



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN

MEDICIÓN DE LOS CAMBIOS CINÉTICOS ANTES Y DESPUÉS DE UN PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO MUSCULAR DE LA CINTURA ESCAPULAR DURANTE LA PROPULSIÓN EN PACIENTES CON LESIÓN MEDULAR

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN

MEDICINA DE REHABILITACIÓN

P R E S E N T A :

DR. ALEJANDRO ACOSTA BORBÓN

PROFESOR TITULAR
DR. LUIS GUILLERMO IBARRA

ASESORES
DR. RAMIRO PÉREZ ZAVALA
M. EN C. IVETT QUIÑONES URIÓSTEGUI
DR. JOSÉ GILBERTO FRANCO SÁNCHEZ
DR. SAUL RENAN LEÓN HERNÁNDEZ

MÉXICO, D.F.,

AGOSTO 2013





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DR. LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA
DIRECTOR GENERAL INR
PROFESOR TITULAR

DRA MATILDE LORETO ENRIQUEZ SANDOVAL

DIRECTORA DE ENSEÑANZA

DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

SUBDIRECTORA DE POSTGRADO
Y EDUCACIÓN CONTINUA

DR. ALBERTO UGALDE REYES RETANA

JEFE DE ENSEÑANZA MÉDICA

DR. RAMIRO PÉREZ ZAVALA
ASESOR CLÍNICO

M. EN C. IVETT QUIÑONES URIÓSTEGUI
ASESORA DE INVESTIGACIÓN

DR. SAÚL RENAN LEÓN HERNÁNDEZ
ASESOR METODOLÓGICO

DR. JOSÉ GILBERTO FRANCO SÁNCHEZ
ASESOR CLÍNICO DEL DEPORTE

DR. JAIME H. GUADARRAMA BECERRIL
ASESOR CLÍNICO DEL DEPORTE

M. EN. C. LEONEL GARCÍA GÓMEZ
ASESOR CLÍNICO DEL DEPORTE

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto de tesis forma parte del proyecto CONACyT-S0008-C01-071035 titulado “Desarrollo e implementación de un sistema de evaluación kinesiológica de riesgo de lesión de hombro en usuarios de sillas de ruedas”.

Contenido

1.- RESUMEN DEL PROYECTO:	8
2.- ANTECEDENTES	9
3.- JUSTIFICACIÓN	18
4.- PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	20
5.- HIPÓTESIS	20
6.- OBJETIVO GENERAL	20
6.1.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	21
7.- METODOLOGIA	21
7.1.- Diseño del estudio.....	21
7.2- Descripción del universo de trabajo	21
7.3- Criterios de selección de pacientes	22
7.3.1- Criterios de inclusión.....	22
7.3.2- Criterios de eliminación	22
7.3.3-Criterios de exclusión.....	22
7.4- Tamaño de muestra	23
7.5.- Descripción de las intervenciones	23
7.5.1.- Expresión del carácter del esfuerzo	24
8.- RESULTADOS	28
9.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	46
<u>9.1.-</u> Limitantes y perspectivas del estudio	48
Anexos	52

1.- RESUMEN DEL PROYECTO:

La lesión medular (LM) es una de las causas de discapacidad más importantes en México; estudios previos han identificado el tipo de propulsión por nivel de lesión en pacientes con LM, sin embargo han mostrado asimetría en el tipo y ciclo de propulsión en el mismo brazo del paciente y respecto al brazo contralateral; también se han identificado cuáles son músculos participantes en la propulsión [1], lo cual nos ayuda a investigar y medir variables, además se ha mencionado la importancia del seguimiento de lesión de hombro en pacientes con lesión medular por su alta incidencia secundaria a la propulsión utilizando la escala de FIM [2]. En este estudio de investigación se medirá el pico de torque por medio de isocinesia y velocidad, el torque en la rueda trasera de la silla de ruedas a través de un análisis cinesiológico, se realizará FIM (Medición de Independencia Funcional) y la escala de Constant Murley a 15 pacientes con lesión medular cérico-torácico-lumbar, antes y después de un programa de fortalecimiento muscular de tipo isotónico de cintura escapular; tendrá una duración de 8 semanas, 3 veces por semana. Se pretende encontrar cambios en el pico de torque, velocidad y tendencia a la simetría en el tipo de propulsión en ambos brazos posterior a un fortalecimiento muscular de cintura escapular.

2.- ANTECEDENTES

Se sabe que en México no existen informes exactos de la incidencia y la prevalencia de la lesión medular, sin embargo, se estima que hay una incidencia de 18.1 x millón de habitantes cada año, que sucede más en hombres que en mujeres, entre los 16 y 35 años de edad. Estos datos son muy similares a los que se presentan en todo el mundo. Por lo tanto, el gasto para la familia, para el sector salud y para el país es muy alto [3]. La causa número uno es por trauma, de los que destacan los accidentes automovilísticos, caídas de altura, heridas por arma de fuego, deportivas (clavados como primer lugar), también puede ser causada por infecciones (tuberculosis vertebral), tumores, enfermedades degenerativas (atrofia espinal), etc. [3]. Para este tipo de sujetos la secuela más común es la parálisis de los miembros pélvicos por lo que su principal medio de locomoción es el uso de una silla de ruedas.

El complejo del hombro participa en muchas actividades de la vida diaria, en el usuario de silla de ruedas la articulación escapulo-humeral es utilizada para movimientos repetitivos durante la propulsión por lo que experimenta considerable estrés articular y muscular. La propulsión y las transferencias requieren adaptaciones de las estructuras periarticulares que fueron originalmente diseñadas para otro fin [4].

Por este motivo existe una escala utilizada para la valoración funcional "Constant Murley", un score de 100 puntos que se basa en la evaluación de un número de

parámetros subjetivos y objetivos individuales en un entorno totalmente clínico. Los autores lo consideran el mejor método de evaluación funcional del hombro [5].

Esta escala se evalúa de la siguiente manera: el primer parámetro de evaluación subjetivo es el dolor que se presenta durante las actividades de la vida diaria; la ausencia del dolor es igual a quince puntos, un dolor severo es igual a cero. Otro parámetro subjetivo es la habilidad de llevar a cabo las actividades de la vida diaria relacionada con el trabajo, recreación y la habilidad de dormir. La habilidad del paciente de realizar las actividades de la vida diaria en términos de posición de los brazos y la postura del tronco también es evaluada. Veinte puntos son colocados para las actividades de la vida diaria como lo muestra el anexo. Cuatro puntos son para el trabajo, cuatro para lo recreacional y dos para las no alteraciones del sueño. Otros 10 puntos son para las actividades de la vida diaria y para la habilidad de realizar tareas a diferentes niveles de los brazos, desde a nivel de las muñecas hasta arriba de la cabeza. Finalmente se evalúa la potencia del hombro en abducción del 90 grados (o menos si el paciente no es capaz de lograr estos grados). La potencia es usada de acuerdo al método por Moseley [1]. Ellos usan un tensiómetro para medir de manera isométrica la potencia del hombro a 90 grados de elevación lateral, medido en libras. A pesar de que este método de estimación de potencia de hombro no es tan exacta como la obtenida con el CIBEX (isocinesia), da una reflexión razonable del poder del hombro. Un hombro sano de un adulto de 25 años de edad resiste 25 libras sin dificultad. La evaluación del resultado de la escala de Constant Murley de acuerdo a Boehm

[2] es de la siguiente manera: 91-100 excelente, 81-90 bueno, 71-80 satisfactorio, 61-70 adecuado, <60 pobre

La relación entre el sobreuso por la propulsión de la silla de ruedas y la patología de hombro ha sido investigada ampliamente por Bayley, Burnham y Ferrara [6], [7], [8]. Por otro lado, el método de evaluación por isocinesia, ha sido utilizado para cuantificar el ejercicio muscular, este método ha servido para entender las adaptaciones musculares que ocurren después del ejercicio [4]. Algunos autores manejan la hipótesis de que la alteración de la razón de rotación interna/externa de hombro obtenida a partir del pico de torque, esta relacionada con el sobreuso, aunque esta razón es utilizada por diversos autores, este valor aún está en discusión [4], [9]. Sin embargo esta razón de rotación, se ha utilizado para determinar la simetría de los músculos rotadores y junto con el pico de torque y la potencia media medida en isocinecia del hombro, se ha estudiado la influencia de la propulsión en estos valores.

Los pacientes con lesión medular desarrollan valores altos de pico de torque en los rotadores internos de hombro, secundario a los movimientos repetitivos que realizan durante la propulsión con énfasis en este grupo muscular. Diferentes autores, han visto que la participación de los rotadores internos es cada vez mayor respecto mayor sea el nivel de la lesión. Esto podría explicar, según Bernard [4], el desbalance muscular que normalmente presentan los pacientes con lesión medular. Un análisis de la razón de rotadores internos/externos provee información de la influencia del nivel de lesión. Diferentes autores han enfatizado

que el rol de desbalance muscular [10] causa lesión; de lo contrario, un buen balance muscular tiene un papel de protección en las estructuras, estos valores son indicadores para evaluar un programa de mejoramiento del desbalance muscular y flexibilidad de la articulación que podría prevenir una lesión.

El desbalance de fuerza muscular comparado de un miembro torácico con el contralateral es posible medirlo objetivamente mediante isocinesia. Fue desarrollado desde los 60s por James Perrine.

