



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE KINESIOLOGIA

**“EFECTIVIDAD DE LA INDUCCION MIOFASCIAL EN  
COMBINACION CON EL STRETCHING EN EL  
TRATAMIENTO DE LA MUSCULATURA ESPASTICA DEL  
MIEMBRO SUPERIOR EN PACIENTES HEMIPLEJICOS.”**

---

Tesis para optar al grado de  
Licenciado en Kinesiología

---

AUTORES: MATIAS BARRERA SEPULVEDA  
PATRICIO FERNANDEZ GARCES

TEMUCO, 30 DE ENERO DE 2012



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE KINESIOLOGIA

**“EFECTIVIDAD DE LA INDUCCION MIOFASCIAL EN  
COMBINACION CON EL STRETCHING EN EL  
TRATAMIENTO DE LA MUSCULATURA ESPASTICA DEL  
MIEMBRO SUPERIOR EN PACIENTES HEMIPLEJICOS.”**

---

Tesis para optar al grado de  
Licenciado en Kinesiología

---

AUTORES: MATIAS BARRERA SEPULVEDA  
PATRICIO FERNANDEZ GARCES

PROFESOR GUIA: KLGO.RICARDO SOLANO L.

TEMUCO, 30 DE ENERO DE 2012

## AGRADECIMIENTOS

*Agradecemos a nuestro profesor guía, Klgo. Ricardo Solano López, por brindarnos su ayuda y consejos, siempre atento a solucionar nuestras dudas y por enfrentar este desafío en conjunto.*

*Reconocemos el interés y la ayuda de nuestra directora de carrera, Dra. Arlette Doussoulin Sanhueza, siempre dispuesta a orientarnos en temas desconocidos para nosotros.*

*Gratitudes a cada una de las personas que no apoyaron en este proyecto, especialmente nuestros amigos y familia, que nos brindaron el aliento necesario en momentos difíciles y nos dieron alegría para poder seguir adelante, por los consejos y la preocupación para poder finalizar este proyecto con éxito.*

***“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.”***

***Albert Einstein.***

*Matías y Patricio*

*Agradezco a mi familia y polola por el amor y apoyo incondicional, indudablemente sin ellos este proyecto habría sido una montaña difícil de escalar. A mi madre por esa sonrisa que cada día me llena de energía, a mi padre por ser el mejor amigo que se puede pedir y mi polola por la comprensión y aliento incondicional.*

*Agradezco a mi compañero de tesis y amigo personal Patricio Fernández por su esfuerzo, entrega y comprensión para que nuestro proyecto finalizara de la mejor manera posible, gracias por hacer este recorrido más alegre y llevadero.*

*Por último agradezco a mis compañeros porque cada uno de ellos han agregado un grano de arena para hacer estos años de mi vida una experiencia imborrable, gracias por los momentos alegres y la comprensión irracional.*

**Matías Barrera Sepúlveda**

*Agradezco en primer lugar a mi familia por su incondicional apoyo y cariño, por la comprensión en momentos difíciles y por el ánimo para salir adelante en este proyecto y en mi desarrollo como futuro profesional.*

*Agradezco a mi compañero de tesis y amigo, Matías, por su esfuerzo y compromiso en este proyecto, por su dedicación para finalizar con éxito este largo camino, gracias por hacer de este camino un poco más grato y llevadero.*

*No puedo dejar de lado a mis amigos, por el apoyo y el ánimo en varios aspectos, por su alegría y preocupación*

***“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado.***

***Un esfuerzo total es una victoria completa.”***

***Mahatma Gandhi***

**Patricio Fernández Garcés.**

## RESUMEN

### **“Efectividad de la aplicación de la inducción miofascial en combinación con el stretching para el tratamiento de la musculatura espástica del miembro superior en pacientes hemipléjicos”**

**Objetivo:** Determinar la efectividad de la aplicación de inducción miofascial más stretching en el tratamiento de la musculatura espástica del miembro superior, en comparación al stretching por sí solo, en el aumento de la funcionalidad de pacientes hemipléjicos, en estadio espástico grados I y II según escala de Ashworth.

**Hipótesis:** La inducción miofascial en combinación con el stretching aplicada a pacientes hemipléjicos espásticos es efectiva en el aumento de la funcionalidad del miembro superior.

**Diseño:** Ensayo clínico controlado aleatorizado simple ciego.

**Materiales y Método:** El estudio se llevará a cabo en 44 pacientes hemipléjicos que presenten espasticidad grados 1 y 2 según escala de Ashworth, en el miembro superior, que cumplan con los criterios de inclusión. Estos serán aleatorizados en dos grupos, en donde el grupo experimental recibirá el tratamiento base de la hemiplejia, concepto Bobath, y la aplicación de stretching en combinación con técnicas de inducción miofascial para la musculatura afectada del miembro superior, y el de control recibirá el mismo tratamiento, pero sin la aplicación de las técnicas de inducción miofascial. Se medirá el aumento de la funcionalidad del miembro superior, al 1° mes y al 3° y 6° mes mientras dure la intervención.

**Conclusión:** Los resultados de este estudio significarán un aporte para el tratamiento de la espasticidad del paciente hemipléjico, ya que esta técnica es poco utilizada en la intervención de estos pacientes, podría convertirse en un complemento importante en el enfoque más integral de esta enfermedad.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	6
LISTA DE TABLAS.....	13
LISTA DE FIGURAS.....	14
INTRODUCCIÓN.....	16
<b>CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>20</b>
I.1. HEMIPLEJIA.....	20
I.1.1.- ETIOLOGÍA.....	20
I.1.2.- CUADRO CLÍNICO Y CURSO EVOLUTIVO.....	21
I.1.3.- CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DE LAS ETAPAS DE LA HEMIPLEJIA.....	24
I.1.4.- ANATOMÍA PATOLÓGICA.....	27
I.2.- ESPASTICIDAD.....	35
I.2.1.- DIVERSOS FACTORES Y TEORÍAS EN RELACIÓN A LA ESPASTICIDAD.....	37
I.2.2.- ESPASTICIDAD Y REFLEJO DE ESTIRAMIENTO.....	40
I.2.3.- FISIOPATOLOGÍA DE LA ESPASTICIDAD.....	43
I.2.4.- CLASIFICACIÓN Y EVALUACIÓN.....	44
I.3.- STRETCHING.....	45
I.3.1.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS RELACIONADOS CON EL STRETCHING.....	47
I.3.2.- PROPIEDADES DE LOS TEJIDOS BLANDOS QUE AFECTAN AL STRETCHING.....	49
I.3.3.- MÉTODOS TERAPEÚTICOS PARA ELONGAR LOS TEJIDOS BLANDOS.....	61

I.3.4.- INDICACIONES Y OBJETIVOS DEL STRETCHING.....	63
I.3.5.- PRECAUCIONES Y CONTRAINDICACIONES.....	64
I.4.- SISTEMA FASCIAL.....	66
I.4.1.- CONCEPTO DE FASCIA Y SU ESTRUCTURA.....	66
I.4.2.- FUNCIONES DE LA FASCIA.....	69
I.4.3.- MODELO FASCIAL DEL CUERPO.....	74
I.4.4.- LESIONES DEL SISTEMA FASCIAL.....	77
I.4.5.- RESTRICCIÓN MIOFASCIAL.....	80
I.4.6.- EL PROCESO DE FORMACION DE ENTRECruzAMIENTOS PATOLOGICOS ENTRE LAS FIBRAS DE COLAGENO.....	81
I.4.7.- CAMBIOS EN EL TEJIDO CONJUNTIVO A RAIZ DE LA INMOVILIZACION.....	83
I. 5.- INDUCCIÓN MIOFASCIAL.....	84
I.5.1.- DEFINICIÓN.....	84
I.5.2.- ASPECTOS TEÓRICOS DEL TRATAMIENTO DEL SÍNDROME FASCIAL.....	84
I.5.3.- CONDICIONES AMBIENTALES Y VESTIMENTA DEL PACIENTE.....	86
I.5.4.- POSICIÓN DEL PACIENTE Y EL KINESIOLOGO.....	86
I.5.5.- PROTECCION DE LAS MANOS.....	87
I.5.6.- SECUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS.....	88
I.5.7.- FRECUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS.....	88
I.5.8.- OBJETIVOS GENERALES DEL TRATAMIENTO.....	89
I.5.10.- APLICACIÓN DE LAS TECNICAS PROFUNDAS (TAMBIEN DENOMINADAS SOSTENIDAS).....	89
I.5.11.- CONTRAINDICACIONES.....	96

<b>CAPITULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA</b> .....	99
II.- ESTRATEGIAS DE BUSQUEDA.....	99
II.1.- TERMINOS DE BUSQUEDA.....	99
II.2.- BASES DE DATOS.....	101
II.3.- BUSQUEDA MANUAL.....	101
II.3.1.- Textos utilizados.....	102
II.3.2.- Revistas electrónicas consultadas.....	102
II.4.- RESULTADOS DE BUSQUEDA.....	103
II.5. - ANALISIS CRÍTICO.....	103
<b>CAPITULO III: PROPUESTA DEL PROYECTO DE</b>	
<b>INVESTIGACION</b> .....	107
III.1.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	107
III.1.1.- OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	107
III.1.1.1.- OBJETIVO GENERAL.....	107
III.1.1.2.- OJETIVOS ESPECIFICOS.....	108
III.2.- JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	108
III.3.- DISEÑO DEL ESTUDIO.....	111
III.3.1.- ENSAYO CLINICO.....	112
III.3.2.- CARACTERISTICAS DEL ENSAYO CLINICO.....	113
III.3.3.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	113
<b>CAPITULO IV: MATERIAL Y METODO</b> .....	115
IV.1.- MUESTRA DEL ESTUDIO.....	115
IV.1.1.- POBLACIÓN DIANA.....	115
IV.1.2.- POBLACIÓN ACCESIBLE.....	115
IV.1.3.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	116

IV.1.3.1.- CRITERIOS DE INCLUSION.....	116
IV.1.3.2.- CRITERIOS DE EXCLUSION.....	116
IV.1.4.- ESTIMACIÓN DE TAMAÑO DE MUESTRA.....	117
IV.1.5.- ASIGNACIÓN ALEATORIA.....	117
IV.1.6.- ENMASCARAMIENTO.....	118
IV.1.7.- FLUJOGRAMA.....	120
IV.2.- VARIABLES DEL ESTUDIO.....	121
IV.2.1.- DE RESULTADOS.....	121
IV.2.1.1.- Aumento de la Funcionalidad.....	121
IV.2.1.2.- Aumento de Independencia Funcional.....	122
IV.2.1.3.- Disminución de la Espasticidad.....	124
IV.2.1.4.- Aumento del Rango articular.....	124
IV.2.1.5.- Disminución del Dolor.....	125
IV.2.2.- DE CONTROL.....	126
IV.3.- PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN.....	127
IV.3.1.- Grupo de control.....	128
IV.3.1.1.- Concepto Bobath.....	128
IV.3.1.2.- Técnicas de stretching.....	134
IV.3.1.2.1.- Cabeza larga del bíceps braquial.....	134
IV.3.1.2.2.- Braquirradial.....	135
IV.3.1.2.3.- Flexor radial del carpo.....	136
IV.3.1.2.4.- Flexor ulnar del carpo.....	137
IV.3.1.2.5.- Flexor común superficial de los dedos.....	138
IV.3.1.2.6.- Flexor largo del pulgar.....	139
IV.3.1.2.7.- Abductor largo del pulgar.....	139

IV.3.1.2.8.- Oponente del pulgar.....	140
IV.3.1.2.9.- Aductor del pulgar.....	141
IV.3.1.2.10.- Pectoral mayor.....	142
IV.3.2.- Grupo experimental.....	143
IV.3.2.1.- Patomecánica y consideraciones miofasciales relacionadas con las restricciones del sistema fascial del brazo.....	144
IV.3.2.1.1. Inducción profunda de la fascia bicipital.....	144
IV.3.2.2.- Patomecánica y consideraciones miofasciales relacionadas con las restricciones del sistema fascial de la mano y del antebrazo.....	145
IV.3.2.2.1.- Inducción de la fascia palmar.....	146
IV.3.2.2.2- Inducción miofascial relacionada con las limitaciones funcionales del pulgar.....	147
IV.3.2.2.3.- Manos cruzadas para los flexores de la muñeca y de los dedos.....	148
IV.3.3.- Patomecánica y consideraciones miofasciales relacionadas con las restricciones del complejo articular del hombro..	149
IV.3.3.1.- Técnica telescópica de la extremidad superior.....	151
IV.3.4.- Patomecánica y consideración miofasciales relacionadas con las restricciones de los músculos pectorales.....	153
IV.3.4.1.- Inducción miofascial del pectoral mayor y menor.....	153
<b>CAPITULO V: PROPUESTA DE ANALISIS ESTADISTICO....</b>	<b>155</b>
V.1.- HIPOTESIS.....	155
V.1.1.- Hipótesis nula (Ho).....	155
V.1.2.- Hipótesis alternativa (H1).....	155
V.2.- MANEJO DE DATOS.....	155
V.2.1.- Análisis descriptivo.....	155

V.2.2.- Análisis inferencial.....	156
<b>CAPITULO VI: CONSIDERACIONES ETICAS. ....</b>	<b>157</b>
<b>CAPITULO VII: ADMINISTRACIÓN Y PRESUPUESTO....</b>	<b>160</b>
VII.1. EQUIPO MULTIPROFESIONAL.....	160
VII.1.1. EQUIPO DE TRABAJO.....	160
VII.1.2. DEFINICIÓN DE ROLES.....	161
VII.2.- GASTOS DE OPERACIÓN .....	163
VII.2.1.- MATERIALES Y EQUIPAMIENTO.....	163
VII.2.2.- PRESUPUESTO.....	164
VII.3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	167
VII.3.1.- CARTA GANTT.....	168
ANEXOS.....	169
Anexo N°1: Escala de Ashworth Modificada.....	169
Anexo N°2: Prueba de acción del brazo (ARAT).....	170
Anexo N°3: Medida de Independencia Funcional (FIM).....	173
Anexo N°4: Goniometría.....	175
Anexo N°5: Escala Visual Análoga (EVA).....	180
Anexo N°6: Consentimiento Informado.....	181
REFERENCIAS.....	183

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: <i>Criterios de Inclusión</i> .....	116
Tabla 2: <i>Criterios de Exclusión</i> .....	116
Tabla 3: <i>Variable Funcionalidad</i> .....	121
Tabla 4: <i>Variable Independencia Funcional</i> .....	122
Tabla 5: <i>Variable Espasticidad</i> .....	124
Tabla 6: <i>Variable Rango Articular</i> .....	124
Tabla 7: <i>Variable Dolor</i> .....	125
Tabla 8: <i>Presupuesto de Salarios para el Proyecto de Investigación</i> .....	165
Tabla 9: <i>Presupuesto de Materiales y Equipamiento básico para el proyecto de investigación</i> .....	166
Tabla 10: <i>Carta Gantt</i> .....	168
Tabla 11: <i>Escala de Ashworth Modificada, evaluación de la espasticidad</i> .	169
Tabla 12: <i>FIM</i> .....	173
Tabla 13: <i>FIM, Indicador de discapacidad, escalas, subtests, ítems, puntaje</i>	174
Tabla 14: <i>FIM, grados de dependencia y nivel de funcionalidad</i> .....	174
Tabla 15: <i>Consentimiento Informado</i> .....	182

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: <i>Signo de Babinski Positivo</i> <sup>6</sup> .....	25
Figura 2: <i>Área de Brodman</i> <sup>8</sup> .....	28
Figura 3: <i>Tracto Corticoespinal</i> <sup>8</sup> .....	30
Figura 4: <i>Lesión de Motoneurona</i> <sup>8</sup> .....	33
Figura 5: <i>El daño a los centros superiores afectara la función de varias vías descendentes, entre las cuales se halla el tracto corticoespinal involucrado en el movimiento voluntario. La parálisis inmediata resultante dejara algunos de los músculos inmovilizados en una posición acortada, que será la primera causa de acortamiento del musculo. El acortamiento del musculo por si solo puede ser entonces el primer generador de la espasticidad</i> <sup>11</sup> .....	36
Figura 6: <i>Diagrama esquemático de los componentes del reflejo de estiramiento</i> <sup>11</sup> .....	42
Figura 7: <i>Principales mecanismos implicados en el desarrollo del síndrome espástico tras una lesión del sistema nervioso central</i> .....	43
Figura 8: <i>Esquema del ciclo autoperpetuante del espasmo muscular</i> <sup>15</sup> ...	47
Figura 9: <i>Unidad contráctil del musculo</i> <sup>16</sup> .....	50
Figura 10: <i>Reflejo de estiramiento monosináptico</i> <sup>17</sup> .....	53
Figura 11: <i>Curva de deformación</i> <sup>15</sup> .....	55
Figura 12: <i>Composición de las fibras de colágeno</i> <sup>15</sup> .....	57
Figura 13: <i>Flujograma</i> .....	120
Figura 14: <i>Stretching Cabeza Larga de Bíceps Braquial</i> .....	135
Figura 15: <i>Stretching Braquirradial</i> .....	136
Figura 16: <i>Stretching Flexor Radial del Carpo</i> .....	137
Figura 17: <i>Stretching Flexor Ulnar del Carpo</i> .....	138
Figura 18: <i>Stretching Flexor Superficial de los dedos</i> .....	138
Figura 19: <i>Stretching Flexor del pulgar</i> .....	139

Figura 20: <i>Stretching Abductor largo del pulgar</i> .....	140
Figura 21: <i>Stretching Oponente del pulgar</i> .....	140
Figura 22: <i>Stretching Aductor del pulgar</i> .....	141
Figura 23: <i>Stretching Pectoral mayor</i> .....	142
Figura 24: <i>Inducción Profunda de la fascia bicipital</i> .....	145
Figura 25: <i>Inducción de la fascia palmar</i> .....	147
Figura 26: <i>Inducción Miofascial relacionada con las limitaciones del pulgar</i> .....	148
Figura 27: <i>Manos Cruzadas para los flexores de la muñeca y de los dedos</i> .....	149
Figura 28: <i>Técnica Telescópica de la extremidad superior</i> .....	152
Figura 29: <i>Inducción Miofascial del pectoral mayor y menor</i> .....	154
Figura 30: <i>Escala Visual Análoga (EVA)</i> .....	180

**\*Nota, Figuras 13 a 29: Elaboración Propia**

## INTRODUCCIÓN

La independencia física y la posibilidad de realizar un sin número de actividades de forma eficiente para cualquier individuo es un hecho que determina la posibilidad de poder actuar en la sociedad y sentirse útil para esta, es por esto que ante cualquier evento que altere tal condición se van a generar cambios en el sujeto de modo que su funcionalidad se verá afectada repercutiendo de manera tal que su calidad de vida se verá mermada de manera importante.

Calidad de vida es definida por la OMS como “la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno”<sup>1</sup>

Toda patología, de cualquier ámbito y diferente gravedad, va a provocar de cierta manera cambios o deterioros en la función del sujeto al enfrentar la vida diaria que sin lugar a dudas afectarán la calidad de vida de las personas que las padecen. Dentro de estas patologías encontramos a las que afectan al Sistema Nervioso Central, especialmente el Accidente Cerebrovascular (ACV) de tipo isquémico que presenta una alta prevalencia a nivel nacional y mundial convirtiéndose en un problema de salud pública de importancia.

Numerosos estudios en donde se ha estudiado el impacto que ha generado un ACV en el desenvolvimiento de la persona en funciones básicas como vestirse o caminar han demostrado que los sobrevivientes a un ACV exhiben menores puntuaciones de salud mental y salud física que en otras personas de igual edad.<sup>2</sup>

La hemiplejía, como resultado de un ACV, genera varias consecuencias que afectan la función motriz de las personas que sufren de esta patología, ya que se ven limitadas varias actividades esenciales en el ser humano como son la marcha, coordinación, entre otras que repercuten de manera negativa en la calidad de vida de estas personas.

Tomando en cuenta lo anterior es que una de las consecuencias de esta patología y que afecta sin lugar en el desenvolvimiento de estas personas, es la imposibilidad de usar de manera correcta ambas extremidades.

El miembro superior, importante para el desarrollo de un sin número de actividades para el común de la gente, en el hemipléjico la poca funcionalidad que en este miembro se genera, acarrea la imposibilidad de poder realizar cualquier actividad como el comer, alcanzar un objeto o la higiene. En la hemiplejía el miembro superior presenta un patrón espástico caracterizado por ser en aducción y rotación interna de hombro, flexión de codo, pronación de antebrazo y flexión de muñeca y dedos <sup>3</sup>, que claramente afecta la coordinación del complejo hombro, codo, mano.

Considerando entonces las características antes mencionadas es que la rehabilitación en pacientes post ACV y con una condición de hemiplejia, debe comenzar lo antes posible para conseguir óptimos resultados.

El tratamiento de esta patología engloba a un equipo multidisciplinario para tratar todos los aspectos relacionados con la enfermedad, para obtener resultados que generen un impacto y que se refleje en una mejoría de la calidad de vida de estas personas.

Una técnica nueva que puede implementarse como complemento al tratamiento de esta patología es la denominada inducción miofascial, la cual a través de movimientos tridimensionales y presiones sostenidas en todo el sistema fascial elimina restricciones en esta. Esta técnica se utiliza para liberar contracturas para así disminuir el tono muscular acentuado de la musculatura afectada.

En la hemiplejia se dan patrones espásticos que generan un aumento del tono muscular que conlleva a disfunciones y a un deterioro de la función del músculo en el área afectada. Es por esto que esta técnica se puede utilizar como una verdadera herramienta útil que complementa al tratamiento físico en esta patología.

Por lo tanto la presente propuesta de investigación busca determinar la efectividad de esta técnica de tratamiento como método alternativo en la rehabilitación física de la hemiplejia, radicando su utilización en la musculatura espástica del miembro superior en pacientes hemipléjicos y a la luz de los

resultados poder recomendarlo para su inclusión en la rehabilitación de estos pacientes y así generar un impacto en el aumento de la funcionalidad.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### I.1.- HEMIPLEJIA

Etimológicamente la palabra hemiplejía significa “mitad de parálisis”, es decir, parálisis de medio cuerpo.

La hemiplejia suele definirse como la pérdida de la función motriz voluntaria de la mitad del cuerpo, describe un comienzo brusco de signos y síntomas neurológicos debido a una alteración de la irrigación sanguínea cerebral, el trastorno corresponde a una perturbación funcional de la actividad de los músculos del lado opuesto al hemisferio cerebral afectado, no toda la musculatura se afecta por igual, sino que predomina el fallo de unos músculos sobre otros.<sup>4</sup>

#### I.1.1.- ETIOLOGÍA

Esta pérdida de movilidad voluntaria obedece a una lesión de las neuronas superiores del encéfalo, o de segmentos superiores de la médula espinal. Puede ocurrir a cualquier edad, aunque el grupo más frecuente está constituido por personas, generalmente varones, de entre mediana y avanzada edad. Las causas más probables de producción de dicha lesión, suelen ser la trombosis o la hemorragia, localizadas en los vasos sanguíneos del encéfalo, y producidas normalmente, bien por aumento de la presión sanguínea, o por una degeneración del propio vaso. Esto se conoce comúnmente como accidente cerebro vascular o ACV.

Partiendo de la base de que existirá siempre un equilibrio entre el sistema piramidal, control voluntario, y el sistema extrapiramidal, control involuntario, equilibrio por otra parte necesario para la ejecución correcta del movimiento, una lesión del primero llevará asociada siempre una ruptura de este equilibrio, y como consecuencia un predominio del sistema extrapiramidal. La hemiplejía no significa por tanto una parálisis de un hemicuerpo, sino una pérdida del control voluntario de este, que generalmente va asociada a una alteración del tono postural <sup>5</sup>.

Al mismo tiempo, se produce una especie de ignorancia por parte del individuo, del hemicuerpo afectado o bien puede tener sensaciones pero estas están muy alteradas.

Debido al cruce que sufren las fibras del sistema piramidal antes de entrar en la médula espinal, una lesión localizada en una mitad del encéfalo producirá alteraciones en la mitad contraria del cuerpo.

Además de la pérdida del control voluntario, en una hemiplejía se va a producir una pérdida de la información de retorno que nos ayuda a conocer, por ejemplo, como estamos sentados, o como es nuestra postura en un momento determinado. No quiere decir que esta información no llegue al encéfalo, llega, pero lo que nos está fallando es el procesamiento de la misma.

### **I.1.2.- CUADRO CLÍNICO Y CURSO EVOLUTIVO:**

La hemiplejía puede instalarse bruscamente o ser precedida por pródromos. Por lo general, en el primer caso se hace presente el ictus apopléjico (ictus =

golpe; apopléjico = pérdida súbita de la conciencia por lesión cerebral). El curso evolutivo presenta 3 estadios principales <sup>3</sup>

- Fase del coma apopléjico: Período de encajamiento. El estado de coma puede ser por causa hemorrágica; este período no siempre se hace presente en todos los pacientes.

Debido a la causa que está produciendo la lesión, trombosis, embolia, hemorragia etc., el individuo entra en un momento de estupor, o incluso puede llegar al coma. Esta fase suele ser de duración variable, pudiendo extenderse desde unos minutos a varias semanas.

- Hemiplejía flácida: Es posterior al ictus. El individuo va despertando. El músculo se inhibe y deja de contraerse, o lo que es lo mismo, cede la actividad cerebral sobre ese hemicuerpo. Los músculos no se paralizan todos en un mismo grado. La parálisis es tanto mayor cuanto más distal sea el músculo, de tal forma que cuanto más nos acerquemos al tronco, mayor será la actividad muscular en esta etapa. El individuo arrastra ese hemicuerpo. A la vez, esto va acompañado de una hiporreflexia. Desde el ictus hasta la etapa flácida pueden pasar, desde horas hasta días.

Existe una desorganización de los centros reflejos inferiores al ser liberados del control cerebral, y se produce una parálisis motora de un hemicuerpo con hipotonía; existe abolición de todos los reflejos y puede existir parálisis facial central. Este período dura del orden de 4-5 semanas, y es cuando empieza a

producirse la hipertonía. Cabe recalcar que mientras más tiempo dure esta fase significara un mal pronóstico.

- Hemiplejía espástica: Los centros inferiores comienzan a recuperar su función y van apareciendo los reflejos, pero de forma desorganizada. El tono va aumentando progresivamente, apareciendo la espasticidad. La movilidad se realiza con un número elevado de sinsinencias (movimientos involuntarios asociados al movimiento principal). La espasticidad la conceptuamos como un movimiento reflejo anómalo frente a un estiramiento.

Superada la fase aguda de la enfermedad, comprobaremos casi siempre que el miembro inferior tiene mejor tendencia a la recuperación que el superior. A los 3 meses, un amplio porcentaje de hemipléjicos comienzan ya la deambulaci3n.

El miembro superior, en cambio, es más difícil de recuperar y va a estar largo tiempo incapacitado para comer, vestirse, etc.; ya que la mano suele quedarse en flexi3n, dificultad para la extensi3n y la pinza.

El paso de una etapa a otra es muy difuminado y no es fácil apreciarlo. Se sabe claramente cuando se está en una etapa o en otra, pero no cuando se está pasando de una a la otra.

Durante el primer año y medio o dos años después del ictus, el individuo va teniendo recuperaciones espontáneas, que normalmente no son a consecuencia directa del tratamiento kinésico.

### **I.1.3.- CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DE LAS ETAPAS DE LA HEMIPLEJIA**

- RECONOCIMIENTO DE LA HEMIPLEJIA DURANTE EL COMA

Dentro de la fase de ictus o coma apolítico y durante las primeras horas se produce una abolición total de la movilidad aunque la lesión sea unilateral. Pasados los primeros momentos comienzan a aparecer ciertos signos como son: Parálisis del buccinador que produce una asimetría de la cara, miosis en el lado paralizado, la cabeza y los ojos se desvían hacia el lado de la lesión.

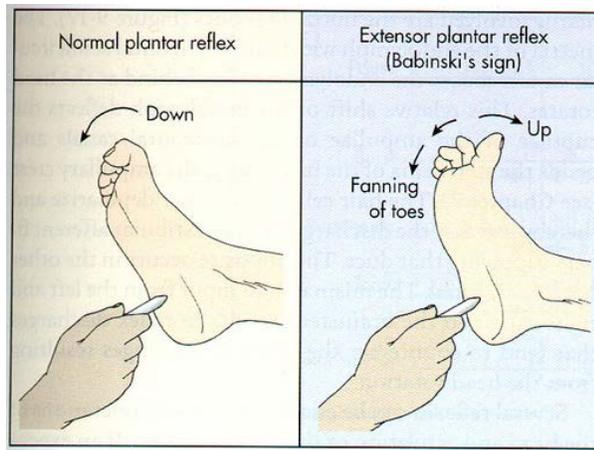
En el enfermo hemipléjico, en este estadio, si se levantan ambos brazos por encima de la horizontal y se dejan caer se observará que uno de ellos cae más pesadamente siendo este el lado que quedará paralizado ocurriendo lo mismo con el miembro inferior <sup>(3)</sup>.

A la compresión del nervio facial sólo se contraerá la hemicara sana (maniobra de Foix).

En estos primeros momentos del proceso, el signo de Babinski suele ser positivo y bilateral (Figura 1).

Los reflejos automáticos medulares son positivos y exagerados.

Pasada la fase de ictus y durante las fases de estabilización y recuperación la hemiplejia pasa por ser flácida en los primeros días y posteriormente y por lo general pasa a ser una hemiplejia espástica en mayor o menor grado.



**Figura 1:** Signo de Babinski Positivo <sup>6</sup>

- HEMIPLEJIA FLÁCIDA

En este estadio se observa una parálisis facial inferior; la afectación del nervio facial superior siempre es de menor entidad; aunque el enfermo pueda cerrar los ojos a la vez siempre lo hace con menor fuerza en el lado paralizado de la cara y nunca se puede cerrar el ojo afecto de forma aislada (signo de Rvilliod) <sup>7</sup>.

La parálisis lingual es muy discreta si es que existe.

Los reflejos de automatismo medular van disminuyendo de intensidad a medida que el enfermo avanza en la flacidez.

