



*UNIVERSIDAD DE CHILE*  
*FACULTAD DE MEDICINA*  
*ESCUELA DE KINESIOLOGIA*

**ESTUDIO PILOTO DE MEDIDAS  
ANTROPOMÉTRICAS DE LA MANO Y FUERZAS  
DE PRENSIÓN, APLICABLES AL DISEÑO DE  
HERRAMIENTAS MANUALES.**

NICOLAS CUBILLOS MARIANGEL  
OSCAR MEDINA SILVA

2010



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE KINESIOLOGIA

**ESTUDIO PILOTO DE MEDIDAS  
ANTROPOMÉTRICAS DE LA MANO Y FUERZAS  
DE PRENSIÓN, APLICABLES AL DISEÑO DE  
HERRAMIENTAS MANUALES.**

NICOLAS CUBILLOS MARIANGEL

OSCAR MEDINA SILVA

PROFESOR GUÍA:

KLGO. EDUARDO CERDA DÍAZ

2010

ESTUDIO PILOTO DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS DE LA MANO Y FUERZAS  
DE PRENSIÓN, APLICABLES AL DISEÑO DE HERRAMIENTAS MANUALES.

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

por

NICOLAS CUBILLOS MARIANGEL  
OSCAR MEDINA SILVA

2010

DIRECTOR DE TESIS  
KLGO EDUARDO CERDA DÍAZ

PATROCINANTE DE TESIS  
SYLVIA ORTIZ ZUÑIGA

FACULTAD DE MEDICINA  
UNIVERSIDAD DE CHILE

INFORME DE APROBACIÓN

*TESIS DE LICENCIATURA*

Se informa a la Escuela de Kinesiología de la Facultad de Medicina que la Tesis de Licenciatura presentada por los candidatos:

NICOLAS ESTEBAN CUBILLOS MARIANGEL

OSCAR ANDRES MEDINA SILVA

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. Eduardo Cerda

FIRMA.....

COMISIÓN INFORMANTE DE TESIS.

NOMBRE

FIRMA

.....  
.....  
.....  
.....

*Dedicada a los 5 pilares fundamentales para poder llevar adelante este y todos los proyectos de mi vida: pasados, presentes y futuros.*

*El primer agradecimiento a mis educadores y formadores, estimados profesores, por sacar a relucir lo mejor de mí, gracias por sus concejos y por esa vocación de enseñar y transmitir no sólo sus conocimientos sino que su experiencia, gracias por creer en nosotros.*

*En segundo lugar a mi Familia, pues cada uno contribuye de manera distinta a mi vida, gracias por estar ahí, por escuchar, tolerar, comprender y animar, gracias por todo lo que me han enseñado en estos 25 años, ustedes son el pilar fundamental de mi formación.*

*Mi tercer pilar son mis amigos y compañeros, su alegría, apoyo y compañía ha servido para que estos difíciles años sean más llevaderos, quiero que sepan que ha sido un agrado compartir estos años de universidad junto a uds.*

*A mi compañera, amiga, polola y mi pilar estructural de estos últimos años, ya que muchas veces hizo que no colapsara, gracias por estar siempre cuando lo necesité, incluso aun más. Ha sido fundamental para todos los cambios positivos que he tenido en estos 2 últimos años, mis más grandes y eternos agradecimientos.*

*Y finalmente a mi compañero de equipo, compañero de tesis y amigo Oscar, pues creyó en este proyecto y confió en mí. Cada uno aportó con lo suyo para llevar a cabo esta difícil pero gratificante meta. Lo logramos.*

***Nicolás Esteban Cubillos Mariangel***

*Dedicada a cada una de las de aquellas personas tan importantes en mi vida.*

*A mi familia:*

*Mamá y abuela, mujeres que a través de su enorme esfuerzo, día tras día me han demostrado que siempre se puede salir adelante independiente de las trabas que la vida nos depare.*

*A mi abuelo, Kiko, mi mejor amigo, mi cómplice, mi pilar principal y un apoyo incondicional. Siempre las palabras indicadas en el momento indicado.*

*A mis hermanos y tíos, por su constante preocupación.*

*A mis amigos, grandes responsables de mis triunfos durante estos cuatro años. Por su compromiso, cariño, entrega y apoyo durante cada proceso. Personas realmente importantes en mi vida.*

*A Paula, una persona imprescindible y muy importante en mi vida. Por su entrega, apoyo, ánimo y amor brindado durante las últimas etapas de este proceso.*

*A mi gran amigo Nicolás, tu apoyo, tu madurez, tu responsabilidad, tu compromiso y tu amistad fueron fundamentales para culminar exitosamente esta etapa de mi vida. Un ejemplo a seguir no solo en la universidad, sino que en muchos aspectos de la vida.*

***Oscar Andrés Medina Silva***

## AGRADECIMIENTOS

Una idea no es nada sin las voluntades para poder realizarla, por ello nuestro primer agradecimiento es a los servicios de salud de los hospitales Roberto del Río, Complejo Hospitalario San José, Hospital Clínico de la Universidad de Chile y a la facultad de Medicina de la Universidad de Chile, más específicamente a los encargados del área de mantención de cada uno de esos centros.

Pero sin duda nuestros mayores agradecimientos son para los trabajadores y maestros que se desempeñan en el área de mantención de dichos centros, ya que comprendieron la finalidad de esta tesis y aceptaron sin reparos a colaborar con nosotros, siempre con una sonrisa en la cara y con la mejor disposición.

Agradecemos también a nuestro tutor y guía, señor Eduardo Cerda, pues nos brindó la libertad de trabajar tranquilos, creyó en nuestra propuesta y en nosotros. Además nos enseñó que el trabajo debe comenzar, desarrollarse y terminar en nosotros.

También queremos dar gracias al señor Elard Koch, por su ayuda, buena disposición y consejos para el análisis de datos del presente estudio.

Un agradecimiento muy especial para el señor Marcelo Cano, el cual fue fundamental para la culminación de este proyecto, gracias por su ayuda desinteresada, por siempre estar disponible y por enseñarnos que el límite de una investigación es el que el investigador le designa, siempre se puede más.

A todo el personal de la Escuela de Kinesiología, en todos sus estamentos, que colaboró con la realización de este proyecto.

## ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
ABREVIATURAS	iii
INTRODUCCIÓN	1
- Pregunta de Investigación	3
-Justificación del problema	3
MARCO TEÓRICO	5
-Biomecánica y funciones de la prensión	5
-Tipos de prensión	6
-Antropometría	7
-Antropometría de la mano	8
-Ergonomía	8
-Desorden músculo-esquelético	9
-Herramientas	11
OBJETIVOS	14
HIPÓTESIS	14
MATERIALES Y MÉTODOS	15
-Criterios inclusión	15
-Criterios de exclusión	15
-Población de estudio	15
- Muestra de estudio	15
-Diseño y tipo de investigación	16

-Variables	16
- Protocolo de medición	18
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	19
CONCLUSIONES	23
DISCUSIÓN	24
PROYECCIONES	26
BIBLIOGRAFÍA	27
ANEXOS	32

## LISTA DE ANEXOS

-ANEXO 1: Encuesta sobre condiciones de salud de la Fundación Europea para las mejoras de las condiciones de trabajo.	32
-ANEXO 2: Incidencia y estadística de TME por causas laborales.	32
-ANEXO 3: Anatomía y biomecánica de la muñeca.	33
-ANEXO 4: Medidas antropométricas de una población británica estándar.	39
-ANEXO 5: Medidas antropométricas útiles para la creación de herramientas.	39
-ANEXO 6: Teoría de progresión TME.	41
-ANEXO 7: Teoría de la ocurrencia de lesión.	42
-ANEXO 8: Factores primarios que afectan el desempeño de una tarea y factores potenciales para lesiones.	43
-ANEXO 9: Cubo modelo para clasificar las herramientas manuales.	43
-ANEXO 10: Carta de consentimiento informado.	44

-ANEXO 11: Dinamómetro hidráulico de mano Dynatronics.	45
-ANEXO 12: Ficha de recolección de datos.	46
-ANEXO 13: Esquema selección de la muestra.	47

## LISTA DE TABLAS

- TABLA 1: Caracterización de la fuerza máxima absoluta 19  
ejercida en cinco diferentes distancias de agarre en la población de  
funcionarios de mantención de HCUCH, CHSJ, HRR y FMUCH.
- TABLA 2: Distribución de la frecuencia de la posición del dinamómetro 20  
en la que los sujetos lograron realizar su fuerza máxima en 3 intentos mediante  
prensión digito-palmar completa.
- TABLA 3: Caracterización de la de fuerza máxima relativa 21  
ejercida en cinco diferentes distancias de agarre en la población de  
funcionarios de mantención de HCUCH, CHSJ, HRR y FMUCH.
- TABLA 4: Caracterización antropométrica de mano de la población 22  
de funcionarios de mantención de HCUCH, CHSJ, HRR y FMUCH.

## RESUMEN

El presente estudio no experimental, descriptivo y transversal, tiene como objetivo describir el desarrollo de fuerza de prensión digito-palmar (agarre) en distintas distancias y describir dimensiones antropométricas de la mano en sujetos que desempeñen labores de mantención en los siguientes recintos: Hospital Clínico de la Universidad de Chile, Complejo Hospitalario San José, Hospital Roberto del Río y en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. El registro y recolección de datos fue realizado entre julio y septiembre del año 2010. La muestra fue de tipo probabilístico y se obtuvo a través de selección aleatoria de los sujetos con un error estándar de 0.05 y una confiabilidad del 95%. Por ello consta de un mínimo de 39 funcionarios, de edad entre 20 y 65 años que desempeñan tareas de manipulación manual de herramientas. Del presente estudio se desprende que existen dos distancias de agarres en las que la muestra estudiada ejerce la mayor fuerza de agarre ejecutada a través de un dinamómetro de mano Dynatronics, las que corresponden a 4,76 cm y 6,03 cm (equivalentes a la posición 2 y 3 respectivamente en el dinamómetro). El análisis entre ambas distancias mostró una diferencia estadísticamente significativa, siendo la distancia correspondiente a 4,76 cm en la que la muestra estudiada ejecutó la mayor fuerza de prensión digito palmar completa. Por otro lado se obtuvo una caracterización antropométrica de la mano de la muestra estudiada, la cual contiene los valores de las siguientes dimensiones (Expresado en una medida de tendencia central correspondiente a la media): largo de mano (10,43), largo máximo de la mano (18,83) ancho de la mano (8,53), ancho máximo de la mano (10,55), diámetro de agarre (14,97), espesor de la mano (2,80), circunferencia de la mano (20,53), circunferencia máxima de la mano (25,10), longitud de las falange 1 (6,47), longitud de la falange 2 (9,51), longitud de la falange 3 (10,68), longitud de la falange 4 (10,12) y longitud de la falange 5 (7,88). Las fluctuaciones de cada dimensión antropométrica, con respecto a su media no resultó ser significativa, concluyéndose así que la muestra estudiada presenta una distribución bastante homogénea con respecto a sus dimensiones antropométricas de la mano.

