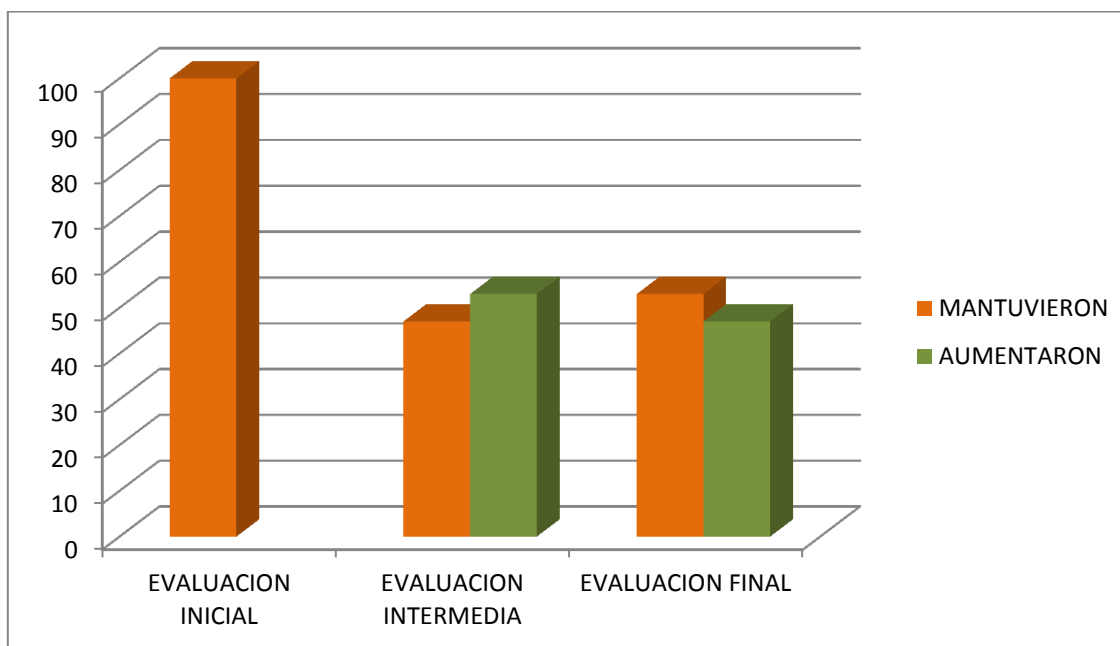
ANALISIS E INTERPRETACIÓN:

De los 15 pacientes evaluados que realizaron ejercicios isométricos durante la inmovilización de rodilla en la fase inicial, 13 presentan una fuerza muscular grado 1, representando el 87% y 2 pacientes restantes, presentan una fuerza muscular grado 2, figurando el 13%. En la fase intermedia, 4 presentan una fuerza muscular grado 1, que demuestra el 27% y 11 pacientes restantes, presentan una fuerza muscular grado 2, interpretando el 73%. Y en la fase final 7 presentan una fuerza muscular grado 2, que representan el 47% y 8 pacientes restantes, presentan una fuerza muscular grado 3, simbolizando el 53%, por tanto se evidencia la eficacia del tratamiento fisioterapéutico.

GRAFICA 2

ANTROPOMETRIA DEL MUSLO	EVALUACION INICIAL		EVALUACION INTERMEDIA		EVALUACION FINAL	
	frecuencia	%	frecuencia	%	frecuencia	%
MANTUVIERON	15	100	7	47	8	53
AUMENTARON	0	0	8	53	7	47
	15	100	15	100	15	100

ANTROPOMETRIA DEL MUSLO



FUENTE: Trabajo de campo en el Hospital Nacional de Occidente de Quetzaltenango del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

ANALISIS E INTERPRETACIÓN:

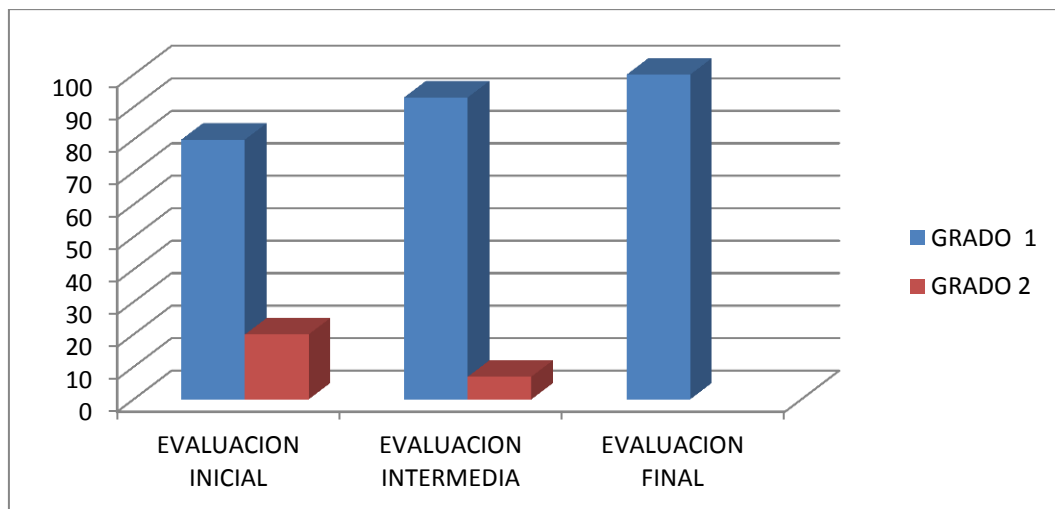
De los 15 pacientes evaluados, que realizaron ejercicios isométricos durante la inmovilización de rodilla en la fase inicial los 15 realizaron la medición antropométrica del muslo representando el 100%. En la fase intermedia, 7 mantuvieron el diámetro del muslo, simbolizando el 47% y 8 pacientes restantes, aumentaron el diámetro del muslo, figurando el 53%. Y en la fase final, 8 pacientes mantuvieron el diámetro del muslo, interpretando el 53% y 7 pacientes aumentaron el diámetro del muslo, que representan el 47%, en la cual se demuestra la efectividad del tratamiento fisioterapéutico.

PACIENTES QUE NO REALIZARON EJERCICIOS ISOMETRICOS

GRAFICA 3

FUERZA MUSCULAR	EVALUACION INICIAL		EVALUACION INTERMEDIA		EVALUACION FINAL	
RESPUESTA	frecuencia	%	frecuencia	%	frecuencia	%
GRADO 1	12	80	14	93	15	100
GRADO 2	3	20	1	7	0	0
	15	100	15	100	15	100

FUERZAMUSCULAR



FUENTE: Trabajo de campo en el Hospital Nacional de Occidente de Quetzaltenango del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

