

UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA REHABILITACIÓN
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE
INTERVENCIÓN SOBRE LAS VARIABLES FUERZA,
RESISTENCIA Y FUNCIONALIDAD EN LA EXTREMIDAD
SUPERIOR NO DOMINANTE ASOCIADO A
INMOVILIZACIÓN CONTRALATERAL: UN ESTUDIO DE
CASO.**

Memoria para optar al grado de licenciatura en Kinesiología

Autores:

Elías De La Vega Salas

Fernanda Villanueva Aguayo

Marcia Yáñez Valencia

Profesor guía: Klgo. MSc. Sergio Salazar Henríquez

Concepción, Chile, 2018

REFERENCIA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

- ACV:** ACCIDENTE CEREBROVASCULAR.
- ARAT:** PRUEBA DE INVESTIGACIÓN DE ACCIÓN DEL BRAZO. (ESCALA)
- ATP:** ADENOSINA TRIFOSFATO
- AVD:** ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA
- CIF:** CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DEL FUNCIONAMIENTO, DE LA DISCAPACIDAD Y DE LA SALUD
- CIMT:** TERAPIA DE RESTRICCIÓN INDUCIDA AL MOVIMIENTO.
- DES:** ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA DISTONÍA.
- EEG:** ELECTROENCEFALOGRAMA
- FIM:** MEDIDA DE INDEPENDENCIA FUNCIONAL.
- Kg:** KILÓGRAMOS
- LMA:** PRUEBA DE ACTIVIDAD MOTORA.
- MMII:** MIEMBROS INFERIORES
- MMSS:** MIEMBROS SUPERIORES
- OMS:** ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.
- PAFT:** PRUEBA DE FUNCIÓN PEDIÁTRICA DEL BRAZO.
- PBO:** PARÁLISIS BRAQUIAL OBSTÉTRICA.
- PC:** PARÁLISIS CEREBRAL.
- PCr:** FOSFOCREATINA
- QUEST:** FUNCIONALIDAD Y CALIDAD DE HABILIDADES EXTREMIDAD SUPERIOR
- ROM:** RANGO DE MOVIMIENTO
- RM:** REPETICIÓN MÁXIMA

SME: SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO

SNC: SISTEMA NERVIOSO CENTRAL.

TBC: DESTREZA Y CAPACIDAD DE MANIPULACIÓN DEL BRAZO.

RESUMEN

Antecedentes: Existen distintos tipos de lesiones en el sistema musculoesquelético (SME). En el caso de las fracturas, y dependiendo del tipo, se establece los tiempos de consolidación con un mínimo de 21 días de inmovilización. En caso de ser en el hemicuerpo dominante, la pérdida funcional es aún mayor. Esta funcionalidad, bajo un enfoque de la Clasificación Internacional del funcionamiento, de la Discapacidad y la Salud debiera ser mantenida durante todo el período, incluso en fase aguda, por ende y con el fin de conocer los efectos de la aplicación de un protocolo de intervención sobre las variables fuerza, resistencia y funcionalidad de la extremidad superior no dominante, simulando una inmovilización contralateral se ha creado un diseño de estudio que permite conocer la aplicación de la técnica en sujetos con lesión en SME **Objetivo:** Determinar los cambios sobre las variables fuerza, resistencia y funcionalidad mediante la aplicación de un protocolo de intervención en la extremidad superior no dominante en paralelo a la simulación de una lesión mediante una inmovilización y restricción del movimiento del miembro superior dominante por un periodo de 21 días. **Metodología:** Se evaluó un sujeto sexo femenino, 22 años, sano. Se aplicó un protocolo de evaluación de fuerza y resistencia a través de un dinamómetro prensil y la valoración de funcionalidad mediante el test de 400 puntos. Se realizó una intervención durante 21 días que incluía una férula y cabestrillo para la inmovilización simulada de su extremidad superior dominante y un entrenamiento diario de las distintas variables en su extremidad superior no dominante. **Resultados:** Se generó un aumento de la fuerza prensil, con un porcentaje de cambio de 8,33% respecto a la etapa previo vs durante y un 16,67% en la etapa previo vs posterior. Se produjo un aumento de la resistencia en contracción isométrica con un porcentaje de cambio de 88,67% en la etapa previo vs durante y 138,67% en la etapa previo vs posterior. Se evidenció un aumento en la funcionalidad con un porcentaje de cambio de 11,32% en la etapa previo vs durante, un 13,01% en la etapa previo vs posterior y un cambio de 1,51% en la etapa durante vs posterior. **Conclusión:** La aplicación de un protocolo de entrenamiento en extremidad superior no dominante, genera cambios favorables en las variables fuerza, resistencia y funcionalidad del sujeto en este estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	CAPÍTULO N°1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.1	Antecedentes y justificación del problema	12
1.2	Pregunta de investigación	14
1.3	Objetivos de Investigación.....	14
1.3.1	Objetivo general	14
1.3.2	Objetivos específicos.....	14
1.4	Hipótesis de investigación	15
2	CAPÍTULO N°2 MARCO TEÓRICO.....	16
2.1	Lateralidad	16
2.1.1	Lateralidad como adquisición de una nueva habilidad.....	19
2.2	Anatomía de la mano	22
2.3	Lesión de sistema musculo esquelético y fracturas	23
2.3.1	Consolidación ósea.....	24
2.3.2	Osificación y remodelación ósea.....	24
2.3.3	Cronología en la consolidación ósea	25
2.4	Inmovilización	26
2.5	Neuroplasticidad	27
2.5.1	Aprendizaje.....	33
2.5.2	Teoría de aprendizaje.....	33
2.6	Esquema corporal	35
2.7	Sistemas energéticos durante el ejercicio	36
2.8	Dinamometría	37
2.9	Test de Harris.....	38
2.9.1	Tipos de lateralidad según Harris	39
2.10	Test de 400 puntos	40
2.11	Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y la Salud. .	42
3	CAPÍTULO 3 MATERIALES Y MÉTODOS	43
3.1	Diseño metodológico.	43
3.1.1	Diseño y tipo de investigación.	43

3.1.2	Metodología de muestreo	43
3.1.3	Criterios de selección del sujeto de estudio.....	43
3.1.4	Sujeto experimental.....	43
3.1.5	Equipamiento.....	43
3.1.6	Periodo y lugar de intervención.....	44
3.2	Protocolo de intervención.....	44
3.2.1	Protocolo entrenamiento de fuerza:.....	44
3.2.2	Protocolo entrenamiento de resistencia:	45
3.2.3	Protocolo de entrenamiento funcional:.....	46
3.2.4	Protocolo de inmovilización.....	46
3.3	Metodología de evaluación.....	47
3.3.1	Definición de variables.....	47
3.3.2	Aspectos bioéticos.....	48
3.3.3	Protocolo de medición.....	50
4	CAPÍTULO 4 RESULTADOS.....	51
4.1	Análisis descriptivo.....	51
5	CAPÍTULO N° 5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.....	55
5.1	Discusión.....	55
5.2	Conclusión.....	58
6	CAPÍTULO N° 6 LIMITACIONES Y PROPUESTAS FUTURAS.....	60
6.1	Limitaciones técnicas:.....	60
6.2	Limitaciones metodológicas:	60
6.3	Propuestas futuras.....	60
	REFERENCIAS.....	61
7	ANEXOS.....	66
7.1	ANEXO N°1: Declaración de consentimiento informado.....	66
7.2	ANEXO N°2: Tabla de antecedentes sujeto de estudio.....	69
7.3	ANEXO N°3: Test de Harris.....	70
7.4	ANEXO N°4: Escala de 400 puntos.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de resultados de las variables para las distintas fases de medición del sujeto de estudio.	53
Tabla 2. Resumen de resultados de las variables para la fase durante – post del sujeto de estudio.....	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Comparación gráfica de las etapas previo, durante y posterior de las variables fuerza, resistencia y funcionalidad.	54
--	----

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen distintos tipos de lesiones en el sistema musculoesquelético (SME) originados por diferentes mecanismos. Dentro de estas lesiones una de las más complejas son las fracturas, esta se define como la pérdida de continuidad en el hueso ocasionada por un traumatismo mecánico que pueden incluir alteración de vasos sanguíneos, periostio, músculos, nervios, piel, etc. (Miralles, 2010).

Para lograr la consolidación ósea, que corresponde al período de tiempo que transcurre desde la lesión hasta que la fractura se considera estable, se emplean técnicas de fijación que incluyen férulas, fijaciones internas y externas, dependiendo de las particularidades del sujeto y de la fractura. Estos elementos permiten mantener una limitación del movimiento en el segmento dañado. El tratamiento se orienta a restituir amplitud de movimiento, funcionalidad y fuerza a través de la modulación de dolor, disminución del edema y aumento de rango de movimiento (ROM) (Moreno y cols, 2017).

Las fracturas a nivel de mano generan reducción de la movilidad y fuerza prensil dificultando la realización de actividades de la vida diaria (AVD). (Ramírez y Angarita, 2009) Se inmovilizan por un período mínimo de 21 días, sin considerar que el ciclo de tratamiento finaliza con la recuperación funcional de la extremidad, los usuarios con fracturas no desplazadas y buena densidad ósea exhiben mejor respuesta que aquellos que no cumplen con estos criterios (Hoppenfeld y Murthy, 2004).

La lateralidad por su parte, hace referencia al predominio, superior aptitud o mayor utilización de un segmento del cuerpo con duplicación (manos, pies, ojos y oídos) sobre el otro (Portellano, 2008). No se basa en un componente de carácter genético, por el contrario, se trata de la especialización en la utilización de diferentes segmentos (Dubois, 2008).

La mayoría de los autores coinciden en que se establece la lateralidad entre los 7 a 8 años. Es en esta edad donde un niño comienza su etapa lateral, reforzando las dominancias de un lado del cuerpo y produciendo activación de los circuitos neuronales correspondientes (Ferré y cols , 2008). Sin embargo, el favoritismo de lateralidad empieza a establecerse desde los 4

años y en algunos casos incluso se plantea que este proceso se extendería hasta los doce años (Michel y cols, 2006).

Se plantea que la dominancia lateral, es fundamentalmente un producto del aprendizaje (Oña, 1999) y que el entrenamiento podría ser el principal causante de este factor (Bradshaw y Nettleton, 1983), sosteniendo que una persona zurda o diestra podría aumentar la ejecución de funciones y utilizar de igual manera su extremidad no hábil a través de la práctica repetitiva logrando alcanzar niveles similares a los de la mano hábil (Benton y cols, 1962).

Se puede utilizar a modo de referencia la “terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano” ó constraint induced movement therapy (CIMT, por sus siglas en inglés) que es un método efectivo y tiene la capacidad de tratar diversas patologías que afectan al sistema nervioso central, en términos de funcionalidad (Taub y cols, 1999). Consiste originalmente en la restricción del miembro superior sano con cabestrillo, férula, yeso o guante durante el 90% de las horas de vigilia por el tiempo que dure el tratamiento para producir una mejoría del miembro superior dañado (Bang y cols, 2015). Entre sus principales efectos encontramos la mejora de la función motora, funcionalidad y fuerza (Wu y cols, 2007). Según estudios realizados en humanos aumenta la habilidad motora del brazo y mano afectados en las actividades cotidianas post ACV, generando un aumento del uso diario que persiste durante al menos 2 años después de la intervención (Wolf y cols, 2008).

De acuerdo a la evidencia disponible, es importante aumentar el conocimiento que se tiene sobre este tipo de terapias puesto que las intervenciones se han realizado sólo en humanos y animales con patologías del sistema nervioso central (SNC) (Taub y cols, 2002).

En el presente estudio de caso, se emplea un método similar en un sujeto sin patología con el objetivo de investigar los efectos de un protocolo de intervención en la extremidad superior no dominante sobre las variables fuerza resistencia y funcionalidad, simulando una inmovilización de la extremidad superior dominante a través de una férula como ocurre en situaciones traumáticas propias del SME.

Durante la investigación se inmovilizó con férula removible la extremidad superior dominante durante el 90% de las horas de vigilia por un período de 21 días, simulando una fractura de mano, dado que los metacarpianos habitualmente tienen una buena irrigación

sanguínea, con una cicatrización rápida de 6 semanas y un periodo de inmovilización mediante férula o yeso de 3 semanas (Hoppenfeld y Murthy, 2004).

En paralelo se utilizó un protocolo de intervención de fuerza, resistencia y funcionalidad durante 1 hora diaria en la extremidad superior no dominante, que no será inmovilizada. Sumado a entrenamientos repetitivos, el sujeto se ve obligado a cumplir las funciones y actividades de la vida diaria (AVD) que habitualmente realizaba con su extremidad superior hábil, permitiendo así que esta extremidad pueda acelerar sus capacidades funcionales.

A través de esta investigación se busca aportar conocimiento desde un contexto de intervención terapéutica permitiendo que un usuario con lesión en SME, como una fractura, enfrentado a un periodo de inmovilización de su extremidad dominante, pueda mejorar funcionalidad, aumentar sus habilidades, optimizar su participación y modificar aptitudes en un período de tiempo menor al estimado gracias al entrenamiento.

Estos efectos podrían ser utilizados en patologías del SME o contribuir a nuevos conocimientos para potenciar aquellas actividades que requieren mayor habilidad de un hemicuerpo o una extremidad, como es la práctica de un instrumento, deporte y/o actividad laboral.

1 CAPÍTULO N°1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes y justificación del problema

La evidencia sostiene que la lateralización es un conjunto de conductas adquiridas con aprendizaje y entrenamiento y no son una actividad innata relacionada con genética (Perelle, 1981). Corresponde a un proceso que se desarrolla conjuntamente con la orientación espacial de las dimensiones topológicas, proyectivas del espacio y, a su vez, es fundamentalmente una función cortical (Amunts, 1997), autores plantean que no se trata de dominancia, sino que netamente el ser humano se especializa en la utilización de diferentes segmentos (Dubois, 2008). En este contexto evidencia sobre hermanos gemelos contradice la existencia de un componente genético en la determinación de la dominancia por lo que se puede considerar la lateralidad como preferencia por aprendizaje o entrenamiento (Collins, 1975).

La práctica y el entrenamiento aumentan la realización de funciones con una extremidad preferente, mejorando la ejecución de la mano indemne no dominante hasta alcanzar una funcionalidad similar a la extremidad superior dominante (Benton y cols, 1962). El aumento de funcionalidad del brazo se debe a dos principales mecanismos independientes pero que se complementan entre sí, principalmente se proporcionan las oportunidades para que el brazo afectado pueda fortalecerse y como segundo lugar se hace referencia a la participación y práctica sostenida de movimientos funcionales que produce reclutamiento de nuevas áreas ipsilaterales utilizadas como base neural para el aumento permanente en el uso del brazo afectado (Taub y Morris, 2013). Desde el punto de vista de esta investigación estos antecedentes serían la base para una intervención efectiva a la hora de rehabilitar a un paciente si se quiere mantener funcionalidad a pesar de sufrir una lesión musculoesquelética.

Las fracturas de extremidad superior en Chile tienen una prevalencia aproximada del 28 al 30% (ACHS, 2002), en el caso de un tratamiento conservador, el usuario se enfrenta a una inmovilización prolongada, donde el período de duración de ésta va a depender del grado, tipo y lugar donde se localiza el daño. Un tiempo mínimo de inmovilización se produce por aproximadamente 3 semanas, es decir, 21 días cuando ocurre a nivel de mano y su rehabilitación comienza al retirarse el componente restrictivo (Hoppenfeld y Murray, 2004).

Existe escasa evidencia de los efectos ya sean positivos o negativos de la aplicación de un protocolo de entrenamiento en la extremidad superior y en la literatura revisada, no se han encontrado estudios que realicen este tipo de intervención en la extremidad superior indemne no dominante en el caso de un sujeto con fractura en su extremidad dominante. Sin embargo, se puede utilizar la escasa evidencia que se dispone para continuar en esta línea de investigación, con la premisa que la práctica y el entrenamiento mejora la ejecución de la mano indemne no dominante hasta alcanzar una funcionalidad similar a la extremidad superior dominante (Benton y cols, 1962).