## ABSTRACT

The design of this study was: not experimental, descriptive and cross sectional it aimed at describing the development of grip strength finger-palmar (Grip) at various distances, and describe anthropometric dimensions of the hand in subjects who perform maintenance work on following venues: Clinic Hospital of the University of Chile, San José Hospital, Roberto del Río Hospital and Faculty Medicine of the University of Chile. The registration and collection of data were carried out between July and September 2010. The sample was probabilistic and was obtained through random selection of subjects with a standard error of 0.05 and reliability of 95%. Therefore, we required a minimum of 39 subjects with ages between 20 and 65 years, who perform tasks that require manual handling of tools. There were two distances of grips in which the sample exerts the greatest force (considering the data expressed in measures of central tendency and variability) corresponding to 4.76 cm and 6.03 cm of the dynamometer. The analysis of these two distances shows a statically significant difference between both, being the grip distance 2 in which the studied sample showed the greatest palmar grip strength. On the other side, was obtained anthropometric characterization of the hand of the sample studied, which contains the following values dimensions (In a measure of central tendency for the media): length of the hand (10, 43), maximum length of the hand (18.83) width of the hand (8.53), maximum width of the hand (10.55), diameter grip (14.97), thickness of the hand (2.80), hand circumference (20,53), maximum circumference of the hand (25.10), length of phalanx 1 (6.47), length of phalanx 2 (9.51), length of the phalanx 3 (10, 68), length of phalanx 4 (10,12) and length of the phalanx 5 (7,88). The fluctuations of each anthropometric dimension, regarding his arithmetic average, did not prove significant; concluding that the sample shows a fairly even distribution with respect to the anthropometric dimensions of the hand.

## ABREVIATURAS

- ACHS:** Asociación Chilena de Seguridad.
- CHSJ:** Complejo Hospitalario San José.
- CNCTB:** Centro Nacional de Condiciones del Trabajo de Barcelona.
- ENCLA:** Encuesta Laboral.
- FMUCH:** Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.
- HCUCH:** Hospital Clínico de la Universidad de Chile.
- HRR:** Hospital Roberto del Río.
- IEA:** International Ergonomics Association.
- OMS:** Organización Mundial de la Salud.
- TME:** Trastornos Músculo Esqueléticos.
- WMSDs:** Work Related Musculoskeletal Disorders.

## INTRODUCCION

En la actualidad, de Chile y el mundo existe una alta tasa de ausentismo laboral por trastornos músculo-esquelético (TME) (OMS 2008). Los trastornos músculo-esqueléticos no sólo representan un alto costo económico para los trabajadores e instituciones, sino que también para el país, Chile gasta US\$3.000 millones al año en prevenir o tratar estas patologías. Datos recientes indican que en el año 2009, en Chile se perdieron más de 3 millones de días de trabajo, ya sea por accidentes laborales y/o por enfermedades laborales (ACHS 2006). Según el departamento de Ergonomía de la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) las zonas corporales más afectadas por factores laborales corresponden a la espalda y a las extremidades superiores (Anexo 1 y 2). Cuando las alteraciones afectan la región de la mano generan un mayor compromiso de la funcionalidad de la extremidad superior, viéndose afectadas las tareas de: manipulación de objetos, comunicación y alimentación principalmente.

En base al conocimiento científico actual, se describe que la causa de los TME se debe en una importante fracción a la incidencia de factores de riesgos en el trabajo y elevados niveles de exposición a los mismos. Estos trastornos en ocasiones se producen porque las personas están siendo exigidas a adaptarse a sus puestos de trabajo, los cuáles en variadas ocasiones poseen diseños sin criterios ergonómicos, pudiendo ser: las máquinas, las herramientas, los entornos o los sistemas, afectos a esta condición; ya sea por falta de recursos, poco asesoramiento especializado y/o desinformación, entre otros. (Minsal 2008)

En este contexto, cabe destacar que un importante grupo de oficios y tareas vinculadas requieren la utilización de herramientas de uso manual, siendo estas la interfaz primaria para operadores que se desempeñan en relevantes rubros tales como: área de mantención, sector industrial, sector de la construcción, sector minero, entre otros.

Es relevante comprender la correcta relación entre el tipo de herramienta, persona y su uso adecuado según la tarea, ya que en muchos trabajos, la principal causa de los trastornos y enfermedades laborales se relacionan con una inadecuada relación persona-herramienta y/o uso inadecuado de las mismas (Lewis y Narayan, 1993; Kadefors 1993).

En este ámbito la Ergonomía nos brinda una amplia gama de explicaciones sobre las causas por las que se pueden producir Trastornos Musculoesqueléticos a nivel de Extremidad Superior. Mondelo (1999) señala que entre las causas más importantes se encuentran:

- La herramienta no es la adecuada para desempeñar una actividad propuesta.
- La herramienta no está proporcionalmente diseñada para ejercer la tarea propuesta.
- La herramienta no fue diseñada para nuestra población.

Para el correcto diseño de herramientas en base a una población determinada, debemos necesariamente considerar algunas medidas antropométricas de la mano. Ocho dimensiones han sido identificadas como útiles para el diseño de herramientas de uso manual, estas son: longitud de la mano, longitud de la palma, ancho de la mano, ancho máximo de la mano, diámetro de agarre, espesor de la mano, circunferencia de la mano y circunferencia máxima de la mano (tabla 3) (Yunis y cols. 2004). Además, Mondelo (1999) señala que para el correcto diseño de herramientas, también es importante considerar la longitud de las falanges. Todas estas dimensiones antropométricas influyen directamente en la ejecución de fuerza durante una tarea de prensión.

Otro factor que se debe considerar en el diseño de herramientas desde un punto de vista ergonómico es la distancia de prensión, debido a que esta producirá cambios en el posicionamiento articular de la muñeca y de la mano, trayendo consigo un cambio en la longitud de la musculatura que ahí se inserta. Si el tamaño de los músculos permanece constante y la ventaja mecánica varía al modificar la longitud del brazo de carga, la fuerza resultante fluctúa de acuerdo con las alteraciones en la longitud muscular (Albornoz M. 2009).

Por último cabe mencionar que un estudio publicado el año 2009 concluyó que la longitud de la mano presenta una relevancia significativa con el agarre, señalando que a mayor longitud la mano se genera un agarre más fuerte (Shu-Wen Wu) y otro estudio publicado el año 2005 concluyó que un mayor ancho de la mano implica una mayor ventaja mecánica para las tareas de prensión (Christopher W. 2005).

- **Pregunta de investigación**

- ¿A qué distancia de agarre se encuentra el mayor desarrollo de fuerza en funcionarios del área de mantención de la FMUCH, HCUCH, CHSJ y HRR?
- ¿Cuáles son los valores de las dimensiones antropométricas útiles para el correcto diseño de herramientas manuales en funcionarios del área de mantención de la FMUCH, HCUCH, CHSJ y HRR?

- **Justificación**

En la actualidad, a nivel mundial existe una alta tasa de incidencia de TME de extremidad superior de origen laboral, sobre todo en trabajadores que manipulan herramientas del tipo prensiles (Buckle 2005; Vernaza 2005). Se plantea que esta condición se debe en parte a que las herramientas utilizadas por los trabajadores provienen desde el extranjero o son hechas con medidas estándar para una determinada población que no es la que finalmente las utilizará; Chile no está ajeno a esta realidad. Esto podría traer como consecuencia, que los parámetros ergonómicos utilizados en la construcción de herramientas de uso manual puedan no coincidir con los presentados por nuestra población, llegando a producir, en algunos casos, efectos negativos sobre sus operadores, tales como trastornos y enfermedades músculo-esqueléticas, entre otros. La generalización de una población en relación a las demás se hace inadecuada a la hora de diseñar un implemento de uso masivo, ya que las diferencias se hacen evidentes entre etnias, países e incluso entre regiones (Mondelo 1999).

En Chile no existen registros confiables que contengan datos antropométricos de la mano, ni tampoco estudios acerca de la distancia de prensión digito-palmar (agarre) a la cual se ejerce la mayor fuerza. Es por esto que esta investigación plantea estudiar la fuerza desarrollada en una prueba estandarizada de prensión a través de Dinamometría, la distancia de agarre vinculada y la descripción de la antropometría de la mano de los sujetos en estudio, con el fin de caracterizar desde un punto de vista antropométrico a la población escogida.

La finalidad del estudio fue desarrollar una investigación en una población de trabajadores que realizan tareas de mantención, a fin de describir el desarrollo de fuerza de prensión digito-palmar (agarre) en distintas distancias y describir los parámetros antropométricos involucrados en el correcto

diseño de herramientas manuales. Lo anterior pretende dar continuidad a las líneas de estudio del Laboratorio de Ergonomía de la Universidad de Chile en el ámbito del desarrollo de herramientas, a través de la conceptualización de criterios biomecánicos y ergonómicos en el desarrollo conceptual de las mismas.

Los primeros registros acerca de los factores ergonómicos influyentes en el diseño y la construcción de herramientas aportarán información útil para posteriores investigaciones en este ámbito y/o el desarrollo de otras líneas de investigación relacionadas con: el diseño y la fabricación de herramientas para la población chilena, la incidencia de patologías y su relación con el uso de herramientas, la designación de puestos de trabajo, entre otros.

## MARCO TEÓRICO

### **Biomecánica y funciones de la prensión**

La mano corresponde al segmento distal del miembro superior. Es un órgano que realiza diversas funciones que no se limita tan solo a las acciones motrices, sino que también posee un rol importante en la sensibilidad al ser considerado el órgano del tacto, en la comunicación, alimentación y otros.

Desde el punto de vista sensitivo el pulpejo de los dedos actúa como un frente táctil que pone en contacto a la mano y consecuentemente al hombre con su entorno físico (Alexander y cols.1986).

Por otro lado, desde un punto de vista motriz, la compleja organización anatómica y funcional de la mano (descrita en el anexo mano N°3) converge en la prensión.

En el acto de coger, acción mecánica de solidarización de la mano a un objeto, interviene una estructura de cinco radios, compuestos a su vez de varias piezas articuladas y que poseen una cierta autonomía de movimiento (Tylor y cols 1955).

Para asir un objeto la mano se ahueca formando un canal de concavidad anterior, cuyas orillas se encuentran delimitadas por tres puntos: el pulgar que forma la orilla interna y el índice y meñique que forman la orilla externa.

Desde un punto de vista más bien global, al asir un objeto el 77% de la flexión de los dedos se realiza en las articulaciones metacarpo falángicas y el 23% en las interfalángicas, pero de ellos el 85% se produce en las articulaciones interfalángicas proximales y solo el 15% a expensas de las interfalángicas distales. Por lo tanto, para las acciones principalmente de prensión, las dos articulaciones importantes para los últimos cuatro dedos son: la metacarpofalángica y la interfalángica proximal. En cambio, en el pulgar las articulaciones carpometacarpiana e interfalángica dan movilidad y la metacarpo falángica es la encargada de aportar la estabilidad (Barmakian 1992).