Por lo demás los signos de la hemiplejía flácida son bastante parecidos a la fase de ictus.

El enfermo va recuperando la conciencia progresivamente.

Lentamente el enfermo progresa hacia el estadio de hemiplejía espástica.

- HEMIPLEJIA ESPÁSTICA

Este estadio se caracteriza por la aparición de contracturas en el lado paralizado debido al aumento exagerado del tono muscular. La espasticidad es de gran ayuda para la bipedestación y la marcha del individuo, aunque por otro lado tenderá a actitudes viciosas de los miembros que hay que evitar.

La espasticidad determina la actitud en flexión del miembro superior quedando el brazo en flexión ligera y aducción, el antebrazo flexionado sobre el brazo y en pronación, los dedos de la mano tienden a la flexión y la muñeca también tiende a flexionarse y lateralizarse ulnarmente.

Normalmente los músculos más afectados son aquellos que tienen unas funciones más diferenciadas.

En el miembro inferior las contracturas afectan a los músculos extensores y a los flexores por lo cual el miembro permanece más o menos recto con cierto grado de aducción lo cual podrá permitir la bipedestación y marcha.

La parálisis afecta casi siempre más al miembro superior que al inferior.

Referente a la marcha, esta se ejecuta como marcha de segador haciendo un movimiento de circunducción alrededor de la pierna sana.

Los reflejos de automatismo medular comienzan a disminuir de intensidad y aparecen las sincinesias.

A medida que va pasando el tiempo, el hemipléjico presenta ciertos signos en el lado paralizado como son: cambios en la coloración de la piel y las uñas, edemas, descenso de la tensión arterial en el lado enfermo, artropatías dolorosas anquilosantes y especialmente en el hombro donde es frecuente la instauración de

una periartrosis escapulo humeral muy dolorosa; así mismo, también la muñeca puede ser extremadamente dolorosa tanto a la flexión como a la extensión.

#### **I.1.4.- ANATOMÍA PATOLÓGICA**

##### **SISTEMA PIRAMIDAL**

Se conoce también como vía motora voluntaria.

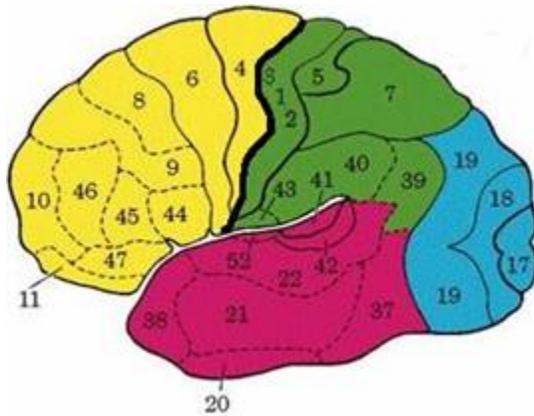
Su función es controlar las motoneuronas del Sistema Segmentario (Centros motores subcorticales) estimulándolas o inhibiéndolas.

##### **❖ Características**

Es filogenéticamente más nuevo que el extrapiramidal, con una estructura anatómica y funcional mucho más simple.

Se origina en las siguientes áreas de Brodman: Área 4 y 6 (giro precentral); 1, 2 y 3 (giro poscentral); 40 (área somestésica secundaria). (Figura 2)

Desde el Giro Precentral se van a originar las fibras descendentes, siguiendo la somatotopía (Homúnculo Motor). Las fibras que tienen como destino la región de la cara nacen de la porción más inferior del giro precentral, en cambio, las que tienen como destino el tronco y el inicio del miembro inferior, nacen de la porción más alta del giro precentral.



**Figura 2:** Áreas de Brodmann <sup>8</sup>

Alrededor de 2/3 de las fibras proviene del lóbulo Frontal y 1/3 del lóbulo Parietal.

Sólo el 60% de sus fibras que vienen del córtex cerebral son mielinizadas, y un 40% son amielínicas.

Las fibras mielinizadas o axones de las células gigantes sólo corresponden al 2 ó 3 % del total de fibras mielinizadas.

Los movimientos automáticos están bajo control de los centros motores subcorticales, los cuales pueden ser modificados por acción del Sistema Piramidal.

Está constituido por los Fascículos: **Corticoespinal** y **Corticonuclear**

Las fibras que constituyen el sistema piramidal (Tracto corticoespinal y Tracto corticonuclear): pasan a través de la Cápsula Interna, Pedúnculo Cerebral, Porción Basilar del Puente, Pirámide Bulbar.

En la cápsula Interna pasan a nivel del brazo posterior. Estas fibras, una vez que han pasado la cápsula interna pueden sufrir alguna patología como es, por ejemplo, la presencia de un coágulo producto de una rotura de algunas de las arteriolas que se originan de la arteria cerebral media, el cual produce un bloqueo

de la conducción nerviosa a través de la cápsula interna, lo que se manifiesta en una hemiplejía o parálisis contralateral.

Junto a las Fibras Corticopontinas, el Sistema Piramidal forma los Pedúnculos Cerebrales. El Tracto Piramidal se ubica en la parte media de los Pedúnculos Cerebrales.

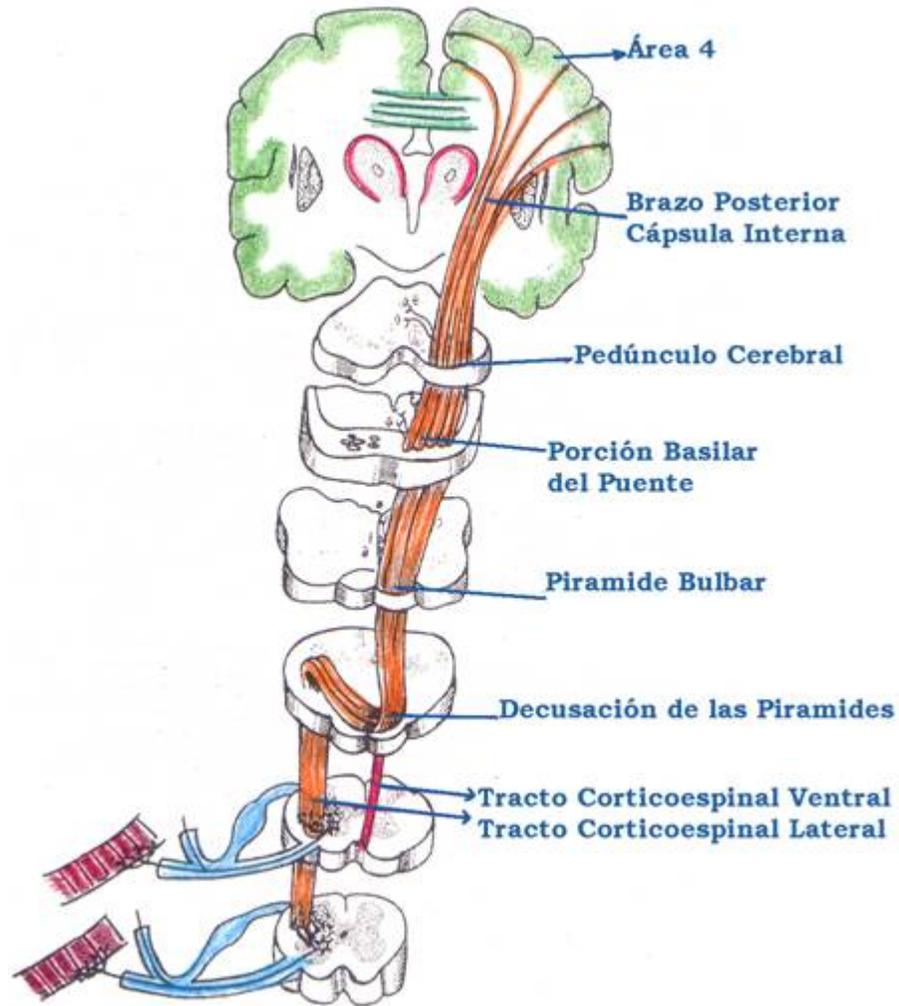
A nivel de los Pedúnculos Cerebrales, las fibras del **Tracto Corticonuclear son las más mediales**, seguidas por las del Tracto Corticoespinal (fibras para el miembro superior, tronco, miembro inferior) y Parietopontinas.

Al pasar al puente las fibras rotan, quedando: el Tracto Corticonuclear Dorsalmente y ventralmente las fibras del tracto Corticoespinal (cervicales, torácicas, lumbares y sacras).

El 70-90% de las Fibras del **Tracto Corticoespinal** cruzan la línea media a nivel de la decusación de las pirámides.(Figura 3)

Las fibras para el miembro superior cruzan dorsales a las destinadas al control del miembro inferior.

La mayoría de las Fibras del **Tracto Corticoespinal** terminan en las interneuronas entre el cuerno ventral y dorsal.



**Figura 3:** Tracto Corticoespinal <sup>8</sup>

❖ **TRACTO CORTICOESPINAL**

La mayoría se origina en las áreas motoras y premotoras; y terminan en las interneuronas, entre el cuerno ventral y dorsal (alfa motoneuronas).

❖ **Funciones:**

Es esencial para la habilidad y precisión de movimientos; la ejecución de movimientos finos de los dedos. (Sin embargo, no puede iniciar estos movimientos por sí mismos, lo hacen las fibras corticofugales).

Además, regula los relevos sensitivos y la selección de la modalidad sensorial que alcanza el córtex cerebral.

El tracto corticoespinal fundamentalmente estimula las neuronas flexoras e inhibe las extensoras. A nivel de la sustancia gris medular existen las neuronas inhibitorias de Renshaw que inhiben a las neuronas extensoras.

❖ **Clasificación:**

Las fibras del Tracto Corticoespinal se disponen más o menos dispersas, se van concentrando y se van ubicando dentro de las pirámides bulbares para llegar a nivel del límite inferior del bulbo donde un 70-90% de las fibras cruzan la línea media constituyendo el **Tracto Corticoespinal Lateral** que se ubica en el cordón lateral de la médula, en el lado opuesto. El resto de las fibras va a descender directamente en dirección a la médula constituyendo el **Tracto Corticoespinal Anterior**, el cual también decusa, pero a nivel de la comisura blanca medular.

❖ **Tracto Corticoespinal Lateral**

Es producto de la Decusación Piramidal, por lo tanto, representa el 70 a 90% de las fibras.

Sus fibras terminan en las neuronas motoras, en la parte lateral del cuerno ventral.

Se ubica a lo largo de todo el cordón lateral de la médula.

Presenta las fibras para el miembro superior mediales a las fibras para el miembro inferior.

Inerva la musculatura distal de las extremidades.

### ❖ Tracto Corticoespinal Ventral

Corresponde al 8% de las fibras que no decusa a nivel bulbar.

El 98% de este tracto, decusa en forma segmentaria en los niveles medulares a través de la comisura blanca. El 2% se mantiene ipsilateralmente (Tracto Barnes). Sus fibras terminan en las neuronas motoras de la parte medial del cuerno ventral, que inerva la musculatura del cuello, tronco y porción proximal de las extremidades.

#### Lesiones:

Su lesión provoca Parálisis.

Si la lesión es por encima del nivel de la decusación motora será una Parálisis Contralateral al sitio de la lesión.

Si la lesión es por debajo del nivel de la decusación motora será una Parálisis Ipsilateral al sitio de la lesión.

Además de la parálisis, las lesiones producen un conjunto de signos neurológicos, que incluye:

-Espasticidad

-Reflejos Miotáticos Hiperactivos (Hiperreflexia)

-Signo Babinsky positivo

-Clonus

En conjunto, este conglomerado de datos clínicos se conoce como: Signos de Motoneurona Superior

El sistema piramidal realiza el control de todos los movimientos voluntarios a través de un proceso de inhibición de motoneuronas, o a través de un proceso de estimulación de motoneuronas. Podría esto explicar por qué cuando

hay una lesión de motoneurona superior en una primera etapa tenemos una parálisis espástica, debido a que se libera la motoneurona inferior del control de la motoneurona superior, haciendo que la persona se ponga rígida y aumenten sus reflejos tendinosos (Figura 4). Entonces el sistema piramidal actúa inhibiendo o facilitando la acción de la motoneurona que se encuentra en el cuerno ventral de la médula. (Tanto el tracto corticoespinal lateral como el anterior participan en el control de la motoneurona inferior).



**Figura 4:** Lesión de Motoneurona <sup>8</sup>

#### ❖ TRACTO CORTICONUCLEAR

Se origina en las áreas de la cara, en la corteza cerebral.

En la cápsula interna, se ubica a nivel de la rodilla.

No alcanza la médula, se proyecta sobre los Núcleos de los Nervios Craneales.

Algunas de sus fibras se proyectan directamente sobre los siguiente núcleos:

Motor del V par, del VII par y Núcleo del XII par (Inervación bilateral)

La mayoría de sus fibras termina en núcleos reticulares (Tracto Corticorreticulonuclear), antes de alcanzar los núcleos de los nervios craneales.

Es importante tener en cuenta que la mayoría de los núcleos de los Nervios Craneales reciben fibras Corticonucleares Bilaterales.

**Trayecto:**

Cápsula Interna (rodilla) —> Pedúnculo Cerebral —> Porción Basilar del Puente  
(aquí se entrecruzan sus fibras con las del tracto corticoespinal)

**Lesiones:**

Su lesión provoca Paresia, de los músculos inervados por el núcleo del Nervio craneal correspondiente (Parálisis Pseudobulbar).

Curiosamente, se dice que el tracto corticonuclear trae fibras homolaterales para el núcleo del troclear. Por lo anterior, en la parálisis central se paralizan todos los músculos de la órbita hacia abajo, en cambio, hacia arriba se puede realizar movimiento.

## **I.2.- ESPASTICIDAD**

La espasticidad es un desorden motor caracterizado por un incremento en reflejos tónicos de estiramiento dependiente de velocidad, con reflejos tendinosos exagerados, resultado de la hiperexcitabilidad del reflejo de estiramiento como un componente del síndrome de neurona motora superior <sup>9</sup>

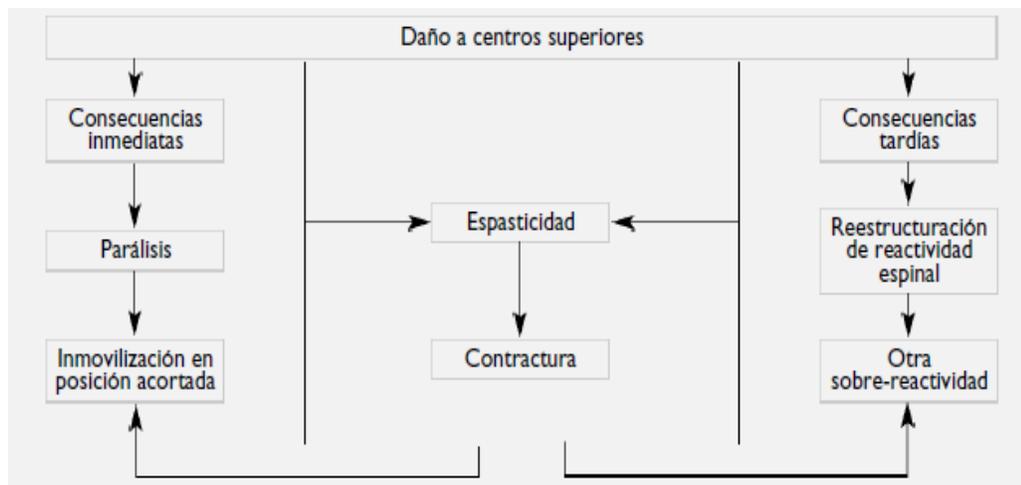
La espasticidad aparece como consecuencia de lesiones de las vías cortifugas, y es una manifestación frecuente del ictus, esclerosis múltiple, traumatismos cerebrales, lesiones de la medula espinal y otras afecciones del sistema nervioso central.

Clínicamente se percibe como una sensación de resistencia aumentada al movilizar pasivamente, un segmento de la extremidad de un paciente en decúbito y relajado; esta resistencia puede aumentar y alcanzar un máximo en determinado arco del movimiento (pudiendo frenarlo), para ceder súbitamente si se continúa el estiramiento. Esta peculiaridad se conoce como hipertonia "en navaja". Tiene un carácter elástico (que la diferencia de la rigidez extrapiramidal que es plástica y de resistencia uniforme) y su intensidad se estima de acuerdo con la velocidad de estiramiento y el ángulo de aparición del fenómeno "en navaja". Varía con la posición del paciente, temperatura ambiental, estímulos cutáneos, etc. e incluso puede observarse fluctuaciones de un día a otro.

La espasticidad forma parte de los signos positivos del síndrome de la neurona motora superior junto con la hiperreflexia tendínea, la exaltación de los reflejos cutáneos (como la respuesta flexora de retirada), el clonus y el signo de

Babinski; los signos negativos son la debilidad o paresia y la pérdida de la destreza.

La espasticidad puede originarse en lesiones de diversos sitios que incluyen el área cortical, motora, cápsula interna, tronco cerebral y médula espinal. Es decir la vía piramidal desde su origen hasta su término (Figura 5). Sin embargo, la espasticidad no es expresión de una lesión de la vía piramidal propiamente tal. Al menos en trabajos experimentales en monos se ha establecido que la lesión exclusiva de la vía piramidal produce paresia pero no espasticidad. Esta es, en realidad, expresión del compromiso de vías para-piramidales.<sup>10</sup>



**Figura 5:** El daño a los centros superiores afectará la función de varias vías descendentes, entre las cuales se halla el tracto corticoespinal involucrado en el movimiento voluntario. La parálisis inmediata resultante dejará algunos de los músculos inmovilizados en una posición acortada, que será la primera causa de acortamiento del músculo. El acortamiento del músculo por sí sólo puede ser entonces el primer generador de la espasticidad.<sup>11</sup>

El daño a las vías descendentes también provocará un desequilibrio en la reactividad espinal que sufrirá reestructuraciones, después de un período variable de tiempo. Estas reestructuraciones en la reactividad espinal darán lugar a las reducciones anormales del músculo y respuestas anormales del reflejo, algunos de los cuales cumplirán la definición clásica de espasticidad. Entonces, la espasticidad y otros tipos de sobreactividad del músculo continuarán agravando la contractura. Nótese el ciclo vicioso establecido entre la contractura y la espasticidad. Esta potenciación recíproca tiene implicaciones terapéuticas: no puede encararse la espasticidad sin tratar la contractura y no puede encararse la contractura sin tratar todos los tipos de sobreactividad del músculo.

### **I.2.1.- DIVERSOS FACTORES Y TEORÍAS EN RELACIÓN A LA ESPASTICIDAD:**

a.- El aumento de los reflejos tendíneos fue atribuido por largo tiempo a una exacerbación en la respuesta del huso neuromuscular al estiramiento. Sin embargo hay hechos que se oponen a esta interpretación.

Al estudiarse los aferentes del huso neuromuscular (en el gastrocnemio del gato con sección completa de la médula espinal) se encontró, que la frecuencia de descarga estaba deprimida permaneciendo así aun cuando los animales pasan a una etapa de hiperreflexia tendínea y espasticidad. Lo mismo se ha demostrado en seres humanos usando microelectrodos que permiten registrar los aferentes del huso.

Es decir hasta el presente no hay evidencias que un aumento en la descarga de los husos neuromusculares, y la hiperactividad del sistema de la

gamamotoneurona, sea responsable de la hiperreflexia tendínea y del aumento de los reflejos de estiramiento propios de una lesión espinal. Tampoco se ha encontrado una reducción en la inhibición recurrente que ejercen las células internunciales de Renshaw. Es sabido que las colaterales de los axones motores activan dichas células inhibitorias de las motoneuronas. Se pensó que la reducción de esta inhibición recurrente podría contribuir a la hiperexcitabilidad de las motoneuronas en la espasticidad, pero las investigaciones concluyen que no es así.

b.- En cambio una hiperexcitabilidad de la motoneurona Alfa puede ser la causa de la hiperreflexia. Esta sería provocada en parte por un cambio en la propiedad de la membrana de dichas neuronas, debido a la presencia de áreas hiperexcitables. En efecto, se ha podido determinar que en ciertas lesiones pueda haber desaparición de algunos botones dendríticos y germinación ("sprouting") de otros. Esto podría significar que un porcentaje anormalmente alto de sinapsis fueran excitatorias.

c.- Otra teoría atribuye la hiperexcitabilidad de la motoneurona Alfa a una reducción en la inhibición que desciende normalmente de centros más altos y no a un aumento en la actividad excitatoria. Esta ha sido llamada la teoría del "desbalance" entre influencias excitatorias e inhibitorias que reciben normalmente las motoneuronas desde centros superiores no estando aún bien precisadas estas vías.

Esta hiperexcitabilidad de las motoneuronas estaría especialmente desencadenada por una deficiencia de los mecanismos inhibitorios más que a

fenómenos de facilitación. Ha sido probada estudiando la relación entre la respuesta H máxima (o reflejo de Hoffman que corresponde a la máxima amplitud eléctrica a nivel muscular del reflejo monosináptico inducido por estimulación neural) y la respuesta M máxima (es decir la respuesta muscular directa por estimulación neural). Esta relación expresa la proporción de motoneuronas que pueden ser activadas reflejamente (reflejo de Hoffman) y por lo tanto la mayor excitabilidad de éstas. En pacientes espásticos la relación H máx/M máx. es mayor que en normales. A una conclusión similar se ha llegado al estudiar la onda F, que es una respuesta muscular posterior a la respuesta M, al aplicar un estímulo supramáximo sobre el nervio, correspondiendo a una estimulación antidrómica de las neuronas motoras.

d.- Existe una inhibición presináptica que es mediada por sinapsis axoaxonales en las terminales aferentes de los husos neuromusculares-Ia-en la médula espinal. Cuando son activados, estas sinapsis disminuyen la cantidad de transmisor liberada por dichos terminales reduciendo así su actividad antes de llegar a la primera sinapsis. Las interneuronas envueltas en esta inhibición presináptica son controladas por vías que descienden por la médula espinal y por lo tanto reducen su actividad al haber una lesión en ésta. Habrá por lo tanto un aumento en la respuesta habitual provocada por los aferentes Ia (de los husos musculares). Es decir las espasticidad se debería a una reducción en la inhibición presináptica, de manera que el impulso normal que ingresa a la médula a través de los aferentes Ia (al golpear un tendón) producirá un reflejo tendíneo exagerado.

e.- También se ha encontrado una reducción en la inhibición recíproca ejercida por los aferentes Ia sobre las motoneuronas. En efecto éstos, además de activar las motoneuronas en cuyos músculos se originan, inhiben las de los antagonistas. Esta inhibición está disminuida en la espasticidad.

f.- Los aferentes de los órganos tendíneos de Golgi (fibras IB) ejercen una acción inhibitoria sobre las motoneuronas. Se denomina inhibición autógena y está reducida en pacientes espásticos, contribuyendo a la hiperexcitabilidad del reflejo miotático <sup>10</sup>.

### **I.2.2.- ESPASTICIDAD Y REFLEJO DE ESTIRAMIENTO**

Hace más de un siglo, Sherrington realizó lesiones en el tronco cerebral por encima del núcleo vestibular en gatos para producir animales con incremento de los reflejos de estiramiento y un aumento del tono. No obstante haber realizado esta sección completa del tronco cerebral, los gatos todavía conservaban la capacidad de pararse con sus piernas rígidas. Basado en estos hallazgos, Sherrington describe la rigidez descerebratoria. Desde entonces, la rigidez ha sido vista como un síntoma influenciado por las señales descendentes del sistema nervioso central así como también por impulsos aferentes periféricos. Sherrington en experimentos posteriores, fue capaz de eliminar la rigidez en un miembro por la lesión de las raíces dorsales suprimiendo las aferencias terapéuticas. A pesar de que la rigidez por descerebración en animales no es considerada totalmente análoga a la espasticidad en los seres humanos adultos, los estudios seminales de Sherrington en el gato sobre el reflejo miotático establecieron un modelo de

circuito neuronal básico para el entendimiento de los reflejos de estiramiento. El modelo de Sherrington también ha provisto de una evidencia fisiológica muy fuerte para descripciones más tardías de los signos y síntomas de la espasticidad.

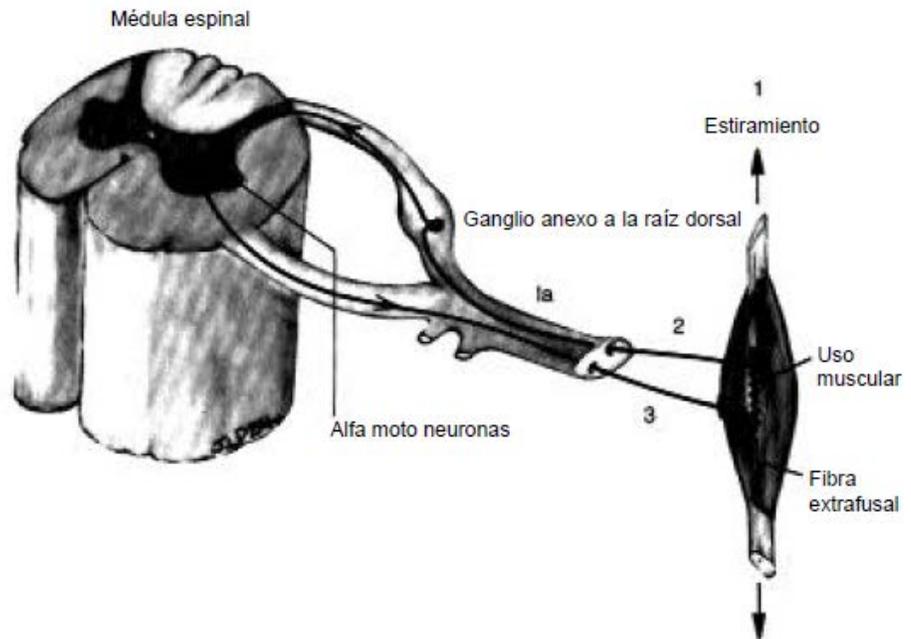
Años más tarde, Nathan describe la espasticidad como una condición en la cual los reflejos de estiramiento que normalmente se encuentran latentes, se exteriorizan. Los reflejos osteotendinosos disminuyen su umbral a la percusión y la respuesta de un músculo o un tendón se encuentra incrementada. Usualmente también los músculos cercanos al músculo percutido responden con un estiramiento tónico de la misma manera que el músculo en cuestión.

La descripción de Nathan se refiere a un incremento de la fase fásica del reflejo de estiramiento (reflejos saltones) y a la fase tónica de dichos reflejos (aumento de la resistencia pasiva al estiramiento producido por el examinador). El punto en cuestión es la exageración de la respuesta motora positiva de los músculos durante el examen clínico. Un incremento en el reflejo de estiramiento puede ocurrir porque el “pool” de alfa motoneuronas en el segmento medular estudiado se encuentra hiperexcitable, o porque el número de aferencias excitatorias, producidas por el reflejo muscular se encuentra incrementada o ambas.

El pool de motoneuronas es considerado hiperexcitable, si con estímulos menores a los standards se produce un aumento de las descargas de las mismas, lo que demuestra una disminución del umbral de gatillo. Esta hiperexcitabilidad puede ser generada por un cambio en el balance entre las aferencias excitatorias e inhibitorias al pool de motoneuronas. En una lesión de motoneurona superior, se

produce una reducción de los influjos inhibitorios, provocando hiperexcitabilidad.

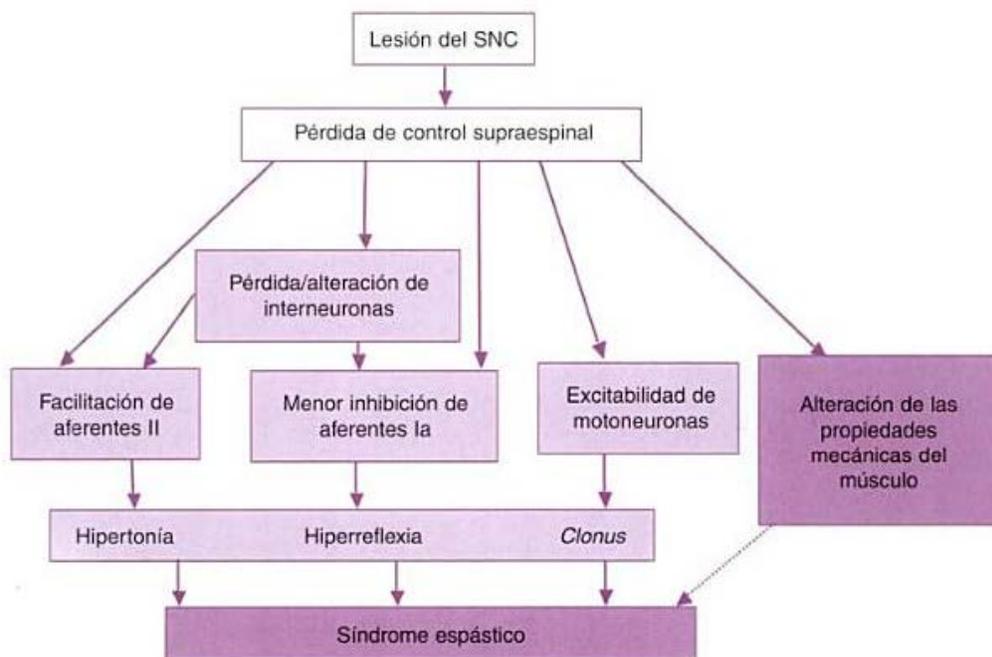
La disminución en el número de dendritas y sinapsis colaterales de las células del asta dorsal pueden también producir hiperexcitabilidad del pool alfa motoneuronal.



**Figura 6:** Diagrama esquemático de los componentes del reflejo de estiramiento. El estiramiento del músculo (1) activará las fibras nerviosas Ia (2) el cual activa monosinápticamente las neuronas motoras. Los axones de las neuronas motoras activadas (3) sinapsarán en las fibras musculares y producirán la contracción.<sup>11</sup>

### I.2.3.- FISIOPATOLOGÍA DE LA ESPASTICIDAD

La localización de la lesión, la etiología y la duración tras la lesión primaria son factores cruciales para determinar qué mecanismos de control segmentario son deficientes en cada caso individual de paciente espástico. El concepto actual de la fisiopatología de las espasticidad es que es un síndrome multifactorial que puede deberse a casi cualquier combinación de lesiones de vías motoras supraespinales y deficiente función de diversos mecanismos de control espinal, incluyendo principalmente reflejos tónicos por vías II, inhibición recíproca, inhibición presináptica, inhibición autógena y depresión postactivación. (Figura 7)



**Figura 7:** Principales mecanismos implicados en el desarrollo del síndrome espástico tras una lesión del sistema nervioso central.<sup>12</sup>

#### **I.2.4.- CLASIFICACIÓN Y EVALUACIÓN**

La espasticidad se puede clasificar en leve, moderada o severa.