La isocinesia consiste en un dinamómetro que aporta varias mediciones mediante la evaluación con una velocidad predeterminada; una resistencia que varía exactamente en respuesta a la fuerza aplicada externa, a través de un rango de movimiento igualmente predeterminado. Sus aplicaciones son para una evaluación de fortalecimiento, rehabilitación, investigación y diagnóstico de lesión; en este caso se usará como evaluación de la fuerza muscular que incluye diferentes variables: pico de torque (Newton metro), trabajo total (joules) y potencia promedio (Vatios); con su respectiva comparación contralateral y agonista/antagonista. A continuación, se explican los conceptos de las diferentes variables que se utilizan en isocinesia y que se tomarán para el presente trabajo de investigación:

El pico de torque es la medición más comúnmente empleada como variable de fuerza en la prueba isocinética. Es el punto más alto de torque producido por la contracción del músculo de la extremidad a través del arco de movimiento. Presenta exactitud y reproducibilidad, y, siendo la variable más comúnmente usada, es considerada “Gold Standard” de la evaluación isocinética. Clínicamente

es importante porque las curvas de torque bilateral e ipsilateral son comparadas para evaluar la simetría del músculo y/o una rehabilitación subsecuente [11]. .

Potencia a través de trabajo total (Joules). En isocinesia, trabajo es definido como el área debajo del torque contra el desplazamiento angular de la curva. El trabajo es el torque multiplicado por la distancia angular, y el trabajo total es la suma de todo el trabajo realizado del esfuerzo del grupo muscular evaluado. Puede ser difícil de diferenciar entre un músculo realmente débil y la falta de fuerza aplicada por el paciente. Sin embargo, con la mejora de la fuerza muscular y la acción voluntaria del paciente, aumentará el trabajo total.

Potencia media (Vatios) es el máximo poder o potencia alcanzada durante la mejor repetición dividido entre el tiempo del movimiento. Mientras el torque desciende, la producción de potencia alcanza una velocidad angular que incrementa durante el ejercicio isocinético. La potencia media se refiere al trabajo total realizado durante las contracciones, divididas entre el tiempo total de movimiento. El uso de esta variable no es comúnmente de importancia porque puede ser calculada fácilmente del pico de torque. Como excepción, esta medición puede tener valor cuando se evalúa a un atleta de alto rendimiento, como levantadores de pesas y velocistas. Se recomienda que, además de medición de potencia media, debe tomarse el contenido total de la curva potencia-velocidad [11].

Otro instrumento que se ha estudiado arduamente en pacientes con lesión medular como adaptación para la silla de ruedas es el ergómetro, tanto para evaluación y tratamiento o entrenamiento de pacientes con lesión medular [12].

El ergómetro de silla de ruedas es una plataforma que permite simular la movilidad de la propulsión de la silla de ruedas. Actualmente se encuentra en estudio una serie de diferentes tipos de ergómetros computarizados para una utilidad clínica. Los diseños que hoy en día existen, varían de acuerdo su construcción, nivel de adaptabilidad, modos de simulación y sistema de sensores. La mayoría de los ergómetros consisten en una plataforma estática con rodillos en donde una silla de ruedas convencional se pueda colocar, atada con correas a una estructura de soporte. Otros utilizan una silla estática especial y las ruedas giran por acción directa de un motor acoplado con ayuda de engranes. Finalmente este ergómetro permite la realización de ejercicios estacionarios con una simulación realista de diferentes tipos de propulsión, en combinación con la medición de los parámetros biomecánicos y metabólicos en algunos casos. En este caso se utilizó para obtener la potencia máxima alcanzada durante la propulsión medida en joules [13].

Por otro lado, la silla de ruedas es un complemento sencillo en sus características e indispensable en la locomoción de un paciente lesionado medular, sin embargo, no lo es todo; existen factores que permiten la movilización de una silla de ruedas, y estos son los derivados de la silla, del entorno y los factores asociados al mismo paciente; éstos últimos, engloban: arcos de movilidad mínimos necesarios del hombro para la propulsión, la presencia o no de contracturas musculares, contar

con la capacidad de consumo de oxígeno necesario para realizar un esfuerzo que permita el desplazamiento en superficies diversas y por último contar con la fuerza necesaria para movilizar una silla de ruedas que además ha de sumar el peso del paciente [14].

Se conocen los tipos de propulsión en pacientes con lesión medular que se agrupan de acuerdo a la forma que describe la trayectoria de la mano sobre el arillo estos son; semicircular (SC), lazo sencillo (SLOP), lazo doble (DLOP); se ha encontrado que este tipo de pacientes presentan, además de un desbalance muscular, una asimetría clara del tipo de propulsión, en la tesis de Medicina de Rehabilitación del Dr. García-Roiz [1] con pacientes lesionados medulares que acuden a la consulta de INR, se identificó un tipo de propulsión de acuerdo al nivel de lesión, y se comprobó que estos pacientes utilizan los tipos de propulsión descritos por la literatura, sin embargo, se observó que los pacientes presentan asimetrías en la fuerza y en el tipo de propulsión entre el brazo derecho e izquierdo, por lo que en el presente trabajo se propone emplear un programa de fortalecimiento muscular para incrementar la fuerza muscular en los miembros torácicos y determinar si se da una mejoría en la velocidad y el torque durante la fase de empuje en la propulsión de una silla de ruedas y modifica el tipo de propulsión de acuerdo al nivel de lesión.

Es importante destacar que el sedentarismo en el discapacitado con lesión medular obedece no sólo a la incapacidad para efectuar la locomoción, sino también existen factores que influyen en su pobre desempeño físico como la

obesidad asociada a lesión medular, altos niveles de lípidos y colesterol a nivel sérico, intolerancia a la glucosa, estrés y hábito tabáquico. Asimismo, se observa una pobre respuesta cardiaca inicial al ejercicio, un pobre retorno venoso (hipotensión ortostática), fatiga rápida al involucrar solo una pequeña parte de la musculatura corporal; disminución en la secreción adrenal, lo que disminuye la lipólisis y la glucogenólisis; una inadecuada regulación de la temperatura, lo que genera hipertermias prematuras [15].

El efecto benéfico del ejercicio en el paciente por lesión medular disminuye ansiedad, mejora el autoestima y protege de alguna manera entidades nosológicas específicas como el síndrome doloroso de hombro, al retardar la aparición del mismo hasta en un doble de tiempo en comparación con los que no lo realizan [16].

La literatura ha descrito que para mejorar la fuerza y masa muscular, maximizar la independencia funcional y mejorar la eficacia de la propulsión de silla de ruedas en este tipo de pacientes, deben ser sometidos a un programa de fortalecimiento de dos a tres sets de ocho a doce repeticiones de dos a cuatro veces a la semana durante cuatro a seis meses [17]; sin embargo, también se ha encontrado en la literatura que posterior a la aplicación de un fortalecimiento muscular durante 16 semanas muestra mejoría notoria, inclusive, se han observado cambios significativos desde la séptima semana [18].

En un ensayo clínico autocontrolado en pacientes con lesión medular sin lesión del manguito rotador del hombro se sometieron a un programa de fortalecimiento

muscular mediante el método de Repetición Máxima de Brzycki durante 8 semanas, encontrando mejoría en fuerza, movilidad, locomoción e independencia funcional, sin embargo, no presentan una medición precisa para corroborar si hubo mejoría en la propulsión de la silla de ruedas [5].

Así como este ensayo clínico mencionado en la parte superior, diferentes trabajos de investigación han estudiado la biomecánica y fuerza de la propulsión en usuarios de silla de ruedas con diferentes mediciones o variables como lo son parámetros de capacidad pulmonar, pero sin ninguna intervención de fortalecimiento y de manera descriptiva para evaluar la relación directa de la fuerza con la propulsión [10]. .

Otros estudios han experimentado la intervención de someter a pacientes con lesión medular a un programa de fortalecimiento con mediciones antes y después, midiendo eficacia ventilatoria [19], pico de torque y mediciones isocinéticas [20], sin embargo el tipo de fortalecimiento en todos estos estudios se han enfocado a realizarlo en la propia silla de ruedas sobre un ergómetro [21] o con un cicloergómetro de brazo [22]. En general estos estudios han reportado mejoría en las mediciones posterior a una intervención con un programa de fortalecimiento muscular que varía de 4 a 8 semanas de duración del ejercicio, 3 días por semana; en especial mejoría en el pico de torque y trabajo total medido por isocinesia sobre todo en flexión/extensión de hombro a velocidad de 180 grados por segundo [21].

Con esto mencionado se ha tratado de someter al paciente con lesión medular a un programa de fortalecimiento, sin embargo, no se ha hecho el tipo de intervención por medio de pesas o resistencias clásicas que una persona sin lesión medular acostumbra regularmente a realizar en un gimnasio común y corriente. Por lo cual en este trabajo de investigación la intervención será lo más cercano a lo que la sociedad realiza, y de alguna manera involucrar al paciente con lesión medular con personas sin lesión medular y hacerlo sentir parte del rol social cotidiano; realizando el programa de fortalecimiento por medio de pesas libres y aparatos con resistencia con poleas. Por otro lado, tampoco se han hecho mediciones completas antes y después de la intervención como medición de la independencia funcional, escala de funcionalidad de hombro “Constant Murley”.