## **Tipos de prensión**

Existen diversas clasificaciones sobre los tipos de prensión de la mano, entre las cuales podemos destacar la descrita por Napier (1956) el cual divide las acciones de prensión en dos categorías: prensas de fuerza y prensas de precisión. Por otro lado, Kapandji (1982) plantea que existen tres grandes tipos de prensión que a su vez se clasifican en tres grandes grupos: prensa propiamente dichas, prensas con gravedad y prensas con acción, dentro de los cuales analizaremos principalmente el grupo de las prensas propiamente dichas enfocándonos en el subgrupo de las prensas palmares.

Las prensas propiamente dichas a su vez se clasifican en tres subgrupos: prensas digitales, prensas palmares y prensas cerradas:

- Las prensas digitales se dividen en prensas bidigitales y prensas pluridigitales.
- Las prensas centradas o direccionales realizan una simetría en torno al eje longitudinal.
- Estas prensas requieren la integridad de la flexión de los tres últimos dedos, la extensión completa del índice y un mínimo de oposición del pulgar.

### **Prensas palmares**

Estas prensas hacen intervenir además de los dedos a la palma de la mano y se clasifican en dos tipos según se utilice o no el pulgar:

- a) Prensión digito palmar: opone la palma de la mano con los cuatro últimos dedos. Esta prensa es poco firme debido a que al no estar bloqueada el objeto puede deslizarse con facilidad. Se usa generalmente para objetos de diámetro pequeño, de 3 a 4 centímetros.
- b) Prensión palmar con la totalidad de la mano: es la prensión de fuerza para los objetos voluminosos o relativamente pesados. En esta prensa el eje del objeto adopta la misma dirección que el eje de la corredera palmar, es decir, oblicuo desde la base de la eminencia hipotenar a la base del índice. El volumen del objeto que se toma condiciona la fuerza de la prensión, la cual es óptima cuando el pulgar puede contactar o casi contactar con el índice, ya que la fuerza ejercida por el pulgar se opone a la ejercida por

los otros cuatro dedos, por esta razón el diámetro de los mangos de las herramientas debería depender de esta constatación.

## **Antropometría**

La población posee características genotípicas y fenotípicas diferentes, esto hace que cada individuo manifieste una relación persona-entorno dependiente de diferentes factores dentro de los cuales la antropometría es de suma importancia.

La antropometría se define como una rama de las ciencias humanas que trabaja con las dimensiones del cuerpo; particularmente: talla, forma, fuerza, flexibilidad, movilidad y capacidad de trabajo. Los humanos son variables (en dimensión, proporción, forma, y en otras características) y el diseño de usuario está centrado en la comprensión de esta variabilidad (Pheasant y cols. 2006).

También puede explicarse como: “La disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, estudia las dimensiones tomando como referencia distintas estructuras anatómicas, y sirve de herramienta en la ergonomía con objeto de adaptar el entorno a las personas” (Mondelo y cols.2001).

La importancia de considerar la antropometría para una buena adaptación ergonómica radica en buscar que la mayoría de las personas se beneficien del diseño de las diversas máquinas y entornos que lo rodean, minimizando los problemas dimensionales que pueden conllevar no sólo a errores o accidentes por la mayor carga mental, sino también a desórdenes músculo-esqueléticos y fatiga. Esto se explica, en parte, porque el sujeto trabaja fuera de sus alcances máximos y mínimos, Mantiene posturas forzadas o mantenidas y su acción técnica o gesto técnico se enlentece.

En Antropometría, la población se divide para fines de estudios en 100 categorías: desde los más pequeños (en dimensión) hasta los más grandes, con respecto a un tipo de medida (estatura, peso, longitudes de la mano, etc.). Se utiliza la curva de Gausse o Curva de Distribución de Frecuencia Estándar para ilustrar los percentiles (Mondelo y cols.2001).

## **Antropometría de Mano**

Para la realización de una tarea manual específica existen múltiples factores que se requieren para realizarla de manera óptima. Destreza, precisión, factores psicomotrices, control de la fuerza y control de los movimientos de la mano, son algunos de esos factores. Pero debemos considerar un factor muchas veces no tan evidente como lo es la antropometría característica, además de entender la relación que se establece entre esta y la eficiencia, efectividad, confort y salud en tareas manuales determinadas, sobre todo durante la manipulación de herramientas.

Existen diversas medidas importantes que se pueden obtener de registros antropométricos básicos de la mano. Un ejemplo de esas medidas son las que muestran en el anexo 4 en donde podemos ver datos de antropométricos de la población adulta Británica. Algunas de estas medidas se hacen indispensables al momento de la correcta creación y diseño implementos manuales.

Ocho dimensiones han sido identificadas como útiles para el diseño de herramientas de uso manual, estas son: longitud de la mano, longitud de la palma, ancho de la mano, ancho máximo de la mano, diámetro de agarre, espesor de la mano, circunferencia de la mano y circunferencia máxima de la mano (anexo 5) (Yunis 2004). Además, Mondelo (1999) señala que para el correcto diseño de herramientas también es importante considerar la longitud de las falanges de los dedos. Todas estas dimensiones antropométricas influyen directamente en la ejecución de fuerza durante una tarea de prensión.

## **Ergonomía**

“Es una disciplina que consiste en entender la interacción entre el hombre y otros elementos del sistema. Esta profesión aplica teorías, principios, datos y métodos para diseñar un orden con la finalidad de lograr el bienestar humano. Además el Ergónomo contribuye en la evaluación y diseño de procesos, trabajo, productos, herramientas, entornos y sistemas, con la intención de compatibilizar las necesidades, habilidades y limitaciones de las personas” (IEA 2006). Si se logra que el ser humano se adapte de manera óptima y recíproca a su trabajo, los beneficios de que esto ocurra se traducirán en una mayor eficiencia (mejor desempeño) y en bienestar para el operador (Llaneza 2007).

Una persona laboralmente activa está sometida al concepto de carga física que se define como “el conjunto de requerimientos psico-físicos a los que está sometido el trabajador durante la jornada laboral” (CNCTB. 2009). En relación a esto se plantea que existen exigencias imprescindibles que debemos considerar, por ejemplo las dimensiones del cuerpo humano (Antropometría) con respecto al entorno laboral, para así lograr una correcta compatibilidad y no provocar sobrecargas físicas en el operador que puedan traducirse en lesiones (anexo 6). Y es dentro de este entorno laboral donde se incluyen las herramientas del tipo manuales, si bien ellas nos ayudan en las tareas a realizar (amplificando o reduciendo alguna de las funciones propias de la mano) mejorando la funcionalidad de la mano, en ocasiones la negligencia en el diseño de las herramientas provoca problemas físicos que se manifiestan como: lesiones, golpes, micro traumatismos y cansancio excesivo. Es por todo lo antes mencionado que la Ergonomía es clave en todos los ámbitos de la interacción Operador-Tarea-Carga física (Mondelo 1999).

Una herramienta que ayuda a la Ergonomía a entender dichas interacciones es la Biomecánica Laboral, que se define como “la ciencia que estudia la interacción de los trabajadores con sus herramientas, máquinas y materiales en sus puestos de trabajo con la finalidad de reducir riesgos y optimizar el rendimiento” (Chaffin 1999).

La reducción de los riesgos repercute en la menor incidencia de TME y he aquí su importancia, pues estos riesgos inciden junto a otros factores directamente en la llamada “teoría de la ocurrencia de lesión” descrita por Kumar (1999) (Anexo 7).

### **Desordenes músculo esqueléticos relacionados con el trabajo (Work related musculoskeletal disorders. WMSDs):**

Las tareas que requieren manipulación manual están presentes en la mayoría de los servicios e industrias que conocemos. La industrialización y automatización han logrado reducir los requerimientos de manipulaciones manuales, sin embargo continúa siendo necesaria, principalmente para trabajos que requieren del uso de herramientas.

Las tareas que implican manipulaciones manuales de implementos por su propia naturaleza ejercen tensiones físicas al operador, que se manifiestan principalmente en el sistema cardiovascular

y en el sistema músculo-esquelético. Si estas tensiones superan la capacidad del propio sistema, se pueden generar malestares, fatiga y lesiones (Dempsey 1998).

Si esta potencial lesión se llegara a producir en un contexto laboral se clasificaría dentro de los denominados desordenes músculo-esqueléticos relacionados con el trabajo (WMSDs) (Hagberg 1996). De ser así las empresas deberían hacerse cargo de la rehabilitación e indemnización de estos trabajadores. Esto indica que la tarea realizada para la organización tuvo directa relación con el mecanismo de producción de la lesión, ya sea por el uso de alguna herramienta, alguna tarea sobre exigente, malas condiciones laborales u otros.

Comprender estos trastornos, cómo se producen y los factores que influyen en su producción es fundamental no sólo por las repercusiones que estos traen consigo sobre la salud de los trabajadores, sino que también por el costo económico que implica para la empresa y para el país en sí.

En Estados Unidos los WMSDs son la primera causa de discapacidad y se estima que se gastan 215 mil millones de dólares al año en rehabilitación (Vernaza 2005). Es por esto que el presente estudio pretende recaudar información acerca de datos que podrían ser útiles para la prevención de futuras alteraciones músculo-esqueléticas de origen laboral.

Según datos de la ACHS entre el año 2001-2002 la extremidad superior y la espalda fueron los segmentos corporales más afectados por tareas del ámbito laboral (Anexo 2).

Existen múltiples causas relacionadas con tareas laborales que pueden llevar a trastornos músculo-esqueléticos, pero diversos artículos frecuentemente los asocian a: movimientos repetitivos, posturas forzadas, manipulación manual de cargas, problemas entregados por las herramientas (ej: vibraciones), mala técnica de ejecución de tareas, por nombrar las más frecuentes. (Vergara 2008, Kumar 2001, Punnett 2004, Ledesma 2003, Cliveti 2000, Welcome 2004, Vernaza 2005).

Existen factores primarios descritos que afectan a la tarea específica (Anexo 8).

En el año 2001 la Oficina de estadísticas laborales de EE.UU reportó que de un total de 522.528 trastornos músculo esqueléticos el 8.9% involucraba a la muñeca, 1.6% la mano y los dedos

y 2.9% incluían la utilización de herramientas. Relacionado con la utilización de herramientas, Sperling (1993) describió los 3 factores que influyen en la realización de tareas manuales con herramientas y su posible asociación con TME. Estos factores son: La fuerza, el tiempo y la precisión (Anexo 9)

## **Herramientas**

El hombre desde sus inicios ha intentado revertir condiciones desfavorables y un medio para esto ha sido mediante la creación de herramientas manuales. Ya hace millones de años atrás se ocupaban herramientas de piedra para cortar, rasgar, perforar, etc. (Leaky, 1960).