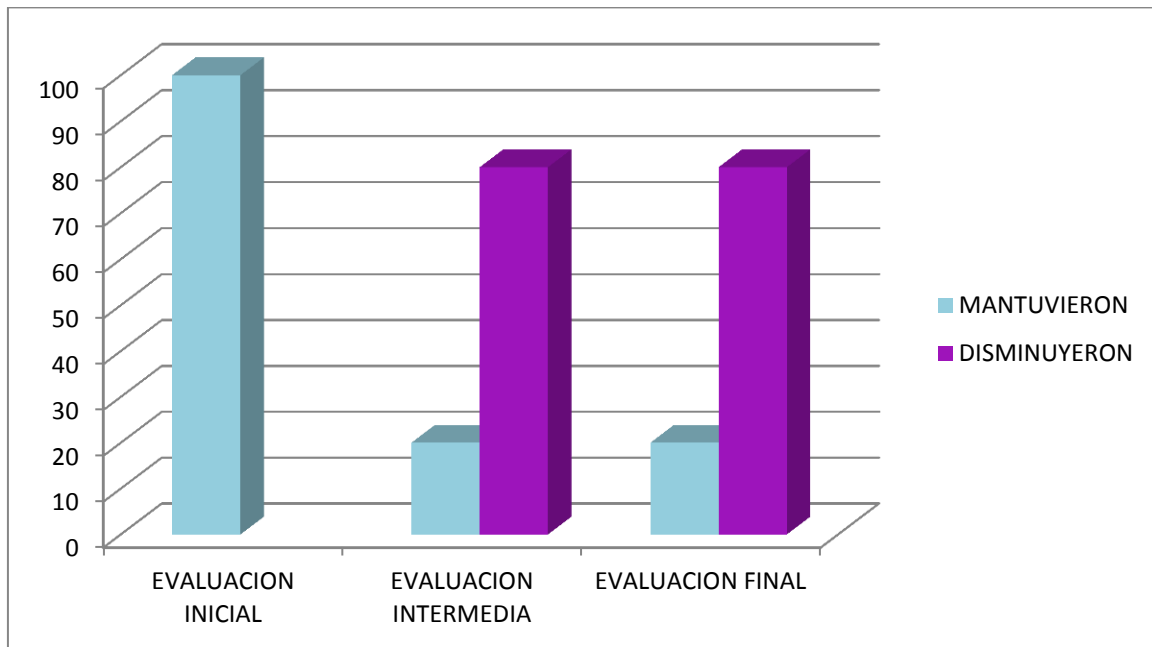
ANALISIS E INTERPRETACIÓN:

De los 15 pacientes evaluados que no realizaron el tratamiento y fueron el grupo control para la investigación, en la fase inicial 12 presentan una fuerza muscular grado 1, que representan el 80% y 3 pacientes restantes, presentan una fuerza muscular grado 2, simbolizando el 20%. En la fase intermedia, 14 presentan una fuerza muscular grado 1, que figura el 93% y 1 pacientes restantes, presentan una fuerza muscular grado 2, interpretando el 7%. En la fase final, los 15 pacientes presentan una fuerza muscular grado 1, representando el 100%. Por tanto se evidencia la atrofia muscular existente.

GRAFICA 4

ANTROPOMETRIA DEL MUSLO	EVALUACION INICIAL		EVALUACION INTERMEDIA		EVALUACION FINAL	
	frecuencia	%	frecuencia	%	frecuencia	%
MANTUVIERON	15	100	3	20	3	20
DISMINUYERON	0	0	12	80	12	80
	15	100	15	100	15	100

ANTROPOMETRIA DEL MUSLO



FUENTE: Trabajo de campo en el Hospital Nacional de Occidente de Quetzaltenango del Departamento de Ortopedia y Traumatología 2013.

ANALISIS E INTERPRETACIÓN:

De los 15 pacientes evaluados que no realizaron el tratamiento y fueron el grupo control para la investigación, en la fase inicial los 15 realizaron la medición antropométría del muslo, representando el 100%. En la fase intermedia, 3 mantuvieron el diámetro del muslo, simbolizando el 20% y 12 pacientes restantes, disminuyeron el diámetro del muslo, figurando el 80%. En la fase final 3 pacientes mantuvieron el diámetro del muslo, significando el 20% y 12 pacientes disminuyeron el diámetro del muslo, que representan el 80%. En la que se comprueba la atrofia muscular del músculo cuádriceps.

XI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En base a la historia de la aplicación de ejercicios isométricos desde los años 50 y 60 se diseñaron programas de tipo isométrico para incrementar la fuerza muscular y actualmente se ha comprobado la efectividad de la utilización de ejercicios isométricos en la rehabilitación para que el paciente pueda desarrollar fuerza y hacer trabajar los músculos sin necesidad de mover las articulaciones y los miembros afectados.

