



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN MUSCULAR DE LOS
ESTABILIZADORES DE MUÑECA EN PACIENTES
HOMBRES POST-OPERADOS DE FRACTURA DE
EXTREMO DISTAL DEL RADIO.**

PÁMELA IGNACIA AGUIRRE HERNÁNDEZ

2007

Evaluación de la función muscular de los estabilizadores de muñeca en
pacientes hombres post-operados de fractura de extremo distal del radio.

Tesis
Entregada a la
UNIVERSIDAD DE CHILE
En cumplimiento parcial de los requisitos
para optar al grado de
LICENCIADO EN KINESIOLOGIA

FACULTAD DE MEDICINA

por

PÁMELA IGNACIA AGUIRRE HERNÁNDEZ

2007

DIRECTOR DE TESIS: Kigo. Leonidas Cerda D.

GUÍAS DE TESIS: Kiga. Marcela Antúnez R.

Dr. Marco Naranjo R.

PATROCINANTE DE TESIS: Profesora Silvia Ortiz Zúñiga

FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

INFORME DE APROBACION
TESIS DE LICENCIATURA

Se informa a la Escuela de Kinesiología de la Facultad de Medicina que la Tesis de Licenciatura presentada por el candidato:

PAMELA IGNACIA AGUIRRE HERNÁNDEZ

ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito para optar al grado de Licenciado en Kinesiología, en el examen de defensa de Tesis rendido el

DIRECTOR DE TESIS

Klgo. Leonidas Cerda D.

COMISION INFORMANTE DE TESIS.

Nombre

Firma

.....

.....

.....

.....

A mi madre por su amor incondicional, por darme la fuerza para seguir adelante, por ser el ángel de mi vida. Estoy orgullosa de ti, eres la mujer más fuerte que he conocido, te mereces todo lo mejor de este mundo.

A mis hermanitos, por llenarme de esa alegría y espontaneidad todos los días.

Estoy orgullosa de ustedes.

A Camilo, el amor de mi vida... Gracias por estar conmigo, por enseñarme este mundo tan lindo que tienes y por hacerme tan feliz.

Los amo.

AGRADECIMIENTOS

A Marcela Antúnez y Leonidas Cerda, mis tutores de tesis, por confiar en mí, por darme ese apoyo que tanto necesité, y por el cariño que siempre me entregaron.

A Eduardo Sanhueza por todo lo que me ayudó a que este proyecto fuera posible. Gracias por todos los favores y por la buena disposición que siempre mostraste hacia mí.

A Eduardo Cerda por esos empujoncitos de ayuda que siempre me dio en los momentos que más lo necesité, sobretodo en las últimas etapas.

A mis amigas, Rocío y Maca, a mi tía Cathy y a mi prima Catherina porque siempre estuvieron ahí queriéndome y sosteniéndome en todos los momentos de mi vida.

A Rodrigo Rojo, por su buena disposición y por entenderme cuando le pedí ayuda.

INDICE

	Página
RESUMEN -----	i
ABSTRACT -----	ii
ABREVIATURAS -----	iii
INTRODUCCIÓN-----	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA-----	3
Problema y pregunta de investigación -----	3
Objetivos Generales -----	4
Objetivos Específicos -----	4
Justificación -----	4
MARCO TEÓRICO -----	6
Anatomía y Biomecánica de la muñeca -----	6
Biomecánica de la prensión -----	7
Mecanismo de fractura del extremo distal del radio -----	9
Clasificación de las fracturas de extremo distal del radio -----	9
Estabilidad mecánica de la fijación anterior con placas volares ----	10
Electromiografía -----	12
Electromiografía de superficie en el antebrazo -----	13
Rehabilitación postoperatoria de fracturas de extremo distal del radio -----	14
Fuerzas aplicadas durante la rehabilitación -----	15
MATERIAL Y METODO -----	17
Diseño de investigación -----	17
Universo y Población de estudio -----	17
Hipótesis -----	18
Variables -----	18

Variables Desconcertantes -----	19
Procedimiento -----	19
Presentación y Análisis Estadístico -----	22
RESULTADOS -----	23
CONCLUSIONES -----	28
DISCUSIÓN -----	29
PROYECCIONES -----	32
BIBLIOGRAFÍA -----	33
ANEXOS -----	38
ANEXO 1. Protocolo kinésico de rehabilitación -----	38
ANEXO 2. Anatomía y Biomecánica de muñeca -----	42
ANEXO 3. Clasificación de las fracturas de EDR -----	43
ANEXO 4. Placa de estabilización volar -----	44
ANEXO 5. Consentimiento Informado -----	45
ANEXO 6. Ficha de recolección de datos -----	47
ANEXO 7. Protocolo y técnicas EMG -----	49
ANEXO 8. ROM e Índices Radiográficos -----	51

LISTA DE TABLAS

	Página
TABLA I. Características de los sujetos evaluados -----	23
TABLA II. Relación Extensora/Flexora del RMS Mean en la extremidad operada a la segunda y octava semana postquirúrgica -----	24
TABLA III Relación Extensora/Flexora del RMS Mean en la extremidad operada y sana a la octava semana postquirúrgica -----	26
TABLA IV Score funcional de Green y O'Brien a la octava semana postquirúrgica -----	27
TABLA V Evaluación del ROM a la segunda semana postquirúrgica -----	51
TABLA VI Evaluación del ROM a la octava semana postquirúrgica -----	51
TABLA VII Índices radiográficos a la segunda semana postquirúrgica -----	52
TABLA VIII Índices radiográficos a la octava semana postquirúrgica -----	52

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 Predominancia de la actividad flexora y extensora a la segunda semana Postquirúrgica, en la extremidad operada -----	24
FIGURA 2 Predominancia de la actividad flexora y extensora a la octava semana postquirúrgica, en la extremidad operada -----	24
FIGURA 3 Dispersión de los resultados del RMS Mean de la relación Extensora/Flexora en la extremidad operada a la segunda y octava semana postquirúrgica -----	25
FIGURA 4 Predominancia de la actividad extensora y flexora en la extremidad sana, a la octava semana postquirúrgica -----	26
FIGURA 5 Dispersión de los resultados del RMS Mean de la relación Extensora/Flexora en la extremidad operada y sana a la octava semana postquirúrgica -----	27
FIGURA 6 Movilidad funcional de muñeca y mano -----	39
FIGURA 7 Ejercicios resistidos suaves para la musculatura de muñeca -----	40
FIGURA 8 Consideraciones Anatómicas del extremo distal del radio -----	42
FIGURA 9 Clasificación de las fracturas de EDR según la AO -----	43
FIGURA 10 Técnica Quirúrgica de Abordaje Volar -----	44
FIGURA 11 Placa Volar (Placa T Ellis) -----	44

RESUMEN

El presente trabajo de tipo no experimental, descriptivo y longitudinal, tiene como propósito describir el comportamiento de la musculatura estabilizadora de muñeca, flexora y extensora, en pacientes que presentaron fractura de extremo distal de radio, en su período posterior a la cirugía con una técnica de abordaje anterior. Se evaluaron 7 pacientes de sexo masculino entre 20 y 65 años, activos laboralmente y sin lesiones asociadas. Dichos pacientes recibieron el mismo protocolo quirúrgico y la misma rehabilitación kinésica por parte del Equipo de Mano del Instituto Traumatológico. Las evaluaciones clínicas consistieron en mediciones de Electromiografía de superficie en la musculatura flexora y extensora de muñeca, realizando una fuerza de presión de 8 Kg., para registrar la evolución a la segunda y a la octava semana postquirúrgica. De las señales analizadas se tomó el Root Means Square Mean para ser analizado en cuanto a la relación de actividad muscular extensora/flexora en estos pacientes. La relación de actividad muscular extensora/flexora mostró una relación mayor a uno en la musculatura sana en ambos tiempos de evolución postquirúrgica, lo que implicaría una mayor actividad de la musculatura extensora. Sin embargo, el 71% de los pacientes presentó en su extremidad operada una relación menor a uno al final del proceso de rehabilitación, es decir a la octava semana la relación de actividad muscular extensora/flexora en la extremidad operada no presenta un comportamiento similar a lo que ocurre en la extremidad contralateral sana, cuya actividad muscular predominante fue la extensora.

La importancia del presente estudio radica en que es la primera aproximación clínica del comportamiento de la actividad muscular estabilizadora de muñeca en la extremidad afectada, lo que permitiría crear pautas de rehabilitación progresivas y seguras, además de la progresión objetiva de la rehabilitación en sus tiempos correctos.

ABSTRACT

This study is the kind non experimental, descriptive and longitudinal. The purpose is describe the behavior of the flexion and extension wrist stabilize musculature, in patient with radial distal fracture (RDF) in post surgical period with volar boarding technique. Seven male patient were evaluated, with range of age between 20 and 65 years, active labor, and without others injuries. All patients received the same surgical protocol and physical rehabilitation by the Traumatological Institute Hand Team. The clinical evaluation consists in a superficial Electromyography (EMG) measuring in flexion and extension wrist musculature, making a 8 Kg. power grip. This measurement was realized in the second and eighth post surgical week. Between all EMG's signals, were used the mean Root Mean Square (mRMS) to analyze the extension/flexion musculature activity ratio. The extension/flexion healthy musculature activity ratio showed a >1 ratio in both measurement post surgical measured times. However, the 71% of the patient showed in his operated limb a <1 ratio at the final period time, that it's mean that at eighth week, extension/flexion musculature activity ratio in the operated limb did not present a similar behavior in comparison with the contra lateral healthy limb in wish the predominant musculature activity was the extension one.

The real importance of this study is that is the first clinical approximation of the behavior of the writs musculature activity in an affected limb, for done in the future progressive and safety rehabilitation protocols, besides the importance who have the objective progression in the corrects times of rehabilitation.

ABREVIATURAS

RMS: Root Means Square.

EMG: Electromiografía

EDR: Extremo Distal del Radio

SEMG: Electromiografía de Superficie

AO: American Orthopedics

FPD: Flexor Profundo de los Dedos

FSD: Flexor Superficial de los Dedos

ERLC: Extensor Radial Largo del Carpo

BR: Braquiorradial

ERCD: Extensor Radial Corto de los Dedos

ECD: Extensor Común de los Dedos

EUC: Extensor Ulnar del Carpo

PR: Pronador Redondo

FUC: Flexor Ulnar del Carpo

PAMC: Potenciales de Acción Compuestos

RAFI: Reducción Abierta y Fijación Interna

INTRODUCCIÓN

La fractura de extremo distal del radio es la más común dentro de las fracturas de extremidad superior. En un estudio prospectivo reciente realizado en Reino Unido en pacientes mayores de 35 años, se reportó una incidencia anual de 9 cada 10.000 en hombres y 37 cada 10.000 en mujeres (O'Neill, 2001). En pacientes jóvenes existe mayor cantidad de energía asociada al trauma por lo cual la resolución en la mayoría de los casos es quirúrgica, para así evitar deterioros funcionales a largo plazo, dolor y deformidad, además de influir en su retorno laboral (Green, 2005). A nivel nacional no existen datos acerca de la prevalencia de esta lesión. En el Instituto Traumatológico en el año 2006 ingresaron para su tratamiento quirúrgico 110 mujeres y 75 hombres, de los cuales 16 de ellos fueron operados con placa.

