



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACIÓN ESTADO DE MÉXICO PONIENTE
DIIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD

UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA
“LOMAS VERDES”

**“MEDICIÓN DE LA FUERZA DE ABDUCCIÓN DE HOMBRO EN PACIENTES
SANOS”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALIDAD MÉDICA EN

ORTOPEDIA

PRESENTA:

DR. EDGAR NEGRETE MUNDO

Médico Residente de 4to. Año de la especialidad en Ortopedia

DR. ADOLFO TORRES ZAVALA

Médico Ortopedista adscrito al servicio de miembro torácico, asesor temático

NAUCALPAN DE JUÁREZ, ESTADO DE MÉXICO FEBRERO 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dr. Gilberto Eduardo Meza Reyes,
Titular de la UMAE Hospital de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes”

Dr. José Antonio Orivio Gallegos.
Profesor Titular del Curso Universitario

Dra. María Guadalupe del Rosario Garrido Rojano.
Directora de Educación e Investigación en Salud

Dr. Daniel Luna Pizarro.
Jefe de División de Investigación en Salud

Dr. Ricardo Cienfuegos Monroy.
Encargado de la División de Educación en Salud

Dr. Adolfo Torres Zavala
Médico ortopedista adscrito al servicio de miembro torácico, Asesor temático

Dr. Edgar Negrete Mundo
Médico residente del 4to año de la especialidad de Ortopedia de la UMAE: Hospital
de Traumatología y Ortopedia “Lomas Verdes”

ÍNDICE GENERAL

1. RESUMEN -----	4
2. ABSTRACT -----	5
3. ANTECEDENTES -----	6
4. OBJETIVOS -----	12
5. MATERIAL Y MÉTODOS -----	13
6. RESULTADOS -----	14
7. DISCUSIÓN -----	16
8. CONCLUSIÓN -----	17
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	18
10. ANEXOS -----	20

RESUMEN

La articulación glenohumeral es la más móvil de la economía corporal. Es el resultado de la laxitud de la cápsula articular y la poca profundidad de la cavidad glenoidea en relación con el gran tamaño de la cabeza humeral, dentro de la gran movilidad que posee es importante determinar la fuerza muscular normal de los arcos de movilidad, en este trabajo se presenta una base de datos preliminar de la fuerza de abducción de hombro en pacientes sanos.

OBJETIVO GENERAL: Determinar la fuerza de abducción de hombro en pacientes sanos mexicanos.

MATERIAL Y METODOS: Se incluyeron individuos sin patologías de hombro o columna cervical conocida, en un rango de edad de 18 a 65 años, masculinos y femeninos, organizados en 5 grupos. Se realizaron mediciones antropométricas (peso, talla, IMC, circunferencia de muñeca y brazo) y prueba de fuerza de abducción en ambos hombros (Kg/fuerza). Se analizaron las variables estadísticamente con "r" de Pearson y Spearman y $p < 0.05$

RESULTADOS: En análisis por grupo de edad, género y fuerza del brazo dominante y no dominante el máximo de la fuerza para el brazo dominante del género masculino fue del grupo de 26-35 años con 7.11 kg/fza, mientras que para el mismo género del brazo no dominante fue del grupo 46-55 años con 8.04 kg/fza, el máximo de fuerza para el brazo dominante del género femenino fue del grupo de 26-35 años con 4.35 kg/fza mientras que para el brazo no dominante del mismo género fue del grupo 18-25 años con 4.43 kg/fza, se observó correlación positiva de la fuerza con el peso y la talla, así como con la circunferencia de la muñeca.

CONCLUSIONES: El análisis de la fuerza de abducción en pacientes sanos por grupos de edad creo una base de datos preliminar que será un marco de referencia en patología de hombro agudo y crónico.

Palabras clave: abducción, hombro, fuerza

ABSTRACT

The glenohumeral joint is the most mobile of the body economy. It is the result of the laxity of the joint capsule and shallowness of the glenoid in relation to the large size of the humeral head, within the high mobility that owns it is important to determine the normal range of movement muscular force. This paper presents a preliminary database of shoulder abduction strength in healthy patients.

GENERAL OBJECTIVE: To determine the strength of shoulder abduction in Mexican healthy patients.

MATERIALS AND METHODS: Individuals without shoulder diseases or cervical spine known, in an age range of 18-65 years old, male and female, organized into 5 groups were included. Anthropometric measurements (weight, height, BMI, wrist and arm circumference) and abduction strength test on both shoulders (Kg / force) were performed. The variables were analyzed statistically with "r" of Pearson and Spearman $p < 0.05$

RESULTS: Analysis by age group, gender and the dominant and nondominant arm, the maximum force to the dominant arm in male was 26-35 years group with 7.11 kg / force, while for the same genre nondominant arm was 46-55 years group with 8.04 kg / force, the maximum force to the dominant arm in female was 26-35 years group with 4.35 kg / force while for the non-dominant arm of the same gender group was 18-25 with 4.43 kg / force, positive correlation of force was observed with the weight and height, as well as the circumference of the wrist.

CONCLUSIONS: The analysis of abduction strength in healthy patients by age group created a preliminary database will be a framework in pathology of acute and chronic shoulder.