En la guía práctica clínica Fisiopatología de la rigidez articular: bases para su prevención fisioterapia, unidad de fisioterapia, departamento de medicina y cirugía, Universidad Rovira, se menciona que la prevención se basa en minimizar los efectos nocivos de la inmovilización. La biomecánica articular requiere que las articulaciones se mantengan tan móviles como sea posible durante el período de tratamiento. Las estructuras músculo-esqueléticas están a menudo intactas por lo que el programa de tratamiento se centrará en ejercicios para recuperar el rango de movilidad articular en pacientes que utilizan yeso o férulas funcionales. Por tanto, el inicio temprano de los ejercicios se basará en isométricos de la musculatura inmovilizada, para mantener el buen trofismo muscular. **(36)**

Se pudo confirmar durante el trabajo de campo que la terapia fue efectiva en los pacientes con inmovilización de rodilla, según los resultados comprobados en las evaluaciones de fuerza muscular, demuestran que el paciente con inmovilización de rodilla mantuvo y mejoró su fuerza muscular, tal como se indica en la prueba estadística donde la fase inicial es de $4.62 > 2.145$; una fase media de $10 > 2.145$ y la fase final de 10.77 , lo cual afirma que la terapia es efectiva en un 95% de los niveles de confianza, y que el ejercicio debe estar siempre presente en el paciente para evitar limitación en el movimiento, rigidez, pérdida de fuerza muscular, disminución del grosor del músculo, así también que pueda acortarse por la falta de uso normal del mismo.

En la revista científica Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla, volumen 22, número 3, se hace mención que el tratamiento conservador de los pacientes con insuficiencia del ligamento cruzado anterior incluye la modificación de las actividades, la rehabilitación y ocasionalmente la utilización de ortesis. En varios estudios se ha informado la disminución de la respuesta neuromuscular debida en parte a la pérdida de los impulsos neurales aferentes intraligamentosos. Es por ello que para minimizar la atrofia muscular y la pérdida de fuerza se deben hacer ejercicios isométricos tempranos de cuádriceps. **(37)**

En relación con lo anterior, se comprueba que la fisioterapia es una herramienta importante dentro del tratamiento del paciente con inmovilización de rodilla ya que es un tratamiento individualizado que lo beneficia, evitando la atrofia muscular del cuádriceps, lo cual queda de manifiesto al evidenciar que los ejercicios isométricos logran mantener y aumentar la masa muscular del cuádriceps, en la que estadísticamente se demostró que en la evaluación Antropométrica del muslo en la fase inicial es de $4.08 > 2.145$, una fase media de $3.62 > 2.145$ y una final de $14.29 > 2.045$ lo cual evidencia un nivel de confianza del 95% así se comprueba la efectividad de la terapia. Por tanto al finalizar el estudio se patentizó que el 100% de los pacientes a quienes se les realizó el tratamiento tuvieron un buen trofismo muscular, aceptando la hipótesis alterna H_1 , la cual dice: Los ejercicios isométricos son de beneficio para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla.

XII. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio realizado acerca de la importancia del ejercicio isométrico para evitar atrofia muscular del cuádriceps, se demostró que el 100 % de los pacientes a quienes se les aplicó el tratamiento mejoraron la fuerza muscular y así mismo la antropometría del muslo, proporcionándole al paciente menor limitación del movimiento y mayor estabilidad en la bipedestación.
2. Se manifestó que fue benéfico para el paciente realizar ejercicios isométricos durante la inmovilización de rodilla para evitar la atrofia muscular del cuádriceps, ya que le provocó mayor seguridad después de la inmovilización, consiguiendo así que se hiciera menos difícil la realización de actividades que la persona ejecuta dentro de casa como son las actividades de la vida diaria, básicas cotidianas, laborales o donde la persona se desenvuelve, por lo que se logró mayor independencia durante este período.
3. Se demuestra que en el grupo que realizó el tratamiento, siendo estos 15 pacientes que equivalen al 50% de los estudiados, presentaron mejoras en su estado corporal, ya que las evaluaciones mostraron un resultado satisfactorio del 100% del músculo cuádriceps, teniendo un cambio significativo en comparación con el grupo control en donde se evidenció la atrofia muscular del mismo.
4. Se comprueba que a través del enfoque terapéutico, el paciente con inmovilización de rodilla al realizar ejercicios mediante la contracción del músculo, hace que se mantenga o incluso que mejore la fuerza muscular y por ende que disminuya la atrofia muscular existente. Por tanto, al momento de la eliminación de la inmovilización esta nueva expectativa le proporciona al paciente efectuar las actividades con menor dificultad y dependencia.