✓ **Leve**

- Clonus o incremento del tono.
- Sin o con mínima limitación de la movilidad articular.
- Espasmo muscular ligero, sin compromiso de la funcionalidad.

✓ **Moderada**

- Disminución del rango de movimiento y presencia de contracturas.
- Marcha difícil, puede requerir asistencia o silla de ruedas.
- Dificultad para la prensión e higiene de mano.
- Necesidad de adaptaciones.

✓ **Severa**

- Marcado incremento del tono.
- Disminución de la movilidad articular.
- Aumento de las contracturas.
- Problemas de transferencias.
- Dificultad para las posiciones.
- Úlceras de decúbito
- Necesidad de catéteres y/o enemas.<sup>11</sup>

La espasticidad se puede medir a través de varias escalas que determinan el grado, tipo y localización de esta. Dentro de las tantas escalas utilizables, existe una en la cual se puede objetivar el grado de espasticidad del paciente mediante la medición del tono muscular, la cual es la denominada escala de Ashworth (Ver Anexo N°1)

### **I.3.- STRETCHING**

La movilidad y flexibilidad de los tejidos blandos que rodean las articulaciones, es decir, los músculos, el tejido y la piel, junto con una movilidad articular adecuada, son necesarias para tener una amplitud del movimiento normal.

Tomando en cuenta lo anterior, el stretching o estiramiento muscular, es un tipo de ejercicio que se dirige principalmente a la mejora de las propiedades viscoelásticas de la unidad músculo-tendinosa con el fin de reducir el riesgo de lesiones. Se identifican varios tipos de stretching, que se pueden aplicar al mover la articulación a través de la amplitud de movimiento (ROM) de forma manual o por medio de diferentes dispositivos mecánicos, con el objetivo de normalizar el tono muscular, mantener o incrementar la extensibilidad de los tejidos blandos, reducir el dolor, contractura y mejorar la función motora. El stretching puede aumentar la extensibilidad de los tejidos blandos por un mecanismo que implica a la deformación viscoelástica y las adaptaciones estructurales de los músculos y otros tejidos blandos. Las estructuras que se pueden poner bajo tensión producto de la técnica son los músculos, tendones, tejido conectivo, tejido vascular, dérmica y de los nervios <sup>13</sup>

La amplitud del movimiento (ROM) indolora y sin restricción suele ser necesaria para realizar muchas tareas funcionales de la vida diaria. También se cree que la movilidad adecuada de los tejidos blandos y las articulaciones es un factor importante para la prevención de las lesiones.

Las causas de un acortamiento adaptativo de los tejidos blandos de una articulación y la pérdida consiguiente de amplitud del movimiento son:

- 1.- Una inmovilización prolongada
- 2.-Restricción de la movilidad
- 3.- Enfermedades neuromusculares o del tejido conjuntivo
- 4.- Una patología hística debida a un traumatismo
- 5.- Deformidades óseas congénitas o adquiridas.

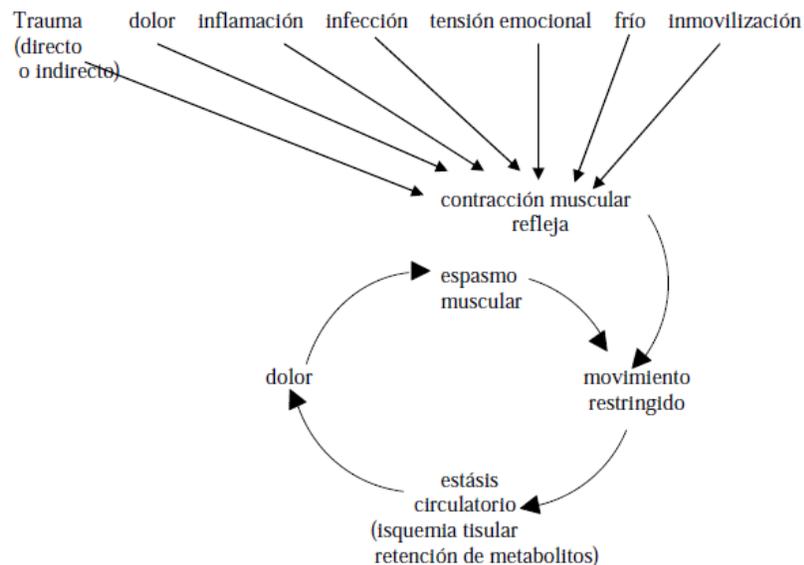
Las enfermedades y los traumatismos neuromusculares pueden provocar parálisis, espasticidad, debilidad, desequilibrio muscular y dolor, todo lo cual dificulta o imposibilita que el paciente mueva las articulaciones en toda su amplitud.

Las enfermedades del tejido conjuntivo como esclerodermia, dermatomiositis y polimiositis, así como artropatías tipo artritis reumatoide y artrosis, causan dolor, espasmos musculares, inflamación y debilidad, y pueden alterar la estructura de los tejidos blandos.

Las patologías hísticas producto de traumatismos, inflamación, edema, isquemia, hemorragias, incisiones quirúrgicas, desgarros y quemaduras pueden producir tejido fibroso denso que sustituye al tejido normal. Estos tejidos blandos pierden elasticidad y plasticidad, lo cual reduce la amplitud del movimiento.

La fuerza muscular también puede resultar alterada cuando el tejido blando se acorta con el tiempo. A medida que el músculo pierde su flexibilidad normal, también se produce un cambio de la relación longitud-tensión del músculo. A medida que el músculo se acorta, ya no es capaz de producir un pico de tensión y aparece una debilidad por **acortamiento**.

La limitación de la amplitud del movimiento articular por una contractura (acortamiento adaptativo) de los tejidos blandos genera una serie de cambios a nivel muscular que alteran el normal funcionamiento de este. Por lo tanto un mantenimiento de una tensión muscular genera un círculo vicioso que es necesario detener (Figura 8). Estas contracturas pueden tratarse mediante stretching pasivos combinados con procedimientos de relajación y técnicas de inhibición activa.<sup>14</sup>



**Figura 8:** Esquema del ciclo autoperpetuante del espasmo muscular <sup>14</sup>

### I.3.1.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS RELACIONADOS CON EL STRETCHING

#### a. Flexibilidad

La flexibilidad es la capacidad para mover una articulación o una serie de articulaciones en toda la amplitud del movimiento indoloro y sin restricción. Depende de la extensibilidad de los músculos, que permite a los músculos que cruzan la articulación relajarse, elongarse y ceder a una fuerza de estiramiento. La

artrocinemática de la articulación en movimiento, así como la capacidad de los tejidos conjuntivos periarticulares para deformarse, también afectan a la ROM articular y la flexibilidad general.

La flexibilidad dinámica comprende la amplitud del movimiento activo de una articulación. Este aspecto de la flexibilidad depende del grado en que una articulación se mueve por una contracción muscular y del grado de resistencia hística durante el movimiento activo.

**b. Estiramiento**

El término estiramiento o stretching es general y se usa para describir cualquier maniobra terapéutica pensada para elongar estructuras de tejido blando acortadas patológicamente y, por lo tanto, para aumentar la amplitud del movimiento.

**c. Sobreestiramiento**

El sobreestiramiento es un estiramiento más allá de la amplitud normal del movimiento de una articulación y los tejidos blandos circundantes, lo cual provoca hipermovilidad.

**d. Contractura**

La contractura se define como el acortamiento adaptativo del músculo y otros tejidos blandos que cruzan una articulación, lo cual limita la amplitud del movimiento.

### **I.3.2.- PROPIEDADES DE LOS TEJIDOS BLANDOS QUE AFECTAN AL STRETCHING.**

Los tejidos blandos que pueden restringir el movimiento articular son los músculos, el tejido conjuntivo y la piel. Cada uno de ellos tiene cualidades únicas que afectan a su extensibilidad, es decir, a su capacidad para elongarse. Cuando se aplican procedimientos de stretching a estos tejidos blandos, la velocidad, intensidad y duración de la fuerza del stretching, así como la temperatura de los tejidos blandos, afectan a la respuesta de los distintos tipos de tejidos blandos. Las características mecánicas del tejido contráctil y las propiedades neurofisiológicas del tejido contráctil afectan a la elongación de los tejidos blandos.

Cuando se estiran los tejidos blandos, se producen cambios elásticos o plásticos. La elasticidad es la capacidad de los tejidos blandos para recuperar su longitud en reposo después de un estiramiento pasivo. La plasticidad es la tendencia de los tejidos blandos a asumir una longitud nueva y mayor después de suprimir la fuerza de estiramiento. Los tejidos contráctiles y no contráctiles tienen cualidades elásticas y plásticas.

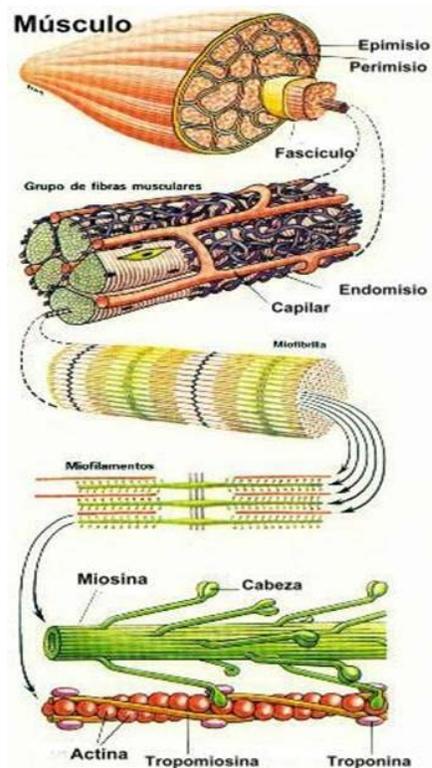
#### **A. Propiedades mecánicas del tejido contráctil.**

El músculo se compone básicamente de tejido contráctil, pero se inserta y entreteje con tejido no contráctil como tendones y fascias. La estructura del tejido conjuntivo del músculo, los componentes contráctiles inactivos, es la fuente primaria de resistencia a la elongación pasiva del músculo.

## 1. Elementos contráctiles del músculo.

Los músculos individuales se componen de muchas fibras musculares. Una sola fibra se compone de muchas miofibrillas. Las miofibrillas se componen de sarcómeras, que adoptan una disposición en serie. Las sarcómeras son unidades contráctiles de las miofibrillas y se componen de puentes cruzados de actina y miosina superpuestos. Las sarcómeras dotan al músculo de su capacidad para contraerse y relajarse.

Cuando un músculo se contrae, los filamentos de actina y miosina se deslizan y aproximan y el músculo se acorta. Cuando un músculo se relaja, los puentes cruzados se deslizan y apartan ligeramente, con los que el músculo recupera su longitud en reposo. (Figura 9)



**Figura 9:** Unidad contráctil del músculo <sup>15</sup>

## 2. Respuesta mecánica de la unidad contráctil al stretching

Cuando un músculo se estira pasivamente, se produce una elongación inicial en el componente elástico en serie y la tensión aumenta bruscamente. Pasado un punto se produce una interrupción mecánica de los puentes cruzados cuando los filamentos se deslizan y se separan produciéndose una elongación brusca de las sarcómeras (las sarcómeras ceden). Cuando se interrumpe la fuerza de estiramiento, las sarcómeras individuales recuperan su longitud en reposo. La tendencia del músculo a recuperar su longitud en reposo después de un stretching de poca duración se llama elasticidad.

Después de permanecer inmovilizado un músculo durante un periodo de tiempo, se produce una reducción del número de proteínas y mitocondrias, lo cual conlleva atrofia y debilidad.

Si un músculo se inmoviliza en una posición elongada durante un periodo prolongado de tiempo, aumentará el número de sarcómeras en serie, lo cual da lugar a una forma más permanente (plástica) de elongación muscular. El músculo ajustará su longitud con el tiempo para mantener la máxima superposición funcional de la actina y la miosina.

Un músculo que se inmoviliza en una posición acortada produce cantidades aumentadas de tejido conjuntivo que protegen al músculo cuando se estira. Se produce una reducción del número de sarcómeras como resultado de la absorción de sarcómeras.

La adaptación de las sarcómeras a posiciones prolongadas (elongación o acortamiento) es transitoria si se permite al músculo recuperar su longitud normal después de la inmovilización.

## **B. Propiedades neurofisiológicas del tejido contráctil.**

### Husos musculares

Los husos musculares son el principal órgano sensorial del músculo y se componen de fibras intrafusales microscópicas que se disponen en paralelo a las fibras extrafusales. Los husos musculares controlan la velocidad y duración de los estiramientos y detectan los cambios de longitud del músculo. Las fibras del huso muscular detectan la rapidez con la que se estira el músculo. Las fibras aferentes primarias (tipo Ia) y secundarias (tipo II) surgen de los husos musculares, forman sinapsis en las motoneuronas alfa o gamma, respectivamente, y facilitan la contracción de las fibras extrafusales e intrafusales.

### Órgano tendinoso de Golgi (OTG)

Los OTG se localizan cerca de la unión músculo-tendinosa, envuelven los extremos de las fibras extrafusales del músculo y son sensibles a la tensión del músculo causada por un estiramiento pasivo o la contracción activa del músculo.

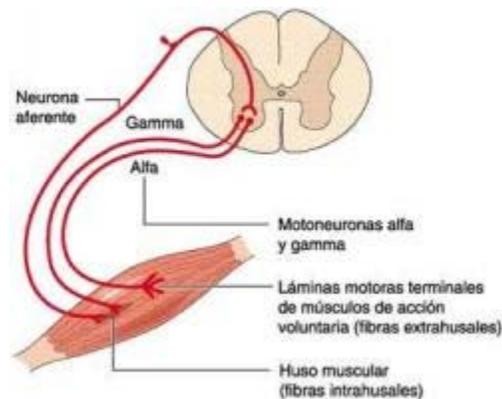
Los OTG son un mecanismo protector que inhibe la contracción del músculo en el que están. Tienen un umbral muy bajo de activación (se activan con facilidad) después de una contracción activa, y un umbral alto de activación con stretching pasivo.

Cuando se desarrolla tensión excesiva en un músculo, se activan los OTG, inhiben la actividad de las motoneuronas alfa, y reducen la tensión del músculo. Durante los procedimientos de estiramiento, la tensión del tendón determina si las sarcómeras del músculo se elongan.

❖ La respuesta neurofisiológica del músculo al Stretching.

Cuando un músculo se estira muy rápido, las fibras aferentes primarias estimulan las motoneuronas de la médula espinal y facilitan la contracción de las fibras extrafusales, aumentando la tensión muscular. Esto se denomina **reflejo de estiramiento monosináptico** (Figura 10). Los procedimientos de estiramiento que se realizan a gran velocidad pueden aumentar la tensión de un músculo que debe elongarse.

Si se aplica una fuente de stretching lenta a un músculo, los OTG se activan e inhiben la tensión del músculo, dejando que se elongue el componente elástico paralelo (la sarcómeras) del músculo.



**Figura 10:** Reflejo de estiramiento monosináptico.<sup>16</sup>

**C. Características mecánicas de los tejidos blandos no contráctiles**

Los tejidos blandos no contráctiles están en todo el cuerpo y se organizan en distintos tipos de tejido conjuntivo para sostener las estructuras del cuerpo. Ligamentos, tendones, capsulas articulares, fascias, tejido no contráctil de los músculos y piel tienen características que llevarán al desarrollo de adherencias y contracturas, y, por tanto, afectan a la flexibilidad de los tejidos que cruzan la

articulación. Cuando estos tejidos restringen la amplitud del movimiento y requieren estiramiento, es importante saber cómo responden a las distintas intensidades y duración de las fuerzas de estiramiento, y reconocer que la única forma de aumentar la flexibilidad del tejido conjuntivo es remodelando su arquitectura básica.

### 1. Resistencia de materiales

La resistencia de cada tejido se relaciona con su capacidad para oponerse a una carga o tensión

a. Deformación es la cantidad de modificación de la forma que se produce cuando se aplica una carga (tensión)

b. Una curva de deformación describe la resistencia mecánica de las estructuras

(Figura 11)

(1) Margen elástico: inicialmente la deformación es directamente proporcional a la capacidad del material para resistir la fuerza. El tejido vuelve a su tamaño y forma originales cuando se libera la carga.

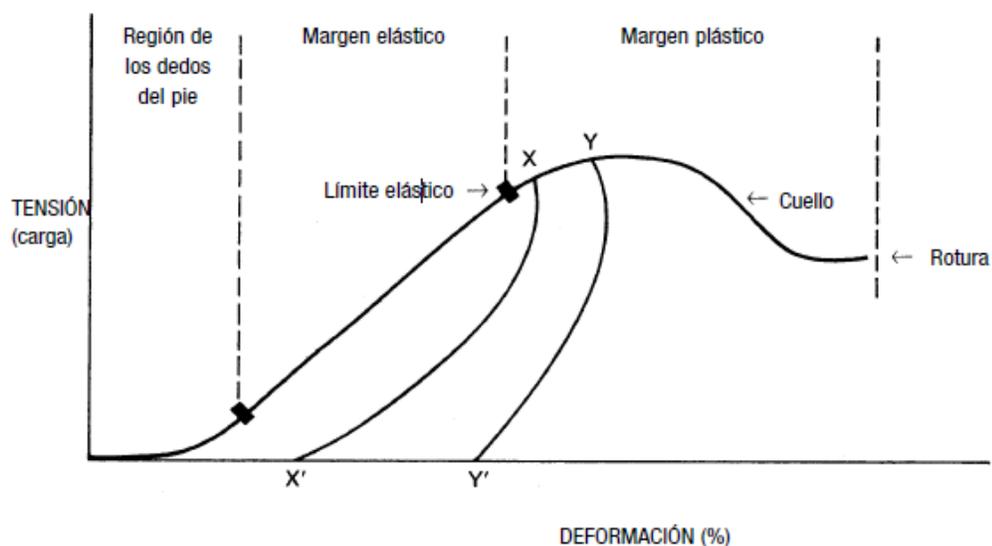
(2) Limite elástico: el punto más allá del cual el tejido no vuelve a su forma y tamaño originales.

(3) Margen plástico: margen superado el cual el límite elástico se extiende hasta el punto de rotura. La deformación del tejido dentro de este margen es permanente.

(4) Resistencia de deformación: carga superior al límite elástico que produce una deformación permanente del tejido. Una vez alcanzado el punto de deformación, hay una incapacidad secuencial del tejido con deformación permanente (remodelación), y el tejido se adentra en el margen plástico de

la curva de deformación. La deformación puede derivar de una carga única o de la suma de varias cargas subcríticas.

- (5) Resistencia límite: carga máxima que el tejido puede soportar. Una vez alcanzada la carga máxima, hay un alargamiento mayor (deformación) sin un aumento de la tensión.
- (6) Cuello: región en la que se aprecia una debilidad considerable del tejido; se necesita menos fuerza para que haya deformación, y se llega pronto a la insuficiencia.
- (7) Resistencia de rotura: carga en el momento en que el tejido cede.
- (8) Insuficiencia: rotura de la integridad del tejido.

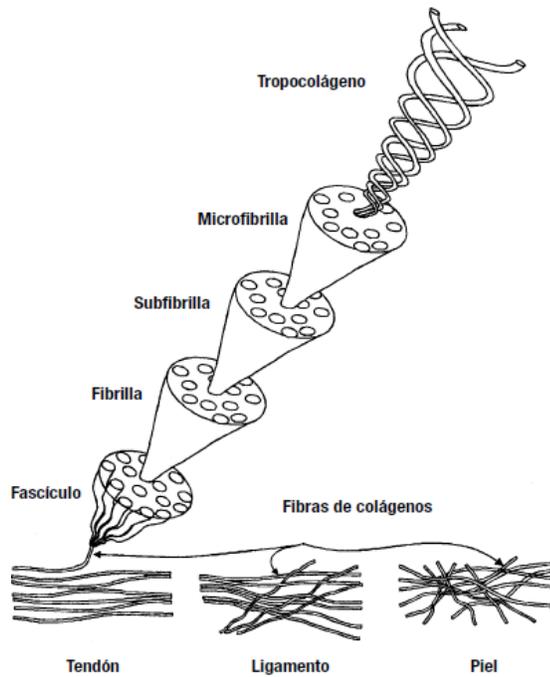


**Figura 11:** Curva de Deformación.<sup>14</sup>

## 2. Composición del tejido conjuntivo.

El tejido conjuntivo se compone de tres tipos de fibras y sustancia fundamental no fibrosa.

- a. Las fibras de colágenos resisten la deformación tensil y son responsables de la fuerza y rigidez del tejido. Las fibras de colágeno se componen de cristales de tropocolágeno, que forman los bloques que componen las microfibrillas colágenos. Cada nivel adicional de composición de las fibras adopta una relación y dimensión organizadas (Figura 12). Hay cinco clases de colágeno; las fibras de los tendones y ligamentos contienen en mayor medida colágeno tipo I, que es muy resistente a la tensión. Cuando más fuertes sean los enlaces, mayor será la estabilidad mecánica del tejido.
- b. Las fibras de elastina aportan extensibilidad. Experimentan una gran elongación con cargas pequeñas y se rompen bruscamente sin deformación con cargas superiores
- c. Las fibras de reticulina dotan de volumen al tejido.
- d. La sustancia fundamental, en su mayor parte un gel orgánico que contiene agua, reduce la fricción entre fibras, transporta nutrientes y metabolitos, y tal vez ayude a prevenir un excesivo cruzamiento entre las fibras al mantener el espacio entre ellas.



**Figura 12:** Composición de fibras de colágeno. <sup>14</sup>

### 3. Comportamiento mecánico del tejido no contráctil

El comportamiento mecánico de los distintos tejidos no contráctiles está determinado por la proporción de fibras colágeno y elastina que posean, y por su orientación estructural. El colágeno es el elemento estructural que absorbe la mayor parte de la tensión tensil. El colágeno se elonga con rapidez bajo cargas ligeras, al aumentar la tensión, las fibras se vuelven rígidas. Resisten con firmeza la fuerza deformante que empieza a romper los enlaces entre fibrillas y moléculas de colágeno. Cuando se rompe un número sustancial de enlaces, las fibras se rompen. El tejido con una proporción mayor de colágeno confiere mayor estabilidad. El colágeno es cinco veces más fuerte que la elastina.

- a. En los tendones, las fibras colágeno son paralelas y resisten una carga tensión máxima.
- b. En la piel, las fibras de colágeno adoptan una disposición azarosa y son más débiles al resistir la tensión
- c. En los ligamentos, capsulas articulares y fascias, las fibras de colágeno varían entre los dos extremos. Los ligamentos que resisten las principales tensión articulares presentan una orientación más paralela de las fibras de colágeno y un área transversal mayor.

#### **4. Interpretación de la curva de tensión deformación.**

- a. Las fibras de colágeno son onduladas en reposo, por lo que inicialmente se enderezan cuando soportan una tensión continuada. Se requiere poca fuerza para elongarlas dentro de este margen donde se produce la mayor parte de la actividad funcional.
- b. A medida que el tejido alcanza el extremo de la amplitud normal de movimiento y se aplica un estiramiento suave, el tejido actúa dentro de la porción elástica (fase lineal) de la curva. Con esta tensión las fibras de colágenos se alinean con la fuerza aplicada; los enlaces entre las fibras y entre la matriz circundante se alargan, se empiezan a producir microdesgarros entre los enlaces del colágeno, y tal vez algo de agua se desplace de la sustancia fundamental. La recuperación de esta deformación normal es completa si se interrumpe la tensión.
- c. Si la tensión prosigue, el tejido alcanza el punto de deformación y la rotura secuencial de los enlaces entre las fibras de colágenos y finalmente, la rotura

de las fibras de colágeno. Se libera calor que absorbe el tejido y se produce una deformación permanente. Como el colágeno es cristalino, las fibras individuales no se estiran sino que se rompen. Dentro del margen plástico es el desgarro de las fibras el que provoca el aumento de la longitud.

- d. Si se alcanzan una carga máxima y el punto de resistencia límite, se produce un aumento de la deformación sin aumento de la tensión. Experimentalmente, la deformación tensil máxima de fibras de colágenos aisladas antes de la rotura es de 7-8 %; los ligamentos soportan una tensión del 20 al 40%.
- e. Las cargas de baja magnitud aplicadas durante periodos largos de tiempo aumentan la deformación del tejido no contráctil, lo cual permite la reorganización gradual de los enlaces de las fibras colágeno (remodelación) y la redistribución del agua que rodea los tejidos. Una carga baja aplicada durante un periodo largo se tolera mejor y permite la remodelación de las fibras de colágenos.
- f. La carga cíclica o tensión submáxima repetitiva aumenta la producción de calor y los efectos de la adaptación del tejido (remodelación) a una nueva longitud. Starring y sus colaboradores han descrito un aumento de la longitud de los isquiotibiales empleando un estiramiento de 10 segundos seguidos por un descanso de 8 segundos, repetido durante 15 minutos en 5 días consecutivos.
- g. La rotura del tejido puede producirse por un único evento máximo (desgarro agudo por una lesión o manipulación que excede el punto de rotura) o por una tensión submáxima repetitiva (fatiga o rotura por la carga cíclica)

h. La capacidad de curación y adaptación (remodelación) del tejido biológico le permite responder a cargas repetitivas si se deja tiempo entre las series. Esto es importante para aumentar la flexibilidad y la resistencia tensil del tejido.

(1) Si no se deja tiempo para que se produzca la curación y remodelación, se produce la degradación del tejido, como en los síndromes por uso excesivo y las fracturas por sobrecarga.

(2) El estiramiento intensivo no suele practicarse a diario para dejar tiempo a la curación. Si la inflamación por microdesgarros es excesiva, se formara tejido cicatrizal adicional, que llegará a ser más restrictivo.

(3) Se requieren mayores precauciones con el envejecimiento por que el colágeno pierde elasticidad y hay un menos riego sanguíneo a los capilares, lo cual reduce la capacidad de curación.

## **5. Cambios en el colágeno que afectan a la respuesta de tensión-deformación**

### a. Efectos de la inmovilización

Se produce un debilitamiento del tejido por el recambio metabólico del colágeno y por los enlaces débiles entre las fibras nuevas no sometidas a tensión. Se produce también la formación de adherencias porque hay más enlaces cruzados entre las fibras de colágeno desorganizadas y por la menor eficacia de la sustancia fundamental para mantener el espacio y la lubricación entre las fibras. El índice de vuelta a la resistencia tensil es lento.

### Efectos de la inactividad (reducción de la actividad normal)

Se produce un aumento del tamaño y cantidad de las fibras colágenas, lo cual debilita el tejido; hay un aumento proporcional del predominio de fibras de elastina, lo cual también incrementa la distensibilidad.

### Efectos de la edad.

Hay una disminución de la resistencia tensil máxima y del módulo elástico, y el índice de adaptación a la tensión es más lento. Aumenta la tendencia a sufrir síndromes por uso excesivo, fatiga y desgarros con el estiramiento.

## **I.3.3.- MÉTODOS TERAPEÚTICOS PARA ELONGAR LOS TEJIDOS BLANDOS**

Hay tres métodos básicos para elongar los componentes contráctiles y no de la unidad músculo-tendinosa: Estiramientos pasivos aplicados de modo manual o mecánico, inhibición activa y autoestiramientos. Los autoestiramientos pueden consistir en estiramientos pasivos y/o inhibición activa. Todos los procedimientos deben ir precedidos por cierto ejercicio activo de baja intensidad o termoterapia para calentar los tejidos que se van a estirar. Los tejidos blandos ceden con mayor facilidad al estiramiento si el músculo está caliente cuando se aplica la fuerza.

Para efecto de nuestra investigación se procederá a detallar los estiramientos pasivos de forma manual, ya que estos serán los utilizados en las intervenciones a realizar. Cabe destacar que solo se usaran los estiramientos manuales simples, sin ninguna utilización de técnicas de inhibición activa o de forma balística.

## **A. Estiramiento pasivo**

Los procedimientos de estiramiento pasivo se clasifican por el tipo de fuerza de estiramiento aplicada, por la intensidad del estiramiento y la duración de éste. Tanto los tejidos contráctiles como los no contráctiles pueden elongarse mediante estiramiento pasivo.

### 1. Estiramiento pasivo manual.

El terapeuta aplica la fuerza externa y controla la dirección, velocidad, intensidad y duración de estiramiento sobre los tejidos blandos que han causado la contractura y restricción del movimiento articular. Los tejidos se elongan más allá de su longitud en reposo.

La fuerza de estiramiento suele aplicarse no menos de 6 segundos, pero preferiblemente al menos 15 a 30 segundos, y se repite varias veces en una misma sesión de ejercicios. Los estiramientos pasivos manuales se consideran por lo general estiramientos de corta duración.

La intensidad y duración de los estiramientos dependen de la tolerancia del paciente y de la fuerza y resistencia física del terapeuta.

Cuando se aplica un stretching pasivo manual, este es muy lento y suave. La fuerza de estiramiento se mantiene, como ya se ha dicho, durante 15 o 30 segundos o más. Un estiramiento mantenido de baja intensidad que se aplique gradualmente es menos probable que facilite el reflejo de estiramiento y aumente la tensión del músculo que se elonga.

Algunos estudios han sugerido que las mejoras temporales de la amplitud articular como resultado de las técnicas de estiramiento pasivo manual de corta duración son transitorias y se atribuyen a la cesión temporal de las sarcómeras (cambios elásticos en la superposición de la actina y la miosina) o a la recuperación del tejido conjuntivo de la respuesta de fluencia (retorno del agua y realineamiento de los enlaces de colágeno).