Keywords: abduction, shoulder, strength

ANTECEDENTES

La articulación glenohumeral es la más móvil de la economía corporal. Es el resultado de la laxitud de la cápsula articular y la poca profundidad de la cavidad glenoidea en relación con el gran tamaño de la cabeza humeral. Abarcan flexión, extensión, abducción, aducción, rotación interna y externa, circunducción. Es conocido que la estabilidad de la articulación glenohumeral se debe principalmente a la acción muscular, debido a que la cápsula y ligamentos son muy laxos para permitir los amplios arcos de movilidad, así como por el pobre contacto articular, lo que confiere mínima resistencia a las luxaciones.²

Adicional a los músculos intrínsecos que mantienen la estabilidad del hombro, se requiere la participación del mango de los rotadores para mantener la compresión cóncava, por lo que es importante entender la estrategia que adoptan éstos músculos para prevenir la luxación al recibir una fuerza externa.²

Anatomía

El hombro está constituido por tres estructuras óseas: Clavícula, omóplato y húmero, que son las estructuras que unen el brazo con el tórax. En primer lugar haremos un resumen anatómico breve de la clavícula, en ésta se pueden considerar dos caras (superior e inferior), dos bordes (anterior y posterior) y dos extremidades (interna y externa), de éstas hacemos mayor énfasis de la extremidad externa que es el componente directamente relacionado con la articulación acromio-clavicular, presenta una superficie articular de forma elíptica que se articula con una faceta correspondiente del acromion.¹

El segundo hueso que constituye el hombro es el omóplato, es un hueso plano, ancho y delgado, situado en la parte posterosuperior del tórax, su forma es triangular distinguiéndose en él dos caras y tres bordes.² La cara anterior es cóncava y se llama fosa subescapular porque la ocupa el músculo del mismo nombre. La cara posterior tiene una saliente ósea llamada espina que la dividen en una fosa supraespinosa y la inferior llamada fosa infraespinosa ocupadas por los músculos que llevan el mismo nombre, respectivamente, el ángulo posterolateral de la espina se prolonga en dirección laterocraneoventral en un gancho aplanado verticalmente que recibe el nombre de acromion y que termina en punta roma con una cara elíptica para articularse con la clavícula.¹

En el ángulo superior y externo se desprende un nuevo gancho que recibe el nombre de proceso coracoides, en tanto que lateralmente está cortado por una superficie articular lisa, oval y vertical, de polo mayor caudal y deprimido en el centro que recibe el nombre de cavidad glenoidea.¹

El tercer hueso que conforman el hombro es el húmero que es un hueso largo, par y simétrico, que forma el esqueleto del brazo y se articula proximalmente con el omóplato o escápula y distalmente con el radio y cúbito, presenta un cuerpo y dos extremidades, se estudian tres caras (antero medial, antero lateral y posterior).¹ Estudiaremos la extremidad superior que se involucra en el hombro, esta es una masa estrangulada por un surco anular que con el nombre de cuello anatómico se sitúa en un plano de orientación craneomedial caudal, a él se une la diáfisis con la epífisis mediante una zona

cilindroide llamada “cuello quirúrgico”. Medial al cuello anatómico de la superficie esferoidal, orientada en el mismo sentido, recibe el nombre de cabeza, la cual es lisa; esta porción es la que se articula con la escápula. En sentido laterocraneal al cuello anatómico existen dos eminencias una ventral es el tubérculo menor (tuberosidad menor o troquín) sirve de inserción al tendón del músculo subescapular, mientras que el otro tubérculo es dorsal y de mayor tamaño (tuberosidad mayor o troquíter) y presenta tres facetas para la inserción de los tendones musculares del supraespinoso, infraespinoso y redondo menor (conocidos en conjunto como el manguito de los rotadores) en orden craneocaudal, estas tuberosidades así también llamadas están separadas por otra estructura anatómica muy importante el canal bicipital por donde pasa la porción larga de bíceps braquial.³

Articulación escapulohumeral

Esta articulación se clasifica dentro del grupo de las enartrosis. Las superficies articulares participantes son la cabeza humeral y la cavidad glenoidea, ambas porciones revestidos en su superficie articular por un cartílago, el cual mide aproximadamente 1.23 mm, esto fue demostrado en un estudio hecho en cadáveres. La cavidad glenoidea está circundada por un rodete fibrocartilaginoso o labrum, de sección triangular y sirve de inserción a la cápsula articular.¹⁻²

Medios de unión

Comprenden una cápsula articular y los ligamentos de refuerzo coracohumeral que proviene del coracoides y glenohumerales (tres) que provienen del rodete glenoideo.¹⁻²

Ligamento coracohumeral

Es ancho, grueso y resistente y se inserta en la apófisis coracoides y se dirige hasta la tuberosidad mayor o troquíter. Por arriba está en contacto con la bursa subacromial y por abajo con la cápsula articular.¹⁻²

Ligamentos glenohumerales

Son tres ligamentos, no aislados de la cápsula. El ligamento glenohumeral superior de Morris o también conocido como supraglenosuprahumeral de Farabeuf, que se inserta en la parte superior del rodete glenoideo de donde se dirige hacia fuera para ir a insertarse en el cuello anatómico entre el troquín y el troquíter, y una gran parte de este ligamento pasan de un labio a otro del canal bicipital, formando el ligamento humeral transversal de Gordon Brodie.¹⁻²