Podemos emplazar estos supuestos en un contexto de intervención terapéutica que permita una nueva perspectiva de tratamiento para la kinesiología, potenciando la reorganización del SNC en sujetos que presenten lesiones al SME en la extremidad superior dominante, enfrentados al uso forzado de la extremidad superior indemne no dominante, factores que inevitablemente disminuyen su nivel de funcionalidad mientras se encuentra inmovilizado. Debido a estos antecedentes, es necesario intervenir en la fase aguda enfocándose en realizar un tratamiento que inicie desde el minuto de la lesión sin esperar hasta el término de la consolidación ósea para realizar la intervención kinésica y potenciar su lado indemne no dominante disminuyendo el período de discapacidad.

De esta forma se logra que el individuo no se condicione por las deficiencias a nivel estructural propias de una fractura, entregando las herramientas necesarias para lograr sus AVD ocupacionales e instrumentales de manera óptima sin afectar su participación en actividades sociofamiliares. Sumado esto a factores contextuales y personales positivos (tales como, empoderamiento del tratamiento por parte del sujeto, ambiente de intervención acorde a las necesidades del sujeto, aplicación de la intervención por agentes sanitarios especialistas en su condición, apoyo desde sus redes de contacto), pilares fundamentales por lograr una rehabilitación exitosa, tomando relevancia en el modelo biopsicosocial de la CIF y manteniendo un correcto estado de salud. (OMS, 2001).

De otra manera, podemos contribuir a nuevos conocimientos para potenciar aquellas actividades que requieren mayor habilidad de un hemicuerpo o una extremidad, como es la práctica de un instrumento, deporte y/o actividad laboral. En el estudio de Del Valle y De la Vega (2007) se impone la utilización de los dos hemicuerpos, miembro superior e inferior de

manera similar para conseguir una estrategia y resultados beneficiosos para el competidor. Se concluye que existe un predominio en utilizar un hemicuerpo en relación al otro, no obstante, se observó que el aprendizaje y la adaptación frente al combate es una condicionante de los buenos resultados en la práctica de este deporte (Del Valle y De la Vega, 2007).

1.2 Pregunta de investigación

¿Cuáles son los efectos de la aplicación de un protocolo de intervención en fuerza, resistencia y funcionalidad en la extremidad superior no dominante cuando existe una inmovilización en la extremidad superior dominante en un sujeto joven, femenino, sano?

1.3 Objetivos de Investigación

1.3.1 Objetivo general

- Determinar los cambios sobre las variables fuerza, resistencia y funcionalidad mediante la aplicación de un protocolo de intervención compuesto de ejercicios de fortalecimiento y funcionalidad en la extremidad superior no dominante en una condición de simulación de una lesión mediante inmovilización y restricción del movimiento del miembro superior dominante por un periodo de 21 días.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar y comparar los valores en fuerza prensil de mano medido a través de dinamometría isométrica previo, durante y posterior intervención.
- Determinar y comparar los valores en resistencia isométrica máxima de mano mediante dinamometría y tiempo previo, durante y posterior a intervención.

- Determinar y comparar niveles de funcionalidad de extremidad superior no dominante, evaluada por escala “400 puntos”, previo, durante y posterior a intervención.

1.4 Supuesto de caso

La aplicación de un protocolo de intervención por 21 días en la extremidad superior no dominante y la simulación de una lesión en la extremidad superior dominante mediante inmovilización producen aumento de fuerza, resistencia y mejoría de la funcionalidad.

2 CAPÍTULO N°2 MARCO TEÓRICO.

2.1 Lateralidad

El predominio o lateralidad se refiere al mayor uso y superior aptitud de un segmento del cuerpo con duplicación (manos, pies, ojos y oídos) sobre el otro (Portellano, 2008)

El hemisferio izquierdo es predominante en la mayoría de las personas teniendo en cuenta el entrecruzamiento de los dos haces piramidales explicando el predominio de la mano derecha considerando el hemisferio derecho como hemisferio cerebral no dominante. En la actualidad algunos autores plantean que no sólo se trata de dominancia, sino que, netamente el ser humano se especializa en la utilización de diferentes segmentos (Dubois, 2008).

Desde tiempos remotos se ha explicado el desarrollo motor desde un punto de vista evolutivo en base a la lateralización y las edades en las que se desarrolla, la mayoría de los autores coincide en que se establece la lateralidad entre los 7 a 8 años. Es en esta edad donde un niño comienza su etapa lateral, reforzando las dominancias de un lado del cuerpo y produciendo activación de los circuitos neuronales correspondientes (Ferré y cols , 2008). Sin embargo, el favoritismo de lateralidad empieza a establecerse desde los 4 años y en algunos casos incluso se plantea que este proceso se extendería hasta los doce años (Michel y cols, 2006).

Le Boulch (1969) plantea que la lateralidad es la traducción de una predominancia motriz, que se manifiesta a través de los segmentos derecho e izquierdo y se ha buscado la forma de encontrar una estructura o esencia que explique el comportamiento general humano para sus segmentos corporales o estructuras, sin embargo no se ha encontrado la explicación exacta de éste fenómeno por lo que se han identificado diferentes causas (Le Boulch, 1969), una de ellas es el hecho de que exista un hemisferio cerebral dominante, generalmente se asocia a estructuras biológicas (Milner, 1964).

El desarrollo psicomotor atraviesa por dos grandes fases y por diferentes estadios. La primera fase es de carácter cualitativo, referida a la organización psicomotora y la estructuración de la imagen corporal, compuesta de una serie de etapas en los que el cuerpo va atravesando

sucesivas transformaciones (cuerpo impulsivo, vivido, percibido y representado). La segunda fase corresponde más bien a las transformaciones musculares y mejoras en el rendimiento motor traducida en los denominados factores de ejecución influenciados por el contexto biopsicosocial al momento de determinar la práctica de un movimiento determinado (Le Boulch, 1978). Un buen esquema corporal y una lateralidad afirmada son necesarios para fundamentar los aprendizajes instrumentales en los primeros años de escolaridad, a nivel motriz, la lateralidad es una habilidad entrenable (Bilbao y Oña, 2000). La imagen de nuestro cuerpo se ha de formar a través de experiencias vividas influenciadas por el contexto o la acción que se quiere realizar, de igual manera es modificable. El predominio lateral puede ser diferente en un mismo individuo en cuanto a los distintos miembros y órganos sensoriales. Además, este predominio puede ser de mayor o menor intensidad; podemos hallar entre el individuo totalmente zurdo y el totalmente diestro todas las posibles transiciones, habiendo una situación de igualdad de predominio lateral que se denomina “ambidiestro” (Zazzo, 1984). El segmento dominante tiene mayor precisión, fuerza, coordinación, equilibrio y riqueza propioceptiva que el no dominante. Muchos estudios relacionan la lateralidad no confirmada o cruzada con los problemas de aprendizaje en los primeros años de escolaridad (Vallés, 1996; Mayolas y cols, 2010).

Estudios proponen que la predominancia de la lateralidad se puede deber a una mayor irrigación de uno de los dos hemisferios cerebrales que sería el dominante (HD principalmente), a este factor se le denomina y considera como factor neurofisiológico (Rigal, 1979).

Desde otro punto de vista, existen factores que tienen que ver con la genética es decir tiene un componente hereditario y son los denominados factores genéticos. Por último, existen los factores sociales que influyen en la lateralidad, María López, estableció un ordenamiento de alguno de ellos, según la influencia que pueden llegar a tener:

La familia, como primer grupo de pertenencia que tiene el individuo, por lo que él la considera un modelo a seguir e imita sus acciones y por lo tanto también su lateralidad.

Causas ambientales, hablan que desde los primeros contactos con su entorno, el individuo trata de adaptarse a él, lo que conlleva a unirse a esa mayoría diestra. En la antigua época romana se asociaba lo derecho a lo bueno y lo izquierdo a lo malo, lo siniestro.

Y por último la religión, que cada vez con menor influencia, asociaba ser zurdo como un signo endemoniado. Por lo que antiguamente algunos centros educativos obligaban a los niños/as a ser diestros (María López, 2007).

Se han realizado estudios acerca de las dos grandes variables que son consideradas como influyentes directas sobre la lateralidad: Influencia genética e influencia medio-ambiental, en cuanto a la influencia genética sobre el grado de preferencia motora o lateralidad, se encontró la presencia de un gen dominante (gen de la lateralidad), que codificaría la preferencia motora hacia el hemicuerpo derecho y su ausencia daría lugar a que el sujeto desarrolle al azar una preferencia motora hacia un hemicuerpo o hacia el otro (Klar, 1999). Se llevó a cabo una investigación para determinar si existe una real influencia medio-ambiental en el desarrollo de la lateralidad, tomando una muestra de niños cuyas edades oscilaban entre 5 y 9 años de dos culturas diferentes, en una de ellas se prohíbe el uso de la mano izquierda para desarrollar ciertas actividades, mientras que en la otra no existía restricción para el uso de una u otra mano. Concluyendo que las influencias culturales a temprana edad podrían inducir el uso de patrones motores de lateralidad, independiente de la influencia del patrón genético (Fagard, 2004), estableciendo esta influencia medio-ambiental como gran condicionante del uso de extremidad por sobre su contralateral (Carrasco, 2004).

Los enfoques de los autores que han realizado estudios de valoración de la lateralidad han sido principalmente dos, unos la han definido desde un punto de vista cuantitativo basando sus estudios en el número de veces que una persona usa un lado frente al otro, tanto a nivel de extremidad superior, como a nivel de extremidad inferior y ojo (Auzías, 1990). Otros autores, en contraste, se basan en aspectos cualitativos de la lateralidad observando la mayor habilidad o aptitud de un lado frente al otro (Teixeira y Okazaki, 2007). En bastantes casos se observan tanto los niveles cuantitativos como los cualitativos (Zazzo, 1984; Mayolas, 2003)

Otra teoría existente sostiene que niños con dominancia de mano izquierda inicial con el tiempo se convierten en diestros por las presiones sociales existentes en contra de los zurdos (Dawson, 1972). Evidencia sobre hermanos gemelos contradice la existencia de un componente genético en la determinación de la dominancia por lo que se puede considerar como preferencia por aprendizaje o entrenamiento (Collins, 1975), otros autores como Oña

(1999), respaldan la teoría respecto a que la dominancia lateral es fundamentalmente, un producto del aprendizaje (Oña, 1999). Según Bradshaw y Nettleton (1983), determinan que la práctica y su entrenamiento podrían determinar la preferencia por una u otra mano (Bradshaw y Nettleton, 1983), en el estudio de Provins (1969), se midió la ejecución de una actividad predeterminada con ambas manos, después de diez meses de intervención se repitió el procedimiento de medición con la mano no dominante, observando mejorías gracias a la práctica repetitiva que incrementó la funcionalidad, asemejándose a la extremidad superior dominante (Provins y Dalziel, 1969). Según Benton y cols (1962), la práctica y el entrenamiento aumentan la ejecución de funciones con una extremidad preferente, mejorando la ejecución de la mano hasta alcanzar una funcionalidad similar (Benton y cols, 1962).

Las personas pueden aprender a utilizar su mano de escritura dominante y no dominante con la misma habilidad en tareas de coordinación de mano y dedos, debido a la evidencia se puede sostener que la lateralización es finalmente un conjunto de conductas adquiridas con aprendizaje y entrenamiento y no son una actividad innata relacionada con genética (Perelle, 1981).

2.1.1 Lateralidad como adquisición de una nueva habilidad.

En los distintos campos científicos que estudian el deporte se hace referencia a lateralidad, desde un punto de vista genético, como predisponente a tener un hemisferio dominante versus un enfoque dado por la adaptación a una situación en particular (práctica de algún deporte o en situaciones de stress). En el estudio de Del Valle y De la Vega (2007), se trata el concepto de lateralidad al obtener una respuesta frente a un estímulo o adaptación a una situación, donde la adaptación y el aprendizaje es el componente principal. En el full contact se “obliga” al participante a usar los dos hemicuerpos, miembros inferiores y miembros superiores (MMII-MMSS) en misma proporción, para conseguir una estrategia de batalla efectiva, de ahí la consecuencia de largas horas de entrenamiento y buenos resultados (Del Valle y De la Vega, 2007). Da Fonseca (1998) asevera que, “la lateralidad comprende una conciencia integrada de la experiencia sensorial y motora”, inclinándose hacia la lateralidad como resultado de un proceso de aprendizaje. Este autor concluye que existe un predominio al

utilizar el hemicuerpo derecho en comparación con el izquierdo, tomando de base la genética como determinante de la lateralidad (Da Fonseca, 1998). Similares son los resultados obtenidos por Tyler (1971) en conjunto con Bilbao y Oña (2003), correlacionándose con la hipótesis de modificación de la lateralidad, dada por la adquisición de una nueva habilidad. Es necesario mantener la lateralización óptima en cada habilidad motriz, consiguiendo el máximo grado de eficacia de los segmentos dominantes, aumentar la capacidad motora de los segmentos no dominantes y la combinación adecuada de los factores de fijación postural, favoreciendo grados de ambidiestrismo que permitan mayor autonomía y versatilidad al momento de realizar acciones motrices, no se establece una superioridad de un hemicuerpo en relación con el contralateral (Springer y Deutsch, 1985).

La lateralidad es un proceso que se desarrolla conjuntamente con la orientación espacial de las dimensiones topológicas, proyectivas del espacio y, a su vez, es fundamentalmente una función cortical (Amunts, 1997).

La lateralización a nivel motor viene influenciada genética y biológicamente dado que se considera como una capacidad general del ser humano para usar un lado predominante de nuestro cuerpo sobre otro, por lo tanto, es extremadamente difícil de modificar en procesos tan triviales como lo consideraban algunos autores (Bilbao y Oña, 2000).

En el campo de la lateralización, se ha especificado la importancia e implicancia de cada uno de los hemisferios en los procesos funcionales y cognitivos: el hemisferio izquierdo en el procesamiento lingüístico, lógico, analítico y secuencial, y el hemisferio derecho en actividades visoespaciales, así como en la expresión e interpretación de la información emocional (Dubois y cols, 2009).

Para la psicomotricidad, la lateralidad es la condicionante del esquema corporal. Nacen desde ella conceptos como propiocepción, estereognosias y orientación temporoespacial, elementos claves para la correcta orientación del sujeto en el espacio y el funcionamiento del ser humano. Para la lateralidad, lo máximo que se puede hacer es ratificar la tendencia genética de cada ser humano mediante los ejercicios psicomotrices (Bilbao y Oña, 2000). Igualmente se considera como la traducción de una predominancia motriz general manifestada a través de los segmentos derecho e izquierdo (Le Boulch, 1969).

Milner y cols (1964), aplicaron una inyección de amital sódico (anestésico, conocido mundialmente como “suero de la verdad” en tratamientos psiquiátricos, porque parecía mejorar la fluidez de respuesta en la relación con el paciente), en la carótida derecha de pacientes diestros, comprobando que el 10,4% padeció dificultades verbales, cuando la inyección fue en el lado contrario, el 89,6% padeció estas deficiencias. También han existido estudios que informaron de asimetrías en el electroencefalograma (EEG), cuando los electrodos eran situados en lados distintos. Para todos ellos, las asimetrías cerebrales parecían estar relacionadas con la preferencia de una de las manos o de otros segmentos corporales (Galín y Ornstein, 1972).

En forma paulatina se deja de utilizar el término de dominancia cerebral en alusión a la superioridad absoluta de un hemisferio para comenzar a referirse al mayor predominio de un hemisferio en relación con el otro en la participación de diferentes funciones (Repila, 2013).

Muchos autores han sostenido que la dominancia lateral no es de origen anatómico, sino que se debe a condiciones exteriores al organismo. En ese sentido, son muy significativas las palabras de Watson (1919), que partió del estudio de sus propios hijos, llegando a la siguiente conclusión: “El conjunto de nuestros resultados sobre la manualidad nos induce a creer que no se ha elaborado una diversificación de respuestas en ninguna de las dos manos hasta que la costumbre social empieza a concretar la manualidad. La preferencia se haya determinada por las experiencias prematuras y por la subsiguiente elaboración de hábitos fundamentados en la experiencia” (Watson, 1919).

