

2015

# Terapia ocupacional : estandarización de fuerza de flexión, extensión y abducción de hombro en una población de la ciudad de Mar del Plata

Gil, Rocío Evangelina

Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias de la Salud y Trabajo Social

---

<http://200.0.183.227:8080/xmlui/handle/123456789/291>

*Downloaded from DSpace Repository, DSpace Institution's institutional repository*

*Terapia Ocupacional: estandarización de fuerza de flexión, extensión y abducción de hombro en una población de la ciudad de Mar del Plata.*

Universidad Nacional de Mar del Plata

Tesis presentada en la Facultad de Ciencias de la Salud y Servicio social para optar al título de Licenciada en Terapia Ocupacional.

Autor: Gil, Rocío Evangelina

Mar del Plata

Buenos Aires

Argentina.

Año 2015.

## Agradecimientos

Este camino que logro hoy finalizar fue largo y de mucho trabajo, pero no hubiera sido posible por todas y cada una de las personas que de una u otra manera me han acompañado, no lo hubiera logrado.

En primer lugar a mis padres que me dieron alas y siempre, siempre confiaron en mí brindándome todo su amor.

A mis hermanos que nunca dejaron de alentarme para que siga adelante, y un gracias especial para uno de los regalos más bellos que ellos me han dado, que son mis preciosos sobrinos.

Gracias a mis amigas de toda la vida y a las que encontré a lo largo de este recorrido, por su apoyo incondicional.

Gracias infinitas a mis amores, mi marido Alejandro y a mí precioso hijo Benjamín por su gran amor, ya que si no hubieran estado frente a mí, confirmándome que sí lo lograría, hubiera sido muy difícil.

Y finalmente gracias a todos los que colaboraron con esta investigación, Lic. Rosanna De Falco por su acompañamiento, a los Ingenieros Álvaro Estévez, Aníbal Márquez y al Lic. Jorge Schroh por su colaboración, especialmente a la Lic. Ana Paula Cirese por ser amiga y estar a mí disposición siempre que la necesite, ayudándome. Gracias a la enorme y desinteresada colaboración de la Dra. Clotilde Úbeda, por ser tan amable y estar siempre tan dispuesta.

A todos ellos que están a mí lado y a los que ya no están, SIMPLEMENTE

GRACIAS!!!!

Directora:

Rosanna De Falco Lic. T.O.

Firma:.....

Autora:

Gil, Rocío Evangelina

Firma:.....

DNI

## **Índice:**

1. Introducción.....	3
2. Estado de Situación Actual.....	5
2.1. Origen y motivación de la investigación.....	10
3. Marco Teórico	
3.1. Anatomía y Biomecánica del hombro.....	13
3.1.1. El hombro y su conformación.....	13
3.1.2. Medios de Unión: articulaciones y ligamentos.....	15
3.1.3. Músculos que unen la cintura escapular al tronco y humero.....	16
3.1.4. Estudio funcional de las articulaciones del Hombro.....	18
3.1.5. Acción de los Músculos.....	20
3.1.6. Movimientos Principales del Hombros.....	23
3.1.6.1 Flexoextensión.....	23
3.1.6.2 Abducción.....	25
3.1.7 Acción Muscular.....	26
3.2 Fuerza Muscular.....	27
3.2.1 Tipos de Fuerza.....	28
3.2.2 Factores condicionantes de la fuerza.....	29
3.2.3 Métodos de valoración de la fuerza.....	31
3.2.4 Planos y Ejes.....	33
3.2.5 Palancas.....	35
3.3 Concepto de Dinamómetro.....	37
4. Aspectos Metodológicos.....	42
4.1. Tema.....	42
4.2. Problema.....	42
4.3. Objetivo General.....	42
4.4. Objetivos Específicos.....	42
4.5. Variables de estudio.....	43
4.6. Variables intervinientes.....	44
4.7. Dimensionamiento.....	50
4.8. Enfoque y tipo de estudio.....	51
4.9. Universo de estudio.....	51
4.10. Método de selección de la muestra.....	51
4.11. Criterio de selección de la muestra.....	52
4.12. Muestra.....	52
4.13. Técnica de recolección de datos.....	53
4.14. Técnica de medición.....	53
5. Resultados.....	59
6. Limitaciones del estudio.....	81
7. Conclusiones.....	81
8. Bibliografía.....	84
9. Anexos: Cuestionario, Hoja de registro, consentimiento informado y autorizaciones.	

## **1. Introducción**

Las pruebas de fuerza muscular brindan importante información tanto para el diagnóstico, pronóstico, como también para el tratamiento de las diferentes afecciones que puedan presentarse en el miembro superior. Las evaluaciones de fuerza muscular que hasta el momento se han utilizado, se basan fundamentalmente en métodos manuales, esto genera que los resultados obtenidos no sean totalmente objetivos, ya que depende en su mayoría de la subjetividad del evaluador.

En el año 2009 se lleva a cabo una investigación donde se diseña el Dinamómetro de Hombro y Codo, desarrollado en conjunto por profesionales de las facultades de Ingeniería y Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

La presente investigación formará parte del mencionado trabajo, ya que es indispensable para la puesta en práctica del instrumento diseñado, la validación del mismo.

En el contexto aquí planteado y teniendo en cuenta la importancia que reviste en un sujeto, la indemnidad de los miembros superiores para desarrollarse en la vida cotidiana, es que la finalidad de esta investigación es evaluar de forma objetiva la fuerza muscular de hombro.

Al no existir precedente de este dispositivo, es importante destacar que los aportes que dicho instrumento brindará al campo de la Terapia Ocupacional, serán de suma importancia, ya que complementará la evaluación de los segmentos corporales mencionados, logrando de forma más certera un diagnóstico, como así también el seguimiento y control de los tratamientos de las patologías de la fuerza muscular.

El objetivo de la presente investigación es la validación del Dinamómetro, para tal fin es necesario obtener y estandarizar los valores normales de la flexión, extensión y

abducción de hombro en sujetos sanos, adultos y de ambos sexos, mayores de 19 años de edad de una población de la ciudad de Mar del Plata.

## 2. Estado de Situación actual

Luego de haber realizado una amplia búsqueda bibliográfica, en lugares tales como, Biblioteca Centro Médico-Mar del Plata, Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Biblioteca del Hospital Privado de Comunidad, y diferentes bases de datos científicas como por ejemplo Scielo, ElSevier, Medline Plus, en donde no se ha encontrado información suficiente en relación a la temática a investigar. Si bien existen investigaciones sobre el uso de dinamometría en otros segmentos articulares como codo y mano, específicamente en el complejo articular del hombro, los estudios realizados son muy escasos.

La tesis doctoral "Aportaciones al conocimiento electromiográfico y dinamométrico de la flexo/extensión de codo" realizada en abril del 2013, en Murcia, España, tuvo como objetivo general realizar aportaciones al conocimiento dinamométrico y electromiográfico de la articulación del codo. Se analizó la fuerza isométrica máxima y su variabilidad inter e intraobservador, así como el comportamiento electromiográfico de bíceps y tríceps en diferentes ejercicios dinámicos sobre una población de 23 sujetos sanos. También se determinó en dicho estudio la influencia del género y de la dominancia. Se utilizó el medidor de fuerza isométrica MicroFET3 (Hoggan Health Industries, Inc., Draper, UT) de mediciones entre 3,6-890 N; y cinchas para estabilizar el dinamómetro y ayudar a ofrecer la resistencia. Los resultados de las mediciones dinamométricas mostraron valores más altos de fuerza isométrica en los varones, observándose una alta correlación con la talla y el peso corporal. Un coeficiente de correlación intraclase de 0.71 en todas las mediciones demostró la fiabilidad y



reproductibilidad de este método a 90° de flexión. No se encontraron diferencias en cuanto a la lateralidad.<sup>1</sup>

En el año 2005, se realizó una tesis en Chile con el objetivo de determinar la variabilidad de la fuerza de puño en ambas manos en hombres y mujeres entre 20 y 70 años, a través de mediciones dinamométricas, y así, registrar la fuerza normal de puño para personas sanas en este rango de edad. El estudio incluyó 839 sujetos libres de patologías, la evaluación también incluyó en medir el ancho y el largo de la mano para determinar la relación existente entre estas variables y la fuerza de puño. Se utilizó para la evaluación el Dinamómetro Jamar. Los resultados arrojados fueron que la variabilidad de la fuerza de puño de las mujeres es menor que la de los hombres en ambas manos y tanto para el largo como para el ancho se encontró una correlación directa con la fuerza puño<sup>2</sup>.

En el 2005, la tesis de grado realizada por los Lic. en Terapia Ocupacional Juliana Ramella y Diego Lateana titulada "Terapia Ocupacional: Estandarización de la fuerza de puño y pinza de la población en la ciudad de Mar del Plata", cuya muestra fue la población sana, de la ciudad de Mar del Plata, comprendida de 209 varones y 405 mujeres de edades entre los 20 y 94 años. Dicha investigación analizó los datos según su dominancia, sexo, edad y rol laboral. Los datos obtenidos fueron acordes a la literatura internacional.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> **García Vidal, J. A.** "Aportaciones al conocimiento electromiográfico y dinamométrico de la flexo/extensión de codo", Instituto Universitario de Investigación en Envejecimiento, Facultad de medicina, Universidad de Murcia, 2013.

<sup>2</sup> **Manh Arteaga, J. y Romero Dapuerto, P.** "Evaluación de la fuerza de puño en sujetos adultos sanos mayores de 20 años de la región metropolitana". Santiago de Chile : Universidad de Chile, 2005.

<sup>3</sup> **Lateana D. y Ramella J.** "Terapia Ocupacional: Estandarización de la fuerza de puño y pinza de la población en la ciudad de Mar del Plata" Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Mar del Plata. 2005.

El estudio llamado "Valores normales y límites de la normalidad de la fuerza de mano determinados con dinamometría", fue realizado en Madrid, en 2004, con el objetivo de establecer valores normales y puntos de corte de la dinamometría. Fueron evaluados 517 voluntarios (267 hombres y 229 mujeres) con edades comprendidas entre 17 y 97 años. Se analizaron los resultados según edad, sexo, peso, altura y miembro dominante. Estableciendo los valores límites de la normalidad según género y edad. Como resultado se encontró que los valores normales de la dinamometría deben estratificarse por sexo y edad ya que la fuerza de la mano es menor en mujeres y varía con la edad disminuyendo a partir de la séptima década<sup>4</sup>.

El siguiente estudio fue desarrollado en Brasil en el año 1998. Participaron 800 personas de ambos sexos y se les evaluó la fuerza de prensión palmar que fue medida con un dinamómetro Jamar de la siguiente manera: las personas sentadas con hombro aducido con flexión de codo a 90° y muñeca en posición neutra, se registraron 3 mediciones dando 1 minuto de descanso por cada medición, alternando el lado dominante y el lado no dominante y de anota el mayor valor. Con los datos obtenidos se correlacionaron las variables que propuso el estudio que fueron: edad, sexo y mano dominante y los resultados fueron dados por análisis estadísticos. Los autores llegaron a la conclusión de que la fuerza de prensión palmar es significativamente mayor en los hombres en comparación con las mujeres en todos los grupos de edad y en ambas manos (dominante y no dominante), el lado dominante es más fuerte que el lado no dominante en ambos sexos en todas las edades<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Luna Heredia, E., Martín Peña, G. y Ruiz Galiana, J. "Valores normales y límites de la normalidad de la fuerza de la mano determinados con dinamometría". Madrid : Nutricion Hospitalaria, 2004.

<sup>5</sup> Caporrino, F. A., y otros. "Estudo populacional da força de preensão palmar com dinamómetro Jamar". Brasil : Brasil Ortop, 1998. 33 (2): pp150-154.

El estudio realizado en Milwaukee, USA en el año 1985, sentó precedente en cuanto al hecho de cuantificar la fuerza de puño en adultos con edades comprendidas entre 20 a 75 años y más. La población evaluada fue de 310 hombres y 328 mujeres. En el estudio se utilizó el dinamómetro para medir la fuerza de agarre y una medida de pinza, se realizaron cuatro pruebas de fuerza de la mano, para desarrollarla investigación. Los datos de la mano derecha y de la mano izquierda fueron estratificados en 12 categorías de edad para ambos sexos. Los resultados del estudio mostraron que la fuerza de agarre es mayor en las edades comprendidas entre los 25 y 39 años y que hay una disminución a partir de los 60 a 79 años. La comparación de la fuerza media de la mano dominante derecha y mano dominante izquierda mostró diferencias mínimas<sup>6</sup>.

Los estudios descriptos anteriormente, demuestran la existencia de numerosas investigaciones, cuyo objetivo ha sido la evaluación de la fuerza en diferentes segmentos articulares; a continuación se expondrán investigaciones en donde el hombro constituye la articulación estudiada, por lo tanto brindan el sustento y la justificación a la investigación que se pretende desarrollar.

Un estudio realizado en el año 2002 denominado "Evaluación de la sinceridad del esfuerzo en el hombro mediante dinamometría isocinética" se llevó a cabo en Zaragoza España. El mismo aplicó un protocolo de evaluación de la fuerza muscular del hombro a 14 personas de edad media. En su mayoría trabajadores manuales y en los cuales existía predominantemente lesiones en partes blandas. Dicho protocolo comprende la determinación de los momentos de fuerza máximos de ambos hombros en rotaciones, abducción y flexoextensión a diferentes velocidades y dos modalidades

---

<sup>6</sup> **Mathiowetz V., Weber K., Volland G., Kashman N.** "Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations". 9(2):222-6., s.l. : Journal of Hand Surgery, 1984

de contracción (concéntrica y excéntrica) como así también indica el índice de colaboración del paciente en la realización de la prueba.

A través de los resultados obtenidos se ha concluido que la dinamometría isocinética del hombro con un protocolo que incluya mediciones concéntricas y excéntricas a diferentes velocidades, es un instrumento seguro y objetivo ya que permite definir de manera precisa y exhaustiva los déficits musculares de los pacientes en los que se apreció buena colaboración.<sup>7</sup>

El estudio llamado “Determinación de la normalidad mediante evaluación isocinética de la musculatura del complejo articular del hombro” utilizó una muestra de 50 personas con edades comprendidas entre 18 y 47 años, elegidas al azar entre alumnos, personal docente y no docente de la Escuela Universitaria de Fisioterapia de la ONCE Universidad Autónoma de Madrid. La única condición para participar de la investigación era la ausencia de cualquier tipo de patología o antecedente patológico en el miembro a evaluar. Las pruebas se llevaron a cabo en el miembro dominante de los participantes. El material empleado fue el dinamómetro isocinético LIDO ACTIVE MULTIJOINT II.

Las pruebas se realizaron en base a dos movimientos distintos: flexión/abducción, extensión/aducción en posición de decúbito supino y rotación externa-rotación interna con el brazo en 45° de abducción también en posición supina. Cada una de las pruebas constaba de cuatro ejercicios de contracción isocinética concéntrica a diferentes velocidades. Los resultados hicieron referencia al ángulo en el que se alcanza el pico máximo de fuerza, respecto al movimiento de flexión/abducción. Se concluyó que a medida que aumenta la velocidad de la prueba, el ángulo en el que se

---

<sup>7</sup>J.Chaler, R. Garreta, A. Alcázar, M. A. Abril, C. Unyó, E. Pujol y J.A Ramos. Evaluación de la sinceridad del esfuerzo en el hombro mediante dinamometría isocinética. España 2002.

alcanza el pico de fuerza disminuye. A mayor velocidad en la ejecución de las pruebas, la musculatura efectora alcanza precozmente el pico de fuerza.<sup>8</sup>

## 2.1 Orígenes y motivación de la presente investigación:

Los trabajos que se mencionan a continuación son los que sientan los fundamentos, tanto teóricos como prácticos para el desarrollo de la investigación que se llevará a cabo.

En el año 2009 se desarrolla el estudio denominado “Diseño de un dinamómetro para la evaluación objetiva de los músculos motores del brazo”, esta presentación estuvo a cargo de un grupo de investigación conformado por profesionales de la salud y de ingeniería; los responsables de dicho proyecto son Bizio, L.; Cisilio, A.; De Falco, R.; Gutiérrez, G.; Marquez, A. y Porro, S., la mencionada investigación fue financiada por el proyecto PICT 12-14114 “Biomecánica del Miembro Superior” de la Agencia Nacional de Promoción Científica de la República Argentina y Tecnológica y el Proyecto ING15G/168 de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Este trabajo propone diseñar un dispositivo que sirva para valorar en forma objetiva las fuerzas musculares del miembro superior.

Se trata de un dispositivo totalmente pasivo diseñado para medir la fuerza muscular de los cinco músculos motores principales del brazo. Este dispositivo es en esencia una balanza electrónica orientable con la posibilidad de registrar la posición de los sensores para tener repetitividad en las mediciones.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup>A.B. Varas de la Fuente, I. González Secunza. Determinación de la normalidad mediante evaluación isocinetica de la musculatura del complejo articular del hombro.

<sup>9</sup>L. Bisio, G. Gutierrez, A. Marquez, R. De Falco, S. Porro, A. P. Cisilino. “Diseño de un dinamómetro para la evaluación objetiva de los músculos motores del brazo”. Santiago: Revista Chilena de Terapia ocupacional,2008

Basándose en la investigación anterior se desarrolla la Tesis de grado para optar al título de Licenciatura en Terapia Ocupacional, denominada “Protocolo de uso del dinamómetro de hombro y codo”, la misma fue desarrollada por Ducos Ruiz, L; Fontán, M. N.; Saugar, M.S. en el año 2012. Esta investigación hace referencia a cuáles son los requerimientos para el uso del dinamómetro de hombro y codo, como así también describe el posicionamiento del evaluador, del evaluado, del dinamómetro y las órdenes verbales que se utilizaran para desarrollar la medición de la fuerza.<sup>10</sup>

Posterior a este desarrollo y participando del trabajo iniciado por dichos profesionales se lleva a cabo en el año 2013 la Tesis de grado “Terapia Ocupacional: estandarización de fuerza de flexión y extensión de codo en una población de la ciudad de Mar del Plata” cuyo autor es Jorge Daniel Schroh,

El aporte de esta última investigación fue la obtención de los valores normales de fuerza de flexión - extensión de codo en personas sanas de ambos sexos, mayores de 19 años de edad de la ciudad de Mar del Plata, realizando pruebas con el dinamómetro de miembro superior mencionado anteriormente.

Respecto a los resultados obtenidos del estudio, se concluyó que: la fuerza isométrica del bíceps es mayor que la del tríceps en la mayoría de las situaciones. En cuanto a la lateralidad, no hay diferencias significativas respecto al miembro no dominante. Respecto al sexo, se encontró promedios de fuerza superiores en los hombres. En relación al rol laboral y la frecuencia de uso, se pudo inferir que actividades laborales que implican mayor actividad física, se diferenciaron con personas con roles más

---

<sup>10</sup>Ducos Ruiz, L.; Fontán, M.N.; Saugar, M.S. “Protocolo de uso del dinamómetro de Hombro y Codo” Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Mar del Plata, 2012.

sedentarios. En cuanto a la edad, no se observó una caída significativa en los promedios de fuerza. <sup>11</sup>

Las investigaciones antes mencionadas, son supervisadas y dirigidas por los profesionales responsables del proyecto.

---

<sup>11</sup>**Schroh, J.D.**; “Terapia Ocupacional: estandarización de fuerza de flexión y extensión de codo en una población de la ciudad de Mar del Plata”, Facultad de ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Mar del Plata, 2013.