El abordaje quirúrgico es anterior, comprometiendo los tejidos blandos del aspecto palmar de la muñeca. El daño traumático y quirúrgico produce un proceso cicatricial importante que requiere una reparación tisular de la mejor calidad a través de una rehabilitación activa (Anexo 1).

Diversos estudios biomecánicos han determinado las fuerzas aplicadas a nivel de la metáfisis en fracturas del extremo distal del radio. Actualmente se sabe que una fuerza de presión de 150 Newton genera una presión axial en la metáfisis radial de 40 Newton; otros estudios en cadáveres han mostrado que para obtener 10 N de fuerza de presión, 26 N son transmitidos a través de la metáfisis del radio distal (Putnam, 2000; Slutsky 2005). A partir de estos datos, y haciendo mediciones de dinamometría para la fuerza de presión y electromiografía de superficie de la musculatura estabilizadora de muñeca, se obtendrán datos objetivos que describan ambos parámetros para obtener datos reales y así construir pautas adecuadas para la rehabilitación.

Con estos datos pueden también establecerse relaciones entre actividad muscular electromiográfica y fuerza prensil en sujetos post-operados.

Actualmente no existen trabajos que relacionen clínica y comportamiento y/o estado muscular posterior a una cirugía. Se sabe que existe un desmedro en la musculatura durante las primeras semanas producto de la inmovilización y daño tisular secundario (Slutsky, 2005). Por lo tanto, el papel del presente estudio será describir y analizar el comportamiento electromiográfico de la musculatura flexora y extensora de muñeca en un individuo sometido a cirugía con abordaje anterior por fractura del extremo distal del radio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Problema y Pregunta de investigación

Se requiere saber el comportamiento de la musculatura estabilizadora de muñeca (flexora y extensora) en la evolución post-quirúrgica en sujetos que presentaron fractura de extremo distal del radio y que fueron sometidos a cirugía con abordaje anterior.

La fractura de extremo distal del radio es una patología muy común y en hombres jóvenes se asocia a un traumatismo de alta energía donde se observa un grave daño de los segmentos óseos, además de extensas lesiones capsulo-ligamentosas. Debido a esto el procedimiento habitual en este tipo de pacientes es quirúrgico. Para un adecuado retorno laboral los periodos de rehabilitación de este tipo de pacientes deben optimizarse, creando pautas de rehabilitación progresivas y seguras. Considerando que en Chile no existen estudios electromiográficos clínicos que nos muestren la actividad muscular durante los procedimientos de rehabilitación de estas lesiones, ni tampoco información objetiva sobre la disminución de la actividad muscular de la musculatura flexora y extensora de muñeca posterior a la cirugía, surge la siguiente interrogante:

¿Cómo se comporta la actividad muscular de los estabilizadores de muñeca en pacientes con fractura de extremo distal de radio, a la segunda y octava semana de evolución postquirúrgica?

Objetivos

Generales

- 1.- Describir el comportamiento de la musculatura estabilizadora de muñeca en pacientes afectados de fractura de extremo distal de radio, a la segunda y octava semana post-tratamiento quirúrgico y kinésico.

Específicos

1. Evaluar la relación de actividad muscular extensora-flexora de muñeca de la extremidad operada a la segunda y a la octava semana postquirúrgica.
- 2.- Evaluar la relación de actividad muscular extensora-flexora de muñeca de la extremidad operada y la extremidad sana a la octava semana postquirúrgica.
- 3.- Describir el estado funcional mediante el Score de Green y O'Brien al finalizar las mediciones.

Justificación

Actualmente no existen trabajos clínicos sobre la disminución de la actividad muscular de la musculatura estabilizadora de muñeca ni datos que relacionen la clínica y el estado muscular posterior a una cirugía. Si bien hay estudios biomecánicos en cadáveres no existe nada en la clínica. Se sabe que existe un desmedro en la musculatura durante las primeras semanas producto de la inmovilización y daño tisular secundario (Slutsky, 2005). Esta información es fundamental para la rehabilitación post-quirúrgica ya que debemos conocer en que condiciones de actividad muscular nos estamos enfrentando para comenzar la rehabilitación. Es por esto que el presente trabajo busca estudiar el

comportamiento de la actividad muscular en la extremidad afectada para así crear pautas de rehabilitación progresivas y seguras, además de la progresión objetiva de la rehabilitación en sus tiempos correctos, pudiendo estos concordar con los tiempos fisiológicos de una lesión, los tiempos de licencia médica otorgada y su correcta reinserción laboral. No debemos olvidar que los pacientes de este estudio son activos laboralmente y que deben reinsertarse lo más precozmente, dentro de sus condiciones fisiológicas, a su trabajo y actividades regulares.

MARCO TEÓRICO

La fractura de extremo distal de radio es una lesión común y potencialmente invalidante, debido a las posibles secuelas que conlleva. Aunque algunas fracturas de radio son tratadas adecuadamente con reducciones cerradas e inmovilización con yeso, pueden producirse resultados desfavorables debido a acortamientos del radio, pérdida de la congruencia articular, aflojamientos del implante (muy poco común en pacientes jóvenes) y la pérdida de la angulación volar. Esta experiencia ha conducido al tratamiento quirúrgico frente a fracturas desplazadas y conminutas.

El éxito del tratamiento quirúrgico, dependerá de la capacidad de la osteosíntesis para soportar las cargas postoperatorias al iniciar ejercicios precozmente, sin la pérdida de la reducción obtenida (Putnam, 2000).

Cuando la mano realiza la prensión de un objeto las fuerzas compresivas se transmiten de distal a proximal, hacia el antebrazo a través del carpo. En estudios in vivo, las cargas aplicadas a través del extremo distal del radio durante actividades funcionales como la prensión, son importantes, pero aún siguen siendo desconocidas. Putnam (2000) diseñó un modelo de prensión usando las estructuras extrínsecas musculotendineas de la mano en modelos de cadáveres, lo cual arrojó que por cada 10 N de fuerza de prensión, 26,3 N fueron transmitidos a través del radio, 52,4 N fueron transmitidos a través del antebrazo en su totalidad, y 30 N fueron aplicados a los tendones flexores. En suma, el 51% de la fuerza total del antebrazo fue transmitida a través del radio en este modelo.

Anatomía y Biomecánica de la muñeca

El radio distal está formado por hueso esponjoso, cubierto por una delgada cortical de muy poca resistencia, sobre todo a nivel de la zona

metáfiso-epifisiaria. Funciona como una plataforma articular sobre la cual descansa el carpo y desde la cual se originan los ligamentos radiales de la muñeca. La superficie articular distal del radio es levemente cóncava y está inclinada en dos sentidos: en el plano sagital, existe una inclinación palmar de aprox. 12°, mientras que en el plano frontal existen 22° de inclinación hacia el lado radial y la estiloides radial se extiende 12 mm. hacia distal en relación a la superficie medial del radio (Viladot, 2001; García Elías, 1997; Green, 2005) (Anexo 2). La superficie articular del radio se continúa medialmente por el fibrocartílago triangular de la muñeca, de sección bicóncava y que está encargado de estabilizar la articulación radiocubital y a su vez de amortiguar las cargas existentes entre la superficie convexa del cúbito con la también convexa parte medial del cóndilo carpiano (Viladot, 2001; García Elías, 1997). La articulación que forman la superficie articular distal del radio y el fibrocartílago articular, juega un papel fundamental en la anatomía funcional de la mano y muñeca, como también en la rotación del radio y la mano sobre la ulna fija (Gellman, 1998).

Biomecánica de la prensión

La prensión es definida como el acto de asir o tomar cosas, y también describe la adaptación de un determinado órgano para coger un objeto. En humanos, la mano es el único órgano de prensión, mientras que en muchos primates esta capacidad es también encontrada en los pies y en la cola. La clasificación convencional de la prensión de acuerdo a Napier (1956), que luego sería modificada por Lansdmeer, divide la función prensil de la mano en tres:

- i) Toma de precisión (pulgar-dedo): aquella en la cual un objeto es tomado en una parte de los dedos con oposición del pulgar. Se clasifican en tres; lateral, pulpejo-pulpejo, y tridigital.

- ii) Toma de fuerza: aquella en la cual los objetos son apretados fuertemente por los dedos solo, hacia la palma, activamente incluyendo el pulgar. Se clasifican en 4; diagonal cilíndrica, esférica, gancho y puño (cubital).
- iii) Toma combinada.

La articulación de la muñeca es una de las más complejas del cuerpo humano, pues genera y permite una gran movilidad (cinemática articular) sin perder su capacidad de transmitir cargas a través del carpo (cinética articular) y soportando importantes fuerzas de compresión, cizallamiento y torsión sin desestabilizarse. Movilidad y estabilidad, son sus características principales y la estabilidad ha sido definida por M. García Elías (1997) como la habilidad de transferir cargas funcionales sin generar un incremento anormal del estrés sobre el cartílago articular, y la capacidad de mover a través de un rango articular normal sin alteraciones repentinas en la alineación del carpo (Viladot, 2001).