La cultura, país de origen o la migración a otro, hábitos, vivencias, experiencias, la sociedad en general como factor negativo o positivo, puede influenciar de gran manera la adquisición de la dominancia auditiva, visual o manual, creando una predisposición por lateralidad derecha o izquierda (Watson, 1919).

Carrasco, (2011) presenta las interrogantes bajo el concepto musical. ¿Por qué debemos marcar el compás con las dos manos? La respuesta a esta interrogante es más simple de lo que se piensa. Se afirma que los movimientos de los músculos del cuerpo y la posición de las articulaciones relacionadas con la flexión son producidos por las percepciones sinestésicas. (Carrasco, 2011) El conocimiento del esquema corporal, la lateralidad y las

relaciones espaciales dan garantía de un desarrollo perceptual mejor ya que estos elementos configuran la percepción motora. (Bolaños, 2002)

La enseñanza de educación musical bien planteada se debe basar en los más pequeños, dándoles las herramientas para convertirse en intérpretes capaces de utilizar los dos hemisferios cerebrales simultáneamente, para hacer de la música un proceso eficaz. El hemisferio derecho, además de controlar la vista, la afectividad, los sentimientos, la intuición, la expresión o el desarrollo de varias tareas a la vez, ubica la creatividad, la imaginación y el arte en general (Manso, 2007). La sincronización armónica de los hemisferios cerebrales, según Monroe (1982), permite una situación en que se puede producir habilidades extrasensoriales de manera natural (habilidades artísticas, intelectuales o físicas). Finalmente se afirma que marcar el compás o tocar un instrumento con ambas manos se debe la cohesión de los dos hemisferios al realizar esta actividad, esto es lo que lo vuelve un proceso cautivador, complejo, pero más efectivo (Monroe, 1982).

2.2 Anatomía de la mano

La mano es un órgano sensorial trascendental para percibir nuestro entorno, es también el efector primario en la realización de las actividades motoras complicadas y posee un papel relevante en gestos, habilidad, tacto e incluso en la capacidad artística. Se compone por 19 huesos y 19 articulaciones que pueden movilizarse gracias a los 29 músculos que cumplen funciones en este órgano. La mano, corresponde a una herramienta especialista en realizar complejas manipulaciones que requieren precisión y fuerza. Posee una biomecánica compleja por lo que utiliza una gran región en la corteza encefálica, es por esto, que las lesiones ocasionadas en este nivel originan en general mayor discapacidad. Una mano con problemas puede potencialmente producir complicaciones no sólo en este segmento específico, ya que también ocasiona un gran deterioro de función en las articulaciones que la rodean (Neumann, 2007). Un movimiento concreto se inicia en la posición anatómica de la mano con extensión de codo, antebrazo supinado y muñeca en posición neutra que corresponde a codo (70°-90° flexión), muñeca (0°), articulación metacarpofalángicas (20° flexión), interfalángicas proximal y distal (20° flexión) (Neumann, 2007).

El movimiento motor en todas sus formas ya sea voluntario o involuntario requiere de una contracción muscular. La contracción muscular por su parte está determinada por la función de las neuronas motoras inferiores de la médula espinal. Todos los movimientos del miembro superior se deben realizar a través de sinergias musculares donde se diferencian por cadenas agonistas y antagonistas que son las encargadas de realizar la totalidad del movimiento requerido.

No se puede establecer una similitud entre la extremidad superior e inferior puesto que las actividades a realizar son completamente diferentes principalmente en el tipo de motricidad. La prensión es una de las habilidades finas que posee la extremidad superior que necesita un movimiento intencional y un objetivo preciso concluyente. Para llevar a cabo estas funciones se requiere una preparación constante que permite el progreso durante todo el periodo de vida. Las articulaciones cercanas a la mano trabajan para que ésta sea la encargada de alcanzar objetos, por ejemplo, el hombro cuando se encuentra abducido aleja la mano del cuerpo y la acerca al objeto necesario y la aducción de hombro y flexión de codo acercan el objeto a nuestro cuerpo. La pronosupinación por su parte se encarga de ubicar el objeto que se encuentra en sujeción (Bienfait, 2001).

2.3 Lesión de sistema musculo esquelético y fracturas

Los trastornos del sistema musculo esquelético son algunos de los problemas más importantes de salud en el trabajo y causa de ausentismo laboral en la Unión Europea y países de América Latina con repercusiones económicas relevantes en el trabajador, la empresa, las instituciones de salud y el producto interno bruto (Arenas y cols, 2013).

Dentro de los trastornos del sistema musculo esquelético uno de los más complejos son las fracturas. Estas se originan desde el nacimiento hasta la vejez y muestran diferentes características, orientaciones y niveles de gravedad; que por su impacto constituyen uno de los sucesos patológicos más importantes en la vida del ser humano (Díez y Cols, 2013).

La fractura se describe según el mecanismo de lesión que presente, el tratamiento se basa en distintos objetivos, tanto en términos de rehabilitación como de ortopedia, las metas se van a

conseguir respecto a la amplitud de movimiento, la fuerza y las actividades funcionales (Hoppenfeld y Murthy, 2004).

La consolidación ósea tiene un tiempo previsto que se puede analizar cuando se habla de una fractura de tipo estable, información relevante para el progreso del usuario; los métodos de tratamiento pueden incluir algunos tipos de fijaciones externas o internas y férulas. (Moreno y cols, 2017)

Existen consideraciones especiales en las fracturas que pueden abordar algunos problemas y necesidades concretas. Esto incluye osteoporosis, edad del paciente, afectación articular, patrón o tipo de fractura, síndromes compartimentales, así como los daños que se pudieran producir en ligamentos y tendones (Arenas y cols, 2013).

Cuando se habla de este tipo de lesiones en el sistema musculoesquelético, se entiende que las fracturas no suceden de forma aislada y habitualmente van en conjunto con otros daños que pueden incluir daños ligamentosos, nerviosos y musculares que en cierto modo van a necesitar otros tipos de cuidados (Miralles, 2010).

En el caso de fracturas de extremidad inferior, la carga de peso presenta una importancia especial, ya que el objetivo principal es que el paciente esté capacitado para utilizar de manera normal el lugar de la fractura sin causarle ninguna especie de daño. El avance en la rehabilitación en este aspecto guarda una estrecha relación entre la consolidación ósea y la estabilidad, ciertos tipos de fijación permiten una carga más temprana que otros (Simanski, 2006).

2.3.1 Consolidación ósea

Los tiempos de inmovilización previstos para la consolidación ósea en antebrazo corresponden a un periodo de 8 a 12 semanas en las que el segmento se debe encontrar inmovilizado (Michael Suk, 2016).

2.3.2 Osificación y remodelación ósea

Cuando se habla de osificación, esta comienza con la vida fetal con patrones normales de desarrollo que ocurren durante la embriogénesis y continúa durante la ontogenia de la remodelación ósea (Shapiro, 2008; Ferguson y cols., 1999). Al producirse un daño, nuestro organismo normalmente responde con la regeneración (Soung do y cols., 2012).

La respuesta de regeneración ósea se genera con el objetivo de conseguir que el tejido sea restituido tras haber sufrido un proceso traumático (Raggatt y cols., 2014). El proceso es muy complejo y además comprende una interacción coordinada entre diversas líneas celulares, factores de crecimiento y componentes de la matriz extracelular (Claes y cols., 2012).

Por otro lado, en la reparación ósea, se forma un tejido cicatricial que posee características distintas a la original (Córdova, 2010). Según los autores Davies y Hosseini (2000), el hueso, aparte de poseer tejido embrionario, es el único tejido del organismo que tiene una capacidad total o completa de restitución tras sufrir un daño.

2.3.3 Cronología en la consolidación ósea

Tras el impacto de haber sufrido una fractura se produce una pérdida de continuidad ósea, con disrupción del periostio y de los vasos sanguíneos que se encuentran localizados en esta zona. Es aquí donde comienzan a ocurrir una serie de procesos de forma progresiva que llevan a la consolidación ósea (Burgos, 1999).

Esta consolidación ósea se encuentra dividida en etapas:

Fase de inflamación: Inicia de forma inmediata tras producirse una fractura, comienza formándose un hematoma y luego un coágulo de fibrina que va a contener plaquetas, linfocitos polimorfonucleares y macrófagos.

En esta etapa los bordes óseos comienzan a devascularizarse y se necrosan, lo que va a producir una liberación de enzimas lisosomales. Continuando con su proceso normal al poco tiempo comienzan a aparecer los fibroblastos, células osteoprogenitoras y células mesenquimales, así como nuevos vasos sanguíneos provenientes del canal medular y tejido de alrededor (Burgos, 1999).

Fase de callo blando: Aquí es cuando se genera un gran aumento de la vascularización. En el periostio en el extremo óseo que se fracturó se puede apreciar la presencia de hueso formado por osificación membranosa. Hacia el centro del callo, donde no existe tanta vascularización, ocurre que una gran parte del tejido fibroso se va transformando en tejido cartilaginoso, no vascularizado. En el aspecto clínico se podría hablar de una cierta estabilidad ya que por lo menos los fragmentos no están en constante movimiento, si no que se encuentran estables (Burgos, 1999).

Fase de callo duro: Es en esta fase o etapa cuando este tejido cartilaginoso se va a ir degenerando y comenzará a recibir de forma progresiva nuevos vasos sanguíneos, en donde se irá formando hueso por alrededor de estos restos cartilaginosos, a esto le llamamos osificación endocondral, inicialmente esta formación de trabéculas se encontrarán constituidas por células inmaduras y muy abundantes que irán evolucionando de forma progresiva hacia el hueso trabecular normal.

Al mismo tiempo se aprecia la osificación membranosa que es la presencia de hueso formado alrededor del periostio (Burgos, 1999).

Fase de remodelación: En esta fase podemos observar que el callo formado en la etapa anterior, que estaba principalmente compuesto por un hueso inmaduro, se va a ir sustituyendo de forma lenta pero progresiva por un callo que tendrá menos volumen, que será de hueso maduro que, además, tendrá su estructura laminar normal. Cabe destacar que es la etapa o fase más lenta y su evolución es un proceso que dura años, siendo más intensa durante la infancia y mucho menos productiva en la adultez (Burgos, 1999).

2.4 Inmovilización

Cuando se habla de sistemas de fijación existen distintos tipos de dispositivos en los que se encuentran lo que se denomina férula y/o yeso (Moreno y cols, 2017). La férula es un dispositivo dinámico, permite la formación del callo óseo y una consolidación secundaria relativamente rápida, se inmoviliza la articulación proximal y distal de la fractura para así poder prevenir la rotación y traslación de los fragmentos. Se puede permitir una carga precoz siempre y cuando el tipo de fractura sea estable, a veces la carga debe aplazarse hasta que se

haya formado una suficiente cantidad de callo óseo como para prevenir que exista algún tipo de desplazamiento (Hoppenfeld y Murthy, 2004).

La férula puede instalarse para lograr el mismo objetivo que los sistemas ortopédicos utilizados con frecuencia después de una fractura, logran cierta estabilización en la zona de fractura, pero deben retirarse para realizar el tratamiento de rehabilitación, sirven para limitar o evitar el movimiento articular, contracturas, acortamientos, pero deben usarse en conjunto con la terapia física para así poder mantener la fuerza muscular y el rango de movilidad consiguiendo óptimos resultados. Para su fabricación existe gran diversidad de materiales que aportan diferentes grados de rigidez y control de movilidad. Estos sistemas se utilizan regularmente en la muñeca y mano para evitar la contractura en flexión de los dedos producto del acortamiento de los músculos del antebrazo (Hoppenfeld y Murthy, 2004).

2.5 Neuroplasticidad

Se entiende por neuroplasticidad a la propiedad del sistema nervioso de modificar su funcionamiento y reorganizarse en compensación ante cambios ambientales o lesiones (Castaño, 2002). Este concepto, es un elemento unificador para comprender procesos como el aprendizaje y la rehabilitación de funciones tras una lesión neurológica. El potencial neuroplástico o neuroplasticidad para el sistema nervioso central (SNC) fue atribuido como una capacidad de un organismo inmaduro, se pensaba que el cerebro y la médula era invariable, e incapaz de producir cambios, independiente de la rehabilitación o la influencia ambiental que se puede llegar a aplicar después del daño en el SNC. Esta creencia se relaciona con declaraciones de Ramón y Cajal (1928), “Todo puede morir, nada puede regenerarse”, pero su origen se puede remontar a muy cerca de los principios del estudio científico del sistema nervioso, de ahí su equivocación, que se concreta en la obra de Louis Broca, respecto a la localización anatómica de la función motora en el cerebro (Broca, 1861).

Para un cuarto de siglo después del descubrimiento de la brotación intraespinal (Liu y Salas, 1958), no hubo demostración clara de que su ocurrencia en el cerebro podría tener un significado importante para la función motora o sensorial de un mamífero adulto. No hubo, por lo tanto, alguna base de evidencia convincente o sustentable de ideas para alterar la prevaleciente estructura fija e inalterable del cerebro después de una lesión. La disyuntiva

volvió a surgir en la década del 70, con la pregunta ¿es posible rehabilitar a un paciente con daño en SNC, se puede intervenir durante su fase crónica? (Wall, 1971), se obtuvieron resultados que se interpretaron como indicación de que las influencias ambientales, incluida la formación, podrían inducir cambios plásticos en el cerebro lesionado, nuevos hallazgos fueron aportados a través de la obra de Merzenich. (Merzenich, 1983; Kaas 1983).

El “aprendizaje de no utilización”, se desarrolla durante la fase post-lesional inicial al shock del SNC. El animal lesionado aprende a evitar el uso de la extremidad afectada, debido a un proceso de aprendizaje, en el que los intentos de utilizar la extremidad afectada son castigados por las consecuencias negativas de estos intentos fallidos, por ejemplo, la caída o no cumplimiento de la meta prevista de finalizar una acción funcional (Taub, 1993).

La hipótesis del “aprendizaje de no utilización”, en pacientes con accidente cerebrovascular, se basa en que algunos pacientes utilizan su brazo afectado menos de lo que se podía esperar sobre la base de la severidad de su afección. Tras lo cual se informó sobre un procedimiento de rehabilitación, denominado terapia de movimiento inducido, que podría producir mejora sustancial en la función motora de las extremidades superiores afectas en humanos muchos años después de una condición patológica como ataque cerebrovascular, tras un entrenamiento intenso y progresivamente gradual (Taub, 1993).

Varias líneas convergentes de evidencia sugieren que la falta de uso de un solo miembro sin aferencias es un fenómeno que implica un aprendizaje de supresión condicionada de movimiento, como fondo para esta explicación, por lo general conduce a una depresión en la función motora y/o función perceptual, que es considerablemente mayor con el tiempo, el proceso responsable de la depresión inicial de la función y la posterior recuperación gradual, que se produce a nivel de la médula espinal y el cerebro. Sin embargo, independientemente del mecanismo o procesos de recuperación, entran en funcionamiento tras desaferentación somatosensorial por lo que después de un período de tiempo, reaparecen los movimientos, aunque en un potencial menor.

Desde el punto de vista práctico algunas intervenciones han utilizado éstas estrategias para favorecer el proceso de funcionalidad partiendo de la premisa de que el sujeto es capaz de adaptarse, dentro de las intervenciones más importantes encontramos la CIMT es un tratamiento que se basa en la restricción del movimiento del lado afecto dominante, en

conjunto al entrenamiento de miembro no dominante, para lograr el restablecimiento de la funcionalidad en personas con algún tipo de patología que afecta un hemicuerpo. Su objetivo principal es favorecer el uso de la extremidad superior del lado afecto, mediante la restricción del lado sano, generando un aumento en la fuerza, resistencia, coordinación y funcionalidad (Bang y cols, 2015).

Se emplea para incrementar el uso de la extremidad superior más afectada, varias horas al día por varias semanas, aplicándose además la práctica repetitiva en este lado (Taub y cols, 2003).