## 3 Marco Teórico

### 3.1 Anatomía y Biomecánica del hombro

#### 3.1.1 El hombro, su conformación.

El hombro es la articulación proximal del miembro superior, es la más móvil de todas las articulaciones del cuerpo humano.

El hombro o cintura escapular une el brazo al tórax, está compuesto por tres huesos, la escápula u omóplato por detrás, la clavícula por delante y el húmero que pende a lo largo del cuerpo. Estos huesos están relacionados entre sí con el esternón y el tórax.

El complejo articular del hombro está conformado por cinco articulaciones, las cuales funcionan simultáneamente conformando dicho complejo, las mismas son las articulaciones esternoclavicular, acromioclaviular, escapulohumeral, subdeltoidea y escapulotorácica.

Posee tres grados de libertad, lo que permite orientar al miembro superior en relación a los tres planos del espacio a través de los tres ejes.

#### Complejo Articular del Hombro

Este complejo, como se mencionó anteriormente está conformado por cinco articulaciones, las mismas se clasifican en dos grupos:

#### -Primer Grupo:

\*Articulación escapulohumeral: desde el punto de vista anatómico es una verdadera articulación y es la más importante y principal del grupo.

\*Articulación subdeltoidea: desde el punto de vista anatómico no es una verdadera articulación, pero fisiológicamente hablando si lo es, ya que hay dos superficies



articulares que se deslizan entre sí. Dicha articulación esta mecánicamente unida a la articulación escapulohumeral.

-Segundo Grupo:

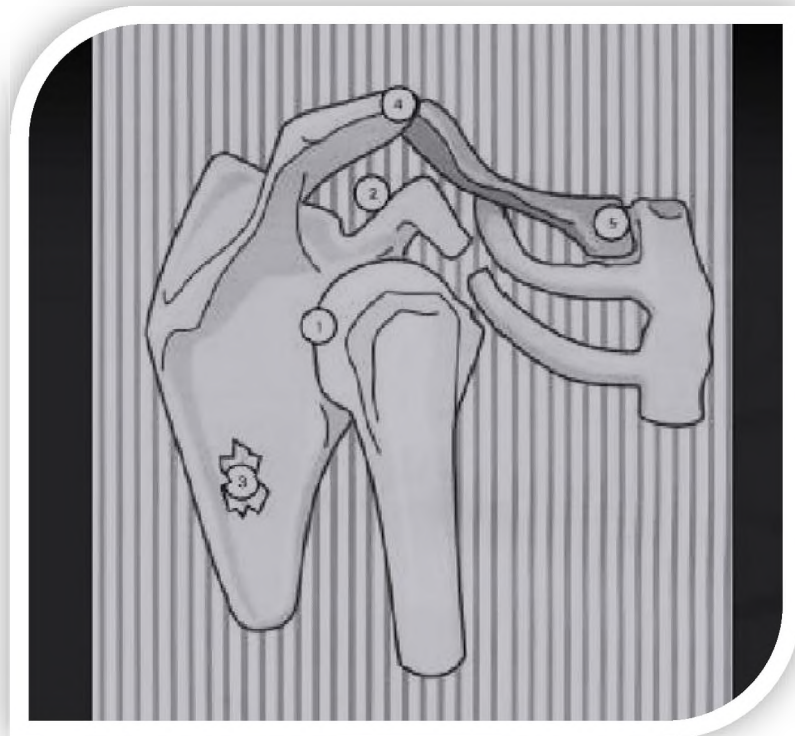
\*Articulación Escapulotorácica: la misma se trata de una articulación fisiológica y no verdadera anatómicamente. Es la más importante del grupo y actúa gracias a la unión mecánica de las otras dos articulaciones.

\*Articulación Acromioclaviular, verdadera articulación.

\*Articulación Esternocostoclavicular, verdadera articulación. (Fig.1)

En la práctica estos dos grupos, es decir, las cinco articulaciones, funcionan simultáneamente según proporciones variables en el transcurso de los movimientos.<sup>12</sup>

Fig 1: Complejo articular del Hombro



<sup>12</sup>A.I. Kapandji "Fisiología Articular, esquemas comentados de mecánica humana" Madrid Médica Panamericana. 12

### 3.1. 2 Medios de unión

#### Articulaciones y Ligamentos:

-Acromioclaviar: sus superficies articulares están conformadas por, la parte anterior del acromion y extremidad externa de la clavícula.

Los ligamentos que unen esta articulación son, el acromioclavicular, que es quien refuerza a la capsula por arriba, y los ligamentos coracoclaviculares, que unen la base de la apófisis coracoides con la cara inferior de la clavícula, éstos ligamento se denominan trapezoide, conoide, y los ligamentos coracoclaviculares interno y externo.

-Escapulohumeral: en esta articulación la unión se produce por la cabeza del húmero y la cavidad glenoidea del omóplato. La congruencia de las superficies articulares, se produce por medio del rodete glenoideo ya que agranda la superficie de contacto.

Los ligamentos de esta articulación son los llamados glenohumerales, que provienen del rodete glenoideo, estos son tres, superior, medio e inferior. También se presenta el ligamento coracohumeral que proviene de la apófisis coracoides y el ligamento coracoglenoideo. Todos ellos refuerzan la cápsula articular. Sin olvidarnos de los músculos periarticulares.

Esternocostoclavicular: Sus superficies articulares están conformadas por la porción interna de la clavícula y la superficie esternocostal (esternón y primer cartílago costal). Unidas estas superficies por el ligamento costoclavicular, extendiéndose desde la cara superior de la primera costilla hasta la cara inferior de la clavícula y por el ligamento superior o esternoclavicular, recubierto por el ligamento interclavicular,

### **3.1.3 Músculos que unen la cintura escapular al tronco y al húmero**

La cintura escapular está unida al tronco de forma directa, por una sola articulación, la esternoclavicular. Pero existen músculos que aseguran el movimiento en esta articulación.

Se presentan aquellos músculos que unen:

-Tronco con Cintura escapular, los mismos son seis, ubicados en tres planos, el superficial, ocupado por el trapecio; el romboides y el elevador de la escapula en el plano medio y por último en el plano profundo se ubican el serrato anterior, pectoral menor y subclavio.

-Tronco al húmero, unidos por el dorsal ancho.

-Cintura escapular al hombro, estos músculos son ocho, el deltoides y el pectoral mayor, que se encuentran en el plano superficial y en el plano profundo son seis, subescapular, supraespinoso, infraespinoso, redondo mayor y menor, por último el coracobraquial.

Los tendones de los músculos periarticulares del hombro, aseguran la coaptación de las superficies articulares, encajan la cabeza humeral en la cavidad glenoidea, estos músculos van desde el omoplato al troquíter y al troquín en el húmero; intervienen como ligamentos activos de la articulación. Hacia arriba y atrás se disponen los tendones de los músculos supraespinoso, infraespinoso y redondo menor; hacia

adelante, se ubica el tendón del subescapular. Por último el tendón de la porción larga del bíceps que presenta la particularidad de estar situado por dentro de la cápsula.<sup>13</sup>

Los músculos longitudinales del brazo y de la cintura escapular, impiden, mediante la contracción que la cabeza humeral se luxa por debajo de la glenoide. Estos músculos son: porción corta del bíceps, el coracobraquial, la porción larga del tríceps, haces de deltoides y el haz clavicular del pectoral mayor.<sup>14</sup> (Fig N 2)



Fig N 2

<sup>13</sup> Rouvière H. Delmas A. "Anatomía Humana" Descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 3. 9a edición. Barcelona, Editorial Masson S.A 1991.40-56

<sup>14</sup> A.I. Kapandji "Fisiología Articular, esquemas comentados de mecánica humana" Madrid. Médica Panamericana. 44

### 3.1.4 Estudio funcional de las articulaciones del hombro:

#### Articulación Escapulohumeral

Esta articulación tiene las características de una enartrosis, posee tres ejes y tres grados de libertad. La misma está dotada de todos los movimientos, flexión, extensión, abducción y aducción, rotación interna y externa, por último el movimiento de circunducción. La articulación está rodeada por la cápsula articular y esta reforzada por:

-Ligamento Coracohumeral: formado por dos haces, troquiteriano, por detrás; y el troquiniano por delante; durante la extensión se evidencia una tensión predominante sobre el haz troquiniano. Durante la flexión de hombro predomina la tensión del haz troquiniano.

Al final de la flexión se produce una rotación interna, distendiendo los ligamentos coraco y glenohumerales, lo que posibilita una mayor amplitud del movimiento.

-Ligamento Glenohumeral: con sus tres haces, superior, medio e inferior; durante la abducción del hombro, se puede constatar cómo se tensan los haces medio e inferior de dicho ligamento, mientras que el haz superior y el ligamento coracohumeral se distienden. La tensión máxima de los ligamentos asociada a la mayor superficie de contacto posible de los cartílagos articulares, hacen de la abducción la posición de bloqueo del hombro. También limita el movimiento el impacto del troquíter contra la parte superior de la glenoide y del rodete cotoideo. La rotación externa desplaza el troquíter hacia atrás al final de la abducción y distiende ligeramente el haz inferior del ligamento glenohumeral.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup>A.I. Kapandji "Fisiología Articular, esquemas comentados de mecánica humana" Madrid Médica Panamericana.40-44

#### Articulación Esternocostoclavicular:

La misma sirve de eje a todos los movimientos desarrollados en relación con el tronco. La integridad de la clavícula es de suma importancia, permitiendo que los movimientos que produzca el brazo respecto al tórax, se efectúen con amplia libertad.

#### Articulación Acromioclaviular:

Aquí solo se producen movimientos de deslizamiento insignificantes. Estos movimientos permiten al omóplato desplazarse sobre la pared costal y así subir o bajar la cavidad glenoidea a través de la cual se eleva o desciende el hombro.

La función de los ligamentos coracoclaviculares: cuando se abre el ángulo formado por la clavícula y el omoplato, el ligamento conoide, se tensa y limita el movimiento; cuando este ángulo se cierra quien se tensa y limita el movimiento es el ligamento trapezoide.

Durante la abducción, se produce una apertura del ángulo omoclavicular, durante la flexión la apertura es menos acentuada, durante la extensión el mencionado ángulo se cierra.

#### Articulación Escapulotorácica:

Es la unión de huesos mediada por músculos, denominada sisarcosis. Desde el punto de vista funcional se asemeja a una articulación por planos de deslizamiento. Como se dijo anteriormente es una falsa articulación, son dos zonas de deslizamiento, zona omoserrática comprendida por atrás y por fuera por el omoplato que está cubierto por el músculo subescapular, por delante y por dentro el músculo serrato mayor, que se extiende desde el borde interno del omoplato hasta la pared antero lateral del tórax. Y la zona parietoserrática, conformada por dentro y por delante por las costillas y músculos intercostales, por atrás y por fuera el serrato mayor.

Es gracias a estos planos que la escapula puede elevarse, descender, desplazarse hacia adelante, atrás, lateralmente o medialmente.

#### Articulación Subdeltoidea:

El plano de deslizamiento subdeltoideo está constituido por el extremo superior del húmero, el manguito de los músculos periarticulares: supraespinoso, infraespinoso y redondo menor.

### **3.1.5 Acción de los músculos**

**Movimientos de la cintura escapular sobre el tórax:** en estos movimientos, el brazo se desplaza por sus conexiones con la escápula, pero el húmero no es solicitado por ninguna acción muscular.

-Elevación: movimiento hacia arriba. El conjunto clavícula-escápula está sometido a la acción de los fascículos superiores y medios del trapecio, a la del músculo elevador de la escápula y a las fibras del grupo inferior del serrato anterior. Este conjunto muscular, llevando hacia adelante el ángulo inferior de la escápula, eleva el ángulo superolateral del hueso. Este movimiento puede efectuarse sin esfuerzo (elevación de los hombros, por ejemplo) donde el trapecio actúa solo, o con esfuerzo, donde todos los músculos intervienen.

Proyección hacia adelante: es provocada sobre todo por el fascículo superior del pectoral mayor. La escápula se separa de la columna vertebral y queda aplicada contra el tórax gracias al serrato anterior.

Proyección hacia atrás: en este movimiento interviene el romboides, que aproxima la escápula a la columna, a los fascículos inferiores del trapecio, así como al dorsal ancho, que actúa por intermedio del húmero. El tono de estos músculos contribuye al

mantenimiento de los hombros en un plano transversal, favorable a los movimientos del brazo que se encuentra, así, “separado” del tronco.

**Movimientos del brazo sobre el hombro:** la variedad de estos movimientos explica el número importante de músculos que intervienen en ellos. El más complejo de estos movimientos es el de elevación, adelante y lateral sobre todo. Se estudiarán enseguida los movimientos de descenso y de aducción, y finalmente, los de rotación.

Elevación: desde el punto de vista articular, se efectúan por el contacto humeroglenoideo. El brazo puede ser llevado fácilmente a la vertical, lo que implica un desplazamiento de la escápula y de la clavícula. Este desplazamiento es simultáneo: el húmero se desplaza hacia arriba y la clavícula y la escápula hacen lo mismo, pero el movimiento de estos dos últimos huesos es complejo:

- La clavícula se eleva, pero gira igualmente de adelante hacia atrás.
- La escápula hace un movimiento de balanceo, que desplaza su ángulo inferior hacia adelante y lateralmente, su ángulo superolateral hacia arriba, mientras que el ángulo superomedial queda fijo o desciende ligeramente.

Los músculos que se ponen en juego son:

- Para la articulación glenohumeral, el deltoides y el supraespinoso.
- Para la articulación escapulotorácica: el fascículo superior del trapecio y, sobre todo, el serrato anterior, que aplica a la escápula contra el tórax, pero asegura el movimiento de oscilación gracias a los fascículos del grupo inferior.

El movimiento de elevación del brazo puede efectuarse en diversos planos: hacia adelante, lateral o hacia atrás. Este último está limitado por el contacto glenohumeral, pero lo ayuda la rotación lateral del húmero y la retropulsión de la escápula. Los diversos fascículos del deltoides intervienen de manera diferente según el plano de elevación del brazo.

Movimientos de descenso y de aducción: el peso del brazo es suficiente, fuera de todo esfuerzo, para llevarlo de la posición vertical en elevación a su posición normal,



pendiendo a lo largo del cuerpo, pero este descenso puede efectuarse con mucha potencia, sobre todo cuando se efectúa de atrás hacia adelante. Dirigido de lateral a medial se denomina aducción, el cual puede llevar el brazo contra el tórax, pero también adelante o detrás de él.

Los músculos intervinientes son:

- El pectoral mayor: mueve el brazo hacia una aducción muy potente, llevándolo hacia adelante del tórax.
- El dorsal ancho: igualmente muy potente, dirige el brazo detrás del tronco.
- El redondo mayor: tracciona sobre el húmero y actúa en sinergia con el romboides, que conduce la escápula hacia atrás y medialmente.
- La cabeza larga del tríceps braquial y el coracobraquial: actúan especialmente como fijadores del húmero contra la cavidad glenoidea en el curso de este movimiento.
- Los fascículos posteriores del deltoides: participan cuando el brazo desciende a partir de la vertical.

Movimientos de rotación: pueden efectuarse en todas las posiciones del brazo. De la extrema rotación lateral a la extrema rotación medial, el movimiento sobrepasa los 180°.

Los rotadores laterales son el redondo menor y el infraespinoso, relativamente poco potentes.

Los rotadores mediales son el subescapular, que actúa íntimamente con la articulación, el dorsal ancho, el pectoral mayor y el redondo mayor, insertados en el surco intertubercular, aumentan la potencia de este movimiento.

La rotación del húmero se pone continuamente en acción en los movimientos del miembro superior. Aumenta la amplitud de la pronosupinación del antebrazo y contribuye a facilitar y a dar precisión a los movimientos de la mano.

De estas consideraciones anatomofisiológicas, pueden extraerse numerosas deducciones relativas a las sinergias musculares y articulares, así como datos para las reglas del examen clínico del conjunto escapulo humeral.

Sinergias articulares y musculares: se ha visto que la mayor parte de los movimientos del brazo (exceptuados los de rotación) supone una acción simultánea de la cintura escapular. En esta acción intervienen no sólo los músculos activos sino también todos los músculos fijadores de la cintura escapular.<sup>16</sup>

### **3.1.6 Movimientos principales del hombro.**

Como se mencionó anteriormente, el hombro es responsable de una amplia gama de movimientos, flexión y extensión, desarrollados en el eje transversal, abducción y aducción, en el eje anteroposterior, rotación interna y externa ejecutada a través del eje longitudinal del húmero, como así también la flexión y extensión en el plano horizontal desarrollado sobre el eje vertical. Sin olvidarnos de la circunducción que es la combinación de los movimientos señalados anteriormente.

A continuación, se hará solo mención a los movimientos que interesan a la investigación a desarrollar.

#### **3.1.6.1 Flexoextensión:**

Los movimientos de flexoextensión se efectúan en el plano sagital en torno a un eje transversal.

-Extensión: movimiento de poca amplitud 45 a 50°.

Según la articulación que participe en este movimiento serán los músculos actuantes. Cuando la articulación que interviene es la escapulo humeral, los músculos que participan son: deltoides posterior (motor primario), redondo mayor, redondo menor y

---

<sup>16</sup> Ducos Ruiz, L.; Fontán, M,N.; Saugar, M.S. "Protocolo de uso del dinamómetro de Hombro y Codo" Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Mar del Plata, 2012.

dorsal ancho. Cuando la articulación escapulotorácica participa por la aducción de la escapula, los músculos intervinientes son: romboides, trapecio medio y dorsal ancho.

-Flexión: movimiento de gran amplitud, 180°, la misma posición de flexión a 180° puede definirse también como una abducción de 180°, próxima a la rotación longitudinal.

Existen tres fases en la flexión: (Fig. N° 3)

- ❖ Primera fase que va de 0° a 50-60°, los músculos motores son el haz anterior del deltoides (músculo motor primario), el coracobraquial y el haz clavicular del pectoral mayor.
- ❖ Segunda fase de 60° a 120° grados, aquí participa la cintura escapular y los músculos actuantes son el trapecio y el serrato mayor.
- ❖ Tercera fase de 120° a 180°, aquí es necesaria la intervención del raquis. Los músculos intervinientes son: deltoides, supraespinoso, haz inferior del trapecio y serrato anterior.



Fig. N° 3

### **3.1.6.2 Abducción:**

La abducción movimiento que aleja el miembro superior del tronco, se realiza en el plano frontal, en torno al eje anteroposterior.

La amplitud de la abducción los 180°, el brazo queda vertical por arriba del tronco.

Desde el punto de vista de las acciones musculares y del juego articular, la abducción, a partir de la posición anatómica pasa por tres estadios: (Fig.N° 4)

- ❖ Abducción de 0° a 90° que puede efectuarse únicamente en la escapulohumeral. Los músculos motores principales de esta fase son el deltoides medio (motor primario) y el supraespinoso. Estos músculos producen la abducción de la articulación glenohumeral, es aquí donde se inicia el movimiento de la abducción. La finalización de esta fase se produce al bloquearse la articulación glenohumeral, cuando contactan el troquíter con el borde superior de la glenoide.
  
- ❖ Abducción de 90° a 150° que necesita la participación de la escapulotorácica, y donde los músculos motores de esta fase son, trapecio y serrato mayor.
  