El segundo ligamento es el glenohumeral medio de Morris o supraglenoprehumeral de Farabeuf, éste tiene su origen igual que el anterior y termina insertándose en la base del troquín. Por último, el ligamento glenohumeral inferior de Morris o preglenoinfrahumeral de Farabeuf se origina igual que los anteriores y termina fijándose en la parte anteroinferior del cuello quirúrgico.¹⁻²

La cápsula articular

Es delgada y laxa, tiene forma de manguito y se inserta por el lado interno de la cara externa del rodete glenoideo y en la porción inmediata del cuello del omóplato, se confunde con la inserción del tríceps y se inserta hasta la base de la apófisis coracoides.¹⁻²

Sinovial

Reviste toda la superficie interior de la cápsula y se refleja y cubre el hueso hasta terminar en el reborde cartilaginoso, emite prolongaciones siendo los más constantes la subescapular que sale por el foramen oval y la bicipital que en forma de saco se prolonga y cubre la porción larga del bíceps.¹⁻²

Músculos del hombro

Los músculos propios del hombro están dispuestos en dos planos, uno superficial y otro profundo. En el plano superficial está formado por un solo músculo: El deltoideo. El profundo está integrado por los músculos subescapular, supraespinoso, infraespinoso, redondo mayor y redondo menor, de éstos el subescapular está situado ventral a la escápula en la fosa del mismo nombre.

El supraespinoso e infraespinoso son dorsales a la escápula, el primero en la fosa supraespinosa que es superior a la espina de mismo hueso, el segundo es inferior que ocupa la fosa del mismo nombre. Los músculos redondo mayor y menor siguen el borde lateral de la escápula.¹⁻²

Biomecánica del hombro

La articulación glenohumeral es un tipo de articulación sinovial parecida a una bola y un socket incongruente. Debido a su falta de congruencia ósea, es muy dependiente en un equilibrio entre las estructuras capsuloligamentosas y la musculatura que rodean la articulación. La estabilidad muscular de la articulación glenohumeral se proporciona a través de la contratación de principalmente el manguito de los rotadores, deltoideos y cabeza larga del bíceps,⁷ mientras que los músculos como el dorsal ancho, redondo mayor y pectoral mayor se han señalado como principales responsable del movimiento.⁸ Mientras que los ligamentos y los mecanismos pasivos tales como la presión negativa intra-articular proporciona un apoyo considerable, es sólo la actividad muscular (estabilización dinámica) que tiene la capacidad de responder a diferentes condiciones de carga y configuraciones de las extremidades.⁹ En consecuencia, es de interés determinar cómo los músculos de la articulación del hombro, los estabilizadores y los motores, responden en patrones de activación predecibles al realizar determinados movimientos.¹⁰

Factores que contribuyen a la movilidad del hombro

Tres características anatómicas claves se han identificado que contribuyen a la movilidad del hombro:

1. La extremidad superior tiene conexión limitada al esqueleto axial con la articulación esternoclavicular (SC) y, en menor medida, la costoclavicular.
2. La articulación escapulotorácica (ST) consiste en una amplia interfaz de tejido blando.
3. La cabeza del húmero y la cavidad glenoidea tienen similares formas, pero difieren en tamaño.¹¹

La movilidad de la articulación GH se debe a: 1) la pequeña superficie de la cabeza humeral en contacto con la fosa glenoidea y 2) la forma de la fosa glenoidea. Las profundidades máximas de la glenoides, excluyendo al labrum son aproximadamente 2-4 mm aproximadamente en transversal y 7-9 mm de manera horizontal. Por consiguiente, la fosa glenoidea se caracteriza como una superficie receptiva más bien superficial para la cabeza humeral.¹⁷ En un estudio cadavérico se determinó que la

esfericidad de la cabeza humeral tiene una superficie de aproximadamente 21-22 cm², mientras que la superficie de la fosa glenoidea es de 8-9 cm², estableciendo que el contacto máximo de la superficie glenohumeral es de aproximadamente 4-5 cm² es decir un 22%.⁴

Factores estabilizadores del hombro

La articulación de la GH es estable en reposo, en medianos o extremos rangos de movilidad. Un concepto central que se tiene es que la estabilidad depende de las interacciones entre los estabilizadores estáticos y dinámicos que mantienen centrada la cabeza humeral dentro de la fosa glenoidea.¹³

Estabilizadores estáticos

Las superficies articulares envueltas en líquido sinovial se mantienen unidos por:

- 1) la adhesión, la atracción molecular de líquido sinovial de una superficie articular, y 2) la cohesión, la atracción molecular del líquido sinovial a sí mismo.⁴

La presión negativa dentro de la cápsula de la articulación GH ayuda a estabilizar la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea muy similar a una copa de succión se adhiere a una superficie lisa.¹⁷

Así mismo el labrum glenoideo, además de servir como una estructura de soporte de carga, también estabiliza la articulación GH por aumento de la profundidad de la fosa glenoidea, y su forma meniscoide confiere mayor superficie glenoidea en contacto con la cabeza del húmero,¹⁹ la eliminación experimental del labrum disminuyó la estabilidad GH hasta en 20%.⁴