#### **I.3.4.- INDICACIONES Y OBJETIVOS DEL ESTIRAMIENTO:**

##### ❖ Indicaciones

1. Cuando la amplitud del movimiento está limitada por contracturas, adherencias y formación de tejido cicatrizal, lo que provoca el acortamiento de los músculos es el tejido conjuntivo y la piel.
2. Cuando las limitación pueden provocar deformidades estructurales (esqueléticas) de otro modo evitables.
3. Cuando las contracturas interfieren con las actividades funcionales diarias o los cuidados en clínicas o asilos
4. Cuando se aprecia debilidad muscular y tirantez en los tejidos opuestos. Los músculos tirantes deben elongarse antes de que los músculos débiles puedan fortalecerse con eficacia.

##### ❖ Objetivos

1. El objetivo general de los estiramientos es recuperar o restablecer la amplitud normal del movimiento de las articulación y la movilidad de los tejidos blandos que rodean una articulación.

2. Son objetivos específicos
  - a. Prevenir contracturas irreversibles
  - b. Aumentar la flexibilidad general de una porción del cuerpo junto con ejercicios de fortalecimiento

### **I.3.5.- PRECAUCIONES Y CONTRAINDICACIONES**

#### **A. Precauciones para los estiramientos**

- No se debe forzar pasivamente una articulación más allá de la amplitud normal del movimiento.
- Las fracturas consolidadas recientemente deben protegerse con estabilización entre el punto de la fractura y la articulación en la que se produce el movimiento.
- Se emplearán precauciones especiales en los pacientes con osteoporosis conocida o posible debido a una enfermedad, un reposo prologando en cama, la edad y el consumo prolongado de esteroides.
- Se evitará un estiramiento vigoroso de los músculos y tejidos conjuntivos que hayan estado inmovilizados durante mucho tiempo. Los tejidos conjuntivos (tendones y ligamentos) pierden fuerza su resistencia tensil después de una inmovilización prolongada
- Los estiramientos de corta duración y gran intensidad tienden a causar más traumatismos con la debilidad consiguiente de los tejidos blandos que los estiramientos de larga duración y baja intensidad.

- Los ejercicios de fortalecimiento deben integrarse en un programa de estiramientos a medida que aumente la amplitud del movimiento para que los pacientes desarrollen un equilibrio apropiado entre flexibilidad y fuerza
- Se evitará el estiramiento del tejido edematoso, ya que es más propenso a las lesiones que el tejido normal. La irritación continua de los tejidos edematosos suele aumentar el dolor y el edema
- Se evitara estirar en exceso los músculos débiles, sobre todo los que soportan estructuras corporales ante la fuerza de gravedad.

#### B. Contraindicaciones para los estiramientos

1. Cuando un bloqueo óseo limite el movimiento articular
2. Después de una fractura reciente
3. Siempre que haya pruebas de un proceso infeccioso o inflamatorio agudo (calor e hinchazón) en los tejidos acortados y la región circundante.
4. Siempre que haya un dolor agudo e intenso con el movimiento articular o la elongación de los músculos
5. Cuando se observe un hematoma u otra señal de un traumatismo hístico
6. Cuando una contractura o un acortamiento de los tejidos blandos aumenten la estabilidad articular en lugar de la estabilidad estructural normal o la fuerza muscular
7. Cuando una contractura o un acortamiento de los tejidos blandos sean la base del aumento de la capacidad funcional, sobre todo en paciente con parálisis o debilidad muscular grave.

## **I.4.- SISTEMA FASCIAL**

### **I.4.1.- CONCEPTO DE FASCIA Y SU ESTRUCTURA.**

La palabra fascia ocupada por los osteópatas, que fueron los primeros en tener la noción de globalidad, no se trata de fascia como se dice muy a menudo, si no de la “fascia”. La palabra fascia es singular, no representa una entidad fisiológica si no un conjunto membranoso muy extenso en el cual todo está ligado, todo tiene su continuidad. Este conjunto tisular de una pieza ha llevado a la noción de globalidad sobre la cual se basan todas las técnicas modernas de terapia manual. Se basan en que la menor tensión, tanto si es activa o pasiva, repercute en todo el conjunto.<sup>18</sup>

La fascia es un fuerte tejido conjuntivo que rodea todos los órganos en forma tridimensional y de esta manera permite mantenerlos en su correcta posición y funcionamiento. Es un tejido conectivo liviano y móvil que deriva embriológicamente del mesodermo.

Cada músculo, cada una de sus fibras y microfibrillas están rodeadas por la fascia. El recorrido de la fascia es continuo, por esta razón, cualquier cambio estructural de la fascia en una determinada parte del cuerpo producirá restricciones en las partes distales.

Desde un punto de vista de la estructura molecular de la fascia esta se compone de:

- Células conectivas: Los blastos. Estas células en estrella se comunican todas por sus prolongaciones protoplasmáticas. Su fisiología es únicamente la secreción de dos proteínas de constitución: el colágeno y la elastina. Estas dos

proteínas se renuevan, pero la elastina, proteína de larga duración, es una formación estable, mientras que el colágeno se modifica durante toda la vida. Aquí se sitúa para nosotros la mayor parte de la patología del tejido conectivo.

- Colágeno: Proteína que asegura a la fascia la fuerza y protección de los estiramientos excesivos. Su secreción se estimula a través de la tensión del tejido. Esto es importante para comprender la patología: según la forma de tensión, la secreción es diferente.

- Elastina: Es el componente extensible y la parte principal del complejo. Proteína que permite obtener suficiente elasticidad en los lugares específicos como lo son los tendones, la piel, las arterias.

La combinación del colágeno y la elastina permite absorber las fuerzas tensiles.

- Matriz o sustancia fundamental: Gel compuesto por polisacáridos. Su principal función es rellenar el espacio entre las fibras. En condiciones normales tiene una consistencia gelatinosa, la cual transporta material metabólico a través del cuerpo. Está formado por tres elementos: los haces conectivos colágenos, la red de elastina y el líquido lacunar.

En condiciones normales este gel distribuye la presión por todo el cuerpo de manera simétrica; pero esta distribución es imposibilitada en presencia de una restricción miofascial.

La elasticidad del tejido conectivo depende únicamente de su mayor o menos densificación.

Desde el punto de vista de la acción biomecánica del sistema miofascial cabe destacar que:

- Cada contracción del músculo moviliza el sistema fascial

- Cada restricción miofascial afecta el correcto funcionamiento del músculo<sup>18</sup>

Como la fascia es tridimensional cumple, no solamente con su función estabilizadora, sino que también con la función de soporte mecánico para todos los componentes

Este sistema fascial crea una malla tridimensional la cual se extiende continuamente desde arriba de la cabeza a la punta de los dedos del pie, sin interrupción. La fascia envuelve y conecta todos los órganos, músculos, huesos, nervios y vasos sanguíneos hasta nivel celular.

La fascia conecta todas las estructuras de nuestro cuerpo entre sí, brindándoles soporte y determinando su forma. Organiza y separa, asegura la protección y la autonomía de cada músculo y víscera, pero también reúne los componentes corporales separados en unidades funcionales, estableciendo las relaciones espaciales entre ellos y formando, de este modo, una especie de interrumpida red de comunicación.

El sistema fascial sano y equilibrado, con capacidad de realizar un estiramiento libre y completo, asegura al organismo la posibilidad de realizar un estiramiento de amplitud completa y sincronizada, siempre en la búsqueda de la máxima eficacia funcional con un mínimo gasto de energía

Sin embargo, el mismo sistema puede interferir en un desarrollo normal de los movimientos al encontrarse restringido y bloqueado, imposibilitando la eficiente ejecución de los movimientos.

Todo el tejido conectivo, pero sobre todo el tejido conectivo fibroso, es un inmenso receptor sensitivo. Encierra millones de tensorreceptores que reaccionan a la menor tensión, siendo parte importante en la propiocepción.

#### **I.4.2.- FUNCIONES DE LA FASCIA**

El sistema fascial es un sistema activo, vivo, resistente y omnipresente en todo el cuerpo. Como funciones fundamentales se pueden agrupar en:

- Protección
- Absorción de los impactos y amortiguación de las presiones
- Formación de los compartimientos corporales
- Determinación de la forma de los músculos y mantenimiento de la masa muscular en una posición funcional optima
- Suspensión
- Sostén
- Soporte
- Cohesión de las estructuras del cuerpo: soporte del equilibrio corporal
- Nutrición del tejido
- Ayuda en la curación de las heridas (producción de colágeno)
- Coordinación hemodinámica
- Revestimiento
- Ayuda a la preservación de la temperatura corporal

##### **A) Protección**

El sistema fascial forma una compleja e interrumpida red protectora del cuerpo. Por su resistencia, permite mantener su integridad anatómica de diferentes

segmentos corporales y conservar su forma fisiológica. Pero este proceso no significa un incremento gradual de rigidez, sino un proceso de adaptabilidad. En él, la fascia ajusta sus tensiones en respuesta a las necesidades funcionales.

La elasticidad del sistema fascial disminuye gradualmente con la edad, lo que se refleja en una menor capacidad protectora.

Una parte importante de la respuesta protectora del sistema fascial está condicionada por la concentración local de proteoglicanos y de ácido hialurónico. Las etapas de síntesis y metabolismo de ambos pueden verse afectados por factores endógenos y también exógenos.

En ambos casos, se produce una densificación de las fibras colágeno y un endurecimiento de la sustancia fundamental, lo que, con el tiempo, conduce a la formación de calcificaciones. En el proceso de defensa y adaptación funcional, el tejido conectivo se transforma en un material duro y resistente que forma una calcificación, de esta manera, el cuerpo presenta mayor protección.

### **B) Absorción de impactos y amortiguación de presiones**

El cuerpo es propenso a diversos tipos de traumatismos, y las ondas de impacto pueden afectar a las distintas estructuras. El sistema fascial es capaz de amortiguar esta onda y de absorber el impacto, atenuando su intensidad y preservando la integridad física del cuerpo. En el proceso de absorción de impactos, el tejido graso desempeña un papel importante. La grasa, controlada por el sistema fascial, forma una especie de almohadillas de protección con un espesor variable según la región corporal.

En el sistema muscular, permite que las tensiones innecesarias sean absorbidas por la fascia, evitando así la rotura del músculo, de alguno de sus componentes o de cualquier órgano que protege.

Esta función se debe principalmente a las propiedades de los proteoglicanos, que se convierten en amortiguadores de impacto, actuando como lubricantes frente a las solicitudes mecánicas intensas y repetidas.

### ***C) Formación de los compartimientos corporales***

La fascia por una parte divide, pero por otra unifica y conecta. El sistema fascial facilita, de esta manera, la formación de los grupos funcionales, y permite a un músculo, uniendo una acción con la de diferentes compañeros, ejecutar movimientos incluso a veces opuestos. Un ejemplo de esta acción es el compartimiento de los músculos aductores que, según el grado de flexión del muslo, pueden actuar como flexores o extensores de la cadera. Esta división continua también dentro de los músculos, permitiendo la especialización de los grupos de fibras en una actividad precisa, ya sea de sostén o de ejecución de un movimiento determinado.

Las divisiones permiten también la independencia de acción entre los músculos y los órganos con respecto a las estructuras adyacentes, constituyendo planos de movimiento.

***D) Determinación de la forma de los músculos y mantenimiento de la masa muscular en una posición funcional óptima***

Esta propiedad permite incrementar la eficacia mecánica de los movimientos. Dependiendo de la distribución de las fibras, el sistema fascial puede restringir la amplitud del movimiento en cualquier nivel o incrementar la fuerza muscular.

***E) Suspensión***

El sistema fascial mantiene la cohesión interna de cada estructura corporal, permitiéndole su fijación, pero por otro lado, le permite cierto grado de movilidad. La importancia de la suspensión varía de una región corporal a otra.

***F) Sostén***

El mantenimiento de la integridad anatómica del cuerpo corre a cargo del sistema fascial, y esto hay que entenderlo dentro de la interdependencia de las diferentes estructuras corporales. La fascia constituye el motor principal de la estabilidad de las articulaciones, coordinado por la mecánica miofascial. Asegura la coherencia y el buen funcionamiento fisiológico de los órganos internos.

***G) Soporte***

El sistema fascial constituye el soporte, no solo del sistema locomotor, sino también de los sistemas nerviosos, vascular y linfático. Estas estructuras están constituidas en parte por fascias, a fin de mantener su forma anatómica. Esta

relación intrínseca parte desde el desarrollo embrionario del cuerpo, formando el soporte y la guía de los sistemas vasculares y nervioso.

**H) Cohesión de las estructuras del cuerpo: soporte del equilibrio corporal**

El sistema fascial ayuda al manejo y el mantenimiento de una postura eficaz. Se considera que el desequilibrio del sistema fascial influye considerablemente en la formación de compensaciones posturales, compensaciones que, con el tiempo, crean hábitos inadecuados llevando a la aparición de diferentes patologías

**I) Nutrición del tejido**

El sistema fascial superficial participa también en el proceso de la sudación, ayudando a la conservación de la temperatura corporal, y en él nace una gran parte de los capilares que cumplen con la función nutricional

**J) Ayuda en la curación de las heridas (producción de colágeno)**

El proceso se realiza mediante el tejido de granulación, que induce la cicatrización.

**K) Coordinación Hemodinámica**

Los sistemas vascular y linfático no pueden dissociarse del sistema fascial, formando con ellos una armonía casi perfecta. El sistema fascial soporta los

sistemas circulatorios del cuerpo. Concretamente, el sistema venoso y el sistema linfático tienen una estructura muy flácida y fácil de colapsar. La función de las válvulas no es suficiente para el proceso de retorno, y la fascia suple este papel, trabajando como una bomba periférica que expulsa la sangre y la linfa hacia el corazón. Estos movimientos son interrumpidos y la acción es posible a través de la acción de las envolturas fasciales propias de los vasos, así como también a través de las estructuras fasciales de los músculos activadas a través de las contracciones musculares. <sup>19</sup>

#### **I.4.3.- MODELO FASCIAL DEL CUERPO**

- **PRINCIPIO DE TANSEGRIDAD**

Según estos principios los huesos actúan como componentes de compresión, y el sistema miofascial asume el papel de los elementos de tensión. Los huesos, según este enfoque, no serían estructuras que dan forma al cuerpo. Los huesos podrían mantener la estructura por el hecho de que no se tocan nunca entre sí, ni tampoco entran en contacto directo con el ambiente. La estructura corporal sería, en este modelo, conectada, equilibrada y definida por el sistema miofascial; la forma y el contorno del cuerpo responderían a los cambios en desenvolvimiento del sistema fascial. Cualquier traumatismo o restricción miofascial afectaría negativamente este comportamiento.

Los tratamientos deberían enfocarse hacia la corrección de las restricciones del sistema fascial global y no solo hacia la corrección articular local.

## **FENOMENO DE COMPENSACIÓN**

Se producen cuando un segmento ayuda o sustituye la labor de otro, que se encuentra temporalmente o definitivamente deshabilitado. En algunas ocasiones los utilizamos con el fin de devolverle al cuerpo una función disminuida o imposibilitada.

Por ejemplo el movimiento natural para llevar un alimento a la boca se realiza moviendo la extremidad superior en una coordinación perfecta de los movimientos en todas sus articulaciones. Esta forma de realizar una de las acciones más importantes para nuestra vida representa una actitud funcionalmente equilibrada. Estando imposibilitados para realizar un movimiento fisiológico, creamos una acción substituta (flexionamos el tronco y la cabeza) este comportamiento implica un desarrollo del desequilibrio. Con esta acción se logra el objetivo final pero se crea un hábito patológico. Las estructuras sometidas a sobrecarga se deterioran gradualmente.

Las compensaciones mecánicas se dividen en dos grupos básicos: compensaciones externas e internas. Un defecto anatómico, por ejemplo el acortamiento de una de las extremidades inferiores, se puede corregir de dos maneras:

- A través de la compensación externa: utilizando una alza (suela mas gruesa)
- A través de la compensación interna (automáticamente realizada por el cuerpo): desarrollando una desviación lateral escoliótica.

A medida que el proceso dolor-defensa se mantiene durante un tiempo prolongado, se inicia el proceso de fijación de los nuevos patrones de movimiento. Con el tiempo este comportamiento se vuelve un hábito. Por lo general, en este proceso se produce el acortamiento de las estructuras que quedan en desuso o con un uso limitado por la acción protectora. Esta compensación produce con el tiempo retracciones y desviaciones permanentes. En esta situación ya no es posible una compensación interna, realizada por el mismo cuerpo en el proceso de auto adaptación para una funcionalidad óptima, y muchas veces se deben utilizar diferentes métodos de compensación externa. El tejido fascial asume este comportamiento y, con el tiempo, lo convierte en propio, a raíz de los movimientos constantes y repetitivos. Esta capacidad de crear y realizar las compensaciones significa la capacidad del cuerpo para sobrevivir, sin ella sería imposible por ejemplo caminar con un esguince de tobillo.

El mantenimiento durante largo tiempo de un movimiento o de la posición sustituta crea sobrecargas, acelerando el proceso de aparición de cambios degenerativos en el cuerpo. En consecuencia, quedan afectadas las estructuras inertes y gradualmente se producen daños articulares.

Los cambios descritos limitan gradualmente la elasticidad y la eficacia mecánica del sistema miofascial, y también afectan al funcionamiento articular adecuado, influyendo con el tiempo en la realización de movimientos básicos de la vida diaria, como por ejemplo, caminar.

Si la persona se acostumbra a estar sentada o estar de pie de una forma incorrecta, adoptando posturas inadecuadas, este patrón de comportamiento se

repetirá un incalculable número de veces durante el día y, con el tiempo, se volverá un hábito en todas las actividades que realice.

Lentamente la imagen perceptiva correcta queda borrada sin que la persona note el progreso de estos cambios. La sensación del patrón de movimientos correcto se convierte gradualmente en la sensación del patrón del movimiento cómodo que, en esta situación, no significara una postura correcta.

#### **I.4.4.- LESIONES DEL SISTEMA FASCIAL.**

Todos los cambios mencionados se producen a raíz de los diferentes tipos de traumatismos. El cuerpo se lesiona con mucha frecuencia y estas lesiones se producen a raíz de traumatismos extrínsecos e intrínsecos. En la mayor parte de los casos se trata de micro traumatismos que, al acumularse lentamente y gradualmente, cambian el comportamiento mecánico de la fascia, disminuyendo su elasticidad y capacidad de defensa. En consecuencia, se desarrolla una tensión fascial patológica que desencadena en dolor y necesidades de compensaciones. Al mencionar traumatismo, no nos referimos solamente a las secuelas relacionadas con una caída, con un golpe o con un accidente automovilístico, sino también a los cambios posturales relacionados con el quehacer diario y al progresivo proceso de adaptación del cuerpo.

Las lesiones del sistema fascial (retracciones, adherencias, rupturas) se pueden producir por tres razones básicas:

1. Traumatismo sobre el sistema fascial: lesión directa
2. Sobrecarga sobre el sistema fascial (crónica o intermitente)

### 3. Inmovilidad prolongada: yeso, enfermedad crónica, kinesiofobia.

El sistema fascial pierde elasticidad y la flexibilidad, iniciándose el proceso de formación de entrecruzamientos entre las fibras de colágeno. El proceso puede iniciarse con solo tres semanas de inmovilización.

El traumatismo y las compensaciones consecutivas en el sistema fascial cambian la forma de nuestros patrones de movimiento. Empezamos a actuar de una forma diferente: menos efectiva, menos precisa, con mayor gasto de energía y con una progresiva sobrecarga en diferentes segmentos del aparato locomotor.

Las pequeñas imperfecciones a lo largo de los años, se suman y, con el tiempo, producen cambios irreversibles y prematuros que afectan principalmente al aparato locomotor.

Como consecuencia de estas lesiones, el restringido deslizamiento entre las láminas fasciales facilita el proceso de aceleración en la formación de los entrecruzamientos entre las moléculas de colágeno. Esto reduce la flexibilidad del sistema. Los cambios en la sustancia fundamental relacionados con una progresiva pérdida de agua a raíz de la eliminación acelerada de los GAG disminuyen su volumen, lo que acerca a las fibras colágeno entre sí, estimulando el proceso de formación de los entrecruzamientos patológicos.

Según los principios explicados en el modelo de la “tanseguridad”, como consecuencia de la lesión se transmite la tensión a través del cuerpo mediante las cadenas cinéticas, y los síntomas pueden ser rastreados y tratados indirectamente, alineando las cadenas fasciales en relación con el foco inicial de la restricción. La forma de transmisión de la tensión a través del sistema se realiza a nivel molecular y estructural. Según el modelo de tanseguridad, el cuerpo reacciona basándose en la

tensión y la compresión, y no en la acción de palancas, y puede ser estable independientemente de la fuerza gravitatoria. La respuesta del tejido a la lesión no es la respuesta lineal (stress/strain), con respecto a las fuerzas externas. Al encontrar los cambios en un determinado punto del cuerpo, se puede suponer que la lesión original se ha producido en otro lugar, y que la acción terapéutica en el lugar de la disfunción tendría una respuesta inmediata y correctora en todas las áreas secundarias, incluyendo el punto en el cual se manifestaron los síntomas. Las restricciones en una región determinada pueden causar una reducción de la amplitud del movimiento en otras zonas, inclusive en las más distales. El área en la que el paciente percibe el dolor esta, por lo general, muy distante del sitio de los puntos más sensitivos. Los puntos hipersensibles representan, generalmente, las áreas de relativa fijación del sistema fascial. Estas áreas de hipermiotonia producen la formación de las bandas de tensión que se extienden hacia las estructuras periféricas. Al moverse periféricamente, desde el punto del foco primario de la restricción, la estructura fascial del cuerpo transmite estas fuerzas sin que se produzca ningún cambio de intensidad hacia el área del cuerpo que forma una especie de interfase con la influencia mecánica externa. El cuerpo en respuesta crea las áreas de una relativa fijación. Como resultado, se produce un excesivo movimiento en las regiones del cuerpo que se extienden desde el foco de la disfunción. Las fuerzas excesivas debidas a la presión del movimiento repetido contra la barrera de restricción pueden causar una inflamación o dolor. El incremento de la deformación mecánica o el estiramiento dentro de ese tejido pueden desencadenar una liberación de los mediadores químicos que producen dolor. De esta forma, el dolor se manifiesta en el tejido que está implicado en el

proceso solamente de una manera secundaria. En consecuencia, nos encontramos en presencia de dolor referido.

#### **I.4.5.- RESTRICCIÓN (LIMITACIÓN FUNCIONAL) MIOFASCIAL.**

El traumatismo, así como el estrés mecánico, estimula la secreción de las fibras de colágeno en el tejido afectado y, al mismo tiempo, produce la disminución de la sustancia fundamental, quedando el tejido conectivo más sólido y menos fluido. El endurecimiento del tejido conectivo altera la libre circulación de los fluidos; en consecuencia, queda totalmente o parcialmente bloqueada la entrada de nutrientes y, simultáneamente, se produce el atrapamiento de los desechos metabólicos. La plasticidad y la viscoelasticidad quedan reducidas. Por lo tanto, la capacidad de deslizamiento de las diferentes estructuras adyacentes queda también reducida o bloqueada, lo que obliga al cuerpo a la creación de movimientos o posiciones sustitutos, es decir, se inicia el proceso de compensaciones.

Otra forma de analizar la lesión del sistema fascial consiste en observar el cambio de sus propiedades eléctricas. Esto ocurre cuando el flujo de información disminuye o se interrumpe por los cambios en la calidad de sus componentes. A raíz de una fuerza mecánica traumatizante, las propiedades mecánicas del tejido se afectan. El medio gelatinoso de la sustancia fundamental pierde sus propiedades piezoeléctricas de transmisión del impulso mecánico inicial. El endurecimiento de la sustancia fundamental y su deshidratación, con el consecuente atrapamiento de las toxinas y los desechos del metabolismo, forman la barrera que distorsiona o bloquea el impulso mecánico inicial y contamina las reacciones de su transmisión.

#### **I.4.6.- EL PROCESO DE FORMACION DE ENTRECruzAMIENTOS PATOLOGICOS ENTRE LAS FIBRAS DE COLAGENO**

La inmovilización del tejido conectivo por las razones anteriormente mencionadas, y entre las cuales destacan el traumatismo de origen físico y emocional, así como también la hipomovilidad, secuela de la kinesofobia, producen cambios en la calidad del tejido. Esta deficiencia de movimiento apropiado altera la elasticidad del tejido conectivo que, en consecuencia, tiende a adaptarse a la distancia más corta entre sus puntos de inserción en un determinado segmento corporal.

Extensos estudios realizados en animales indican el excesivo depósito del tejido conectivo dentro de las articulaciones y en los recesos articulares a raíz de la inmovilización. Con el tiempo, este endurecido tejido facilita la acumulación de grasa, y forma así una cicatriz rígida y limitante, lo que lleva a la formación de adherencias intraarticulares y a una progresiva pérdida de la amplitud del movimiento fisiológico.

El proceso de los cambios se inicia con la alteración de la cantidad y la calidad de la sustancia fundamental, y se manifiesta por la progresiva pérdida de agua, especialmente en los planos interfasciales, así como también por una disminución de los GAG de entre el 30 y el 40% de su contenido. Esta reducción trae como consecuencia el endurecimiento de la sustancia fundamental, con la consecutiva disminución de la distancia crítica entre las fibras de colágeno, lo que conduce a la pérdida de la lubricación interfibrilar.

En consecuencia se producen tres fenómenos:

- En primer lugar, se altera el deslizamiento libre entre las fibras de colágeno en los puntos de entrecruzamiento fisiológico, lo que crea fricciones patológicas. Estas fricciones en las interfases entre las fibras tienden a producir un exceso de entrecruzamiento, aumentando la densidad del tejido, con la consecuente disminución de la capacidad de movimiento.
- El acercamiento entre las fibras no es suficiente para crear, en un lugar determinado, los entrecruzamientos patológicos, estos se forman entre las fibras ya existentes y las nuevas fibrillas recientemente sintetizadas. La incorporación de estos nuevos entrecruzamientos a la ya existente estructura de colágeno es lo que principalmente limita la elasticidad del colágeno, impidiendo el movimiento natural entre las fibras.
- En tercer lugar, esta limitación del movimiento impide una correcta orientación de las nuevas, recién sintetizadas, fibras, lo que aumenta la cantidad de entrecruzamientos patológicos. Hay que recordar que la orientación apropiada de las fibras de colágeno depende de una presión, una tensión y un movimiento adecuado.

Toda esta acción altera la plasticidad de la estructura del tejido conectivo, con la consecuente formación de cordones de endurecimiento del tejido. Al producirse este proceso en la miofascia, se forman los puntos de mayor sensibilidad, que pueden desencadenar un proceso doloroso; se les denomina puntos gatillo.

El endurecimiento de colágeno por la constante presión sobre si mismo generara las características crepitaciones. En algunos puntos, la presión dentro del tejido puede llegar a un punto crítico. En este punto, la circulación sanguínea disminuirá probablemente hasta el nivel del isquemia, y en el proceso de defensa se activaran los mecano receptores. Este proceso provocaría, a pesar de la actitud defensora refleja en la hipo movilidad, un cuadro doloroso.

#### **I.4.7.- CAMBIOS EN EL TEJIDO CONJUNTIVO A RAÍZ DE LA INMOVILIZACIÓN**

- Desorganización en la orientación de las fibras
- Formación de los entrecruzamientos patológicos
- Formación de adherencias entre diferentes componentes como, por ejemplo, en los ligamentos, los tendones y sus envolturas fasciales.
- Reducción de la fuerza tensil de los ligamentos, lo tendones y los músculos
- Debilitamiento de las inserciones de los músculos y los ligamentos
- Inhibición de la regeneración de la fibra muscular en el proceso de cicatrización
- Proliferación del tejido adiposo fibroso hacia el espacio articular, lo que estimula la formación de las adherencias hacia las superficies cartilaginosas
- Disminución del volumen del liquido sinovial
- Erosión del cartílago y formación de osteofitos <sup>19</sup>

## **I. 5.- INDUCCIÓN MIOFASCIAL**

### **I.5.1.- DEFINICIÓN**

La inducción miofascial es un proceso simultáneo de evaluación y tratamiento, en el que, a través de movimientos y presiones sostenidas tridimensionales, aplicadas en todo el sistema fascial, se busca la liberación de las restricciones del sistema miofascial, con el fin de recuperar el equilibrio funcional del cuerpo.

### **I.5.2.- ASPECTOS TEÓRICOS DEL TRATAMIENTO DEL SÍNDROME FASCIAL**

Al aplicar las técnicas de inducción miofascial se realiza una estimulación mecánica del tejido conectivo. Como consecuencia, se logra una circulación más eficiente de los anticuerpos en la sustancia fundamental, un aumento del suministro sanguíneo hacia los lugares de la restricción, a través de la liberación de histamina, una correcta orientación en la producción de fibroblastos, un mayor suministro de sangre hacia el tejido nervioso, y un incremento del flujo de metabolitos desde y hacia el tejido, acelerando así el proceso de curación.

Si esta movilidad está reducida, se altera la calidad de la circulación sanguínea, que se torna lenta y pesada, lo que puede conducir, en casos extremos, a una isquemia. Este cambio marca generalmente el inicio de serios problemas en nuestro cuerpo. Las restricciones creadas por el déficit motor del sistema miofascial promueven la creación de puntos gatillo y producen isquemia, lo que conlleva un deterioro de la calidad de las fibras musculares.

En consecuencia, una estimulación excesiva de la producción de colágeno, provoca una fibrosis del sistema miofascial, dando lugar automáticamente a la formación de áreas de atrapamiento.

Cualquier restricción local en el sistema miofascial desencadena la formación de reacciones en distintas partes del cuerpo, muchas veces muy distantes del sitio de la restricción primaria. Los receptores tipo C y delta son atrapados en la envoltura del tejido fascial, y el paciente empieza a experimentar hipersensibilidad y dolor local; sin embargo, la respuesta del sistema nervioso podrá generar reacciones a distancia.

El estímulo patológico podría llegar entonces hasta el sistema nervioso, llegando las señales hasta el tálamo, estimulando los centros corticales y alterando la calidad de la percepción. Estas señales alcanzarían también las áreas límbicas del cerebro, por debajo el tálamo, lo que produciría una alteración de las emociones, interfiriendo con el proceso total de la homeostasis corporal.