En este caso se tomarán varias mediciones que juntan la evidencia ya mostrada incluyendo lo ya estudiado como parámetros isocinéticos, la evaluación funcional de hombro por medio de la escala “Constant Murley”, mediciones cinéticas por medio de ergometría y una evaluación funcional de las actividades de la vida diaria.

3.- JUSTIFICACIÓN

En la tesis de Quezada [5], se demuestra que existen distintos ejercicios que pueden fortalecer la cintura escapular por medio de Press de banco pero no se cuantifica ni se mide la goniometría, el tipo de propulsión ni se evalúa cuantitativamente el incremento de fuerza, lo que es posible medir a través de

equipo de isocinesia y análisis cinesiológico de la propulsión. Posteriormente en la tesis de García Roiz [1], se identificaron los músculos que se utilizan en la propulsión y sus fases, además se identificó un tipo de propulsión de acuerdo al nivel de la lesión, sin embargo, en ese mismo trabajo se pudo encontrar que el tipo de propulsión no es simétrico en ambos brazos y no tiene repetitividad, lo que sugiere un patrón de propulsión heterogéneo y que orilla a una lesión. Epidemiológicamente es evidente que la propulsión y las actividades de la vida diaria relacionadas con la silla de ruedas, causan una carga excesiva en el hombro, que se agudizan si además es una lesión medular cervical, es adulto mayor o tiene una técnica de propulsión deficiente. Por otro lado Lázaro Salgado [2], descartó lesión del manguito rotador en la misma muestra de pacientes de la tesis de García Roiz; cabe mencionar que esto se debe principalmente a que son pacientes sedentarios, pero tampoco han sido entrenados u orientados en el manejo de la silla de ruedas o los cuidados preventivos de sus articulaciones. En esta tesis se pretende lograr simetría y repetitividad en el tipo de propulsión relacionado con el nivel de la lesión medular, posterior a un programa de fortalecimiento muscular medidos a través de mediciones cinéticas e isocinéticas, al mismo tiempo, supervisar si esta muestra de pacientes la evaluación de la Escala Constant Murley continúa sin cambios posterior al fortalecimiento muscular y si la funcionalidad de acuerdo a escala FIM mejora.

4.- PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

La lesión medular conduce complicaciones en las articulaciones del miembro torácico por lo que disminuye la independencia del sujeto y propicia el sedentarismo. Esto se debe principalmente al sobreuso, y a un patrón inadecuado de propulsión, debido principalmente al desbalance de fuerzas entre los miembros torácicos por la falta de fortalecimiento de los músculos utilizados durante la propulsión y a la ignorancia sobre el uso adecuado de la silla de ruedas.

¿Tendrán los pacientes con lesión medular, posterior a un fortalecimiento muscular de cintura escapular un cambio en el pico de torque, velocidad y una tendencia a la simetría y repetitividad en el tipo de propulsión en ambos brazos? .

5.- HIPÓTESIS

El incremento de la fuerza muscular en los miembros torácicos en un 20% mediante un método isotónico en pacientes con lesión medular, mejorará de manera significativa los arcos de movilidad y fuerza de la cintura escapular, independencia en las actividades de la vida diaria, autocuidado, velocidad y el pico de torque durante la fase de empuje en la propulsión de una silla de ruedas.

6.- OBJETIVO GENERAL

Identificar cambios en la velocidad, torque, tipo y ciclo de propulsión, escalas de FIM y “Constant Murley” de acuerdo al nivel de la lesión, antes y después de un programa de fortalecimiento muscular de la cintura escapular durante 8 semanas.

6.1.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Medir parámetros isocinéticos de la cintura escapular.
- Realizar programa de fortalecimiento muscular de cintura escapular.
- Determinar el pico de torque y velocidad de propulsión.
- Identificar tipo y ciclo de propulsión.
- Cuantificar la potencia por isocinesia y dinamómetro.
- Evaluar la escala funcional de hombro Constant Murley

7.- METODOLOGIA

7.1.- Diseño del estudio

Ensayo clínico auto controlado: prospectivo, longitudinal y descriptivo de intervención deliberada.

7.2- Descripción del universo de trabajo.

Diana: Pacientes con lesión medular usuarios de silla de ruedas.

Accesible: Pacientes con lesión medular usuarios de silla de ruedas atendidos en el servicios de Rehabilitación Neurológica de Julio a Septiembre del 2012.

7.3- Criterios de selección de pacientes

7.3.1- Criterios de inclusión

- Pacientes con diagnóstico de Lesión Medular de nivel neurológico cervico-torácico-lumbar
- Ambos Sexos.
- Edad entre 18 y 60 años.
- Que propulse su propia silla de ruedas

7.3.2- Criterios de eliminación

- Pacientes que decidan abandonar el estudio
- Pacientes que durante el estudio cursen con algún tipo de impedimento para el uso de silla de ruedas.
- Cuestionarios incompletos, que no asistan al 80% de las sesiones

7.3.3-Criterios de exclusión

- Pacientes que no hayan otorgado consentimiento informado por escrito.
- Pacientes con algún impedimento físico o mental para el uso de silla de ruedas.
- Pacientes con enfermedades crónico-degenerativas y/o alteraciones cardiovasculares que impidan la realización de actividad física.

7.4- Tamaño de muestra. Se reclutaron 6 pacientes por muestreo no probabilístico.

7.5.- Descripción de las intervenciones

El programa de medición de variables se llevó a cabo en dos ocasiones; la primera antes del fortalecimiento muscular y la segunda inmediatamente después del mismo; las variables que se tomaron en cuenta fueron:

- Fuerza muscular en Newtons y Watts, y pico de torque por medio de isocinesia de tipo concéntrico-excéntrico en las velocidades angulares de 60, 120 y 180 °/s, a músculos rotadores internos/externos de hombro, flexores/extensores de hombro y flexores/extensores de codo.
- Fuerza muscular en Newtons y Revoluciones Por Minuto (RPM) por dinamómetro; descripción de la simetría y repetitividad en el Ciclo de Propulsión, simetría por medio de análisis de movimiento (cinesiológica = cinética, cinemática) tanto la fuerza, RPM y Ciclo de Propulsión en velocidad baja, media y alta durante la propulsión de la silla de ruedas.
- Total Score de la Valoración Funcional de la Escala Constant Murley de hombro.
- Total de la escala de Medición de la Independencia Funcional (FIM).

La intervención de fortalecimiento muscular, consistió de la siguiente manera:

Una programación es la expresión de una sucesión o serie ordenada de esfuerzos que guardan una relación de dependencia entre sí.

Un esfuerzo es el grado real de exigencia en relación con las posibilidades actuales: Por tanto, el carácter del esfuerzo será, la relación entre lo realizado y lo realizable. Por ello, el esfuerzo como intensidad es el grado real de exigencia física, técnica y emocional en relación con las posibilidades actuales del sujeto.

7.5.1.- Expresión del carácter del esfuerzo

Se expresa utilizando tres números, de la siguiente manera:

- Por ejemplo: 3x6(10)
- El 3 son las series
- El 6 la repeticiones por serie que se realizan
- El 10 el número de repeticiones que podrían realizarse

El CE (carácter del esfuerzo) marca la diferencia entre el 6 (lo realizado) y el 10 (lo realizable) y el número total de repeticiones realizables.

El CE es definido por la relación entre las repeticiones realizadas y realizables. Por ejemplo, si dos sujetos realizan las mismas repeticiones en el ejercicio de media sentadilla, pero resulta que uno realiza 6 pudiendo hacer 6, es decir con un

carácter del esfuerzo máximo, y el otro realiza 6 pudiendo realizar 10, estarían haciendo dos entrenamientos completamente diferentes. Los efectos del primero se orientarán al desarrollo de la fuerza y la hipertrofia, mientras que el segundo tendría como efecto una menor incidencia sobre la fuerza máxima, algo más sobre la potencia y bastante menos sobre la hipertrofia [23]..

La creencia más generalizada, especialmente en la literatura científica americana, es que para mejorar la fuerza máxima hay que realizar repeticiones por serie hasta el fallo.

En este caso, los pacientes fueron sometidos a un acondicionamiento físico de 8 grupos musculares de acuerdo al “Carácter del Esfuerzo” de González Badillo, los músculos incluidos fueron: pectorales (pectoral mayor y menor), espalda (romboides/paravertebrales), antepulsos de hombro (serrato anterior), retropulsos de hombro (músculos. cintura escapular/trapezio), flexores de hombro (deltoides anterior), extensores de hombro (deltoides posterior/dorsal ancho), flexores de codo (bíceps/braquial anterior), extensores de codo (tríceps/ancóneo) ver anexo 5.