Estabilizadores dinámicos

Las restricciones estáticas mencionados aseguran la estabilidad de la articulación GH cuando el brazo está en reposo. En circunstancias normales, las restricciones estáticas funcionan bien con una mínima participación de los músculos del hombro.¹¹ Sin embargo, las estructuras estáticas son insuficientes para garantizar la estabilidad de la articulación GH en los rangos de movilidad, que a menudo se caracteriza por una alta velocidad de movimiento y grandes cargas externas.³⁻¹³

Por ejemplo, lanzamiento por encima de la cabeza, apoyo de peso corporal en superficies estrechas e inestables, características de muchas actividades de gimnasia, y el uso de los brazos para elevación y la propulsión, requieren una combinación de estabilizadores estáticos y los músculos del hombro activas para centrar dinámicamente la cabeza humeral dentro de la cavidad glenoidea.⁴

Tres conceptos importantes han surgido, en relación con la estabilidad dinámica de la articulación GH en rangos medianos de movimiento: 1) la compresión cóncava, 2) la rigidez muscular, y 3) la distensibilidad del tendón.⁴

Compresión Cóncava: la estabilidad traslacional de la articulación GH depende de compresión activa de la convexidad de la cabeza humeral en la parte cóncava de la fosa glenoidea.⁴

Rigidez muscular: cuando se activa un músculo, genera tensión y exhibe una propiedad mecánica denominada rigidez, definida como la resistencia al cambio de longitud en respuesta a una carga externa.⁴

Distensibilidad de los tendones: los tendones son parte integral de la estructura de la musculatura del hombro y muestran una propiedad mecánica denominada complianza, es decir, que se puede estirar en respuesta a la fuerza muscular o una carga externa.⁴

Uno de los objetivos funcionales del sistema nervioso puede ser “modular” la rigidez de los músculos de tal manera que los tendones están permitidos de 3% a 10% de alargamiento. Esta tensión parece correlacionarse con el almacenamiento y liberación óptima de energía de tendones largos que contribuyen con el 10-25% del total de tensión muscular.⁴

Cuando se activa, los músculos del manguito de los rotadores, como en la abducción, se unen funcionalmente y estabilizan dinámicamente la articulación de la GH a través de las propiedades mecánicas de rigidez muscular y la complianza del tendón; por tanto el manguito rotador se ha descrito acertadamente como una glenoides musculotendinosa actuando como una extensión del óseo.¹⁷

Cinemática de la abducción

Los estudios que examinan la cinemática del hombro durante la abducción concuerdan en que este movimiento se divide en 4 fases que permiten movimientos y vínculos entre los diversos componentes. Debe entenderse sin embargo, que una vez iniciado, el este movimiento es normalmente continuo, y la clavícula, húmero, escápula y se mueven de una manera unida.⁴

La primera fase del movimiento involucra de 5 a 15 grados de rotación superior de la escápula, producida en la articulación acromioclavicular y la articulación escapulotorácica. Esta fase inicial de movimiento del hombro, asociado con hasta 60 grados de elevación del brazo, se denomina fase de ajuste " uniendo la clavícula y la escápula tensando ligamentos coracoclavicular y acromioclavicular.⁴⁻²⁰

La segunda fase involucra la rotación de la articulación esternoclavicular alrededor de un eje anteroposterior. En consecuencia, esto dio lugar a la elevación de la lateral de la clavícula, junto con la rotación hacia arriba de la escápula. La cantidad absoluta de movimiento de la articulación esternoclavicular, medido con respecto al tórax oscila entre 10 a 45 grados, y se asoció con aproximadamente 100 grados de elevación del brazo.⁴⁻²⁰

La tercera fase involucra de 30 a 50 grados de rotación axial posterior de la clavícula producida en la articulación esternoclavicular. La mayoría de rotación axial clavicular se produjo entre 70 y 90 grados de elevación del brazo.⁴⁻²⁰

La fase final involucra movimiento que ocurre principalmente en la articulación GH, hasta 70 grados de rotación externa tuvieron lugar en la articulación GH durante la abducción. Se planteó la hipótesis de que la rotación externa fuera un requisito previo adicional para liberar la tuberosidad mayor desde debajo acromion minimizando así atrapamiento subacromial.⁴⁻²⁰

Al revisar la cinemática del hombro durante la abducción surgen varios conceptos clave:⁴⁻¹⁷

1. La clavícula, húmero, escápula se mueven al mismo tiempo.
2. Las amplitudes de movimiento articular, reportados en la literatura son variables y dependen de:
 - a. Sujeto, edad y género.
 - b. Condición en la que la extremidad superior se eleva, por ejemplo, la velocidad de movimiento y si se lleva peso en la mano.
 - c. Técnica de medición e instrumentación.
 - d. Si las mediciones se hicieron en sujetos vivos o en cadáveres.
 - e. la prueba física específica.
3. El control motor de múltiples huesos y articulaciones puede ser simplificado mediante el tensado de ligamentos específicos uniendo elementos esqueléticos, por ejemplo, la clavícula y el omóplato. De esta manera, cuatro (o cinco) articulaciones y tres (o cuatro) huesos, que comprende el hombro, se reducen a dos huesos, el "claviscapula" y húmero, y tres articulaciones, GH, escapulotorácica y esternoclavicular.⁴ Esta reducción de partes móviles puede ser una forma en la que el sistema motor se ha desarrollado para simplificar la orquestación y el control neural de movimiento.
4. Una vez que la clavícula y escápula están vinculados, a través de tensar los ligamentos coracoacromial y coracoclavicular, el movimiento de la articulación escapulotorácica se acopla a la que se produce en la articulación esternoclavicular. Por lo tanto, fallos de movimiento observados en la articulación escapulotorácica deben ser asociados con los fallos de movimiento se produce en la articulación esternoclavicular.⁴
5. Las articulaciones GH y esternoclavicular juntas contribuyen al patrón de elevación de la extremidad superior descrita históricamente como "ritmo escapulohumeral".¹⁷