Un sistema fascial que se encuentra en un largo proceso de inmovilización tiende a producir dolor, y no es fácil liberar al paciente de este tipo de dolencias.

La forma en que se liberan las restricciones del sistema fascial es aflojándolas, estirándolas o rompiéndolas. Incluso al liberar el tejido, posteriormente, en el periodo entre las sesiones, puede retraerse y restringirse de nuevo. También hay que tener en cuenta que, por lo general, el paciente con este síndrome, en el proceso de autodefensa se autolimita y, por lo tanto, se convierte en una persona hipomóvil y rígida.

Uno de los efectos de la aplicación de las técnicas de inducción miofascial es la liberación de toxinas. La mejor forma de eliminarlas del organismo es a través de la orina, por lo que se debe recomendar al paciente el incremento de la ingestión de agua a un litro diario, como mínimo, aparte de sus costumbres habituales.

### **I.5.3.- CONDICIONES AMBIENTALES Y VESTIMENTA DEL PACIENTE.**

El desarrollo del tratamiento depende, en parte, de las condiciones del ambiente en el que se realiza. El lugar en el que se aplica el tratamiento debe tener una buena ventilación y una temperatura agradable, es decir, diferente para cada paciente; debe ser silencioso y con luz tenue. El Kinesiólogo debe disponer de un espacio suficiente para el movimiento libre alrededor de la camilla en todas las direcciones. El paciente debe llevar la mínima ropa necesaria y despojarse de todo tipo de prendas como relojes, pendientes, cadenas, que en un momento dado puedan molestar durante el desarrollo del tratamiento.

### **I.5.4.- POSICIÓN DEL PACIENTE Y EL KINESIOLOGO**

La aplicación de las técnicas de inducción miofascial, al igual que otras aplicaciones de terapia manual, no requiere equipos sofisticados para la ejecución de los tratamientos. Las herramientas básicas son las manos y el cuerpo del Kinesiólogo. La adaptación de las posiciones ergonómicamente apropiadas es un factor primordial, no solo para la protección del cuerpo del Kinesiólogo, sino también para una buena ejecución de la técnica. Probablemente, la mayor

inversión que puede hacer el Kinesiólogo dedicado a la realización de tratamientos basados en técnicas de inducción miofascial es una buena camilla hidráulica, que facilitara la colocación del cuerpo del paciente a una altura apropiada para que el tratamiento sea más eficaz

Al realizar las técnicas, hay que tener en cuenta diferentes factores, como por ejemplo, las diferencias en las dimensiones de los cuerpos del paciente y del Kinesiólogo, la capacidad física del terapeuta, la edad del paciente, y el tipo de camilla utilizada para la aplicación de los tratamientos. En la realización de algunas técnicas es necesaria la aplicación de una fuerza considerable. El Kinesiólogo debe utilizar el peso de su cuerpo, colocándose de forma adecuada, especialmente al estar en desventaja mecánica. Para lograr una colocación optima, el Kinesiólogo debe usar palancas apropiadas al aplicar la presión con sus manos, con su cuerpo o con sus piernas. Es recomendable el uso de almohadas entre el cuerpo del paciente y el del Kinesiólogo, para aumentar la ventaja mecánica, así como también para evitar un contacto corporal innecesario, en particular en tratamientos realizados entre personas de sexo opuesto.

#### **I.5.5.- PROTECCION DE LAS MANOS.**

La protección de las manos es un punto muy especial entre las recomendaciones para la aplicación de las técnicas de inducción miofascial. Ante todo hay que mencionar la necesidad de la aplicación de la ergonomía en el uso de las manos. Hay que evitar la realización de movimientos excesivamente fuertes con los dedos. Nunca se debe aplicar la fuerza con las últimas falanges llevando las articulaciones interfalángicas distales a una hiperextensión. Esta posición,

repetida frecuentemente y con excesiva fuerza, daña los ligamentos colaterales, y produce una gran presión sobre las capsulas articulares y un desarrollo prematuro de cambios degenerativos. Al aplicar presión con un dedo, siempre se debe reforzarlo con el dedo vecino.

#### **I.5.6.- SECUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS**

Los tratamientos se deben individualizar según la patología tratada, así como también según las condiciones individuales del paciente en cuanto a su edad, condiciones físicas, emocionales, culturales, sexo, etc. Así, el esquema de la aplicación de las técnicas es individual para cada paciente y depende también de las capacidades terapéuticas del Kinesiólogo.

La fascia experimenta cambios drásticos durante el proceso, que se pueden observar de un día a otro.

#### **I.5.7.- FRECUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS**

No existen reglas muy estrictas en lo que respecta a la frecuencia de aplicación de los tratamientos en la inducción miofascial. Todo depende de la gravedad de la lesión, su antigüedad, extensión y profundidad, así como de la región del cuerpo afectada por la restricción miofascial.

La edad del paciente, su complejidad física y la actividad que realiza son, también, consideraciones importantes en la toma de decisiones respecto al número de sesiones, así como también sobre la frecuencia de los tratamientos. Por lo general, en los estados agudos se aplican tratamientos a diario, e incluso en casos muy especiales, dos veces al día, aunque son excepciones.

En las lesiones comunes, para obtener unos resultados óptimos es suficiente un total de 6 sesiones. En los casos crónicos, puede ser necesario un tratamiento de mantenimiento cada cierto tiempo (cada 7-10 días), para ayudar al paciente a una mejor recuperación. En estos casos, el tratamiento de la inducción miofascial deja de ser el protagonista en la recuperación funcional y solo queda como acompañante de una programa de ejercicios posturales antigravitatorios.

#### **I.5.8.- OBJETIVOS GENERALES DEL TRATAMIENTO**

Los objetivos específicos en cada patología tratada con las técnicas que se exponen a continuación se explican por separado. Aunque puede sorprender, el listado de los objetivos generales es muy corto:

- Eliminar las compresiones del sistema fascial
- Eliminar las restricciones del sistema fascial
- Restablecer el equilibrio perdido

#### **I.5.9.- APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS PROFUNDAS (TAMBIÉN DENOMINADAS SOSTENIDAS)**

La ejecución de las técnicas profundas no significa aplicar una fuerza mayor. Una apertura progresiva del tejido y la confianza depositada por el paciente durante la actividad que se realiza permiten aplicar la técnica con eficacia. En la aplicación de las técnicas profundas, se evita este tipo de reacción, algo que solo es posible si se gana la confianza del paciente y, en cierto modo y aunque parezca extraño, la confianza del tejido.

La distribución y las direcciones de las restricciones del sistema miofascial son impredecibles y se revelan durante el proceso de aplicación del tratamiento. Estas restricciones pueden manifestarse en diversas direcciones y, a veces, en distintas amplitudes que no son propias para el movimiento de una determinada articulación.

Las restricciones de la fascia pueden producirse en diferentes direcciones y en distintos planos. Incluso pueden producirse en el mismo plano en diferentes direcciones, o en la misma dirección en distintos planos, o en diferentes planos en distintas direcciones. Todo al mismo tiempo.

En la aplicación de las técnicas de inducción miofascial profunda, es el proceso de facilitación del movimiento del sistema miofascial el que permite liberar sus restricciones. El Kinesiólogo no es un ejecutor del tratamiento, sino solamente un facilitador del proceso.

En su plan de tratamiento y su ejecución, el Kinesiólogo debe esperar las respuestas del tejido, que se presentaran a raíz de los procedimientos iniciales. La forma en que seguirá el tratamiento dependerá de la respuesta corporal y de la capacidad del Kinesiólogo en sentirla e interpretarla correctamente, así como también de cómo seguir con el movimiento apropiado, es decir, con la fuerza y dirección adecuadas, y la velocidad y la amplitud apropiadas, respetando siempre el ritmo de la liberación del tejido. Los mínimos detalles de los cambios en el movimiento, como las paradas, lo progreso, los momentos de silencio, deben ser interpretados debidamente y a tiempo.

El movimiento de la mano del Kinesiólogo en una determinada dirección con la piel del paciente puede significar la realización de un proceso de inducción

en un nivel profundo en la misma dirección, o tal vez en una dirección opuesta a la del movimiento realizado por la mano. Por esta razón, el Kinesiólogo no puede confundirse al observar la dirección del movimiento de su mano con la piel del paciente y juzgar solamente con esta acción la dirección de la liberación.

### ❖ **MANOS CRUZADAS**

Es, probablemente, la técnica más poderosa y más utilizada dentro de las aplicaciones de la inducción miofascial. La técnica, en todas sus variantes, se puede realizar prácticamente en cualquier parte del cuerpo, y el objetivo de su aplicación es eliminar las restricciones profundas, no alcanzables con una presión directa, o muchas veces imposible de detectar durante el proceso de evaluación inicial.

Realizando la técnica de manos cruzadas, el Kinesiólogo utiliza el movimiento espontáneo del cuerpo para llegar a las restricciones profundas y, posteriormente, aprovechando las propiedades del tejido fascial (reacción piezoeléctrica, efecto de tensegridad), ayuda al cuerpo a realizar sus liberaciones.

En la primera fase de la aplicación, el Kinesiólogo apenas induce movimiento al tejido. Una vez que el paciente está colocado correctamente y de la manera apropiada, el Kinesiólogo toca suavemente con sus manos su piel. Este primer acercamiento debe realizarse aplicando una presión lenta y progresiva. Al tocar al paciente se debe esperar unos segundos hasta que este se acostumbre a la presencia de las manos del Kinesiólogo sobre su cuerpo.

Una vez colocadas correctamente, debe eliminarse la restricción pre elástica. La duración de la etapa depende del grado de ondulación que presenten

las fibras de colágeno en diferentes segmentos corporales. Este es un paso indispensable, si no se realiza, se corre el riesgo de confundir el momento de la eliminación de la restricción preelástica con el del vencimiento de la primera barrera.

Acto seguido, una vez eliminada la restricción en cuestión, el Kinesiólogo inicia el proceso de llevar el tejido a tensión. Primero se aplica un estiramiento longitudinal muy suave, y posteriormente se adjunta el componente vertical, que debe ser aplicado con mucha lentitud. A partir de este momento, el resto de la aplicación se hará siempre de forma tridimensional.

El Kinesiólogo debe llevar el tejido a la puesta en tensión, que se denomina primera barrera de la restricción. La sensación que percibe el Kinesiólogo es que, al aplicar la misma fuerza, el tejido no cede más.

El Kinesiólogo mantiene la presión de forma tridimensional y espera los acontecimientos. El tiempo de espera varía entre un paciente y otro, realizado en la misma zona. **Por lo general, el tiempo mínimo es de un minuto y medio a tres minutos.** El Kinesiólogo, todo el tiempo concentrado, atento y preparado ante cualquier tipo de movimiento en cualquier dirección, espera la respuesta del cuerpo al impulso mecánico que el realiza.

A través de diferentes vías de comunicación, finalmente, la plasticidad del tejido y los cambios tixotrópicos, probablemente a través de un intercambio energético según la teoría de la piezoelectricidad, permite o, mejor dicho, induce el movimiento, cuya dirección es impredecible.

Puede ser que las manos del Kinesiólogo se separen entre sí, cosa que ocurre con gran frecuencia, pero puede ser que se hundan o que una se dirija,

realizando un giro, en una dirección y la otra en la dirección contraria; el Kinesiólogo debe seguir ese movimiento. Nunca se debe forzar el movimiento en la dirección preestablecida por el Kinesiólogo, sino que se debe seguir en la dirección que nos indica el cuerpo. Puede ser que la dirección de estos movimientos sea la misma en cada uno de los niveles o que los movimientos se realicen en otra dirección, incluso, a veces, en la dirección opuesta.

El Kinesiólogo debe seguir este o estos movimientos hasta encontrar la próxima barrera de la restricción. Una vez en la nueva barrera, debe detenerse y mantener la misma fuerza de presión. Luego se repite el procedimiento inicial y se espera hasta que se produzca la próxima liberación. **Se debe vencer, de esta manera, un mínimo de tres a seis barreras consecutivas.**

El tiempo de espera entre una liberación y la otra, entre el vencimiento de una barrera y la otra, varía dependiendo del tipo, la profundidad y la madurez de la restricción. Es posible que después de la tercera liberación el movimiento se vuelva continuo, es decir, no habrá tiempo de espera en una barrera, sino que se liberara una barrera tras otra de una manera fluida y continua. No hay un límite de tiempo para la aplicación de las técnicas profundas.

#### ❖ **TECNICA TELESCOPICA**

La fascia responde a dos tipos de impulso mecánico, el de la compresión y el de la tracción. En la técnica de manos cruzadas se explicó la respuesta de la fascia al estímulo de compresión. En la aplicación de la técnica telescópica, nos guiamos por la respuesta al estímulo del estiramiento. Las técnicas telescópicas se realizan en las extremidades. Se puede aplicar la técnica de una manera global

(sobre toda la extremidad), o de una manera parcial, sobre un segmento. La aplicación de la técnica está indicada en situaciones de restricciones poco específicas con presencia de dolores dispersos en diferentes partes de la extremidad, o en situaciones en las que la evaluación inicial de las patologías miofasciales no lleva a un diagnóstico preciso, y también como una técnica complementaria a las técnicas locales.

Para aplicar la técnica, el Kinesiólogo suspende con sus manos la extremidad a tratar y lentamente inicia la aplicación de una suave tracción a lo largo del eje del cuerpo del paciente. El Kinesiólogo extiende sus codos y suspende el peso de su cuerpo sobre la extremidad tratada; en ningún momento se debe aplicar una fuerte tracción. Es el peso del cuerpo del Kinesiólogo el que realiza la tracción, y no la fuerza de los músculos de sus brazos. Solamente esta forma de aplicación permite al Kinesiólogo percibir y facilitar correctamente el proceso de liberación longitudinal telescópica. Aunque parezca que es una técnica poco específica, su resultado si es muy específico, ya que la liberación se produce justo en el sitio de la restricción real.

Durante la aplicación de la técnica, puede producirse una elongación lenta y progresiva, así como también un movimiento de salto repentino, a veces acompañado por un sonido seco de desprendimiento. El paciente puede experimentar una sensación de estiramiento o una repentina sensación de calor, que a veces está acompañada por enrojecimiento de la piel: respuesta vasomotora.

El Kinesiólogo debe esperar tres liberaciones telescópicas consecutivas. Después de percibir la sensación de estas tres liberaciones, el Kinesiólogo debe estar muy atento a cualquier tipo de intención de movimiento de la extremidad. Se

realiza el movimiento de abducción acompañado por los movimientos complementarios de rotaciones, consecuencia de los ajustes en todos los niveles articulares consecutivos (muñeca, codo, hombro). Por lo general, el movimiento es progresivo, y entre la combinación de abducción, rotaciones y flexión la extremidad avanza con él en dirección hacia la abducción. El Kinesiólogo no realiza el movimiento, sino que mantiene la tracción hacia la abducción. El Kinesiólogo no realiza el movimiento, sino que mantiene la tracción constante, facilitándolo.

Durante la aplicación de la técnica, el cuerpo del Kinesiólogo se comporta como un péndulo. El progreso del movimiento de abducción y flexión no siempre se realiza de una manera directa. Es posible que el movimiento de abducción se realice, por ejemplo, demasiado rápido, y el grado de flexión no sea el apropiado para el avance del movimiento. El Kinesiólogo debe detectar la corrección. El objetivo final es realizar todo el movimiento de circunducción de la extremidad en la medida en que las cualidades del tejido periarticular lo permitan. Por ejemplo, en presencia de patologías de hombro, será imposible realizar el movimiento completo de circunducción. La aplicación de la técnica finaliza al regresar al punto de partida y colocar al brazo en posición neutra. Tratándose de la aplicación de una técnica profunda, al finalizarla, el Kinesiólogo debe proceder según las instrucciones descritas para la técnica de manos cruzadas.

#### **I.5.10.- CONTRAINDICACIONES**

Anteriormente hemos ubicado a las técnicas de la inducción miofascial dentro de la familia de las terapias manuales. Hay que recordar que las terapias

manuales pertenecen al grupo de los tratamientos kinésicos. Por estas razones, las contraindicaciones para la aplicación de las técnicas de inducción miofascial deben analizarse en el contexto de las contraindicaciones generales de la aplicación de la kinesioterapia. Entre las contraindicaciones específicas para la aplicación de la inducción miofascial debemos mencionar:

### **Contraindicaciones absolutas**

- Aneurismas
- Fracturas de los huesos y lesiones agudas de los tejidos blandos
- Heridas abiertas
- Pacientes en tratamiento con córticoesteroides (esperar hasta 2-3 meses)
- Estados febriles
- Pacientes hemofílicos
- Tumores malignos
- Leucemia
- Pacientes con cáncer del sistema linfático
- Estados inflamatorios de los tejidos blandos en etapa aguda
- Enfermedades infecciosas
- Osteoporosis
- Deficiencias circulatorias agudas
- Terapia anticoagulante
- Diabetes avanzada
- Hemofilia

- Flebitis avanzada
- Osteomielitis
- Hematomas
- Hipersensibilidad de la piel
- Falta de aceptación de las técnicas por parte del paciente

### **Contraindicaciones relativas**

- Arteriosclerosis avanzada
- Enfermedades autoinmunitarias
  - Lupus (en la etapa aguda)
  - Artritis reumatoide aguda
  - Esclerodermia (en la fase aguda)
- Espóniloartrosis anquilosante (etapa aguda)
- Pacientes con enfermedades maniacodepresivas
- Parálisis cerebral ( en estados muy graves)
- Trombosis
- Epilepsia (evitar hiperventilación)
- Pacientes sometidos a cirugía plástica (se debe esperar 6 meses)
- Dolor de cabeza y jaquecas no diagnosticadas
- Pacientes con tensión extremadamente alta
- Avanzada inestabilidad de la columna vertebral
- Condiciones ginecológicas especiales
  - DIU

- Menstruaciones abundantes
- Embarazo (no aplicar la técnica durante los primeros 3 meses, y evitar la aplicación de las técnicas sobre el vientre materno durante el resto del embarazo) <sup>19</sup>

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LA LITERATURA

Con el fin de obtener mayor información acerca de nuestro tema de investigación se recurrirá a una búsqueda sistemática de información utilizando diferentes medios de búsqueda para lograr el objetivo planteado.

El primer paso es plantear una pregunta de búsqueda para acotar la información acerca de nuestro tema, la cual quedó de la siguiente forma:

*¿Cuál es la efectividad de la inducción miofascial mas stretching en el tratamiento de la musculatura espástica en términos de mejorar la funcionalidad en pacientes hemipléjicos?*

Como área de estudio epidemiológico identificamos la terapia y los estudios que podrían responder la pregunta son las revisiones sistemáticas, ensayos clínicos y guías de práctica clínica.

### II.- ESTRATEGIAS DE BUSQUEDA

#### II.1.- TERMINOS DE BUSQUEDA

Para la búsqueda de la información se definieron las siguientes palabras claves que nos ayudaran a definir y acotar la información acerca del tema.

- HEMIPLEJIA
- ESPASTICIDAD

- STRETCHING
- TERAPIA MANUAL
- INDUCCION MIOFASCIAL

#### Términos Mesh

Las palabras claves fueron buscadas como terminos Mesh, encontrando 4 de las 5 indexados en ella. Solamente el termino inducción miofascial no está en la biblioteca. Fueron utilizadas cuando la búsqueda lo ameritaba.

- [Hemiplegia]
- [MuscleSpasticity]
- [PhysicalTherapyModalities]
- [MuscleSpasticity]
- [Muscle Stretching Exercises]

#### Términos pareados

Para realizar la búsqueda en las bases de datos se introdujimos los términos antes nombrados de forma pareada con el operador boleano AND.

- [Hemiplegia]; [MuscleSpasticity]; [PhysicalTherapyModalities]; [Muscle Stretching Exercises]
- [MuscleSpasticity]; [Muscle Stretching Exercises]
- [MuscleSpasticity]; [PhysicalTherapyModalities]
- [Hemiplegia]; [PhysicalTherapyModalities]

## **II.2.- BASES DE DATOS**

Las bases de datos consultadas fueron:

- Medline a través de Pubmed
- PEDro

### Resultados de la búsqueda en base de datos

Al realizar la búsqueda en la base de datos Pubmed con los términos emparejados y estableciendo los límites de búsqueda: Ensayos Clínicos, Meta-Análisis, Ensayos controlados randomizados y adultos mayores a 19 años, no arrojaron resultados que respondían nuestra pregunta de investigación

Luego que la búsqueda no fue satisfactoria decidimos no establecer límites, lo que dio como resultado dio dos artículos que sin ser específico para responder nuestra pregunta de investigación, si lo eran para desarrollar el marco teórico y enfocarnos en la realización de la intervención.

En PEDro se realizó una búsqueda simple con los términos emparejados antes propuestos, arrojando ningún resultado favorable para la búsqueda.

## **II.3.- BUSQUEDA MANUAL**

- TEXTOS
- REVISTAS ELECTRONICAS

En un principio, la búsqueda fue enfocada a recolectar información sobre los tratamientos en base a la terapia manual de la musculatura espástica en pacientes hemipléjicos, las cuales van orientadas hacia la utilización del stretching y las técnicas de inducción miofascial como herramientas válidas para el

tratamiento de estos pacientes. Para ello, se utilizaron principalmente textos obtenidos en la biblioteca de la facultad de medicina de la Universidad de la Frontera y otros obtenidos en la red, además se consultaron revistas electrónicas acordes al tema de investigación.

### **II.3.1.- Textos utilizados:**

- *Ejercicio terapéutico: fundamentos y técnicas.* Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby
- *Terapias Miofasciales: Inducción Miofascial. Aspectos teóricos y aplicaciones clínicas.* Andrzej Pilat.
- *Evaluación Clínica y Tratamiento de la Espasticidad.* Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física. Coordinador: Francisco Garcia.
- *Hemiplejia del adulto. Evaluación y Tratamiento.* Berta Bobath.
- *Experiencia en el concepto Bobath* Fundamentos, tratamientos y casos. Bettina Paeth Rohlf

### **II.3.2.- Revistas electrónicas consultadas:**

Debido a nuestro tema de investigación decidimos recabar información en la revista española de neurología, buscando información relacionada con los temas de espasticidad y hemiplejia.

En esta revista se encontraron artículos relacionados a nuestro tema, específicamente los que estaban acorde a la espasticidad.

El artículo seleccionado se denomina “*Guía del tratamiento integral de la espasticidad*” del Grupo Español de Espasticidad. (REV NEUROL 2007; 45 (6): 365-375), del cual se recabara parte de su información para el complemento del marco teórico de la investigación.

#### **II.4.- RESULTADOS DE BUSQUEDA**

Los resultados de la búsqueda sistemática de información en las bases de datos consultadas no arrojaron artículos acorde a nuestro tema de investigación, sin embargo encontramos 2 artículos que si bien no responden a nuestra pregunta de búsqueda se relaciona con nuestra temática a seguir en esta investigación.

#### **II.5. - ANALISIS CRÍTICO**

Bovend'Eerd y colaboradores realizaron una revisión sistemática sobre el efecto general del stretching sobre la musculatura espástica. Para ello efectuaron búsquedas entre septiembre de 2006 y enero de 2007 en las bases de datos: Medline, PEDro, Cochrane Library, Web of Science, CINAHL y AMED. Sin embargo en ninguna parte se comentó que los autores realizaron contactos personales con expertos en el área por lo que se puede haber pasado por alto estudios publicados o estudios sin publicar que hayan tenido información relevante para el estudio aumentando la probabilidad de un sesgo de publicación.

Las poblaciones de interés eran adultos con espasticidad después de cualquier trastorno neurológico central, excluyendo a los pacientes pediátricos, pacientes con enfermedad de Parkinson, los artículos que utilizaban las

modalidades de stretching mediante entablillado, ortesis, a través de soporte de peso. También los estudios en donde el estiramiento era utilizado como un método diagnóstico para la espasticidad y los estudios que examinaron los efectos de los movimientos articulares pasivos sin la aplicación de stretching. Se enfocaron en incluir los estudios en donde el stretching era la variable independiente e incluyendo solamente los que trataban al stretching como una intervención en todas sus modalidades.

Los autores clasificaron los estudios en tres clases (I, II, III), siendo los artículos de clase I ECAS y estudios prospectivos cuasi-aleatorio y las clases II y III todos los otros diseños conocidos. La calidad metodológica fue evaluada de forma independiente por dos investigadores, de los cuales uno de ellos desconocía los autores, fecha de publicación y las revistas en las cuales fueron publicados los artículos, además los desacuerdos fueron resueltos en reuniones de consenso, eso sí que sin la participación de un moderador. Este último punto nos llama la atención ya que al no existir un moderador externo al estudio pueden producirse discrepancias de consenso que serán resueltas sin una visión diferente a las de los participantes de las reuniones.

Los resultados del estudio nos dan a conocer que de los artículos de clase I (10 en total), 6 informaron resultados estadísticamente significativos a la aplicación del stretching. En tres de estos estudios, la rigidez disminuye después de los estiramientos, un estudio de mejora de control de movimiento, otro desarrollo de la contractura se desaceleró, y finalmente en un estudio de estiramiento después de las contracciones excéntricas impidió un aumento de la

excitabilidad de las motoneuronas. De 11 estudios de clase II y III, 10 informaron resultados positivos después del estiramiento, tales como la disminución de la amplitud electromiográfica, excitabilidad de las motoneuronas y la rigidez, también informaron sobre el aumento de la contracción voluntaria máxima, y el ROM. Finalmente los artículos restantes una mejora en el patrón de marcha, la reducción de consumo de energía y del esfuerzo percibido durante la marcha, también un artículo informo sobre el aumento de la velocidad al caminar y una mejora en la sensación subjetiva después de la aplicación del stretching.

Pero ¿pueden aplicarse a la asistencia de mis pacientes? Aunque los resultados son alentadores para la utilización de la intervención en pacientes espásticos, son muchas las dudas que nos deja la revisión en cuanto a la aplicación de la técnica, por ejemplo no existe una especificación sobre el tipo de stretching empleado, la duración, la intensidad ni la dosis de este, además no queda claro los efectos a largo plazo de la técnica. Además la diferente calidad metodológica de los estudios hace que los resultados no sean similares entre uno y otro.

Los criterios de inclusión, no especifican que tipo de espasticidad aqueja a los pacientes ni la edad de estos, por lo cual no sabemos el real impacto de la técnica en pacientes que tengan la enfermedad de larga data. Por último ninguno de los estudios examinados han considerado los efectos adversos del stretching y sus posibles efectos sobre la espasticidad, intensidad excesiva, dolor y la posición equivocada podría afectar a los espasmos de una manera negativa.

Como conclusión podemos decir que hay pocos estudios de buena calidad que investigan los reales efectos del stretching sobre la espasticidad y que existe una gran heterogeneidad entre los distintos estudios en cuanto a la metodología y la intervención. En la literatura existen pruebas positivas que apoyan los efectos del stretching en la espasticidad pero hay muchas variables que necesitan ser investigadas para poder dar una respuesta optima a la utilización de la técnica. Es este punto el que nos llama la atención del artículo y nos sirve como una guía para realizar la intervención en nuestros pacientes, ya que es necesario determinar el real efecto de la técnica a largo plazo, el número de intervenciones, la dosis y la intensidad. Por lo tanto debe detallarse lo más posible la intervención que se realizara a los pacientes para poder demostrar el verdadero valor de esta en la espasticidad.

## CAPITULO III

### PROPUESTA DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

#### III.1.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Es efectiva la combinación de inducción miofascial y stretching en comparación al stretching por si solo en el tratamiento de la musculatura espástica del miembro superior, en el aumento de la funcionalidad, de pacientes hemipléjicos en estadio espástico grados I y II según escala de Ashworth, que asisten a tratamiento en el HHHA de Temuco durante el periodo Marzo-Agosto 2012?

#### III.1.1.- OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

##### III.1.1.1.- OBJETIVO GENERAL

- Determinar la efectividad de la aplicación de inducción miofascial más stretching en el tratamiento de musculatura espástica del miembro superior, en comparación al stretching por sí solo, en el aumento de la funcionalidad de pacientes hemipléjicos, en estadio espástico grados I y II según escala de Ashworth.

### **III.1.1.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la efectividad de la inducción miofascial más stretching en la mejoría de la independencia funcional en pacientes hemipléjicos en estadio espástico grados I y II según escala de Ashworth.
- Determinar la efectividad de la inducción miofascial más stretching en el aumento de rango articular de hombro, codo y muñeca y dedos de las manos en pacientes hemipléjicos en estadio espástico grados I y II según escala de Ashworth.
- Determinar la efectividad de la inducción miofascial más stretching en la disminución del tono muscular de la musculatura espástica del miembro superior en pacientes hemipléjicos en estadio espástico grados I y II según escala de Ashworth.
- Determinar la efectividad de la inducción miofascial más stretching en la disminución del dolor en pacientes hemipléjicos en estadio espástico grados I y II según escala de Ashworth.

### **III.2.- JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

En la actualidad existen un sin número de enfermedades que conllevan un deterioro de la calidad de vida de las personas que las poseen. Estas enfermedades cursan con etapas que a la larga se vuelven invalidantes para las personas. Unas de estas enfermedades es el accidente cerebro vascular (ACV) que se producirá por la interrupción repentina del flujo sanguíneo, debido a oclusión o ruptura de vasos

intracerebrales, determinando muerte neuronal del territorio afectado y por ende la zona del cuerpo que este controla.

Esta enfermedad es tiene una incidencia que va en aumento. Un estudio poblacional PISCIS realizado en Iquique entre 2000-2002, entregó datos relevantes acerca de la incidencia de este evento en la población estudiada, en la cual se encontró una incidencia de ACV total de 130 por 100.000 habitantes año. La incidencia del primer episodio de infarto cerebral fue de 60 por 100.000 habitantes año. Un 93% de los infartos cerebrales nuevos se produce en personas mayores de 45 años; edad media 66.5 años y 56% de ellos en hombres.<sup>20</sup>

Tomando en cuenta lo anterior es que el padecer este tipo de enfermedad se vuelve un problema de salud pública que es necesario prevenir. Varias son las consecuencias que se pueden desprender de un ACV como es la hemiplejia en la cual se sufre de la pérdida de la función motriz voluntaria de la mitad del cuerpo, repercutiendo de manera importante en la funcionalidad de estos pacientes, ya que, al no contar con un cuerpo en equilibrio no podrá realizar actividades comunes al ser humano.