Para restringir el movimiento en la extremidad superior menos afecta se utiliza un guante o cabestrillo durante el 90% de las horas de vigilia, por la duración del periodo de tratamiento (Taub y cols, 2003)

La base de la neuroplasticidad en CIMT refieren a una mayor recuperación de la corteza motora al realizar una carga intensa de trabajo diario, asimismo, se busca generar aprendizaje motor, induciendo reorganización de la representación del movimiento y sinaptogénesis o estímulo de generación de sinapsis neuronales a nivel de la corteza motora del adulto post-acv (Carr, 2004), estableciendo o restableciendo conexiones neuronales perdidas tras la lesión, en fibras preservadas en los brazos anterior y posterior de la cápsula interna, tronco cerebral, corteza motora ipsilateral al lado parético, a través del haz piramidal directo (no decusado), y reorganización cortical (Jenkins y Merzenich, 1990) como tres de los mecanismos de recuperación de la función (Castaño, 2002).

Investigaciones en animales mostraron que los primates pueden ser inducidos a utilizar la extremidad sin aferencia al restringir el movimiento de la extremidad indemne durante varios días, de esta forma una extremidad enferma se convierte así en una capaz de realizar un movimiento funcional (Taub, 1977).

En la misma línea, Perrella y cols en 1973 publicaron que al impedir el movimiento de una extremidad con un dispositivo de restricción en primates durante un periodo de 3 meses estos eran capaces de utilizar su extremidad enferma en la situación libre después de que se eliminó la restricción. Otro estudio mediante cirugía intrauterina generó una denervación unilateral en monos, al nacer mostraron el uso intencional de la extremidad denervada desde el primer

día de vida. Posteriormente, cuando la extremidad intacta no volvió a ser restringida, la capacidad de utilizar la extremidad denervada continuó desarrollándose hasta que fue similar a la de los animales que no recibieron denervación. Estos estudios generan la constitución de una nueva línea de pruebas en favor de la formulación del no uso aprendido (Heitman y cols, 1977).

En humanos se ha evaluado la efectividad de la CIMT en diversas patologías mostrando efectos favorables en ACV, hemiplejia infantil, esclerosis múltiple progresiva hemiparética y PC (Taub y cols, 1999). Esta terapia no genera efectos secundarios y resulta favorable en beneficiar la función motora del brazo afectado, evidenciada en prueba de investigación de acción del brazo (escala ARAT) (Corbetta y cols, 2010).

La CIMT se ha transformado en un excelente método a la hora de elegir la forma de tratar a los pacientes hemiparéticos. Se han creado diferentes métodos de aplicación en cuanto al tiempo, variando entre una a varias semanas, desde dos horas hasta un 90% del total de horas de vigilia y en las formas de aplicación, entre ellos guante (para pacientes con problemas de equilibrio y riesgo de caídas al usar cabestrillo), férula, yeso y otras formas de acuerdo con las diversas patologías (Taub y cols, 1998 y 1999).

El uso repetitivo de una extremidad genera una reorganización cortical dependiente del uso, lo que explica los resultados positivos en la CIMT. Un tratamiento que permite a un paciente utilizar un miembro afectado durante varias horas al día por un período de tiempo resulta altamente eficaz (Taub y cols, 2000). Aumenta la habilidad motora del brazo y mano afectados en las actividades cotidianas después del accidente cerebrovascular y el aumento del uso diario persiste durante al menos 2 años después de la intervención (Wolf y cols, 2008).

En el ACV la CIMT puede contrarrestar el no uso aprendido, pues al aplicar este tipo de terapia se recupera la función motora (Langhorne y cols, 2009). Un estudio en 30 pacientes con ACV sometidos a pruebas de actividad motora (LMA) y medida de independencia funcional (FIM) estimulados a realizar una tarea intensa y repetitiva por un periodo de 2 horas durante 3 semanas obtuvieron una mejora a través de la inmovilización del miembro superior menos afectado (Wu y cols, 2007). Concluyendo este estudio que la CIMT es eficaz

para mejorar el rendimiento y control motor durante tareas funcionales bimanuales en las actividades de la vida diaria de la extremidad superior.

En distonía focal de mano en músicos, donde se genera una falta de coordinación manual producida por sobre uso de los dígitos, la CIMT resultó ser efectiva. En un estudio que participaron 10 músicos, fueron sometidos al programa de tratamiento en el que realizaron ejercicios repetitivos con el dedo distónico focal, de 1,5 a 2,5 horas diarias, durante 8 días consecutivos, luego se pasó a realizar el tratamiento de inmovilización durante 1 hora al día. Utilizándose un dispositivo de destreza para la evaluación, que registra el desplazamiento digital durante los movimientos-metrónomo ritmo de dos dedos (análisis espectral de los registros previstos informaciones relativas a la suavidad de los movimientos antes, durante y después del entrenamiento y una escala de evaluación de la distonía (DES), se evidenció una mejora significativa en ambas medidas permitiendo que los sujetos realicen sus actividades musicales de manera normal o casi normal (Candia y cols,1999).

El uso forzado de la extremidad superior no dominante genera efectos en fuerza, resistencia y funcionalidad. Para evaluar los efectos de la CIMT sobre la fuerza prensil un estudio en 20 pacientes con ACV crónico mostró que la fuerza de agarre mejoró después del entrenamiento ($p < 0,001$), y se mantuvo así a los 6 meses de seguimiento. La medición se hizo mediante un dispositivo de alta fiabilidad, Grippint, un dispositivo electrónico que es capaz de registrar la fuerza de agarre en newtons, fuerza de presión mediante una contracción muscular isométrica (Siebers y cols, 2010).

Otro estudio en 20 pacientes con parálisis cerebral hemipléjica en los que se inmoviliza la extremidad superior menos afectada mediante restricción inducida, 30 minutos, 2 veces por semana, durante 10 semanas y además se realizaron diferentes actividades tales como transferencia de un objeto pequeño con una cuchara, abotonar una prenda, manipular pinzas de ropa, lanzar un anillo, juegos de cartas, golpes de teclado, barras de apoyo, construcción de un muñeco de peluche, jugar con el agua, pistolas, bloques de construcción y juguetes con el brazo y mano afectados, también mostró efectos positivos sobre la fuerza, la evaluación se hizo con dinamómetro de mano para medir fuerza y agarre. Se comparó los resultados con un grupo que recibió terapia convencional, evidenciándose mejoras en fuerza de agarre y destreza (Yu y cols, 2012).

Para evaluar la resistencia se investigó a 15 pacientes con ACV crónico que recibieron tratamiento con CIMT durante el 90 % de las horas de vigilia por 12 días mediante el uso de cabestrillo. La extremidad afectada se entrenó durante 7 horas, 8 días a la semana. Se evidenció una mejora significativa en la cantidad de uso y resistencia de la extremidad afectada en las AVD sin un deterioro del rendimiento a los 6 meses de seguimiento (Miltner y cols, 1999).

Para probar la efectividad de la CIMT en funcionalidad, un estudio en hemiplejia infantil sometió a una niña de 5 años a sesiones de una hora al día, durante 5 días a la semana. Se realizaron actividades utilizando inmovilización mediante yeso que se extendía por encima del codo a las articulaciones interfalángicas de los dedos. La restricción se mantuvo durante 2 semanas y se midió la funcionalidad con la calidad de habilidades extremidad superior (QUEST) validado en niños de 18 meses a 8 años, que evalúa la función de la extremidad superior en 4 dominios que son la disociación de movimientos, agarre, carga de peso y extensión de protección. Los resultados de la intervención arrojaron incrementos de un 16,79 % en la calidad de las habilidades motoras de la extremidad superior derecha afectada, también mejoras en las habilidades motoras finas (Ramachandran y Thakur, 2011).

En otro estudio también relacionado con funcionalidad se sometió a pacientes con esclerosis múltiple a inmovilización con un guante acolchado durante el 90% de las horas de vigilia en días de entrenamiento que consistía en 3 horas diarias durante 2-10 semanas consecutivas, dependiendo del paciente, los que eran sometidos a una práctica de tareas funcionales repetitivas variando gradualmente en dificultad. Los efectos se midieron mediante el registro de actividad (LMA) un test que consiste en 30 ítems. Todos los pacientes mejoraron en todas las medidas clínicas motoras y funcionales (Taub y cols, 2008).

Finalmente se evaluó funcionalidad a 30 niños hemiparéticos entre 4 a 8 años utilizando la CIMT con cabestrillo y otro grupo con terapia convencional, aplicada durante 6 horas diarias, 5 días a la semana, por 4 semanas consecutivas, evaluándose con la prueba de función pediátrica del brazo PAFT (prueba con alto índice de confiabilidad y validez que posee dos elementos que requieren la utilización unilateral y bilateral de extremidades superiores) y el test de calidad de movimiento en extremidades superiores QUEST (que evalúa patrones de movimiento y funcionalidad de la mano en niños con parálisis cerebral), evidenció que la

inmovilización resulta efectiva para mejorar las funciones en las que se involucra la extremidad superior afectada comparada con el grupo convencional y estas mejoras continuaron durante al menos 3 meses (Elsheymy y cols, 2014).

2.5.1 Aprendizaje

Desde otra perspectiva, el concepto de aprendizaje consiste en una secuencia de acciones encaminadas a la construcción del conocimiento, desarrollo de habilidades y formación de actitudes (Gómez, 2000). Se compone de acciones o procedimientos que pueden ser más o menos eficaces, adecuadas o logradas en relación con los objetivos. La actividad humana y en concreto la actividad de aprendizaje pone en juego lo siguiente:

- Procesos psicológicos básicos y habilidades cognitivas.
- Conocimientos específicos relativos al tema de trabajo o de aprendizaje.
- Estrategias de aprendizaje y procedimientos.
- Metaconocimiento o conocimiento de los propios procesos psicológicos implicados en la realización de la actividad (Gómez, 2000).

La clave del “aprendizaje eficaz”, es la capacidad del sujeto para captar consciente o inconscientemente las exigencias de la tarea y de responder adecuadamente; es decir, la capacidad para reconocer y mantener bajo control la situación de aprendizaje (Gómez, 2000).

2.5.2 Teoría de aprendizaje

El concepto conocido como aprendizaje por adaptación, tiene como objetivo principal la adquisición o mejoramiento de una nueva habilidad, proceso complejo en el que se ven involucrados un sinnúmero de factores externos e internos, ya sean, la motivación, experiencias previas y un contexto en el cual se lleva a cabo la intervención. Se considera que un espacio

adecuado con las necesidades pertinentes para llevar a cabo una actividad presentaría mejores sustanciales en el proceso de aprendizaje (Gómez, 2000) además se necesita establecer bases o guías adecuadas y claras del conocimiento que se quiere adquirir y/o potenciar, retroalimentación constante y efectiva a través del proceso mismo, se ha demostrado el biofeedback como herramienta eficaz todos estos se consideran factores relevantes a la hora de la adquisición de una nueva habilidad (Chiou y Chang, 2016).

La funcionalidad manual se puede explicar mediante la teoría cognoscitiva de aprendizaje motor, expuesta por autores como Bruner, Ausubel y Rogers, los cuales la señalan como una forma de aprendizaje dinámica y flexible, que se interesa por las relaciones sociales y el desarrollo personal, en su estructura se destaca un proceso activo de enseñanza donde la información debe estar relacionada con la estructura cognitiva. Dicha teoría se contrapone a los conocimientos adquiridos de manera automática y memorística, haciendo énfasis en la relevancia del ambiente o contexto en el cual se desarrolla el individuo, influenciando directamente la toma de decisiones. La adquisición de una habilidad o conocimiento se describe como una actividad mental compleja que implica una codificación o recodificación interna (a nivel de sistema nervioso central), y una estructuración por parte del sujeto, dando crédito al ambiente como uno de los factores principales.

Esta teoría hace énfasis en la participación del estudiante en el proceso de aprendizaje (motivación), en la estructuración, organización y secuencia de la información para permitir su óptimo procesamiento, de igual modo toma relevancia la creación de ambientes de aprendizaje que permitan y estimulen un vínculo efectivo entre esta nueva actividad y el sujeto. De los cuales se desprenden varios conceptos que pueden llegar a manifestarse: aprendizaje por observación, reproducción como proceso en donde existe el objetivo de aumentar eficazmente la repetición de un comportamiento o función, ubicando al sujeto en un contexto cómodo, con materiales fácilmente accesibles para motivarlo a guardar estos nuevos conocimientos aprendidos y ponerlos en práctica, la autosuficiencia como circunstancia en el cual el sujeto mejora el conocimiento poniéndolo en práctica, defensa emocional como mecanismo defensa entre un ambiente estresante y uno adecuado. Bruner asevera que la principal instrucción de esta teoría es la exposición del aprendiz frente al conocimiento, siendo este capaz de captarlo, transferirlo y transformarlo a su conveniencia,

Ausubel lo relaciona como un sinónimo de enseñanza, ayudando al sujeto a alcanzar el máximo de sus capacidades, facilitando el aprendizaje de manera que su significado este en función de sus experiencias y motivaciones del medio ambiente, confrontando situaciones nuevas con anteriores para transferir los aprendizajes, este mismo autor establece el rol del docente como un facilitador del aprendizaje, el cual estructura y organiza los contenidos, guardando coherencia y secuencialidad con los ya aprendidos a fin de lograr el aprendizaje con un mínimo de tiempo y esfuerzo.

2.6 Esquema corporal

Se ha establecido que el esquema corporal no es de carácter genético, ni comienza a emerger con el nacimiento, de acuerdo a la evidencia se establece que la información sensorial percibida se conduce a través de los músculos, articulaciones y tendones (propioceptivas), desde la vista o tacto, es decir desde el exterior por lo que se denominan (exteroceptivas) y las que se conducen desde las vísceras, nombradas como (interoceptivas) (Rigal, 2006). El esquema corporal se engrandece con nuestras vivencias, podemos deducir que se basa en la relación que se presenta entre un sujeto y el entorno en donde también interfiere la maduración sensorial y neuronal (Martín, 2008). La maduración neurológica comienza desde la cabeza a los pies (ley céfalo caudal) y desde el tronco a las extremidades (ley próximo distal) (Hernández y Fernández, 2008).

Para comprender mejor el esquema corporal se establecen 4 fases, que comprenden el período materno que se emplea desde el nacimiento hasta los 2 años del niño donde comienzan los primeros reflejos hasta la marcha (Vayer, 1977).

El período infantil que engloba desde los 2 a 5 años, donde asume elementos visuales, el período de transición que comienza a los 5 años y termina a la edad de 7 años, donde se integra de mejor manera el cuerpo al pensamiento y se puede comprender el cuerpo propio y el de los demás. Este es uno de los períodos más importantes, pues el niño establece su lateralidad de forma definitiva y reconoce su mano derecha pudiendo diferenciarla de la izquierda. Es en este período donde se establecen los términos zurdo, que utilizan

preferentemente su mano izquierda, los diestro en donde su mano dominante es la derecha o ambidiestro que utiliza ambas manos derecha e izquierda con el mismo nivel de habilidad (Daft, 2007). Finalmente, el período de educación primaria establece la elaboración definitiva del esquema corporal.

Existen diferentes tipos de lateralidad según diferentes variables, entre ellas encontramos la lateralidad según el predominio de mano, pie y ojo en donde existe el homogéneo, ambidiestro, invertido y cruzado. Lateralidad según los gestos de aprendizaje instrumentales que utiliza, divididos en utilización e inclinación, según su intensidad podemos definirlos como zurdo, diestro y ambidiestro y para finalizar se dividen según su naturaleza normal o patológica (Cañizares y Carbonero, 2016).

Según el medio en el que el sujeto se desenvuelve presenta interferencia en la lateralidad, además se plantea que, si un sujeto tiene un accidente en su mano derecha hábil, con el tiempo de uso, su mano izquierda produce una mejoraría de fuerza y destreza (Coste, 1979).

Según un estudio realizado el año 2000, resulta efectivo el entrenamiento y aprendizaje de la lateralización motora, hallándose resultados similares a otros estudios, además se comprobó que la retroalimentación positiva resulta útil en el cambio de preferencia en la lateralidad motora (Bilbao y Oña, 2000).