El deltoides y supraespinoso trabajan en conjunto en la abducción de hombro, siendo estabilizados por los músculos restantes del manguito rotador (infraespinoso, redondo menor y subescapular) y pegando la cabeza del humero a la glenoides, debido a sus fuerzas depresoras que neutralizan las fuerzas verticales del deltoides.

El deltoides y el supraespinoso tienen distinta activación a distintos grados de la elevación, de esta manera el supraespinoso tiene más importancia al comienzo de la abducción y a medida que esta avanza el torque aumenta en la deltoides (así este adquiere más fuerza que el supraespinoso), luego esta fuerza igualmente va disminuyendo con el incremento del movimiento.¹¹ Por lo que:

El supraespinoso a los 75° tiene una tracción más constante, no solo para elevar o abducir, sino que también, en la estabilización de la cabeza del humero a la glenoides.

Los músculos restantes del manguito rotador (Infraespinoso, Redondo menor y Subescapular), producen una tracción a los 45°, que se dirige inferiormente, el redondo menor a 55°, generando fuerzas que estabilizan, comprimiendo y deprimiendo la cabeza humeral contra la glenoides.¹¹

OBJETIVO GENERAL.

Determinar la fuerza de abducción de hombro en pacientes sanos mexicanos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar la fuerza del hombro durante la abducción expresada en Kg/fza.
- Determinar las diferencias dependiendo de la variabilidad antropométrica de la población.

MATERIAL Y MÉTODOS.

El presente es un estudio descriptivo, transversal y prospectivo, que se realizó en la unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Traumatología y Ortopedia Lomas Verdes, de Instituto Mexicano del Seguro Social, a través del servicio de Miembro Torácico en un periodo de tiempo del 01 de abril al 30 de agosto de 2015.

La obtención de los datos se realizó de manera directa mediante la entrevista a los sujetos de estudio, así como la realización de prueba de fuerza, con aplicación a cada sujeto de investigación. El propósito fue determinar la fuerza de abducción de hombro a 90 grados, una vez recogidos los casos se les realizó una prueba física de abducción mediante un sistema de adquisición de medición de fuerza, la cual se registró mediante el software MathLab, previa validación y llenado de las fichas de identificación, se registró en una base de datos en programa Excel donde se concentraron los resultados obtenidos.

Se incluyeron 40 individuos sin patologías de hombro o columna cervical conocida, en un rango de edad de entre 18 y 65 años de edad, ambos sexos, organizados en 5 grupos etarios, el Grupo 1 de 18 a 25 años, el Grupo 2 de 26-35 años, el Grupo 3 de 36 a 45 años, el grupo 4 de 45-55 años y el Grupo 5 de 56-65 años. Se excluyeron los pacientes con lesiones conocidas de hombro o patología de columna cervical presente o pasada, así como pacientes con patologías neuromusculares. Las variables se estructuraron en tres grupos, datos del paciente, somatometría y resultados de la prueba física, la cual se determinó en Kg/fuerza.

Las variables cuantitativas se realizó estadística descriptiva, para variables dicotómicas y categóricas se realizó frecuencias. Se estableció la correlación con prueba de Pearson a variables cuantitativas y prueba de Spearman para variables categóricas y dicotómicas con un valor de correlación de $r=0.8$. Se tomó como significativo todo valor de $p<0.05$. El estudio cumple con todas las normas éticas de la institución y las vigentes en la nación.

RESULTADOS

Se incluyeron 40 pacientes sin patologías de hombro o columna cervical; fueron 17 masculinos (42.5%), 23 femeninos (57.5%). Dominancia 38 diestros (95%) y 2 zurdos (5%). Se dividió a los pacientes por grupo de edad, de 18-25 años 9 pacientes (22%), 26-35 años 6 pacientes (15%), de 36-45 años 10 pacientes (25%), de 46-55 años 7 pacientes (17.5%) y de 56-65 años 8 pacientes (20%), con un rango de 18-60 años con una media de 40.28 años

Se midieron variables de peso, talla, índice de masa corporal y porcentaje de grasa corporal, obteniendo un rango de peso de 45 a 102 kg, con un promedio de 73.4, el rango de talla es de 1.45 a 1.88 m, con un promedio de 1.62 m, el rango de índice de masa corporal es de 20.06 a 45 kg/m², con un promedio de 27.88 kg/m², por último se midió el porcentaje de grasa corporal con rangos de 14 a 50%, con un promedio de 35.68%.