Otra de las complicaciones generas a partir de un ACV es la espasticidad, producto del aumento del tono muscular, que va a potenciar alteraciones en la funcionalidad de ambas extremidades, las cuales responden con patrones espásticos que dificultan la movilidad del miembro afectado. En el miembro superior se presenta un patrón espástico caracterizado por ser en aducción y rotación interna de hombro, flexión de codo, pronación de antebrazo y flexión de muñeca y dedos, que claramente afecta la coordinación del complejo hombro, codo, mano.

Estas alteraciones de las extremidades van a generar que en el miembro superior se implante un deterioro en la calidad de la función de las personas aquejadas ya que se verá mermada la posibilidad de realizar actividades tanto gruesas como aquellas que requieren un control más fino. Estas complicaciones repercuten en la calidad de vida de estas personas, imposibilitándolas para realizar las mínimas actividades que para el común de la gente no son ninguna complicación.

Las complicaciones que conlleva sobrevivir a un ACV van a repercutir de manera importante en la calidad de vida de las personas, repercutiendo en todos los ámbitos que el concepto engloba, ya que se altera de manera importante la función de la parte del cuerpo aquejada, por lo tanto se es necesario atacar el problema lo más pronto posible para así poder generar cambios que lleven al paciente a sobrellevar de mejor manera su condición.

Por lo tanto inserto en este marco de referencia resulta útil complementar el tratamiento estándar o base de esta patología con alguna técnica que pueda mejorar más aun las complicaciones que genera un ACV, especialmente las que nacen de la hemiplejia, específicamente en su estadio espástico.

La técnica de inducción miofascial se considera útil para poder generar cambios a nivel de la musculatura, en la cual se generan liberaciones del sistema fascial que envuelve al músculo, liberando a este para poder favorecer la actividad funcional de mejor manera frente a los requerimientos a los que se ve enfrentado.

Esta técnica se puede complementar al uso de los estiramientos musculares que se realizan en el tratamiento base de la hemiplejia, ya que es sabido que con los estiramientos o elongaciones se producen cambios a nivel de fibras musculares en las cuales se disminuye la tensión de estas y el músculo pueda recorrer una mayor extensión y una mayor amplitud de movimiento. La inducción miofascial permite que el músculo pueda recorrer esta mayor extensión, ya que libera a este de la presión que ejerce la fascia, la cual al estar más próxima al músculo no lo permite.

Con estas técnicas se esperan que aumenten los rangos de movimientos de las articulaciones involucradas, además de disminuir la tensión muscular, que repercute en un aumento de la funcionalidad del miembro afectado y que obviamente vaya a generar un impacto en la calidad de vida de los pacientes.

### **III.3.- DISEÑO DEL ESTUDIO**

Los estudios epidemiológicos son clasificados, según se asigna la exposición, en experimentales y observacionales. La característica principal de los estudios experimentales es que el investigador asigna en forma aleatoria a la exposición <sup>21</sup>

Dentro de la inmensa posibilidad de estudios a realizar, el Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado Enmascarado es el diseño ideal para llevar a cabo nuestro estudio, ya que en cuanto a las características que estos presentan, existe un alto grado de evidencia científica, nos permite realizar la comparación entre dos grupos

en cuanto a la terapia que se quiere implementar y evitan los potenciales sesgos durante la colección de datos y su evaluación posterior.<sup>22</sup>

El objetivo del presente estudio es comprobar si la aplicación la técnica de inducción miofascial en combinación con el stretching es efectiva para optimizar el trabajo kinésico en el tratamiento de la musculatura espástica del miembro superior en pacientes hemipléjicos post ACV, los cuales serán separados en dos grupos; en donde existirá un grupo experimental que recibirá la aplicación de la combinación de estas dos técnicas más el tratamiento kinésico base para hemipléjicos, y un grupo control que recibe la aplicación del stretching por si solo mas el tratamiento kinésico base.

### **III.3.1.- ENSAYO CLINICO**

El ensayo clínico es un estudio de tipo experimental y prospectivo, donde el investigador realiza una intervención para luego medir resultado y comparar los efectos y el valor de una o más intervenciones, versus un control, en seres humanos el cual recibe una o ninguna intervención y los resultados de esta sujetos a conveniencia pueden ser extrapolados a la población en general.

Los ensayos clínicos también son estudios analíticos, que nos permiten y nos da la capacidad de razonar sobre la hipótesis que planteamos, pudiendo esta ser aprobada o descartada según los resultados y el análisis que se obtengan de estos.<sup>23</sup>

### **III.3.2.- CARACTERISTICAS DEL ENSAYO CLINICO**

**Controlado:** El investigador diseña un protocolo de investigación en el que define mecanismos de control que operarán antes y durante el desarrollo de la fase experimental con el objeto de cautelar la seguridad del sujeto de experimentación.

**Aleatorizado:** La asignación de los sujetos a la exposición se realiza en base al azar, cada sujeto tiene la misma probabilidad de pertenecer a un grupo o a otro.

**Enmascarado:** Se refiere a que los pacientes, los tratantes, los evaluadores u otros participantes del estudio, no conocen la intervención a la que está sometido cada paciente.

### **III.3.3.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

#### **Ventajas**

- Son Estudios experimentales controlados, donde el investigador diseña un protocolo de investigación, en el cual define los mecanismos de control que regirán antes y durante el desarrollo de la fase experimental con el objeto de cuidar la seguridad de los pacientes del estudio en experimentación.
- Son estudios prospectivos; la ejecución del estudio ocurren a lo largo del tiempo, durante un periodo definido y estimado conveniente por el investigador, quien participa desde el inicio de inicio, manipulando la variable independiente, hasta el final del experimento, analizando la variable dependiente y que resultado aporta esta.

- El ensayo clínico controlado, dentro de sus ventajas es el único diseño de investigación que nos permite comprobar hipótesis causales.
- Los ensayos clínicos por el hecho de ser estudios experimentales permiten caracterizar la naturaleza preventiva o terapéutica de diferentes intervenciones médicas.
- Los ensayos clínicos, al ser estudios experimentales nos permiten conocer y cuantificar la aparición de efectos colaterales o secundarios no deseados, por consecuencia de la intervención del estudio que se realiza.

### **Desventajas.**

- Su alto grado de complejidad al momento de realizarlos, ya que manipular la variable independiente, determinar causalidad y experimentar con seres humanos otorga a los ensayos clínicos un alto grado de complejidad.
- Complejidad: La posibilidad de manipular la variable independiente, determinar causalidad y experimentar en seres humanos, confiere a los ensayos clínicos un alto grado de complejidad.
- Los ensayos clínicos experimentales tienen un alto costo, ya que requieren el uso de productos biológicos, farmacológico o procedimientos terapéuticos y de control y monitoreo o seguimiento, todos estos implican la demanda de gastos.
- Generan una gran demanda de tiempo para realizar este tipo de estudio.<sup>22</sup>

## CAPITULO IV

### MATERIAL Y METODO

#### IV.1.- MUESTRA DEL ESTUDIO

Para realizar este tipo de estudios es necesaria la identificación de la población diana, a la cual va dirigida el estudio y la población accesible, es decir, la que se encuentra disponible para la realización de la investigación.

**IV.1.1.- POBLACIÓN DIANA:** Es el grupo de personas o población a la cual va proyectado el estudio, en el caso de nuestro estudio está enfocado a todas las personas hemipléjicas que se encuentren en estadio espástico, como resultado de haber sufrido un accidente cerebrovascular.

**IV.1.2.- POBLACIÓN ACCESIBLE:** Es el subconjunto de pacientes de la población diana que se define por las características específicas necesarias disponibles para el estudio, esta estaría dada en nuestro caso por los habitantes de la comuna de Temuco que asistan al Hospital Hernán Henríquez Aravena por tratamiento kinésico de la hemiplejia en el periodo Marzo a Junio año 2012.

### IV.1.3.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

#### IV.1.3.1.- Criterios de inclusión.

- Pacientes hemipléjicos con grados de espasticidad 1 y 2 según la escala de Ashworth.
- Pacientes con hemiplejia instaurada en su brazo dominante.
- Pacientes entre un rango de edad de 18 a 65 años.
- Curso de la espasticidad instaurada no mayor a 6 meses.
- Haber firmado el consentimiento informado.(Ver Anexo N° 6)

**Tabla N°1:** Criterios de Inclusión.

#### IV.1.3.2.- Criterios de exclusión

- Haber recibido tratamiento médico para la espasticidad (medicación, inyecciones de toxina botulínica A, operaciones).
- Alteraciones cognitivas.
- Enfermedades asociadas como HTA, Diabetes, Insuficiencia Cardíaca.

**Tabla N°2:** Criterios de Exclusión.

#### **IV.1.4.- ESTIMACIÓN DE TAMAÑO DE MUESTRA**

La muestra constituye un subconjunto de las unidades que componen la población. En el cálculo del tamaño de la muestra en estudios analíticos, como lo es el Ensayo Clínico <sup>24</sup>

Al no existir estudios previos que nos pudieran orientar acerca de cuantos pacientes se requieren para la implementación de la técnica se procedió a conocer la opinión de las personas expertas en el área para poder determinar aproximadamente un estimativo de muestra.

Para la realización de nuestro estudio se ocupara un tamaño de muestra de 44 pacientes, todos con las características necesarias para poder entrar al estudio.

#### **IV.1.5.- ASIGNACIÓN ALEATORIA**

La aleatorización se puede definir como la asignación por medio del azar de los individuos de investigación a uno de dos o más grupos de intervención, con el objetivo de comparar estas intervenciones sobre las variables de desenlace que son de interés.

El fin de este proceso persigue disminuir las diferencias que puedan generarse al constituir los distintos grupos de individuos a los que se asignarán las intervenciones. Se recurre a la aleatorización para lograr que las diferencias naturales existentes entre los individuos puedan quedar igualmente distribuidas en los diferentes grupos de experimentación.

Esta aleatorización requiere una base sobre el azar para asignar las intervenciones ya que de esta forma se obtendrán pruebas válidas de significancia estadística.

Tratando de limitar la posibilidad de desbalances en la asignación de tratamientos, de generar secuencias repetidas largas de una misma maniobra y de balancear en la medida de lo posible algunos de los sesgos inherentes al proceso de aleatorización simple se creó el método de *aleatorización en bloques balanceados*. En este método se ensambla una serie de bloques, formados por un número determinado de celdas, en las cuales se incluyen los distintos tipos de tratamiento. El número de bloques estará determinado por el número de participantes a incluir en el estudio y el número de celdas que se haya decidido incluir en cada bloque.

Cada bloque contendrá en cada celda una de las alternativas de tratamiento y dentro de cada bloque deberá existir un número balanceado de los posibles tratamientos.<sup>21</sup>

#### **IV.1.6.- ENMASCARAMIENTO**

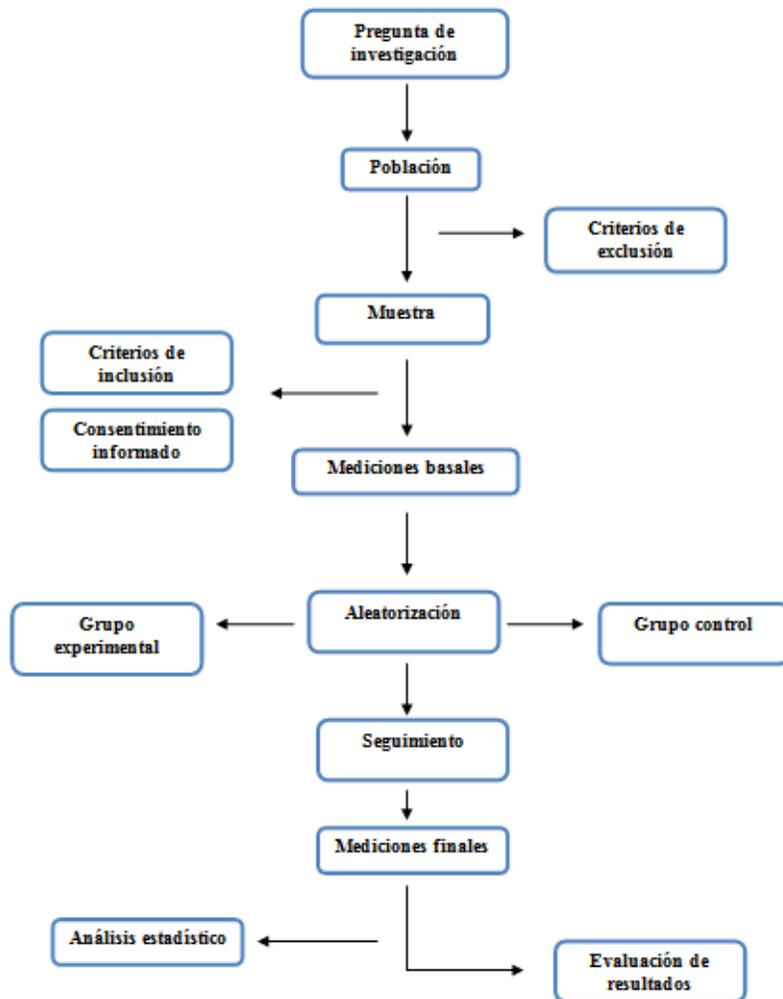
El enmascaramiento es una condición impuesta sobre un procedimiento específico para intentar guardar el conocimiento del tratamiento asignado, el curso del tratamiento u observaciones previas.<sup>25</sup>

El conocimiento de las intervenciones que se realizaran, puede influir las actitudes de los sujetos involucrados en la investigación; del operador que administra dicha intervención, de los sujetos que recibe la intervención y del

analista de resultados que procesa la información resultante de la intervención. Este procedimiento previene determinados sesgos en las diversas etapas del ensayo clínico y protege la secuencia después de la asignación al grupo de tratamiento.

Ya que es indispensable, por el tipo de intervención, que los sujetos tratantes conozcan las terapias que deben aplicar a cada paciente, éstos no podrán ser enmascarados. Además los pacientes tampoco podrán ser enmascarados ya que se someterán a intervenciones diferentes entre los dos grupos, y podrían comentar las diferencias en el tratamiento por lo cual el enmascaramiento no sería válido. Por lo tanto se procederá a realizar un enmascaramiento ciego simple, sometiendo a cegamiento solo a la persona que realice las mediciones.

#### IV.1.7.- FLUJOGRAMA



**Figura N° 13:** Flujograma

## IV.2.- VARIABLES DEL ESTUDIO

### IV.2.1.- DE RESULTADOS.

#### IV.2.1.1.- Aumento de la Funcionalidad:

**Tipo de variable:** Cuantitativa continúa

**Unidad de medida:** Puntaje de acuerdo a escala

**Instrumento de medición:** Prueba de acción del brazo (ARAT).

#### **Tabla N°3:** *Variable Funcionalidad.*

ARAT es una prueba observacional para determinar la función del miembro superior. Descrita por primera vez en 1981 como una modificación del test de función de la extremidad superior (UEFT). Fue diseñado para evaluar la recuperación de la extremidad superior después del daño cortical.

La administración de la prueba dura aproximadamente 10 minutos (de Weerdt y Harrison 1985). No requiere un entrenamiento previo para realizarla, pero si un equipamiento especializado consistente en bloques de madera de diferentes tamaños, pelota de cricket, una piedra, una jarra con un vaso, un tubo, un perno con su arandela (anillo metálico), un rodamiento, y una canica).

La prueba consta de 19 ítems agrupados en subtest (agarrar, tomar, pellizcar, y la movilidad gruesa del brazo), el rendimiento en cada test se mide en una escala de 4 puntos que van desde 0 (no hay movimiento posible) a 3 (movimiento realizado con normalidad).

Si el paciente realiza al primer intento la prueba más difícil de un subtest, no es necesario realizar las siguientes y se le atribuye haber obtenido puntaje máximo (3 pts) en todos los artículos del subtest.

Si el puntaje del paciente es menor a 3, entonces se evalúa el segundo ítems del subtest. Si los pacientes obtienen una puntuación de 0, entonces no es probable que obtengan una puntuación superior para el resto de los elementos y se les atribuye el mínimo puntaje (0 pts) para el resto de los ítems del subtest y el evaluador continúa con el test siguiente. (Ver Anexo N° 2)

La puntuación máxima obtenible es de 57.

Cuando hablamos de Fiabilidad y validez para este test encontramos en la literatura que en estudios realizados en pacientes con accidente cerebro vascular se ha demostrado ser alta (muy buena) ( $ICC > 0,98$ ). En este mismo estudio también se propone como la mínima diferencia clínicamente significativa un aumento del 10% del rango total de la escala (es decir, 5,7 puntos).<sup>26</sup>

#### IV.2.1.2.- Aumento de Independencia Funcional:

**Tipo de variable:** Cuantitativa continúa

**Unidad de medida:** Puntaje de acuerdo a escala

**Instrumento de medición:** Medida de Independencia Funcional (FIM).

#### Tabla N° 4: *Variable Independencia Funcional.*

El FIM, es el instrumento de mayor aceptación entre los profesionales que trabajan en el área de la rehabilitación para evaluar la funcionalidad en individuos a partir de los 7 años de edad.<sup>20</sup> Este instrumento de medición fue desarrollado entre 1984 y 1987 durante un estudio que examinó la mayor cantidad de escalas de evaluación funcional publicadas y no publicadas ya existentes, con el objetivo de resolver el problema de la falta de medición uniforme sobre la discapacidad y resultados en rehabilitación. El FIM permite evaluar periódicamente los cambios

que se producen en el paciente durante su participación en un programa de rehabilitación como también medir los resultados globales de eficiencia de estos programas <sup>27</sup>

Este instrumento de evaluación cuenta con 18 ítems, 13 relacionados con actividades motoras y 5 relacionadas con habilidades cognitivas, que abarcan las áreas de autocuidado, control de esfínteres, transferencias, deambulación y relaciones sociales. Cada uno de sus ítems puede ser evaluado en forma separada utilizando una escala ordinal de 7 niveles, donde 7 corresponde a independencia total y el nivel 1 a dependencia total, en términos de intensidad de la asistencia necesitada por el paciente de parte de otra persona.

Los ítems del FIM pueden ser sumados para crear el FIM total. Al sumar los puntajes obtenidos en cada ítem la puntuación total oscila entre 18 y 126 puntos, que reflejan la cantidad de asistencia necesitada por el individuo para realizar sus AVD. (Ver Anexo N° 3)

La evaluación de sus propiedades sicométricas lo han calificado de confiable, válido y sensible a los cambios experimentados por los pacientes en rehabilitación. Se ha demostrado en la literatura que el FIM presenta un nivel aceptable para la confiabilidad interobservador, aumentando con el grado de entrenamiento o experiencia en su uso por parte de las personas que lo aplican.

Dodos et al (1993) reportaron una alta consistencia interna (alfa  $\text{conbach}=0,83$ ) para esta evaluación. Por otra parte, Ottenbacher et al (1996) realizaron un metanálisis para examinar la confiabilidad test-retest del instrumento, obteniendo un CCI de 0.95.

IV.2.1.3.- Disminución de la Espasticidad:

**Tipo de variable:** Cualitativa ordinal

**Unidad de medida:** Puntaje de acuerdo a escala

**Instrumento de medición:** Escala de Ashworth

**Tabla N°5:** *Variable Espasticidad.*

La escala de Ashworth modificada evalúa la espasticidad en diferentes articulaciones según se encuentre en MMSS o en MMI. Mide la resistencia de los músculos mientras el examinador realiza movimientos pasivos de estos. La escala original que incluye 5 grados desde el 0 al 4, luego al añadirse un grado intermedio de 1+ (escala modificada) definiéndose este grado como un ligero tope y una resistencia continuada mínima a lo largo del rango <sup>28</sup> . Los resultados de esta escala se expresan con la numeración correspondiente al grado de espasticidad que presente el individuo posterior a la medición. Estos resultados son: 0, 1, 1+, 2, 3 ó 4. (Ver Anexo N° 1)

Los resultados se hacen significativos cuando existe un cambio entre un grado y otro.

IV.2.1.4.- Aumento del Rango articular

**Tipo de variable:** Cuantitativa continúa

**Unidad de medida:** Grados

**Instrumento de medición:** Goniómetro

**Tabla N° 6:** *Variable Rango Articular.*

Una de las complicaciones más habituales de la espasticidad son los acortamientos musculares (frecuentes en los músculos biarticulares) y las

contracturas. El balance articular se relaciona con la espasticidad. A mayor espasticidad, menor es el balance articular. El goniómetro se utiliza para la medición de los balances articulares activos y pasivos. El goniómetro puede ser manual o electrónico, este último sobre todo utilizado en las investigaciones clínicas.<sup>12</sup>

La goniometría se aplicara a las articulaciones del miembro superior (hombro, codo, muñeca y dedo pulgar) midiendo en estos todos los movimientos posibles de realizar a través de un goniómetro manual y convencional.

En el hombro se medirán los siguientes movimientos: Flexión, Extensión, Abducción, Aducción, Rotación Interna, Rotación Externa.

En el codo se medirán los siguientes movimientos: Flexión, Extensión.

En la muñeca se medirán los siguientes movimientos: Flexión, Extensión, Pronación, Supinación, Ulnarización, Radialización.

En los dedos se medirán los siguientes movimientos: Flexión y Extensión.

Los resultados se volverán significativos cuando existe un aumento del 10% entre las mediciones basales y las finales.

(Ver Anexo N° 4)

#### IV.2.1.5.- Disminución del Dolor:

**Tipo de variable:** Cuantitativa continúa

**Unidad de medida:** Puntaje en escala

**Instrumento de medición:** Escala visual Análoga (E.V.A)

#### Tabla N° 7: Variable Dolor.

Esta variable se medirá a partir de la intensidad de dolor que sufra el paciente mediante la escala visual análoga (E.V.A), la cual tiene dos caras, una de ellas visible al paciente, donde se encuentra en un extremo la frase “ningún dolor” y en el otro “ el peor dolor que haya sentido”. Por el otro lado de la escala se encuentra la graduación de 0 a 10 cm, la cual sirve a los investigadores para cuantificar el dolor que refiere o siente el paciente. La escala presenta una sensibilidad de 1mm. Para que la disminución del dolor sea significativa, la diferencia clínica mínimamente importante debe ser de 1.2 mm.<sup>29</sup> (Ver Anexo N° 5).

#### **IV.2.2.- DE CONTROL.**

Son los factores que son controlados por el investigador para eliminar cualquier efecto que podrían tener de otra manera en los resultados de nuestra investigación. En nuestra investigación serán las siguientes:

- Edad
- Sexo
- Peso
- Talla

### **IV.3.- PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN**

Luego de tener claro cuáles son los dos grupos del estudio, con sus respectivos participantes, se procederá a realizar las evaluaciones basales, iguales para todos, importantes para determinar el real efecto final de nuestra intervención. Estas evaluaciones las realizara un kinesiólogo capacitado, externo al estudio, el cual no tiene conocimiento del grupo al que pertenecen los pacientes

Las evaluaciones a realizar serán las siguientes:

- **Evaluación de la funcionalidad del miembro superior a través de prueba de funcionalidad del miembro superior (ARAT)**
- **Evaluación de la independencia funcional a través de la medida de independencia funcional (FIM)**
- **Evaluación del tono muscular a través de la escala de Ashwoth**
- **Evaluación del rango articular de hombro, codo, muñeca y dedos por medio de goniometría**
- **Evaluación del dolor a través del EVA**

Estas evaluaciones se volverán a medir a los meses 1, 3 y 6 para poder determinar el efecto de la intervención en las variables a estudiar.

Al obtener los datos basales se procederá al reclutamiento de los pacientes a los grupos previamente determinados.

Los pacientes serán sometidos a tratamiento kinésico dos veces por semana con una duración de dos horas por sesión que se extenderá por 6 meses. (Marzo a Junio de 2012).

La intervención para cada grupo será la siguiente:

#### **IV.3.1.- Grupo de control.**

Los participantes del estudio que fueron seleccionados para formar parte de este grupo se les aplicaran el tratamiento base para un hemipléjico. Este tratamiento consta en la aplicación de las técnicas del concepto Bobath, ampliamente utilizadas para estos pacientes, las cuales serán aplicadas por un kinesiólogo experto en el área Neurokinésica y que posea una amplia experiencia en la utilización del concepto Bobath.

##### **IV.3.1.1.- Concepto Bobath**

Esta terapia desarrollada por el Dr. Karel Bobath y la Sra. Berta Bobath en los años cincuenta, es un concepto terapéutico para el tratamiento holístico de personas con alteraciones neurológicas.

El Concepto Bobath está basado, por un lado, en los avances de la neurofisiología y neurociencia, en los conocimientos sobre el control motor, el aprendizaje motor, la plasticidad neural y muscular, y la biomecánica. Y por otro lado, en la experiencia clínica de expertos y en las necesidades y/o expectativas de los pacientes <sup>30</sup>

Con este método se estimula al paciente a la comprensión del movimiento normal, utilizando todos los canales perceptivos para facilitar los movimientos, y las posturas selectivas que aumentan la calidad de la función. Su objetivo es proporcionar una serie de experiencias a través de diversos patrones de movimientos coordinados. Lo que destaca de este método es que es flexible, cambia y se adapta a las necesidades del paciente.

### **Fundamentos**

Según el concepto Bobath, postura y movimiento son términos casi idénticos: la postura en un movimiento detenido, mientras que el movimiento es una postura a la que se añade el factor tiempo, a lo que se podía añadir que la postura es el movimiento en su máxima expresión.

La postura y movimiento normal dependiendo de las características de cada individuo se basa en que el movimiento normal es la respuesta de los mecanismos centrales de control postural a un pensamiento o a un estímulo sensitivo-motor, y la respuesta de este mecanismo sirve para alcanzar la finalidad sensitivo-motriz, la cual es coordinada, adaptada y automática.

Los movimientos frecuentes se efectúan con un tono postural específico. Si este es demasiado bajo o alto, en condiciones normales puede adaptarse. Si la adaptación no es posible (en caso de lesión del SNC), el movimiento memorizado resulta difícil e incluso imposible. La función requerida ha de realizarse de nuevo, es decir de forma voluntaria. Un movimiento voluntario se realiza en un tono postural más alto que lo que se requiere normalmente, sin embargo, cuando el

SNC se encuentra lesionado, el control inhibitorio no resulta suficiente. En este caso, el movimiento se realiza adoptando patrones totales, en vez de hacerlo mediante movimientos finos y selectivos. Ello resulta antieconómico para el organismo ya que se requiere de mayor esfuerzo, el cual a su vez, aumenta el tono postural.

Tomando en cuenta lo anterior es que para la realización de los diferentes movimientos, es necesario que el tono postural pueda adaptarse a la influencia de la gravedad, la cual desencadena en la mayoría de los casos efectos distintos, ya que cambia la base de sustentación de la persona. Además, las distintas partes del cuerpo están constantemente en posiciones distintas en relación a la vertical con los desplazamientos asociados del cuerpo.

Berta Bobath desarrolló para la determinación del mecanismo de control postural las técnicas de colocación y de mantenimiento. Estas técnicas consisten en mover una pierna o un brazo del paciente a fin de notar la adaptabilidad a las relaciones cambiantes de la gravedad. Cuando son posibles, quiere decir que sus mecanismos neurofisiológicos relacionado con el control postural se encuentran intactos, en caso contrario hay que averiguar si es que se puede realizar en forma verbal diciéndole mantenga.

La construcción del tono postural requiere una actividad excitatoria del SNC que ha de quedar bajo control inhibitorio a fin de evitar una respuesta excesiva.

La base de sustentación influye en la calidad del tono postural, dependiendo del tamaño, consistencia y grado de estabilidad y movilidad. Las áreas de apoyo propias del cuerpo son: los pies (para el cuerpo que reposa sobre ellos), las rodillas (para los muslos y las partes restantes) la pelvis (para el resto del hemicuerpo superior) etc. Estas áreas de apoyo pueden ser estables o móviles.

La alineación de puntos clave es la posición relativa de estos y la base de sustentación en una interacción continua. Esta alineación determina la calidad del tono postural. Los puntos clave se definen como puntos de control del cuerpo, que influyen en forma especial en el tono postural.

En los puntos clave se encuentra un gran número de receptores que permiten una respuesta motora más rápida y que puede modificarse mejor el control postural.

La velocidad con la que se realiza un movimiento determina la calidad del movimiento. Cada fase de un movimiento se ejecuta a una velocidad determinada tratando de racionalizar al máximo el gasto energético.

Otro de los fundamentos del concepto Bobath es el referente a la **inervación recíproca normal**, que se entiende por la inervación mutua de distintas partes del cuerpo y músculos, es decir, el control consecutivo de agonistas y antagonistas complementados por sus respectivos sinergistas para la coordinación espacial y temporal del movimiento. En la posición vertical normal, todos los músculos ejercen su influencia de forma equitativa, lo que a un nivel

fisiológico supone un esfuerzo mayor, requiriéndose una modulación e inhibición que lleve a un juego armónico de los grupos musculares.

El concepto Bobath coloca énfasis en la coordinación normal del movimiento, que es la coordinación normal espacio temporal de los componentes específicos del movimiento.

### **Principios de tratamiento**

Según el concepto Bobath el tratamiento debe iniciarse con la mayor celeridad posible, para aprovechar al máximo la neuroplasticidad del SN.

El tratamiento tiene como finalidad la inhibición de los patrones anormales de movimiento, para instaurar nuevos modelos que sean más normales. En el paciente espástico no se puede obtener una coordinación más normal mientras los reflejos tónicos anómalos se encuentren activos. La inhibición se desarrolla a través de ejercicios dinámicos, en los cuales el terapeuta inhibe los componentes asociados no deseados del movimiento. En una primera fase es el terapeuta el que realiza la inhibición. A medida que el tratamiento evoluciona, el paciente aprende la forma de controlar el movimiento y sus anomalías a lo que se denomina “auto inhibición”.

En fases avanzadas del tratamiento, este se basa en el aislamiento de los movimientos en su máxima expresión llevada al campo de las actividades funcionales, por lo que el umbral de inhibición del paciente disminuye mientras que los patrones anormales van desapareciendo.