Las cargas axiales generadas durante la prensión son transmitidas a través de los metacarpianos al carpo por medio de los ligamentos intrínsecos y extrínsecos de la muñeca (Viladot, 2001). El cúbito soporta sólo un 20% de la carga, mientras que el radio soporta un 80% de la carga, que después traspasa en un 60% al escafoides y en un 40% al semilunar, a través de la fosa del escafoides y del semilunar, respectivamente, y sin variar al cambiar las condiciones de carga de prensión (Gellman, 1998; García Elías, 1997). Al realizar la prensión de un objeto están involucrados al menos cuatro mecanismos de estabilización carpiana: una para cada fila del carpo (proximal y distal), una para la articulación mediocarpiana y otro para la radiocarpiana. Estos mecanismos se basan en el principio general de que en condiciones de soporte de carga los huesos tienden a rotar en una dirección específica dependiendo de muchos factores, incluyendo la posición de la muñeca al

realizarse la carga, la dirección de la transmisión de las fuerzas y la inclinación y forma de la superficie ósea. Todos estos desplazamientos son neutralizados adecuadamente por los ligamentos, logrando un equilibrio (García Elías, 1997)

Mecanismo de la fractura de extremo distal de radio

El mecanismo de fractura del extremo distal del radio más frecuente es una caída con apoyo violento sobre la mano extendida. Esta caída genera una fuerza axial que se transmite desde los huesos del carpo contra la epífisis radial; el peso del cuerpo genera además un movimiento de flexión dorsal violento a nivel de la región carpiana, cuando ésta toma contacto con el suelo. Mientras el primer mecanismo provoca la fractura y el encajamiento de la epífisis en la metáfisis, el segundo provoca la desviación dorsal típica de la fractura. Las fuerzas compresivas se ubican en el dorso, mientras las fuerzas tensiles ocurren en la zona volar del radio. El hueso es más débil ante fuerzas tensiles que ante la compresión; por lo tanto el daño óseo ocurre primero por tensión, seguida de la compresión y conminución.

En personas de edad avanzada, todo este mecanismo se desencadena por un traumatismo generalmente de baja energía, de modo que con frecuencia la lesión ósea no va acompañada de graves lesiones de partes blandas. Por el contrario, en personas jóvenes, la fractura se produce por traumatismos de alta energía (caída de altura); provocando un daño grave de los segmentos óseos (fracturas conminutas), además de extensas lesiones cápsulo-ligamentosas, con acentuados desplazamientos de los segmentos óseos.

Clasificación de las fracturas de extremo distal del radio

En el sistema de clasificación de la AO, aplicable a todos los huesos largos, las diferentes fracturas son agrupadas en tres grandes grupos: tipo A o

extraarticular, tipo B o intraarticular simple y tipo C o intraarticular compleja. Además, cada tipo es subdividido en grupos y subgrupos dando un total de 27 posibilidades de clasificación. Esta clasificación considera la severidad de la fractura de acuerdo a la extensión del compromiso intraarticular y la conminución de la metáfisis (Green, 2005) (Anexo 3).

Estabilidad mecánica de la fijación anterior con placa volar

El objetivo de la Reducción abierta y fijación interna (RAFI), tanto con un abordaje dorsal como palmar, es lograr la reducción anatómica, la estabilidad y la movilización precoz de la fractura, logrando una disección limitada y unos implantes mínimos. De esta forma se pretenderá el menor daño de partes blandas y vasculares, permitiendo una movilización precoz de la extremidad afectada.

En este contexto, la placa de estabilización volar en fracturas de extremo distal del radio es un método efectivo de fijación (Anexo 4). Las ventajas del abordaje palmar y la placa volar incluye los siguientes:

- La simplicidad de las reducciones de fracturas desplazadas dorsalmente es beneficioso porque la corteza volar es usualmente interrumpida por una simple línea de fractura transversa.
- La reducción anatómica de la corteza volar facilita la restauración de la longitud radial, de la inclinación ulnar y la desviación volar.
- El evitar la disección quirúrgica adicional en el área dorsal de conminución y la mantención de la integridad anatómica de la envoltura de los tendones extensores, periostio y retináculo dorsal ayuda a preservar el aporte vascular a los fragmentos dorsales.

- Debido a que la anatomía volar de la muñeca tiene una mayor sección transversal y la osteosíntesis está separada de los tendones flexores por el pronador cuadrado (localización alejada de la superficie radial volar de los tendones flexores), la incidencia de complicaciones en los tendones flexores es menor.
- Mayor disponibilidad de espacio que por dorsal.
- La superficie cóncava del radio distal protege los tendones flexores de irritación.
- Mejor tolerancia a la localización de la cicatriz y menor conminución en la zona volar (Green's, 2005; Orbay, 2005).

En el estudio publicado por Ruch el 2006 se comparó la reducción por placa volar versus placa dorsal. Los resultados de este estudio arrojaron que no hubo diferencias significativas en la fuerza de prensión, en el Score DASH y en los rangos de muñeca de extensión, flexión y supinación, en cambio si se encontraron resultados significativamente mejores para la placa de estabilización volar usando el Score funcional de GARTLAND y WERLEY y en el movimiento de muñeca de pronación.

A pesar de que en la literatura hay muchos estudios que hablan de los resultados funcionales de la placa de estabilización volar, dorsal e incluso combinada, existen pocos estudios comparativos entre ellas. Así, la elección quirúrgica de reducción abierta y fijación interna para fracturas de radio intraarticulares, están basadas usualmente en la preferencia y experiencia del cirujano (Ruch, 2006).

Las técnicas quirúrgicas para este tipo de fracturas en el Instituto Traumatológico de Santiago consisten en la estabilización de abordaje anterior con placa T Ellis (Anexo 4).

Electromiografía

La EMG es la manifestación eléctrica de la activación neuromuscular asociada a una contracción muscular. Se puede encontrar afectada por propiedades anatómicas y fisiológicas del músculo, del sistema nervioso periférico así como también por las características de la instrumentación usada para la detección y observación. A través de ésta se puede distinguir la activación de las unidades motoras, las variaciones características de estas activaciones y las relaciones de unas unidades con otras. Junto con las pruebas de conducción nerviosa constituyen los métodos de electrodiagnóstico más útiles en el estudio de la función motriz.

Dentro de la técnica de EMG, se encuentra la electromiografía de superficie (SEMG), que estudia la actividad mioeléctrica en forma no invasiva, mediante la grabación de diferencias de potencial expresadas en la superficie de la piel sobre un músculo, como resultado de la actividad eléctrica generada en éste a raíz de su contracción (Sanhueza, 2004). La información obtenida de la SEMG se clasifica en:

- Relación entre EMG y la producción de fuerza.
- Relación entre EMG y fatiga muscular.
- Relación entre aspectos temporales de la señal EMG y movimientos asociados.

Cuando el músculo se encuentra en reposo se registra una mínima actividad EMG. Si en estas condiciones se lleva a cabo una contracción débil por parte del músculo, se visualizará un reducido número de potenciales de unidad motora, siendo cada uno de ellos fácilmente discernible de los demás, y existiendo entre ellos amplios segmentos de línea base; esta es la actividad de Patrón Simple. Si aumentamos la fuerza de contracción se incorporan nuevos

potenciales que densifican el trazado, siendo ya escasos los trechos netos con línea de base discernible; esta actividad se denomina Trazado Intermedio. Si la contracción llega a ser máxima desaparecerá por completo la línea de base y se habrá conseguido el Patrón de Interferencia.

Electromiografía de superficie en el antebrazo

La EMG ha sido utilizada para el estudio del control motor de la muñeca, la actividad muscular de la muñeca, mano y pulgar durante la prensión cilíndrica, y la producción de fuerza en la toma de precisión.

M. Elise Johanson (1998) describió el tiempo de activación de la musculatura del antebrazo, por electromiografía mínimamente invasiva, durante la prensión y relajación clasificando la actividad muscular en inactiva, fásica (activa en la fase de prensión o relajación, pero no en ambos) o continuo (activo en ambas fases). Los resultados mostraron que cinco músculos fueron los más fásicos durante la prensión. El flexor profundo de los dedos (FPD) (100%) y el flexor superficial de los dedos (FSD) (88%) tuvieron el más alto porcentaje de observaciones de actividad fásica durante la prensión. El extensor radial largo del carpo (ERLC) (75%), braquiorradial (BR) (65%), y el extensor radial corto de los dedos (ERCD) (58%) fueron vistos como fásicos en la prensión en la mayoría de las observaciones, independiente de la posición proximal de la articulación. Ningún músculo fue predominantemente fásico durante la relajación. Los músculos activos durante la relajación fueron también activos durante la prensión, y por lo tanto fueron clasificados como continuos. El extensor común de los dedos (ECD) (98%) y extensor ulnar del carpo (EUC) (97%) fueron continuos en casi todas las observaciones, a pesar de la posición del codo, antebrazo y muñeca. El pronador redondo (PR) fue el más continuo (45%), junto con el flexor ulnar del carpo (FUC) (38%).

El análisis electromiográfico superficial no es invasivo, es decir utiliza electrodos de superficie que se adhieren a la piel a través de pasta conductora, registrando potenciales de acción motores compuestos (PAMC), los cuales son producidos por la respuesta de un conjunto de fibras musculares que se encuentran en el radio de captura del electrodo.

El crosstalk (información cruzada) de los músculos puede ser un factor desconcertante en el estudio, ya que puede ser mal interpretado como originado del músculo de interés. Se ha demostrado que un 17% de la actividad eléctrica de los músculos adyacentes puede ser detectada en la superficie del músculo de interés. La probabilidad de encontrar esta señal de crosstalk puede ser reducida considerablemente colocando el electrodo de manera correcta, en la línea media del músculo, entre el punto motor y el tendón.

Rehabilitación postoperatoria

Dentro de los factores que determinan la biología de la reparación de una fractura se encuentran; la rigidez del dispositivo de fijación seleccionado, las características de la fractura, la exactitud de la reducción, y la cantidad y tipo de carga en la zona de la fractura. La secuencia de reparación del callo puede ser dividida en 4 etapas, pudiendo sobreponerse entre ellas:

Inflamación (1 – 7 días). Inmediatamente después de una fractura hay formación de hematoma y de exudado inflamatorio desde vasos rotos. Los fragmentos se mueven libremente.

Callo Blando (3 semanas). Corresponde al momento en que los fragmentos no se mueven libremente. Hacia el final de esta etapa hay suficiente estabilidad para prevenir acortamientos, aunque la angulación en el sitio de la fractura todavía puede ocurrir, esto es minimizado con elementos de osteosíntesis.

Callo duro (3-4 meses). El callo suave es convertido por osificación endocondral y por la formación de hueso intramembranoso en un tejido rígido calcificado. Esta fase dura hasta que los fragmentos son unidos firmemente por hueso nuevo.

Remodelación. Esta etapa comienza una vez que la fractura se ha unido sólidamente y puede tomar algunos meses hasta años.

Las intervenciones terapéuticas posteriores a la cirugía en pacientes con fracturas de extremo distal del radio son importantes para mejorar el rango de movimiento y la fuerza muscular. Existe evidencia indirecta que las actividades terapéuticas pueden influir en las actividades funcionales, dada por la fuerte correlación entre fuerza y test funcionales realizados después de una fractura de EDR (Lyngcoln, 2005). En un estudio realizado por Watt et al. en el año 2000, se observó que un grupo de pacientes con fractura de EDR que recibieron fisioterapia inmediatamente removido el yeso, lograron aumentos significativamente mayores en extensión de muñeca y fuerza de puño después de 6 semanas, comparados con aquellos pacientes que no recibieron terapia activa.