Se cree que debido a la industrialización, el uso de herramientas manuales y de esfuerzo cada vez va quedando más obsoleto, pero la verdad es que las herramientas manuales siguen siendo la interfaz primaria para los operadores en el trabajo, a pesar de todos los esfuerzos de automatización realizados por la industria moderna (Christensen y cols. 2000).

Es por eso que conocer estos implementos se ha hecho fundamental y la ergonomía nos brinda esas herramientas. Se ha descrito que el confort es un ítem fundamental pues existen relaciones directas con el desempeño (Kuijt-Evers y cols. 2006). Por esto la relación Tarea-herramienta-mano se hace inseparable entre sus componentes.

Ante la realización de una tarea manual se han descrito tres componentes principales: El operador, la herramienta y la tarea que contempla el uso de una herramienta (Kriefeldt y Hill, 1975). Lo importante de definir este sistema es que estos tres componentes interactúan de manera simultánea y por ende cada uno es un factor decisivo para la eficiencia del sistema completo.

Algunas consideraciones importantes para el presente trabajo es que existen tres factores relevantes asociados a la parte del sistema entendido como Operador-Humano, estos factores son: la fuerza, el género y la técnica/experiencia de ejecución. También existen factores relevantes para la relación tarea-herramienta entre los que se pueden mencionar: el tipo de herramienta (fuerza, precisión, etc.), la forma de asir la herramienta, la forma y tamaño de la mano, la aplicación y duración de la fuerza, entre otros (Kumar 1999).

El propósito de una herramienta manual bien diseñada es principalmente facilitar la transmisión de fuerzas desde el sistema músculo-esquelético del usuario hacia la herramienta, con la finalidad de mejorar el rendimiento de una tarea o un propósito, además de reducir y/o prevenir problemas músculo-esqueléticos y psicológicos. Esto es de suma importancia debido a que en muchos trabajos, la principal causa de los trastornos y enfermedades laborales se relacionan con el uso inadecuado de herramientas de uso manual. Se ha demostrado que el diseño de una herramienta puede desempeñar un papel importante en el desarrollo de problemas relacionados con el trabajo en la extremidad superior (Lewis y Narayan 1993, Kadefors 1993).

Algunas consideraciones a la hora del diseño de una herramienta manual:

- La forma del mango es un factor primario que puede ser utilizado para reducir o eliminar la fatiga en el usuario (Winston y Narayan 1993).
- El uso frecuente de herramientas de mano con la muñeca en una posición doblada puede causar inflamación, dolor crónico, y una posible lesión permanente, tanto para vainas sinoviales, como para los tendones de la muñeca y el nervio mediano que pasa por la muñeca (Tichauer 1966). Es por eso que un buen diseño debe evitar estar posturas.
- La configuración de la sección transversal del mango de la herramienta afecta directamente el rendimiento del operador y la salud. Las fuerzas generadas durante el uso debe ser distribuido en la palma en un área tan grande de presión como sea posible (Winston y Narayan, 1993). Esto implica que debemos considerar el tamaño y la forma de la mano de la población a la hora de la fabricación y utilización de herramientas.
- Si se tiene una herramienta con un mango corto que no alcanza a cubrir el ancho de la palma, las fuerzas no se distribuirán de forma homogénea en la mano concentrándose en el centro de la palma (Winston y Narayan, 1993).

Se desprende de las consideraciones anteriores que el mango es el punto crítico del diseño y desempeño de una herramienta, esto es confirmado por diversos autores, algunos describen esta parte

de la herramienta como la fundamental pues es la que optimiza la transmisión de las fuerzas y es lo que repercute en modo general en la efectividad de la herramienta (Pheasant, 2006).

Consideraciones establecidas, aceptadas y recomendadas para el diseño de un mango según el Hand Tools Institute de EEUU y según el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España:

### 1) **Forma.**

Debe adaptarse a la postura natural de asimiento de la mano. Debe tener forma de un cilindro o un cono truncado e invertido, o eventualmente una sección de una esfera. La transmisión de esfuerzos y la comodidad en la sujeción del mango mejora si se obtiene una alineación óptima entre el brazo y la herramienta. Para ello el ángulo entre el eje longitudinal del brazo y el del mango debe estar comprendido entre 100° y 110°.

### 2) **Diámetro y longitud del mango**

Para una presión de fuerza el diámetro debe oscilar entre 25 y 40 mm. La longitud más adecuada es de unos 100 mm. Para tareas de precisión se recomienda un mango más pequeño que oscile entre los 8 y los 16 mm (diámetro).

### 3) **Textura**

Las superficies más adecuadas son las ásperas y romas. Todos los bordes externos de una herramienta que no intervengan en la función y que tengan un ángulo de 135° o menos deben ser redondeados, con un radio de, al menos, 1 mm.

Estos 3 ítems concuerdan dentro de sus postulados con los estudios recopilados por Kumar en su libro *Biomechanics in Ergonomics* (1999) y también concuerdan con las medidas propuestas por Stephen Pheasant en su libro *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work* (2006).

## Objetivos

- **Objetivos generales:**
  - Describir el desarrollo de fuerza de prensión digito-palmar (agarre) en distintas distancias de agarre.
  - Describir parámetros antropométricos de mano en sujetos que trabajan en el área de mantención.
- **Específicos:**
  - Cuantificar mediante un dinamómetro hidráulico de mano Dynatronics la fuerza (kg-f) realizada durante una prensión digito-palmar en 5 diferentes distancias de prensa.
  - Realizar medición antropométrica por medio de una cinta métrica flexible de la longitud de mano, longitud palmar, ancho de la mano, ancho máximo de la mano, diámetro de agarre, espesor de la mano, circunferencia de la mano, circunferencia máxima de la mano y longitud de las falanges de los dedos en la población en estudio.

## Hipótesis

Al ser un estudio descriptivo no exige la construcción de una hipótesis de trabajo si es que la finalidad del mismo no lo amerita (Hernández 1998).

## MATERIALES Y METODOS

### **Criterios de inclusión:**

- Trabajadores que pertenezcan al área de mantención de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile y de los 4 hospitales seleccionados.
- Personas que trabajen con herramientas de manipulación manual.
- Sexo masculino.
- Hombres entre los 20 y los 65 años.
- Voluntarios que hayan firmado el consentimiento informado (Anexo 10).

### **Criterios de exclusión:**

- Personas que presenten una patología funcional o estructural diagnosticada en el segmento a evaluar en los últimos 12 meses.
- Personas que presenten alguna lesión a nivel de la extremidad superior que le impida realizar tareas de prensión al momento de la realización de la prueba.

### **Población de estudio**

La población de estudio comprendió a los trabajadores de mantención de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, Hospital Clínico de la Universidad de Chile, Complejo Hospitalario San José (Centro de Diagnóstico y Tratamiento Dra. Eloísa Díaz y Hospital San José) y Hospital Roberto Del Río que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión previamente señalados.

### **Muestra**

Nuestra muestra es de tipo probabilístico, obtenida a través de una selección aleatoria de los sujetos con un error estándar de .05 y una confiabilidad del 95%. Consta de un mínimo de 39 funcionarios de edad entre 20 y 65 años y que desempeñan tareas de manipulación manual de herramientas.

## **Diseño y tipo de investigación**

El presente estudio se enmarca dentro de un diseño no experimental, de tipo descriptivo y método transversal.

## **Variables**

- **Variables Independientes:**

- Distancia de prensa digito-palmar completa (agarre)

*Definición conceptual: En el presente estudio se consideró como la distancia entre el mango de sujeción del dinamómetro y la barra de agarre o tracción del mismo (cm).*

*Definición operacional: se encuentra preestablecido en el dinamómetro.*

- Antropometría de la mano

*Definición conceptual: Para fines del presente estudio se consideró como las dimensiones entre 2 puntos de referencia dentro del segmento a medir (mano) (cm).*

*Definición operacional: se midió a través de una cinta métrica.*

- Masa corporal

*Definición conceptual: Magnitud física que expresa la cantidad de materia que contienen los tejidos corporales un cuerpo. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo (kg).*

*Definición operacional: Se midió a través de una pesa digital calibrada.*

- **Variables Dependientes:**

- Fuerza realizada.

*Definición conceptual: Se consideró como la capacidad del sujeto para acercar la barra de agarre al mango de sujeción (Kgf).*

*Definición operacional: Se midió a través de un dinamómetro hidráulico de mano Dynatronics*

- **Variables Desconcertantes:**

- Estado anímico y disposición de los participantes para someterse a las mediciones.
- Nivel de comprensión de los sujetos.
- El ambiente: la temperatura y la hora de la medición y pueden interferir.
- Fatiga debido a actividades realizadas por los sujetos previo a las mediciones.

## PROTOCOLO DE MEDICIÓN

El presente estudio considera la evaluación de la fuerza máxima de agarre, a través de un dinamómetro hidráulico de mano, evaluación antropométrica de la longitud de mano, longitud palmar, ancho de la mano, ancho máximo de la mano, diámetro de agarre, espesor de la mano, circunferencia de la mano, circunferencia máxima de la mano y longitud de las falanges de los dedos, a través de una medición directa (Anexo 5).

Los materiales utilizados para el protocolo de medición fueron los siguientes: Dinamómetro hidráulico de mano marca Dinatronics (anexo 11), para la medición de fuerza de prensión digito-palmar completa (agarre) y cinta métrica flexible, para la medición de las dimensiones antropométricas. El manejo de este implemento y el registro de los valores fue realizado siempre por el mismo evaluador para cada ítem.

Se le explicó a la persona a evaluar las razones y el propósito del estudio y las mediciones a realizadas, que incluyó, el registro de la fuerza de agarre y la medición de los parámetros antropométricos de la mano ya señalados. Posteriormente se le solicitó que firmase la carta de consentimiento informado. (Anexo 10)

Luego se procedió a la medición de fuerza de agarre: La evaluación dinamométrica consistió en pedirle a la persona a evaluar realizar 3 prensiones con su mano dominante en cada una de las 5 diferentes medidas (1 3/8, 1 7/8, 2 3/8, 2 7/8, 3 3/8 pulgadas equivalentes a 3.49, 4.76, 6.03, 7.30 y 8.57 centímetros respectivamente) que permite el dinamómetro hidráulico de mano Dynatronics. Estas prensiones se solicitaron a través de un esfuerzo máximo mediante orden verbal (siempre por el mismo evaluador), con periodos de descanso de 2 minutos entre cada prensión.

Luego se llevó a cabo la medición de las dimensiones antropométricas requeridas (Anexo 5): El evaluador solicitó al paciente que se mantuviera sentado con la mano a medir adelante y se procedió a tomar las mediciones correspondientes a las dimensiones antropométricas requeridas a través de una cinta métrica flexible. En este caso las mediciones y recolección de datos fueron realizados siempre por el mismo evaluador. Todos los datos recopilados fueron registrados en una ficha individual (Anexo 12).

## PRESENTACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Los datos obtenidos durante la fase de mediciones con dinamómetro brindan información acerca de la distancia de agarre en la que se ejecutó la mayor fuerza de prensión digito-palmar completa en nuestra población.

Los resultados se expresan en relación a la ejecución de la fuerza máxima de agarre (relativa y absoluta) y su distribución en las cinco diferentes posiciones evaluadas expresadas como medidas de tendencia central y variabilidad (tabla 1 y 3).

**Tabla 1: Caracterización de la fuerza máxima absoluta ejercida en cinco diferentes distancias de agarre en la población de funcionarios de mantención de HCUCH, CHSJ, HRR y FMUCH.**

Distancia de agarre (cm)	FUERZA DE AGARRE (kgF)			
	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
3,49	32,3	6,3	16	44
4,76	45,9	9,0	26	62
6,03	44,1	8,4	23	59
7,30	39,0	7,9	20	54
8,57	35,0	6,5	16	46

En la tabla 2 se observa además que la distancia a la cual nuestra población realizó una mayor fuerza de prensión digito-palmar completa o fuerza de agarre corresponde a la distancia 2 (4,76 cm) evidenciado al observar que 23 sujetos ejercieron la mayor fuerza en la distancia de agarre numero 2 y 10 sujetos en la distancia numero 3, de un total de 36 sujetos estudiados. Tres sujetos no fueron excluidos de la tabla ya que realizaron su mayor fuerza de prensión en de igual magnitud en las distancias de agarre 2 y 3. Por otra parte la prueba estadística T para muestras relacionadas arrojó que la diferencia entre la fuerza ejercida en la distancia de agarre 2 y 3 es significativa (p-value < 0,05).

**Tabla 2: Distribución de la frecuencia de la posición del dinamómetro en la que los sujetos lograron realizar su fuerza máxima en tres intentos mediante prensión digito palmar completa.**

<i>Posición en la se obtuvo el valor máximo de la fuerza realizada</i>	<i>N° de Sujetos</i>
En distancia 1 (3,49 cm)	0
En distancia 2 (4,76 cm)	26
En distancia 3 (6,03cm)	10
En distancia 4 (7,30 cm)	0
En distancia 5 (8,57cm)	0
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>

**Tabla 3: Caracterización de la fuerza máxima relativa a la masa corporal, ejercida en cinco distintas distancias de agarre en la población de funcionarios de mantenimiento de HCUCH, CHSJ, HRR y FMUCH.**

Distancia de agarre (cm)	FUERZA DE AGARRE (kgF)			
	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
3,49	0,40	0,09	0,18	0,63
4,76	0,58	0,13	0,28	0,85
6,03	0,55	0,11	0,24	0,79
7,30	0,49	0,11	0,21	0,75
8,57	0,44	0,09	0,17	0,69

Los datos obtenidos a partir de las mediciones de la antropometría de la mano entregaron información acerca de los rangos entre los que fluctúan estas mediciones y su distribución en la población de funcionarios de mantenimiento de los centros estudiados (ver tabla 3).

Los resultados se expresan en relación a las dimensiones antropométricas consideradas en la literatura como importantes para el correcto diseño de la herramienta y sus medidas de tendencia central y variabilidad.

**Tabla 4: Caracterización antropométrica de mano de la población de funcionarios de mantención de HCUCH HRR CMSJ y FMUCH.**

Dimensiones antropométricas de la mano	Media de las dimensiones Antropométricas de mano (cm)	Desviación estándar	Mínimo (cm)	Máximo (cm)
LM	10,43	0,71	9,1	12
LMM	18,83	1,00	17,1	21,1
AM	8,53	0,56	7,0	9,8
AMM	10,55	1,29	8,8	16,5
DA	14,97	1,09	12,3	17,0
EM	2,80	0,33	2,0	4,0
CM	20,53	1,21	17,8	23,5
CMM	25,10	1,32	22,1	27,7
LF1	6,47	0,52	5,2	7,4
LF2	9,51	0,62	8,4	11,0
LF3	10,68	0,65	9,4	12,0
LF4	10,12	0,75	8,4	11,8
LF5	7,88	0,62	6,3	9,3

*LM: Largo de mano, LMM: Largo máximo, AM: Ancho de la mano, AMM: Ancho máximo de mano, DA: Diámetro de agarre, EM: Espesor de la mano, CM: Circunferencia de mano, CMM: Circunferencia máxima de mano, LF1: Longitud máxima de primera falange, LF2: Longitud máxima de segunda falange, LF3: longitud máxima de tercera falange, LF4: Longitud máxima de cuarta falange, LF5: Longitud máxima de quinta falange. Todas las medidas están expresadas en cm.*

## CONCLUSIONES

Del total de la muestra analizada correspondiente a 36 trabajadores del área de mantención de los servicios de salud HCUCH, HRR, CHSJ (CDT Dra. Eloísa Díaz y Hospital San José) y FMUCH, se concluye en base a los resultados obtenidos, lo siguiente:

Las variables obtenidas y analizadas en este estudio evidencian la distribución de la población estudiada en relación a la ejecución de la máxima fuerza en distintas distancias de agarre y a las dimensiones antropométricas consideradas previamente por otros autores como importantes para el correcto diseño de las herramientas de uso manual.

Con respecto a la ejecución de la fuerza de agarre en distintas distancias, podemos señalar que la distancia en la cual la muestra estudiada ejecutó la mayor fuerza correspondió a la distancia de agarre 2, equivalente a un diámetro de 4,76 cm, por lo cual, pareciera ser que la distancia en la cual la población de funcionarios de mantención de los centros de salud estudiados, lograría su mayor eficiencia biomecánica al realizar sus actividades labores con herramientas cuyo mango tuviera un diámetro del orden de los 4,76 cm.

En el presente estudio se ha creado una base de datos sobre la antropometría de la mano, de la cual no había una consigna en nuestro país, por lo que estamos dando paso al primer registro en este ámbito.

La obtención de los datos recaudados constituye una importante base para continuar con la línea de estudio acerca de la construcción de herramientas de uso manual ergonómicas para la población chilena, área muy poco investigada en nuestro país, a pesar de ser de gran importancia y utilidad para el bienestar y la prevención de los de TME de origen laboral en trabajadores de este rubro.

## DISCUSIÓN

Según los estudios revisados, existen diversos factores de riesgo asociados a la manifestación de TME laborales, dentro de los cuales destacamos, el inadecuado diseño y por consiguiente incorrecta construcción de herramientas para una población específica, lo cual, en el caso de las herramientas de uso manual, se traduce en una menor eficiencia biomecánica de la muñeca y mano al momento de ejecutar determinadas tareas. Esto nos ha llevado a buscar los factores influyentes en el adecuado diseño de las herramientas de uso manual e intentar conocer cuáles son esos valores en la población chilena. La evidencia plantea que existen 9 dimensiones antropométricas de la mano consideradas como importantes al momento de diseñar una herramienta de uso manual para una población particular y por consiguiente para el logro de la mayor eficiencia biomecánica de la muñeca y mano, al ser determinantes en la ejecución de la fuerza (Yunis y cols. 2004; Mondelo. 1999). Apoyando en parte esta aseveración Shu-Wen Wu el 2009 publicó un estudio en el cual concluyó que la longitud de la palma presenta una relevancia significativa con el agarre, señalando que a mayor longitud de la palma se genera un agarre más fuerte. Sin embargo en el presente estudio se encontró lo siguiente:

Al analizar las 9 dimensiones antropométricas en la muestra de estudio, en contraste con lo señalado por Yunis y cols el 2004, se determinaron solo 4 dimensiones (el largo de la mano, largo máximo de la mano, diámetro de agarre y espesor de la mano) como influyentes en la ejecución de la fuerza de prensión digito-palmar completa, en la distancia de agarre en la que población de esta investigación logró la fuerza máxima representadas por un p-value < 0,05 (Pearson).

La dimensión que presenta una significancia mayor (determinada a través de regresión lineal) es el largo de la mano (p-value < 0,05), corroborando lo concluido por Shu-Wen Wu el 2009.

Por otro lado, al analizar la distribución de las dimensiones antropométricas en la población en estudio, se determinó que las variaciones de estos valores, en relación a la media, en cada una de estas dimensiones no son significativas, por lo que pareciera ser que la población tiene una distribución bastante homogénea en relación a la antropometría de la mano.

Finalmente cabe mencionar que pese a que se había presupuestado evaluar a un mínimo de 39 sujetos, esto no fue posible debido a circunstancias laborales inesperadas e inmanejables dentro del tiempo que se disponía para la investigación, como lo son: licencias médicas, vacaciones, turnos rotatorios esporádicos, turnos nocturnos esporádicos, entre otros. Es por eso que de los 42 trabajadores disponibles para ser evaluados, fue posible realizar el total de las mediciones para 36 de ellos. (Anexo 13)

## PROYECCIONES

La presente investigación intenta aportar información relevante para mejorar el diseño de herramientas de uso manual. Contribuyendo a la integración multidisciplinar (Kinesiología, Ingeniería, otros) en Investigación en el ámbito de la Ergonomía aplicada considerando el Estudio del Movimiento Humano, Antropometría y Biomecánica como la base para la prevención de trastornos músculo-esqueléticos en el ámbito laboral.

Es relevante en futuros estudios: la investigación, desarrollo e innovación en el ámbito del desarrollo de tecnología con criterios y parámetros ergonómicos acordes a las necesidades de la población chilena, a fin y efecto de lograr una adecuada relación entre factores antropométricos de la población chilena y de las herramientas utilizadas y de esta forma potenciar las acciones preventivas en el ámbito del desarrollo de trastornos músculo-esqueléticos.

Esta investigación constituye un primer paso de investigación en el área a lo menos en Chile, permitiendo en nuevas investigaciones realizar un estudio de mayor dimensión en relación a la población en estudio, con el objeto de obtener información extrapolable a poblaciones mayores.

Por último el presente estudio intenta contribuir a las diversas líneas emergentes de la ergonomía, más específicamente al laboratorio de Ergonomía de la Universidad de Chile.

## BIBLIOGRAFÍA

ACHS. 2006. "Artículo de Difusión: Ciencia & Trabajo" Boletín N°19: A20-A24. Disponible en: <http://www.cienciaytrabajo.cl/pdfs/19/pagina%20A20.pdf> Consultado el 10 de Septiembre del 2010.

Albornoz, M., Ogalde, A., Aguirre M. 2009. Estudio Radiográfico y Electromiográfico de los Músculos Masetero y Temporal Anterior en Individuos con Mal-oclusión Tipo II, 1 de Angle y Controles. *Int. Journal. Morphology* 27(3):861-866.

Alexander, R., Bennett, M., Ker, R., 1986 Mechanical properties and function of paw pads of some mammals. *J Zool* 209:405-419.

Barmakian JT. 1992. Anatomy of the joints of the thumb. *Hand Clinics*. 30:683-691.

Buckle, P. 2005. Ergonomics and musculoskeletal disorders: overview. *Occupational medicine* 55:164-177.