XIII. RECOMENDACIONES

1. Que los pacientes con inmovilización de rodilla reciban el tratamiento fisioterapéutico de ejercicios isométricos para evitar la atrofia del músculo cuádriceps, ya que según la investigación el 100% de ellos mantuvieron y aumentaron la masa y fuerza muscular.
2. El paciente con inmovilización de rodilla tiene que seguir con el tratamiento terapéutico para evitar la atrofia muscular del cuádriceps, ya que le favorecen gran magnitud; tanto en el área de fisioterapia como en la casa para obtener resultados beneficiosos.
3. Que los médicos Traumatólogos y Ortopedistas refieran al paciente con inmovilización de rodilla la aplicación de ejercicios Isométricos durante este período, ya que, generan beneficios para la persona, mejorando así el proceso de rehabilitación.
4. Se sugiere a los estudiantes de fisioterapia darle una nueva alternativa terapéutica. Como son los ejercicios isométricos, al paciente que se encuentra con inmovilización de rodilla, ofreciendo un tratamiento de mantenimiento de amplitud articular y mejorar la fuerza muscular para disminuir la atrofia del cuádriceps, brindando así una ayuda profesional.

XIV. BIBLIOGRAFIA

1. Moran GT. y Pearl B. La Musculación: Preparación a los Deportes, Acondicionamiento General. Barcelona, España. 8ª. Edición, Editorial Paidotribo. 2003. P. 420
2. Kraemer WJ. Entrenamiento de la Fuerza. Barcelona, España. Editorial Hispano Europea, S. A. 2006 P. 52, 53
3. Kisner C. y Colby, LA. Ejercicio Terapéutico: Fundamentos y Técnicas. Barcelona, España. 1ª. Edición, Editorial Paidotribo. 2005. P. 72, 73.
4. Serra M., Díaz G. y Carril M. Fisioterapia en Traumatología, Ortopedia y Reumatología. España. 2ª. Edición, Editorial Elsevier. 2003. P. 33, 34
5. León J., Galvez D., Arcas M., Gómez D. y Fernández N. Fisioterapeuta del Servicio de Salud de la Comunidad de Madrid. Madrid, España. 1ª. Edición, Editorial Mad. 2005. P. 36
6. Pérez JM., Porra MI., Rilve PS. y Gonzales MD. La Medicina Ante el Nuevo Milenio: Una Perspectiva Histórica. España. Ediciones de la Universidad de Castilla la Mancha. 2004. P. 221
7. Brown LE. Entrenamiento de la Fuerza. Madrid, España. Editorial Panamericana. 2008. P.114
8. Alfonso VS. Dolor Anterior de Rodilla e Inestabilidad Rotuliana en el Paciente Joven. Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica Panamericana. 2003. P. 213, 324
9. Kolt G. Fisioterapia del Deporte y el Ejercicio. España. Editorial Elsevier. 2004. P. 3
10. Herdon DN. Tratamiento Integral de las Quemaduras. España. 3ª. Edición, Editorial Elsevier, Masson. 2009. P. 31
11. Hoeger WH. y Suárez SL. Ejercicio y Salud. Estados Unidos. Sexta Edición, Editorial Thomson. 2006. P. 63
12. Heyward VH. Evaluación de la Aptitud Física y Prescripción del Ejercicio. Madrid, España. 5ª. Edición, Editorial Médica Panamericana. (2008). P. 318