8.7.- Descripción de las variables de estudio y sus escalas de medición

	NIVELES DE MEDICIÓN	ESCALA
Funcionalidad	Medición de Independencia en Lesión Medular (FIM)	Cuantitativa discontinua
Cinesiología	Velocidad (vel-antes, vel-desp), torque _(torque-antes, potencia, ciclo de propulsión, tipo de propulsión.	Cuantitativa Continua
Isocinesia	Pico de torque-antes/después y potencia W-antes W-después, trabajo J-antes J-después.	Cuantitativa Continua
Escala de lesión de hombro	Constant Murley Constant	Cuantitativa Continua

VARIABLES INDEPENDIENTES

SOCIODEMOGRÁFICAS	NIVELES DE MEDICIÓN	ESCALA
Género	Masculino1 /Femenino 2	Nominal dicotómica
Edad	Años cumplidos	Continua
LESION MEDULAR		
Tipo de lesión medular	Traumática 1/No traumática 2	Nominal dicotómica
Clasificación de la LM	Completa1 /Incompleta2	Nominal dicotómica
Nivel de LM	Torácico/Lumbar 1 cervical 2 torácico 3 lumbar	Nominal ampliada
Tiempo de evolución de LM	Años con la lesión	Continua

7.8.- Análisis estadístico propuesto

Se realizó para prueba de normalidad la Shapiro Wilcoxon. Las variables dependientes se analizarán con el estadístico de Kolmogorov-Smirnov para una muestra a fin de valorar el tipo de distribución. Las distribuciones no normales antes vs después de la intervención se analizarán con t de Wilcoxon y las normales con t de student para mediciones pareadas. Edad, tiempo de evolución, tiempo de usar la silla y horas/día del uso de la misma se correlacionarán con r de Pearson o con rho de Spearman según el tipo de distribución diagnosticada. Por tratarse de una muestra pequeña se realizó Wilcoxon y la correlación entre las variables se aplicó la Rho de Spearman. El control de la influencia del género, el tipo de LM, la clasificación, el nivel, y a través de análisis de covarianza. En todos los contrastes la probabilidad error alfa tolerable será de 0.05. Los datos serán analizados con el paquete SPSS 15.0 para Windows. Calcular los coeficientes de correlación intraclase entre curvas de posición de la propulsión para calcular repetitividad y simetría.

7.9.- Anexos:

1. Carta de Consentimiento informado
2. Programa de Fortalecimiento muscular
3. FIM (Escala de Independencia Funcional)
4. Escala de hombro "Constant Murley"
5. Fotografías

8.- RESULTADOS

Se analizaron los resultados obtenidos de el Sistema de Evaluación Cinesiológica de la Propulsión de Silla de Ruedas (velocidad (m/s), torque en la rueda (Nm), tipo de propulsión, los datos isocinéticos de pico de torque (Nm), potencia (W) y trabajo (J) de 4 hombres y 2 mujeres en el intervalo de edad de 25-59 con una media de 43.8 y una desviación estándar de 11.3 años. En 2 casos la lesión era a nivel cervical y en 4 torácico alto, el intervalo de tiempo de la evolución de la lesión fue desde 4 hasta 22 con un promedio de 11.8 +/- 7.1 años. El tiempo de uso de silla de ruedas estuvo en el intervalo de 3 a 22 años con una media de 11.0 +/- 7.0. De los 6 casos, 1 era lesión incompleta a nivel cervical y 5 completas (4 nivel torácico alto y 1 cervical).

En el estado inicial no se observaron diferencias por sexo, aunque en Torque (Nm) los hombres tenían 23.6 +/- 2.8 contra 9.3 +/- 8.5 de las mujeres ($p = 0.06$). En las demás variables no se observaron diferencias significativas por género. Por otra parte, los hombres tenía 8.7 años más de edad promedio que las mujeres y 7.2 años más en tiempo de evolución de la lesión medular.

De acuerdo al nivel de la lesión, los de nivel torácico alto tuvieron mayores promedios en propulsión máxima (RPM) con 54.6 +/- 1.5 vs 40.5 +/- 0.7 de los cervicales ($p = 0.001$); también tuvieron mayor promedio en el pico de torque de la extensión del hombro izquierdo (Nm) con 46.7 +/- 17.4 vs 15.5 +/- 12.0 de los cervicales ($p = 0.08$) y en la potencia de la extensión del mismo hombro (J) con 56.7 +/- 17.5 contra 15.5 +/- 17.6 de los cervicales ($p = 0.05$).

Las variables que se muestran en la Tabla I estaban significativamente correlacionadas (o cerca del límite de tolerancia de error alfa) con la edad y el tiempo de evolución. Véase (Tabla I) los coeficientes de correlación rho de Spearman correspondientes. Destáquese que el FIM inicial estaba correlacionado fuertemente con la máxima velocidad (RPM) (rho 0.90, $p = 0.03$). La edad correlacionaba negativamente con el porcentaje de empuje durante la propulsión (-0.821, $p = 0.08$), y con las demás variables correlacionó positivamente, mientras que el tiempo de evolución correlacionaba positivamente con el Pico de torque y la potencia de acuerdo con la Tabla I.

Tabla 1. Correlación de la edad y el tiempo de evolución con variables de velocidad en el estado inicial.

	Edad	Tiempo de evolución
	rho (p)	rho (p)
Torque (Nm)	0.754 (0.08)	0.835 (0.07)
Empuje %	-0.831 (0.08)	
Celda constant izquierda	0.754 (0.08)	
Pico de torque codo der flex	0.929 (0.008)	0.812 (0.05)
Pico de torque hom izq flex	0.738 (0.09)	
Pico de torque hom izq RI		0.799 (0.05)
Potencia codo der flex W	0.928 (0.008)	0.812 (0.05)
Potencia hom der flex w	0.840 (0.03)	0.738 (0.06)
Potencia hom izq RE w		0.838 (0.03)
Potencia codo der flex J	0.928 (0.008)	0.812 (0.05)

Potencia codo izq flex J	0.783 (0.06)	0.667 (0.14)
Potencia hom der flex J	0.897 (0.01)	0.628 (0.18)
Potencia hom der ext J	0.768 (0.07)	
Potencia hom izq RE J		0.812 (0.05)

Al efectuarse la comparación entre el pre-fortalecimiento muscular vs post-fortalecimiento muscular se encontró un cambio significativo en el FIM ($p = 0.02$) y se observaron cambios significativos en la funcionalidad de la cintura escapular de acuerdo a la escala “Constant-Murley” aplicada del lado derecho e izquierdo y en el dato aislado de la fuerza registrada por la celda de carga del lado derecho fue donde hubo mayor cambio con una $p = 0.04$ en los tres casos (Tabla II).

Tabla II. Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Pre-entrenamiento_Máxima Velocidad [RPM]	37.9140	5	22.62170	10.11673
Post-entrenamiento_Máxima Velocidad [RPM]	32.8340	5	15.61221	6.98199
Pair 2 Pre-entrenamiento_Propulsión Máxima [RPM]	49.0000	5	7.84219	3.50714

	Post- entrenamiento_Propul sión Máxima [RPM]	51.2000	5	10.52141	4.70532
Pair 3	Pre- entrenamiento_Empuj e [%]	85.3250	4	1.66642	.83321
	Post- entrenamiento_Empuj e [%]	78.3625	4	14.27099	7.13550
Pair 4	Pre- entrenamiento_Torqu e [N*m]	17.9360	5	9.16999	4.10094
	Post- entrenamiento_Torqu e [N*m]	10.6620	5	3.12837	1.39905
Pair 5**	Pre- entrenamiento_Cons tant_Derecho	76.8700	5	11.75064	5.25505
	Post- entrenamiento_Cons tant_Derecho	80.9980	5	11.57212	5.17521
Pair 6**	Pre- entrenamiento_Cons tant_Izquierdo	76.3620	5	9.61782	4.30122
	Post- entrenamiento_Cons tant_Izquierdo	80.9980	5	11.57212	5.17521
Pair 7**	Pre- entrenamiento_Celd a_Constant_Derech o	10.8700	5	3.22839	1.44378
	Post- entrenamiento_Celd a_Constant_Derech o	13.7980	5	3.63015	1.62345

Pair 8**	Pre-entrenamiento_Celda_Constant_Izquierdo	10.7620	5	3.23890	1.44848
	Post-entrenamiento_Celda_Constant_Izquierdo	13.7980	5	3.63015	1.62345

** Fueron significativas

En el pico de torque de isocinesia en la extensión del hombro derecho ($p = 0.05$) y de manera importante pero no significativa en la flexión del codo izquierdo ($p = 0.11$) así como en la rotación externa del hombro izquierdo ($p = 0.11$); en las demás variables los cambios no fueron de gran magnitud (tabla 3).