Chaffin, D., Andersson, R., Gunnar. B., Bernard, J. 1999. *Occupational Biomechanics* Ed. I. John Wiley & Sons. 3° ed.

Christensen, A.D., Bishu, R., 2000. Hand tool design: are biomechanical criteria the same as aesthetic criteria? A preliminary study. In: *Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress* 4:564-577.

Christopher W., Walker A. 2005. Grip strength and endurance: Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. *International Journal of Industrial Ergonomics* 35:(7) 605-618.

Cliveti, S., Idoate, V. 2000. *Protocolos de vigilância sanitária específica: posturas forçadas*. Departamento de Salud del gobierno de Navarra. Instituto Navarro. Instituto Navarro de Salud Laboral. Disponible en [www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/Posturas.Pdf](http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/Posturas.Pdf)

CNCTB 2009. La carga física de trabajo: definición y evaluación. Disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp\\_177.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_177.pdf) Consultado en Junio del 2010.

Dempsey, P. 1998. A critical review of biomechanical, epidemiological, physiological and psychophysical criteria for designing manual materials handling tasks. *Ergonomics*. 41:(1),73–88.

Hagber, M. 1996. Work Related Musculoskeletal Disorder (WMSDs): A reference book for prevention. *Journal of Biomechanics*. 29(6):837-838.

Hernández, R., Fernández C., Baptista P. 2004. Metodología de la investigación. 3ª Edición. Mc Graw Hill. 114-133.

IEA 2006. Approved definitions by International Council. Disponible en: [http://www.iea.cc/browse.php?contID=what\\_is\\_ergonomics](http://www.iea.cc/browse.php?contID=what_is_ergonomics). Consultado en Junio y Julio del 2010.

Kadefors, R., Areskoug, A., Dahlman, S., Kilbom, A., Sperling, L., Wikstrom, L., Oster, J., 1993. An approach to ergonomics evaluation of hand tools. *Applied Ergonomics* 24: (3), 203–211.

Kapandji IA. 1982. Cuadernos de Fisiología Articular. Miembro Superior. Toray-Masson, 4ª Edición.

Kriefeldt, J., Hill, P. 1975, Towards a theory of man-tools system design applications to the consumer product area, in proceeding of the Human Factors Society. 301-309.

Kuijt-Evers M., Vink, P., de Looze, M. 2007. Comfort predictors for different kinds of hand tools: Differences and similarities. *International Journal of Industrial Ergonomics* 37:73–84.

Kumar, S. 1999. Biomechanics in Ergonomics 1ª Edición. Taylor & Francis 97-174.

Kumar, S. 2001. Theories of musculoskeletal injury causation. *Ergonomics*. 44:17-47.

Leaky, L. 1960. Finding the world's earliest man. *National Geographic*, 118:420-435

Ledesma J., Rojas A. 2003. “Método de evaluación de la exposición a la carga física debida a movimientos repetitivos” *Prevención, trabajo y salud* 26:18-60.

Lewis, W.G., Narayan, C.V., 1993. Design and sizing of ergonomic handles for hand tools. *Applied Ergonomics* 24 (5), 351–356.

Llaneza, J. 2007. *Ergonomía y psicología aplicada: manual para la formación del especialista*. Editorial Lex Nova 9:23-30.

Ministerio de Salud. MINSAL .Gobierno de Chile. 2008. Encuesta Nacional de Salud 2008. Disponible en: [http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-95958\\_archivo\\_fuente.pdf](http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-95958_archivo_fuente.pdf)

Miralles, R., Miralles, I. 2005. *Biomecánica Clínica de los Tejidos y Articulaciones del Aparato Locomotor*. 2º Edición. Masson. 170-184.

Mondelo, R.,Gregori.,Barrau, P., 1999. “Ergonomía” 3ªEdición. UPC 182.

Mondelo, R., Enrique P., Barrau, P.,2001. *Ergonomía 1. Fundamentos*. Primera ed. Ediciones UPC.

Napier, J., 1956. The prehensile movements of the human hand. *J Bone Joint Surg.* 38B: 902–913p.

Nicolay,C., Walker A.2005. Grip strength and endurance: Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. *International Journal of Industrial Ergonomics* 35:605–618p

OMS. 2008. Sensibilizando sobre el stress laboral en los países en desarrollo 50. Disponible en: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789243591650\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789243591650_spa.pdf)

Pheasant, S., Haslegrave 2006. “Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work”. 3<sup>o</sup> Edición. Taylor & Francis. 143-160.

Punnett, L., Wegman, D. 2004. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 14:13–23.

Shu-Wen Wu., Su-Fang Wu., Hong-Wei Liang., Ting Wu, Z., Huang, S. 2009. Measuring factors affecting grip strength in a Taiwan Chinese population and a comparison with consolidated norms . *Applied Ergonomics* 40: 811–815.

Sperling, L., Dahlman, S., Wikstrom, L., Kadefors, R. 1993. A cube model for the classification of work with hand tools and the formulation of functional requirements. *Applied Ergonomics*, 24(3):212-220.

Tichauer, R. 1966, Some aspects of stress on forearms and hand in industry, *Journal of occupational Medicine*, 8: 63-71.

Tylor, C., Schwartz, R. 1955 The anatomy and mechanics of the human hand. *Artificial Limbs* 2: 49-62.

Vergara, M., Sancho, L., Rodríguez P., Pérez, A. 2008. Hand-transmitted vibration in power tools: Accomplishment of standards and users’ perception. *International Journal of Industrial Ergonomics* 38:652–660.

Vernaza, P., Sierra, C. 2005. Dolor músculo- esquelético y su asociación con factores de riesgo ergonómico, en trabajadores administrativos. *Revista Salud Pública*. 7:317-326.

Welcome, D., Rakheja, S., Dong, R., Wu, J.Z., Schopper, A.2004. An investigation on the relationship between grip, push and contact forces applied to a tool handle. *International Journal of Industrial Ergonomics* 34:507–518.

Winston, G.L., Narayan, C.V., 1993. Design and sizing of ergonomic handles for hand tools. *Applied Ergonomics* 24 (5), 351–356.

Yunis, A.A.M. 2004. Anthropometric characteristics of the hand based on laterality and sex among Jordanian. *International Journal of Industrial Ergonomics* 35: 747–754.

## ANEXOS

### *Anexo 1*

Encuesta sobre condiciones de salud 1997 de la  
Fundación Europea para las mejora de las  
condiciones de Trabajo de Dublín

Dolor de Espalda	30%
Estrés	28%
Dolor Extremidad Superior	17%

*Evaluación y Gestión del Movimiento Repetitivo de las Extremidades Superiores*

### *Anexo 2*

Incidencias y estadísticas de TME por causas laborales

<b>Patología</b>	<b>EXTREMIDAD SUPERIOR</b>		<b>ESPALDA</b>	
	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
<b>Periodo (año)</b>	2001	2002	2001	2002
<b>Lugar de importancia días de tratamiento</b>	12°	11°	4°	4°
<b>Casos diagnosticados</b>	2.500	1.495	9.368	4661
<b>Días de tratamiento</b>	19.222	11.800	57.115	32.033
<b>% de total de días</b>	2,7%	2,9%	8,1%	7,9%
<b>Promedio de días tratamiento</b>	7,69	7,89.	6,1	5,96

Datos facilitados por Departamento de Ergonomía de Asociación Chilena de Seguridad. 2001-2002

### *Anexo 3*

#### *Anatomía y Biomecánica de la muñeca*

La muñeca es el complejo articular que une el antebrazo con la mano y consta de varias articulaciones formadas entre el radio y los huesos del carpo. Estas articulaciones son: la radiocarpiana, mediocarpiana medial, mediocarpiana lateral e intercarpianas.

#### *Carpo*

Se compone de 7 huesos estructurados en dos hileras. La hilera proximal formada por el escafoides, semilunar y piramidal mientras que la hilera distal formada por el trapecio, trapecoide grande y ganchoso. El hueso pisiforme puede ser descrito de forma independiente debido a que posee características funcionales muy diferentes a los demás huesos de la hilera proximal.

#### *Superficies articulares*

El extremo distal del radio y el ligamento triangular forman una superficie cóncava que se comunica con los huesos de la primera fila del carpo (de superficie convexa) formando la articulación radiocarpiana. Esta es de tipo condílea con una ligera inclinación de 12° hacia palmar y 22° hacia ulnar. Más hacia distal observamos la unión de la primera con la segunda fila del carpo a través de dos articulaciones: mediocarpiana medial y mediocarpiana lateral. La primera es una articulación de tipo condílea, formada por una superficie cóncava constituida por el semilunar, el escafoides y el piramidal, otra superficie biconvexa compuesta por el hueso grande y en ocasiones ganchoso. La segunda corresponde a una articulación de tipo artrodia y está constituida por el escafoides (convexo) y los huesos trapecio y trapecoide levemente cóncavos. Por último, tenemos las articulaciones intercarpianas que corresponden a articulaciones planas formadas entre los huesos de cada hilera.

#### *Ligamentos carpianos*

En la muñeca la mayoría de los ligamentos son intracapsulares, es decir se encuentran incluidos dentro del espesor de la cápsula. Desde el punto de vista funcional existen dos tipos de ligamento: extrínsecos e intrínsecos. Los extrínsecos relacionan los

huesos del carpo con el radio y la ulna, mientras que los intrínsecos relacionan los huesos carpianos entre sí. Los primeros son más resistentes y más fácilmente reparables.

### ***Músculos y movimientos***

Los movimientos que se pueden realizar a nivel de la muñeca son: flexión palmar, flexión dorsal o extensión, abducción o inclinación radial y aducción o inclinación ulnar.

Dentro de los músculos flexores tenemos: el flexor radial del carpo, flexor ulnar del carpo y palmar largo cuando está presente. Por otra parte los músculos flexor superficial y profundo de los dedos y el abductor largo del pulgar que también ejercen una cierta acción flexora sobre la muñeca (flexores secundarios). La flexión es responsabilidad de los nervios mediano, ulnar y radial. Por otra parte los principales músculos extensores de la muñeca son el extensor radial largo y corto del carpo y el extensor ulnar del carpo. Los extensores largos de los dedos (ext. Común de los dedos, ext. del quinto dedo y ext. del índice) y el abductor largo del pulgar pueden colaborar con la extensión de la muñeca (extensores secundarios). A diferencia de la flexión, la extensión está controlada solo por el nervio radial.

Son músculos inclinadores radiales: el abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar, inervados por el nervio radial. También se consideran inclinadores radiales de la muñeca el flexor radial del carpo y el palmar largo. La inclinación ulnar resulta de la combinación de las acciones de los músculos flexor y extensor ulnar del carpo, inervados por los nervios radial y ulnar.