- ❖ Abducción de 150° a 180° que utiliza, además de la escapulohumeral y la escapulotorácica, la inclinación del lado opuesto del tronco. Aquí participarían los músculos espinales del lado opuesto a la abducción.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> A.I. Kapandji "Fisiología Articular: esquemas comentados de mecánica humana" Madrid. Médica Panamericana. 2006. 12-81.



Fig N 4

### 3.1.7 ACCIÓN MUSCULAR

Los músculos, agentes activos de los movimientos, tienen una acción principal, pero también acciones secundarias y complementarias. Estas dependen de su línea de acción, es decir la línea que reúne sus inserciones.

Gardiner postula que un músculo que se encuentre en condiciones normales nunca trabaja aisladamente, ni para producir movimiento ni para asegurar estabilidad. Los músculos trabajan funcionalmente juntos en grupos, aunque cada músculo puede desempeñar alguna función específica en relación a la acción de grupo.

Para la producción de un eficiente movimiento funcional, se requiere la acción conjunta de muchos grupos.

La función de los músculos se indica por su denominación:

-Agonista: son el grupo de músculos que se contraen para producir la fuerza que se necesita para generar el movimiento.

-Antagonistas: son músculos que se oponen a la acción de los antagonistas. Su acción consiste en inhibirse, a medida que progresivamente se relajan, de este modo regulan y permiten el movimiento.

-Sinérgicos: estos grupos musculares trabajan con los agonistas proporcionando una actividad adicional que facilita el movimiento que se pretende realizar.

-Fijadores: son músculos que estabilizan los huesos donde se encuentran insertados los agonistas, para aumentar su eficacia en la producción del movimiento y asegurar estabilidad.<sup>18</sup>

### 3.2 FUERZA MUSCULAR:

La fuerza es lo que altera el estado de reposo de un cuerpo o su movimiento uniforme en línea recta.

La fuerza de un músculo es la capacidad de este para generar tensión.

La tensión es un sistema de fuerzas que tienden a separar las partes de un cuerpo combinadas con fuerzas iguales y opuestas que contribuye a mantener la unión de sus partes. Para generar fuerza hay que realizar un esfuerzo muscular y este trabajo dependerá de diversos factores, como son el número de puentes de actina-miosina, el número de sarcómeros existentes, la unidad transversal de la fibra y su longitud, el tipo de fibra, así como diversas variables biomecánicas y físicas<sup>19</sup>.

El trabajo de las fibras musculares va a requerir un gasto energético y para que se efectúe la contracción es necesario un estímulo nervioso que ponga en marcha

---

<sup>18</sup> **Gardiner M.D.** "Introducción al movimiento". Manual de ejercicios de rehabilitación. Edit. Jims S.A. Barcelona España. 25-30. 1986

<sup>19</sup> **Harman, E.** "Strength and Power: A Definition of Terms". Massachusetts. National Strength & Conditioning Association Journal: 1993 - Volume 15 - Issue 6 - pág. 18-21.

los procesos de contracción muscular. La energía muscular se transforma, por tanto, en trabajo mecánico (desplazamiento) y en calor que se disipa<sup>20</sup>.

Una fuerza que actúa continuamente sobre el cuerpo humano, es la gravedad, aquella fuerza mediante la cual todos los cuerpos son atraídos hacia la tierra. Si no se le opone otra fuerza, los cuerpos caen. Pueden compensarse los efectos de la gravedad empleando una fuerza igual y de sentido opuesto. Si la gravedad se contrarresta con una fuerza de mayor intensidad, el movimiento se producirá en la dirección de esta fuerza. El movimiento de las articulaciones puede producirse por, acción muscular o resultado de la fuerza de gravedad.

La fuerza o potencia de la contracción muscular, es la capacidad del músculo para generar tensión, la potencia de la contracción muscular, varía en proporción a la tensión ejercida por la fuerza que se opone a su acción. Esta variación en la potencia de la contracción es posible, gracias al sistema de unidades motoras. Cada músculo se halla formado por un considerable número de unidades motoras, por ello, la potencia de un músculo depende de la cantidad de unidades motoras activadas.<sup>21</sup>

### 3.2.1 Tipos de Fuerza

Teniendo en cuenta que la fuerza muscular está producida por una contracción muscular, encontraremos dos tipos de fuerza según se produzca o no movimiento:

-Contracciones estáticas o **isométricas**: la resistencia supera a la fuerza ejercida. Habrá un esfuerzo muscular pero físicamente no se habrá generado

---

<sup>20</sup> **Cordova A.** "Fisiología Dinámica". Madrid. Masson. 2003

<sup>21</sup> **Gardiner, Dena,** Manual de ejercicios de rehabilitación, Barcelona, ed, Jims, 1962, 3 edición.

trabajo, al no existir aceleración ni desplazamiento.

-Contracciones dinámicas o **anisométricas**: la fuerza ejecutada es mayor que la resistencia ofrecida. Existirá movimiento de los distintos segmentos corporales. Dentro de estas podemos distinguir entre concéntricas y excéntricas.

Diversos autores como Ehlenz, Córdova y Koeppen consideran que la fuerza básica puede dividirse en:

-**Fuerza máxima**: Capacidad para alcanzar la máxima fuerza posible. Es la más elevada que el sistema neuromuscular se halla en situación de desarrollar mediante una contracción voluntaria a una resistencia dada.

-**Fuerza explosiva**: Capacidad de alcanzar la fuerza en el menor tiempo posible.

-**Fuerza resistencia**: Capacidad para mantener la fuerza el máximo tiempo posible o repetirla muchas veces. La carga y velocidad mantienen valores medios y constantes respecto a un periodo de tiempo relativamente largo. En este caso, aparte la intervención muscular, resulta necesario el apoyo orgánico o bien la funcionalidad cardiocirculatoria y respiratoria.<sup>22</sup>

### 3.2.2 Factores condicionantes de la fuerza

Son varios los factores que condicionan la fuerza que un sujeto puede generar, como por ejemplo:

#### **Palancas:**

El cuerpo humano está integrado por un elevado número de palancas, las cuales permiten desarrollar trabajo mecánico en diversas magnitudes.

---

<sup>22</sup>Schroh, J.D.; "Terapia Ocupacional: estandarización de fuerza de flexión y extensión de codo en una población de la ciudad de Mar del Plata", Facultad de ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Mar del Plata, 2013.



**Masa Muscular:**

Existe una correlación entre la masa corporal y la capacidad de elevar peso. Esta correlación se manifiesta con distintos índices de fuerza a medida que se incrementa el peso corporal, lo que determina que las personas más delgadas presenten mayor fuerza relativa en relación a las personas más pesadas.

**Sexo y Edad:**

En los niños prácticamente no existen diferencias de fuerza muscular. Con los cambios hormonales de la pubertad y con la finalización de la mielinización, la fuerza se ve incrementada, sobre todo en los varones.

Con entrenamiento para el desarrollo de la fuerza, ésta se puede seguir incrementando hasta los 30 años. A partir de los 50 años la fuerza empieza a decrecer, y según algunos autores, su disminución se asocia a la paulatina atrofia de la masa muscular, con una pérdida de hasta un 60% de los valores de la magnitud inicial.

**Tipo de Fibra muscular:**

Existe elevada correlación entre la fuerza con el tipo de fibra muscular que entra en juego en la actividad. De todas maneras la magnitud de la fuerza a desarrollar depende también de factores cuantitativos, es decir, además del adecuado tipo de fibra muscular, también dicha capacidad estará supeditada a la cantidad de fibras musculares que pueden entrar en actividad.

**Motivación emocional:**

Los estudios realizados en este campo han podido demostrar que la máxima fuerza muscular voluntaria se puede expresar o manifestar sólo hasta un 60-70% de la capacidad máxima. Sin embargo, distintos factores emocionales como la responsabilidad ante una situación estresante, miedo, desesperación, etc., pueden elevar los niveles hasta un grado insospechado. Esto, sin embargo, también responde a factores funcionales, es decir, la motivación produce la movilización de

fibras musculares (del grupo II) las cuales en situaciones normales no son estimuladas.

#### **Temperatura corporal:**

Está demostrada la relación entre la temperatura y el rendimiento muscular. Petrofsky (2005) realizó un ensayo sobre 7 personas que se encontraban en tanques de agua a distintas temperaturas y registró una considerable reducción de la frecuencia de las contracciones musculares en las personas que se encontraban a menor temperatura.

#### **Estado de preparación o entrenamiento:**

Tanto la fuerza como la masa muscular, y por tanto la capacidad para producir fuerza explosiva es mucho mayor en atletas entrenados que en personas sin preparación.<sup>23</sup>

### **3.2.3 Métodos de valoración de la fuerza**

La capacidad de desarrollar tareas físicas constituye una dimensión importante para la realización como seres humanos; por ello, no es extraño que la pérdida de la fuerza muscular o su disminución sea una de las causas fundamentales de deterioro de la calidad de vida.

En un comienzo se utilizaba una escala puramente cualitativa, escala de Lowett, que definía la función muscular según seis posibles categorías: normal, buena, regular, mala, vestigios de actividad y parálisis completa. Siguiendo esta línea de actuación se hicieron nuevas aportaciones intentando mejorar la calidad de la medida. Herry y Florence Kendall describen en los años 30 una escala de medida de la función muscular basada en expresar la fuerza muscular en porcentaje con respecto al músculo normal.

---

<sup>23</sup> **García Vidal J. A.** "Aportaciones al conocimiento electromiográfico y dinamométrico de la flexo/extensión de codo" [Libro]. - Murcia : Universidad de Murcia, 2013.

Con posterioridad Daniels y sus colaboradores, desarrollaron un método de medida, la Escala de Daniels, que califica la función muscular en seis niveles, numerados de "0" a "5", otorgando a cada uno de ellos una cualidad concreta del movimiento.

Un complemento a esta escala fue propuesto por Kendall y Kendall en 1950 y consistía en añadir unos subniveles a la escala de Daniels, cifrados con signos "+" y "-", para utilizarlos como estados intermedios entre dos niveles consecutivos.

Estas aportaciones son dignas de mención ya que han superado el paso del tiempo y siguen siendo utilizadas en la clínica diaria, si bien es obvio citar que deben de tener un campo de utilización muy concreto ya que no pueden ser consideradas como valoraciones cuantitativas de la función muscular y tienen una baja sensibilidad y muy escasa capacidad discriminativa cuando la fuerza de un músculo determinado supera el grado 3 de la escala de Daniels.

De forma paralela al desarrollo de estas pruebas manuales de función muscular surgió la aplicación de máquinas para medir la carga que podía ser desplazada por la acción de un grupo muscular. Así surgen los intentos de Martin y Lowett para medir la fuerza utilizando balanza de resorte y los de Hill mediante el uso de sistemas de poleas.

El avance definitivo en la valoración de la función muscular tiene lugar en 1967. En dicho año Hislop y Perrine plantean las bases teóricas del ejercicio isocinético, que con el paso de los años llegará a constituirse en el verdadero pilar de la valoración muscular.

#### **Dinamometría isométrica:**

La valoración isométrica de la fuerza muscular consiste en determinar mediante un dinamómetro la fuerza que un músculo o grupo muscular es capaz de desarrollar

mediante una contracción muscular isométrica.<sup>24</sup> Desde hace unos 15 años, se han ido validando aparatos y protocolos con dinamómetros isométricos, convirtiendo este método de valoración en uno de los más usados. Aun así cuenta con defensores y detractores.

Según Kolber y Cleland, la dinamometría isométrica es un método válido y fiable que puede utilizarse para la evaluación de la fuerza, siempre que:

- ❖ El probador y dispositivo estén adecuadamente estabilizados.
- ❖ Exista una adhesión al protocolo de prueba.
- ❖ El dispositivo esté en posición perpendicular al segmento de la extremidad testada.
- ❖ Se repitan las medidas con el mismo dispositivo.

Se lleven a cabo los ensayos apropiados para lograr el mejor valor representativo.<sup>25</sup>

### 3.2.4 PLANOS Y EJES

A través de los ejes y planos de movimiento podemos estudiar y clasificar mejor los movimientos que pueden realizar cada una de las diferentes articulaciones que el cuerpo humano posee.

Eje es la línea a través de la cual se realiza el movimiento y plano es la superficie que se halla en ángulo recto con aquel y en la que se produce el movimiento.

La relación existente entre ejes y planos se basa en que, cuando un movimiento se produce en un determinado plano, la articulación se mueve o gira sobre un eje que se encuentra a 90° respecto de dicho plano.

---

<sup>24</sup> **García Manso J** "Entrenamiento de la fuerza" [Libro]. - Madrid : Gymnos, 1999.

<sup>25</sup> **Schroh, J.D.**; "Terapia Ocupacional: estandarización de fuerza de flexión y extensión de codo en una población de la ciudad de Mar del Plata", Facultad de ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Mar del Plata, 2013.

El cuerpo tiene clasificados sus movimientos en tres planos anatómicos llamados: plano sagital, plano frontal y plano transversal. Teniendo en cuenta la posición anatómica del cuerpo, la misma es cuando el cuerpo se encuentra de pie, con la vista al frente, los miembros superiores a lo largo del tronco, las palmas de las manos hacia adelante y los miembros inferiores juntos, con los pies hacia adelante.

- ❖ Plano Sagital: divide el cuerpo en mitad derecha y mitad izquierda.
- ❖ Plano Frontal: divide el cuerpo en mitad anterior y posterior.
- ❖ Plano Transversal: divide el cuerpo en parte superior e inferior.

El hombro, articulación proximal del miembro superior, es aquella que posee más grados de libertad de todas las articulaciones del cuerpo humano.

Posee tres grados de libertad, lo que permite orientar al miembro superior en relación a los tres planos del espacio y a los tres ejes principales.

- ❖ Transversal
- ❖ Anteroposterior
- ❖ Vertical o longitudinal

Eje transversal, incluido en el plano frontal: permite los movimientos de flexoextensión realizados en el plano sagital.

El eje anteroposterior, incluido en el plano sagital, permite los movimientos de abducción del hombro (el miembro superior se aleja de la línea media del cuerpo) y aducción del hombro (el miembro superior se aproxima a la línea media), a través de plano frontal.

El eje vertical, determinado por la intersección del plano sagital y del plano frontal; permite los movimientos de flexión de extensión realizados en el plano horizontal. Por último el eje longitudinal del humero permite la rotación externa e interna del brazo y del miembro superior de dos formas distintas:

- La rotación voluntaria (o también rotación adjunta) que utiliza el tercer grado de libertad y no es factible más que en ésta. Se debe a la contracción de los músculos rotadores.

- La rotación automática (o también rotación conjunta) que aparece si ninguna acción voluntaria en las articulaciones de dos ejes, o también en las articulaciones de tres ejes cuando se emplean como articulaciones de dos ejes. (Fig N°5)

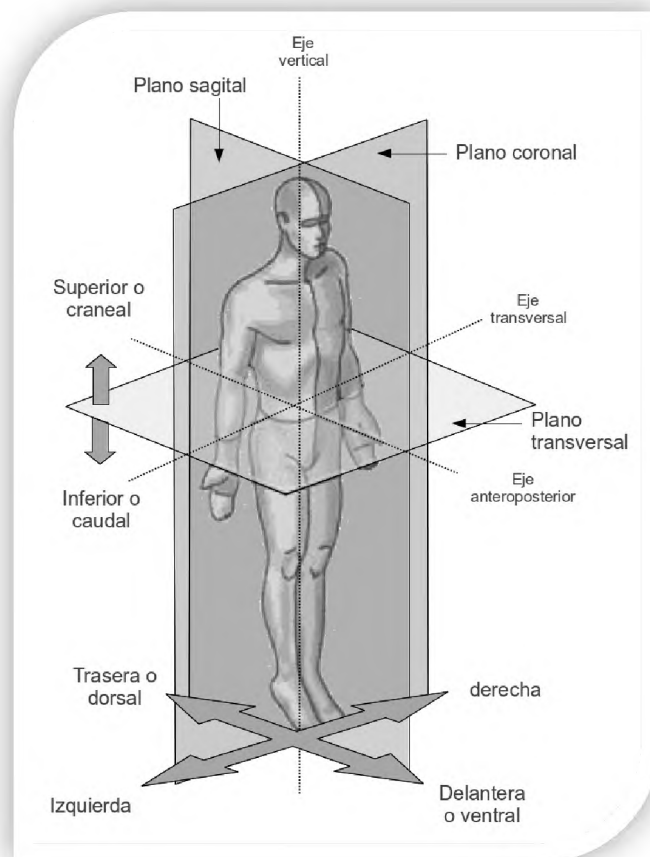


Fig N° 5

### 3.2.5 PALANCAS

Para producir movimiento los huesos se comportan como palancas y las articulaciones funcionan como los fulcros o puntos de apoyo de estas palancas. Los músculos que producen el movimiento lo hacen ejerciendo una fuerza sobre los tendones, estos traccionan de los huesos o de otras estructuras.

Una palanca es una estructura rígida que puede moverse alrededor de un punto fijo llamado fulcro. Sobre la palanca actúan dos fuerzas diferentes en dos puntos diferentes: el esfuerzo (E) y la carga o resistencia (R) que se opone al movimiento. La distancia perpendicular desde el fulcro al punto de esfuerzo se denomina brazo de esfuerzo, y la distancia desde el fulcro al punto de resistencia se considera brazo de resistencia.

La fuerza que se produce por la acción muscular es el esfuerzo, la resistencia es el peso de la parte del cuerpo que se mueve. Por lo tanto el movimiento se producirá cuando el esfuerzo aplicado a un hueso excede la resistencia.

### **Clasificación de las palancas:**

La clasificación de las palancas está determinada según la posición que tomen, el fulcro, el esfuerzo y la resistencia y se clasifican en tres géneros.

Primer género: en ella el fulcro se encuentra entre el esfuerzo y la resistencia. Éste puede situarse en la parte central, hacia el lado del esfuerzo o hacia el lado de la resistencia. Los dos brazos de resistencia o de esfuerzo pueden ser iguales, o uno de ellos más largo que el otro.

Segundo género: en este caso la resistencia se halla entre el fulcro y el esfuerzo, aquí el brazo de esfuerzo es siempre más largo que el brazo de resistencia.

Tercer género: el esfuerzo se encuentra entre el fulcro y la resistencia, en este caso el brazo de resistencia es siempre más largo.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> **Derrickson B. Tortora G.J.** "El sistema Muscular". Principios de anatomía y fisiología. Ed. Médica Panamericana. Madrid España. 330-333. 2006

### **3.3 Concepto de Dinamómetro de Miembro Superior**

Se denomina Dinamómetro al instrumento utilizado para medir fuerzas o pesar objetos, a partir de la deformación elástica de un muelle calibrado.

#### **Dinamómetro de hombro y codo**

El Dinamómetro de hombro y codo ha sido diseñado en el año 2009 por Bisio L. Y Gutiérrez G. en su tesis de grado: "Dispositivo para la evaluación de fuerzas musculares de miembro superior"; con la colaboración de la División Soldadura y Fractomecánica, Facultad de Ingeniería, UNMdP y con docentes investigadores licenciados en Terapia Ocupacional del Departamento de Terapia Ocupacional, Facultad de Ciencias de la Salud y Servicio Social, UNMdP.

#### **Configuración general de Dinamómetro de hombro y codo:**

Es un dispositivo totalmente pasivo que es en esencia una balanza electrónica orientable con la posibilidad de registrar la posición de los sensores para tener repetitividad en las mediciones. El dispositivo consta en principio de cuatro partes fundamentales: la plataforma, la columna vertical de medición, el cabezal de medición y módulo de medición. Fueron diseñadas teniendo en cuenta los movimientos que se deben cumplir, la practicidad para la fabricación y el aspecto estético.