2.7 Sistemas energéticos durante el ejercicio

En el ejercicio, el músculo esquelético logra satisfacer sus demandas energéticas utilizando sustratos que provienen de las reservas del organismo gracias al consumo diario de nutrientes, estos sustratos se obtienen fundamentalmente, a través de las grasas y los hidratos de carbono (López Chicharro, 2008).

Las proteínas, ocasionalmente actúan como sustratos energéticos, aunque sus funciones son diferentes en el organismo.

La célula muscular no puede utilizar los sustratos anteriormente mencionados de una manera directa, sino que todos ellos tienen que ceder su energía contenida en sus enlaces químicos para lograr la fosforilación de la adenosina trifosfato (ATP), ya que la célula muscular es capaz de obtener la energía química de manera directa de este compuesto de alta energía para

así poder transformarla en energía mecánica, de esta manera el metabolismo energético de las células musculares consiste en una serie de transferencias de energía para conseguir que la célula tenga las cantidades necesarias de ATP para satisfacer las demandas energéticas en cada momento (López Chicharro, 2008)

La célula muscular posee tres mecanismos para resintetizar el ATP: La resíntesis de ATP a partir de fosfocreatina (PCr) (vía anaeróbica aláctica); El proceso de glucólisis anaeróbica con la transformación del glucógeno en lactato (vía anaeróbica láctica); La fosforilación oxidativa (vía aeróbica)

Vía anaeróbica aláctica: Metabolismo de los fosfágenos o fosfatos de alta energía, de los que el ATP y la fosfocreatina son los compuestos más importantes. La ventaja de este sistema es que entrega la energía necesaria para la contracción muscular al inicio de la actividad y durante ejercicios explosivos, de corta duración y elevada intensidad, involucra directamente las fibras rápidas tipo IIX, poseen baja resistencia a la fatiga. Sus reservas solo pueden mantener actividades de máximo esfuerzo de unos 6 a 10 segundos de duración. Este sistema es el que será utilizado a la hora de la medición de fuerza con el dinamómetro prensil. (López Chicharro, 2008).

La vía anaeróbica láctica también llamada glucólisis anaeróbica implica a la glucosa o al glucógeno como sustratos energéticos. Solo los hidratos de carbono pueden metabolizarse sin la colaboración del oxígeno, a través de la glucólisis que ocurre en el citosol celular. La glucólisis anaeróbica involucra directamente a las fibras musculares rápidas (tipo IIA) con intermedia resistencia a la fatiga y además entrega, por sí misma, la energía suficiente para sostener una alta intensidad de ejercicios desde pocos segundos hasta 1 minuto de duración. Este sistema energético se verá involucrado a la hora de la medición de resistencia con el dinamómetro prensil ya que esta será durante 1 minuto. (López y López, 2008)

2.8 Dinamometría

El método para evaluar fuerza prensil es utilizado por una variedad de profesionales principalmente en la rehabilitación de la mano. Consiste principalmente en un método de fácil aplicación y confiable cuyos resultados son de análisis simple. Existen cuantiosas

medidas de fuerza de agarre en la que intervienen diferentes protocolos de evaluación en distintas posiciones según el método de evaluación (Innes, 1999).

La fuerza de agarre se encuentra en directa relación con ascendientes tasas de mortalidad por diferentes causas tales como morbilidad, fragilidad y sarcopenia (Sayer y cols, 2015), por estos motivos ha tomado mayor importancia la evaluación de esta variable.

En un revisión de Dodds y cols, 2016, se utilizaron 12 estudios británicos evaluando la fuerza de un sujeto con los resultados esperados de acuerdo a su edad y sexo, estableciendo 16 kg en mujeres y 27 kg en hombres, la revisión concluyó en que se presenta un aumento en la fuerza durante la infancia, llegando a una meseta en la adultez temprana y comienza a disminuir a medida que transcurre el tiempo, además se estableció que la fuerza es menor en los países con mayor desarrollo (Dodds y cols 2016).

En un estudio para medir la influencia de la masa muscular sobre el desarrollo de la fuerza en niños de sectores rurales con desnutrición de leve a moderada se evidencia que la fuerza y masa son directamente proporcionales ya que al existir mayor masa muscular aumenta la fuerza de agarre, de ésta misma forma una menor masa muscular denota una fuerza de agarre disminuida (Malina y Buschang, 1991). Respecto a las diferencias de sexo se encontró que son significativas dentro de los 7 a 11 años y a medida que se produce el crecimiento se producen mayores diferencias que persisten en la adultez (Newman y cols 1984).

2.9 Test de Harris

Harris define la lateralidad como: la preferente utilización y la superior aptitud de un lado del cuerpo frente al otro (Harris, 1961), para la psicomotricidad, la lateralidad es la brújula del esquema corporal, y lo máximo que podemos hacer es afirmar la tendencia genética de cada ser humano mediante los ejercicios psicomotrices. Así, Le Boulch (1987), la considera como la traducción de una predominancia motriz general manifestada a través de los segmentos derecho e izquierdo.

La lateralidad corporal permite la organización de las referencias espaciales, orientando al propio cuerpo en el espacio y a los objetos con respecto al propio cuerpo. Facilita por tanto los procesos de integración perceptiva y la construcción del esquema corporal, siendo el test de Harris una de las herramientas más fiables al momento de realizar una evaluación de la lateralidad, ya sea para determinar, evidenciar alguna modificación o alteración de esta.

Rigal establece que el test de Harris sirve para determinar la parte simétrica del cuerpo que domina, permitiendo clasificar a los individuos en diestros, zurdos y ambidiestros, y definir lateralidades homogéneas o cruzadas (Rigal, 1979). Este test mide la dominancia ocular, manual y podal, se aplica a partir de los seis años, donde se analizan diferentes ítems.

Se postula como una herramienta eficaz y fundamental para que los diferentes profesionales del área de neurorehabilitación puedan valorar el desarrollo psicomotor, planificando correctamente las intervenciones (Baena, 2010).

Broca (1965) admite que en general, el hemisferio izquierdo (HI) es el que predomina, teniendo en cuenta el entrecruzamiento de los dos haces piramidales, esto explicaría el predominio general del lado derecho y, en particular, de la mano derecha. Desde entonces se ha considerado al hemisferio derecho (HD) como el hemisferio cerebral menor o no dominante. Actualmente se puede establecer que ya no se habla de hemisferio dominante, sino de especialización hemisférica, dado que se sabe que todas las partes del cerebro interactúan, aportando cada hemisferio a las funciones sus propios talentos. Por eso la necesidad de evaluar y medir, argumentada por Rigal como “el objetivo es detectar la aparición de alumnos con problemas de desarrollo (Rigal, 1979), asimismo se puede detectar los sujetos con problemas, colaborar en su diagnóstico, orientar su rehabilitación y tomar decisiones.

2.9.1 Tipos de lateralidad según Harris

- **Integrales:** en los que hay un claro predominio de una parte del cuerpo sobre la otra, se distinguen: diestro, donde el predominio cerebral corresponde a la zona izquierda del mismo y las realizaciones motrices estarán orientadas hacia la parte derecha. Y zurdo, donde el predominio cerebral corresponde al hemisferio derecho del cerebro. También están los no integrales, o lo que es lo mismo, los principales trastornos de la

lateralidad en los que influye otro aspecto, si se trata de lateralidad innata o socializada, es decir la que se adquiere por hábitos familiares, religiosos, escolares.

- Zurdo falso: Por accidente o enfermedad el individuo se ve incapacitado para utilizar el lado derecho del cerebro.
- Derecho falso: Por accidente o enfermedad, la persona se ve obligado a utilizar el lado izquierdo del cerebro.
- Zurdería contrariada: se da en individuos en los que a pesar de que por naturaleza el izquierdo es lado dominante, se les enseña a usar su lado derecho, creando así una falsa dominancia diestra.
- Ambidestriismo: se trata de aquella persona que es zurdo en algunas actividades y diestro en otras, o que utiliza indistintamente ambos miembros, el derecho y el izquierdo.

Siempre existe un grado, aunque sea minúsculo, de preferencia que se debe reforzar para convertirlo en dominante. “La mayoría de los casos de ambidestriismo son en realidad una falta de dominancia lateral, con las consecuencias negativas que esto puede tener de cara a la orientación espacial” (Ribes, 2008).

- Lateralidad cruzada: cuando la persona muestra un predominio lateral diestro en unos miembros de su cuerpo y predominio lateral zurdo en otros. Es decir, existe un dominio del lado derecho o izquierdo según la parte del cuerpo.

Fonseca (1988), destaca la función pedagógica de los test e instrumentos de evaluación del desarrollo psicomotor, al proporcionar a los alumnos y profesores una información continua y fidedigna de los resultados, que pueden utilizarse posteriormente para diseñar o modificar aspectos de la programación educativa (Fonseca, 1988).

2.10 Test de 400 puntos

La pauta Bilan o test de 400 puntos fue creada por la terapeuta ocupacional Collette Gable, diseñada en Francia, en el Instituto regional de rehabilitación funcional de Nancy. Está destinada a adultos con lesiones traumáticas de mano como un tipo de evaluación funcional y motora de la extremidad superior (Gable, 2000).

En Chile fue validada para sujetos portadores de discapacidad musculo esquelética en el Instituto Teletón de Santiago en el año 2013, se seleccionó debido a la inminente necesidad de buscar una pauta específica que incluyera funcionalidad y habilidad motora. En esta ocasión se capacitó a 25 terapeutas ocupacionales en el manejo de la pauta y se controló la variabilidad entre los observadores en una muestra aleatoria de 153 niños y jóvenes con los previos requisitos de inclusión, en este estudio concluyeron que la escala de 400 puntos es confiable y válida como instrumento de evaluación en funcionalidad de mano para sujetos en condición de discapacidad músculo esquelética. (Naranjo y cols, 2013)

Existen otras evaluaciones que implementan aspectos involucrados en las destrezas manuales, calidad de movimiento de las extremidades superiores, actividades de la vida diaria, pero no consideran funcionalidad y fuerza prensil en conjunto. Además, la pauta Bilan se respalda con la CIF que relaciona los 3 niveles de evaluación, comprendiendo funciones, estructuras corporales, actividades y participación los que de cierta forma se encuentran representados en ésta al englobar todas estas características. (Naranjo y cols, 2013). Se diseñó para complementar diferentes evaluaciones, realizando finalmente una evaluación numerada del manejo de la mano lesionada producto de la observación de la mano en 57 situaciones habituales (Gable, 2000), se compone de 4 pruebas que comprenden movilidad de la mano, fuerza de prensión, prensión monomanual y desplazamiento del objeto además de un ítem de función bimanual. En cada uno de estos ítems se incluye una valoración respecto a los elementos de ponderación, un modo de empleo y forma de cálculo, que unidos aportan un sumario global e indicadores específicos de la funcionalidad de la extremidad permitiendo verificar el funcionamiento de las acciones utilizadas en rehabilitación (Gable, 2000).

En un estudio de Gable (2012) se evalúa que la escala sea reproducible entre evaluadores incluyendo las 4 pruebas en 30 sujetos con lesiones de mano, examinados por 3 terapeutas ocupacionales en donde el primero era un experto en el instrumento, el segundo estaba recién comenzando con las evaluaciones y el último era un estudiante que jamás lo había utilizado, todos los sujetos se evaluaron 2 veces de forma independiente por los mismos evaluadores resultando una diferencia pequeña entre los 3 evaluadores para las 2 mediciones, exceptuando

la función con ambas manos en el segundo período. Concluyendo que es necesaria una experiencia en la evaluación, sin embargo, resulta reproducible (Gable, 2012).

2.11 Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y la Salud.

La CIF, proviene directamente de las clasificaciones internacionales desarrolladas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), tiene como objetivo principal otorgar un lenguaje estandarizado y unificado, además de un marco conceptual para describir la salud y los estados relacionados con la salud. En esta clasificación se logra definir los componentes de la salud y otros componentes relacionados con la salud, enfocándose en el bienestar de la persona, como lo son el trabajo, la educación, etc. Se abarcan dos grandes grupos que son: funciones y estructuras corporales; Actividades – participación. (OMS, 2001)

El funcionamiento es un término global que abarca todas las funciones corporales, actividad y participación; de la misma forma discapacidad hace referencia a las deficiencias o limitaciones que el sujeto puede llegar a tener en la actividad o restricciones en la participación. No sólo son considerados estos aspectos, sino que también se encuentran los factores ambientales que de alguno u otra forma van a estar relacionados o interactuando con todo lo mencionado anteriormente. (OMS, 2001)

La CIF permite la elaboración de un perfil más detallado y de gran utilidad sobre el funcionamiento, discapacidad y salud de un individuo en muchos aspectos. La información del diagnóstico sumado a la información del funcionamiento nos aporta una visión mucho más amplia y significativa del real estado de salud de un individuo, más aún, puede ser utilizado en los procesos de toma de decisiones. (OMS, 2001)

La CIF brinda un marco de referencia conceptual para la información que puede estar aplicado en la atención médica personal, incluyendo la prevención, promoción de la salud y mejora de la participación, eliminando o aminorando las dificultades sociales y promoviendo el desarrollo de sustentos sociales y elementos facilitadores (OMS, 2001).

3 CAPÍTULO 3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Diseño metodológico.

3.1.1 Diseño y tipo de investigación.

Enfoque cuantitativo, de tipo prospectivo con alcance observacional descriptivo exploratorio con un diseño no experimental en base a un estudio de caso (Sampieri y cols, 2006).

3.1.2 Metodología de muestreo

Muestreo no probabilístico a conveniencia.

3.1.3 Criterios de selección del sujeto de estudio

Sujeto adulto joven, cuya edad fluctúe entre 18 a 25 años de sexo femenino, sano entendido como sujeto sin trauma reciente o antiguo en extremidades superiores que haya involucrado daño muscular, óseo o ligamentoso. Sin presencia de cirugía en extremidad superior.

3.1.4 Sujeto experimental

En el estudio participó voluntariamente un sujeto de sexo femenino, 22 años, con un peso de 58 Kg y talla 1,53 m. Este sujeto es madre de un menor de 2 años y actualmente estudiante técnico de nivel superior, paralelo a esto realiza trabajos esporádicos que incluyen garzón, cajera, atención al cliente, etc. Realiza actividad física ocasionalmente (2 veces por semana) y utiliza como medio de transporte la locomoción colectiva.

Su rutina diaria se enfoca principalmente en su hijo y sus estudios. Debe trasladar diariamente al menor al jardín, para luego asistir a sus clases en el instituto. Durante las tardes, realiza labores de hogar y acompaña al menor en sus tareas que incluyen recortar, pintar, armado de legos y juegos de ocio.

3.1.5 Equipamiento

- Dinamómetro prensil Jamar Hydraulic Hand Dynamometer - PC 5030 J1. Sammons Preston Rolyan, EE. UU.
- Pinzómetro Jamar Hydraulic Pinch Gauge - PC 5030HPG. Sammons Preston Rolyan, EE. UU.
- Batería test 400 puntos.
- Test de Harris.
- Banda elástica Theraband® color verde (resistencia 0,9 Kg).
- Hojas de registro.
- Artículos de oficina.
- PC Microsoft office Excel 2013.
- Software GraphPad Prim versión 6.01.2.

3.1.6 Periodo y lugar de intervención

El estudio se llevó a cabo durante los meses, diciembre 2017 – enero 2018, las evaluaciones previa y final fueron realizadas en el laboratorio de kinesiología KIN 306, Universidad Andrés Bello, sede Concepción.

Las Intervenciones y las evaluaciones intermedias fueron realizadas en el domicilio de la participante.

3.2 Protocolo de intervención

3.2.1 Protocolo entrenamiento de fuerza:

- Se utilizará 85% RM (López Chicharro, 2008).
- Se modificará porcentaje RM según reevaluación.

Variable	Evaluación Inicial	Reevaluación
Fuerza (RM)	20 Kg.	22 Kg.