13. Mahoney MJ. Psicoterapia Constructiva. Barcelona, España. Ediciones Paidós Iberica. 2005. P.162
14. López J. Fisiología Clínica del Ejercicio. Madrid, España. Editorial Médica Panamericana S. A. 2008. P. 85
15. Vived A. Fundamentos de Fisiología de la Actividad Física y el Deporte. España. 1ª. Edición, Editorial Médica Panamericana. 2005. P. 4
16. Wilmore JH. y Costill DL. Fisiología del Esfuerzo y del Deporte. España. 6ª. Edición Editorial Paidotribo. 2007. P.586
17. Sahramann, S. Diagnostico y Tratamiento de las Alteraciones del Movimiento. España 1ª. Edición, Editorial Paidotribo. 2006. P. 43, 44
18. Soler KF. y López HP. El Entrenador Personal. España. 4ª. Edición, Editorial Hispano Europea. 2004. P. 31
19. Netter FH. y Greene WB. Ortopedia, Barcelona, España. Editorial Elsevier Saunders Masson. 2007. P. 243
20. Howse J. Técnica de la Danza y Prevención de Lesiones. Barcelona, España. 1ª. Edición, Editorial Paidotribo. 2003. P. 76. 77
21. Miralles I. Biomecánica Clínica de las Patologías del Aparato Locomotor. Barcelona, España. 1ª. Edición, Editorial Elsevier. 2007. P. 8, 25, 27
22. Miralles I. y Puig M. Biomecánica Clínica de los Tejidos y las Articulaciones del Aparato Locomotor. Barcelona, España. 2ª. Edición, Editorial Masson. 2005. P. 63
23. Moore KL. y Agur AM. Fundamentos de Anatomía con Orientación Clínica. Argentina, España. 2ª. Edición, Editorial Clínica Panamericana. 2003. P.335
24. Fernández, E. Masoterapia Profunda. España. Edición Original, Editorial Elsevier, Masson, Mosby. 2008.
25. Mcrae R. Tratamiento Práctico de Fracturas. Barcelona, España. 5ª. Edición, Editorial Elsevier Churchill Livingstone. 2010. P. 8
26. Davies, C. y Davies, A. Terapia de los Puntos de Activación. España. 2ª. Edición Editorial Sirio. 2006. P. 389, 390, 392, 396, 401.
27. Pimiento JM. y Pesantez R. Guías para Urgencia Capitulo I, Inmovilizaciones Ortopédicas. Bogotá, Colombia. 2005. P. 928, 929, 930