Tabla 3. Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pre-entrenamiento_Pico de torque_Codo_Derecho_Flexión [N*m]	32.67	6	9.933	4.055
	Post-entrenamiento_Pico de torque_Codo_Derecho_Flexión [N*m]	33.83	6	10.400	4.246
Pair 2	Pre-entrenamiento_Pico de torque_Codo_Derecho_Extensión [N*m]	40.83	6	17.848	7.287

	Post- entrenamiento_Pico de torque_Codo_Derech o_Extensión [N*m]	42.33	6	20.772	8.480
Pair 3	Pre- entrenamiento_Pico de torque_Codo_Izquierd o_Flexión [N*m]	35.17	6	14.317	5.845
	Post- entrenamiento_Pico de torque_Codo_Izquierd o_Flexión [N*m]	38.83	6	14.106	5.759
Pair 4	Pre- entrenamiento_Pico de torque_Codo_Izquierd o_Extensión [N*m]	39.83	6	21.885	8.935
	Post- entrenamiento_Pico de torque_Codo_Izquierd o_Extensión [N*m]	41.00	6	19.524	7.971
Pair 5	Pre- entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Dere cho_Flexión [N*m]	32.67	6	11.361	4.638
	Post- entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Dere cho_Flexión [N*m]	31.83	6	14.442	5.896

Pair 6	Pre- entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Dere cho_Extensión [N*m]	39.00	6	22.865	9.335
	Post- entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Dere cho_Extensión [N*m]	49.17	6	23.345	9.530
Pair 7	Pre- entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Izqui erdo_Flexión [N*m]	36.33	6	13.895	5.673
	Post- entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Izqui erdo_Flexión [N*m]	32.17	6	15.184	6.199
Pair 8	Pre- entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Izqui erdo_Extensión [N*m]	36.33	6	21.732	8.872
	Post- entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Izqui erdo_Extensión [N*m]	42.00	6	23.992	9.795
Pair 9	Pre- entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Dere cho_Rotación interna [N*m]	32.00	6	26.230	10.708

	Post-entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Derecho_Rotación interna [N*m]	29.83	6	10.610	4.331
Pair 10	Pre-entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Derecho_Rotación externa [N*m]	26.33	6	28.472	11.624
	Post-entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Derecho_Rotación externa [N*m]	13.33	6	3.502	1.430
Pair 11	Pre-entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Izquierdo_Rotación interna [N*m]	21.33	6	16.367	6.682
	Post-entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Izquierdo_Rotación interna [N*m]	23.00	6	11.798	4.817
Pair 12	Pre-entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Izquierdo_Rotación externa [N*m]	19.50	6	9.028	3.686

Post- entrenamiento_Pico de torque_Hombro_Izqui erdo_Rotación externa [N*m]	16.00	6	6.812	2.781
--	-------	---	-------	-------

En la potencia W y trabajo J sólo hubo cambio significativo en la extensión del hombro derecho ($p = 0.05$ y $p = 0.04$, respectivamente), véase medias (tablas 4 y 5).

Tabla 4. Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Pre- entrenamiento_Poten cia_Codo_Derecho_F lexión [W]	22.17	6	9.663	3.945
Post- entrenamiento_Poten cia_Codo_Derecho_F lexión [W]	23.00	6	10.000	4.082
Pair 2 Pre- entrenamiento_Poten cia_Codo_Derecho_E xtensión [W]	27.00	6	15.492	6.325
Post- entrenamiento_Poten cia_Codo_Derecho_E xtensión [W]	29.33	6	16.008	6.535
Pair 3 Pre- entrenamiento_Poten cia_Codo_Izquierdo_ Flexión [W]	24.67	6	11.605	4.738

	Post-entrenamiento_Potencia_Codo_Izquierdo_Flexión [W]	25.83	6	10.889	4.445
Pair 4	Pre-entrenamiento_Potencia_Codo_Izquierdo_Extensión [W]	25.33	6	13.880	5.667
	Post-entrenamiento_Potencia_Codo_Izquierdo_Extensión [W]	27.00	6	14.805	6.044
Pair 5	Pre-entrenamiento_Potencia_Hombro_Derecho_Flexión [W]	31.50	6	18.534	7.566
	Post-entrenamiento_Potencia_Hombro_Derecho_Flexión [W]	36.00	6	23.056	9.413
Pair 6	Pre-entrenamiento_Potencia_Hombro_Derecho_Extensión [W]	42.33	6	33.080	13.505
	Post-entrenamiento_Potencia_Hombro_Derecho_Extensión [W]	59.83	6	32.270	13.174
Pair 7	Pre-entrenamiento_Potencia_Hombro_Izquierdo_Flexión [W]	43.00	6	22.512	9.191
	Post-entrenamiento_Potencia_Hombro_Izquierdo_Flexión [W]	41.17	6	21.720	8.867

Pair 8	Pre- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Izquierd o_Extensión [W]	41.50	6	28.592	11.673
	Post- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Izquierd o_Extensión [W]	49.17	6	28.778	11.749
Pair 9	Pre- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Derecho _Rotación interna [W]	27.67	6	21.153	8.636
	Post- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Derecho _Rotación interna [W]	35.83	6	18.093	7.387
Pair 10	Pre- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Derecho _Rotación externa [W]	13.00	6	7.563	3.088
	Post- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Derecho _Rotación externa [W]	14.33	6	5.241	2.140
Pair 11	Pre- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Izquierd o_Rotación interna [W]	26.33	6	25.967	10.601
	Post- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Izquierd o_Rotación interna [W]	25.83	6	17.657	7.208

Pair 12	Pre- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Izquierd o_Rotación externa [W]	17.67	6	14.787	6.037
	Post- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Izquierd o_Rotación externa [W]	18.17	6	10.685	4.362

Tabla 5. Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pre- entrenamiento_Poten cia_Codo_Derecho_F lexión [J]	48.50	6	21.961	8.966
	Post- entrenamiento_Poten cia_Codo_Derecho_F lexión [J]	51.50	6	20.983	8.566
Pair 2	Pre- entrenamiento_Poten cia_Codo_Derecho_E xtensión [J]	58.00	6	30.502	12.453
	Post- entrenamiento_Poten cia_Codo_Derecho_E xtensión [J]	66.50	6	34.034	13.894
Pair 3	Pre- entrenamiento_Poten cia_Codo_Izquierdo_ Flexión [J]	52.67	6	23.398	9.552

	Post-entrenamiento_Potencia_Codo_Izquierdo_Flexión [J]	57.17	6	22.622	9.235
Pair 4	Pre-entrenamiento_Potencia_Codo_Izquierdo_Extensión [J]	54.67	6	29.207	11.924
	Post-entrenamiento_Potencia_Codo_Izquierdo_Extensión [J]	61.33	6	30.513	12.457
Pair 5	Pre-entrenamiento_Potencia_Hombro_Derecho_Flexión [J]	32.67	6	21.639	8.834
	Post-entrenamiento_Potencia_Hombro_Derecho_Flexión [J]	38.33	6	20.598	8.409
Pair 6	Pre-entrenamiento_Potencia_Hombro_Derecho_Extensión [J]	41.00	6	29.705	12.127
	Post-entrenamiento_Potencia_Hombro_Derecho_Extensión [J]	53.00	6	26.563	10.844
Pair 7	Pre-entrenamiento_Potencia_Hombro_Izquierdo_Flexión [J]	41.50	6	25.634	10.465
	Post-entrenamiento_Potencia_Hombro_Izquierdo_Flexión [J]	40.83	6	17.612	7.190

Pair 8	Pre- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Izquierd o_Extensión [J]	43.00	6	26.458	10.801
	Post- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Izquierd o_Extensión [J]	46.83	6	26.164	10.682
Pair 9	Pre- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Derecho _Rotación interna [J]	29.17	6	21.803	8.901
	Post- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Derecho _Rotación interna [J]	34.17	6	19.436	7.935
Pair 10	Pre- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Derecho _Rotación externa [J]	14.33	6	7.581	3.095
	Post- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Derecho _Rotación externa [J]	14.17	6	4.834	1.973
Pair 11	Pre- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Izquierd o_Rotación interna [J]	27.33	6	23.235	9.486
	Post- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Izquierd o_Rotación interna [J]	26.17	6	18.082	7.382
Pair 12	Pre- entrenamiento_Poten cia_Hombro_Izquierd o_Rotación externa [J]	18.83	6	13.877	5.665

Post- entrenamiento_Poten- cia_Hombro_Izquierd o_Rotación externa [J]	18.50	6	11.023	4.500
---	-------	---	--------	-------

En el resto de las mediciones no hubo diferencias significativas (tablas 6 y 7).

Tabla 6. Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Pre- entrenamiento_Fase de propulsión [%]	61.00	6	14.464	5.905
Post- entrenamiento_Fase de propulsión [%]	54.6667	6	11.94432	4.87625
Pair 2 Pre- entrenamiento_Torqu e al fin de la fase de propulsión [N*m]	32.8800	5	23.69193	10.59535
Post- entrenamiento_Torqu e al fin de la fase de propulsión [N*m]	12.4940	5	4.60499	2.05941

tabla 7. Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Pre- entrenamiento_Poten- cia al inicio de la fase de propulsión [W]	4.6040	5	3.17761	1.42107

	Post-entrenamiento_Potencia al inicio de la fase de propulsión [W]	3.5760	5	2.01367	.90054
Pair 2	Pre-entrenamiento_Potencia al final de la fase de propulsión [W]	23.9300	5	27.19550	12.16220
	Post-entrenamiento_Potencia al final de la fase de propulsión [W]	6.6360	5	3.96320	1.77240

En el estado final, varias mediciones mantuvieron correlaciones importantes con la edad y el tiempo de evolución (tabla 8), siendo para la edad las más intensas con la potencia de la flexión del hombro derecho en isocinesia (J); el tiempo de evolución correlacionó negativamente con Torque Nm y el FIM final con la potencia del inicio de la fase de propulsión W en la ergometría (rho 0.815, p = 0.04).

Tabla 8. Correlación de la edad y el tiempo de evolución con variables de velocidad en el estado final.