Fuerzas aplicadas durante la rehabilitación

Los movimientos de los fragmentos óseos dependen de la cantidad de carga externa, rigidez de la reparación ósea, y rigidez del tejido que rodea a la fractura. La estabilidad mecánica inicial de la reparación ósea debiera ser considerada un factor importante en el tratamiento clínico de la fractura. Las fuerzas fisiológicas con el movimiento de muñeca han sido estimadas de estar entre 88 y 135 N. El 82% de las cargas a través de la muñeca son transmitidas

por el radio distal. Estudios en cadáveres han demostrado que por cada 10 N de fuerza de prensión, 26 N son transmitidos a través de la metáfisis del radio distal. Dado que el promedio de la fuerza de prensión en hombres es de 463 N o 105 psi (1 lb de fuerza = 4,48 N), esto implicaría que más de 2410 N de fuerza podrían ser aplicados al extremo distal del radio durante la prensión máxima. Estudios previos de osteotomías de radio mostraron falla de placas a los 830 N. La fijación externa comprime 3 mm. ante una carga de 729 N. Para prevenir una falla de la fijación, las fuerzas de prensión durante la terapia deben seguir siendo menos de 159 N (36 psi) por placas y menos de 140 N (31 psi) por fijación externa durante las primeras 4 semanas. Los ejercicios de prensión y fortalecimiento deberían ser postergados hasta que haya cierta reparación del sitio de la fractura. La diferencia de estabilidad entre una fractura no desplazada y una desplazada con conminución es significativa y establece un enlentecimiento en las cargas en el sitio de la fractura durante la rehabilitación (Slutsky, 2005).

Inicialmente las placas soportan la mayoría del estrés; por lo tanto, las fuerzas de rehabilitación no deben exceder su tolerancia. Mientras que progresa la reparación las placas cargan hasta que la fractura es reparada y soportan casi todo el estrés. La supervisión de los cirujanos es necesaria hasta la estabilización de la fijación, antes de incentivar el movimiento de muñeca y la prensión, especialmente cuando hay una conminución intraarticular significativa.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño de investigación

La investigación a realizar es de tipo descriptiva. El fin único de este trabajo es medir y recoger información con el fin de analizarla y tener una referencia sobre la condición muscular de estos pacientes luego de una intervención quirúrgica de abordaje anterior. Sin embargo se nos permite dentro del marco de un estudio descriptivo la posibilidad de establecer predicciones o relaciones aunque éstas sean poco elaboradas (Hernández y cols, 2003).

El diseño a utilizar es del tipo no experimental ya que no se realizará una manipulación de las variables y longitudinal ya que se recolectarán datos a través del tiempo en dos períodos de la evolución postquirúrgica; a la segunda y a la octava semana luego de la intervención.

Universo y Población de estudio

La población corresponde a los pacientes hombres que consultan en la Urgencia del Instituto Traumatológico por fracturas del extremo distal del radio y que son sometidos a cirugía con abordaje anterior en el año 2007. La muestra corresponde a aquellos pacientes hombres dentro del Universo antes descrito que fueron sometidos a cirugía por fracturas articulares inestables y que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión, conformando un grupo de 11 pacientes. Los criterios utilizados a la población de estudio para la selección de la muestra fueron los siguientes:

Criterios de inclusión:

- Pacientes de sexo masculino.
- Pacientes de edades comprendidas entre 20 a 65 años.

- Pacientes con fracturas articulares inestables (A3- B1, AO).
- Pacientes sometidos al mismo protocolo quirúrgico.
- Pacientes activos laboralmente.
- Pacientes sometidos a rehabilitación en el Instituto Traumatológico de Santiago, bajo las mismas instalaciones.
- Pacientes que firmen el consentimiento informado (Anexo 5).
- Pacientes sometidos al mismo protocolo de rehabilitación.

Criterios de exclusión:

- Pacientes que no hayan firmado el consentimiento informado elaborado bajo este estudio.
- Paciente que presenta una patología muscular o de placa motora.
- Paciente que presenta una patología psiquiátrica.
- Paciente que presenta una lesión estructural o funcional en la extremidad contralateral o en ambas manos.

Hipótesis

H.1. La extremidad operada presenta diferencias a la segunda y octava semana postquirúrgica en la relación de actividad muscular extensora-flexora.

Variables

1. Actividad Muscular

Definición conceptual: Se refiere, para efecto de este estudio, a la acción coordinada de las unidades motoras ante un estímulo del sistema nervioso

central que se traduce en una contracción de las fibras musculares reflejada en una acción muscular dinámica.

Definición Operacional: Se medirá a través de los resultados obtenidos en las señales de Electromiografía de Superficie

Indicadores:

- RMS: Valor total medible de la potencia de la señal EMG, calculado en promedio de señales en milivolts.

2. Tiempo Postoperatorio

Definición conceptual: se refiere al tiempo de evolución posterior a la cirugía donde se realizarán las evaluaciones electromiográficas y funcionales de los pacientes.

Definición Operacional: se medirá a la segunda y octava semana postquirúrgica de acuerdo a la evolución de cada paciente.

Variables desconcertantes

- Adhesión al
- Asistencia a las evaluaciones electromiográficas.
- Asistencia a los controles médicos

Procedimiento

El paciente que presenta fractura de extremo distal del radio ingresa a Urgencia del Instituto Traumatológico donde se decide la intervención quirúrgica. El paciente ingresa a pabellón y una vez operado se le coloca un yeso por dos semanas que le permite movilidad desde las MCF hacia distal. A la segunda semana es enviado al Servicio de Medicina Física y Rehabilitación donde se le realiza el procedimiento de evaluación y llene de datos en la ficha

de recolección de datos (Anexo 6), previo consentimiento Informado. Todos los pacientes son manejados quirúrgicamente por un mismo equipo profesional y empleando la misma técnica.

Electromiografía

Los electrodos fueron ubicados sobre el vientre muscular de la masa común de los flexores y de los extensores de muñeca realizando movimientos de relajación y contracción de la musculatura para encontrar dicho punto. La técnica a emplear es la misma descrita por Bao y Silverstein (2005). La distancia interelectrodos 20 mm. y el electrodo a tierra se ubicó en la muñeca contralateral del paciente a nivel de la estiloides ulnar. Luego se toma una medición en reposo para tener la señal base (Anexo 7.1)

Equipo e instrumentación

Se utilizó un electromiógrafo de superficie “Biometrics” de 8 canales; dos electrodos de superficie reusables SX 230 con filtro de plata banda de 20 Hz – 450Hz, con un input de impedancia mayor a $10^{15} \Omega$ y una distancia fija entre los electrodos de 20mm; el Hardware “Ergometric” portátil para la captura de señales; PC Intel Pentium 4 y el Software “Ergometrics”.

El dinamómetro utilizado correspondió a un JAMAR Hidráulico (Anexo 7.2)

Protocolo de medición

Las mediciones se realizaron en las dependencias del Instituto Traumatológico en una sala contigua al servicio de kinesiología que contaba con el aislamiento necesario para realizar las mediciones sin tener interferencias que pudieran alterar la señal electromiográfica.

Se prepararon los equipos necesarios para la lectura de las señales EMG de los grupos musculares involucrados; ubicando un electrodo en el grupo extensor y otro electrodo en el grupo flexor. Este procedimiento se realizó para el antebrazo operado y para el no operado.

Para instalar los electrodos se limpia y rasura la superficie del antebrazo donde se colocarán los mismos. Esta limpieza se realiza frotando la piel con algodón y alcohol al 95% para limpiar el exceso de grasa que pueda interferir en la correcta captación de la señal y para así reducir la impedancia a menos de 5 K Ω (Anexo 7.3)

Antes de tomar las mediciones, se le explica al paciente los detalles del procedimiento para conseguir su cooperación. La posición del paciente para evaluar el reposo electromiográfico fue de pie en posición anatómica. La posición para las mediciones de la actividad eléctrica realizando una fuerza de prensión, fue en posición bípeda, hombro aducido, codo en flexión de 90° y muñeca en posición neutra (0° de pronosupinación y 0° de flexoextensión). Este procedimiento se realiza primero en el antebrazo no operado. Empuñando el dinamómetro, se le pide al paciente una fuerza de prensión de 8 Kg. durante 10 segundos, rango de seguridad e indemnidad de cirugía según la literatura (Putnam, 2000). Se utilizó la posición 2 del dinamómetro Jamar para todos los pacientes. Este procedimiento de fuerza de prensión se repite tres veces, con un intervalo de descanso de 2 minutos entre ellas. Terminadas las tres repeticiones en el antebrazo no operado, se realiza el mismo procedimiento en el antebrazo operado, pidiendo los mismos 8 kilos de fuerza de prensión (Anexo 7.4)

Las señales fueron guardadas en el Hardware "Ergometrics", luego se llevaron al PC donde se decodificó la señal para poder ser leída como señal EMG. Posteriormente se lleva a análisis la señal.

La actividad muscular fue evaluada cuantificando el RMS Mean para determinar la relación entre Extensores/Flexores en el brazo operado a la

segunda y octava semana postquirúrgica, como también la relación de actividad extensora/flexora para la extremidad sana y operada a la octava semana.

Para determinar esta proporción se considera la actividad del extensor en relación al flexor tomando la relación 1:1 como actividad equivalente entre los dos grupos musculares. Si la relación es menor que 1 predominaría la actividad flexora de muñeca y si la proporción da un valor mayor a uno predominaría la actividad extensora de muñeca. Se llega a este procedimiento considerando los estudios realizados por Mogk en los años 2003 y 2005, donde para encontrar la proporción de actividad en grupos musculares determinados consideraba la máxima actividad voluntaria de la musculatura evaluada. Como la situación del presente estudio no permite determinar la máxima actividad muscular debido a la situación postquirúrgica de protección de la placa volar, se consideró la proporción de actividad muscular entre extensores y flexores de la extremidad sana como el parámetro a seguir para determinar la normalidad del sujeto.

Posterior a las mediciones el paciente es instruido en ejercicios de movilidad básica de muñeca y rehabilitación supervisada según las semanas de evolución de la lesión. La cantidad total de sesiones kinésicas fue de 15 a 18 sesiones.

Presentación y Análisis de datos

Se utilizó el *software Microsoft Excel XP para Windows* tanto para la tabulación de los datos como para el análisis de los resultados. Dentro de las herramientas estadísticas descriptivas a utilizar se incluyen porcentajes y proporciones.