28. Atkinson K., Coutts F. y Hassenkamo A. 2007. Fisioterapia en Ortopedia: un Enfoque Basado en la Resolución de Problemas. Madrid, España. 2ª. Edición, Editorial Elsevier Churchill. 2007. P. 29
29. Marx J., Hoskberger R. y Walls M. Medicina de Urgencia. España. 5ª. Edición, Editorial Elsevier Science Mosby. 2003. P.40
30. Deslandes R., Gain H., Hervè J. e Hignet R. Enciclopedia Médico-Quirúrgica: Terapia Física, Medicina Física de Rehabilitación. Barcelona, España. Edición Médicos y Científicos, Editorial Elsevier. 2003. P. 10
31. Achaerandio L. Iniciación a la Práctica de la Investigación. Guatemala. Magna Terra Editores. 2010. P. 28-124
32. Flórez MT., Echávarri C., Alcántara S., Pavón M. y Roldán P. Guía De Práctica Clínica Tratamiento Rehabilitador Durante la Fase de Hospitalización en los Pacientes Intervenidos con Prótesis de Rodilla. Madrid, España. Fundación Hospital Alcorcón. 2001. P. 42.
33. Bonilla CC. Y Chávez JL. Ejercicios Isométricos y de Resistencia Progresiva en Pacientes Postoperados de Artroscopia de Rodilla. Programa Tradicional Versus Programa Domiciliario. México. Revista mexicana de medicina física y rehabilitación. Volumen 13, No. 4, 2001. P. 116, 118 y 121.
34. Fernández O. y Gracia JA. Efecto del Ejercicio Físico Sobre la Artritis Reumatoide. Madrid. Servicio de Rehabilitación. 2001 P. 46 a la 49.
35. Forero JP. Y Muñoz YA. Guía Practica Clínica Manejo de Fisiatría y Rehabilitación en el Tratamiento de la Osteoartritis de Cadera, Rodilla y Mano. Colombia. 2002. P. 24 a la 37
36. Miralles IR. Beceiro J., Montull S. y Monterde S. Fisiopatología de la Rigidez Articular: Bases para su Prevención Fisioterapia. España. Laboratorio de Biomecánica. Unidad de Fisioterapia. Departamento de Medicina y Cirugía. Universidad Rovira 2007. P. 29 a la 31.
37. Márquez Arabia JJ y Márquez Arabia WH. Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior de la Rodilla. Medellín, Colombia. Iatreia, volumen 22, número 3, Sistema de Información Científica Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal 2009. P. 256-271

38. Querol F., Pérez S., Gallach, JE., Devis J., Valencia A. y Gonzalez LM. Hemofilia: ejercicio y deporte Madrid, España. Apuntes de Medicina del Deporte, ISSN 0213-3717, Vol. 46, N° 169, 2011
39. Lima, G. Cuaderno de Trabajo Estadística para Tesis. Guatemala. Editorial Multiservicios, Copymax. (2011). P

XV. ANEXOS



Trabajo de Campo. Tesis
Universidad Rafael Landívar
Ciencias de la Salud
Licenciatura de Fisioterapia

“Importancia De Los Ejercicios Isométricos Para Evita la
Atrofia Muscular Del Cuádriceps Durante La Inmovilización
De Rodilla En Ambos Sexos En Edades de 20 A 60 Años”

Carta de Consentimiento

Por este medio yo:

_____ de
_____ años de edad, quien asisto al Hospital Nacional de Occidente, con
diagnóstico de: _____ me identifico con el No. de
cédula _____, con residencia en _____

Acepto participar libremente en el estudio de tesis titulada “Importancia de los ejercicios isométricos para evitar la atrofia muscular del cuádriceps durante la inmovilización de rodilla en ambos sexos en edades de 20 a 60 años” a cargo de la Técnico en Terapia Física y Ocupacional y estudiante de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia, **Carol Guisela Soto López, quien se identifica con carné número 98051562.**

Firma o huella digital

Carol Guisela Soto López

Tesista

Licda. Alicia Arroyave Cohen
Fisioterapeuta. Colegiado CA-004

Asesor de Tesis



Universidad Rafael Landívar
Ciencias de la Salud
Licenciatura de Fisioterapia

**“Importancia De Los Ejercicios Isométricos Para Evita la Atrofia Muscular Del Cuádriceps Durante La Inmovilización De Rodilla En Ambos Sexos En Edades de 20 A 60 Años”
Evaluaciones Fisioterapéuticas**

Datos Personales

Nombre: _____

Edad: _____ Diagnostico: _____

Sexo: _____ Dirección: _____

Evaluación de Fuerza Muscular

Marcar con una X el valor correcto.