Los resultados de la fuerza obtenida por género dentro del rango de edad estudiado en promedio para el género masculino fue de 6.33 kg/fza para el brazo dominante y 6.17 kg/fza para el brazo no dominante, mientras que para el género femenino fue de 3.89 para el brazo dominante y de 3.57 para el brazo no dominante (cuadro 1).

Se analizó el resultado de la prueba por grupos de edad y brazo dominante y no dominante, donde la mayor fuerza fue obtenida en el brazo dominante del grupo de 18-25 años con 5.58 kg/fza, del brazo no dominante fue del mismo grupo con 5.22 kg/fza, mientras que el registro menor de brazo dominante fue del grupo de 46-55 años con 4.11 kg/fza, del brazo no dominante fue del mismo grupo con 3.88 kg/fza, se muestran los resultados por grupo de edad en el cuadro No. 2.

El análisis por grupo de edad, género y fuerza del brazo dominante y no dominante se observa en el cuadro No. 3, donde el máximo de la fuerza para el brazo dominante del género masculino fue del grupo de 26-35 años con 7.11 kg/fza, mientras que para el mismo género del brazo no dominante fue del grupo 46-55 años con 8.04

kg/fza, el máximo de fuerza para el brazo dominante del género femenino fue del grupo de 26-35 años con 4.35 kg/fza mientras que para el brazo no dominante del mismo género fue del grupo 18-25 años con 4.43 kg/fza.

No se observa un aumento significativo de la fuerza con la edad ($p>0.05$), sin embargo al contrastar los datos obtenidos del peso con la fuerza de abducción, realizando correlación con prueba de Pearson se observa que se encuentran en estrecha relación positiva el peso con la fuerza de abducción de hombro tanto para el brazo dominante ($p<0.05$) como para el no dominante ($p<0.05$), no siendo así con el porcentaje de grasa corporal, pues no se observa relación con la fuerza registrada ($p>0.05$).

Se observa que la circunferencia de la muñeca se correlaciona positivamente con la fuerza de abducción de hombro ($p<0.05$) mientras que la circunferencia del brazo medido no se relaciona con la fuerza ($p>0.05$), los resultados de las mediciones antropométricas puede verse en el cuadro No. 4

DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación fue establecer la fuerza de abducción del hombro en pacientes sin patologías de hombro o columna cervical a fin de establecer una base de datos de referencia para su uso futuro en estudio de hombros patológicos.

Algunos estudios indican que los principales músculos que intervienen en la abducción del hombro a 90 grados son el deltoides medio y en mayor medida el supraespinoso ⁵, por lo tanto los resultados encontrados dan un parámetro de la fuerza que ejercen estos dos músculos en la abducción del hombro.

Actualmente no hay estudios que reporten la fuerza normal de los músculos de la cintura escapular ⁶, por lo que el presente representa un antecedente para la realización de una escala válida para resultados en patologías que comprometan la fuerza de abducción de hombro.

Se observa en el presente la correlación positiva entre la fuerza de abducción del hombro con la circunferencia de la muñeca, mientras que existe una correlación negativa para la fuerza de abducción de hombro con la circunferencia del brazo, esto debido a que existe una mayor cantidad de tejido graso en la circunferencia del brazo mientras que existe menos tejido graso en la muñeca.

En la medición de la fuerza por edad se observa que el primer grupo compuesto por pacientes entre 18 y 25 años poseen el registro más alto, mientras que por grupo de edad y sexo se observa que los pacientes masculinos entre 26 y 35 y 46 y 55 años son los que mayor registro poseen, estando en relación con la actividad física que los mismos realizan al estar en el sector de personas económicamente activas, mientras que el sexo femenino el grupo entre 18-25 años es el grupo que mayor registro obtuvo, en relación con el menor porcentaje de grasa corporal total.

CONCLUSIONES

La abducción del hombro se logra mediante el movimiento armónico de estructuras óseas y musculares, las cuales ya han sido estudiadas desde tiempo atrás, sin embargo no se había determinado la fuerza que es capaz de realizar el hombro en este movimiento, por lo tanto el presente estudio sirve como referencia para determinar la normalidad de esta fuerza.

Se realizó una base de datos preeliminar de la fuerza muscular normal de abducción del hombro utilizando un sistema de adquisición de fuerza muscular en 40 participantes, midiendo la fuerza de abducción de hombro en el brazo dominante y no dominante. Los datos recogidos se analizaron y clasificaron, determinando una base de datos de fuerza normal de abducción de hombro por sexo y grupo de edad, la cual se puede utilizar para realizar estudios de patologías que afecten la abducción del hombro así como para evaluación posterior al tratamiento de dichas enfermedades.

El análisis de la fuerza de abducción en pacientes sanos por grupos de edad creo una base de datos preliminar que será un marco de referencia en patología de hombro agudo y crónico.