#### **Descripción de las partes del dinamómetro:**

Plataforma: se encarga de brindar sustento a todo el equipo y además es donde se ubica la silla que aloja al paciente durante la exploración muscular. Tiene la característica de ser rebatible para permitir un ahorro de espacio durante el tiempo que el instrumento no está en uso. Para esto posee dos bisagras y una traba tipo leva,



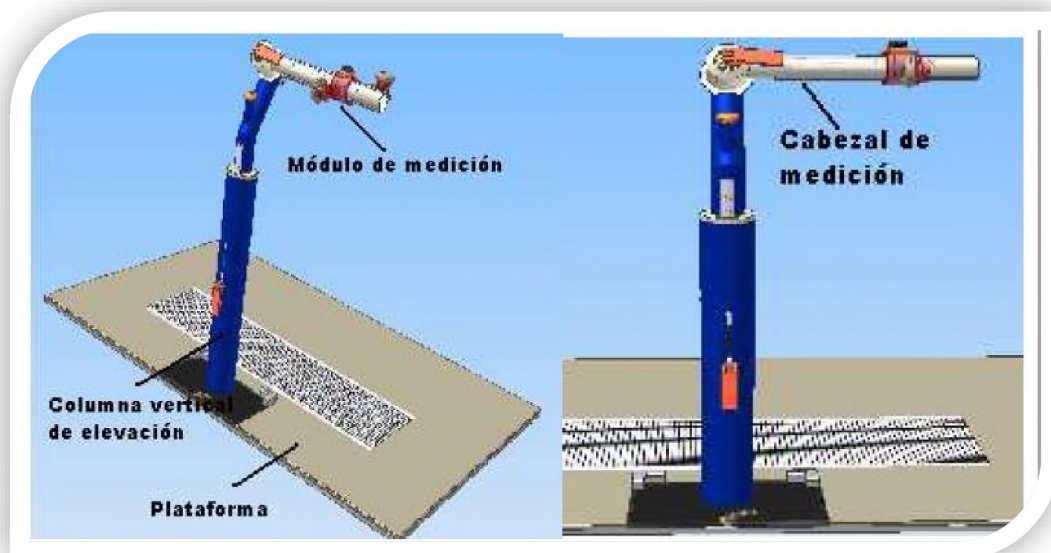
ubicada sobre el lateral que tiene la columna vertical de medición que los vincula rígidamente.

Contiene una estructura de caño rectangular de acero sobre la cual se ubica una plancha de polietileno, vinculados entre sí a través de tornillos allen. Esta plataforma posee una grilla de regulación para ayudar a tener una repetitividad en la posición del paciente sobre la máquina y además cintas tipo antideslizantes para brindar seguridad al paciente.

Sus dimensiones permiten el giro de 180° que el paciente debe realizar para la medición de ambos miembros y alojar una silla de uso cotidiano permitiendo que los pies del evaluado también se encuentren sobre la plataforma durante la operación.

Columna vertical de elevación: vincula la plataforma con el cabezal de medición a través de la traba y bisagras. Sus principales funciones son de sustento a aquellas partes que contienen los sensores de medición y poseer una regulación de altura que permita contemplar los distintos tamaños de personas.

Posee un cuerpo principal de acero inoxidable dentro del cual se ubican resortes de gas, las guías laterales, el sistema anti-rodante y la extensión de la columna, también construida de acero inoxidable.



### Método de medición

Cabezal de medición: está ubicado sobre el extremo superior del dispositivo y mantiene a través de su eje al módulo de medición con la columna vertical de elevación. Tiene como función generar las articulaciones necesarias para que el módulo de medición pueda trasladarse de forma longitudinal, permitiendo la evaluación de personas con distinto largo de brazos y además posibilita una rotación de 180° para poder explorar ambos miembros. Su construcción está prevista en caño redondo de acero inoxidable.

Módulo de medición: esta pieza contiene las celdas de carga que miden los esfuerzos que realizan los músculos responsables de los movimientos de flexión, extensión y abducción de hombro y flexión y extensión de codo. Tiene la posibilidad de trasladarse y rotar en el cabezal de medición y se vincula rígidamente a este a través de una traba tipo (robinete) ubicada en la parte inferior de ésta. Una vez lograda la posición del módulo de medición se gira este robinete y se bloquea el dispositivo quedando el equipo preparado para la exploración.

### Adquisición de datos

Visualización en tiempo real de parámetros de ensayo y de resultados es mediante una interface gráfica de computadora. Previamente la señal analógica debe ser convertida a digital, por medio de un convertidor analógico-digital. Este dispositivo es el encargado de interpretar las señales analógicas, digitalizarlas y enviarlas por medio de USB a un ordenador, para poder visualizar en forma gráfica los resultados obtenidos.

Por último los datos son procesados por medio de un software programable en bloques, con un programa base, el cual se encarga de setear los parámetros de cada dispositivo electrónico y otro programa que posibilita la visualización en pantalla con

una interface más intuitiva. Este último nos permite ingresar, almacenar y visualizar los datos de cada paciente, tales como:

- Ingreso de datos:

Datos generales del evaluado (datos personales, motivo de consulta, etc.).

Posición de la silla sobre la plataforma (x, y).

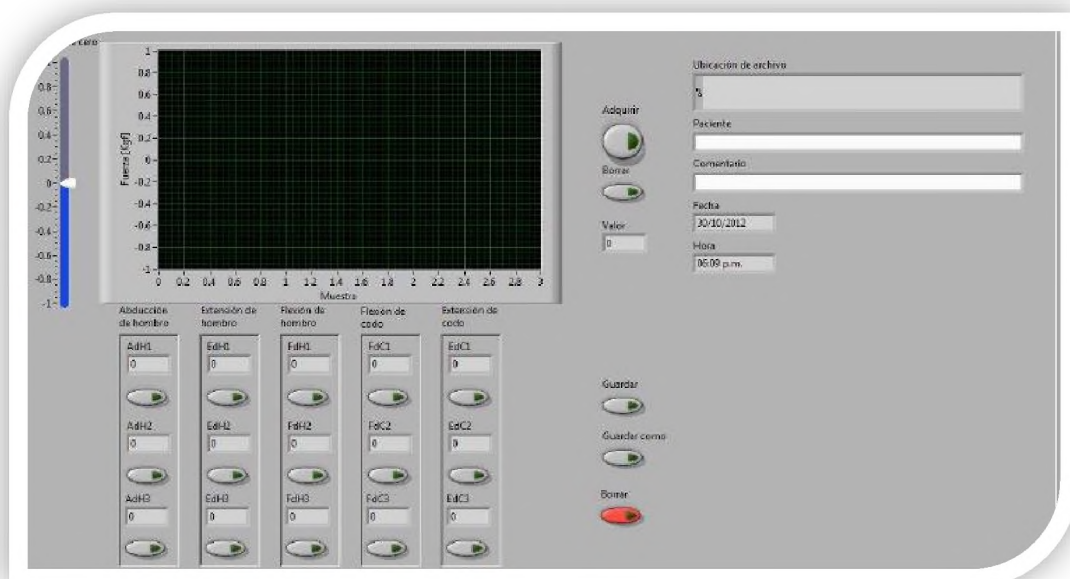
Altura de la columna de elevación (y).

Posición angular del cabezal de medición y posición longitudinal del módulo de medición.

-Almacenamiento de los datos:

Carga máxima reportada para cada evaluación (movimientos de flexión, abducción y extensión de hombro).

Curva de aplicación de carga: adquisición de los valores de fuerza muscular en función del tiempo para obtener una curva que permita evaluar además del valor máximo, la capacidad de mantener la carga en el tiempo.



Interfaz gráfica: la capacidad del dispositivo permite obtener datos de esfuerzo máximo.

Estos datos son visualizados en la pantalla de una computadora personal a través de una interfaz gráfica intuitiva y de fácil interpretación<sup>27</sup>.

- El tiempo estimado para realizar el registro de la fuerza de hombro será aproximadamente de 15 minutos.

---

<sup>27</sup>**Ducos Ruiz, L., Fontán, M. N. y Saugar, M. S.** "Protocolo de uso de dinamometro de Hombro y Codo". Mar del Plata : Universidad Nacional de Mar del Plata, 2012.

## **4 ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **4.1 Tema**

"Estandarización de Fuerza de flexión, extensión y abducción de hombro en la población de la ciudad de Mar del Plata".

### **4.3 Problema**

¿Cuál es la fuerza de flexión, extensión y abducción de hombro estándar en sujetos sanos y adultos de ambos sexos, mayores de 19 años de edad de la ciudad de Mar del Plata durante el tercer trimestre de 2015?

### **4.4 Objetivos General**

Identificar el estándar de la fuerza de flexión, extensión y abducción de hombro en sujetos sanos y adultos mayores de ambos sexos.

### **4.5 Objetivos específicos**

- Conocer la fuerza de flexión de hombro estándar de las personas que conformarán la muestra según edad, sexo y rol laboral.

-Determinar la fuerza de extensión de hombro estándar de las personas que conformarán la muestra según edad, sexo y rol laboral.

-Establecer la fuerza de abducción de hombro estándar de las personas que conformarán la muestra según edad, sexo y rol laboral.

-Conocer la relación entre la fuerza de flexión de hombro con la dominancia manual de las personas que conformarán la muestra según edad, sexo y rol laboral.

-Establecer la relación entre la fuerza de extensión de hombro con la dominancia manual de las personas que conformarán la muestra según edad, sexo y rol laboral.

-Determinar la relación entre la fuerza de abducción de hombro con la dominancia manual de las personas que conformaran la muestra según edad, sexo y rol laboral.

-Conocer la certeza y viabilidad de los resultados del instrumento de medición.

## **4.6 Variables de estudio**

A: Fuerza de flexión de hombro

A 1: Definición conceptual

Movimiento del humero en dirección anterior que se realiza a través del plano sagital en torno a un eje transversal, medido en kg fuerza por el dinamómetro de miembro superior.

A 2 Definición operacional

Tipo de variable: Cuantitativa continua.

Indicadores: Kg fuerza registrados por el promedio de 3 mediciones, en ambos brazos, del sujeto evaluado con el Dinamómetro de Miembro Superior.

B: Fuerza de extensión de Hombro

B 1 Definición conceptual

Movimiento del humero en dirección posterior, a través del plano sagital en torno a un eje transversal, medido en kg fuerza por el dinamómetro de miembro superior.

B 2 Definición operacional

Tipo de variable: Cuantitativa continua.

Indicadores: Kg fuerza registrados por el promedio de 3 mediciones, en ambos brazos, del sujeto evaluado con el Dinamómetro de Miembro Superior.

C: Abducción de Hombro:

C 1: Definición Conceptual:

Movimiento que aleja el miembro superior del tronco, en forma ascendente y lateral a través del plano frontal en torno a un eje anteroposterior, medido en kg fuerza por el dinamómetro de miembro superior.

C 2: Definición Operacional:

Tipo de Variable: Cuantitativa continua.

Indicadores: Kg fuerza registrados por el promedio de 3 mediciones, en ambos brazos, del sujeto evaluado con el Dinamómetro de Miembro Superior.

## **4.7 Variables intervinientes**

### 1.3. Edad

#### 1.3.1. Definición conceptual

“Cantidad de años cumplidos desde el nacimiento hasta la fecha de recolección de datos”

#### 1.3.2 Definición operacional

Tipo de variable: Cuantitativa continua.

Indicadores: Cantidad de años cumplidos referidos por la persona a medir la fuerza de hombro con el Dinamómetro de Miembro Superior

### 1.4. Sexo

#### 1.4.1. Definición conceptual:

“Género sexual al cual pertenece la persona a medir la fuerza de hombro con el Dinamómetro de Miembro Superior”

#### 1.4.2. Definición operacional

Tipo de variable: Cualitativa dicotómica nominal

Indicadores:

a. Femenino

b. Masculino

## 1.5 Dominancia Manual.

### 1.5.1 Definición Conceptual:

“Refiere a la frecuencia con que el sujeto utiliza la misma mano en diferentes actividades propuestas con un mayor grado de habilidad y destreza en la ejecución de movimientos.”

### 1.5.2 Definición operacional: Cualitativa nominal.

Indicadores:

- a. Mano derecha (diestro).
- b. Mano izquierda (zurdo).
- c. Ambidiestro.

## 1.6 Frecuencia de ejercicio muscular en miembros superiores.

### 1.6.1 Definición conceptual:

“Refiere a la frecuencia con que el sujeto utiliza sus miembros superiores en las diferentes actividades de la vida diaria, laboral o recreativa, analizando la misma según su percepción sobre la carga física y mental de sus actividades cotidianas”

### 1.6.2 Definición operacional: Cualitativa ordinal.

Indicadores:

- a. Mucho (intensivo, tareas con predominio de actividad física)
- b. Normal (tareas con un balance entre periodos de actividad física y mental)
- c. Poco (tareas con predominio de actividad mental)

## 1.7 Rol ocupacional/laboral.

1.7.1 Definición conceptual: Son expectativas conductuales que acompañan a la posición o al estado de ocupación de una persona en el sistema social y sirven como



medio primario a través del cual los individuos expresan el comportamiento ocupacional.<sup>28</sup>

1.7.2 Definición operacional: Se entiende por trabajo a cualquier ocupación retribuida económicamente o no. Según los niveles de medición la variable es de carácter nominal, será medida siguiendo la Clasificación Internacional Uniforme de las Ocupaciones, donde se agrupan las diversas ocupaciones en diez grandes grupos y 43 sub grupos principales.

Indicadores:

Grandes grupos

1 Directores y gerentes

2 Profesionales científicos e intelectuales

3 Técnicos y profesionales de nivel medio

4 Personal de apoyo administrativo

5 Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados

6 Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros

7 Oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y de otros oficios

8 Operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores

9 Ocupaciones elementales

0 Ocupaciones militares

Grandes grupos y subgrupos principales

1 Directores y gerentes

1.1 Directores ejecutivos, personal directivo de la administración pública y miembros del poder ejecutivo y de los cuerpos legislativos

1.2 Directores administradores y comerciales

---

<sup>28</sup>Crepeau, Cohn y Schell. Willard & Spackman "Terapia Ocupacional". Buenos Aires: Medica Panamericana,2008.ISBN 978-950-06-2412-1.

- 1.3 Directores y gerentes de producción y operaciones
- 1.4 Gerentes de hoteles, restaurantes, comercios y otros servicios
- 2 Profesionales científicos e intelectuales
  - 2.1 Profesionales de las ciencias y de la ingeniería
  - 2.2 Profesionales de la salud
  - 2.3 Profesionales de la enseñanza
  - 2.4 Especialistas en organización de la administración pública y de empresas
  - 2.5 Profesionales de tecnología de la información y las comunicaciones
  - 2.6 Profesionales en derecho, en ciencias sociales y culturales
- 3 Técnicos y profesionales de nivel medio
  - 3.1 Profesionales de las ciencias y la ingeniería de nivel medio
  - 3.2 Profesionales de nivel medio de la salud
  - 3.3 Profesionales de nivel medio en operaciones financieras y administrativas
  - 3.4 Profesionales de nivel medio de servicios jurídicos, sociales, culturales y afines
  - 3.5 Técnicos de la tecnología de la información y las comunicaciones
- 4 Personal de apoyo administrativo
  - 4.1 Oficinistas
  - 4.2 Empleados en trato directo con el público
  - 4.3 Empleados contables y encargados del registro de materiales
  - 4.4 Otro personal de apoyo administrativo
- 5 Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados
  - 5.1 Trabajadores de los servicios personales
  - 5.2 Vendedores
  - 5.3 Trabajadores de los cuidados personales
  - 5.4 Personal de los servicios de protección
- 6 Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros

- 6.1 Agricultores y trabajadores calificados de explotaciones agropecuarias con destino al mercado
- 6.2 Trabajadores forestales calificados, pescadores y cazadores
- 6.3 Trabajadores agropecuarios, pescadores, cazadores y recolectores de subsistencia
- 7 Oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y de otros oficios
  - 7.1 Oficiales y operarios de la construcción excluyendo electricistas
  - 7.2 Oficiales y operarios de la metalurgia, la construcción mecánica y afines
  - 7.3 Artesanos y operarios de las artes gráficas
  - 7.4 Trabajadores especializados en electricidad y la electro tecnología
  - 7.5 Operarios y oficiales de procesamiento de alimentos, de la confección, ebanistas, otros artesanos y afines
- 8 Operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores
  - 8.1 Operadores de instalaciones fijas y máquinas
  - 8.2 Ensambladores
  - 8.3 Conductores de vehículos y operadores de equipos pesados móviles
- 9 Ocupaciones elementales
  - 9.1 Limpiadores y asistentes
  - 9.2 Peones agropecuarios, pesqueros y forestales
  - 9.3 Peones de la minería, la construcción, la industria manufacturera y el transporte
  - 9.4 Ayudantes de preparación de alimentos
  - 9.5 Vendedores ambulantes de servicios y afines
  - 9.6 Recolectores de desechos y otras ocupaciones elementales
- 0 Ocupaciones militares
  - 0.1 Oficiales de las fuerzas armadas
  - 0.2 Suboficiales de las fuerzas armadas

0.3 Otros miembros de las fuerzas armadas<sup>29 30</sup>

1.7.2 Definición operacional: cualitativa nominal

**4.8 Dimensionamiento:** en la siguiente página.

---

<sup>29</sup> **Clasificación Internacional Uniforme de las Ocupaciones, (CIUO)**, Organización Internacional del Trabajo., <http://www.ilo.org/public/spanish/bureau/stat/isco/> [6 febrero 2015]

<sup>30</sup> **Schroh, J.D.**; "Terapia Ocupacional: estandarización de fuerza de flexión y extensión de codo en una población de la ciudad de Mar del Plata", Facultad de ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Mar del Plata, 2013.

# Estandarización de fuerza de flexion, extensión y abducción de hombro en una población de la ciudad de Mar del Plata.

## Fueza de Flexion de Hombro

Movimiento del húmero en dirección anterior que se realiza a través del plano sagital en torno a un eje transversal, medido en kg fuerza por el dinamómetro de miembro superior.

Kg fuerza

## Fuerza de Extensión de Hombro

Movimiento del húmero en dirección posterior, a través del plano sagital en torno a un eje transversal, medido en kg fuerza por el dinamómetro de miembro superior.

Kg fuerza

## Fuerza Abducción de Hombro

Movimiento que aleja el miembro superior del tronco, en forma ascendente y lateral a través del plano frontal en torno a un eje anteroposterior, medido en kg fuerza por el dinamómetro de miembro superior.

Kg Fuerza

## **4.9 Enfoque y tipo de estudio**

El enfoque de la presente investigación ha sido cuantitativo, el tipo de estudio

Exploratorio- Descriptivo, no experimental, de corte transversal.

- Exploratorio- Descriptivo: el estudio desarrollado intentó identificar el comportamiento de las variables (exploratorio), y caracterizar a las mismas (descriptivo).

- No experimental: las variables que se han investigado no fueron manipuladas. Su observación fue tal cual se presentaron en la realidad.

- Transversal: En el presente trabajo los datos fueron obtenidos en un momento determinado y durante un periodo de tiempo específico. Cada unidad de análisis ha sido entrevistada sólo una vez. Estas entrevistas han sido realizadas durante el 2° cuatrimestre del año 2015.