CONTRACCION MUSCULAR CUADRICEPS	EVALUACIÓN INICIAL	EVALUACIÓN INTERMEDIA	EVALUACIÓN FINAL
1 Mínima. Contracción muscular visible sin movimiento.			
2 Escasa. Movimiento eliminado la gravedad.			
3 Regular. Movimiento parcial sólo contra gravedad.			
3 + Regular +Movimiento completo sólo contra gravedad.			
4 Buena – Movimiento completo contra gravedad y resistencia mínima. Buena: movimiento completo contra gravedad y resistencia moderada.			
4+ Buena + Movimiento completo contra gravedad y fuerte resistencia.			
5 Normal. Movimiento completo contra resistencia total.			

Escala de fuerza muscular modificada por MRC (Medical Research Council)



Universidad Rafael Landívar
Ciencias de la Salud
Licenciatura de Fisioterapia
"Importancia De Los Ejercicios Isométricos Para Evitar
Atrofia Muscular Del Cuádriceps Durante La Inmovilización
De Rodilla En Ambos Sexos De 20 A 60 Años"
Evaluaciones Fisioterapéuticas

Datos Personales

Nombre: _____

Edad: _____ Diagnostico: _____

Sexo: _____ Dirección: _____

EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA DEL MUSLO

INICIAL	INTERMEDIA	FINAL

Creada por Hernández, Rosa y Herrera, Héctor. Modificada por Carol Guisela Soto López. (2011)



Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

HOSPITAL NACIONAL DE OCCIDENTE

Quetzaltenango

Teléfonos: 7767-4283, 7763-5140 – Ext. 237

Comité de Docencia e Investigación

Oficio No. 772-2012

Quetzaltenango 29 de octubre de 2012.

Licenciada
Carol Guisela Soto López
Ciudad.

En relación a su solicitud para realizar el trabajo de Tesis titulada “IMPORTANCIA DE LOS EJERCICIOS ISOMETRICOS PARA EVITAR ATROFIA MUSCULAR DEL CUADRICEPS DURANTE LA INMOVILIZACION DE RODILLA EN AMBOS SEXOS DE 20 A 60 AÑOS” En representación del Comité de Docencia e Investigación, de este centro Asistencial se aprueba la realización de dicho estudio, así mismo se le informa que debe presentar una copia en forma digital a este comité y al Departamento de Registros Médicos y Estadísticas.

Sin otro particular me suscribo.

Atentamente,

Dra. Mary Cotí

COORDINADOR COMITÉ DE DOCENCIA E
INVESTIGACIÓN





MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
Dirección General de Servicios de Salud
AREA DE SALUD DE QUETZALTENANGO
HOSPITAL NACIONAL DE OCCIDENTE
"San Juan de Dios"
DEPARTAMENTO DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGIA
Teléfonos: 77635140-7763-5240 Ext. 109

Quetzaltenango, 26 de febrero de 2013

A:
Comité de Docencia e Investigación

Por medio de la presente hago constar que AUTORIZO que se realice la Investigación de "IMPORTANCIA DE LOS EJERCICIOS ISOMETRICOS PARA EVITAR LA TROFIA MUSCULAR DEL CUADRICEPS DURANTE LA INMOVILIZACION DE RODILLA, EN AMBOS SEXOS EN EDADES DE 20 A 60 AÑOS" en los servicios de este Departamento según protocolo presentado.

Atentamente,

Dr. Edgar Gómez
Jefe Departamento

Ortopedia y Traumatología
Hospital Nacional de Occidente
DEPTO. DE TRAUMATOLOGIA-ORTOPEDIA
HOSPITAL NACIONAL DE OCCIDENTE
QUETZALTENANGO, GUATEMALA.
JEFATURA

DR. EDGAR ANIBAL GÓMEZ AGUSTÍN
MÉDICO Y CIRUJANO
TRAUMATOLOGÍA - ORTOPEDIA
COL. 5241

REGISTRO FOTOGRÁFICO

REALIZACION DE EJERCICIOS ISOMETRICOS EN EL DEPARTAMENTO DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGIA, HOSPITAL NACIONAL DE OCCIDENTE QUETZALTENANGO