El presente estudio puede servir como punto de partida para futuras investigaciones con una muestra más grande para establecer valores de referencia aplicables en patologías de esta articulación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Quiroz F. Anatomía humana. Tomos I y III. Edit. Porrúa; 1991.
2. Lockhart-Hamilton. Anatomía humana. Mc Graw-Hill 1988
3. Warren, Russel. The Unstable Shoulder. Lippincott-Raven. 1999
4. Hurov. J. Anatomy and Mechanics of the Shoulder: Review of Current Concepts. J HAND THER. 2009;22:328-43
5. Wikcham, J. Quantifying „normal“ shoulder muscle activity during abduction. Journal of Electromyography and Kinesiology 20 (2010) 212-222
6. Favre, p. et.al. An algorithm for estimation of shoulder muscle forces for clinical use. Clinical biomechanics 20(2005) 822-833
7. Kronberg M, Nemeth G, Brostrom L. Muscle activity and coordination in the normal shoulder. Clin Orthop 1990;257:76–85.
8. Hess SA. Functional stability of the glenohumeral joint. Man Ther 2000;5:63–71.
9. Barden JM, Balyk R, Raso VJ, Moreau M, Bagnall K. Atypical shoulder muscle activation in multidirectional instability. Clin Neurophysiol 2005;116:1846–57.
10. Wikcham, J. Quantifying „normal“ shoulder muscle activity during abduction. Journal of Electromyography and Kinesiology 20 (2010) 212-222
11. Reed, D. et.al. Does supraspinatus initiate shoulder abduction? J. Electromyography and Kinesiology 23(2013) 425-429
12. Renfree KJ, Wright TW. Anatomy and biomechanics of the acromioclavicular and sternoclavicular joints. Clin Sports Med. 2003;22:219–37.
13. Matsen FA, Chebli C, Lippitt S. Principles for the evaluation and management of shoulder instability. J Bone Joint Surg Am. 2006;88:648–59.
14. Walker PS, Poppen NK. Biomechanics of the shoulder joint during abduction in the plane of the scapula. Bull Hosp Joint Dis. 1977;38:107–11.
15. Zajac FE. Muscle and tendon: Properties, models, scaling, and application to biomechanics and motor control. Crit Rev Biomed Eng. 1989;17:359–411.
16. Williams GR, Shakil M, Klimkiewicz J, Iannotti JP. Anatomy of the scapulothoracic articulation. Clin Orth Rel Res. 1999:237–46.

17. Itoi E, Morrey BF, An K-N. Biomechanics of the shoulder. In: Rockwood CA, Rockwood CA (eds). *The Shoulder*. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2004, pp. 223–67.
18. Curl LA, Warren RF. Glenohumeral joint stability. Selective cutting studies on the static capsular restraints. *Clin Orthop Rel Res*. 1996;330:54–65, 26.
19. Howell SM, Galinat BJ. The glenoid-labral socket: A constrained articular surface. *Clin Orthop Rel Res*. 1989;243: 122–5.
20. Inman VT, Saunders JB, deC M, Abbott LC. Observations on the function of the shoulder joint. *J Bone Joint Surg Am*. 1944;26:1–30.

ANEXOS

Cuadro No. 1 Medición de la fuerza por género

Género	Fuerza dominante (Kg/fza)	Fuerza no dominante (Kg/fza)
Masculino	6.33	6.17
Femenino	3.89	3.57

Fuente: Base de datos obtenida mediante la hoja de recolección de datos

Cuadro No. 2 Medición de la fuerza por grupo de edad

Grupo de edad	Fuerza dominante (Kg/fza)	Fuerza no dominante (Kg/fza)
18-25 años	5.58	5.22
26-35 años	4.81	4.52
36-45 años	5.26	4.72
46-55 años	4.11	3.88
56-65 años	4.58	4.83

Fuente: Base de datos obtenida mediante la hoja de recolección de datos

Cuadro No. 3 Medición de la fuerza por grupo de edad y sexo

Grupo de edad		Dominante (Kg/fza)	No dominante (Kg/fza)
18-25 años	Masc.	6.16	5.62
	Fem.	4.41	4.43
26-35 años	Masc.	7.11	7.91
	Fem.	4.35	3.84
36-45 años	Masc.	6.24	5.61
	Fem.	4.28	3.82
46-55 años	Masc.	6.74	8.04
	Fem.	3.67	3.19
56-65 años	Masc.	6.39	6.8
	Fem.	2.77	2.86

Fuente: Base de datos obtenida mediante la hoja de recolección de datos

Cuadro No. 4 Medidas antropométricas por grupo de edad y sexo

Grupo de edad	Sexo	Peso	Talla	IMC (kg/m ²)	% grasa corporal	Circ muñeca dom	Circ muñeca no dom	Circ brazo dom	Circ brazo no dom
18-25a.	Masc	77 kg	1.78m	23.95	26.06	17 cm	16.8 cm	26.6 cm	28.5 cm
	Fem	58 kg	1.58m	23.22	30.9	15.3 cm	15.5 cm	25.1 cm	25.1 cm
26-35a.	Masc	71 kg	1.72m	23.99	23.1	17.5 cm	17 cm	33 cm	32 cm
	Fem	68.9 kg	1.59m	27.2	34.6	15.5 cm	15.2 cm	26.9 cm	26.7 cm
36-45a.	Masc	84.8 kg	1.69m	29.4	35.36	17.9 cm	17.5 cm	29.9 cm	29.8 cm
	Fem	64.1 kg	1.56m	26.28	37.9	15.4 cm	15.3 cm	27.7 cm	28 cm
46-55a.	Masc	80 kg	1.74m	26.42	30.7	17 cm	17 cm	30 cm	30 cm
	Fem	71.2 kg	1.51m	31.0	43.33	16.9 cm	16.7 cm	30.5 cm	30.2 cm
56-65a.	Masc	82.7 kg	1.67	29.6	38.05	19 cm	18.6 cm	30.3 cm	29.1 cm
	Fem	75.4 kg	1.5m	33.12	43.25	17.2 cm	17.2 cm	31.5 cm	31.5 cm

Fuente: Base de datos obtenida mediante la hoja de recolección de datos

ANEXO II

CONSENTIMIENTO INFORMADO

“Medición de la fuerza de abducción de hombro en pacientes sanos”
Versión julio 2015

ANTECEDENTES

Usted ha sido invitado a participar en este estudio para evaluar la fuerza normal de la abducción de hombro en pacientes mexicanos, de la cual no existen antecedentes de la medición en el país.