### ***Inervación topográfica de la muñeca.***

En la cara palmar existen dos troncos nerviosos importantes: el mediano y el ulnar, los que inervan los músculos palmares del antebrazo e intrínsecos de la mano. El nervio mediano cruza a través del canal carpiano unido a la cara profunda del ligamento anular. Debido a lo reducido del espacio y las relaciones que tiene a este nivel, es fácilmente comprensible que se produzcan compresiones del nervio ya sea por traumatismos a nivel del carpo o por compresión del ligamento anular. El nervio ulnar sigue un trayecto paralelo

a la arteria ulnar pasando por dentro del canal de Guyón, dentro del cual este nervio puede verse comprimido.

### **Anatomía y Biomecánica de la mano**

La mano es un órgano de prensión muy especial tanto por sus habilidades motoras como por su discriminación sensitiva. Desde el punto de vista estructural la mano se considera como un conjunto de piezas óseas (última fila del carpo, metacarpianos y falanges) conectadas entre sí y formando arcos en distintas direcciones, estabilizados por ligamentos y tendones. Estas piezas se mantienen relacionadas gracias las articulaciones que describiremos a continuación.

#### ***Articulaciones desde el segundo al quinto dedo***

- Articulaciones carpometacarpianas (CMC) e intermetacarpianas (IMC): estas articulaciones son de tipo artrodia, por lo que solo permiten deslizamientos anteriores y posteriores. Estos deslizamientos se manifiestan y son necesarios para acentuar el ahuecamiento palmar durante algunos tipos de prensas, por lo que son fundamentales para realizar una buena prensión. Su movilidad es mayor desde ulnar a radial)
- Articulaciones metacarpofalángicas (MCF): son articulaciones de tipo condíleas siendo las cabezas de los metacarpianos convexas y las bases de las falanges proximales cóncavas. En esta articulación debemos hablar de un sistema cápsulo ligamentoso estabilizador, ya que tanto los ligamentos como la cápsula se unen en una estructura que centra, contiene y sostiene los tendones flexores y extensores de la mano. Estas articulaciones permiten los movimientos de flexión, extensión, abducción y aducción.
- Articulaciones interfalángicas proximales (IFP) y distales (IFD): son articulaciones trocleares que permiten movimientos de flexión y extensión. Poseen los mismos componentes capsuloligamentosos estabilizadores que las articulaciones MCF y además la cápsula también está reforzada por una expansión de los tendones extensores. Su movilidad es mayor desde ulnar a radial.

## ***Vainas y poleas***

Tienen una función primordial para la movilidad de los dedos, sobre todo para la flexión. Existen tanto vainas por dorsal como por palmar y permiten un mejor deslizamiento de los tendones a través de las correderas.

Los tendones flexores poseen poleas tanto anulares como en cruz necesarias para impedir el desplazamiento en “cuerda de arco” de estos tendones durante la contracción de la musculatura flexora.

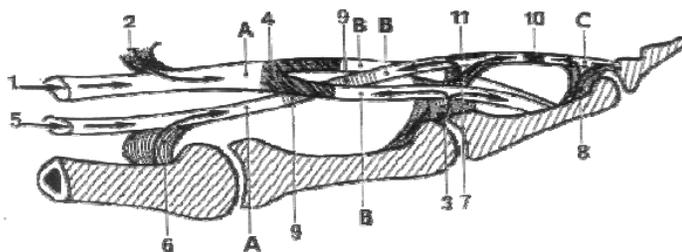
## ***Musculatura de la mano***

Musculatura flexora de los dedos:

- Flexor común profundo de los dedos.
- Flexor común superficial de los dedos.

Así, ambos tendones (superficiales y profundos) deben cruzarse en el espacio, ya que el tendón superficial se inserta proximal al tendón profundo, por lo que este último debe atravesarlo antes de insertarse en la falange distal de su respectivo dedo. (fig. A)

Figura A



### ***Musculatura extensora de los dedos:***

- Extensor común de los dedos.
- Extensor del índice o segundo dedo.
- Extensor del quinto.

### ***Músculos intrínsecos de la mano***

- Músculos interóseos dorsales y palmares.
- Músculos lumbricales.

### **Amplitud de movimientos**

Los rangos de movimiento varían dependiendo de la articulación, del dedo en que se encuentra y del género.

### ***ARTICULACIONES DEL PULGAR***

#### **Articulación carpometacarpiana (CMC):**

Es una articulación en silla de montar entre el trapecio y la base del primer metacarpiano. Los movimientos que puede realizar esta articulación son: flexión, extensión, abducción, aducción, rotación y circunducción.

#### **Articulación metacarpo falángica (MCF)**

Esta articulación es del tipo elipsoide y realiza dos tipos de movimientos: Flexión pura y movimientos de flexión- inclinación y rotación longitudinal (prono/supinación).

#### **Articulación interfalángica (IF)**

El pulgar solamente posee una articulación interfalángica ya que se compone de dos falanges y esta articulación es igual a la del resto de los dedos.

## **Oposición del pulgar**

La oposición es el movimiento que enfrenta el pulpejo del pulgar a los demás dedos. La capacidad de oposición del pulgar comienza con la inclinación que presentan el escafoides ( $45^\circ$  en sentido palmar) y el trapecio ( $20^\circ$  hacia afuera en el plano sagital y  $35^\circ$  hacia palmar en el plano transversal). Esto permite que el pulgar comience la oposición con  $30^\circ$  de abducción y  $20^\circ$  de extensión, también llamada posición de reposo.

## Ligamentos del pulgar

Los ligamentos de la articulación trapeciometacarpiana son: anterior oblicuo, colateral ulnar, intermetacarpiano, posterior oblicuo y dorsorradial.

Anexo 4

Medidas antropométricas de una población británica estándar

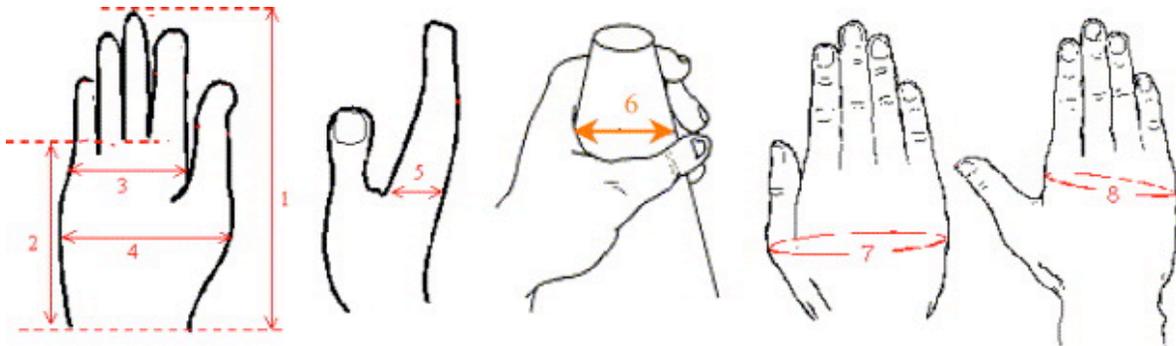
Dimension	Men				Women			
	5th %ile	50th %ile	95th %ile	SD	5th %ile	50th %ile	95th %ile	SD
1. Hand length	173	189	205	10	159	174	189	9
2. Palm length	98	107	116	6	89	97	105	5
3. Thumb length	44	51	58	4	40	47	53	4
4. Index finger length	64	72	79	5	60	67	74	4
5. Middle finger length	76	83	90	5	69	77	84	5
6. Ring finger length	65	72	80	4	59	66	73	4
7. Little finger length	48	55	63	4	43	50	57	4
8. Thumb breadth (IPJ) <sup>a</sup>	20	23	26	2	17	19	21	2
9. Thumb thickness (IPJ)	19	22	24	2	15	18	20	2
10. Index finger breadth (PIPJ) <sup>b</sup>	19	21	23	1	16	18	20	1
11. Index finger thickness (PIPJ)	17	19	21	1	14	16	18	1
12. Hand breadth (metacarpal)	78	87	95	5	69	76	83	4
13. Hand breadth (across thumb)	97	105	114	5	84	92	99	5
14. Hand breadth (minimum) <sup>c</sup>	71	81	91	6	63	71	79	5
15. Hand thickness (metacarpal)	27	33	38	3	24	28	33	3
16. Hand thickness (including thumb)	44	51	58	4	40	45	50	3
17. Maximum grip diameter <sup>d</sup>	45	52	59	4	43	48	53	3
18. Maximum spread	178	206	234	17	165	190	215	15
19. Maximum functional spread <sup>e</sup>	122	142	162	12	109	127	145	11
20. Minimum square access <sup>f</sup>	57	67	77	6	51	59	66	5

<sup>a</sup> IPJ is the interphalangeal joint, i.e., the articulation between the two segments of the thumb.  
<sup>b</sup> PIPJ is the proximal interphalangeal joint, i.e., the finger articulation nearest to the hand.  
<sup>c</sup> As for dimension 12, except that the palm is contracted to make it as narrow as possible.  
<sup>d</sup> Measured by sliding the hand down a graduated cone until the thumb and middle fingers only touch.  
<sup>e</sup> Measured by gripping a flat wooden wedge with the tip end segments of the thumb and ring fingers.  
<sup>f</sup> The side of the smallest equal-sided aperture through which the hand will pass.

(Pheasant, S. 2006)

Anexo 5

Medidas antropométricas útiles para la creación de herramientas.



(Yunis A. 2004)

En donde los números representan y se miden de la siguiente manera:

- 1) Longitud máxima de la mano: medido desde el pliegue más distal y palmar de la muñeca, hasta el extremo distal de la tercera falange.

- 2) Longitud de la mano o longitud palmar: desde el pliegue más distal y palmar de la muñeca hasta la una línea proyectada desde el pliegue más proximal de la segunda falange.
- 3) Ancho de la mano: distancia entre las cabezas del segundo y quinto metacarpiano desde su zona más lateral.
- 4) Ancho máximo de la mano: distancia entre la cabeza del quinto metacarpiano por lateral hasta cabeza del primer metacarpiano por lateral.
- 5) Espesor de la mano: Se mide con la mano desde una proyección lateral y es la distancia que se comprende entre una línea proyectada desde la cabeza del segundo metacarpiano por palmar, hasta una línea proyectada del segundo metacarpiano por dorsal.
- 6) Diámetro de agarre: Se toma el diámetro máximo de agarre solicitado en una estructura cónica entre la primera y tercera falange.
- 7) Circunferencia máxima de la mano: Se registra rodeando la muñeca en torno a la cabeza del primer metacarpiano pasando por la eminencia hipotenar.
- 8) Circunferencia de la mano: Se registra rodeando la mano a modo de perímetro pasando por la cabeza del quinto metacarpiano siendo como punto de partida y término algún punto en la cabeza del segundo metacarpiano.
- 9) Longitud de las falanges: Se miden por la cara dorsal de la mano con las falanges flexionadas en  $90^\circ$  y se mide la distancia entre la cabeza del metacarpiano correspondiente y el extremo de la misma falange.

Anexo 6

Progresión temporal de TME Lumbares.  
Teoría progresión TME.