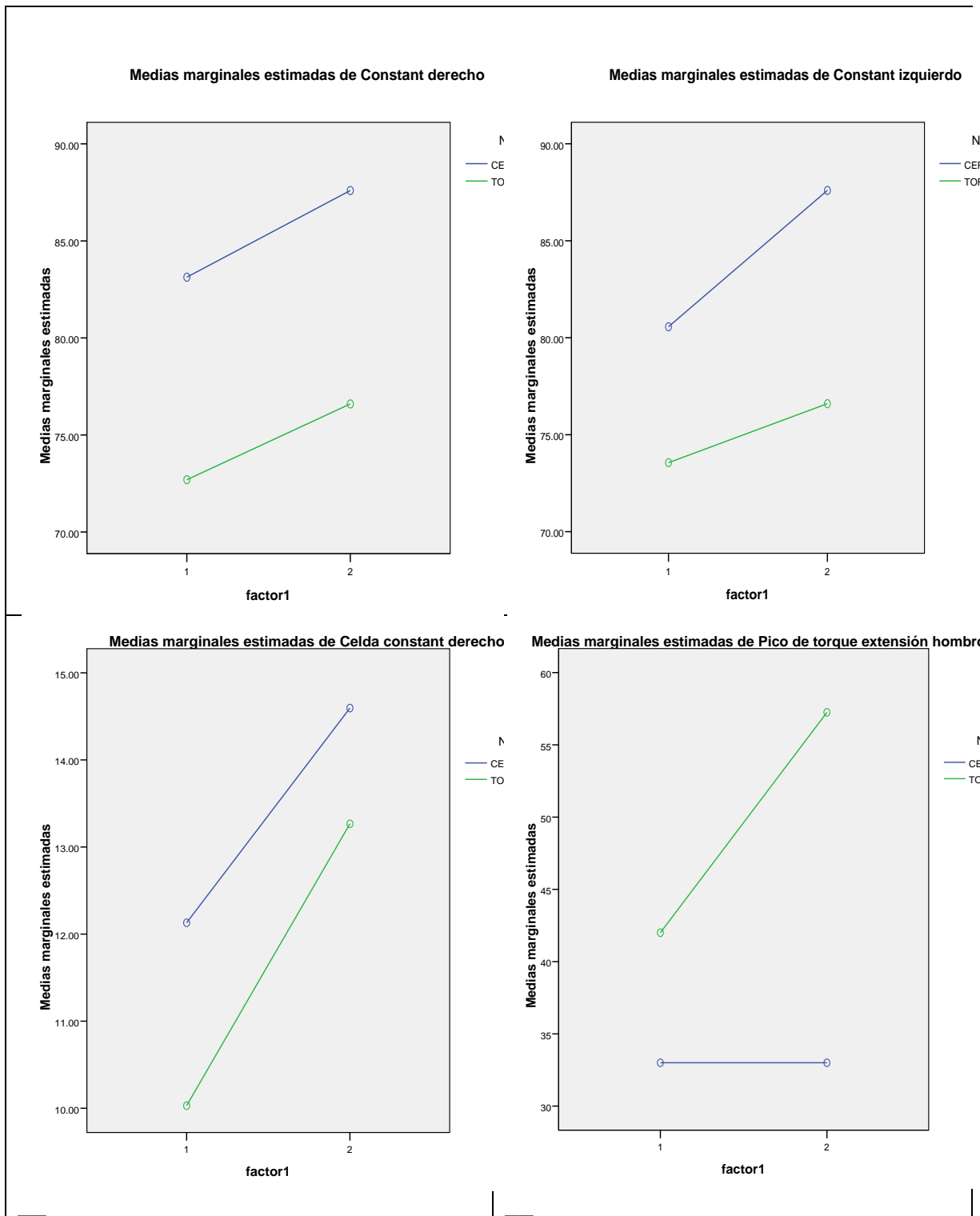
	Edad	Tiempo de evolución
	rho (p)	rho (p)
Torque Nm		- 0.812 (0.05)
Constant derecho	0.821 (0.08)	
Constant izquierdo	0.821 (0.08)	
Celda contant derecho	0.821 (0.08)	
Celda constant izquierdo	0.812 (0.08)	

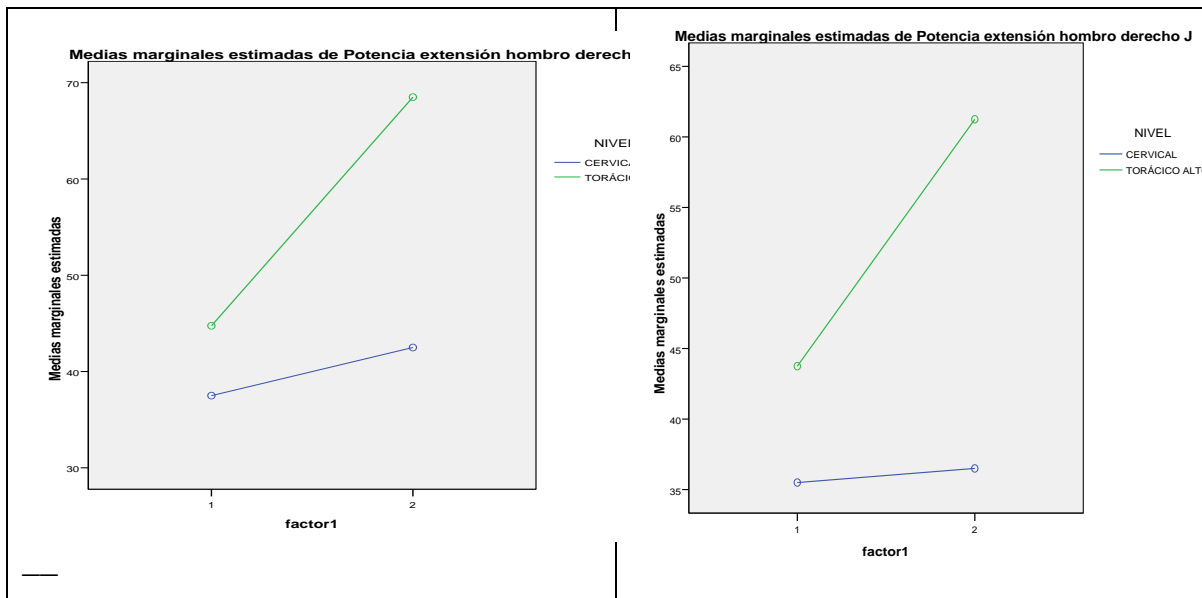
Pico de torque codo der flex Nm	0.783 (0.06)	
Potencia codo der ext (J)	0.754 (0.08)	
Potencia hom der flex (J)	0.806 (0.05)	

Nótese en la tabla 8 que con la edad todas las correlaciones fueron positivas; en contraste, con el tiempo de evolución el Torque Nm fue una correlación negativa intensa.

Tomando en cuenta el nivel de la lesión, en los casos que hubo diferencia pre vs pos (Constant derecho e izquierdo, celda Constant derecho; pico de torque, potencia W y potencia J de la extensión del hombro derecho) se observó un patrón: los lesionados cervicales finalizaron con mayores promedios en Constant, mientras que los torácicos altos finalizaron con promedios mayores en pico de torque y potencia en W y J en la extensión del hombro derecho pero sin que las diferencias fueran significativas entre ambos (gráficos 1-6).

Gráfico 1-6





9.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A través de esta propuesta de programa de acondicionamiento de los músculos de la cintura escapular, se pudo obtener cambios significativos hacia la mejoría en el pico de torque obtenido por isocinesia, aumento de los arcos de movilidad de la extremidad superior, aumento de fuerza muscular del músculo deltoides medido a través de una celda de carga, mejoría en las actividades de la vida diaria como el vestir, realizar transferencias y autocuidado; lo cual sugiere que aumentó la fuerza muscular esperada.

En los resultados no se encontraron en su mayoría estadísticamente significativos, seguramente por falta de tiempo de fortalecimiento muscular y la pequeña muestra de pacientes secundario no sólo por las dificultades a las que se enfrentan en el

período mediato a su lesión, sino a dificultades que presentan en años subsecuentes por una serie de adaptaciones a las modificaciones que tienen que ser sometidos para llevar una calidad de vida lo más cercano a la previa que tenían, por lo tanto, en este protocolo se presentaron varias limitaciones desde el transporte al lugar de las sesiones de fortalecimiento, estado de ánimo del paciente, limitación económica, alimentación, estar en formación educativa, el acudir 3 veces por semana, todos estos factores obligaron a reducir el tiempo de intervención del fortalecimiento a sólo ocho semanas que de acuerdo a la literatura [5] [18], es el tiempo mínimo estudiado que se necesita para encontrar algún dato o cambio significativo en el músculo, comparado con lo ideal ya mencionado en antecedentes de cuatro a seis meses.

A pesar de los pocos cambios en los datos de fuerza, no significa que no encontráramos cambios benéficos en la clínica de los pacientes ya que en un caso de un paciente femenino cervical mejoró de su inicio de las sesiones a la última en la presión del aro durante la propulsión; otro paciente masculino aumento significativamente la velocidad de propulsión.

Por lo tanto, se recomienda para una siguiente fase de este proyecto el aumentar el tamaño de la muestra y el tiempo de intervención del fortalecimiento.

Se concluye que el fortalecimiento muscular del tipo isotónico de la cintura escapular en pacientes con lesión medular tiende a modificar de manera positiva la escala de evaluación del FIM que incluyendo funcionalidad en las actividades de la vida diaria, escala de "Constant Murley" que incluye mejoría en arcos de

movilidad y fuerza del músculo deltoides y finalmente cambios en el pico de torque en músculos de la cintura escapular por isocinesia, pero se requiere más tiempo de intervención del fortalecimiento muscular, sugiriendo cuatro a seis meses del mismo.