## **4.9 Universo de estudio**

El universo de estudio se conformó por sujetos sanos, adultos y de ambos sexos, mayores de 19 años de edad de la ciudad de Mar del Plata durante el 2° trimestre del año 2015.

## **4.10 Método de selección de la muestra**

El tipo de muestreo ha sido no probabilístico por "conveniencia" y por "criterio de autoridad" se seleccionaron sujetos de acuerdo a los criterios identificados para los objetivos de esta investigación.

## **4.11 Criterios para la selección de la muestra**

### Criterios de inclusión:

- Sujetos mayores de 19 años de edad.
- Ambos sexos.
- Ser residente de la ciudad de Mar del Plata.
- Consentimiento informado para conformar la muestra.

### Criterios de exclusión:

- Sujetos menores de 19 años de edad inclusive.
- Haber padecido o padecer enfermedad o lesión que afecte la fuerza muscular el miembro superior en los últimos 6 meses, según refieran las unidades de análisis.
- Haber padecido en el último mes o padecer actualmente dolor en los miembros superiores según refieran las unidades de análisis.
- Haber padecido o padecer alguna enfermedad cardíaca en los últimos 6 meses, según refieran las unidades de análisis.
- Referir menos de 6 meses de post-hospitalización debido a cualquier cirugía que restrinja su nivel de actividad normal.

## **4.12 Muestra**

La presente investigación se han incluido 250 sujetos mayores de 19 años de edad de ambos sexos con diferentes roles ocupacionales. Las personas fueron entrevistadas en el Centro de Salud N°2 Dr. Arturo Oñativia, ubicado en Guanahani 4546, previa presentación de los permisos correspondientes a las autoridades. Se consideró que todos los habitantes de la ciudad de Mar del Plata tienen la misma posibilidad de ingresar a dicho establecimiento.

#### **4.13 Técnicas de recolección de datos**

- A cada unidad de análisis se le aplicó un cuestionario de tipo estructurado, el mismo constaba de una carátula de presentación la cual explica los propósitos de dicha investigación, garantizándose el anonimato y confidencialidad de la información. Está constituido por dos secciones, la primera consta de 4 (cuatro) preguntas referidas a los datos socio-demográficos. La segunda sección constaba de 4 (cuatro) preguntas cerradas dicotómicas para poder determinar si las unidades de análisis coincidían con los criterios de selección de la muestra.

El cuestionario ha sido administrado mediante entrevista personal, siendo el tiempo estimado para su realización de unos dos minutos aproximadamente.

- Determinada la muestra se procedió a realizar el registro de la fuerza de hombro. El instrumento utilizado para la recolección de datos fue el Dinamómetro de Hombro y Codo diseñado por los ingenieros Bisio, L. Y Gutiérrez, G para la medición de las variables principales de estudio, la fuerza de abducción, extensión y flexión de hombro.

#### **4.14 Técnica de medición**

En primer lugar se realizó la evaluación del miembro superior derecho, y posteriormente fue evaluado el miembro superior izquierdo. Se registró primero la fuerza de abducción, a continuación la extensión y por último la flexión del hombro.

##### Posicionamiento del paciente:

El paciente fue colocado en posición sedente, sobre una silla que permitía mantener al sujeto a evaluar con los tobillos a 90° en flexión dorsal, rodillas en flexión de 90°, cadera en flexión de 90°, apoyo lumbar sobre el respaldo, la altura del mismo debe ser hasta columna dorsal.



Para cada una de las pruebas de fuerza de hombro, los sujetos adoptaron el siguiente posicionamiento:

- ❖ En el movimiento de abducción de hombro, el mismo se posicionó inicialmente en abducción de 30°. El brazo fue ubicado al costado del cuerpo y paralelo a la línea media lateral del tronco, el antebrazo posición intermedia.
- ❖ En el movimiento de extensión de hombro el mismo fue posicionado en aducción, teniendo en cuenta las particularidades del diseño del dinamómetro es que se establece posicionar el hombro extendido 30°. El codo estaba flexionado a 90° mientras que el antebrazo se encontraba en posición intermedia.
- ❖ En el movimiento de flexión de hombro se posicionó al mismo en aducción, se ha colocado al hombro en flexión de 30°. El codo se posicionó en flexión de 90° y el antebrazo pronación.

Para cada prueba de fuerza se han registrado los resultados de tres ensayos sucesivos de cada miembro y el total definitivo que se realizó por un promedio simple. Una vez finalizado el registro de la fuerza, se le entregó a cada unidad de análisis un agradecimiento por escrito explicando los objetivos que se persiguen en la investigación.

En lo que respecta a las evaluaciones de la fuerza, se tuvo en cuenta las siguientes recomendaciones, a fin de proporcionar confiabilidad y validez de la información:

- 1) Respetar el posicionamiento estandarizado e instrucciones.
- 2) El total definitivo fue el promedio simple de tres ensayos.
- 3) El Dinamómetro de Miembro Superior descrito se utilizó para la recolección de datos.
- 4) Los resultados obtenidos han sido comparados a la edad, categorías de sexo,

dominancia manual y rol laboral para su interpretación.

Se aplicó una prueba piloto del cuestionario estructurado y del registro de la evaluación de fuerza de abducción, extensión y flexión de hombro en 5 personas hasta ajustar la técnica o el cuestionario; las mismas fueron elegidas teniendo en cuenta los criterios de selección de la muestra; cabe destacar que han sido excluidas de la investigación desarrollada. El objetivo de la prueba piloto fue poder estimar cuantas unidades de análisis aproximadamente deberían conformar la muestra, como así también el ajuste de los instrumentos si correspondiera.

#### Músculos a evaluar:

El dispositivo está destinado a la medición de fuerza de músculos del miembro superior y dentro de la gran cantidad que se encuentran allí y con el fin de no obtener falsas mediciones, fueron seleccionados los siguientes músculos por su gran importancia y por ser los motores primarios de la extremidad superior:

- ❖ Deltoides Medio: que tiene como acción primaria la abducción de la articulación glenohumeral.
- ❖ Deltoides Posterior: cuya acción primaria es ser extensor de la articulación glenohumeral.
- ❖ Deltoides Anterior: siendo su acción primaria ser flexor de la articulación glenohumeral.( Fig N°6)

La inervación de éste importante músculo está a cargo del nervio circunflejo.

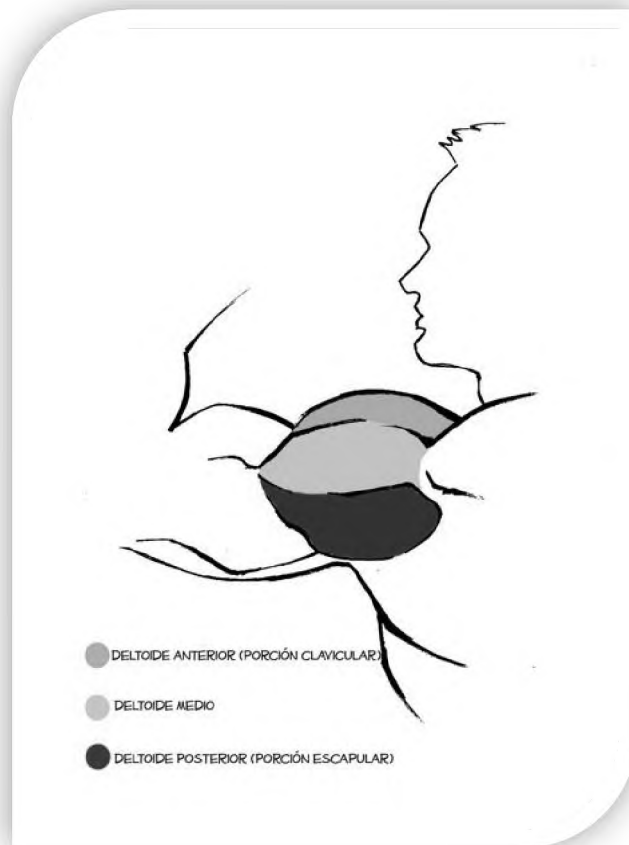


Fig N° 6

### Evaluación Muscular utilizando el dispositivo

Un aspecto fundamental en esta operación es la técnica y el posicionamiento del paciente, a fin de lograr que las mediciones sean certeras y confiables.

Los creadores del dinamómetro proponen acciones y maniobras determinadas para la evaluación de cada uno de los músculos.

El dinamómetro ha sido configurado teniendo en cuenta el músculo que se deseaba evaluar.

- ❖ Deltoides Medio: la medición fue efectuada a través de la celda de carga ubicada en la columna de medición. La misma fue colocada en la parte

lateral del codo, levemente por encima del mismo. El paciente permaneció sentado con su brazo en 30° de abducción y paralelo al plano sagital. La acción se consumó cuando el paciente separó el brazo de su propio cuerpo en dirección externa, realizando la fuerza sobre la celda de carga.

- ❖ Deltoides Anterior: la posición del paciente ha sido sedente con el hombro en leve abducción, .El dispositivo fue configurado de manera que el módulo de medición se encuentre a 30° grados de la horizontal; la celda de carga fue colocada levemente por encima del codo en la cara anterior, la acción se efectuó en el plano sagital con dirección anterior.
  
- ❖ Deltoides Posterior: el paciente ha sido colocado en posición sedente con los tobillos a 90°, su hombro deberá estar en abducción de 30°. El dispositivo fue configurado de manera que el módulo de medición se encuentre a 150° respecto a la horizontal y la celda de carga fue posicionada levemente superior a la altura del codo del paciente, en la zona posterior del brazo. La acción fue realizada en el plano sagital en dirección posterior de manera de efectuar la fuerza sobre la almohadilla del sensor.<sup>31</sup>

En lo referente a las instrucciones verbales se siguieron las realizadas en el estudio de "Rehability and Validity of Grip and PinchStrenghtEvaluations" de Mathiowetz V., Weber K., Volland G., Kashman N. publicado en el Journal of Hand Surgery en 1984.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> **Bisio L., Gutiérrez G.**, "Dispositivo para la evaluación de fuerzas musculares del miembro superior" Mar del Plata Facultad de Ingeniería de la UNMDP, 2009.

<sup>32</sup> **Mathiowetz V., Weber K., Volland G., Kashman N.** "Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations".9(2):222-6., s.l. : Journal of Hand Surgery, 1984

## **4.15 Análisis de los datos**

El análisis de los datos ha sido descriptivo. Se ha realizado un análisis uni y bivariado de las variables intervinientes (cuali y cuantitativas), con las medidas de resumen y gráficos acordes. Luego se ha realizado un análisis multivariado, para poder observar la interrelación de las variables intervinientes.

Habiéndose realizado la recolección de los datos, fueron ingresados a la base de datos del programa Microsoft Excel 2007 y analizados posteriormente en el programa Epi Info 7 del CDC (centro de control de enfermedades) de Atlanta EE. UU. Para el análisis multivariado se utilizó SPAD (Système Portable pour l'Analyse des Données). La versión del software es la 4.01. CISIA –CERESTA 1987-1999. Francia.

## 5 Resultados

Se realizaron mediciones de fuerza de flexión, extensión y abducción de hombro a 250 personas mayores de 19 años de edad de ambos sexos con diferentes roles ocupacionales. Las personas fueron entrevistadas en el Centro de Salud n° 2 de la ciudad de Mar del Plata, previa presentación de los permisos correspondientes a las autoridades responsables. Se consideró que todos los habitantes de la ciudad de Mar del Plata tenían la misma posibilidad de ingresar a dicho establecimiento. Las mismas fueron realizadas en el segundo cuatrimestre del año 2015.

Se excluyeron 4 casos por presentar criterios de exclusión (dolor en miembros superiores, lesión en manguito rotador y caída sobre hombro, lo cual dificultaba la movilidad normal del mismo). Todos los sujetos evaluados fueron residentes de la ciudad de Mar del Plata.

La distribución por sexo mostró una ligera prevalencia en el sexo masculino (54%).

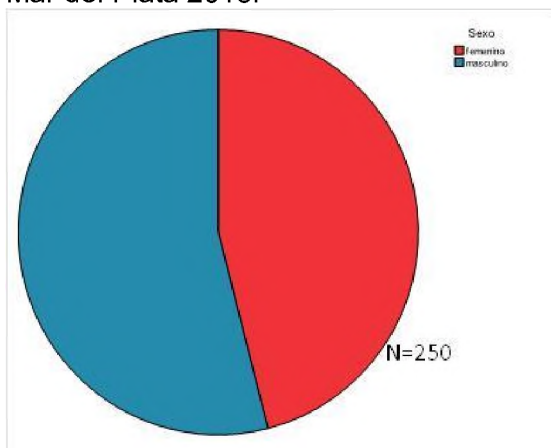
(Tabla N° 1, gráfico N° 1).

**Tabla N° 1.** Distribución según sexo, Mar del Plata 2015.

Sexo	N	%
Masculino	115	54%
Femenino	135	46%
total	250	100%

**Fuente:** Elaboración propia.

**Gráfico n° 1:** Distribución según sexo. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015.



**Fuente:** Elaboración propia.

El promedio y la mediana de edad de los entrevistados fueron muy cercanas (42,14 y 41 años respectivamente), la moda fue menor, lo que habla de una población joven con una curva sesgada a la derecha (Tabla N° 2).

**Tabla N° 2.** Medidas de tendencia central y de dispersión de la edad. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015.

<b>Edad</b>	Media	42,14 años
	Desvío Estándar	12,37 años
	Máxima	79 años
	Mediana	41 años
	Mínima	19 años
	Moda	36 años

**Fuente:** Elaboración propia.

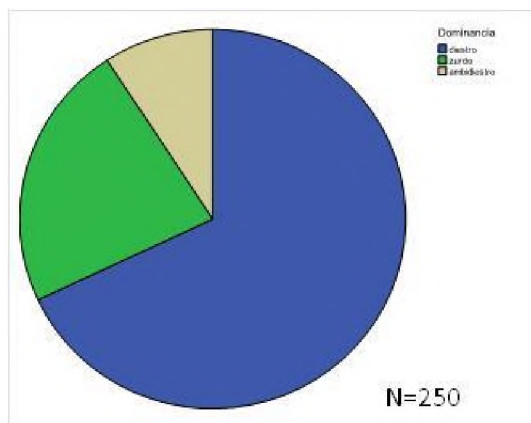
La minoría de los individuos (9,2%) fueron ambidiestros, cerca del 70% de predominancia derecha y el resto izquierda (Tabla N° 3, gráfico N° 2).

**Tabla N° 3** Distribución según Dominancia Manual. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015.

Dominancia Manual	N	%
Derecha	170	68 %
Izquierda	57	22,8 %
Ambidiestro	23	9,2%
Total	250	100

Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 2:** Distribución según dominancia. Personas adultas, sanas mayores de 19años. Mar del Plata 2015.



Fuente: Elaboración propia.

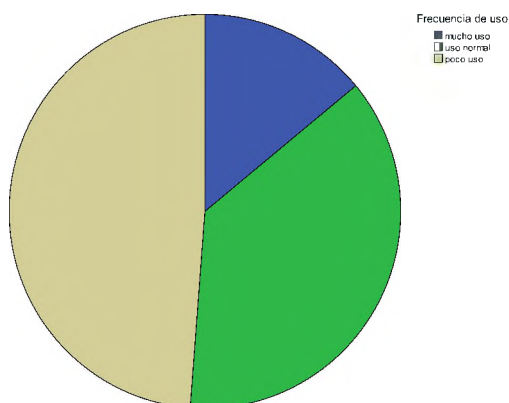
Cerca de la mitad de los individuos (48,8%), consideraron poco frecuente el uso de sus miembros superiores. (Tabla N°4, gráfico N° 3).



**Tabla N° 4** Distribución según Frecuencia de uso. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

Frecuencia de Uso	N	%	Porcentaje acumulado
Mucho	35	14%	14%
Normal	93	37,2%	51,2%
Poco	122	48,8%	100%
Total	250	100%	

**Gráfico N° 3:** Distribución según frecuencia de uso. Personas sanas, adultas mayores de 19 años. Mar del Plata 2015.



**Fuente:** Elaboración propia

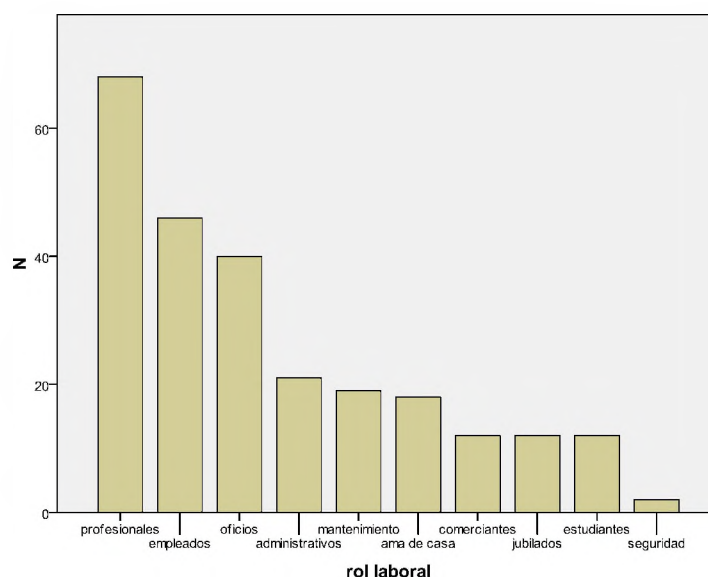
Cerca del 28% de los individuos que conformaron la muestra fueron profesionales. El 18,4% de los sujetos manifestaron ser empleados y un 16% presentaron un oficio, el resto de las categorías se presentan en porcentajes menores (tabla N°5, gráfico N°4).

**Tabla N° 5** Distribución según Rol Laboral. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

Rol laboral	N	%
Profesionales	68	27,2
Empleados	46	18,4
Oficios	40	16
Cajero/Administrativo	21	8,4
Peones/Mantenimiento	19	7,6
Ama de casa	18	7,2
Comerciantes	12	4,8
Jubilados	12	4,8
Estudiantes	12	4,8
Seguridad	2	0,8
<b>Total</b>	<b>250</b>	<b>100,0</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

**Gráfico N° 4** Distribución según rol laboral. Ciudad de Mar del Plata año 2015.



**Fuente: Elaboración propia.**

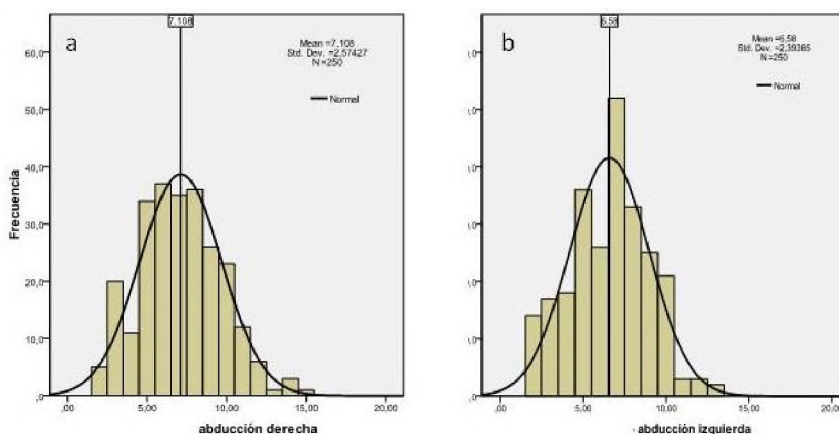
Todas las fuerzas estudiadas fueron mayores en el miembro superior derecho. El promedio de fuerza de flexión es inferior al de extensión y abducción, tanto en el miembro superior derecho como en el izquierdo. Las fuerzas de extensión de ambos miembros tienen valores máximos altos dispersos, mayor sesgo a la derecha. [Tabla N°6 y gráficos N°5 a-b, N°6 a-b, N° a-b].