- 12 repeticiones
- 3 series
- 60 segundos descanso entre cada serie
- Se solicitará los movimientos de:
- Flexión - Extensión de muñeca.
- Cubitalización – Radialización en contra banda elástica
- Flexión articulación MTCF I – IV, en contra banda elástica
- Abducción – aducción articulación MTCF I – IV, en contra banda elástica.
- Oposición pulgar, en contra banda elástica.
- Flexión pulgar, en contra de banda elástica.

Este entrenamiento se realizó 1 hora diaria, 3 días a la semana, por 4 semanas.

3.2.2 Protocolo entrenamiento de resistencia:

- Se utilizará 60% RM (López chicharro, 2008).
- Se modificará porcentaje RM según reevaluación.

Variable	Evaluación Inicial	Reevaluación
Resistencia (RM)	12 Kg.	15Kg

- Realizar contracción isométrica mantenida (5 segundos),
- 15 repeticiones.
- 3 series.
- 60 segundos descanso entre cada serie
- Se solicitará los movimientos de
- Flexión - Extensión muñeca, en contra dinamómetro prensil.
- Cubitalización - Radialización, en contra banda elástica.
- Flexión articulación MTCF I-IV, en contra dinamómetro prensil.
- Abducción - Aducción articulación MTCF I-IV, en contra banda elástica.
- Oposición pulgar, en contra banda elástica.
- Flexión pulgar, en contra banda elástica.

Este entrenamiento se realizó 1 hora diaria, 2 días a la semana, por 4 semanas.

3.2.3 Protocolo de entrenamiento funcional:

Este protocolo consistió en 2 etapas:

Actividades dirigidas: durante 1 hora diaria, 5 días a la semana, por 4 semanas.

Motricidad fina-gruesa: Laberinto, seguimiento de círculos, lanzamiento de pelota contra pared, juego de paletas, encestar, juego didáctico “jenga”, malabares, enhebrar aguja, coser, rompecabezas, unión de puntos según dibujo predeterminados, caligrafía, pintar, actividades en computador, actividades de diadococinesias.

Actividades correspondientes a su vida diaria: tiempo libre, durante todo el periodo de intervención.

Coordinación óculo-manual: cortar con tijeras y/o cuchillo, peinarse, cepillado de dientes, arreglo personal, vestirse/desvestirse, cocinar, comer, viaje en locomoción colectiva (solicitud parada bus/colectivo/taxi, pago del servicio, bajada del vehículo).

3.2.4 Protocolo de inmovilización

Se realizó la inmovilización de la extremidad superior derecha, estrictamente muñeca-mano, durante 21 días.

Se procedió a la inmovilización de la extremidad superior derecha y se llevó a cabo, en las posiciones de descanso de codo (70° - 90° flexión), muñeca (0° , posición neutra), articulaciones metacarpofalángicas (20° flexión) e interfalángicas proximal y distal (20° flexión).

El método de inmovilización fue a través de la fabricación de férula, acondicionada a las medidas antropométricas del sujeto de estudio más el uso de cabestrillo. El periodo de

inmovilización fue mantenido durante el 90% de las horas de vigilia, para inducir la utilización de su extremidad superior no dominante.

Se realizó educación en cuanto a la utilización e higiene de férula. La férula y el cabestrillo fueron removidos durante las horas de sueño.

En caso de molestia asociado al uso del sistema de inmovilización, se instruyó al sujeto a dar aviso al equipo de investigación, para evaluar la condición y dar término a la intervención de ser necesario. Esta situación no se dio en el presente estudio.

3.3 Metodología de evaluación

3.3.1 Definición de variables

- **Protocolo de Intervención (variable independiente)**

Definición conceptual: Realización de actividad metódica con duración prolongada que se segmenta de manera progresiva y de manera individual. El objetivo es optimizar la funcionalidad para diferentes tareas (Maritza Montero, 2012).

Definición operacional: protocolo de 21 días, donde se realizó entrenamiento de 1 hora, 3 veces por semana para la variable fuerza, 1 hora, 2 veces por semana para la variable resistencia, 1 hora, 5 veces por semana para la variable funcionalidad.

A este protocolo se le suma las actividades libres durante el tiempo de vigilia.

- **Resistencia muscular**

Definición conceptual: Tensión muscular prolongada sin reducir su efectividad, generando muchas repeticiones o esfuerzos sucesivos, se compone de la relación fuerza y resistencia. Puede fragmentarse en términos absolutos y relativos (Rodríguez, 2008).

Absolutos: consiste en el número de repeticiones realizadas con una carga submáxima absoluta

Relativos: Depende de cierto porcentaje de la fuerza máxima, las repeticiones son similares y generan igual trabajo relativo (Rodríguez, 2008).

Definición operacional: Se medirá a través de un dinamómetro prensil, contracción isométrica mantenida durante el mayor tiempo posible, su unidad de medida es en segundos.

- **Fuerza muscular**

Definición conceptual: capacidad para producir tensión que tiene el músculo al activarse (Chicharro y López, 2008).

Definición operacional: Se medirá la fuerza de presión voluntaria máxima con un dinamómetro, su unidad de medida es en kilogramos (Dodds y cols, 2016).

- **Funcionalidad**

Definición Conceptual: Término común que comprende las funciones y estructuras corporales, las actividades y la participación social. Muestra los aspectos positivos de la interacción de la persona y el contexto (OMS, 2001)

Definición operacional: Se evaluó mediante escala de funcionalidad de mano “Bilan 400 puntos”, que entrega datos objetivables de acuerdo a la funcionalidad del sujeto, su unidad de medida es porcentaje (Bilan, 2000).

3.3.2 Aspectos bioéticos.

Se respetaron los principios bioéticos fundamentales que están universalmente reconocidos, planteados por Beauchamp y Childress, tales como beneficencia, maleficencia, autonomía y

justicia. Se entregó además un consentimiento informado donde el participante acepta voluntariamente participar del estudio.

La investigación se rigió de acuerdo a las normas de las Buenas Prácticas Clínicas (GCP) establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS, WHO, 1996 con la Declaración de Helsinki (1964 y sus modificaciones de 1975, 1983, 1996, 2000 y 2008), por las regulaciones Nacionales Norma Técnica N°57 del 04 de junio del 2001 del Ministerio de Salud del Gobierno la de Ley 20.120/2006 “Sobre la investigación científica en el ser humano”

Confidencialidad: Se realizó toma de datos y se omitió información respecto a nombre, RUN, puesto de trabajo y/o lugar de estudios en el que se desempeñe. Las evaluaciones se realizaron en espacios cerrados y la información entregada por el participante fue de manejo exclusivo del equipo investigador. Cabe mencionar que, al finalizar el estudio, todos los datos fueron eliminados.

Almacenamiento de datos: Los datos y resultados fueron tabulados en un programa Microsoft EXCEL 2013, el contenido de fotos y videos fueron almacenados en una carpeta exclusiva de la investigación en un computador con clave en el que sólo los autores tuvieron acceso.

Seguridad y confort:

- Según literatura revisada, el 90% de las horas de vigilia porcentaje de tiempo de inmovilización a efectuar no genera efectos adversos (Taub y Wolf, 1997).
- El sistema de inmovilización es completamente removible de forma inmediata sin ningún tipo de complicación que pueda afectar la seguridad del sujeto de estudio.
- Las pruebas de evaluación e intervención se realizaron en una sala con la temperatura, iluminación, espacio y comodidades necesarias para asegurar el confort del individuo.

- Previo al periodo nocturno del sujeto de prueba, una vez retirada la férula, se realizó movilidad articular y flexibilización de las articulaciones inmovilizadas por un periodo no mayor 20 minutos.
- En caso de ocurrir un efecto adverso o sensación subjetiva que según la evidencia en ningún caso ocurre, se realizaría la intervención kinésica según corresponda. Cabe destacar que al finalizar la investigación el sujeto de prueba no presentó complicaciones.

3.3.3 Protocolo de medición

Se realizaron 4 etapas de intervención

Etapas previas:

Evaluación test de Harris para evidenciar lateralidad, además de cuestionario y firma de consentimiento informado.

Evaluación inicial, intermedia y final:

Evaluación fuerza: Se midió la fuerza de prensión voluntaria máxima con un dinamómetro en 3 intentos con un minuto de descanso entre cada uno de ellos y se establece el promedio de las evaluaciones. Se considera el promedio de tres intentos.

Evaluación resistencia: Se midió a través de un dinamómetro prensil en el tiempo máximo de resistencia de un mismo valor, es decir, si el sujeto disminuye la prensión y regresa se continúa cronometrando, en caso de que el sujeto baje y no pueda regresar al valor inicial se detiene el tiempo. Se realiza descanso de un minuto entre cada intento.

Evaluación funcionalidad: Se realiza evaluación de funcionalidad a través del test de 400 puntos en la extremidad superior dominante y no dominante.

Se realizó una reestimación de las cargas de entrenamiento de fuerza con los datos obtenidos en la evaluación intermedia.

4 CAPÍTULO 4 RESULTADOS

4.1 Análisis descriptivo

El análisis se centró en un sujeto, adulto joven, cuya edad es de 22 años, sexo femenino, sano, entendido como sujeto sin trauma reciente o antiguo en extremidades superiores que haya involucrado daño muscular, óseo o ligamentoso y sin presencia de cirugía en extremidad superior.

Se realizó una intervención durante 21 días. Posterior a esto se obtuvieron los siguientes resultados:

La tabla N°1 muestra la distribución de los resultados de las variables fuerza, resistencia y funcionalidad, incluyendo medias, desviación estándar, diferencia de medias y porcentaje de cambio de las fases previa vs durante y previa vs posterior.

En la evaluación previa a la intervención de fuerza prensil se obtuvo un resultado promedio de 24 ± 2 Kg, en contraste con la evaluación de la etapa media o durante, en donde se obtuvo 26 ± 0 Kg y la posterior resultó de un 28 ± 0 . El porcentaje de cambio establecido fue de un 8,33% respecto a la etapa previo vs durante y de un 16,67% en la etapa previo vs posterior (tabla 1).

Para la variable resistencia (contracción isométrica) se obtuvo un tiempo de 3 ± 1 segundo en la evaluación previa, en la etapa media o durante se logró $5,66 \pm 0,57$ segundos y un tiempo de $7,16 \pm 1,2$ segundos en la evaluación final. El porcentaje de cambio de esta variable fue de un 88,67% en la etapa previo vs durante, mientras que en la etapa previo vs posterior fue de un 138,67%, para finalizar en la etapa durante vs posterior se obtuvo un 26,50% (tabla 1).

Con respecto a la variable funcionalidad evaluada por la “escala funcional manual 400 puntos”, se obtuvo un 83% de funcionalidad en la evaluación inicial, a diferencia de la evaluación media o durante que obtuvo un 92%. En la etapa final, por su parte se consiguió un 94% de funcionalidad, evidenciando un porcentaje de cambio del 11,32% en la etapa

previo vs durante, un 13,01% en la etapa previa vs posterior y un 1,51% en la etapa durante vs posterior (tabla 1).

La tabla N°2, muestra las evaluaciones intermedias de, en cuanto a la variable fuerza prensil se registró un promedio de 26 ± 0 kg en fase durante vs 28 ± 0 kg en fase posterior. Con un porcentaje de cambio del 7,69% en la etapa durante vs posterior (tabla2).

Para la variable resistencia (contracción isométrica) se logró un tiempo de $5,6 \pm 0,57$ segundos; en la evaluación media vs un tiempo de $7,1 \pm 1,25$ segundos en la evaluación o fase posterior. Asimismo, se evidencio un porcentaje de cambio del 26,5% en etapa durante vs posterior (tabla2).

Finalmente, para la variable funcionalidad (T400), implicó un 92,4% de funcionalidad en etapa durante vs 93,8% en la etapa posterior, con un porcentaje de cambio del 1,51% en etapa durante vs posterior (tabla2).

Tabla 1: Resumen de resultados de las variables para las distintas fases de medición del sujeto de estudio de la extremidad no dominante.

VARIABLES	PRE	DURANTE	PRE – DURANTE		POST	PRE - POST	
	$\bar{x}; \pm$	$\bar{x}; \pm$	DM	%	$\bar{x}; \pm$	DM	%
FP	24 \pm 2	26 \pm 0	2	8,33	28 \pm 0	4	16,67
RCI	3 \pm 1	5,6 \pm 0,57	2,6	88,67	7,1 \pm 1,25	4,1	138,67
T400	83 \pm 15,70	92,4 \pm 10,7	9,4	11,32	93,8 \pm 11,2	10,8	13,01

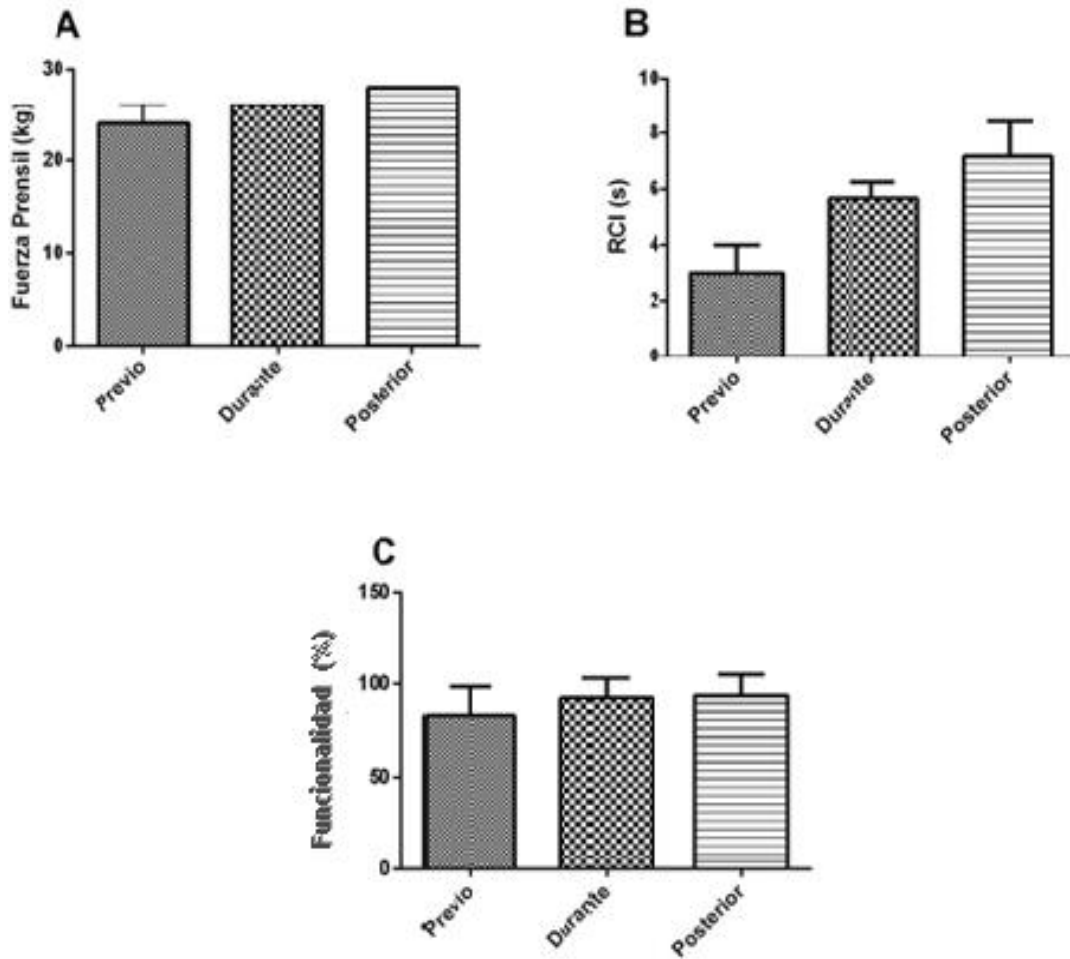
FP: Fuerza prensil; RCI: Resistencia contracción isométrica; T400: Test de 400 puntos; \bar{x} : Media; \pm : Desviación estándar; DM: Diferencia de medias; %: Porcentajes.