9.1. Limitantes y perspectivas del estudio

En el presente protocolo de investigación se encontraron algunas limitantes de apariencia poco importante pero de gran peso para los resultados proyectados. Dos pacientes con nivel de lesión cervical requirieron de asistencia mas individualizada por la incapacidad para sostener las mancuernas por debilidad de los músculos flexores de muñeca y dedos, por lo cual se tuvo que vendar en cada serie de cada sesión para poder ejecutar dicho levantamiento de peso, lo cual conllevaba una prolongación en tiempo casi al doble respecto al resto de los pacientes.

Por otro lado, los pacientes refirieron el no poder acudir a las sesiones de fortalecimiento por múltiples causas, entre ellas: alto costo de gasolina o transporte en su defecto y alimentación, mala red de apoyo familiar, negación de permiso de ausencia por parte de su trabajo o escuela, lo cual conllevó a ausentarse en algunas ocasiones y por ende nos limitó para no poder prolongar el tiempo de intervención del fortalecimiento como se sugiere idealmente de cuatro a seis meses, cabe mencionar, que fueron las mismas causas de otros pacientes que no pudieron participar desde el inicio en el protocolo.

Se recomienda en futuros estudios aumentar el número de muestra tomando en cuenta las limitaciones que se presentaron en el este estudio y prolongar el tiempo de intervención para que los resultados sean mayormente significativos. Además, como propuesta a futuro se pretende reclutar pacientes en etapa subaguda, es decir, estables y que se encuentren hospitalizados recibiendo tratamiento de Rehabilitación intensiva, de esta forma, el beneficio clínico y con esta estrategia se reducen las limitaciones presentadas en este estudio.

8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Garcia-Roiz, “Relación biomecánica entre la señal electromiografica, la goniometría dinámica y la configuración de la Silla de ruedas durante la propulsión,” Instituto Nacional de Rehabilitación, 2012.
- [2] S. Lázaro-Salgado, “Relación de los parámetros biomecánicos de la propulsión de la silla de ruedas y la evaluación funcional del hombro en el paciente con lesión medular,” Instituto Nacional de Rehabilitación, 2012.
- [3] Discapacinet, “Prevencion de discapacidad por lesion medular,” 2012. .
- [4] P. L. Bernard, P. Codine, and J. Minier, “Isokinetic shoulder rotator muscles in wheelchair athletes.,” *Spinal cord*, vol. 42, no. 4, pp. 222–9, Apr. 2004.
- [5] R. Quezada-González, “Desarrollo de fuerza y mejoría funcional para manejo de silla de ruedas en pacientes con lesión medular con nivel neurológico T7 -L1,” Tesis de Especialidad de Medicina de Rehabilitación. Universidad Autónoma de México, 2006.
- [6] S. C. Bayley JV, Cochran TP, “The weight bearing shoulder: the impingement syndrome in paraplegics.,” *J Bone Joint Surg*, vol. 69, pp. 676–678, 1987.

- [7] Burnham RS, N. E. May L, S. R, and R. DC., "Shoulder pain in wheelchair athletes: the role of muscle imbalance.," *Am J Sports Med*, vol. 21, pp. 238–242, 1993.
- [8] M. Ferrara and R. Davis, "Injuries to elite wheelchair athletes.," *Paraplegia*, vol. 28, pp. 335–341, 1990.
- [9] Z. Dvir, *Isokinetics. Muscle testing, interpretation and clinical application*, 2nd ed. China: Churchill Livingstone, 2004, pp. 228–229.
- [10] F. Ambrosio, M. L. Boninger, A. L. Souza, S. G. Fitzgerald, A. M. Koontz, and R. a Cooper, "Biomechanics and strength of manual wheelchair users.," *The journal of spinal cord medicine*, vol. 28, no. 5, pp. 407–14, Jan. 2005.
- [11] N. M. Kai-Ming CHAN, *Principles and Practice of Isokinetics in Sports Medicine and Rehabilitation*. Hong Kong, 1996.
- [12] O. J. E. K. Annet J Dallmeijer, "Hand-rim wheelchair propulsion capacity during rehabilitation of persons with spinal cord injury," *JRRD*, vol. 42, pp. 55–64, 2005.
- [13] R. P. González-Quijano J, Sánche J, "Design of a Controllable Wheelchair Ergometer for Simulation of Real Life Conditions," 2008.
- [14] N. Kawashima, Y. Sone, K. Nakazawa, M. Akai, and H. Yano, "Energy expenditure during walking with weight-bearing control (WBC) orthosis in thoracic level of paraplegic patients.," *Spinal cord*, vol. 41, no. 9, pp. 506–10, Sep. 2003.
- [15] D. S. Ditor, a E. Latimer, K. a M. Ginis, K. P. Arbour, N. McCartney, and a L. Hicks, "Maintenance of exercise participation in individuals with spinal cord injury: effects on quality of life, stress and pain.," *Spinal cord*, vol. 41, no. 8, pp. 446–50, Aug. 2003.
- [16] E. Agarwal, S. Kobetic, R. Nandurkar, and S. Marsolais, "Funtional electrical stimulation for walking in paraplegia:17-year follow-up of 2 cases.," *J Spinal Cord*, vol. 26, no. 1, pp. 96–91, 2003.
- [17] Conboy Verónica., "An evaluation of the Constant-Murley Shoulder assessment," *J Bone Joint Surg*, pp. 229–32, 1996.
- [18] R. Cooper, F. Baldini, M. Boninger, and R. Cooper, "Physiological responses to two wheelchair-racing exercise protocols.," *Neurorehabilitation & Neural Repair*, vol. 15, no. 3, pp. 191–5, 2001.

- [19] D. L. F. Moro, "Ventilation Efficiency and Pulmonary Function After a Wheelchair Interval-Training Program in Subjects With Recent Spinal Cord Injury," *Arch Phys Med Rehabil*, vol. 86, 2005.
- [20] G. M. D. PhD., "Strength training for wheelchair users," *Br. J. Sp. Med*, vol. 24, no. 1, p. 1990.
- [21] C. Y. Yim, "Effect of Wheelchair Ergometer Training on Spinal Cord-Injured Paraplegics," *Yoinsei Medical Journal*, vol. 34, 1993.
- [22] S. DiCarlo, "Effect of Arm Ergometry Training on Wheelchair Propulsion Endurance of Individuals with Quadriplegia," *Phys Ther*, vol. 68, pp. 40–44, 1988.
- [23] J. González-Badillo, *Bases de la Programación del entrenamiento de la fuerza*. 2002.

Anexos

Anexo 1



INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

Carta de consentimiento informado

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN EL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN DE “MEDICIÓN DE LOS CAMBIOS CINÉTICOS ANTES Y DESPUÉS DE UN PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO MUSCULAR DE LA CINTURA ESCAPULAR DURANTE LA PROPULSIÓN EN PACIENTES CON LESIÓN MEDULAR”.

POR EL PRESENTE ESCRITO, POR MI PROPIO DERECHO, EN PLENO USO DE MIS FACULTADES Y POR MI LIBRE DECISIÓN, DE CONFORMIDAD CON LO DISPUESTO EN EL ARTÍCULO 77 BIS 37, FRACCIONES V Y IX DE LA LEY GENERAL DE SALUD, ACEPTO SER PARTE DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN SOBRE “MEDICIÓN DE LOS CAMBIOS CINÉTICOS ANTES Y DESPUÉS DE UN PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO MUSCULAR DE LA CINTURA ESCAPULAR DURANTE LA PROPULSIÓN EN PACIENTES CON LESIÓN MEDULAR”, CON NÚMERO DE REGISTRO PROTOCOLO CONACYT 71035, OTORGANDO LA MÁS AMPLIA AUTORIZACIÓN QUE CONFORME DERECHO CORRESPONDE A EFECTO DE QUE EL PERSONAL MÉDICO DEL SERVICIO DE REHABILITACIÓN NEUROLÓGICA, MEDICINA DEL DEPORTE Y ANÁLISIS DE MARCHA DEL INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN ME REALICE EL TRATAMIENTO REHABILITATORIO QUE CONSISTE EN UN PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO MUSCULAR, OTORGAR MEDICIONES BASADAS EN UNA PRUEBA DE ISOCINESIA Y APLICACIÓN DE ESCALAS FUNCIONALES.

TAMBIÉN MANIFIESTO QUE TENGO PLENO CONOCIMIENTO DE LOS RIESGOS A QUE ESTOY EXPUESTO POR LOS TRATAMIENTOS ANTERIORMENTE SEÑALADOS: CAÍDAS, MAREOS, CEFALEA, RESPUESTA PRESORA Y OTROS QUE SON MUY POCO FRECUENTES PERO EXISTE LA POSIBILIDAD DE QUE SE PRESENTEN; DE IGUAL FORMA, MANIFIESTO QUE TENGO PLENO CONOCIMIENTO DE LOS RIESGOS A QUE ESTOY EXPUESTO (A).

SE ME HA INFORMADO QUE PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA TÉCNICA SERÁ NECESARIO LLEVAR ACABO UN PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO MUSCULAR DE MIEMBROS SUPERIORES POR 8 SEMANAS (TRES VECES POR SEMANA) CONSISTENTE EN PRESS DE BANCO, MANCUERNAS Y POLEAS, REALIZAR Y TOMAR MEDICIONES DEL APARATO DE ISOCINESIA Y DE ESCALAS FUNCIONALES DE ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA Y DE

HOMBRO, AL INICIO Y AL FINAL DE ESTE ENTRENAMIENTO; ESTE MATERIAL SERÁ UTILIZADO PARA CUBRIR OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN Y ACEPTO QUE NO HABRÁ REMUNERACIÓN ALGUNA POR EL USO Y PUBLICACIÓN DE LOS MISMOS.