La comunicación apropiada entre el terapeuta y paciente es una parte esencial del tratamiento. Tanto la posibilidad de comunicación verbal como no verbal son de especial importancia. Para el tratamiento, son valiosos el contacto con las manos, los gestos y la mímica. Las manos del terapeuta se ponen en funcionamiento como receptores que toman gran información táctil. La observación es de gran importancia durante la exploración, sin embargo, solo puede darnos una información previa de la situación del paciente, de cómo podría ser. Si realmente es así, lo comprenderá y verificara solamente en el momento de tocar y sentir.

### **Aplicación de las técnicas**

En el paciente espástico, la inhibición y la facilitación deben ser realizadas en forma alternativa o simultánea. La actividad voluntaria del paciente solo se debe conseguir cuando se puede controlar la espasticidad.

Independientemente de la etapa en la cual se encuentre el paciente, hay que tener en mente la importancia de la reeducación motora sensorial. El paciente debe estar en consciente de las nuevas experiencias sensoriales más normales de modo que aprende a controlar sus movimientos activamente. El paciente al inicio del tratamiento no sabe que está haciendo, es decir, cuando sus miembros se encuentran bajo la influencia de la espasticidad. Hay que destacar al paciente el control inhibitorio en etapas fáciles reduciendo de forma gradual y sistemática el control ejercido por el terapeuta.

El terapeuta debe intentar obtener la respuesta más normal del paciente que está manejando. No solo es importante utilizar las técnicas correctas, si no que como utilizarlas. El tratamiento debe efectuarse lentamente de modo que el paciente pueda adaptarse y darse tiempo para reaccionar a lo que se hizo. El terapeuta debe esperar su respuesta y darse tiempo para controlar la calidad de la misma con respecto a los cambios de tono y patrones de movimiento. Debe relacionar lo que siente y observa. Debe adaptar el manejo y la elección de las técnicas a las reacciones del paciente durante el tratamiento. De esta forma el paciente guía al terapeuta. <sup>31</sup>

Luego de aplicar las técnicas de tratamiento implicadas al concepto Bobath, se procederá al tratamiento de la musculatura espástica de forma más específica a través de los stretching de la musculatura del miembro superior que está más implicada. Estos stretching los realizara el mismo Kinesiólogo que aplicó las técnicas inherentes al concepto Bobath.

Los stretching se dividirán en 3 series de 10 con una duración de 15 segundos. Esto se aplicara para cada músculo a tratar a través de la modalidad manual de los stretching.

#### **IV.3.1.2.- Técnicas de stretching.** <sup>32</sup>

##### **IV.3.1.2.1.- Cabeza larga del bíceps braquial**

**Técnica de stretching:** Extensión + abducción + rotación interna

**Posición del paciente:** Supino con brazo en abducción aproximada de 45° y codo en extensión

**Posición del kinesiólogo:** De pie al lado de la camilla

El kinesiólogo presiona en la unión musculotendinosa inferior hacia el cuerpo muscular, con la eminencia hipotenar de la mano, mientras mantiene el brazo en rotación interna.

**Nota:** Esta es una técnica de mucha fuerza debido al largo brazo de palanca. Se debe evitar una extensión excesiva del hombro.



**Figura 14:** Stretching Cabeza larga del Bíceps Braquial

#### **IV.3.1.2.2.- Braquirradial**

**Técnica de stretching:** Pronación + extensión

**Posición del paciente:** Supino, con el codo en flexión de 45°

**Posición del kinesiólogo:** De pie en el lado en que se va a tratar

El kinesiólogo presiona con la eminencia tenar de la mano a lo largo del vientre muscular mientras usa la otra mano para rotar internamente y extender la articulación del codo



**Figura 15:** Stretching del Braquirradial

#### **IV.3.1.2.3.- Flexor radial del carpo**

**Técnica de stretching:** Supinación + extensión

**Posición del paciente:** Descansa en supino con el codo en extensión y a lo largo del cuerpo

**Posición del kinesiólogo:** De pie en el lado a tratar

El kinesiólogo utiliza la eminencia hipotenar de la mano para presionar en la unión musculo tendinosa hacia el vientre muscular, mientras emplea la otra mano para presionar hacia abajo la palma y rotar en externo el antebrazo comenzando en el segundo metacarpiano.



**Figura 16:** Stretching del Flexor radial del carpo

#### **IV.3.1.2.4.- Flexor ulnar del carpo.**

**Técnica de estiramiento:** Supinación + extensión

**Posición del paciente:** Descansa en supino con el codo extendido y el brazo a un lado

**Posición del kinesiólogo:** De pie al lado a tratar

El kinesiólogo aplica presión con la eminencia tenar de la mano hacia el vientre muscular alejándose de la inserción, mientras usa la otra mano para extender la muñeca y las articulaciones metacarpofalángicas segunda a quinta, y a rotar externamente el antebrazo.



**Figura 17:** Stretching Flexor Ulnar del carpo

#### **IV.3.1.2.5.- Flexor común superficial de los dedos**

**Técnica de stretching:** Supinación + extensión

**Posición del paciente:** Descansa en supino con el codo extendido hacia un lado

**Posición del kinesiólogo:** De pie, al lado a tratar

El kinesiólogo aplica con la eminencia tenar de la mano hacia el vientre muscular alejándose de la inserción mientras usa la otra mano para extender la muñeca, las articulaciones metacarpofalángicas segunda a quinta y las falanges proximales, permitiendo a las articulación distales permanecer en flexión, y rotando externamente el antebrazo.



**Figura 18:** Stretching Flexor común superficial de los dedos

#### **IV.3.1.2.6.- Flexor largo del pulgar**

**Posición del paciente:** Sedente con el codo apoyado en flexión.

**Posición del kinesiólogo:** De pie o sentado al lado a tratar

El kinesiólogo aplica presión con la eminencia tenar de la mano hacia el vientre muscular alejándose de la inserción muscular mientras usa la otra mano para extender el pulgar y la muñeca, y rotar externamente el antebrazo.



**Figura 19:** Stretching Flexor Largo del pulgar

#### **IV.3.1.2.7.- Abductor largo del pulgar**

**Técnica de estiramiento:** Desviación ulnar + flexión + pronación

**Posición del paciente:** Sedente con el codo apoyado en flexión

**Posición del kinesiólogo:** De pie o sentado, al lado a tratar

El kinesiólogo aplica presión con la eminencia tenar de la mano hacia el vientre muscular, alejándose de la inserción, mientras usa la otra mano para coger

el pulgar, flexionar las articulaciones metacarpofalángica y del carpo y rotar el brazo internamente.



**Figura 20:** Stretching Abductor largo del pulgar

#### **IV.3.1.2.8.- Oponente del pulgar**

**Posición del paciente:** Sedente con el codo apoyado en flexión

**Posición del kinesiólogo:** De pie o sentado, al lado a tratar

El kinesiólogo aplica presión con el pulgar hacia el vientre muscular y se aleja de la inserción, mientras usa la otra mano para abducir y extender la articulación metacarpofalángica del pulgar.



**Figura 21:** Stretching Oponente del pulgar

#### **IV.3.1.2.9.- Aductor del pulgar**

**Posición del paciente:** Sedente con el codo apoyado en flexión

**Posición del kinesiólogo:** De pie o sentado, al lado a tratar

El kinesiólogo aplica presión con el pulgar de una mano hacia el vientre muscular y se aleja de la inserción, mientras usa la otra mano para abducir y extender el pulgar.



**Figura 22:** Stretching Aductor del pulgar

#### **IV.3.1.2.10.- Pectoral mayor**

**a.- Porción clavicular**

**Posición del paciente:** Descansa en supino con el codo en extensión de 90° y el hombro en abducción de 45°

**Posición del kinesiólogo:** De pie, en el lado a tratar.

El kinesiólogo aplica presión con la eminencia hipotenar de la mano hacia el vientre muscular y se aleja de la inserción, mientras usa la otra mano para coger el codo y antebrazo y presiona el brazo hacia abajo.

**b.- Porción esternal**

**Posición del paciente:** Descansa en supino con el codo en flexión de 90° y el brazo en abducción de 90° y en rotación externa.

**Posición del kinesiólogo:** De pie, en el lado a tratar

El kinesiólogo aplica presión con la eminencia tenar de la mano hacia el vientre muscular, se aleja de la inserción y la deja deslizar medialmente en un masaje de estiramiento mientras usa la otra mano para presionar el brazo hacia abajo en abducción horizontal.

c.- Porción abdominal

**Posición del paciente:** Descansa en supino, con el codo en flexión de 90°, el brazo en abducción de 135° y en rotación externa.

**Posición del kinesiólogo:** De pie, al lado a tratar.

El kinesiólogo aplica presión con la eminencia tenar de la mano hacia el vientre muscular, se aleja de la inserción y la deja deslizar medialmente en un masaje de estiramiento, mientras usa la otra mano para coger por el codo y el antebrazo para presionar hacia abajo.



**Figura 23:** Stretching Pectoral mayor

#### **IV.3.2.- Grupo experimental**

A los pacientes que pertenecen a este grupo se les aplicará el mismo tratamiento base implementado en los pacientes del grupo de control. La salvedad en este grupo radica en la utilización de las técnicas de inducción miofascial, las cuales serán aplicadas para poder determinar su real eficacia en el tratamiento de la musculatura espástica de pacientes Hemipléjicos.

Estas técnicas se aplicaran antes de la utilización del stretching de la musculatura del miembro superior ya que considerando que durante la liberación miofascial se produce el efecto de descompresión, lo que permite una mayor extensibilidad del tejido, intuimos que este fenómeno facilita el proceso de estiramiento muscular.

El tratamiento en este grupo también será realizado por otro Kinesiólogo experto en el área Neurokinésica y con experiencia en el concepto Bobath y además se requerirá la participación de un Kinesiólogo experto en terapia manual, específicamente en la utilización de las técnicas de inducción miofascial.

Las técnicas para el miembro superior serán las siguientes:

- **Técnicas relacionadas con las restricciones del sistema fascial del brazo**
- **Técnicas relacionadas con las restricciones del sistema fascial de la mano y del antebrazo**
- **Técnicas relacionadas con las restricciones del complejo articular del hombro.**

- **Técnicas relacionadas con las restricciones de los músculos pectorales.**<sup>19</sup>

#### **IV.3.2.1.- Patomecánica y consideraciones miofasciales relacionadas con las restricciones del sistema fascial del brazo**

La fascia del brazo, en forma de manga, rodea todos sus componentes y se divide en dos grupos principales, marcando de esta forma en el brazo la región anterior y posterior. Desde arriba es continua a la fascia axilar y del hombro. La piel tiene una conexión muy suave con la fascia, lo que le permite gozar de una gran libertad de movimientos.

El balance fascial del bíceps es importante, considerando que pasa por tres articulaciones (glenohumeral, radiohumeral y cubitohumeral) y que es el encargado de llevar el alimento de la mano a la boca. El tendón de la porción larga del bíceps braquial participa en todos los movimientos del hombro y es propenso a sufrir lesiones relacionadas con el uso excesivo, procesos degenerativos o postraumáticos. El dolor se concentra, por lo general, sobre la cara anterior del hombro, pero también puede referirse hacia el brazo.

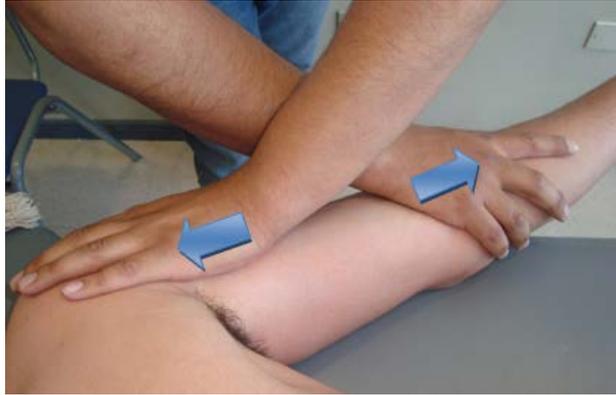
##### **IV.3.2.1.1. Inducción profunda de la fascia bicipital**

**Objetivo:** Liberar las restricciones miofasciales que afectan el correcto funcionamiento del músculo bíceps braquial.

**Posición del paciente:** Decúbito supino con el brazo extendido en supinación.

**Posición del terapeuta:** De pie al lado de la camilla

**Técnica:** El terapeuta coloca una de sus manos sobre el hombro del paciente y la otra sobre el tercio inferior del bíceps. Utilizando la técnica de manos cruzadas, ejerce una presión tridimensional durante un mínimo de tres a cinco minutos.



**Figura 24:** Inducción profunda de la fascia bicipital

#### **IV.3.2.2.- Patomecánica y consideraciones miofasciales relacionadas con las restricciones del sistema fascial de la mano y del antebrazo**

En la mano se distinguen cuatro laminas fasciales, dos en cada cara de la mano. En la cara palmar se encuentra la fascia profunda de la mano, también denominada fascia palmar interósea, y la fascia palmar superficial. Esta última se engrosa en su recorrido medio, formando la aponeurosis palmar. Entre sus funciones destaca la de protección frente a las presiones excesivas debidas a impulsos mecánicos externos. La fascia profunda de la cara palmar recubre los músculos interóseos. En la cara dorsal se encuentra la fascia dorsal profunda, también denominada dorsal interósea, y la fascia dorsal superficial. La fascia superficial recubre los tendones de los músculos extensores y la fascia profunda, de una forma muy parecida a la fascia palmar, los músculos interóseos.

La habilidad manipulativa de la mano depende un gran porcentaje de la eficacia motora del pulgar. Según algunos autores, se le asigna al pulgar hasta un 50% de la importancia de la mano.

La fascia palmar consiste en una expansión de tejido conectivo que cubre la palma de la mano. Las restricciones miofasciales de esta región se convierten, con el tiempo, en proliferaciones fibrosas que gradualmente producen la deformidad en flexión de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas proximales.

#### **IV.3.2.2.1.- Inducción de la fascia palmar**

**Objetivo:** Liberar las restricciones de la fascia palmar

**Posición del paciente:** Tumbado o sentado

**Posición del terapeuta:** De pie o sentado

**Técnica:** El terapeuta coloca sus pulgares sobre el dorso de la mano, y los índices, previamente flexionados, sobre la palma de la mano, en forma de un alicate. A continuación, de una manera suave pero firme, realiza un estiramiento lateral hasta llegar a la barrera de restricción. Generalmente, la muñeca del paciente debe encontrarse en posición neutra; sin embargo, esta posición se puede ajustar según el dolor que manifieste el paciente. Si la cara palmar de la mano duele excesivamente, se flexiona y rota ligeramente la muñeca. Al registrarse dolor en la región dorsal hay que realizar una ligera extensión y rotación. En ocasiones se debe realizar una ligera flexión ulnar o radial. Conviene mantener una presión considerable sin deslizar los dedos sobre la piel del paciente. La duración de la

aplicación es de 5 a 10 minutos. Si los dedos resbalan, se debe interrumpir la técnica, secar las manos y volver al punto de partida.



**Figura 25:** Inducción de la fascia palmar

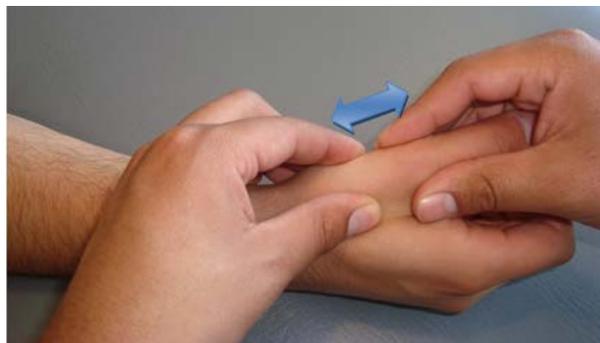
#### **IV.3.2.2.2- Inducción miofascial relacionada con las limitaciones funcionales del pulgar**

**Objetivo:** Liberar las restricciones miofasciales de la cobertura sinovial de los tendones del abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar

**Posición del paciente:** Sentado o de pie

**Posición del terapeuta:** Sentado o de pie en el lado que se va a tratar

**Técnica:** El terapeuta estabiliza, entre su índice y su pulgar de una de sus manos, los tendones anteriormente mencionados. Con la otra mano, estabiliza los tendones entre su pulgar y el dedo medio. De esta forma, el índice de esta se encuentra libre para la realización de la técnica. Este dedo realiza primero un suave deslizamiento longitudinal sobre los tendones, maniobra que se repite hasta 7 veces.



**Figura 26:** Inducción miofascial relacionada con las limitaciones funcionales del pulgar

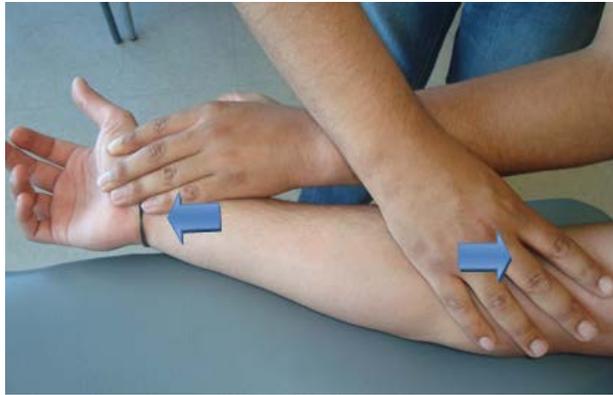
#### **IV.3.2.2.3.- Manos cruzadas para los flexores de la muñeca y de los dedos**

**Objetivo:** Liberar la fascia del grupo de los flexores profundos de la muñeca y de los dedos

**Posición del paciente:** Decúbito supino con el codo extendido y el antebrazo en supinación

**Posición del terapeuta:** De pie en el lado que se va tratar

**Técnica:** El terapeuta coloca sus manos, previamente cruzadas, sobre el tercio superior de la cara ventral del antebrazo y la otra por encima de la muñeca. A continuación, realiza la técnica según los principios aplicados en la técnica de manos cruzadas.



**Figura 27:** Manos cruzadas para los flexores de la muñeca y de los dedos

#### **IV.3.3.- Patomecánica y consideraciones miofasciales relacionadas con las restricciones del complejo articular del hombro.**

El complejo articular del hombro forma una de las estructuras más lógicas y biomecánicamente más complejas del cuerpo humano, pero a la vez la más difícil para evaluar y tratar. Esto se debe a la presencia de diferentes tejidos blandos que rodean este complejo articular y dificultan al examinador llegar a una clara conclusión diagnóstica.

Analizando la biomecánica funcional, no podemos limitarnos a una sola articulación, la glenohumeral. Hay que hablar de un complejo articular que consta de cinco articulaciones funcionalmente unidas entre sí (escapulohumeral, esternoclavicular, acromioclavicular, escapulotorácica y subdeltoidea) y divididas en dos grupos funcionales. Desde el punto de vista de la biomecánica humana, este hecho implica a gran cantidad de estructuras contráctiles e inertes. No es extraño pensar entonces que cualquier ineficacia de uno de estos tejidos influirá de una manera negativa en la coordinación y el funcionamiento eficaz de todo el complejo

en cuestión. Así, aparentemente pequeñas lesiones pueden, acumuladas a lo largo de la vida de la persona, dar lugar a una progresiva compensación de movimientos fisiológicos, hecho natural en un proceso de adaptación definido por la función. Este proceso de adaptación funcional tiene incluso más importancia si se analiza el sistema miofascial del complejo del hombro. Este sistema implica también a la región de la columna cervical, uniendo mecánicamente estos dos grandes niveles funcionales.

El sistema fascial de la región del complejo articular del hombro se compone de las envolturas musculares. Por delante, se extiende la fascia clavipectoral. El musculo deltoides está envuelto en su propia fascia, que posteriormente es continúa con las fascias de la musculatura vecina, por detrás con la fascia del infraespinoso, hacia arriba con la fascial cervical, por delante con la fascia clavipectoral, y por abajo con la fascial braquial. Los músculos infraespinoso, redondo menor y mayor continúan con sus envolturas fasciales. La del redondo mayor continua con la del dorsal ancho. En la parte interna se extiende la fascial axilar como extensión de la fascial pectoral y del dorsal ancho. Hacia abajo es continua con la fascial braquial.

El complejo articular del hombro asegura a la extremidad superior una gran movilidad. Permite, también, realizar una de las conexiones más importantes del cuerpo humano: la del tronco con la mano. Es curioso que esta conexión tan importante se realice, a nivel articular, a través de una sola pequeña articulación, la esternoclavicular. Esta sería la única estructura al eliminar el apoyo brindado por los tejidos blandos en su función estabilizadora. Estos tejidos, controlados por el

equilibrio del sistema miofascial, se encargan de mantener el muy preciso equilibrio postural entre la extremidad superior, la caja torácica y la columna cervical. En particular, la posición correcta de la escapula y de la clavícula se mantiene tan solo a través del equilibrio miofascial de la musculatura profunda. La conexión entre la clavícula y el tórax se realiza a través del músculo ECOM y la parte antero superior del músculo trapecio y subclavio.

#### **IV.3.3.1.- Técnica telescópica de la extremidad superior**

**Objetivo:** Devolver el equilibrio al sistema miofascial de la extremidad superior

**Posición del paciente:** Decúbito supino, con el brazo extendido a lo largo del tronco

**Posición del terapeuta:** De pie en el lado que se va a tratar, a la altura de las piernas del paciente

#### **Técnica**

**Fase A:** El terapeuta, con sus manos, tracciona suavemente el miembro superior del paciente, realizando simultáneamente una ligera rotación externa

**Fase B:** El terapeuta, realizando el movimiento de flexo-abducción, lleva el brazo del paciente hasta una completa elevación

**Fase C:** Finalmente, continuando el movimiento con una extensión-abducción por encima de la cabeza del paciente, completa el arco de movimiento de 360 grados. En esta fase es necesario llevar el tronco del paciente a una elevación lateral, manteniendo a la vez una continua tracción del brazo.



**Figura 28:** Técnica telescópica de la extremidad superior

#### **IV.3.4.- Patomecánica y consideración miofasciales relacionadas con las restricciones de los músculos pectorales.**

La fascia clavipectoral se extiende desde el borde inferior de la clavícula, continua sobre la parte anterior del esternón, lateralmente es continua con la fascial del deltoides, y en el centro con la línea alba.

No cabe duda de que las restricciones miofasciales del musculo pectoral mayor son las más complicadas de todas las de la región del hombro. La restricción crónica de los músculos pectorales mayores produce protrusión de los hombros y de la cabeza, y un aumento de la cifosis dorsal.

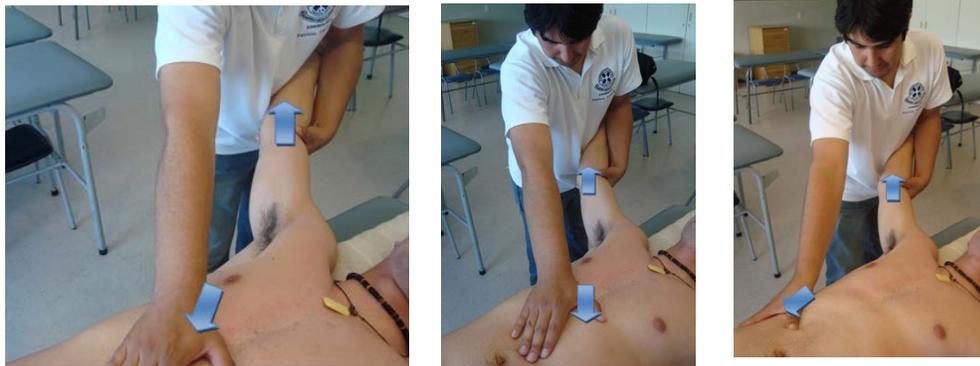
##### **IV.3.4.1.- Inducción miofascial del pectoral mayor y menor**

**Objetivo:** Liberar la fascia del musculo pectoral mayor y menor

**Posición del paciente:** Decúbito supino, con el brazo abducido a unos 120 grados

**Posición del terapeuta:** De pie al lado del paciente, a la altura de la cabeza

**Técnica:** Con su mano craneal el terapeuta sujeta el brazo del paciente, y con la mano caudal, colocada en posición prona, contacta con el espacio que existiese entre el pectoral mayor y las costillas. Este contacto se realiza con las yemas de los dedos. La presión debe mantenerse durante unos 5 minutos. Hay que recordar que las restricciones miofasciales del pectoral mayor pueden ser particularmente dolorosas, lo que obliga al terapeuta a aplicar una fuerza controlada. A medida que se produce la liberación, las dos manos del terapeuta deben adaptarse a la dirección de los cambios. Al detectar la restricción en el pectoral menor, se debe profundizar la penetración con la mano, deslizándola sobre las costillas. El contacto con el pectoral menor suele ser particularmente doloroso. Hay que tomar las precauciones correspondientes.



**Figura 29:** Inducción miofascial del pectoral mayor y menor

## CAPITULO V

### **PROPUESTA DE ANALISIS ESTADISTICO**

#### **V.1.- HIPOTESIS:**

##### **V.1.1.- Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**

No existen diferencias estadísticamente significativas que demuestren la efectividad de la inducción miofascial aplicada a pacientes hemipléjicos con espasticidad del miembro superior.

##### **V.1.2.- Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>)**

Existen diferencias estadísticamente significativas que demuestren la efectividad de la inducción miofascial aplicada a pacientes hemipléjicos con espasticidad del miembro superior.

#### **V.2.- MANEJO DE DATOS.**

##### **V.2.1.- Análisis descriptivo**

Permite sintetizar los datos, facilita el resumen de la información a través de indicadores numéricos, minimizando el error o la pérdida de la información. Contribuye a la organización de la información de manera clara y comprensible <sup>33</sup>

Se realizará, una descripción de los valores y puntuaciones obtenidas para cada una de las variables medidas en el estudio para luego describirlas a través de tablas. En el análisis descriptivo se incluirán tanto medidas de tendencia central y

de dispersión, como promedio y desviación estándar, utilizando tablas para su representación.

Además serán comparadas descriptivamente las características iniciales entre los dos grupos que conforman el estudio, a través de medidas de tendencia central y de dispersión.

Todos estos datos serán presentados mediante gráficos y tablas, analizados en una base de datos en Microsoft Excel para su posterior análisis.

### **V.2.2.- Análisis inferencial.**

Es aquella parte de la estadística que provee de técnicas que permite estimar parámetros y probar hipótesis que hacen referencia a toda la población en estudio. Permite inferir de una muestra la probabilidad de que una variable exhiba determinados valores de una población, contribuye en la toma de decisiones y probar hipótesis sobre el comportamiento de las variables <sup>34</sup>

Para el análisis de las variables cuantitativas, se utilizará la **prueba de *t-student*** para muestras independientes y distribución normal de resultados con varianzas iguales o desiguales, debido a que permite evaluar si dos grupos difieren entre sí respecto a sus promedios.

Para realizar el análisis intragrupos, se utilizará la **prueba *t pareada***, con el objetivo de evaluar si el cambio en las variables al inicio y después del tratamiento es estadísticamente significativo en cada uno de los grupos.

El nivel de significación para las pruebas estadísticas será de un 5%

## CAPITULO VI

### CONSIDERACIONES ETICAS.

Toda investigación en seres humanos debiera realizarse de acuerdo con tres principios éticos básicos: respeto por las personas, beneficencia y justicia. En forma general, se concuerda en que estos principios, que en teoría tienen igual fuerza moral, guían la preparación responsable de protocolos de investigación. Según las circunstancias, los principios pueden expresarse de manera diferente, adjudicárseles diferente peso moral y su aplicación puede conducir a distintas decisiones o cursos de acción. Las presentes pautas están dirigidas a la aplicación de estos principios en la investigación en seres humanos.<sup>35</sup>

Se velará por el cumplimiento de los principios éticos generales, bajo los cuales debe realizarse cualquier investigación científica con seres humanos:

**El respeto** por las personas incluye, a lo menos, dos consideraciones éticas fundamentales:

- a) Respeto por la autonomía, que implica que las personas capaces de deliberar sobre sus decisiones sean tratadas con respeto por su capacidad de autodeterminación.
- b) Protección de las personas con autonomía disminuida o deteriorada, que implica que se debe proporcionar seguridad contra daño o abuso a todas las personas dependientes o vulnerables.

**La beneficencia** se refiere a la obligación ética de maximizar el beneficio y minimizar el daño. Este principio da lugar a pautas que establecen que los riesgos de la investigación sean razonables a la luz de los beneficios esperados, que el diseño de la investigación sea válido y que los investigadores sean competentes para conducir la investigación y para proteger el bienestar de los sujetos de investigación. Además, la beneficencia prohíbe causar daño deliberado a las personas.

**La justicia** se refiere a la obligación ética de tratar a cada persona de acuerdo con lo que se considera moralmente correcto y apropiado, dar a cada uno lo debido. En la ética de la investigación en seres humanos el principio se refiere, especialmente, a la justicia distributiva, que establece la distribución equitativa de cargas y beneficios al participar en investigación.

Además de los aspectos éticos primordiales se velará por la igualdad en la selección de los datos, ya que los sujetos que participarán en el estudio cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión, y esta selección fue justa y no discriminatoria, por lo tanto todos los individuos tendrán la misma posibilidad de ser elegidos para el estudio.

Además, por medio de la aleatorización, los pacientes podrán ser parte del grupo de control o bien del grupo experimental, teniendo las mismas posibilidades de ser designado en uno de los grupos.

Se aclararán dudas acerca de la intervención a los sujetos que requieran resolverlas.

Se asegurará a los participantes del estudio la confidencialidad de la información recolectada, como también el acceso a ella por parte de los participantes, una vez finalizada la investigación.

Por último y un aspecto relevantes es la constancia por parte del paciente en la participación del estudio con la firma de un consentimiento informado, el cual incluirá los objetivos, resultados esperados, beneficios y posibles riesgos que éste presente. <sup>35</sup>

## CAPITULO VII

### **ADMINISTRACIÓN Y PRESUPUESTO**

En este apartado se detallará cada uno de los integrantes del equipo multiprofesional que participarán en la ejecución del proyecto de investigación, además de mencionar cada uno de los roles, responsabilidades y el costo monetario que significa la participación de ellos.