**Tabla N°6** Medidas de tendencia central y dispersión de fuerzas de abducción, flexión y extensión de miembros superiores derecho e izquierdo. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

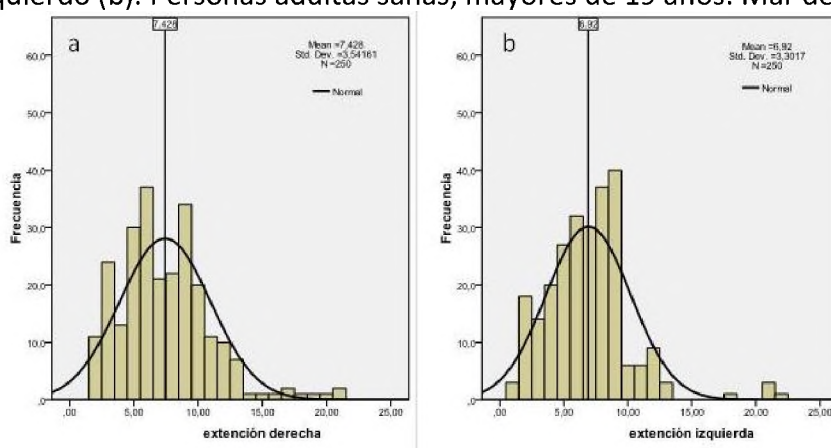
Fuerza (kg)		Media	Desvío estándar	Mínimo	Mediana	Máximo	Moda
Abducción	derecha	7,11	2,57	2	7	15	6
	izquierda	6,58	2,39	2	7	13	7
Extensión	derecha	7,43	3,54	2	7	21	6
	izquierda	6,92	3,30	1	7	22	9
Flexión	derecha	5,28	1,96	2	5	10	3
	izquierda	4,69	2,04	1	5	10	3

Fuente: Elaboración propia.

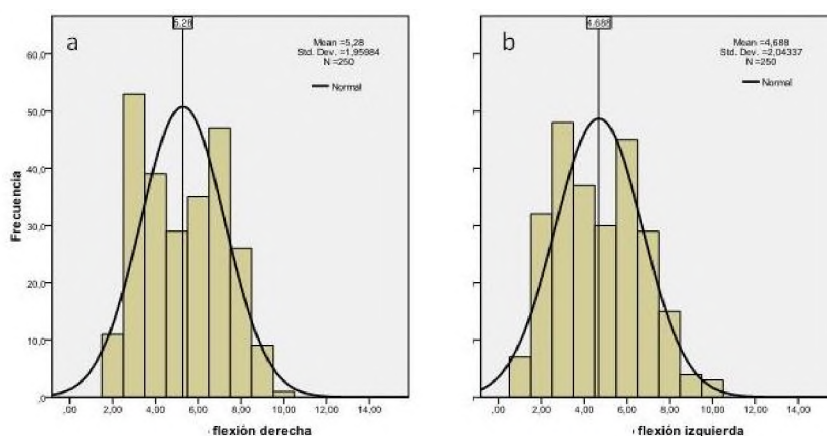
**Gráfico N°5 a-b:** Histograma de fuerza de abducción de miembros superiores derecho (a) e izquierdo (b). Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015



**Gráfico N°6 a-b:** Histograma de fuerza de extensión de miembros superiores derecho (a) e izquierdo (b). Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015



**Gráfico N°7 a-b:** Histograma de fuerza de flexión de miembros superiores derecho (a) e izquierdo (b). Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015



**Fuente: Elaboración propia**

Las fuerzas medidas en las mujeres fueron cercanas a los 6Kg en abducción y extensión con una dispersión superior a los 2,5 kg en miembros derechos, y cercano a 2 kg en miembros izquierdos. Las fuerzas de flexión fueron inferiores, cercanas a los 4Kg (4,7 y 4,1 kg derecha e izquierda) con mayor dispersión en miembros izquierdos. (Tabla N°7)

En los varones las fuerzas fueron superiores. Las de extensión cercanas a los 9 Kg , próximas a los 8kg en abducción y a 7 en flexión. La dispersión de los valores también disminuye en igual orden: cercanas a 3, 2 y 1,5 kg en extensión abducción y flexión respectivamente. Tabla N°8

**Tabla N° 7** Medidas de tendencia central y dispersión de fuerzas de abducción, flexión y extensión de miembros superiores derecho e izquierdo femeninos. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

femeninos		Kg de Fuerza					
		Media	Desvío estándar	Mínimo	Mediana	Máximo	Moda
Abducción	derecha	6,73	2,63	2,31	6,01	12,65	3,14
	izquierda	6,15	2,40	2,23	6,00	10,51	5,09
Extensión	derecha	6,57	2,72	2,09	6,69	11,54	5,23
	izquierda	6,18	2,78	1,86	5,96	12,90	7,67
Flexión	derecha	4,73	1,57	2,24	4,26	9,26	3,74
	izquierda	4,22	2,02	1,45	3,78	10,07	4,61

**Tabla N° 8** Medidas de tendencia central y dispersión de fuerzas de abducción, flexión y extensión de miembros superiores derecho e izquierdo masculinos. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

masculinos		Kg de Fuerza					
		Media	Desvío estándar	Mínimo	Mediana	Máximo	Moda
Abducción	derecha	8,35	2,28	3,30	8,24	15,62	6,25
	izquierda	7,78	2,17	2,31	7,52	13,70	10,25
Extensión	derecha	9,04	3,68	2,91	8,43	21,48	5,93
	izquierda	8,50	3,33	2,67	8,22	22,42	4,99
Flexión	derecha	6,73	1,70	3,23	7,04	10,03	3,63
	izquierda	6,06	1,65	1,93	6,23	10,70	6,85

Fuente: Elaboración propia

El promedio de edad de las mujeres es menor que el de los varones, y la dispersión en este grupo también es mayor, esta diferencia es estadísticamente significativa ( $p < 0,45$ ) Tabla N°9, Gráfico N°8

Los diestros tienen un promedio de edad menor al resto de los grupos, pero también es el grupo con mayor dispersión. La diferencia entre grupos es estadísticamente significativa.  $P < 0,05$ . Tabla N°9, Gráfico N°9

En cuanto a la frecuencia de uso, el poco uso, se asocia significativamente con mayor edad (y mayor dispersión de la edad) e inversamente el mucho uso, con menor edad.

La diferencia entre grupos es estadísticamente significativa.  $P < 0,05$ . Tabla N°9, Gráfico N°10

**Tabla N°9** Medidas de tendencia central y dispersión de edad, por sexo, dominancia y frecuencia de uso. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

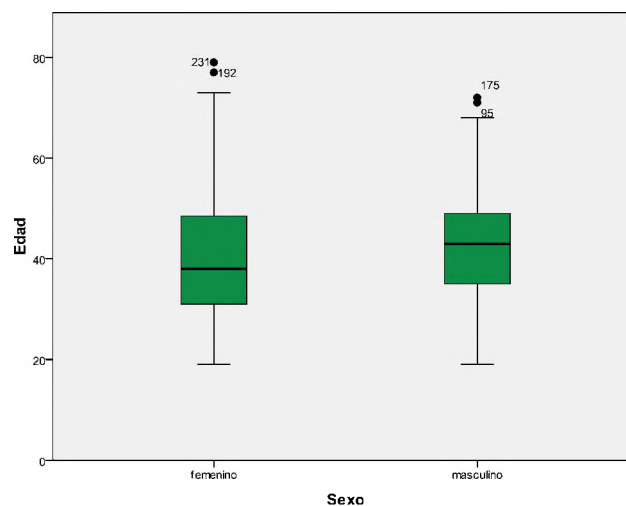
	EDAD							Test
	N	Media	Desvío Standard	Mínimo	Mediana	Máximo	Moda	
<b>Sexo</b>								
F	115	41,30	14,38	19	38	79	38	KW:4,3829 GL: 1 p:0,04
M	135	42,85	10,36	19	43	72	47	
<b>dominancia</b>								
diestro	170	41,25	13,43	19	38	79	34	KW:31,5464 GL:2 P:0,0
Zurdo	57	43,49	9,50	19	44	66	48	
ambidiestro	23	45,35	9,78	32	45	64	47	
<b>Frecuencia de uso</b>								
mucho	35	36,00	7,86	22	34	51	34	KW:31,5464 GL:2 P:0,0
normal	93	38,31	9,39	19	38	63	34	
Poco	122	46,82	13,65	19	47	79	47	

KW: Kruskal-Wallis H (equivalente a Chi cuadrado)

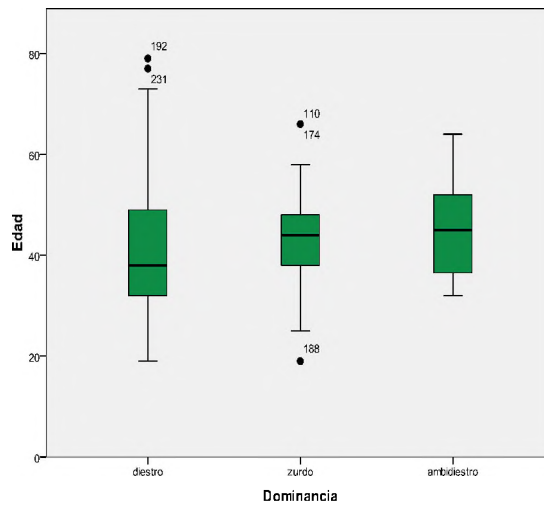
GL: Grados de libertad

P:Valor p

**Gráfico N° 8** Boxplot Distribución de la edad según sexo. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

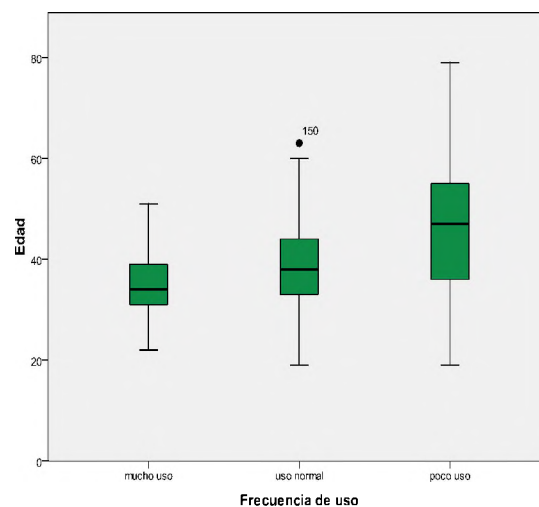


**Gráfico N° 9** Boxplot Distribución de la edad según dominancia. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015



**Fuente: Elaboración propia.**

**Gráfico N° 10** Boxplot Distribución de la edad según frecuencia de uso. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015



**Fuente: Elaboración propia.**

La edad de las mujeres es menor en el grupo de dominancia izquierda, esta diferencia no es estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ).

En los varones el promedio de edad es bastante similar en los tres grupos, siendo la mediana de edad menor en los diestros. La diferencia es estadísticamente significativa. (Tabla N°10, gráfico N° 11).

**Tabla N°10** Medidas de tendencia central y dispersión de edad según sexo y dominancia. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

sexo	Dominancia	Edad							Test
		N	Media	Desvío Standard	Mínimo	Mediana	Máximo	Moda	
Femenino	diestro	87	41,5	14,9	19	38	79	36	KW= 1,5828 GL = 2 p= 0,4532
	zurdo	17	37,1	11,2	19	36	66	38	
	ambidiestro	11	45,4	13,61	32	37	64	32	
Masculino	diestro	83	40,9	11,7	19	38	72	34	KW= 9,945 GL = 2 p= 0,0069
	zurdo	40	46,1	7,2	28	46	66	48	
	ambidiestro	12	45,2	4,7	36	46	54	32	

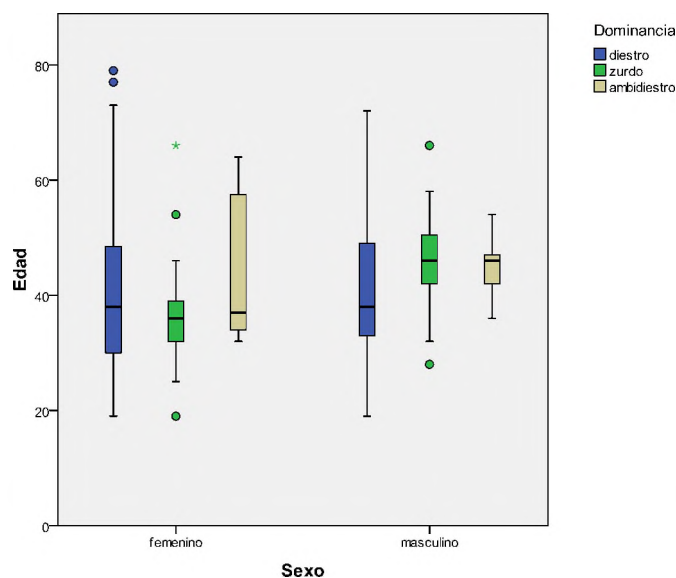
KW: Kruskal-Wallis H (equivalente a Chi cuadrado)

GL: Grados de libertad

P: Valor p

**Fuente: Elaboración propia.**

**Gráfico n° 11** Boxplot. Distribución de edad según sexo y dominancia. Personas adultas sanas, ambos sexos mayores de 19 años.



**Fuente: Elaboración propia.**

Del total de mujeres evaluadas, se observa una diferencia significativa en el poco uso de sus miembros superiores en relación al ejercicio físico. El sexo masculino muestra una diferencia mínima entre el normal y poco uso de sus miembros. Ambas diferencias



son estadísticamente significativas,  $p < 0,05$  (Tabla N°11 gráfico N°12).

**Tabla N°11** Medidas de tendencia central y dispersión de edad según sexo y frecuencia de uso. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

sexo	Frecuencia de uso	Edad							Test
		N	Media	Desvío Standard	Mínimo	Mediana	Máximo	Moda	
Femenino	Mucho	15	36,6	6,4	27	37	47	38	KW= 6,4542 GL = 2 p= 0,0397
	Normal	31	36,03	18,8	19	35	63	46	
	Poco	69	44,6	16,03	19	39	79	32	
Masculino	Mucho	20	35,5	8,90	22	33,5	51	33	KW= 40,236 GL = 2 p= 0
	Normal	62	39,4	8,43	19	39	58	34	
	Poco	53	49,6	9,12	29	49	72	47	

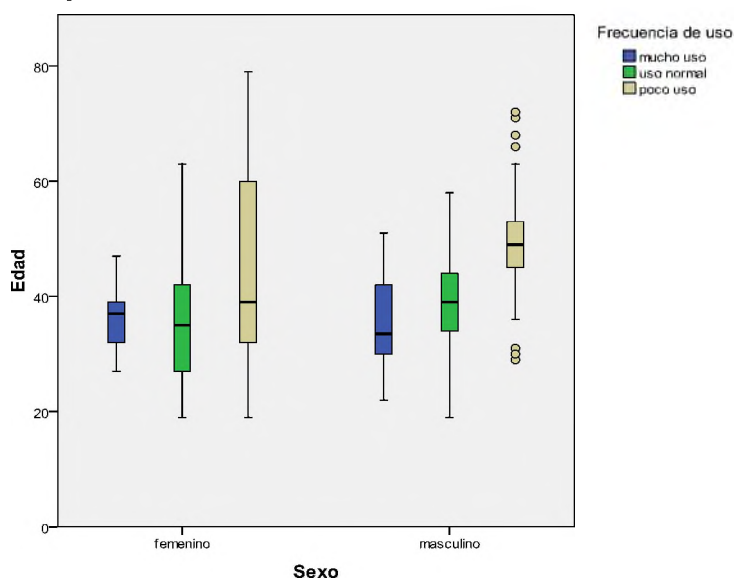
KW: Kruskal-Wallis H (equivalente a Chi cuadrado)

GL: Grados de libertad

P: Valor p

**Fuente: Elaboración propia.**

**Gráfico n° 12:** Boxplot. Distribución de edad, según sexo y frecuencia de uso. Personas sanas mayores de 19 años. Ciudad de Mar del Plata 2015.



La fuerza de abducción de los varones muestra una tendencia descendente con la edad tanto derecha como izquierda, con una predicción cercana al 50%, pero la recta de regresión no tiene un buen ajuste, R cuadrado cercano a 0,30. En las mujeres, la

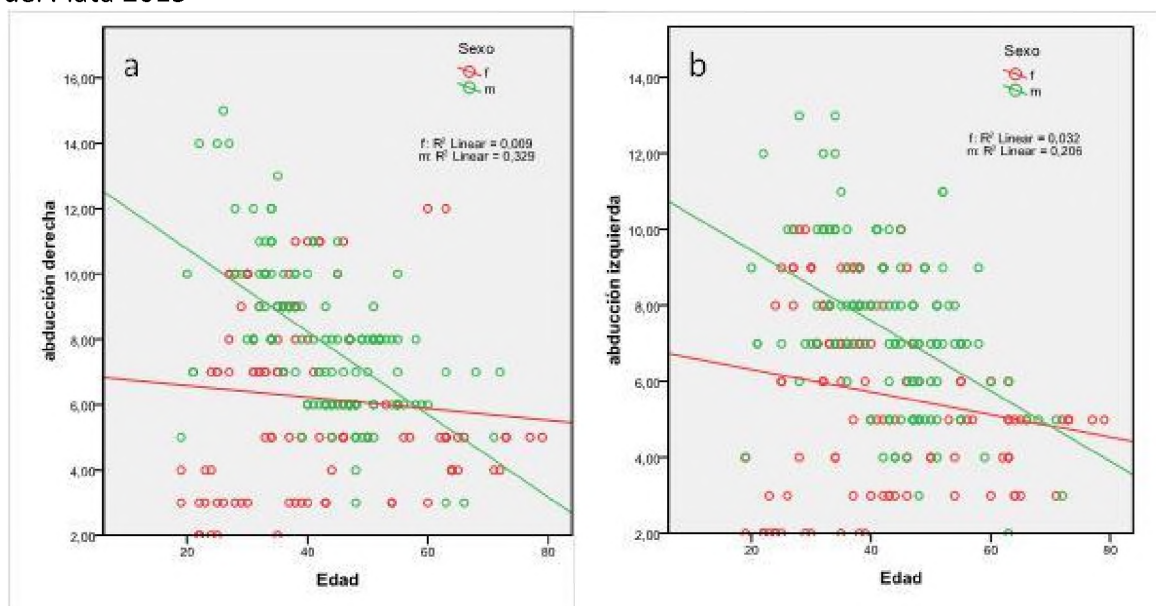
tendencia al descenso es mucho menor con un R cuadrado cercano a cero. Tabla N°12, Gráficos 13 a-b

**Tabla N°12** Resumen modelo de regresión según sexo y fuerza de abducción. Variable predictora: edad, Variable dependiente Abducción derecha-izquierda. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

	Abducción derecha				Abducción izquierda			
	Femenino		Masculino		Femenino		Masculino	
R	,097 <sup>a</sup>		,573 <sup>a</sup>		,178 <sup>a</sup>		,454 <sup>a</sup>	
R cuadrado	0,009		0,329		,032		,206	
	Abd der	Edad	Abd der	Edad	Abd izq	Edad	Abd izq	Edad
B	6,934	-0,018	13,296	-0,127	6,913	-,030	11,309	-,093
Std. Error	0,743	0,017	0,691	0,016	,676	,015	,694	,016