RESULTADOS

De la población total de 11 pacientes: 7 fueron evaluados, y los 4 restantes fueron descartados del estudio por abandono del tratamiento, inasistencia a controles médicos posteriores, polifracturado y patología psiquiátrica.

En relación a los 7 pacientes evaluados el promedio de edad actual fue de $45,71 \pm 13,6$ años, y el IMC promedio fue de $28,22 \pm 5,47$.

Con respecto a las características de la lesión, el 74,4% de los pacientes se lesionó la mano dominante y el 28,6% la no dominante, siendo el 100% de los pacientes diestros. El mecanismo de lesión provocado por caída fue responsable del 85,71% de las fracturas.

Tabla I. Características de los sujetos

Paciente	Peso	Talla	IMC	Ocupación	Edad	Lateralidad	EE. Lesionada
1	74	1,65	27.18	Carpintero	33	Diestro	Derecha
2	92	1,75	30.04	Chofer Micro	63	Diestro	Derecha
3	65	1,67	23.30	Administrador de empresa	31	Diestro	Derecha
4	110	1,68	38.97	Obrero de la Construcción	61	Diestro	Derecha
5	65	1,63	24.46	Electricista	33	Diestro	Derecha
6	65	1,65	23.87	Obrero de la Construcción	46	Diestro	Izquierda
7	84	1,68	29.76	Informático	53	Diestro	Izquierda

La relación de actividad muscular extensora-flexora de la extremidad operada a la segunda y octava semana se presenta en la Tabla II. En la Figura 1 se observa además el porcentaje de sujetos que presentaron predominancia extensora y flexora a la segunda semana y en la Figura 2 a la octava semana, en la extremidad operada.

Tabla II. Relación Extensora/Flexora del RMS Mean en la extremidad operada a la segunda y a la octava semana postquirúrgica.

Paciente	EE. Operada 2° Semana			EE. Operada 8° Semana		
	RMS F.	RMS E.	E/F	RMS F.	RMS E.	E/F
1	0,055	0,058	1,05	0,054	0,04	0,74
2	0,089	0,023	0,25	0,015	0,048	3,2
3	0,06	0,05	0,83	0,031	0,025	0,8
4	0,023	0,072	3,13	0,015	0,018	1,2
5	0,017	0,058	3,41	0,103	0,024	0,23
6	0,084	0,21	2,5	0,082	0,041	0,5
7	0,042	0,063	1,5	0,052	0,027	0,51

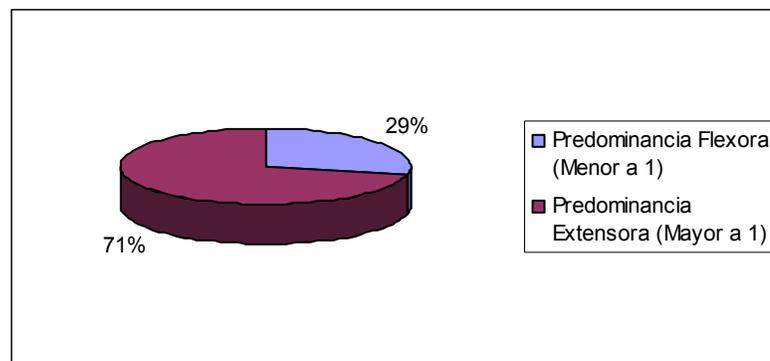


Figura 1. Predominancia de la actividad extensora y flexora a la segunda semana postquirúrgica, en la extremidad operada.

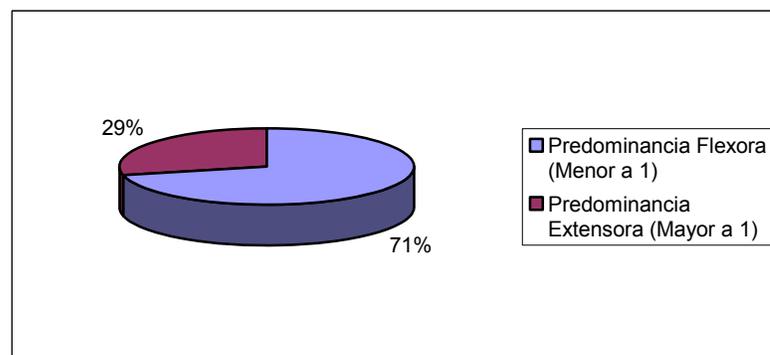


Figura 2. Predominancia de la actividad extensora y flexora a la octava semana postquirúrgica, en la extremidad operada.

A la segunda semana los sujetos se distribuyen casi exclusivamente en la primera categoría, presentando un predominio de la actividad muscular extensora de muñeca (Figura 1). A la octava semana, en cambio, sólo el 29% de los sujetos evaluados presentó una proporción mayor que uno (Figura 2). En la Figura 3 se observa la dispersión de los valores obtenidos en la relación extensora-flexora a la segunda y octava semana en la extremidad operada, en el que se observa este predominio a la octava semana de la actividad muscular flexora.

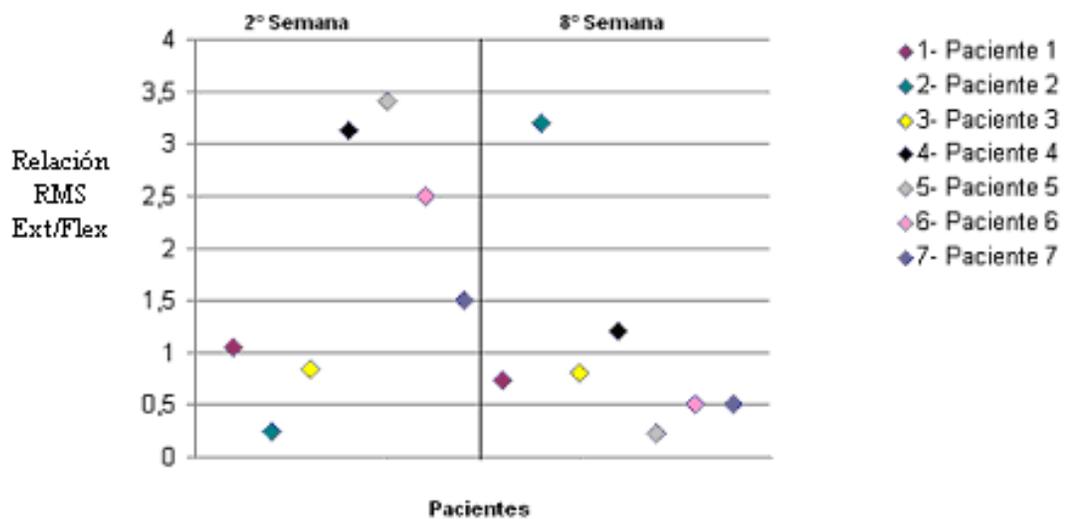


Figura 3. Dispersión de los resultados del RMS Mean de la relación Extensora-Flexora en la extremidad operada a la segunda y a la octava semana postquirúrgica.

En la Tabla III se observa la relación de actividad muscular extensora-flexora en la extremidad sana y en la operada a la octava semana postquirúrgica. En la Figura 4 se observa la predominancia de actividad extensora y flexora en la extremidad sana a la segunda semana postquirúrgica.

Tabla III. Relación Extensora/Flexora del RMS Mean en la extremidad operada y sana a la octava semana postquirúrgica.

Paciente	EE. Operada 8° Semana			EE. Sana 8° Semana		
	RMS F.	RMS E.	E/F	RMS F.	RMS E.	E/F
1	0,054	0,04	0,74	0,072	0,083	1,15
2	0,015	0,048	3,2	0,049	0,03	0,61
3	0,031	0,025	0,8	0,025	0,103	4,12
4	0,015	0,018	1,2	0,029	0,064	2,2
5	0,103	0,024	0,23	0,015	0,04	2,6
6	0,082	0,041	0,5	0,072	0,115	1,59
7	0,052	0,027	0,51	0,075	0,101	1,34

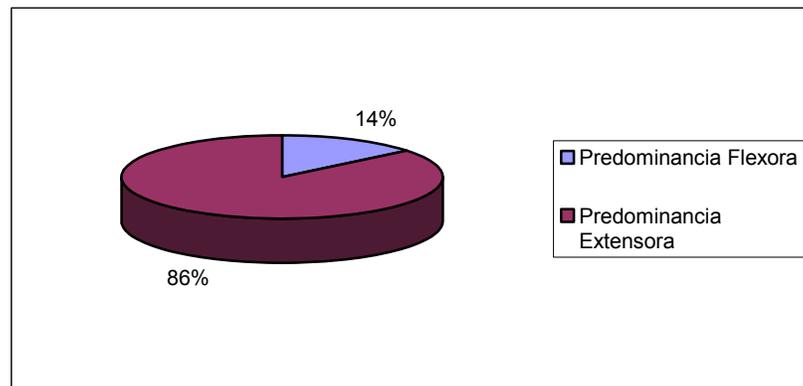


Figura 4. Predominancia de la actividad flexora y extensora en la extremidad sana, a la octava semana postquirúrgica.

En la Figura 4 se observa que el 86% de los sujetos evaluados presentó en su extremidad sana una actividad extensora predominante. En la Figura 5 se observa la dispersión de los valores obtenidos en la relación extensora-flexora a la octava semana postquirúrgica en la extremidad sana y operada, en el que se observa un predominio flexor en la extremidad operada en comparación a la extremidad contralateral sana, cuya actividad predominante fue la extensora.

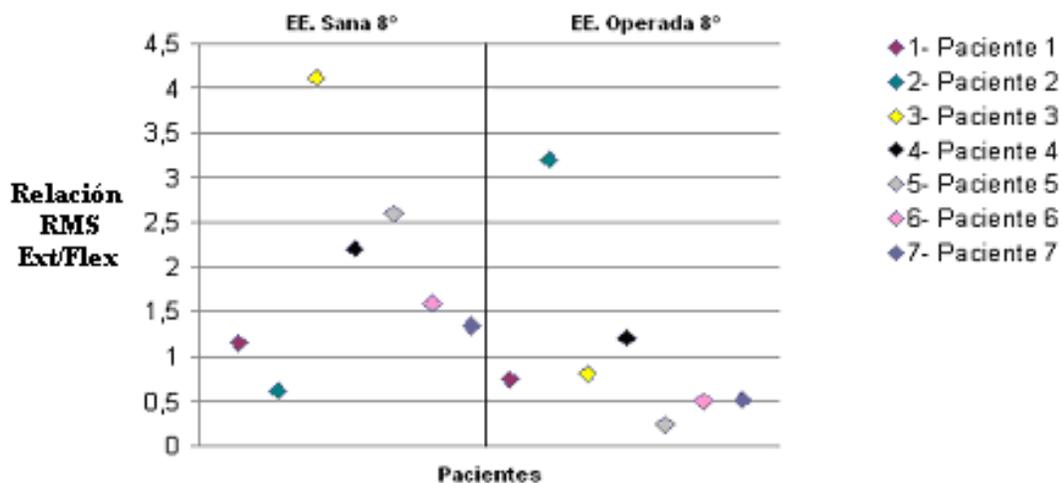


Figura 5. Dispersión de los resultados del RMS Mean de la relación Extensora/Flexora en la extremidad sana y operada a la octava semana postquirúrgica.