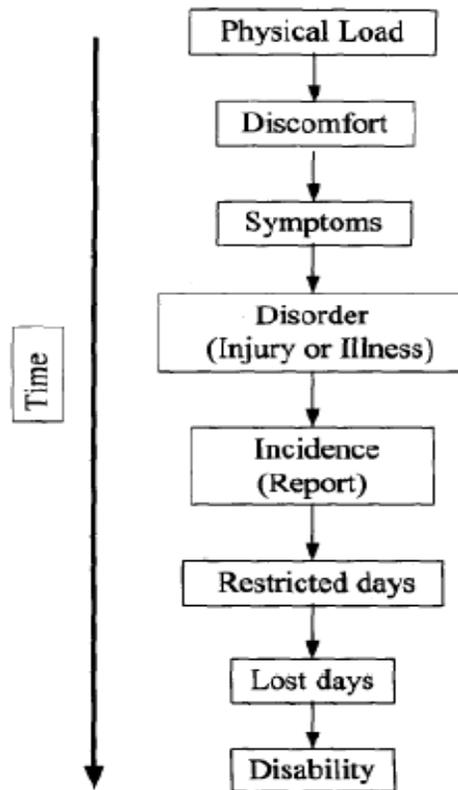
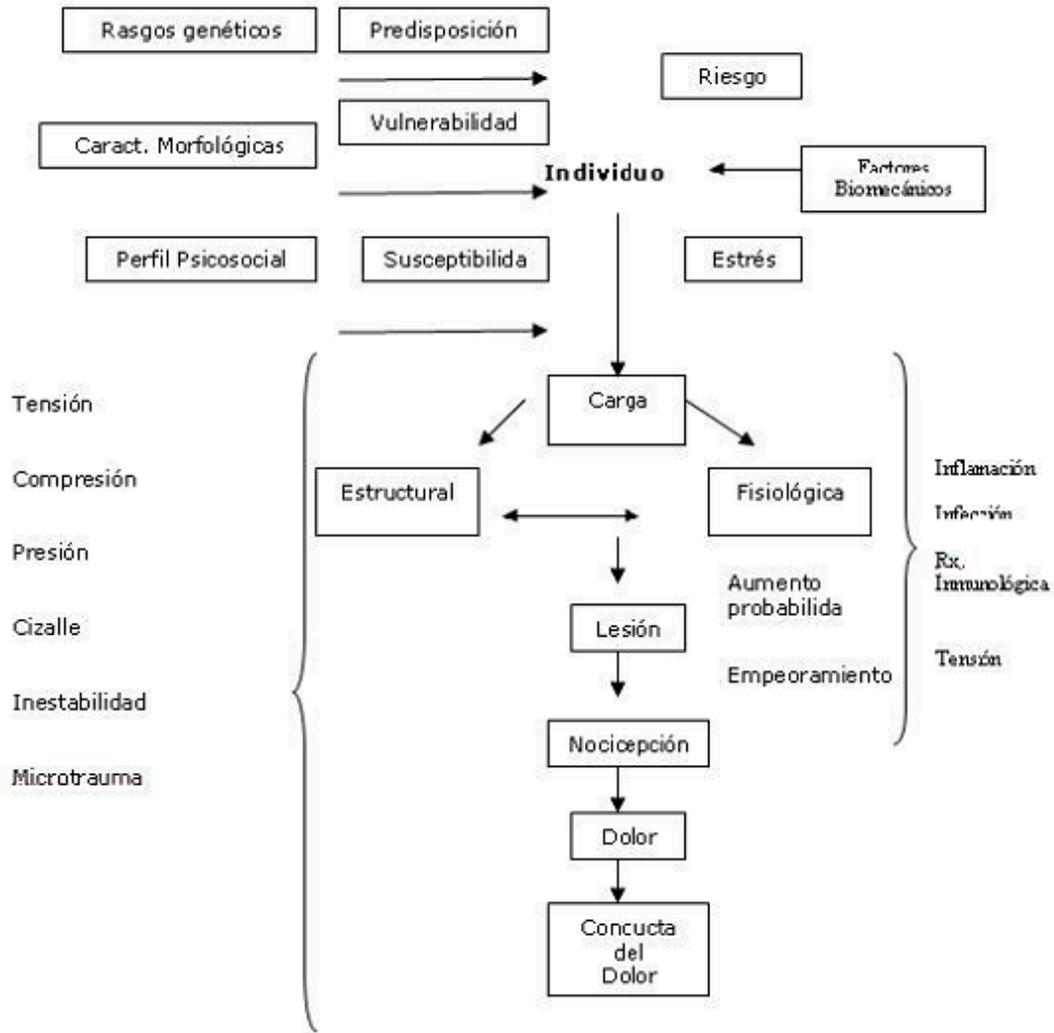


Figure 1. Time progression of low back disorders.

(Ferguson, S.1997)

Anexo 7

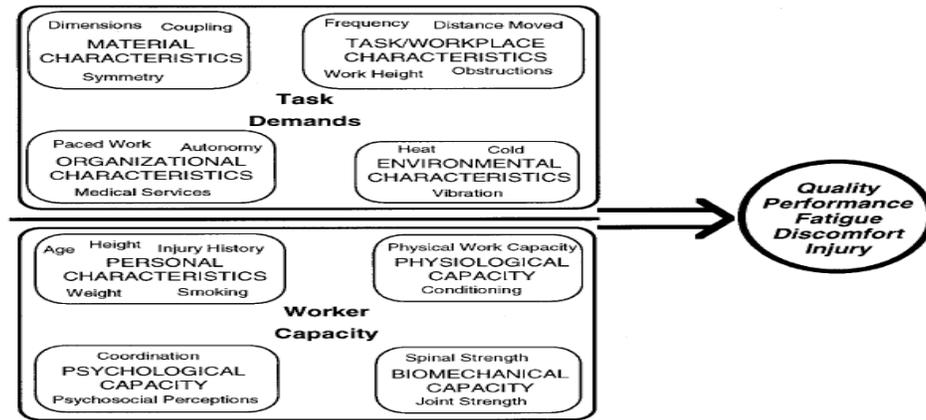
Teoría de Ocurrencia de lesión



Kummar 1999

*Anexo 8*

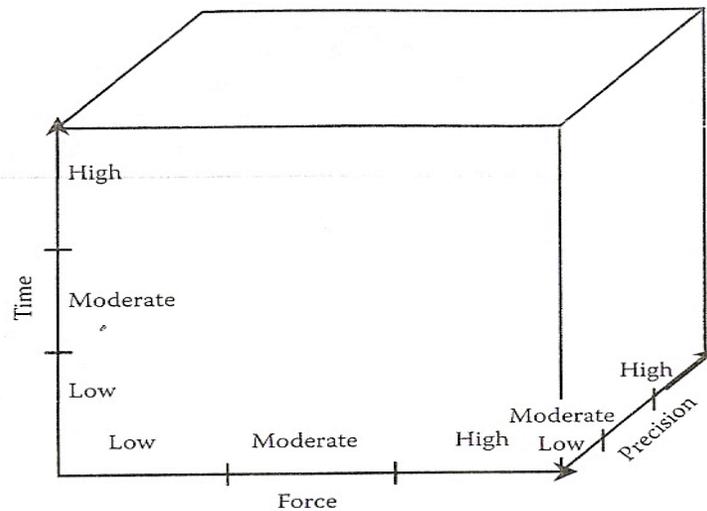
Factores primarios que afectan el desempeño de una tarea y factores potenciales de lesiones



Dempsey 1998

*Anexo 9*

Cubo modelo para clasificar las herramientas manuales.



Anexo 9: Forma en como se relacionan 3 factores fundamentales que repercuten en la carga musculoesquelética durante tareas que comprenden la utilización de herramientas manuales.

Sperling, L. 1993

Santiago \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2010.

Yo \_\_\_\_\_ RUT \_\_\_\_\_ he sido invitado a participar de manera voluntaria en el proyecto de investigación patentado por la escuela de kinesiología de la Universidad de Chile llamado: Herramientas Manuales; Medición de parámetros ergonómicos involucrados en la construcción de herramientas, a realizarse en funcionarios del área de mantención de la FMUCH, HCUCH, CHSJ y Hospital Roberto del Río, cuyos autores responsables son Nicolás Cubillos Mariángel y Oscar Medina Silva (Ambos alumnos regulares de la carrera de Kinesiología de la Universidad de Chile) y que contará como director y supervisor del proyecto al Docente y Kinesiólogo Eduardo Cerda Díaz .

Este proyecto tiene como objetivo general Describir el desarrollo de fuerza de prensión digito-palmar (agarre) en distintas distancias de agarre, analizar su relación y describir parámetros antropométricos en sujetos que trabajan en el área de mantención.

Se me realizarán una prueba de fuerza muscular con un dinamómetro en distintas posiciones. Además de esto se me tomará un negativo del contorno de mi mano dominante y se me medirán algunos perímetros de la misma.

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 declaro no haber tenido trastornos músculo esqueléticos en los últimos doce meses.

He comprendido, conversado y aclarado mis dudas con los investigadores responsables. Ante cualquier duda que surja durante la investigación, la persona responsable de entregarme información será el Kinesiólogo Eduardo Cerda Díaz, docente de la Escuela de Kinesiología de la Universidad de Chile, cuyo teléfono es el 94389706.

-----  
Firma

## *Anexo 11*

### **Dinamómetro hidráulico de mano Dynatronics**

Corresponde a un instrumento creado para la medición de fuerza de prensión. El dinamómetro hidráulico de mano de jamar da una medición exacta de la fuerza de agarre sin que el paciente tenga la sensación de que está moviendo el asa. Presenta una escala de doble lectura que señala la fuerza ejercida durante una prensión isométrica de mano. Esta escala marca desde las 0 a las 200 lbs (de 0 a 90 kg). Este dinamómetro presenta una aguja que se mantiene marcando la máxima fuerza realizada durante la prensión isométrica hasta que mediante una pieza se lleve a cero manualmente. Posee mango que se ajusta fácilmente a cinco posiciones de agarre de  $1\frac{3}{8}$ "-  $3\frac{3}{8}$ ", en incrementos de media pulgada con el fin de ajustarse a diferentes tamaños de manos o medir la fuerza ejercida en diferentes posiciones.



*Anexo 12*



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

**Fecha:**

**Recinto:**

**Nombre:**

**Edad:**

**Ocupación:**

**Teléfono:**

**Mail/fono:**

**Dominancia:**

<b>Distancia/Fuerza</b>	<b>Fuerza realizada en KG F</b>
Distancia 1	
Distancia 2	
Distancia 3	
Distancia 4	
Distancia 5	

<i>Sujeto / Dimensiones antropométricas</i>	longitud de la mano	longitud máxima de la mano	Ancho de la mano	Ancho máximo de la mano	Diámetro de agarre	Espesor de la mano	Circunferencia de la mano	Circunferencia máxima de la mano	Longitud de las falanges	Masa Corporal

***OBSERVACIONES***

*Anexo 13*