<sup>a</sup> Variable predictora (constante), edad

**Gráfico N°13 a-b** Gráfico de dispersión de la fuerza de abducción derecha (a), izquierda (b) por edad según sexo. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

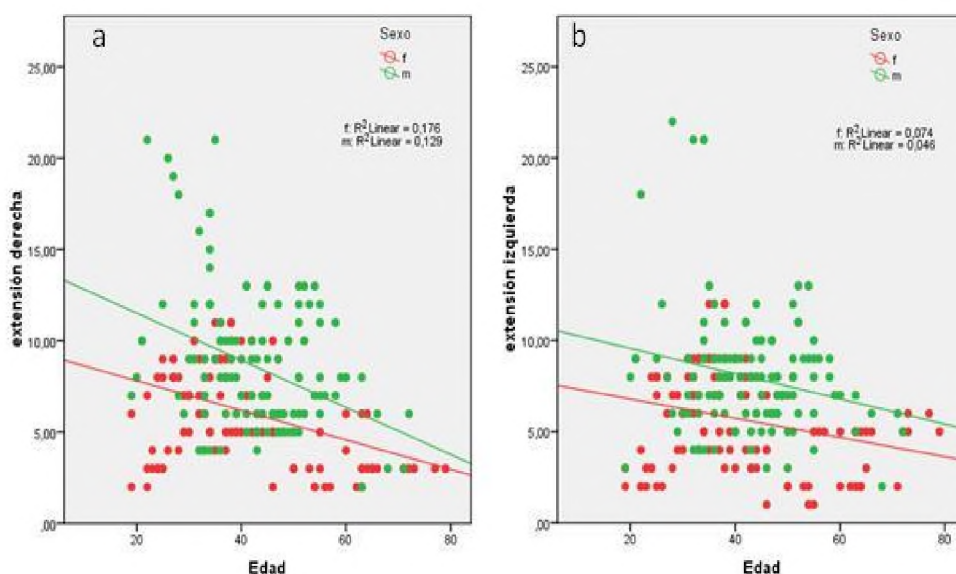


La fuerza de extensión en ambos sexos muestra una tendencia descendente con la edad tanto derecha como izquierda. La predicción en miembro derecho es cercana al 40% en ambos sexos y menor en miembro izquierdo. Pero nuevamente el ajuste es malo en las líneas de tendencias con valores cercanos a uno o cero. Se nota mayor dispersión de los datos en las edades menores, especialmente en los varones. Tabla N°13, Gráficos 14 a-b

**Tabla N°13** Resumen modelo de regresión según sexo y fuerza de extensión. Variable predictora: edad, Variable dependiente Extensión derecha-izquierda. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

	Extensión derecha				Extensión izquierda			
	Femenino		Masculino		Femenino		Masculino	
R	,420 <sup>a</sup>		,359 <sup>a</sup>		,271 <sup>a</sup>		,214 <sup>a</sup>	
R cuadrado	0,176		0,129		,074		,046	
	Ext der	Edad	Ext der	Edad	Ext der	Edad	Ext der	Edad
B	9,431	-,081	14,103	-,129	7,844	-,053	10,947	-,069
Std. Error	,720	,016	1,284	,029	,768	,018	1,203	,027

**Gráfico N°14 a-b** Gráfico de dispersión de la fuerza de extensión derecha (a), izquierda (b) por edad según sexo. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

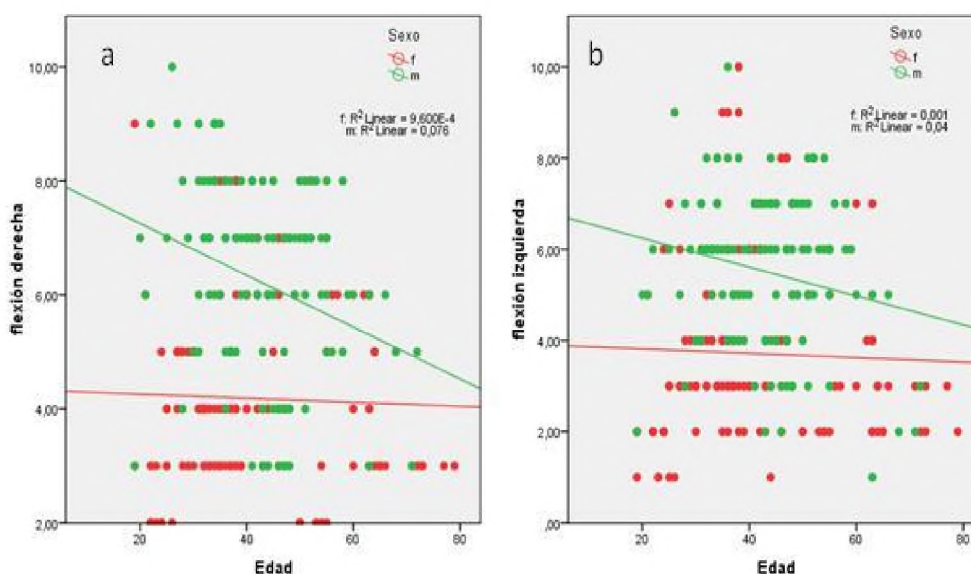


La fuerza de flexión en varones muestra una tendencia descendente con la edad tanto derecha como izquierda, aunque la predicción es muy baja, el R es cercano al 28% en miembro derecho y no llega al 20% en el izquierdo. En las mujeres no muestra variación con la edad. Los datos muestran amplia variabilidad alrededor de la línea de tendencia en ambos sexos y miembros. El R cuadrado es cercano a cero. Tabla N°14, Gráficos 15 a-b

**Tabla N°14** Resumen modelo de regresión según sexo y fuerza de flexión. Variable predictora: edad, Variable dependiente flexión derecha-izquierda. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

	Flexión derecha				Flexión izquierda			
	Femenino		Masculino		Femenino		Masculino	
R	,031 <sup>a</sup>		,275 <sup>a</sup>		,034 <sup>a</sup>		,199 <sup>a</sup>	
R cuadrado	,001		,076		,001		,040	
	Flex der	Edad	Flex der	Edad	Flex izq	Edad	Flex izq	Edad
B	4,329	-,004	8,162	-,045	3,913	-,005	6,876	-,032
Std. Error	,469	,011	,607	,014	,582	,013	,596	,014

**Gráfico N°15 a-b** Gráfico de dispersión de la fuerza de abducción derecha (a), izquierda (b) por edad según sexo. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015



### **Análisis factorial de componentes principales.**

Se realiza un análisis factorial de componentes principales utilizando como variables activas a las fuerzas musculares de miembros superiores (por ser homogéneas) y como variables ilustrativas al resto de las variables (edad, sexo, dominancia, frecuencia de uso y rol laboral).

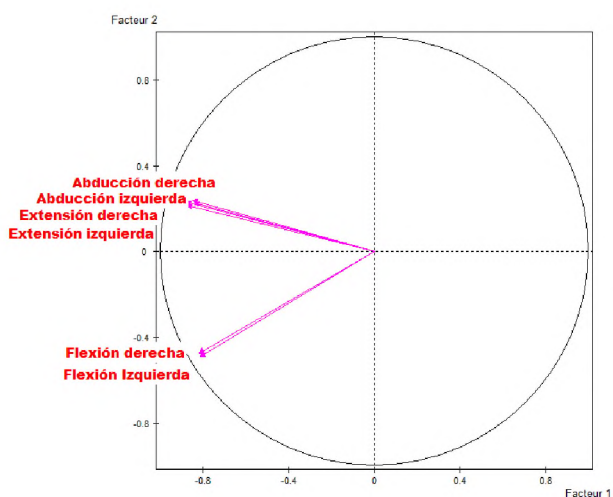
Las fuerzas de abducción, extensión y flexión, entre derecha e izquierda, están altamente correlacionadas, (marcadas en rojo en la tabla N° 15). Dentro de un mismo

miembro (derecho o izquierdo), las tres fuerzas medidas también están altamente correlacionadas (marcadas en verde en la tabla N° 15), pero las fuerzas de flexión tienen una correlación menor con las fuerzas de abducción y extensión, aunque siempre mayor del 0,5. En cambio la edad muestra escasa correlación con todas las fuerzas estudiadas. Esto se observa en el gráfico del primer plano factorial. Gráfico N°16.

**Tabla N°15** Matriz de correlaciones de variables cuantitativas. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Ciudad de Mar del Plata año 2015

		Derecha			Izquierda			EDAD
		abducción	extensión	Flexión	abducción	extensión	Flexión	
Der	abducción	1.00						
	extensión	0.72	1.00					
	flexión	0.62	0.62	1.00				
Izq	abducción	0.83	0.68	0.61	1.00			
	extensión	0.57	0.81	0.52	0.72	1.00		
	flexión	0.53	0.59	0.79	0.60	0.62	1.00	
<b>EDAD</b>		0.26	0.32	0.09	0.25	0.20	0.06	1.00

**Gráfico N°16** Análisis de Componentes principales. Primer plano factorial. Variables activas: fuerzas musculares. Variable ilustrativa: edad. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Ciudad de Mar del Plata año 2015

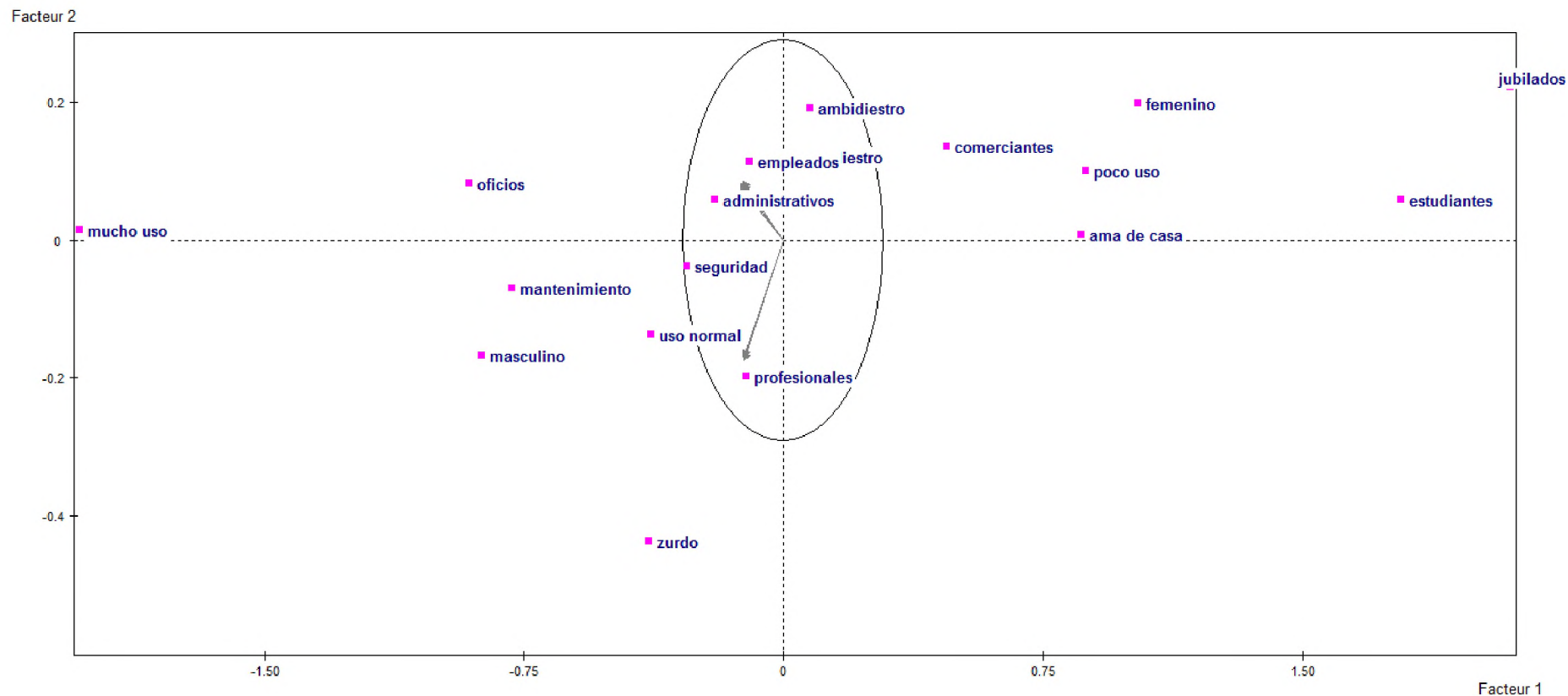


Fuente: Elaboración propia.

El sexo masculino se proyecta en el segundo cuadrante (abajo izquierda), contrapuesto al sexo femenino en el cuarto cuadrante (superior derecho). La dominancia diestra y ambidiestra se encuentran proyectadas muy cerca entre sí, en el cuarto cuadrante. La dominancia izquierda (zurdo), se proyecta en el segundo cuadrante, es la modalidad de mayor contribución al eje 2 negativo. En cuanto a la frecuencia de uso, la modalidad “mucho uso” se proyecta sobre el eje 1 negativo, contrapuesto al “poco uso” en el eje 1 positivo. En cuanto a los roles laborales, se observan dos grupos claros: uno en el cuarto cuadrante: jubilados, ama de casa, comerciantes, cercanos al poco uso, sexo femenino y en dirección al menor valor de las fuerzas estudiadas.

En el cuadrante uno y dos se proyectan el resto de las modalidades.

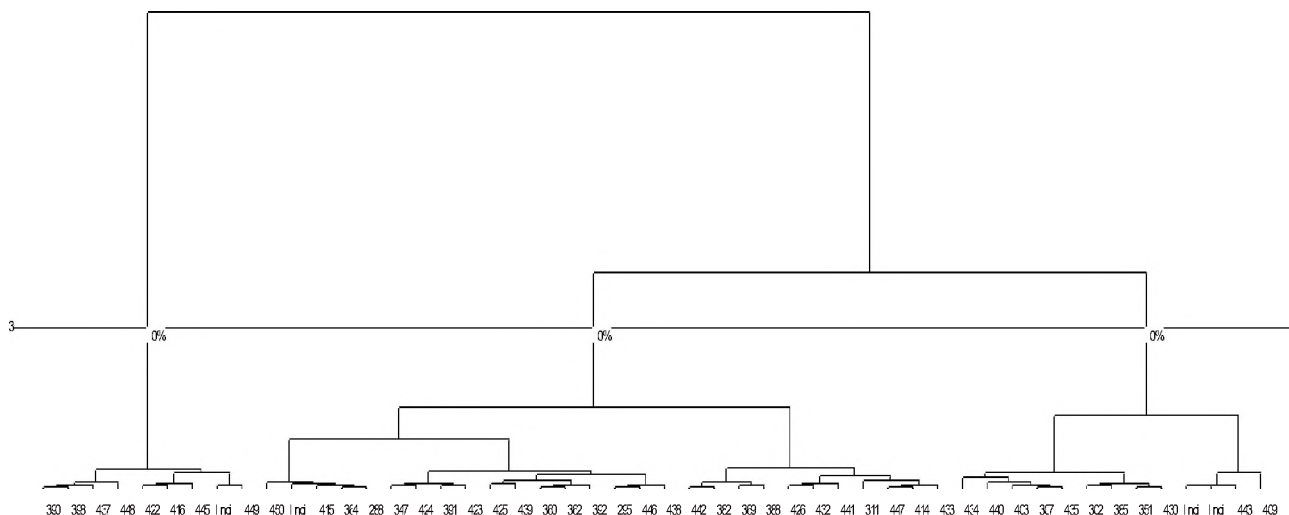
**Gráfico N°17** Análisis de Componentes principales. Primer plano factorial. Proyección de Variables activas: fuerzas musculares. Variables ilustrativas: sexo, dominancia, frecuencia de uso, rol laboral. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Ciudad de Mar del Plata año 2015.



Se realiza un análisis de cluster con una clasificación jerárquica. El dendograma muestra tres grupos bien definidos. Grafico N°18

**Gráfico N°18** Análisis de Cluster. Dendograma. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Ciudad de Mar del Plata año 2015

Clasificación jerárquica: exacte



### Clase 1/3

Representa al 27,2 % de los individuos (N=68)

Está formada mayoritariamente por mujeres (casi el 84% de la clase, son mujeres (clase/mod) y del total de las mujeres (mod/clase), casi la mitad están en esta clase), porcentaje excedentario al esperado (46%). También en esta clase están la mayoría de los que relatan “poco uso” y son excedentarios los jubilados, estudiantes y ama de casa. La única variable cuantitativa que se asoció significativamente en esta clase, es la edad, con un promedio de edad mayor al del total de la muestra. Se proyecta en el primer plano factorial, sobre el eje 1 positivo. Tabla n° 16 Grafico n° 19.