En la tabla IV se observan los resultados funcionales obtenidos del Score de Green y O'Brien a la octava semana postquirúrgica, donde se ve que el 71% de los pacientes se encuentra en el rango de buenos y regulares.

Tabla IV. Score funcional de Green y O'Brien a la octava semana postquirúrgica

Evaluación Funcional 8º Semana: Score de Green y O' Brien					
Paciente	Dolor	Satisfacción	ROM	Fuerza de Prensión	Puntaje Final
1	25	25	15	15	80 = Bueno
2	25	25	15	15	80 = Bueno
3	25	25	15	15	80 = Bueno
4	0	25	15	10	50 = Malo
5	25	25	15	15	80 = Bueno
6	20	25	15	5	65 = Regular
7	20	25	10	5	60 = Malo

CONCLUSIONES

- En base a la hipótesis planteada y a los resultados analizados, se encontró que existe un aumento de la actividad muscular flexora de muñeca en relación a la musculatura extensora a la octava semana postquirúrgica en la extremidad operada.
- A la octava semana, la relación de actividad muscular extensora-flexora en la extremidad operada no presenta un comportamiento similar a lo que ocurre en la extremidad contralateral sana, cuya actividad muscular predominante fue la extensora.

DISCUSIÓN

Autores como Mogk (2003, 2005) han descrito la actividad muscular en individuos sanos durante actividades de prensión asignando una importancia a los extensores como estabilizadores de la muñeca durante la acción de los flexores, a bajas cargas prensiles.

Al realizar actividades de prensión, no solo los músculos flexores están activos; los músculos extensores participan activándose con el fin de balancear el torque de los flexores causado por los tendones de los dedos (Hoozemans, 2005). En el presente estudio la extremidad operada presentó una mayor actividad extensora a la segunda semana variando a una mayor actividad flexora a la octava semana. Este hallazgo podría explicarse en un primer momento, por la posible inhibición de la musculatura flexora producto del tipo de abordaje de la intervención quirúrgica. A la octava semana se produce un aumento de la actividad flexora en relación a la musculatura extensora lo que difiere del trabajo planteado por Mogk, que utiliza bajas cargas prensiles en sujetos sanos. Por este motivo debería considerarse a la musculatura extensora con mayor énfasis en las actividades de rehabilitación para conseguir la estabilidad dinámica deseada. De aquí la importancia del entrenamiento simétrico de ambos grupos musculares dentro de la recuperación postoperatoria en conjunto con los rangos articulares y la movilización articular considerada en la rehabilitación clásica.

A diferencia de otros estudios de actividad electromiográfica, (Hoozman, 2005; González 1997) en el presente estudio no se realizaron pruebas máximas de actividad muscular debido a dos factores a considerar: la situación postoperatoria, que impide realizar prensión más allá de los 100 N (Putnam, 2000) para así evitar la desestabilización de la osteosíntesis y por otro lado, al realizar la prueba de prensión máxima en la actividad contralateral, ésta no

podría considerarse como un parámetro de comparación para la extremidad operada, ya que se utilizó sólo 8 kilos de presión.

La evaluación de la actividad muscular se realizó considerando el grupo muscular, ya que no puede aislarse la musculatura específica debido al cross-talk por la cercanía entre los vientre musculares y por las diferencias interindividuales (Hoozemans, 2005). Debido a lo anterior la EMG se tomó como un conjunto de la actividad muscular y se interpreta como tal en el presente estudio, como lo han planteado autores como Chen, 2006 y Bao, 2005.

Sin embargo, a pesar de que la relación entre flexores y extensores presenta una mayor actividad de flexores en relación a los extensores en la octava semana, se puede inferir que durante el periodo de rehabilitación se permitió una adecuada activación de la musculatura flexora en comparación a la segunda semana.

Habitualmente las actividades de rehabilitación en los pacientes operados con reducción abierta y fijación interna de radio distal se inician precozmente debido a la estabilización quirúrgica eficazmente lograda. (Slutsky, 2005), Sin embargo se debe considerar la carga mínima de presión para trabajar las actividades que la involucran (Osada, 2003). El énfasis especial que debe darse a la musculatura extensora adquiere una relevancia especial para producir una estabilización dinámica articular.

Los resultados clínicos a mediano plazo arrojan resultados funcionales (Anexo 8): según el Score de Green y O'Brien un 71% de los pacientes estuvo en el rango de buenos y regulares, los cuales podrían mejorarse al realizar evaluaciones a largo plazo; tampoco se produjeron alteraciones en los parámetros radiológicos de longitud radial y ángulo frontal, pero si existió una disminución en el ángulo sagital a la octava semana en tres casos (de 5 a 0°; de 0 a -2° y de 10 a 7°), sin embargo esta disminución no se considera relevante debido a que, para que produzcan alteraciones biomecánicas y en la

transmisión de cargas en la articulación radio ulnar distal, se requieren más de 20° (Hirahara, 2003).

Con lo analizado anteriormente debe considerarse de importancia adicional a la ganancia de rango articular durante la rehabilitación, el trabajo equilibrado de los grupos musculares estabilizadores de muñeca.

Los resultados de este estudio no son concluyentes para determinar si el periodo de rehabilitación que abarcó este estudio es suficiente para “normalizar” la relación entre la actividad muscular de flexores y extensores en la extremidad afectada, lo cual es de real importancia en la población en estudio considerando que son pacientes en edad productiva y que requieren reinsertarse lo más pronto a su actividad laboral.

PROYECCIONES

Con la realización del presente estudio se ha logrado una aproximación clínica al considerar la evaluación electromiográfica de la musculatura estabilizadora de muñeca en pacientes operados y, puede ser el inicio para profundizar en otros tópicos tales como:

- Evaluación a largo plazo de los sujetos involucrados para realizar pruebas de contracción máxima voluntaria que entreguen parámetros definitivos para su evaluación
- Realizar estudios que relacionen la electromiografía de superficie y la activación muscular en pacientes con diagnóstico de fractura del radio distal y que hayan sido manejados ortopédicamente, los cuales siempre presentan mayor tiempo de inmovilización.
- Utilización de electrogoniometría en conjunto con electromiografía de superficie para analizar las distintas posiciones angulares y su relación durante la activación muscular en pacientes que presenten fracturas de radio distal.
- Relacionar la evaluación funcional con la actividad muscular obtenida en pacientes que presenten disfunciones secundarias a intervenciones quirúrgicas en el radio distal.

BIBLIOGRAFÍA

1. Andrews A., M. Thomas, R. Bohannon. 1996. Normative Values for Isometric Muscle Force Measurements Obtained With Hand-held Dynamometers. *Physical Therapy*. 76(3): 248- 259
2. Bao S., B. Silverstein. 2005. Estimation of Hand Force in Ergonomic Job Evaluations. *Ergonomics*. 48(3): 288-301.
3. Brotzman S.B., K.Wilk. *Rehabilitación ortopédica clínica*. 2º ed. Madrid, España, Editorial Elsevier, 2005. 50-64p.
4. Carmeli E., H. Patish, R. Coleman. 2003. The Aging Hand. *The Journal of Gerontology*. 58A(2): 146-152
5. Chen F., S. Lo, N. Meng, C. Lin, L. Chou. 2006. Effects of wrist position and contraction on wrist flexors H-reflex, and its functional implications. *The Journal of Electromyography and Kinesiology*. 16: 440–447.
6. García Elías M. 1997. Kinetic analysis of carpal stability during grip. *Hand Clinics*. 13(1): 151-158.
7. Gellman H. *Fractures of the Distal Radius*. Rosemont, Illinois. American Academy of Orthopedic Surgeons. 1998
8. González R., T. Buchanant. How muscle architecture and moment arms affect wrist flexion-extension moments. *Journal of Biomechanics*. 30(7): 705-712.

9. Green D., R. Hotchkiss, W. Pederson, S. Wolfe. Operative Hand Surgery. 5^o ed. Philadelphia, Pennsylvania, Editorial Elsevier, 2005. Vol. 1. 645-710p.
10. Hernández, R., C. Fernández y P. Baptista. Metodología de la Investigación. 3^o ed. México, Editorial McGraw-Hill, 2003.
11. Hirahara H., P. Neale, Y. Lin, W. Cooney, K. An. 2003. Kinematic and Torque-Related effects of dorsally angulated distal radius fractures and the distal radial ulnar joint. The journal of Hand Surgery. 28A: 614-621.
12. Hoozemans M., J.H. van Dieen. 2005. Prediction of Handgrip forces using surface EMG of forearm muscles. The Journal of Electromyography and Kinesiology. 15: 358-366.
13. Hunter J., E. Mackin, A. Callahan. Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity. 5^o ed. Editorial Mosby. 2002. 1099-1155p.
14. Johanson M., M. James, S. Skinner. 1998. Forearm Muscle Activation during Power Grip and Release. The Journal Americano of Hand Surgery. 23A(5): 938-944.
15. Kapoor H., A. Agarwal., B.K. Dhaon. 2000. Displaced intra-articular fractures of distal radius: a comparative evaluation of results following closed reduction, external fixation and open reduction with internal fixation. Injury, International Journal of the Care of the Injured. 31: 75-79.
16. Koh S, R. Morris, R. Patterson, J. Kearney et al. 2006. Volar Fixation for Dorsally Angulated Extra-Articular Fractures of the Distal Radius: A Biomechanical Study. The Journal of Hand Surgery. 31A(5): 771-779.