#### **VII.1. EQUIPO MULTIPROFESIONAL**

##### **VII.1.1. EQUIPO DE TRABAJO**

El equipo de trabajo de este proyecto de investigación, que cumplirá con las funciones designadas y gracias a ellos se podrá llegar al objetivo del estudio estará conformado por:

- 2 Investigadores Principales
- 5 Kinesiólogos tratantes con el siguiente desglose:

1 Kinesiólogo que tomaran las evaluaciones basales

2 Kinesiólogos tratantes, 1 para cada grupos del estudio, expertos en Neurokinesiología, con experiencia el tratamiento con el Concepto Bobath.

- 1 Kinesiólogo experto en terapia manual, con especificidad en técnicas de inducción miofascial, para el grupo experimental
- 1 Bioestadístico.

## VII.1.2. DEFINICIÓN DE ROLES

### Investigadores principales (Kinesiólogo A Y B)

- Coordinadores generales del estudio.
- Planificación del protocolo de intervención en los pacientes escogidos.
- Encargados de conformar el equipo de trabajo y asignar roles.
- Reclutamiento de la muestra con los pacientes hemipléjicos.
- Velar por la confidencialidad de datos y el cumplimiento del proyecto.
- Difundir los resultados obtenidos
- Confirmar el cumplimiento de criterios de inclusión y exclusión
- Aplicar el consentimiento informado a los pacientes que cumplan con los criterios de selección.
- Encargados de la organización y ejecución de reuniones periódicas con el equipo de profesionales para verificar el avance del estudio y supervisar el cumplimiento del cronograma establecido.
- En conjunto con el estadístico realizarán el análisis de los resultados.
- Responsables de los aspectos económicos del estudio, administrar presupuesto.

### **Kinesiólogo C:**

- Aplicarán las mediciones basales en el grupo de control y en el grupo experimental en las fechas establecidas.

### **Kinesiólogo D y E:**

- Aplicarán el tratamiento base en los pacientes hemipléjicos en relación al Concepto Bobath en el grupo de control y en el grupo experimental.
- Aplicaran los stretching en la musculatura del miembro superior en ambos grupos

### **Kinesiólogo F:**

- Se encargara de aplicar las técnicas de inducción miofascial en el grupo de intervención.

### **Bioestadístico:**

- Asignará aleatoriamente los tratamientos de los pacientes.
- Ingresará los resultados del estudio a la base de datos.
- Realizará el análisis estadístico de los datos obtenidos de los pacientes y de los resultados de las intervenciones.

## **VII.2.- GASTOS DE OPERACIÓN**

La aplicación de los tratamientos, Terapia convencional en base al Concepto Bobath y aplicación de las técnicas de inducción miofascial, se realizarán en dependencias del Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena de Temuco, Chile.

### **VII.2.1.- MATERIALES Y EQUIPAMIENTO.**

Para realizar la investigación se necesitará contar con los siguientes materiales.

Camillas clásicas

Colchonetas

Espejos

Mancuernas

Balones Terapéuticos

Computador de escritorio

Multifuncional

Tinta

Escritorio

Silla acolchada

Hojas

Lápices

Insumos básicos

Comunicaciones

## **VII.2.2.- PRESUPUESTO**

A continuación se puntualizará la estimación de los recursos económicos necesarios para la ejecución de esta investigación, en cuanto a las remuneraciones de los profesionales y para conseguir los implementos básicos para ejecutar el proyecto de investigación.

Para poder financiar este proyecto se procederá a la obtención de dinero mediante la postulación de fondos concursables de organizaciones estatales como no estatales interesados en este proyecto, además del aporte de privados a quienes les interesa participar de este proyecto.

Los recursos humanos correspondientes a los investigadores principales no serán remunerados, pues los beneficios que se obtendrán serán en post de los avances en investigación en áreas kinésica, sin fines de lucro, el resto del personal serán remunerados.

- **Recursos Personales:**

RECURSO	FUNCION	TIEMPO	MONTO MENSUAL	MONTO TOTAL
Kinesiólogo A	Investigador Principal	18 Meses	-----	-----
Kinesiólogo B	Investigador Principal	18 Meses	-----	-----
Kinesiólogo C	Terapeuta de Mediciones Basales	1 Meses	\$ 500.000	\$ 500.000
Kinesiólogo D	Terapeuta de Tratamiento Base	6 Meses	\$ 350.000	\$ 2.100.000
Kinesiólogo E	Terapeuta de Tratamiento Base	6 Meses	\$ 350.000	\$ 2.100.000
Kinesiólogo F	Terapeuta Experto en Técnicas Miofasciales.	6 Meses	\$ 350.000	\$ 2.100.000
Bioestadístico	Análisis de Datos	5 Días	\$ 250.000	\$ 250.000
Total				\$ 7.050.000

**Tabla N° 8:** Presupuesto de Salarios para el proyecto de Investigación.

- **Implementación:**

MATERIALES	UNIDADES	PRECIO	TOTAL
Lugar Físico	6 meses	\$ 300.000	\$ 1.800.000
Camilla Clásica	12	\$ 64.000	\$ 768.000
Colchonetas	22	\$ 14.990	\$ 329.780
Mancuernas	10	\$ 4.990	\$ 49.900
Balones Terapéuticos	6	\$ 38.990	\$ 233.940
Goniómetros	4	\$ 5.990	\$ 23.960
Multifuncional	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Silla y Escritorio	1	\$ 60.000	\$ 60.000
Material de Oficina	-----	\$ 150.000	\$ 150.000
Computador de escritorio	1	\$ 250.000	\$ 250.000
<b>TOTAL</b>			\$ 3.715.580

**Tabla N°9:** Presupuesto de materiales y equipamiento básico para el proyecto de investigación.

**Total:**

El presupuesto total de toda la investigación incluyendo al personal, recursos materiales, asciende a la suma total de \$ 10.765.580

### **VII.3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

#### **ETAPA I: Consolidación del Grupo de Trabajo**

- Conformación del equipo de profesionales que participarán en el estudio.
- Adquisición de los equipos de trabajo.
- Reuniones con los profesionales, indicaciones de roles y planificación detallada del estudio.
- Actualización y entrenamiento de los kinesiólogos, tratante y evaluador.
- Aprobación de la investigación por un comité de ética.
- Obtención del financiamiento.

#### **ETAPA II: Implementación del Proyecto**

- Elaboración de Criterios de inclusión y exclusión
- Selección de la muestra.
- Consentimiento informado.
- Medición de las variables dependientes y variables de control.
- Aleatorización de las terapias.

#### **ETAPA III: Ejecución del Proyecto**

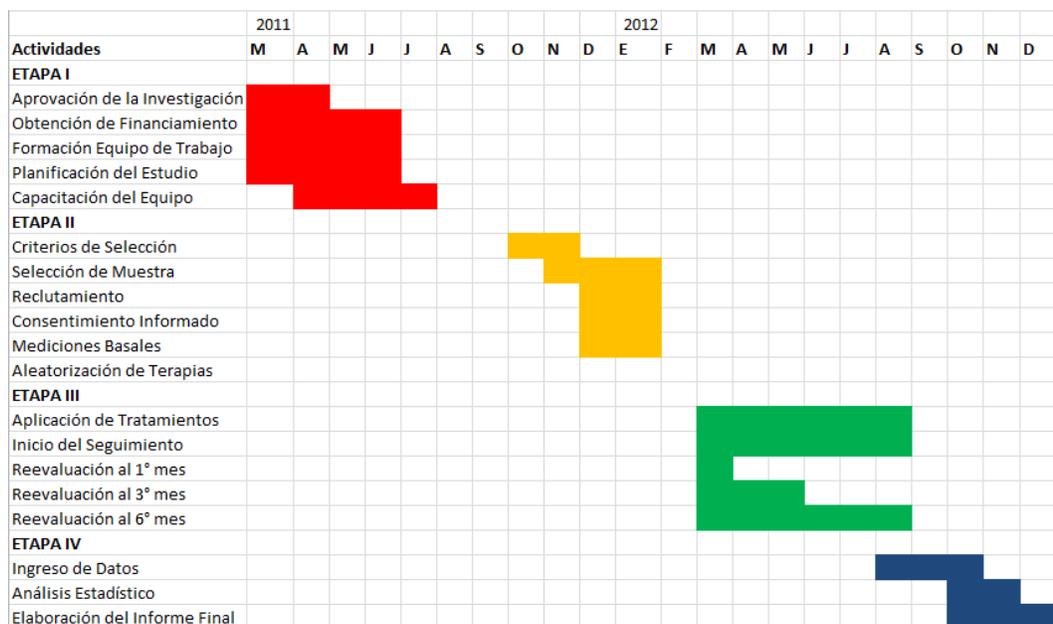
- Aplicación del tratamiento base (concepto Bobath) mas stretching al grupo de control.
- Aplicación del tratamiento base (concepto Bobath) más stretching y más técnicas de inducción miofascial al grupo de intervención.
- Inicio del seguimiento a lo largo de 6 meses.

- Primera re-evaluación al 1° mes.
- Segunda re-evaluación a los 3 meses.
- Tercera re-evaluación a los 6 meses.

#### ETAPA IV: Análisis y difusión de datos

- Ingreso de los resultados obtenidos a la base de datos digital.
- Recopilación y limpieza de datos
- Realización del análisis estadístico descriptivo e inferencial de los resultados.
- Elaboración del informe final del estudio con sus resultados y conclusiones.

#### VII.3.1.- CARTA GANTT



**Tabla N°10:** Carta Gantt

## ANEXOS

### Anexo N°1: Escala de Ashworth Modificada

Escala de Ashworth modificada	
0	No hay cambios en la respuesta del musculo en los movimientos de flexión o extensión
1	Ligero aumento en la respuesta del musculo al movimiento (flexión o extensión) visible con la palpación o relajación, o solo mínima resistencia al final del arco del movimiento.
1+	Ligera aumento en la resistencia del musculo al movimiento en flexión o extensión seguido de una mínima resistencia en todo el resto del arco de movimiento (menos de la mitad)
2	Notable incremento en la resistencia del músculo durante la mayor parte del arco del movimiento articular, pero la articulación se mueve fácilmente.
3	Marcado incremento en la resistencia del musculo; el movimiento pasivo es difícil en la flexión o extensión.
4	Las partes afectadas están rígidas en flexión o extensión cuando se mueven pasivamente.

**Tabla N° 11:** Escala de Ashworth modificada, evaluación de espasticidad



5. Recoger un balón de Cricket de 7,5 cm de diámetro \_\_\_\_\_

6. Recoger una Piedra de 10 x 2,5 x 1 cm \_\_\_\_\_

**Tomar**

1. Verter agua desde una jarra a un vaso

(Si la puntuación = 3, total = 12, e ir a pellizcar) \_\_\_\_\_

2. Tubo de 2,25 cm

(Si la puntuación = 0, total = 0 e ir a la pellizcar) \_\_\_\_\_

3. Un tubo de 1 x 16 cm \_\_\_\_\_

4. Perno de (3,5 cm de diámetro) con su anillo metálico \_\_\_\_\_

**Pellizcar**

1. Rodamiento de 6 mm, con 3 ° dedo y el pulgar

(Si la puntuación = 3, total = 18 e ir a Grossmt) \_\_\_\_\_

2. Una canica de 1,5 cm, con el dedo índice y el pulgar

(Si la puntuación = 0, total = 0 e ir a Grossmt) \_\_\_\_\_

3. Rodamiento con el segundo dedo y el pulgar \_\_\_\_\_

4. Rodamiento con el índice y el pulgar \_\_\_\_\_

5. Una canica, con el tercer dedo y el pulgar \_\_\_\_\_

6. Una canica, con el segundo dedo y el pulgar \_\_\_\_\_

### **Movimiento grueso de la extremidad superior**

1. Coloque la mano detrás de la cabeza

(Si la puntuación = 3, total = 9 y se termina la evaluación) \_\_\_\_\_

2. Si el paciente no realiza el punto número 1 la puntuación es 0 y finaliza la

prueba \_\_\_\_\_

3. Colocar la mano en la parte superior de la cabeza \_\_\_\_\_

4. Llevar la mano a la boca \_\_\_\_\_

### Anexo N°3: Medida de Independencia Funcional (FIM)

#### MEDIDA DE LA INDEPENDENCIA FUNCIONAL (FIM)

Nombre : \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

##### SECCION MOTORA

Cuidados Personales		Puntuación
A.	Alimentación	
B.	Aseo Personal	
C.	Baño	
D.	Vestido: parte superior	
E.	Vestido: parte inferior	
F.	Aseo Perineal	
<b>Total sección</b>		

Control de Esfínteres		Puntuación
G.	Manejo Vesical	
H.	Manejo Intestinal	
<b>Total sección</b>		

Movilidad		Puntuación
I.	Transferencias: cama, silla, silla de ruedas	
J.	Traslados baño	
K.	Traslados tina o ducha	
<b>Total sección</b>		

Locomoción		Puntuación
L.	Locomoción	
M.	Escalera	
<b>Total sección</b>		

**TOTAL SECCIÓN MOTORA** \_\_\_\_\_

##### SECCIÓN MENTAL

Comunicación		Puntuación
N.	Comprensión	
O.	Expresión	
<b>Total sección</b>		

Conciencia del Mundo Exterior		Puntuación
P.	Interacción Social	
Q.	Resolución de Problemas	
R.	Memoria	
<b>Total sección</b>		

**TOTAL SECCIÓN MENTAL** \_\_\_\_\_

**TOTAL ESCALA FIM** \_\_\_\_\_

**Tabla N°12: FIM**

**Tabla 1. Escala, sub-escalas, ítem y puntaje del FIM**

Ítem	Sub-escalas	Dominio	FIM total
A. Alimentación	<i>Autocuidado</i>	<i>Motor</i>	<i>Total</i>
B. Aseo menor	35 puntos	91 puntos	126 puntos
C. Aseo mayor			
D. Vestuario cuerpo superior			
E. Vestuario cuerpo inferior			
F. Aseo perineal			
G. Manejo vesical	<i>Control esfinteriano</i>		
H. Manejo intestinal	14 puntos		
I. Cama-silla	<i>Transferencias</i>		
J. WC	21 puntos		
K. Tina o ducha			
L. Marcha/silla de ruedas	<i>Locomoción</i>		
M. Escalas	14 puntos		
N. Comprensión	<i>Comunicación</i>	<i>Cognitivo</i>	
O. Expresión	14 puntos	35 puntos	
P. Interacción social	<i>Cognición social</i>		
Q. Solución de problemas	21 puntos		
R. Memoria			

**Tabla N°13:** FIM, indicador de discapacidad, escala, sub-escalas, ítem y puntaje

**Tabla 2. Niveles independencia FIM**

Grado de dependencia	Nivel de funcionalidad
Sin ayuda	7. Independencia completa
	6. Independencia modificada
Dependencia modificada	5. Supervisión
	4. Asistencia mínima (mayor 75% independencia)
	3. Asistencia moderada (mayor 50% independencia)
Dependencia completa	2. Asistencia máxima (mayor 25% independencia)
	1. Asistencia total (menor 25% independencia)

**Tabla N°14:** FIM, Grado de dependencia y nivel de funcionalidad.

## **Anexo N°4: Goniometría**

### **MOVILIDAD ARTICULAR GONIOMÉTRICA DE CINTURÓN**

#### **ESCAPULAR:**

##### **Flexión de hombro (0°-180°)**

**PP:** supino, con caderas y rodillas dobladas. Pies planos a la camilla para prevenir hiperextensión lumbar. Las palmas de la mano y del antebrazo pronados.

##### **Alineamiento goniométrico:**

E: en el proceso acromion, a través de la cabeza humeral.

BF: ubicado a lo largo de la línea medioaxilar del tronco en línea con el trocánter mayor del fémur

BM: ubicado a lo largo de la línea media lateral del húmero en línea con el epicóndilo lateral del humero

##### **Extensión de hombro (hiperextensión) (180°-0°; 0°-50°)**

**PP:** preferentemente en prono, con la cabeza cómodamente ubicada y sin almohada. La articulación del hombro en posición anatómica y con el codo ligeramente doblado, el antebrazo pronado.

Alternativamente:

1. en supino con el codo flectado y el brazo por fuera de la camilla.

2. de lado, el brazo a evaluar superiormente y con el codo flectado.

##### **Alineamiento goniométrico:**

E: ligeramente inferior al proceso acromion y en línea con la cabeza humeral.

BF: ubicado a lo largo de la línea medio axilar del tronco y en línea con el trocánter mayor del fémur.

BM: ubicado a lo largo de la línea media y lateral del húmero y en línea con el epicóndilo del húmero

### **Abducción de hombro (0-180°)**

**PP:** preferida en supino con caderas y rodillas flectadas y pies planos a la camilla.

El miembro que se evaluará es puesto en posición anatómica. El codo permanece extendido.

Alternativamente, el paciente sentado o en prono

### **Alineamiento goniométrico:**

E: ubicado en la porción anterior del acromion, a través del centro de la cabeza del húmero.

BF: preferentemente: ubicado sobre el aspecto lateral de la superficie anterior del pecho, paralela a la línea media del esternón.

Alternativamente: ubicado sobre el aspecto lateral del pecho, paralelo a los procesos espinosos vertebrales

BM: preferentemente: ubicado sobre el aspecto anterior del brazo, paralelo a la línea media del húmero, en línea con el epicóndilo medial del húmero.

Alternativamente: ubicado sobre el aspecto posterior del brazo, paralelo a la línea media del húmero, en línea con el epicóndilo lateral del húmero.

### **Aducción de hombro (horizontal) (0-30°, considerado desde la posición neutral)**

**PP:** preferida: sentado. La articulación del hombro es abducida en 90° junto con el codo en 90°. El hombro es ubicado en posición de rotación neutra.

Alternativamente:

1. sentado, con el hombro flectado en  $90^\circ$  e internamente rotado. El codo flectado en  $90^\circ$ .
2. supino, con el hombro y codo ubicado como se describió arriba en posición preferente.

**Alineamiento goniométrico:**

E: superior al proceso acromion, a través de la cabeza del húmero.

BF: ubicado a lo largo de la línea media del hombro hacia el cuello (el brazo del goniómetro debe ser corto).

Alternativamente: a lo largo de la línea media del húmero en línea con el epicóndilo lateral del húmero

BM: a lo largo de la línea media del húmero, en línea con el epicóndilo lateral

**Rotación medial de hombro (0-  $65^\circ$  a  $90^\circ$ )**

**PP:** preferida: supino, con las rodillas flectadas y pies planos sobre la camilla. La articulación del hombro es abducida y el codo flectado en  $90^\circ$  grados. El antebrazo está en posición media entre supinación y pronación, y perpendicular a la superficie de la camilla. Apoye completamente toda la longitud del húmero. Podría ser necesario ubicar una toalla enrollada bajo el brazo para mantenerlo a nivel.

Alternativamente: prono, con el hombro abducido en  $90^\circ$  y el codo flectado sobre el borde de la camilla.

**Alineamiento goniométrico:**

E: sobre el proceso olécranon y proyectado a través de la diáfisis humeral hacia la cabeza humeral.

BF: ubicado paralelo a la superficie de la camilla o perpendicular al piso.

BM: a lo largo de la diáfisis de la ulna, dirigida hacia el proceso estiloides de la misma.

### **Rotación lateral de hombro (0-90°)**

**PP:** preferida: supino, con las rodillas flectadas y pies planos sobre la camilla. La articulación del hombro es abducida y el codo flectado en 90° grados. El antebrazo está en posición media entre supinación y pronación, y perpendicular a la superficie de la camilla. Apoye completamente toda la longitud del húmero. Podría ser necesario ubicar una toalla enrollada bajo el brazo para mantenerlo a nivel. Note que el grado de abducción de hombro es menor de 90°.

Alternativamente: prono, con el hombro abducido en 90° y el codo flectado sobre el borde de la camilla.

### **Alineamiento goniométrico:**

E: sobre el proceso olécranon y proyectado a través de la diáfisis humeral hacia la cabeza humeral.

BF: ubicado paralelo a la superficie de la camilla o perpendicular al piso.

BM: a lo largo de la diáfisis de la ulna, dirigida hacia el proceso estiloides de la misma.

## **MOVILIDAD ARTICULAR GONIOMETRICA DE CODO:**

### **Flexión de codo (0°-145°)**

**PP:** preferida, en decúbito supino, alternativa en sedente.

#### **Alineamiento goniométrico:**

E: en el epicóndilo lateral del húmero.

BF: ubicado a lo largo de la línea mediolateral del antebrazo en línea con el estiloides radial.

BM: ubicado a lo largo de la línea media lateral del húmero en línea con la cabeza del húmero.

### **Extensión de codo (145°-0°)**

**PP:** preferida, en decúbito supino, alternativa en sedente.

#### **Alineamiento goniométrico:**

E: en el epicóndilo lateral del húmero.

BF: ubicado a lo largo de la línea mediolateral del antebrazo en línea con el estiloides radial.

BM: ubicado a lo largo de la línea media lateral del húmero en línea con la cabeza del húmero.

### **Supinación del antebrazo (0°-90°)**

**PP:** preferida, en sedente.

#### **Alineamiento goniométrico:**

E: en el estiloides ulnar.

BF: ubicado perpendicular a la superficie del piso.

BM: ubicado paralelo a la cara ventral de la muñeca.

### **Pronación del antebrazo (0°-90°)**

**PP:** preferida, en sedente.

### **Alineamiento goniométrico:**

E: en el estiloides ulnar.

BF: ubicado perpendicular a la superficie del piso.

BM: ubicado paralelo a la cara dorsal de la muñeca.

### **Anexo N°5: Escala Visual Análoga (EVA)**

Escala visual análoga (EVA): consiste en una línea recta, habitualmente de 10 cm de longitud, con las leyendas "SIN DOLOR" y "DOLOR MAXIMO" en cada extremo. El paciente anota en la línea el grado de dolor que siente de acuerdo a su percepción individual, midiendo el dolor en centímetros desde el punto cero (SIN DOLOR)



**Figura N° 30:** Escala Visual Análoga (EVA).

## **Anexo N°6: Consentimiento Informado.**

Consentimiento informado.

Por medio de este consentimiento se le invita a participar de este estudio que tiene como objetivo determinar la efectividad de la inducción miofascial en combinación con el stretching aplicada a pacientes hemipléjicos en el aumento de la funcionalidad de la musculatura espástica del miembro.

La investigación consta de dos grupos de tratamientos, con diferentes técnicas en cada uno. Es importante mencionar que los pacientes pueden ser asignados al azar a cualquiera de estos dos grupos, lo que significa que tienen la misma probabilidad de formar parte del grupo de intervención (grupo que recibe la terapia base en la rehabilitación kinésica de pacientes hemipléjicos más la combinación del stretching y las técnicas de inducción miofascial) o del grupo control (grupo que solo recibe la terapia base en la rehabilitación kinésica de pacientes hemipléjicos y la utilización del stretching). La aplicación de estas técnicas, en especial la terapia física, podrían presentar molestias mínimas durante la terapia, las cuales serán transitorias.

De tener éxito esta terapia, el paciente tendrá un aumento en la funcionalidad del miembro superior y en consecuencia una mejoría en la calidad de vida de pacientes hemiplejicos. Al participar en este estudio, usted nos proporcionará datos, los cuales serán utilizados con fines científicos y que serán medidos a través de preguntas en relación a las dificultades que usted presenta en su vida diaria en el momento de realizar sus actividades de la vida diaria y además pruebas que midan su capacidad de realizar cosas con su miembro superior

afectado. Cabe mencionar que todos los procedimientos serán realizados por personal capacitado.

En este estudio participarán 44 pacientes, todos pacientes que presenten hemiplejia en su lado dominante. Es importante mencionar que sus datos personales no serán difundidos en los resultados con el objetivo de resguardar su confidencialidad.

cuando usted acepte colaborar en esta investigación, tiene todo el derecho de retirarse de ésta cuando lo estime conveniente.

“Yo,  
.....  
....., declaro que mi firma en este documento significa que he entendido el objetivo, procedimientos y beneficio de esta investigación; que han sido respondidas satisfactoriamente mis pregunta; que he tenido tiempo necesario para leer y entender lo previamente descrito; que voluntariamente estoy de acuerdo en participar en este estudio y que he recibido una copia de este documento.”

_____	_____	_____
Firma Participante.	Firma de investigador Responsable	Firma de investigador Responsable

Fecha: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011

Temuco – CHILE

**Tabla N° 15:** Consentimiento Informado.

## REFERENCIAS

1. Consiglio E., Bellosso W. Nuevos indicadores clínicos. La calidad de vida relacionada con la salud. Medicina (B. Aires) 2003 v.63 n.2.
2. Xie J, Wu EQ, Zheng ZJ, Croft JB, Greenlund KJ, et al. Impacto del accidente cerebrovascular en la calidad de vida en los EEUU. Stroke. 2006 Oct; 37(10): 2567-72.
3. Moreno J. Técnicas fisioterápicas en la hemiplejía. Efisioterapia.net. 2007
4. Rivero L. Tema 9: Hemiplejía. [http://web.ing.puc.cl/~g1/9\\_Hemiplejia.pdf](http://web.ing.puc.cl/~g1/9_Hemiplejia.pdf)
5. Kolb B, Whishaw I. Neuropsicología Humana. 5° edición. Editorial Médica Panamericana; 2006.
6. Levy M, Koeppen B, Stanton B. Berne y Levy Fisiología. 4° edición. Editorial Elsevier España S.A. 2006; 136.
7. Bramati S, Alvarez R, Pieri C. “Hemiplejía del adulto”. [http://www.serrehabilitacion.com.ar/pato\\_hemi\\_a.html](http://www.serrehabilitacion.com.ar/pato_hemi_a.html)
8. Apuntes Neuroanatomía-UFRO. Vías Eferentes Somáticas. Sistema Piramidal. [http://www.med.ufro.cl/Recursos/neuroanatomia/archivos/15\\_vias\\_eferentes\\_archivos/Page342.htm](http://www.med.ufro.cl/Recursos/neuroanatomia/archivos/15_vias_eferentes_archivos/Page342.htm)
9. Quiñones S, Paz C, Delgado C, Jiménez F. Espasticidad en adultos. Revista Mexicana de Neurociencia. Marzo-Abril. 2009; 10(2): 112-121.
10. Court J, Mellado L. La espasticidad muscular: Aspectos Fisiológicos y Terapéuticos. Cuadernos de Neurología. 1992; Vol. XX
11. Merello M. Fisiopatología, Clínica y Tratamiento de la Espasticidad. 2003; Volumen 7, Número 2. 29-62.

12. Sermeff. Evaluación Clínica y Tratamiento de la Espasticidad. 1° edición. Editorial Médica Panamericana. 2009; 13.
13. Smania N, Picelli A, Munari D, Geroín C, Ianes P, Et al. Procedimientos de Rehabilitación en el Tratamiento de la Espasticidad. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine 2010, September; 46(3): 423-38.
14. Kisner C, Colby L. Ejercicio Terapéutico. 1° edición. Editorial Paidotribo. 2005.
15. Algunos Aspectos del Sistema Muscular.  
<http://www.jarcia.net/Quiromasaje/Atlas/Musculos%20Generalidades.htm>
16. Tratamiento quirúrgico de la espasticidad.  
<http://discopatialumba.creatuforo.com/-temas6072.html>
17. Bienfait M. Bases Fisiológicas de la Terapia Manual y de la Osteopatía. 2° edición. Editorial Paidotribo. 2001.
18. Sociedad Venezolana de Fisioterapia. Terapia Manual Venezolana. Julio 1998. Número 1.
19. Pilat A. Terapias Miofasciales: Inducción Miofascial. Aspectos teóricos y aplicaciones clínicas. 1° edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. 2003.
20. Ministerio de Salud Pública de Chile. Guía Clínica. Ataque Cerebrovascular Isquémico del Adulto (15 años y más). Serie Guías Clínicas MINSAL N° 37. 2007.
21. Lascano E, Salazar E, Gutiérrez P, Angeles A, Hernández A, Viramontes J. Ensayos clínicos aleatorizados: variantes, métodos de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación. Salud pública de México. Vol.46, Nov.-Dic 2004. No.6.

22. Temas: Estudios experimentales. El ensayo Clínico controlado.  
<http://escuela.med.puc.cl/Recursos/recepidem/estExper03.htm>
23. Temas: Estudios experimentales. Clasificación.  
<http://escuela.med.puc.cl/recursos/recepidem/estExper02.htm>
24. Morales A, Morillo L. Epidemiología Clínica: Investigación Clínica Aplicada. 2º Edición. Editorial Panamericana. 2002.
25. Schulz K, Grimes D. Blinding in randomised trials: Hiding who got what. *Lancet* 2002; 359:696-700.
26. McDonnell M. Action Research Arm Test. *Australian Journal of Physiotherapy*. Vol.54. 2008.
- 27: Instrumento de evaluación funcional de la discapacidad en rehabilitación. Estudio de confiabilidad y experiencia clínica con el uso del Funtional Independence Measure. *Revista Medica de Chile*; 2001; 129(1): 23-31.
- 28: Cameron M. Agents físicos en rehabilitación. 3ª ed. Barcelona, España. Elsevier; 2009.
29. The Minimum Clinically Important Difference in Physician–assigned Visual Analog Pain Scores. Knox H. Todd MD, MPH, Joseph P. Funk MD. Article first published online: 29 SEP 2008.  
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.15532712.1996.tb03402.x/abstract>
30. Asociación Española de Terapeutas Formados en el Concepto Bobath.  
<http://www.asociacionbobath.es/el-concepto-bobath.html>
31. Paeth B. Experiencias con el concepto Bobath: Fundamentos, Tratamiento, Casos. 2º edición. Editorial Medica Panamericana.2006.

32. Ylinen J. Estiramientos Terapeuticos en el deporte y en las terapias manuales. 1° edición. Editorial Elsevier Masson. 2009.
33. Bustos L, Orellana J, clase tercero kinesiología: bioestadística I, presentación de datos estadísticos, UFRO, Temuco, segundo semestre 2007
34. Bustos L, Orellana J, clase tercero kinesiología: inferencia estadística, UFRO, Temuco, segundo semestre 2007.
35. Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS). Pautas éticas internacionales para la investigación biomédica en seres humanos. Ginebra; 2002.