### Clase 2/3

Representa al 52,8 % de los individuos (N=132)

Esta clase, (la mayor de las tres) está formada mayoritariamente por hombres. El promedio de fuerza de abducción es mayor al promedio, pero cercano a él, tanto derecha como izquierda. No hay roles de ocupación característicos de esta clase. Se proyecta en el primer plano factorial, cerca del centro de las coordenadas (cruce del eje 1 y eje2). Tabla N° 17 Grafico N° 19

### Clase 3/3

Representa al 20 % de los individuos (N=50)

Está formada mayoritariamente por hombres, que declaran un uso de la fuerza normal pero presentan promedios de fuerzas superiores al promedio. Se proyecta sobre el eje 1 negativo. Tabla N° 18 Grafico N° 19

### Tabla N° 16

CLASSE 1 / 3                      N= 68 (27.20)

Variable	Modalidad	Valor test	P	(1)% clase mod	(2)% Mod Clase	(3) %Global	Total en la base
Sexo	femenino	7.38	0.000	49.57	83.82	46.00	115
Frec	poco uso	5.00	0.000	41.80	75.00	48.80	122
rol laboral	jubilados	4.53	0.000	91.67	16.18	4.80	12
rol laboral	estudiantes	2.65	0.004	66.67	11.76	4.80	12
rol laboral	ama de casa	2.41	0.008	55.56	14.71	7.20	18

Variables cuantitativas	Valor test	p	Promedio		Desvío Estándar	
			En la clase	En el total	En la clase	En el total
EDAD	3.87	0.000	47.09	42.14	17.12	12.35

**Tabla N° 17**

CLASSE 2 / 3

N= 132 (52.80 %)

Variable	Modalidad	Valor test	P	(1)% clase mod	(2)% Mod Clase	(3) %Global	Total en la base
Sexo	masculino	2.86	0.002	61.48	62.88	54.00	135

Variables cuantitativas	Valor test	p	Promedio		Desvío Estándar	
			En la clase	En el total	En la clase	En el total
Abducción der	3.89	0.000	7.14	6.58	1.58	2.39
Abducción izq	3.14	0.001	7.59	7.11	1.81	2.57

**Tabla N° 18**

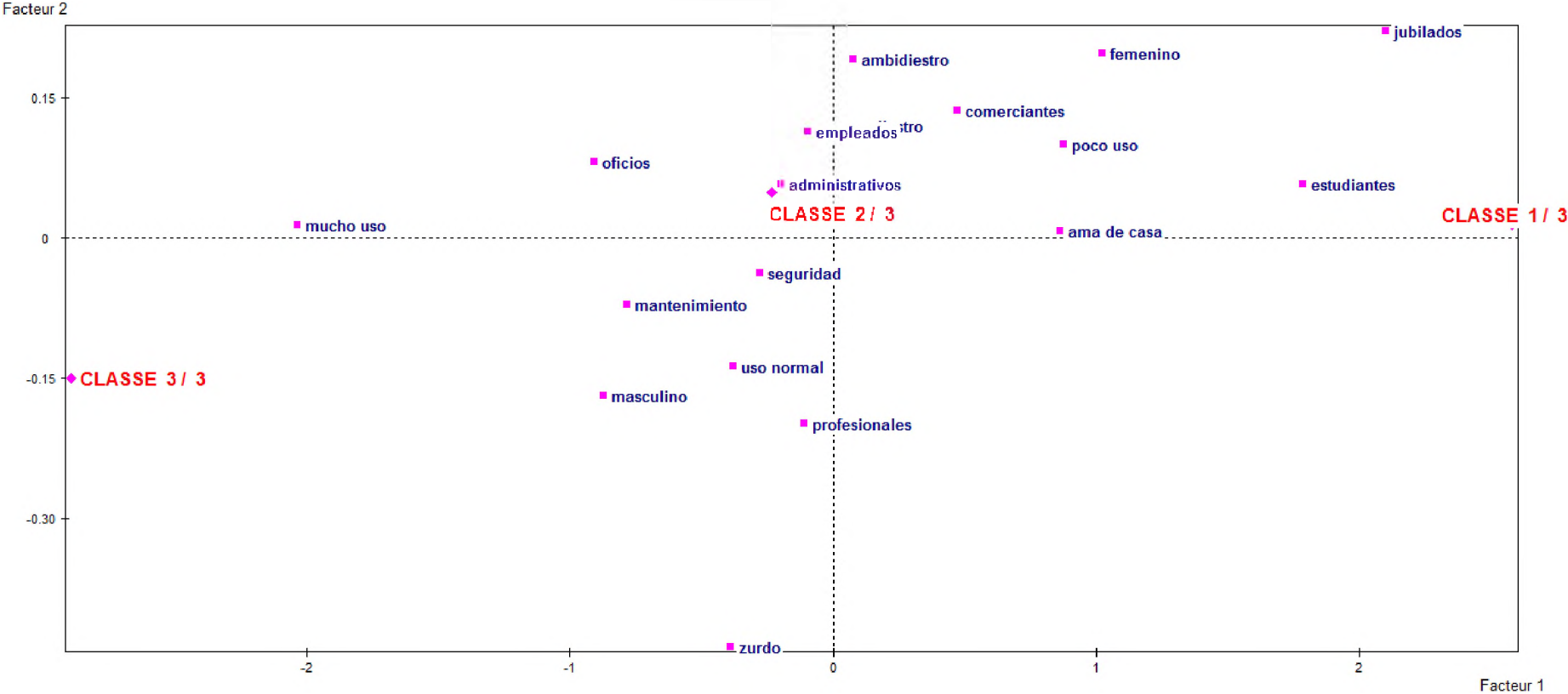
CLASSE 3 / 3

N= 50 (20.00%)

Variable	Modalidad	Valor test	P	(1)% clase mod	(2)% Mod Clase	(3) %Global	Total en la base
Sexo	masculino	4.43	0.000	30.37	82.00	54.00	135
Frecuencia de uso	uso normal	2.55	0.005	29.03	54.00	37.20	93

Variables cuantitativas	Valor test	p	Promedio		Desvío Estándar	
			En la clase	En el total	En la clase	En el total
extensión der	11.32	0.000	12.50	7.43	3.04	3.53
extensión izq	9.96	0.000	11.08	6.92	3.57	3.30
flexión der	9.68	0.000	7.68	5.28	0.97	1.96
flexión izq	9.64	0.000	7.18	4.69	1.23	2.04
abducción der	7.78	0.000	9.64	7.11	2.10	2.57
abducción izq	7.73	0.000	8.92	6.58	1.68	2.39

**Gráfico N°19** Análisis de Componentes principales. Primer plano factorial. Proyección de Variables ilustrativas: sexo, dominancia, frecuencia de uso, rol laboral. Partición en tres clases. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Ciudad de Mar del Plata año 2015.



## **6 Limitaciones del estudio:**

La muestra fue por conveniencia y criterio de autoridad, la mayor limitación que ello acarrea es no poder inferir los resultados al resto de la población. La investigación no tuvo recursos que hubieran sido necesarios para obtener una muestra probabilística que sí lo permitiera.

Una dificultad importante a tener en consideración si se desea replicar el estudio, es el tamaño y peso del equipamiento a utilizar. En ese sentido el Centro de Salud fue un lugar adecuado para su realización. La necesidad de ubicar el equipo en un lugar determinado y por tiempo limitado, restringe la posibilidad de obtener una muestra diferente en el tiempo establecido.

## **7 Conclusiones**

Se cumplió el objetivo principal de la presente investigación: obtener información que permita la estandarización de la fuerza de abducción, extensión y flexión de hombro en personas sanas, y se obtuvo la caracterización de dicha población.

Se detalla la metodología aplicada, lo que permitirá replicar la investigación y comparar resultados.

De las fuerzas estudiadas se pudo comprobar que todas ellas y en ambos sexos, fueron superiores en el miembro superior derecho. La fuerza de extensión fue superior en ambos miembros, al resto de las fuerzas.

La edad de los sujetos evaluados tiene escasa correlación con todas las fuerzas medidas. Las fuerzas medidas, disminuyen con la edad, pero hay mucha variabilidad, el ajuste a la recta de regresión no es buena (la edad no es predictiva de la fuerza de

hombro), esto es más marcado en las mujeres cuya pendiente es menor que la de los varones. Esto se observa tanto del miembro derecho como el izquierdo.

El análisis de componentes principales y la posterior clasificación jerárquica, permitió clasificar tres grandes grupos de individuos: Los que tienen valores superiores al promedio en todas las fuerzas, los que tienen valores cercanos al promedio (es el grupo más numeroso) y los que tienen valores menores al promedio. La edad y algunos roles laborales tales como jubilados, amas de casa y comerciantes fueron característicos de este último grupo.

Los datos más relevantes para los objetivos de la presente tesis, son las medidas de tendencia central y dispersión de las fuerzas, según sexo, presentadas en las tablas Nº 7 y Nº 8, las cuales muestran una distribución asimétrica, de la fuerza de los músculos evaluados. La medida que mejor resume sus valores es la mediana, que se presenta en la siguiente tabla.

Mediana de fuerzas de abducción, flexión y extensión de miembros superiores derecho e izquierdo según sexos. Personas adultas sanas, mayores de 19 años. Mar del Plata 2015

	<b>Masculino</b>		<b>Femenino</b>	
	<b>Brazo derecho</b>	<b>Brazo izquierdo</b>	<b>Brazo derecho</b>	<b>Brazo izquierdo</b>
<b>Fuerza Abducción</b>	8,35kg	7,78kg	6,73.kg	6,15kg
<b>Fuerza Extensión</b>	9,04kg	8,50kg.	6,57kg	6,18kg
<b>Fuerza Flexión</b>	6,73kg	6,06kg	6,73kg	4,22kg

El Centro de Salud fue un lugar propicio para desarrollar la investigación, por la ubicación estratégica dentro de la ciudad y la confluencia de público de variada demografía como se mostró en la caracterización de la muestra obtenida. También fue un lugar adecuado para ubicar el equipamiento necesario.

Las fuerzas fueron medidas mediante la utilización del Dinamómetro de Hombro y Codo, cuyo diseño y fabricación pertenece a los ingenieros Bizio L. y Gutiérrez G en el 2009. La presente investigación es el primer intento de estandarización de las fuerzas medidas con este prototipo.

La literatura que aborda la temática, tanto nacional como internacional, hace alusión a estudios dinamométricos en codo y mano, pero no en hombro. Esto constituye una fortaleza de la presente investigación (es la primera) y a su vez, una debilidad: no hay información de referencia.

El dinamómetro utilizado para la medición de las fuerzas de hombro, confirma ser un instrumento eficaz y confiable, ofreciendo al campo de la Terapia Ocupacional un aporte importantísimo por brindar datos objetivos para el control y seguimiento de los individuos, los resultados obtenidos son información de referencia para ello y complementa los obtenidos previamente en el estudio realizado por el Lic. Jorge Daniel Schroh, quien realizó la estandarización de la flexión y extensión de codo con igual instrumento.

Se considera que los datos obtenidos traerán beneficios para toda la sociedad, ya que mejorará la capacidad evaluación, el diagnóstico y tratamiento de trastornos neuro-musculares y musculo-esqueléticos del miembro superior.

## 8 Bibliografía

**Bizio, L., Cisilino, A., Marquez, A., Gutierrez G., Porro S., De Falco, R.** "Diseño de un dinamómetro para la evaluación objetiva de los músculos motores del brazo" [Publicación periódica]. - Santiago de Chile : Revista Chilena De Terapia Ocupacional, 2008.

**Bizio, L.; Gutierrez, G.** "Dispositivo para la evaluación de fuerzas musculares del miembro superior" [Libro]. - Mar del Plata : Facultad de Ingeniería de la UNMdP, 2009.

**Caporrino, F. A., y otros.** "Estudo populacional da força de preensão palmar com dinamómetro Jamar" [Publicación periódica]. - Brasil : Brasil Ortop., 1998. . - 33 (2): pp150-154..

**Chaler, J., R. Garreta, A. Alcázar, M. A. Abril, C. Unyó, E. Pujol y J.A Ramos.** Evaluación de la sinceridad del esfuerzo en el hombro mediante dinamometría isocinetica. España 2002.

**CIUO** Clasificación Internacional Uniforme de las Ocupaciones [En línea] // Organización Internacional del Trabajo. - 13 de 5 de 2013. - <http://www.ilo.org/public/spanish/bureau/stat/isco/>.

**Cordova A.** "Fisiología Dinámica". Madrid. Masson. 2003

**Crepeau, Cohn y Schell** Willard & Spackman Terapia Ocupacional [Libro]. - Buenos Aires : Medica Panamericana, 2008. - ISBN 978-950-06-2412-1.

**Derrickson B. Tortora G.J.** "El sistema Muscular". Principios de anatomía y fisiología. Ed. Médica Panamericana. Madrid España. 330-333. 2006

**Ducos Ruiz, L., Fontán, M. N. y Saugar, M. S.** "Protocolo de uso de dinamómetro de Hombro y Codo" [Publicación periódica]. - Mar del Plata : Universidad Nacional de Mar del Plata, 2012.

**García Manso J** "Entrenamiento de la fuerza" [Libro]. - Madrid : Gymnos, 1999.

**García Vidal J. A.** "Aportaciones al conocimiento electromiográfico y dinamométrico de la flexo/extensión de codo" [Libro]. - Murcia : Universidad de Murcia, 2013.

**Gardiner M.D.** "Introducción al movimiento". Manual de ejercicios de rehabilitación. Edit. Jims S.A. Barcelona España. 25-30. 1986

**Guyton, A.; Hall, J.; Moreno, M.** "Tratado de fisiología médica" [Libro]. - Madrid : Interamericana, 2001.

**Harman E.** "Strength and Power: A Definition of Terms" [Publicación periódica]. - Massachusetts : National Strength & Conditioning Association Journal, 1993. - 6 - pag 18-21 : Vol. 15.

**Kapandji A.I.** "Fisiología Articular: esquemas comentados de mecánica humana" [Libro]. - Madrid : Medica Panamericana, 2006. - 84-9835-002-6.

**Lateana D. y Ramella J.** "Terapia Ocupacional: Estandarización de la fuerza de puño y pinza de la población en la ciudad de Mar del Plata" Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Mar del Plata. 2005.

**Luna Heredia, E., Martín Peña, G. y Ruiz Galiana, J.** "Valores normales y límites de la normalidad de la fuerza de la mano determinados con dinamometría" [Publicación periódica]. - Madrid : Nutricion Hospitalaria, 2004.

**Manh Arteaga, J. y Romero Dapueto, P.** "Evaluación de la fuerza de puño en sujetos adultos sanos mayores de 20 años de la región metropolitana" [Publicación periódica]. - Santiago de Chile : Universidad de Chile, 2005.

**Mathiowetz V., Weber K., Volland G., Kashman N.** Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations [Journal]. - [s.l.] : Journal of Hand Surgery, 1984. - 9(2):222-6..

**Rouvière H. Delmas A.** "Anatomía Humana" Descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 3. 9a edición. Barcelona, Editorial Masson S.A 1991.40-56

**Schroh, J.D.;** "Terapia Ocupacional: estandarización de fuerza de flexión y extensión de codo en una población de la ciudad de Mar del Plata", Facultad de ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Mar del Plata, 2013.

**Varas de la Fuente, A.B; Gonzáles Secunza,I** Determinación de la normalidad mediante evaluación isocinetica de la musculatura del complejo articular del hombro.



Número de ficha:

Fecha:

# Cuestionario

El presente cuestionario tiene como función obtener unidades de análisis para la estandarización de la fuerza de flexión, extensión y abducción de hombro en una población de la ciudad de Mar del Plata ".Este se aplicara en las instalaciones del Centro de Salud N°2, Arturo Oñativia.

## Sección I. Datos Epidemiológicos

Sexo:

Edad:

Dominancia Manual:

<input type="radio"/>	Diestro
<input type="radio"/>	Zurdo
<input type="radio"/>	Ambidiestro

Frecuencia de ejercicio muscular en miembros superiores.

<input type="radio"/>	Mucho
<input type="radio"/>	Normal
<input type="radio"/>	Poco

Rol Laboral:

**Sección II.** Criterios para la selección de las unidades de análisis que conformaran la muestra.

Marcar con una cruz lo que corresponda

1. ¿Usted padeció en los últimos 6 meses o padece actualmente una enfermedad o lesión que afecte la fuerza muscular de los miembros superiores?

<input type="radio"/>	SI
<input type="radio"/>	NO
<input type="radio"/>	NS/NC

2. ¿Usted padeció en el último mes o padece actualmente dolor en sus miembros superiores?

<input type="radio"/>	SI
<input type="radio"/>	NO
<input type="radio"/>	NS/NC

3 ¿En los últimos 6 meses sufrió alguna enfermedad cardiaca?

<input type="radio"/>	SI
<input type="radio"/>	NO
<input type="radio"/>	NS/NC

4 ¿En los últimos 6 meses fue sometido a alguna cirugía, que le impida llevar una vida normal?

<input type="radio"/>	SI
<input type="radio"/>	NO
<input type="radio"/>	NS/NC

Muchas gracias por su tiempo.

N° de registro:

Fecha:

Entrevistador: Rocío Gil

## **"Terapia ocupacional: estandarización de fuerza de flexión, extensión y abducción de hombro en una población de la ciudad de Mar del Plata"**

Hoja de registro dinamométrico para la recolección de datos de fuerza de flexión, extensión y abducción de hombro.

Registro Manual	M.S Derecho			M. S. Izquierdo			Total promedio simple	
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	Miembro Superior Derecho	Miembro Superior Izquierdo
Movimiento								
<b>Abducción de hombro</b>								
<b>Extensión de hombro</b>								
<b>Flexión de hombro</b>								

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL  
ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN.**

**TITULO DEL ESTUDIO:**

**Terapia Ocupacional: estandarización de la fuerza de flexión, extensión y abducción de hombro en una población de la ciudad de Mar del Plata”**

**INVESTIGADORA:** Gil, R.E    Estudiante avanzada de Lic. en Terapia Ocupacional. U.N.M.D.P.

**OBJETIVO:**

Identificar el estándar de la fuerza de flexión, extensión y abducción de hombro en sujetos sanos y adultos mayores de ambos sexos.

**PROCEDIMIENTOS:**

Si consiento en participar sucederá lo siguiente:

1. Responderé a preguntas relacionadas con datos sociodemográficos personales y si estoy apto para conformar la muestra de análisis.
2. Me someterán a una evaluación de fuerza muscular, con la utilización de un dinamómetro.

**CONFIDENCIALIDAD:**

Toda información obtenida en este estudio será considerada confidencial y será usada sólo a efectos de investigación. Mi identidad será mantenida en el anonimato.

**DERECHO A REHUSAR O ABANDONAR:**

Mi participación en el estudio es enteramente voluntaria y soy libre de rehusar a tomar parte o a abandonar en cualquier momento.

**CONSENTIMIENTO:**

Consiento en participar en este estudio. He recibido una copia de este impreso y he tenido la oportunidad de leerlo y/o que me lo lean.

**FIRMA:**.....

**FECHA:**.....

**FIRMA  
INVESTIGADOR:**.....

## Autoridades

De mi mayor consideración:

Mi nombre es Rocío Evangelina Gil, soy alumna de la carrera de Licenciatura en Terapia Ocupacional de la Facultad de Ciencias de la Salud y Servicio Social, de la Universidad Nacional de Mar del Plata, y por medio de la presente me dirijo a quien corresponda solicitando autorización para acceder a las instalaciones del Centro de Salud N° 2 Dr. Arturo Oñativia para realizar la recolección de datos de mi Tesis de Grado titulada: "Terapia Ocupacional: Estandarización de la fuerza de flexión, extensión y abducción de hombro en una población de la ciudad de Mar del Plata".

El antecedente inmediato a la investigación que se pretende realizar y siendo continuación de la misma, fue llevado a cabo en el año 2013, por Jorge Schroh para, denominado "Terapia Ocupacional: Estandarización de fuerza de flexión y extensión de codo en una población de la ciudad de Mar del Plata".

El instrumento que será utilizado para la recolección de los datos es un dinamómetro cuyo diseño y fabricación pertenece a los ingenieros Bizio L. y Gutiérrez G. Es un prototipo que necesita ser estandarizado en los valores normales según edad, sexo, dominancia, frecuencia de ejercicio y rol laboral. El estudio pretende recabar datos cuantitativos de la flexión, extensión y abducción de hombro, habiéndose completado la evaluación de codo con la investigación del Licenciado Schroh.

Se consideró a este Centro de Salud, como el lugar propicio para desarrollar dicha investigación, ya que tiene una ubicación estratégica dentro de la ciudad y su confluencia de público es de variada demografía y diferentes estratos socioeconómicos, siendo estas algunas de las características que requiere la presente investigación.

Para recolectar la muestra de investigación, se seleccionaran sujetos mediante un breve cuestionario a través del cual, cada una de las personas puede optar por participar o no en la misma. Se garantizará el anonimato y confidencialidad de los datos.

A cada participante que pertenezca a la muestra se le realizará el registro de fuerza de hombro a través del instrumento: Dinamómetro de Miembro Superior. Esta prueba es sencilla y de fácil administración, el tiempo que se estima para realizar la misma oscilará en los 10 minutos, cada persona realizará 3 flexiones de hombro, 3 extensiones y 3 abducciones de hombro con cada miembro.

El tiempo que demandará la totalidad de la recolección de los datos, dependerá de la disponibilidad brindada por la institución para dicho procedimiento, siendo el tiempo estimado de aproximadamente 3 semanas. Quedará pendiente aún la fecha de comienzo, según la aprobación por parte de la Facultad del plan de Tesis.

Los datos obtenidos traerán beneficios para toda la sociedad, ya que mejorará la evaluación, el diagnóstico y tratamiento de trastornos neuro-musculares y musculoesqueléticos del miembro superior.

Desde ya muchas gracias y ante la espera de una pronta y favorable respuesta, lo saluda atte.

Rocío Evangelina Gil

D.N.I. 27801856

**Directora de tesis** Rosanna de Falco