17. Kumar S., A. Mital. Electromyography in Ergonomics. Gran Bretaña, Editorial Taylor & Francis. 1996. 51-126p.
18. Landsmeer J.M.F. 1962. Power grip and precision handling. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 21: 164–170.
19. Lyngcoln A. et al. 2005. The Relationship between adherence to hand Therapy and short-term outcome after distal radius fracture. *Journal of Hand Therapy*. 18(1): 2-8.
20. Marzke M. 1997. Precision Grips, Hand Morphology, and Tools. *The Journal of Physical Anthropology*. 102: 91-110.
21. Mogj J., P. J. Keir. 2003. Crosstalk in Surface EMG of the proximal forearm with forearm rotation during gripping tasks. *The Journal of Electromyography and Kinesiology*. 13(1): 63-71.
22. Mogj J., P.J. Keir. 2006. Prediction of forearm muscle activity during gripping. *Ergonomics*. 49 (11): 1121-1130
23. Nana A., A. Joshi, D. Lichtman. 2005. Plating of the Distal Radius. *The Journal Americano Academy Orthopaedic Surgery*. 13: 159-171.
24. Napier J.R. 1956. The prehensile movements of the human hand. *The Journal of the Bone Joint Surgery*. 38B: 902–913
25. O'Neill T.W., C. Cooper et al. 2001. Incidence of distal forearm fracture in British men and women. *Osteoporos Int*. 12(7): 555-558.

26. Orbay J. 2005. Volar Plate Fixation of Distal Radius Fractures. *Hand Clinics*. 21: 347-354.
27. Osada D., S. Viegas, M. Shah, R. Morris, R. Patterson. 2003. Comparison of different distal radius dorsal and volar fracture fixation plates: A Biomechanical Study. *The Journal of Hand Surgery*. 28A(1): 94-104.
28. Putnam M., N. Meyer, E. Nelson, D. Gesensway, J. Lewis. 2000. Distal radial metaphyseal forces in an extrinsic grip model: Implications for postfracture rehabilitation. *The Journal of Hand Surgery*. 25A(3): 469-475.
29. Ruch D., A. Papadonikolakis. 2006. Volar Versus Dorsal Plating in the Management of Intra-Articular Distal Radius Fractures. *The Journal of Hand Surgery*. 31A(1): 9-16.
30. Sanhueza E., Valenzuela E. 2004. Análisis Tiempo-Frecuencia en Respuesta Refleja Electromiográfica en Pacientes con Síndrome de Disfunción Patelofemoral. Tesis de Licenciatura en Kinesiología. Talca. Universidad Católica del Maule.
31. Smith D., K. E Brou, M. Henry. 2004. Early active Rehabilitation for operatively stabilized Distal Radius Fractures. *Journal of Hand Therapy*. 17(1): 43-49.
32. Viladot A. Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. Barcelona, Editorial Springer- Verlag Ibérica. 2001. 159-170p.

33. Watt C., N. Taylor, K. Baskus. 2000. Do Colles' fracture patients benefit from routine referral to physiotherapy following cast removal? *Arch Orthopaedic Trauma Surgery*. 120: 413–415.

ANEXOS

ANEXO 1.

PROTOCOLO KINÉSICO POSTQUIRÚRGICO

La rehabilitación tras la fractura del extremo distal del radio se centra en primer lugar en prevenir que un problema de la muñeca de origen a otro en la mano; en segundo lugar, en restaurar la movilidad funcional rápidamente, y finalmente en optimizar la función de la muñeca después de la lesión (Brotzman, 2005; Slutsky, 2000). El tratamiento satisfactorio de una fractura de extremo distal del radio incluye la restauración de la congruencia articular, la longitud radial, la inclinación palmar apropiada, la evitación de la rigidez, y el movimiento temprano de una estructura estable. La movilización y empleo funcional de la mano, la muñeca y el antebrazo completan la rehabilitación de la fractura de muñeca. Entonces los objetivos de la rehabilitación de la fractura de EDR son:

- Disminución del dolor
- Disminución del edema
- Restablecimiento de movilidad en flexo extensión y prono supinación
- Restablecimiento de la movilidad del pulgar
- Mejorar la fuerza muscular
- Lograr una máxima funcionalidad

Fases de la rehabilitación kinésica:

1. Postoperatorio inmediato

- Control de yeso antebraquiopalmar con MTCF libres
- Ejercicios de movilidad activa de dedos en abducción, en aducción (interóseos)
- Flexión de MTCF (lumbricales)

- Ejercicios de pinza y de oposición
- Flexo-extensión de codo, movilidad de hombro
- Instrucción acerca de posiciones de drenaje

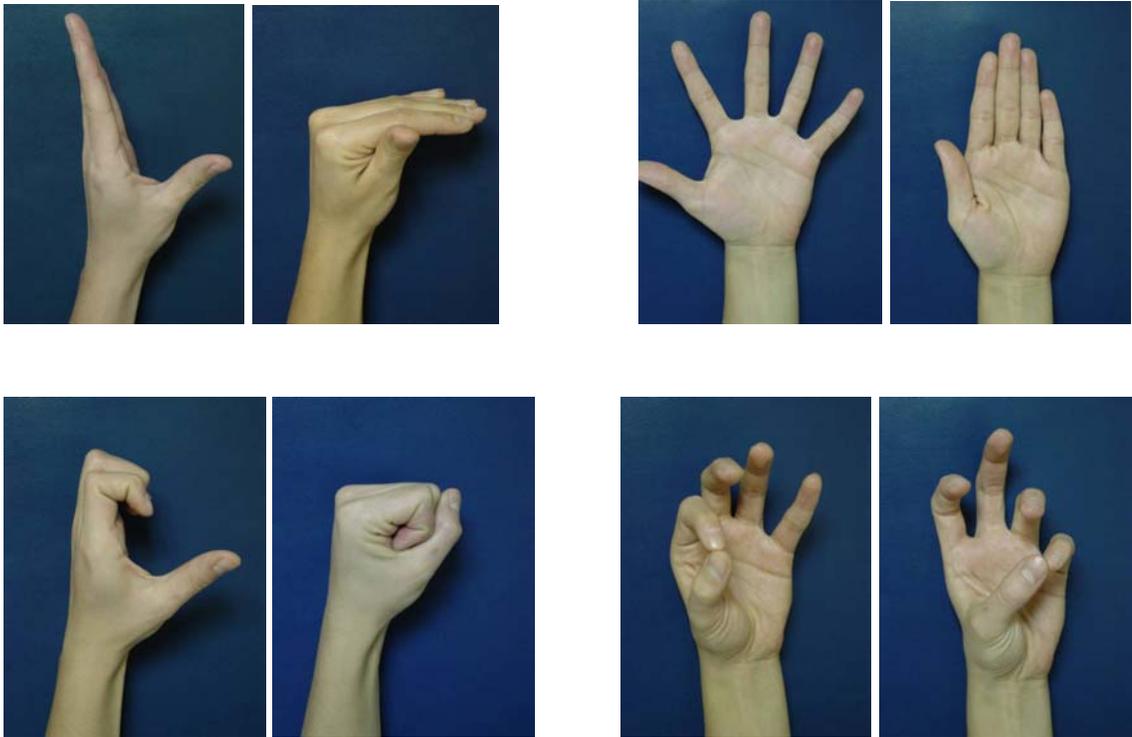


Figura 6. Movilidad Funcional de Mano y Muñeca.

2. Segunda semana Postoperatorio

- Retiro de yeso
- Calor local
- Ejercicios dermokinéticos y desensibilización de cicatriz
- Protección nocturna durante una semana
- Evaluación inicial de electromiografía, rangos articulares de flexión, extensión, pronación, supinación.
- Inicio de movilidad de muñeca con patrón tirador de dardos
- continuación de flexión de MTCF, ejercicios de pinza y oposición, flexo-extensión de codo, movilidad de dedos en abducción, aducción

- Se realiza puño recto, puño completo, puño en gancho.

3. Tercera semana Postoperatorio

- Se continúa pauta de semana anterior
- Hidroterapia
- Ejercicios dermokinéticos y desensibilización de cicatriz
- Ejercicios resistidos suaves para flexores de dedos
- Énfasis en flexo-extensión de muñeca
- Técnicas de movilización articular para MTCF
- Ejercicios de flexibilización de arcos palmares longitudinales y transversales



Figura 7. Ejercicios resistidos suaves para la musculatura de muñeca

4. Cuarta semana Postoperatorio

- Se continúa la pauta de la semana anterior
- Hidroterapia
- Ejercicios dermokinéticos y desensibilización de cicatriz
- Inicio de ejercicios de fortalecimiento de muñeca con carga controlada (500 gr.)
- Énfasis en rango de flexo-extensión y prono-supinación
- Técnicas de movilización articular

5. Sexta semana Postoperatorio

- Progresión de ejercicios anteriores
- Hidroterapia
- Ejercicios dermokinéticos y desensibilización de cicatriz
- Énfasis en ejercicios de prensión con masas terapéuticas y mecanoterapia

6. Octava semana Postoperatoria

- Hidroterapia
- Ejercicios dermokinéticos y desensibilización de cicatriz
- Énfasis en ejercicios de prensión con masas terapéuticas y mecanoterapia
- Énfasis en ejercicios de resistencia de movimientos de muñeca (1 Kilo) y fuerza de prensión
- Evaluación de rangos de flexo-extensión, prono-supinación, dolor y Score de Green's y O' Brien.

ANEXO 2

ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA DE LA MUÑECA

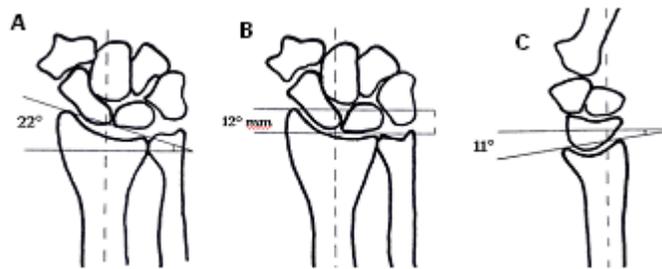


Figura 8. Consideraciones anatómicas del Extremo distal del radio. **A)** Inclinación radial de la superficie distal del radio. **B)** Extensión de la estiloides radial hacia distal en relación a la superficie medial del radio. **C)** Inclinación palmar de la superficie distal del radio

ANEXO 3

CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS DE EDR SEGÚN LA AO

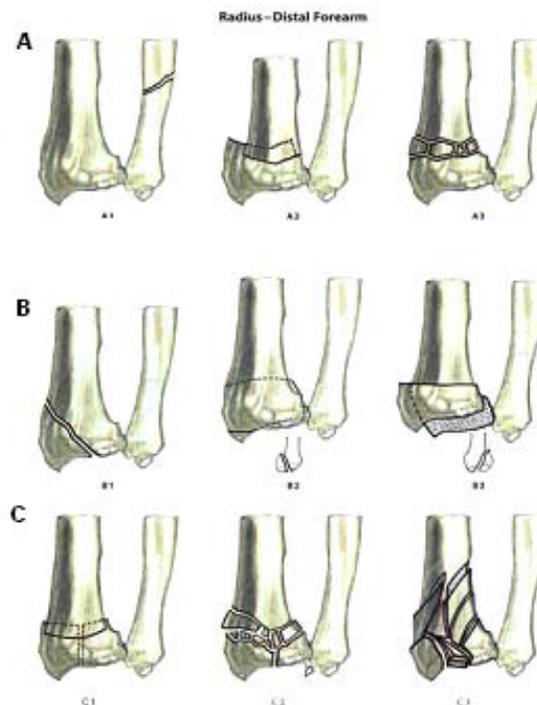


Figura 9. Clasificación de las fracturas del extremo distal del radio según la AO. **A)** Extraarticulares: las fracturas no afectan superficies articulares. A1, fractura extraarticular de la ulna con el radio intacto; A2, fractura extraarticular del radio simple e impactada; A3, fractura extraarticular del radio multifragmentada. **B)** Articular parcial: afecta una porción de la superficie articular, pero la continuidad de la metáfisis y epífisis está intacta. B1, fractura sagital del radio; B2, fractura del radio de borde dorsal; B3, fractura del radio de borde volar. **C)** Articular Completa: afectan la superficie articular y la metáfisis. C1, fractura del radio articular simple y metafisiaria simple; C2, fractura del radio articular simple y metafisiaria conminuta; C3, fractura del radio conminuta.

ANEXO 4

PLACA DE ESTABILIZACIÓN VOLAR

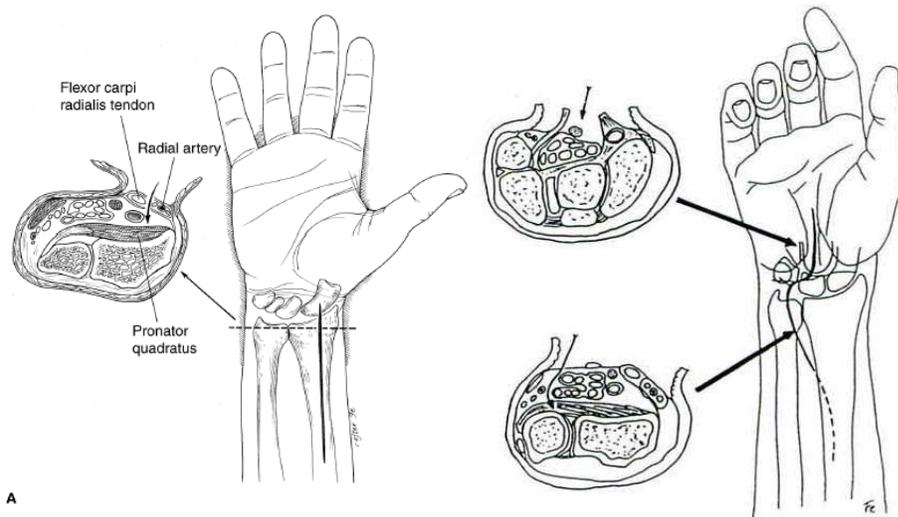


Figura 10. Técnica Quirúrgica de Abordaje anterior. Distalmente el ligamento transverso del carpo es cortado, y el nervio mediano y los tendones flexores son desplazados radialmente. Más proximalmente, el intervalo entre el nervio y arteria ulnar es invadido, y el radio es expuesto desplazando el nervio mediano y el tendón flexor radialmente



Figura 11. Placa Volar (T Ellis)

ANEXO 5

CONSENTIMIENTO INFORMADO



Instituto Traumatológico
Servicio de Medicina Física y Rehabilitación

CONSENTIMIENTO INFORMADO

VERSION 1

Santiago, ____ de _____ del 2007

Yo _____ RUT _____ he sido invitado a participar en el proyecto de investigación llamado: *“Evaluación de la Función Muscular de los Estabilizadores de Muñeca en Pacientes Hombres Post-operados de Fractura de Extremo Distal del Radio con Técnica Quirúrgica de Abordaje Anterior”*, cuyos autores responsables son Pámela Aguirre (Estudiante de Cuarto Año de Kinesiología de la U. de Chile), Klga. Marcela Antúnez y Klgo. Leonidas Cerda, (Kinesiólogo Instituto Traumatológico y docente Universidad de Chile, respectivamente) todo esto con el objetivo de mejorar la calidad de la atención futura de los pacientes que tengan una cirugía similar a la mía. La duración del estudio será de al menos 6 semanas dentro de las cuales se me realizarán mediciones colocándome electrodos de superficie en mis antebrazos, que no producirán daño alguno en mi piel o músculos, para así poder medir la actividad de ellos. La duración de cada sesión de evaluación será de una hora. El yeso puesto el día de la cirugía será retirado a la segunda semana de operado, luego de las cuales iniciaré ejercicios supervisados en el Servicio de kinesiología de este Instituto.

Los datos personales que entregaré quedaran en estricta confidencialidad, no pudiendo usarse para fines que estén fuera del procedimiento de investigación.

Se me ha explicado además que no recibiré beneficio monetario alguno por la participación en este estudio y que puedo retirarme en cualquier momento, sin dar explicación alguna y sin que ello afecte de forma alguna mi atención medica ni los procedimientos que ella incluye, lo que me corresponde por derecho.

He comprendido, conversado y aclarado mis dudas con el investigador responsable. Ante cualquier duda que surja durante la investigación, la persona responsable de entregarme información será la Klga del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Traumatológico, Marcela Antúnez cuyo teléfono 6712015

Nombre paciente----- Firma ----- Fecha -----

Nombre Investigador Responsable ----- Firma ----- Fecha -----

ANEXO 6

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

6.1. Evaluación Funcional a la Octava semana (Score de Green y O'Brien)

Categoría	Puntaje	Hallazgo
Dolor (25 puntos)	25	Sin dolor
	20	Dolor leve con actividades exigentes
	20	Dolor sólo con cambios climáticos
	15	Dolor moderado con actividades exigentes
	10	Dolor leve con actividades de la vida diaria
	5	Dolor moderado con actividades de la vida diaria
	0	Dolor en reposo
Satisfacción (25 puntos)	25	Muy satisfecho
	20	Moderadamente satisfecho
	10	No satisfecho, pero trabajando
	0	No satisfecho e incapaz de trabajar
Rango de movimiento (25 puntos, % de rango normal)	25	100
	15	75-99
	10	50-74
	5	25-49
	0	0-24
Fuerza de prensión (25 puntos, % de rango normal)	25	100
	15	75-99
	10	50-74
	5	25-49
	0	0-24
Resultado final (puntaje)	Excelente	90-100
	Bueno	80-89
	Regular	65-79
	Malo	<65

ANEXO 7

PROTOCOLO Y TÉCNICAS DE MEDICIÓN

7.1 Técnica de colocación de los electrodos



7.2 Equipo e instrumentación



7.3 Protocolo de medición



7.4 Técnica de EMG



ANEXO 8

ROM E INDICES RADIOGRÁFICOS

Tabla V. Evaluación del ROM a la segunda semana postquirúrgica

		Rango de Movimiento (ROM) Segunda Semana Postquirúrgica							
Paciente	Extremidad Lesionada	Extremidad Izquierda				Extremidad Derecha			
		Flexión	Extensión	Pronación	Supinación	Flexión	Extensión	Pronación	Supinación
Héctor Guajardo	Derecha	90°	90°	85°	90°	40°	40°	50°	35°
Segundo Cancino	Izquierda	35°	40°	55°	40°	90°	80°	85°	85°
Pedro Crisóstomo	Derecha	90°	85°	85°	90°	30°	40°	50°	70°
Cristián Pedraza	Derecha	90°	85°	90°	85°	50°	50°	20°	75°
Walter Moenem	Izquierda	40°	30°	50°	50°	90°	90°	85°	90°
Nelson Biava	Derecha	90°	85°	85°	80°	50°	50°	70°	70°
Jorge Bustamante	Derecha	90°	85°	90°	85°	75°	60°	73°	80°

Tabla VI. Evaluación del ROM a la octava semana postquirúrgica

		Rango de Movimiento (ROM) Octava semana Postquirúrgica							
Paciente	Extremidad Lesionada	Extremidad Izquierda				Extremidad Derecha			
		Flexión	Extensión	Pronación	Supinación	Flexión	Extensión	Pronación	Supinación
Héctor Guajardo	Derecha	90°	90°	85°	90°	60°	65°	85°	90°
Segundo Cancino	Izquierda	45°	55°	80°	75°	90°	80°	85°	85°
Pedro Crisóstomo	Derecha	90°	85°	85°	90°	75°	70°	70°	90°
Cristián Pedraza	Derecha	90°	85°	90°	85°	70°	80°	85°	85°
Walter Moenem	Izquierda	45°	40°	60°	55°	90°	90°	85°	90°
Nelson Biava	Derecha	90°	85°	85°	80°	70°	65°	75°	75°
Jorge Bustamante	Derecha	90°	85°	90°	85°	80°	75°	80°	85°

Tabla VII. Índices Radiográficos a la Segunda semana Postquirúrgica

Datos Clínicos		Índices Radiográficos			
		Radiografía Inicial			
Paciente	Extremidad Lesionada	Longitud radial	Angulo Frontal	Angulo Sagital	Varianza Radioulnar
1	Derecha	12 mm.	20°	13°	(-) 2 mm.
2	Derecha	11 mm.	20°	5°	(+) 2 mm.
3	Derecha	10 mm.	15°	5°	(-) 1 mm.
4	Derecha	7 mm.	13°	6°	(+) 1 mm.
5	Derecha	11 mm.	18°	(+) 2°	0
6	Izquierda	9 mm.	16°	0°	(+) 4 mm.
7	Izquierda	8 mm.	15°	10°	0 mm.

Tabla VIII. Índices Radiográficos a la Octava semana Postquirúrgica

Datos Clínicos		Índices Radiográficos			
		Radiografía Final			
Paciente	Extremidad Lesionada	Longitud radial	Angulo Frontal	Angulo Sagital	Varianza Radioulnar
1	Derecha	12 mm.	20°	13°	(-) 2 mm.
2	Derecha	11 mm.	18°	0°	(+) 4 mm.
3	Derecha	10 mm.	15°	5°	(-) 1 mm.
4	Derecha	7 mm.	13°	6°	(+) 1 mm.
5	Derecha	11 mm.	18°	(+) 2°	0
6	Izquierda	9 mm.	16°	(-) 2°	(+) 5 mm.
7	Izquierda	8 mm.	15°	7°	0 mm.