Tabla 2. Resumen de resultados de las variables para la fase durante – post del sujeto de estudio de la extremidad no dominante.

VARIABLES	DURANTE	POST	DURANTE – POST	
	$\bar{x}; \pm$	$\bar{x}; \pm$	DM	%
FP	26 \pm 0	28 \pm 0	2	7,69
RCI	5,6 \pm 0,57	7,1 \pm 1,25	1,5	26,5
T400	92,4 \pm 10,7	93,8 \pm 11,2	1,4	1,51

FP: Fuerza prensil; RCI: Resistencia contracción isométrica; T400: Test de 400 puntos; \bar{x} : Media; \pm : Desviación estándar; DM: Diferencia de medias; %: Porcentajes.

Ilustración 1. Comparación gráfica de las etapas previo, durante y posterior de las variables fuerza, resistencia y funcionalidad en la extremidad no dominante.



- (A) Corresponde a la comparación de las mediciones previo, durante y posterior de fuerza en kilogramos durante todo el periodo de intervención.
- (B) Corresponde a la comparación de las mediciones previo, durante y posterior de la resistencia en segundos durante todo el periodo de intervención.
- (C) Corresponde a la comparación de las tres mediciones previo, durante y posterior en porcentaje de la funcionalidad durante todo el periodo de intervención.

5 CAPÍTULO N° 5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

5.1 Discusión

En un traumatismo que provoca una fractura, ocurre una pérdida de continuidad ósea (Burgos, 1999), los métodos de tratamiento pueden incluir tipos de fijaciones externas, internas y férulas. La inmovilización es útil y considerablemente utilizada en la serie de procesos que de forma progresiva llevan a la consolidación ósea (Miralles, 2010). Las fracturas de mano que consideran mínimos tiempos de inmovilización presentan un período aproximado de 21 días y la recuperación funcional es un proceso aún más extenso que varía según cada sujeto en función de sus capacidades (Hoppenfeld y Murthy, 2004). Se conoce que la inmovilización prolongada produce atrofia muscular como consecuencia de la pérdida de masa muscular, fuerza y resistencia. Se estima que un músculo en reposo completo pierde aproximadamente entre el 10 al 15% de su fuerza por semana, luego de 3 a 5 semanas el músculo habrá perdido casi la mitad de su fuerza (Dittmer, 1993). En correlación con la investigación anteriormente expuesta, el sujeto no presentó pérdida de fuerza y/o resistencia en la extremidad superior inmovilizada.

Los estudios presentados reflejan una relación entre el entrenamiento repetitivo y la funcionalidad de un segmento, algunos autores plantean que el ser humano es capaz de especializarse en la utilización de un segmento determinado (Dubois, 2008) y que esta especialización no depende exclusivamente del componente genético. Así lo demuestra Collins (1975) en sus estudios de muestras similares con hermanos gemelos donde se establece que la dominancia o lateralidad corresponde a la determinación por entrenamiento o aprendizaje (Collins, 1975).

En este estudio de caso se realizó una intervención que comprende un entrenamiento repetitivo de la extremidad superior no dominante, en paralelo a una simulación de inmovilización por fractura de un periodo de 21 días en su extremidad superior dominante con el objetivo de determinar los cambios sobre las variables fuerza, resistencia y funcionalidad. Hasta el momento no se conocen estudios que comprendan la funcionalidad de la extremidad no lesionada, sin embargo, esta teoría de aprendizaje por repetición respalda

este estudio piloto, comprendiendo que el ser humano es capaz de adaptarse a las diferentes situaciones y gracias al entrenamiento logra mayor dominancia en una extremidad preferente (Dubois, 2008).

Los hallazgos encontrados sugieren que en esta situación se presenta un incremento en las variables fuerza, resistencia y funcionalidad, lo que se asemeja con algunos estudios, donde se afirma que el entrenamiento y la práctica son fundamentales para aumentar la realización de funciones y generar mejoría en la ejecución de la extremidad no dominante hasta alcanzar una funcionalidad similar a la extremidad dominante (Dubois y cols, 2009).

Los resultados obtenidos por Mohamed y Sánchez darían pie a los principios en los que se fundamentó este estudio piloto, la ejecución de tareas con ambas manos, incide positivamente sobre el aumento de la frecuencia de uso de la mano derecha e izquierda en jugadores de baloncesto. Así se evidencia que el entrenamiento bilateral empleado permite incrementar el uso de las manos, como uno de los principales componentes de la lateralidad, basándose ésta en el modelo genética-aprendizaje (Mohamed y Sánchez, 2011).

De igual manera, Da Fonseca (1998) asevera que la lateralidad incluye una integración de la experiencia motora y sensorial, inclinándose hacia la lateralidad como resultado de un proceso de aprendizaje (Da Fonseca, 1998).

El concepto de lateralidad se puede entender como respuesta frente a un estímulo o adaptación a una situación de demanda funcional, en donde el aprendizaje es el componente principal (Del Valle y De la Vega, 2007).

En deportes como el full contact se obliga al participante a usar los dos hemicuerpos, tanto en miembros superiores e inferiores (MMII-MMSS) en misma proporción, para conseguir una estrategia de batalla efectiva, de ahí la consecuencia de largas horas de entrenamiento y buenos resultados.

Según los resultados obtenidos en este reporte de caso, se observaron cambios en relación al porcentaje pre-post de la variable fuerza, la que aumento 16,67%, en segundo caso la variable resistencia con aumento del 25,81% en evaluaciones pre-post. Finalmente, la variable

funcionalidad aumentó un 13,01% según evaluación pre-post. Estos resultados demuestran que la aplicación de un protocolo de entrenamiento en extremidad superior no dominante genera cambios favorables en la funcionalidad del sujeto en este estudio, beneficiando la realización de actividades de la vida diaria, excluyendo al individuo de un contexto de discapacidad temporal, que ya viene potenciado por el proceso de consolidación ósea (dolor, inflamación, impotencia funcional).

En el caso de la funcionalidad ésta no continúa en la misma línea de las variables fuerza y resistencia, ya que en ambos casos se observa una tendencia al aumento progresivo durante todas las etapas, en cambio en ésta, se observa un porcentaje de cambio alto entre la fase inicial e intermedia, pero uno bajo entre la fase media y final, que eventualmente significaría que podríamos obtener los mismos resultados en un tiempo menor de intervención. Al parecer la capacidad funcional no se asemeja con la fuerza y resistencia y necesita un proceso de adaptación dependiente de otras condiciones respaldado por la teoría de aprendizaje por adaptación, en el que se involucran factores externos e internos, tales como la motivación, experiencias previas y el contexto en el que se lleva a cabo la intervención. (Gómez, 2000) En este caso el sujeto se encuentra en un ambiente cómodo, su hogar, con material conocido y fácilmente accesible para mayor motivación, presentando mejores condiciones para desempeñar el proceso de aprendizaje. Sumado a esto, la funcionalidad se trabajó diariamente, durante 5 días a la semana en actividades dirigidas y el tiempo restante en AVD, además al ser mamá y desempeñarse en actividades laborales debe realizar actividades imprescindibles durante toda la intervención. La clave del “aprendizaje eficaz”, es la capacidad del sujeto para captar consciente o inconscientemente las exigencias de la tarea y de responder adecuadamente; es decir, la capacidad para reconocer y mantener bajo control la situación de aprendizaje (Gómez, 2000). Esta sería la base teórica de nuestro estudio de caso, el aprender o más bien, la utilización de una extremidad superior que normalmente no es funcional, en conjunto con un contexto “ideado” para este proceso, potenciarían la adaptación del sujeto a una nueva tarea o función.

De otra forma se respalda esta situación debido al aumento permanente del uso del brazo que proporciona las oportunidades para que la extremidad superior no dominante pueda fortalecerse y en segundo lugar a la práctica sostenida de movimientos funcionales

produciendo una codificación o recodificación interna (a nivel de sistema nervioso central), que produce reclutamiento de nuevas áreas ipsilaterales (Taub y Morris, 2013). Sin embargo, se necesita establecer una mayor muestra para aseverar este supuesto.

No existen mayores antecedentes del entrenamiento de la extremidad no dominante en casos de fracturas, aplicado como terapia de rehabilitación. Las características clínicas del caso presentado constituyen una orientación primaria para acercarse a un tratamiento efectivo en caso de períodos de inmovilización prolongados. No obstante, los resultados de este estudio quedan en una categoría de estudio piloto por lo que es necesario incorporar una muestra mayor para establecer los resultados de una intervención similar.

Desde el punto de vista cualitativo, una vez finalizada la intervención se realiza una breve entrevista al sujeto experimental, donde relata su experiencia durante los 21 días de estudio. Refiere que al inicio la inmovilización de su extremidad superior hábil fue un tanto compleja, pero a la vez lo consideró como un desafío personal.

A medida que se realizaron las intervenciones el sujeto fue adaptándose a las condiciones del sistema de inmovilización y a los distintos protocolos realizados, según su percepción disminuyó la dificultad y aumentó sus habilidades con la extremidad no dominante, gracias al entrenamiento diario realizado durante una hora, entre las actividades logradas se encuentran recortar, emitir boletas, pintar, maquillarse, cocinar, mudar a su hijo y actividades del hogar.

Es necesario incorporar una muestra mayor para establecer los resultados en una intervención similar, además de nueva literatura para realizar una comparativa con otras investigaciones.

5.2 Conclusión

La aplicación de un protocolo de entrenamiento en la extremidad superior indemne no dominante bajo un modelo de inmovilización experimental de 3 semanas en la extremidad dominante, genera cambios favorables en las variables fuerza, resistencia y funcionalidad del sujeto en este estudio, Generando un impacto relevante sobre la funcionalidad del sujeto en la fase aguda de una rehabilitación kinésica en el caso de un tratamiento conservador.

6 CAPÍTULO N° 6 LIMITACIONES Y PROPUESTAS FUTURAS

6.1 Limitaciones técnicas:

Puesto que el método de intervención implica la inmovilización del miembro superior dominante, resulta complicado encontrar sujetos dispuestos a someterse a este tipo de intervención.

Desde el punto de vista bioético es complejo inmovilizar a un usuario durante un período de tiempo prolongado, Sin embargo, según la literatura revisada no existe pérdida de fuerza, resistencia o funcionalidad en un segmento inmovilizado, en un sujeto sano, situación que fue corroborada en este reporte de caso.

6.2 Limitaciones metodológicas:

Al ser un estudio piloto se encontró escasa literatura médica existente, resultando muy difícil la comparativa con trabajos previos.

Para establecer resultados claros es necesario utilizar metodología que involucre a mayor numero muestral.

6.3 Propuestas futuras

Se sugiere buscar sujetos de prueba con alteraciones y/o lesiones reales para aplicar el protocolo de intervención y así obtener mejores resultados.

REFERENCIAS

- Abd El-Kafy, E. E. (2014). Effect of constraint-induced therapy on upper limb functions: a randomized control trial. *Scandinavian journal of occupational therapy*, 11 - 23.
- Baena Extremera, A., & Granero Gallegos, A. (2010). Procedures and instruments for the measurement and evaluation of motor development in the educational system. *Journal of Sport and Health Research*, 1 - 14.
- Balcells, M. C., & Azcona, J. A. (2008). Valorar la precisión gestual y la fijación postural en la práctica deportiva mediante un instrumento de observación de lateralidad motriz LATMO. *Apunts*, 35-45.
- Bang, D. S. (2015). Effects of modified constraint-induced movement therapy combined with trunk restraint in chronic stroke: A double-blinded randomized controlled pilot trial. *NeuroRehabilitation*, 131 - 137.
- Bienfait, M. (2001). *Bases Fisiológicas de la terapia manual y osteopatía*. Barcelona: Paidotribo.
- Boulch, J. L. (1997). *La educación por el movimiento en la edad escolar*. Barcelona: Paidós Iberica.
- Bradshaw, J. &. (1984). Human cerebral asymmetry. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 289 - 290.
- Burgos, F. (1999). *Cirugía ortopédica y traumatología*. Barcelona: Médica Panamericana.
- Cajal, S. &. (1928). *Degeneration and regeneration of nerves*. Oxford: Hafner Pub.
- Candia, V. E. (1999). Constraint-induced movement therapy for focal hand dystonia in musicians. *The Lancet*, 42.
- Car, J. &. (2004). Rehabilitación de pacientes en el ictus. *Elsevier*, 3 - 33.
- Castaño, J. (2002). Plasticidad neuronal y bases científicas de la neurorehabilitación. *Revista de Neurología*, 130 - 135.

- Claes, J., & Recknagel. (2012). Fracture healing under healthy and inflammatory conditions. *Nat. Reumatology*, 133.
- Collins, R. (1975). When lefthanded mice live in righthanded worlds. *Science*, 181 - 184.
- Corbetta, D. S. (2010). Constraint-induced movement therapy in stroke patients: systematic review and meta-analysis. *Journal Phys. Rehabilitation Medical*, 537 - 544.
- Coste, J. (1979). *Las 50 palabras claves de la psicomotricidad*. Barcelona: Universidad Médico Técnica.
- Davies, J. &. (2000). Histodynamics of Endosseous. *Wound Healing*, 1 - 14.
- Dawson, J. L. (1972). Temne-arunta hand-eye dominance and cognitive style. *International Journal of Psychology*, 219 - 233.
- Del Valle Díaz, S., & De la Vega Marcos, R. (2007). Lateralidad en el deporte de full contact. Cambios en diferentes condiciones . *Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 32 - 51.
- Dettmers, C. T. (2005). Distributed form of constraint-induced movement therapy improves functional outcome and quality of life after stroke. *Archive of physical medicine and rehabilitation*, 204 - 209.
- Dittmer DK, T. R. (1993). Complications of immobilization and bed rest. Part 1: Musculoskeletal and cardiovascular complications. *Can Fam Physician*, 37 - 39.
- Ferré y cols . (2008). El desarrollo de la lateralidad infantil Niño diestro- niño zurdo. *Barcelona Lebón*.
- Ferguson, C. A. (1999). Does adult fracture repair recapitulate embryonic skeletal formation. 57 - 66.
- García, C. F. (2015). *Evaluación de la lateralidad mediante el test de Harris en niños de 3 y 6 años*. Soria: Tesis de fin de grado.
- Gómez-Soriano, J. (2015). Normal muscle tone: General considerations and importance in rehabilitation. *Rehabilitación*, 61.

- Harris, L. J. (1993). Left-handedness: A marker for decreased survival fitness. *American Psychological Associations*, 203 - 234.
- Ince, L. P. (1969). Escape and avoidance conditioning of responses in the plegic arm of stroke patients: A preliminary study. *Psychonomic Science*, 49 - 50.
- Innes, E. (2002). Handgrip strength testing: A review of the literature. *Australian Occupational Therapy Journal*.
- J, m. D. (1984). Neuropsychology of Left-Handedness. *Academic Press*, 453-459.
- Jenkins, W. M. (1990). Functional reorganization of primary somatosensory cortex in adult owl monkeys after behaviorally controlled tactile stimulation. *Journal Neurophysiology*, 82 - 104.
- Jose Maria Cañizares, C. C. (2017). *Enciclopedia de educación física en la edad escolar*. Sevilla: Wanceulen.
- Kinsbourne, C. E. (1978). Lateralized concomitants of human handedness. *Journal of Motor Behavior*, 83-94.
- Langhorne P, C. F. (2009). Motor recovery after stroke: a systematic review. *The Lancet, Neurology*.
- Liepert J, M. W. (1998). Motor cortex plasticity during constraint-induced movement therapy in stroke patients. *Neuroscience letters*, 5 - 8.
- Liu, C. W. (1958). Intrasprouting of dorsal root axons; development of new collaterals and preterminals following partial denervation of the spinal cord in the cat. *AMA Arch Neurol Psychiatry.*, 46 - 61.
- López., M. A. (2011). *Intervención en el proceso de lateralización a través de la danza en Educación Infantil*. . Universidad de Valladolid.
- M. Merzenich, H. P. (1983). The Reorganization of Somatosensory Cortex Following Peripheral Nerve Damage in Adult and Developing Mammals. *Annual Review of Neuroscience*, 325 - 356.