MI MÉDICO HA CONTESTADO DE FORMA SATISFACTORIA A MIS PREGUNTAS E INQUIETUDES, EN RELACIÓN A ESTE PROGRAMA MENCIONADO PREVIAMENTE, ASÍ COMO SUS POSIBLES COMPLICACIONES, POR LO QUE OTORGO LA PRESENTE AUTORIZACIÓN SOLICITANDO DESDE ESTE MOMENTO SE LLEVE A CABO.

ASIMISMO, POR MI PROPIO DERECHO, EN PLENO USO DE MIS FACULTADES Y POR MI LIBRE DECISIÓN, OTORGO LA MÁS AMPLIA AUTORIZACIÓN QUE EN DERECHO PROCEDA AL INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN, A EFECTO DE QUE SE LLEVE A CABO LA CONSERVACIÓN DE MATERIAL FOTOGRÁFICO Y VISUAL, PARA PROPÓSITOS CIENTÍFICOS Y DE ENSEÑANZA, SIEMPRE CONSERVANDO LA CONFIDENCIALIDAD.

MÉXICO D.F. A ____ DE _____ DEL _____

PACIENTE:

NOMBRE:

EXPEDIENTE:

**FAMILIAR Y/O PERSONA
LEGALMENTE
RESPONSABLE:**

FIRMA

FIRMA

TESTIGOS:

NOMBRE:

PARENTESCO:

NOMBRE:

PARENTESCO:

FIRMA

FIRMA

Anexo 2

PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DE MIEMBROS SUPERIORES EN PACIENTES CON LESION MEDULAR

Tiempo: 8 semanas

Frecuencia: 3 veces por semana (lunes, miércoles y viernes)

Vol. De Sesiones: 24

Tiempo de sesión diaria: 1.20 hr

Intensidad: carácter del esfuerzo

Recuperación entre serie y serie: 1:30 min

Recuperación entre estación: 3-5 minutos

Modelo de sesión:

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. Calentamiento: 6 minutos | Movimiento articular 2´
Elasticidad 2´
Movimientos cíclicos 2´ |
| 2. Desarrollo trabajo | |
| 3. Enfriamiento: 4 minutos | Flexo - Elasticidad |

PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DE MIEMBROS SUPERIORES EN PACIENTES CON LESION MEDULAR

Ejercicio	Grupo muscular	Miembro Superior	No serie	Repeticiones			No. Barras o libras		
				9-12*			Serie 1	Serie 2	Serie 3
Press de pecho	Pectoral	Simétrico	3						
Rotadores Internos	Cintura Escapular	Derecha Izquierda	3 3						
Rotadores Externos	Cintura Escapular	Derecha Izquierda	3 3						
Flexión de Hombro	Deltoides Anterior	Derecha Izquierda	3 3						
Extensión Hombro	Deltoides Posterior	Derecha Izquierda	3 3						
Flexión Codo mancuerna	Bíceps	Derecha Izquierda	3 3						
Extensió Codo mancuerna	Tríceps	Derecha Izquierda	3 3						
Retracción Hombro	Cintura Escapular	Derecha Izquierda	3 3						
Protracción Hombro	Cintura Escapular	Derecha Izquierda	3 3						
Remo modificado	Espalda	Simétrico	3						

*: de 9-12 que no pueda hacer la repetición # 13,pero tiene que intentar hace la 13 y si lo logra se le aumenta el peso

Anexo 3 FIM (Escala de Independencia Funcional)

FUNCTIONAL INDEPENDENCE MEASURE™ AND FUNCTIONAL ASSESSMENT MEASURE
Brain Injury

Scale:

- 7 Complete Independence (timely, safely)
- 6 Modified Independence (extra time, devices)
- 5 Supervision (cuing, coaxing, prompting)
- 4 Minimal Assist (performs 75% or more of task)
- 3 Moderate Assist (performs 50%-74% of task)
- 2 Maximal Assist (performs 25% to 49% of task)
- 1 Total Assist (performs less than 25% of task)

(Patient Stamp)

<u>SELF CARE ITEMS</u>		Adm	Goal	D/C	F/U
1. Feeding					
2. Grooming					
3. Bathing					
4. Dressing Upper Body					
5. Dressing Lower Body					
6. Toileting					
7. Swallowing*					
<u>SPHINCTER CONTROL</u>					
8. Bladder Management					
9. Bowel Management					
<u>MOBILITY ITEMS (Type of Transfer)</u>					
10. Bed, Chair, Wheelchair -----					
11. Toilet -----					
12. Tub or Shower -----					
13. Car Transfer* -----					
<u>LOCOMOTION</u>					
14. Walking/Wheelchair (circle)					
15. Stairs					
16. Community Access*					
<u>COMMUNICATION ITEMS</u>					
17. Comprehension-Audio/Visual (circle)					
18. Expression-Verbal, Non-Verbal (circle)					
19. Reading*					
20. Writing*					
21. Speech Intelligibility*					
<u>PSYCHOSOCIAL ADJUSTMENT</u>					
22. Social Interaction					
23. Emotional Status*					
24. Adjustment to Limitations*					
25. Employability*					
<u>COGNITIVE FUNCTION</u>					
26. Problem Solving					
27. Memory					
28. Orientation*					
29. Attention*					
30. Safety Judgement*					

*FAM items

Admt	Date	D/C	Date	Admt	Date	D/C	Date
RN	_____	_____	_____	ST	_____	_____	_____
PT	_____	_____	_____	PSY	_____	_____	_____
OT	_____	_____	_____	REC	_____	_____	_____













Anexo 4 Escala de “Constant Murley”









ESCALA DE HOMBRO DE CONSTANT

Valoración subjetiva		Hombro derecho	Hombro izquierdo
Dolor			
Ninguno	15		
Ligero	10		
Moderado	5		
Severo	0		
Nivel de actividad funcional			
ocupación laboral plena	4 a 0		
actividad de ocio y deporte plena	4 a 0		
Sin molestias durante el sueño	2 a 0		
Posición de la mano en plano anterior para el trabajo			
Por encima de la rodilla	2		
Por encima del xifoides	4		
Por encima del cuello	6		
A la altura de la cabeza	8		
Por encima de la cabeza	10		
Valoración Objetiva		Hombro Derecho	Hombro Izquierdo
Anteversión activa			
0 - 30°	0		
30 - 60°	2		
60 - 90°	4		
90 - 120°	6		
120 - 150°	8		
150 - 180°	10		
Abducción activa			
0 - 30°	0		
30 - 60°	2		
60 - 90°	4		
90 - 120°	6		
120 - 150°	8		
150 - 180°	10		
Rotación externa activa			
0 - 30°	0		
30 - 60°	2		
60 - 90°	4		
90 - 120°	6		
120 - 150°	8		
150 - 180°	10		
Rotación externa pasiva			
Mano detrás de la cabeza, codo hacia delante	2		
Mano detrás de la cabeza, codo hacia atrás	2		
Mano sobre la cabeza, codo hacia delante	2		
Mano sobre la cabeza, codo hacia atrás	2		
Mano por encima de la cabeza	2		
Rotación interna activa			
Dorso de mano en muslo	0		
Dorso de mano en nalga	2		
Dorso de mano en sacro	4		
Dorso de mano en L3	6		
Dorso de mano en D 12	8		
Dorso de mano en D 7 (interescapular)	10		
Fuerza muscular			
Abducción estática a 90° durante 5 segs en kgis x 2 (promedio de 3 intentos con dinamómetro)	máximo 25		
Puntuación Total (máximo 100)		Hombro Derecho :	Hombro Izquierdo :

A

Anexo 5 Esquematzación de los ejercicios del Programa de Fortalecimiento

Fortalecimiento Isotónico	Excéntrico	Concéntrico
Remo modificado		
Press de pecho		
Retracción de hombro		
Rotación interna de hombro		
Rotación externa de hombro		
Flexión del hombro		

Extensión del hombro	 A person in a wheelchair is shown from the side, leaning forward. A white arrow points from the shoulder towards the back, indicating the direction of shoulder extension.	 A person in a wheelchair is shown from the side, leaning forward. A white arrow points from the shoulder towards the front, indicating the direction of shoulder extension.
Protracción del hombro	 A person in a wheelchair is shown from the side, leaning forward. A white arrow points from the shoulder towards the left, indicating the direction of shoulder protraction.	 A person in a wheelchair is shown from the side, leaning forward. A white arrow points from the shoulder towards the right, indicating the direction of shoulder protraction.
Flexión del codo	 A person in a wheelchair is shown from the side, leaning forward. A white arrow points from the elbow towards the shoulder, indicating the direction of elbow flexion.	 A person in a wheelchair is shown from the side, leaning forward. A white arrow points from the elbow towards the forearm, indicating the direction of elbow flexion.
Extensión del codo	 A person in a wheelchair is shown from the side, leaning forward. A white arrow points from the elbow towards the hand, indicating the direction of elbow extension.	 A person in a wheelchair is shown from the side, leaning forward. A white arrow points from the elbow towards the hand, indicating the direction of elbow extension.