PROPOSITO DEL ESTUDIO

El propósito de este estudio de investigación es determinar la fuerza normal de la abducción de hombro, con el fin de tener una base de datos para evaluar resultados de los procedimientos quirúrgicos aplicados en patologías de hombro.

DURACION DEL ESTUDIO

El estudio tendrá una duración de 1 a 4 meses que es el lapso en promedio de tiempo en el que podemos valorar los resultados de la medición de la abducción de hombro que le ofrece nuestro tratamiento. La medición será individualizada a cada paciente y en ambos brazos.

PARTICIPACION EN ESTE ENSAYO

Su participación en este estudio es voluntaria, usted es libre de retirarse en cualquier momento. Su decisión de no participar o de retirarse no afectará su tratamiento posterior o su atención médica. Su doctor también puede discontinuar su participación sin su consentimiento si considera que es por su propio bien o si existen razones administrativas.

PROCEDIMIENTOS

Si elige participar en este estudio, se requieren ciertas evaluaciones antes de someterse a las pruebas de medición de fuerza para determinar la elegibilidad. Estos incluyen un examen físico completo, historial médico y una evaluación de su estado actual que son parte de la rutina de estudio.

COMPENSACIÓN DE GASTOS NO REEMBOLSADOS RELACIONADOS CON EL ESTUDIO.

No tiene ningún costo su participación en este estudio. Usted no recibirá ningún pago por participar en el mismo. No se proporcionará ningún tipo de compensación. Debe notificar al Médico del Estudio inmediatamente cualquier lesión relacionada con la Investigación.

RIESGOS

No existen riesgos inherentes en la participación de este estudio. A usted no se le solicitará realizar un esfuerzo físico mayor al que usted por su complejidad y masa corporal pueda realizar.

CONFIDENCIALIDAD

A menos que sea requerido por la ley, solamente su doctor, y las dependencias gubernamentales del país tendrán acceso a los datos confidenciales que le identifican por su nombre. Usted será identificado(a) con iniciales y el número de pacientes del estudio.

Si surgieran hallazgos nuevos significativos durante el curso del estudio que pudieran estar relacionados con su disposición para continuar, se le proporcionara la información tan pronto como sea posible a través de su doctor.

Por lo anterior, si usted se llegara a sentir mal, no dude en comunicarse con su Dr. EDGAR NEGRETE MUNDO al TEL. 5540759651.

Si tiene alguna duda acerca del proceso de consentimiento informado o de sus derechos como sujeto de investigación, deberá contactar al Dr. _____ al teléfono _____ . Representante del Comité de Ética

Iniciales _____ del paciente _____
Fecha _____

Antes de dar mi consentimiento firmado, yo paciente:

He sido suficientemente informado sobre los fines y medios de investigación de este estudio, los inconvenientes, peligros y efectos adversos que pudieran ocurrir y he recibido una copia del consentimiento informado. He leído la información anterior y entiendo el propósito, beneficios y riesgos de este estudio, por lo cual estoy de acuerdo en participar voluntariamente.

Nombre y firma del paciente
Teléfono

EDGAR NEGRETE MUNDO
Nombre y firma del Investigador. Fecha y dirección

Nombre y firma del 1er Testigo. Parentesco, fecha. Parentesco

Nombre y firma del 2º Testigo. Parentesco, fecha, dirección. Parentesco

ANEXO III

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS “MEDICIÓN DE LA FUERZA DE ABDUCCION DE HOMBRO EN PACIENTES SANOS”

ID PACIENTE: _____
NOMBRE: _____
EDAD: _____ SEXO: _____

PATOLOGÍA CONCOMITANTES (HOMBRO O COLUMNA CERVICAL: SI ()
NO ()

DOMINANCIA: DERECHO () IZQUIERDO ()

SOMATOMETRIA

PESO: _____ TALLA: _____ IMC: _____
PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL: _____

CIRCUNFERENCIA DE MUÑECA
DERECHO: _____ IZQUIERDO: _____
CIRCUNFERENCIA DE HOMBRO
DERECHO: _____ IZQUIERDO: _____

ARCOMETRIA DE HOMBRO DERECHO:

ABDUCCION: _____ FLEXION: _____
EXTENSION: _____

ARCOMETRIA DE HOMBRO IZQUIERDO:

ABDUCCION: _____ FLEXION: _____
EXTENSION: _____

RESULTADOS DE LA PRUEBA:

HOMBRO DERECHO: _____
HOMBRO IZQUIERDO: _____