- Malina y R M, L. B. (1991). Estimated Body Composition and Strength of Chronically Mild-to-Moderately Undernourished Rural Boys in Southern Mexico. . *Med Sport Sci*, 31:119-3.
- Mark, V. W. (2008). Constraint-Induced Movement therapy can improve hemiparetic progressive multiple sclerosis. Preliminary findings. *Multiple Sclerosis. Epub*, 14(7):992-4.
- Mayolas, M. C. (2018). Valoración de la lateralidad y su evolución en el periodo de 2 años. *Movimiento Humano* , 16.
- Milner, B. B. (1964). Observation on cerebral dominance. *Journal of Motor Behavior*, 83-94.
- Miltner, W. H. (1999). Effects of constraint-induced movement therapy on patients with chronic motor deficits after stroke a replication. *Stroke*, 586-592.
- Michel y cols. (2006). The manifestation of infant hand-use preferences. *Dev. Psychobiol.*, 48.
- Miralles. (2010). Fisioterapia en el tratamiento de las fracturas y las luxaciones. (*Centre de Cooperació al Desenvolupament, URV Solidaria*), 1-3.
- Mohamed Mohamed, K. S. (2011). Efecto de un entrenamiento bilateral sobre la frecuencia de uso de la mano derecha e izquierda en jugadores/as de baloncesto. *Revista de Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud y de la Salud* , 467 - 479.
- Moreno y cols. (2017). Efecto de las intervenciones fisioterapeúticas en personas con fractura distal del radio. *Revista de la facultad de medicina*, 2-3.
- Mott, F. W. (1894). Experiments upon the influence of sensory nerves upon movement and nutrition of the limbs. Preliminary communication. *Proceedings of the Royal Society of London*, 481-488.
- Neumann, D. A. (2007). *Fundamentos de la rehabilitación física Cinesiología del sistema musculoesquelético*. Paidotribo.
- Oña, A. G. (1987). *Desarrollo y motricidad: Fundamentos evolutivos de la educación física*. Granada: Paidotribo.
- Oña, A. M. (1999). *Control y Aprendizaje Motor*. Madrid: Síntesis.

- Oña, B. &. (2000). Entrenamiento de la lateralidad motora para el cambio de tendencia. *Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 1 - 6.
- Portellano. (2008). *Neuropsicología Infantil*. Madrid: Síntesis.
- Perelle, I. B., & Ehrman, L. &. (1981). Human handedness: The influence of learning. . *Perceptual and Motor Skills*. , 967-977
- Provins, K. A. (1969). Handedness: An unusual case of spontaneous change of writing hand. *Journal of Motor Behavior*, 163-167.
- Ramirez y Angarita. (2009). Fuerza de agarre en trabajadores sanos de Manizales. *Revista Colombiana de rehabilitación*, 109 - 118.
- Rivas, M. M. (2012). El concepto de intervención social desde una perspectiva psicologica. *MEC-EDUPAZ*, 54-76.
- Spencer, E. C. (2004). Relacion grado de preferencia motora y velocidad de conduccion nerviosa en nervios medianos humanos. *Tesis Fin de Grado, Universidad de Chile, Facultad de Medicina*, 2 - 35.
- William M.Jenkins, M. M. (1990). Neocortical representational dynamics in adult primates: Implications for neuropsychology. *Neuropsychologia*, 573 - 584.

7 ANEXOS



CONSENTIMIENTO INFORMADO

7.1 ANEXO N°1: Declaración de consentimiento informado

El objetivo de esta información es ayudarlo a tomar la decisión de participar o no en el estudio de investigación: “EFECTO DE APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO SOBRE LAS VARIABLES FUERZA, RESISTENCIA Y FUNCIONALIDAD EN LA EXTREMIDAD SUPERIOR NO DOMINANTE ASOCIADO A INMOVILIZACIÓN CONTRALATERAL: UN ESTUDIO DE CASO”.

- **OBJETIVO:** Determinar los cambios sobre las variables fuerza, resistencia y funcionalidad mediante la aplicación de un protocolo de intervención en la extremidad superior no dominante en paralelo a la simulación de una lesión mediante una inmovilización y restricción del movimiento del miembro superior dominante por un periodo de 21 días.

- **PROCEDIMIENTOS:** Será sometido a un test para evaluar lateralidad y posibilidad de participar en este estudio, posteriormente se realizarán mediciones de fuerza, resistencia y funcionalidad mediante distintos instrumentos. Al finalizar este proceso se emplearán los protocolos de intervención en la extremidad superior no dominante y a la inmovilización extremidad superior dominante durante 21 días. En el periodo de inmovilización específicamente en el día diez se realizará la segunda evaluación para verificar los cambios que se han efectuado hasta el momento. La última evaluación se realizará al final del periodo de inmovilización.

El resultado de este procedimiento se guardará y será archivado sólo si acepto que esta información sea incorporada a un registro de archivos de resultados.

Los responsables de la custodia de estos archivos, son el equipo de investigadores que lo convoca y en caso de ser utilizados en otro estudio se volverá a pedir un nuevo consentimiento y en caso, de no ser posible la ubicación será solicitada autorización al comité de ética para realizar nuevos estudios.

Esta investigación tardará al menos 3 semanas en las que debe ser sometido a diferentes mediciones y la inmovilización antes mencionada por el periodo de 21 días.

- **CONFIDENCIALIDAD:** Los resultados de este estudio pueden ser publicados pero el nombre o identidad no será revelada, los datos clínicos y experimentales permanecerán en confidencialidad a menos que la identidad sea solicitada por ley.

- **BENEFICIOS:** Los posibles beneficios serán

1. Aumento de fuerza en el lado no dominante.
2. Aumento de resistencia en el lado no dominante.
3. Mejora de la funcionalidad en el lado no dominante.

- **RIESGOS:** Si bien en el periodo de este estudio no se deberían generar complicaciones asociadas, la inmovilización prolongada podría causar atrofia muscular, disminución de fuerza, resistencia y funcionalidad.

- **COSTOS:** Los costos de esta investigación son asumidos por el equipo de estudio, por lo que no asumirá ningún pago por la participación.

- **COMPENSACIONES:** Colación en los tiempos de medición, en la eventualidad de algún daño o perjuicio sufrido como consecuencia derivada de la participación en el estudio serán costeadas las atenciones médicas y medicamentos que sean requeridos.

COMUNICACIÓN CON EL INVESTIGADOR: Mediante estos números podrá contactarse con los investigadores durante las 24 horas.

Elías David de la Vega Salas. teléfono: 981320719
Marcia Nataly Yáñez Valencia. teléfono: 959352790
Fernanda Macarena Villanueva Aguayo. teléfono: 965734231

COMUNICACIÓN CON EL COMITÉ DE ÉTICA: en caso de cualquier consulta sobre sus derechos como participante del estudio podrá llamar al comité de bioética del servicio de salud de Talcahuano, teléfono: 2722150.

DERECHOS DEL PARTICIPANTE: En caso de cualquier inconveniente con seguir participando de este estudio se podrá retirar, sin que ello signifique ningún perjuicio para usted.

Dejo constancia que recibí toda la información y fueron respondidas mis dudas e inquietudes por lo que acepto los términos y condiciones de la investigación sin ningún tipo de presiones y por voluntad propia.

FIRMA

7.2 ANEXO N°2: Tabla de antecedentes sujeto de estudio.

Antecedentes personales	
Nombre	
Edad	
Rut	
Teléfono	
Correo	
Altura	
Peso	
IMC	
Antecedentes médicos	
Otros Antecedentes	
Rutinas básicas	
Actividad Física	
Carrera	
Estado civil	
Hijos	
Hobbies	
Trabajo	
Medio de transporte	

7.3 ANEXO N°3: Test de Harris

Descripción y objetivo

Evalúa el rendimiento predisponente y superior de un lado del cuerpo en comparación con el otro, mide el dominio del ojo y la mano, así como la confusión direccional de los hemicuerpos.

Contiene un total de 4 grupos con 26 subgrupos;

(A) Dominancia de la mano: tirar pelota, sacra punta de lapicero, clavar un clavo, cepillado de dientes, tirar el pomo de una puerta, sonarse la nariz, utilizar tijeras, cortar con cuchillo, peinarse, escribir.

(B) Dominancia del pie: dar una patada a un balón, escribir una letra con el pie, saltar estación unipodal por 10 mts, elevar una pierna sobre una mesa o silla, pierna que adelanta al perder el equilibrio.

(C) Dominancia del ojo: mirar por agujero, mirar por telescopio, utilización cámara de fotos.

(D) Dominancia del oído: escuchar en la pared, coger el teléfono, escuchar en el suelo.

Las puntuaciones de las pruebas se combinarán para obtener un puntaje final.

Puntuación:

Según dominancia obtenida en las distintas pruebas, se clasificará en diestro completo, zurdo completo, lateralidad cruzada, lateralidad mal afirmada (Harris, 1947)

Equipamiento

- Pelota de fútbol.
- Sacapuntas.
- Lápiz mina.
- Clavo.
- Martillo.
- Trozo de madera.
- Cepillo de dientes.
- Pomo de una puerta.
- Pañuelos desechables.
- Tijeras para diestro.
- Cuchillo
- Fruta
- Peineta
- Papel
- Escabel
- Sighting (cartón de 15 x 25 con un agujero en el centro de 0,5 cm diámetro)
- Telescopio (tubo largo de cartón)
- Cámara de fotos
- Teléfono celular

Recurso humano:

- Equipo de intervención (evaluadores pertenecientes al grupo de investigación).
- Usuario de prueba para aplicación del test.

Infraestructura:

Se utilizará una sala de evaluación con temperatura agradable de longitud variable en el lugar se encuentran todos los implementos para la realización del test.

Instrucciones

- Ropa y calzado adecuado para la realización de la prueba.
- Correcta alimentación antes de la realización de la prueba.
- No consumir alcohol o drogas.

Descripción de la prueba

1. El sujeto debe asistir a Universidad Andrés Bello, lugar de realización de la prueba.
2. El equipo investigador registra datos personales del sujeto
3. Se realiza breve explicación del test sin comentar que consiste en evaluación de lateralidad para no inducir sesgo. El sujeto debe realizar las actividades con el hemicuerpo dominante en cada ítem según corresponda. La prueba será lo más espontáneo y verídico posible.

Se da inicio al test comunicando verbalmente al sujeto las diferentes actividades a realizar descritas en la evaluación.

TEST DE HARRIS (OBSERVACIÓN DE LA LATERALIDAD)
Adaptación del "Harris Test of Lateral Dominance"

NOMBRE Y APELLIDOS:

DOMINANCIA DE LA MANO	DER.	IZQU.
1.- Tirar una pelota		
2.- Sacar punta a un lapicero		
3.- Clavar un clavo		
4.- Cepillarse los dientes		
5.- Girar el pomo de la puerta		
6.- Sonarse		
7.- Utilizar las tijeras		
8.- Cortar con un cuchillo		
9.- Peinarse		
10.- Escribir		
DOMINANCIA DEL PIE	DER.	IZQU.
1.- Dar una patada a un balón		
2.- Escribir una letra con el pie		
3.- Saltar a la pata coja unos 10 metros		
4.- Mantener el equilibrio sobre un pie		
5.- Subir un escalón		
6.- Girar sobre un pie		
7.- Sacar un balón de algún rincón o debajo de una silla		
8.- Conducir un balón unos 10 mts.		
9.- Elevar una pierna sobre una mesa o silla.		
10.- Pierna que adelantas al desequilibrarte adelante		
DOMINANCIA DEL OJO	DER.	IZQU.
1.- Sighting (cartón de 15 x 25 con un agujero en el centro de 0,5 cm diámetro)		
2.- Telescopio (tubo largo de cartón)		
3.- Caleidoscopio - Cámara de fotos		
DOMINANCIA DEL OÍDO	DER.	IZQU.
1.- Escuchar en la pared		
2.- Coger el teléfono		
3.- Escuchar en el suelo		

7.4 ANEXO N°4: Escala de 400 puntos

Evaluación Funcional de Mano

Nombre:

Edad:

Fecha:

Diagnostico:

MOVILIDAD MANO DERECHA	Puntaje					coef	nota
Flexión de dedos	0	1	2	3		3	
Extensión de dedos	0	1	2	3		2	
Abducción dedos largos	0	1	2	3		3	
Aducción dedos largos	0	1	2	3		2	
Aducción del pulgar	0	1	2	3		2	
Abducción del pulgar	0	1	2	3		3	
Oposición del pulgar	0	1	2	3		3	
Oposición contra R	0	1	2	3		2	
Pinza lateral contra R	0	1	2	3		2	
Presión palmar contra R	0	1	2	3		3	
Pronación	0	1	2	3		3	
Supinación	0	1	2	3		2	
	Suma de notas						
	Suma / 90 * 100						
MOVILIDAD MANO IZQUIERDA	Puntaje					coef	nota
Flexión de dedos	0	1	2	3		3	
Extensión de dedos	0	1	2	3		2	
Abducción dedos largos	0	1	2	3		3	

Aducción dedos largos	0	1	2	3		2	
.Aducción del pulgar	0	1	2	3		2	
Abducción del pulgar	0	1	2	3		3	
Oposición del pulgar	0	1	2	3		3	
Oposición contra R	0	1	2	3		2	
Pinza lateral contra R	0	1	2	3		2	
Presión palmar contra R	0	1	2	3		3	
Pronación	0	1	2	3		3	
Supinación	0	1	2	3		2	
	Suma de notas						
	Suma / 90 * 100						

PREHENSION MONOMANUAL Y DESPLAZAMIENTO DE OBJETOS	(MANO LESIONADA)			
Cubo de 10 cm de lado	0	1	2	3
Cubo de 7,5 cm de lado	0	1	2	3
Cubo de 5 cm de lado	0	1	2	3
Cubo de 2,5 cm por lado	0	1	2	3
Cilindro de 10 cm de diámetro y 12 cm de alto	0	1	2	3
Cilindro de 4 cm de diámetro y 12 de alto	0	1	2	3
Cilindro de 8 mm de diámetro y 15 de alto	0	1	2	3
Pelota de tenis	0	1	2	3
Encendedor eléctrico	0	1	2	3
Bolita de 25 mm de diámetro	0	1	2	3
Bolita de 15 mm de diámetro	0	1	2	3
Llave	0	1	2	3

Moneda de \$100	0	1	2	3	
Moneda de \$ 50	0	1	2	3	
Moneda de 10 pesos	0	1	2	3	
Punta	0	1	2	3	
Plancha	0	1	2	3	
Vaso 65 mm de diámetro	0	1	2	3	
Verter en pronación	0	1	2	3	
Verter en supinación	0	1	2	3	
	Suma de notas				
	Suma / 60 * 100				

PRUEBA FUNCION BIMANUAL					
Cortar tres trozos de masa	0	1	2	3	
Abrir una botella plástica	0	1	2	3	
Abrir el frasco de mermelada	0	1	2	3	
Atornillar y desatornillar un perno de 20 mm	0	1	2	3	
Atornillar y desatornillar un perno de 4 m	0	1	2	3	
Desabotonar 3 botones	0	1	2	3	
Abotonar 3 botones	0	1	2	3	
Desanudar tres lazos	0	1	2	3	
Anudarlos	0	1	2	3	
Enhebrar aguja	0	1	2	3	
Abrir una caja de fósforos sacar uno y cerrar	0	1	2	3	
Prender un fósforo	0	1	2	3	
Sacar dinero del porta monedas, luego meterlas (un billete y 5 monedas)	0	1	2	3	
Escribir una frase de 15 palabras	0	1	2	3	
Trazar una línea con la regla	0	1	2	3	

Doblar la hoja sobre la línea trazada	0	1	2	3	
Cortar la hoja a lo largo del pliegue	0	1	2	3	
Cortar una banda de cartón de 20 cm (1mm espesor)	0	1	2	3	
Cortar tres pedazos de alambre de cobre	0	1	2	3	
Cortar un diario (cuatro hojas dobladas 3 veces)	0	1	2	3	
	Suma de notas				
	Suma / 60 * 100				

Observación:
