UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN CIRUGÍA DE LA MANO
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CARACAS

MEDICIÓN CON ECOGRAFÍA MUSCULOESQUELÉTICA DEL DIÁMETRO Y LONGITUD DE LAS POLEAS ANULARES Y CRUCIFORMES DE LA MANO EN INDIVIDUOS SANOS

Trabajo Especial de Grado que se presenta para optar al título de
Especialista en Cirugía de la Mano

Elmer Alexander Carnero Range

Tutor: José Gregorio Vicari Méndez

Caracas, junio 2024

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
MÉTODOS	19
RESULTADOS	26
DISCUSIÓN	31
REFERENCIAS	33
ANEXOS	35

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el **Trabajo Especial de Grado** presentado por **ELMER ALEXANDER CARNERO RANGEL**, Cédula de Identidad N° **18.235.067**, bajo el título **"MEDICIÓN CON ECOGRAFÍA MUSCULOESQUELÉTICA DEL DIÁMETRO Y LONGITUD DE LAS POLEAS ANULARES Y CRUCIFORMES DE LA MANO EN INDIVIDUOS SANOS"**, a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **ESPECIALISTA EN CIRUGÍA DE LA MANO – HUC**, dejan constancia de lo siguiente.

1 - Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día **28** de **junio** de **2024** a las **10,00 a.m.**, para que el autor lo defendiera en forma pública, lo que éste hizo en el **Salón de Seminario del Departamento de Odontología del Hospital Militar Dr. Vicente Salias Sanoja** de la ciudad de Caracas, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **APROBARLO** por considerar, sin hacerse solidario con las ideas expuestas por el autor, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de **EXCELENTE** al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad por registrar y presentar las características de las poleas flexoras de pacientes venezolanos.

En fe de lo cual se levanta la presente **ACTA**, a los **28** días del mes de **junio** del año **2024**, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinador del jurado José Gregorio Vicari Méndez.

Abrahan Jesús Marsal Nuñez
C.I. 14.801.909
Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño

José Luis Tamayo Campos
C.I. 16.581.553
Hospital Universitario de Caracas

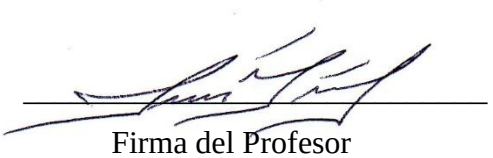
José Gregorio Vicari Méndez
C.I. 8.572.457
Hospital Universitario de Caracas
Tutor

JGVM/28-06-2024

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR
PARA LA ENTREGA DEL TRABAJO ACADÉMICO
EN FORMATO IMPRESO Y FORMATO DIGITAL

Yo, **José Gregorio Vicari Méndez**, portador de la Cédula de Identidad **Nº 8.572.457**, tutor del **Trabajo Especial de Grado**, titulado: **MEDICIÓN CON ECOGRAFÍA MUSCULOESQUELÉTICA DEL DIÁMETRO Y LONGITUD DE LAS POLEAS ANULARES Y CRUCIFORMES DE LA MANO EN INDIVIDUOS SANOS**, realizado por el estudiante: **Elmer Alexander Carnero Rangel**, portador de la Cedula de Identidad **Nº 18.235.067**.

Certifico que este trabajo es la **versión definitiva**. Se incluyó las observaciones y modificaciones indicadas por el jurado evaluador. La versión digital coincide exactamente con la impresa.



Firma del Profesor

En Caracas a los veintiocho días del mes de junio de dos mil veinticuatro.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENZUELA
VICERRECTORADO ACADÉMICO
SISTEMA DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA, HUMANÍSTICA Y TECONOLÓGICA
(SICHT)

Fecha: 28 de junio de 2024

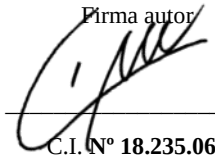
AUTORIZACIÓN PARA LA DIFUSIÓN ELECTRÓNICA DE LOS TRABAJOS DE LICENCIATURA, TRABAJO ESPECIAL DE GRADO, TRABAJO DE GRADO Y TESIS DOCTORAL DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA.

Yo, **Elmer Alexander Carnero Rangel**, portadora de la Cédula de Identidad **Nº 18.235.067**, autora del **Trabajo Especial de Grado** titulado: **MEDICIÓN CON ECOGRAFÍA MUSCULOESQUELÉTICA DEL DIÁMETRO Y LONGITUD DE LAS POLEAS ANULARES Y CRUCIFORMES DE LA MANO EN INDIVIDUOS SANOS,** presentado para optar al Título de **Especialista en Cirugía de la Mano**.

Autorizo a la Universidad Central de Venezuela, a difundir la versión electrónica de este trabajo, a través de los servicios de información que ofrece la Institución, sólo con fines de académicos y de investigación, de acuerdo con lo previsto en la Ley sobre Derecho de Autor, Artículo 18, 23 y 42 (Gaceta Oficial Nº 4.638 Extraordinaria, 01-10-1993).

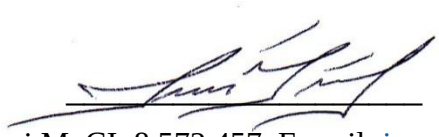
X	Si autorizo
	Autorizo después de 1 año
	No autorizo
	Autorizo difundir sólo algunas partes del trabajo
Indique:	

Firma autor



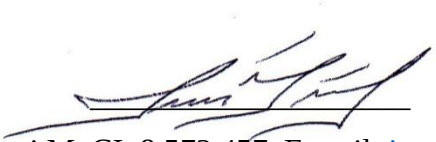
C.I. **Nº 18.235.067**

e-mail: carneroeeeee@gmail.com



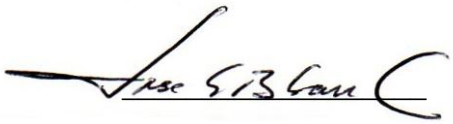
José G. Vicari M, CI: 8.572.457, E-mail: jogvim@gmail.com

Tutor



José G. Vicari M, CI: 8.572.457, E-mail: jogvim@gmail.com

Director



José G. Bolívar C. CI: 6.850.101, E-mail: josebolivar50@gmail.com

Coordinador

MEDICIÓN CON ECOGRAFÍA MUSCULOESQUELÉTICA DEL DIÁMETRO Y LONGITUD DE LAS POLEAS ANULARES Y CRUCIFORMES DE LA MANO EN INDIVIDUOS SANOS

Elmer Alexander Carnero Rangel, C.I. 18.235.067. Sexo: Masculino, E-mail: carneroeeeee@gmail.com.Telf: 0412-5656056. Dirección: Hospital Universitario de Caracas. Programa de Especialización en Cirugía de la Mano**.**

José Gregorio Vicari Méndez, C.I. 8.572.457. Sexo: Masculino, E-mail: jogvim@gmail.com Telf: 0412-5656056. Dirección: Hospital Universitario de Caracas. Especialista en Cirugía de la Mano.

RESUMEN

Objetivo: establecer parámetros métricos utilizando una sonda ecográfica en participantes que no presentan ninguna condición médica que pudiera afectar la estructura o función de las poleas. El estudio será llevado en el hospital universitario de caracas y los resultados obtenidos proporcionarán una referencia para el tamaño promedio de las poleas anulares y cruciformes en la población estudiada, basándose en los rangos considerados normales según los estudios de disecciones cadavéricas existentes. **Métodos**: se estudiaron 217 voluntarios con edades de 18 a 70 años, con manos sanas que cumplieron con los criterios de inclusión a quienes se les realizo un estudio de ecografía musculoesquelética en ambas manos, se midieron diámetro y la longitud de las poleas anulares y cruciformes de los dedos trifalángicos y pulgar. Utilizando el método inter-observador en dos fases. Se consideraron variables como edad y sexo para confrontar relaciones de estos. **Resultados**: la media del estudio fue de 42.5 años donde se evidencio que existe una diferencia significativa en la población estudiada con respecto a los estudios cadavéricos de la literatura médica. La variabilidad del sexo y la edad tienen implicaciones en el diámetro y longitud de las poleas estudiadas, los cuales se condensaron en una serie de tablas a manera de percentiles. **Conclusión**: la medición en vivo y en tiempo real de estas estructuras nos dio resultados significativos para la comprensión de la biomecánica de la mano en la población venezolana.

Palabras Claves: Poleas, Cruciformes, anulares, mano, cirugía, diagnostico, ecografía, individuos, sanos, tamaño, diámetro, longitud.

MUSCULOSKELETAL ULTRASOUND MEASUREMENT OF THE DIAMETER AND LENGTH OF ANNULAR AND CRUCIFORM HAND PULLEYS IN HEALTHY INDIVIDUALS

ABSTRACT

Objective: To establish metric parameters using an ultrasound probe in participants who do not have any medical condition that could affect the structure or function of the pulleys. The study will be conducted at the University Hospital of Caracas and the results obtained will provide a reference for the average size of the annular and cruciform pulleys in the studied population, calculating in the ranges considered normal according to existing cadaveric dissection studies. **Method**: 217 volunteers aged 18 to 70 years were studied, with healthy hands that met the inclusion criteria, who underwent a musculoskeletal ultrasound study on both hands, diameter and length of the annular and cruciform pulleys were measured. . of the triphalangeal fingers and thumb. Using the interobserver method in two phases. Variables such as age and sex were considered to compare their relationships. **Results**: the average of the study was 42.5 years where it is evident that there is a significant difference in the population studied with respect to cadaveric studies in the medical literature. The variability of sex and age has implications for the diameter and length of the pulleys studied, which were condensed into a series of tables as percentiles. **Conclusion**: The measure in live and real-time study of this trial gave us significant results for understanding the biomechanics of the hand in the Venezuelan population.

Keywords: Pulleys, Cruciform, ring fingers, hand, surgery, diagnosis, ultrasound, individuals, healthy, size, diameter, length.

INTRODUCCIÓN

La medición con ecografía musculoesquelética es una técnica novedosa y no invasiva que permite obtener imágenes detalladas de los tejidos blandos y las estructuras musculoesqueléticas del cuerpo humano.

Esta herramienta ha demostrado ser muy útil en el diagnóstico de diferentes patologías, así como en la evaluación de la salud y funcionamiento de distintas partes del cuerpo.

En el caso específico de la mano, la ecografía musculoesquelética ha demostrado ser una excelente opción para evaluar las estructuras anatómicas que la componen, incluyendo los tendones, ligamentos y poleas. Estas últimas, en particular, juegan un papel fundamental en el correcto funcionamiento de la mano, ya que son las encargadas de mantener en su lugar a los tendones flexores y extensores, permitiendo así movimientos precisos y eficientes.

Las poleas anulares y cruciformes de la mano son estructuras fibrosas que forman un arco protector por donde pasan los tendones flexores. Estas poleas evitan el desplazamiento lateral de los tendones, lo cual es esencial para garantizar una correcta función de la mano. Sin embargo, existen diferentes grados de alteración o lesión en las poleas anulares y cruciformes que pueden afectar su funcionamiento, lo cual se evidencia en problemas como el atrapamiento del tendón o el desgarro de este.

La evaluación adecuada de las poleas anulares y cruciformes es esencial para el diagnóstico y tratamiento de estas alteraciones, y la ecografía musculoesquelética se presenta como una herramienta de gran utilidad en este sentido. Sin embargo, hasta el momento no se cuenta con suficiente información en cuanto a las medidas normales de estas estructuras en la población de individuos sanos.

Es por esta razón que el presente estudio, titulado "Medición con ecografía musculoesquelética del diámetro y longitud de las poleas anulares y cruciformes de la mano en individuos sanos del Hospital Universitario de Caracas", tiene como objetivo principal establecer las medidas normales de las poleas anulares y cruciformes en individuos sanos de la población del Hospital Universitario de Caracas.

Planteamiento del problema

Con el avance de la tecnología y los libres pensamientos, hemos llegado a la etapa donde el médico y la inteligencia artificial están en constante competencia, desde el advenimiento de la ecografía musculoesquelética en nuestra especialidad hemos hecho uso de esta herramienta para el diagnóstico de múltiples patologías en la esfera de cirugía de la mano y reconstructiva del miembro superior.

Las poleas anulares y cruciformes de la mano son estructuras anatómicas importantes para el correcto funcionamiento de los tendones flexores de los dedos. Las lesiones en estas estructuras pueden causar dolor, debilidad y limitación funcional en la mano, lo que afecta la calidad de vida de las personas. La evaluación a través de imágenes de estas poleas se ha realizado tradicionalmente mediante técnicas de imagen como la resonancia magnética y la tomografía computarizada, que son costosas y con baja sensibilidad al momento de presentar una patología en estas estructuras.

Desde los estudios de Doyle [1] a mediados de los 60 y la clasificación de Verdan durante décadas posteriores hemos tenido como principal instrumento sus estudios para así orientarnos con las referencias anatómicas y mediciones normales asociadas a las poleas anulares y cruciformes de la mano. Aunque han sido numerosos los estudios que se han publicado y los libros que representan estas referencias anatómicas, los mismos se han realizado en cadáveres y en especímenes enfermos [2]. Esta situación nos lleva a plantearnos como investigadores la de la verdadera medición de estas estructuras, sin dejar de lado la veracidad y confianza que nos han respaldado estos autores durante décadas en nuestra especialidad.

Otro punto importante al momento de cuestionar la anatomía cadavérica y la anatomía de un individuo vivo es la de la etnia y la raza de estos, en vista de que múltiples de estos estudios tienen como principales representantes a individuos de raza europea y alemanes [1-2]. Teniendo cuenta la pluralidad étnica de nuestro país esta es otra de nuestras inquietudes al momento de cotejar los datos de los referenciales autores y la práctica clínica - quirúrgica de nuestra especialidad.

Es por este motivo que nos planteamos como autores que la ecografía musculoesquelética se ha convertido en una herramienta diagnóstica de alta precisión y accesible en la evaluación de las poleas anulares y cruciformes de la mano en individuos

sanos. Sin embargo en Venezuela, no se ha explorado suficientemente el uso de la ecografía musculoesquelética en la evaluación de estas estructuras anatómicas.

Y en contraste el uso de esta herramienta en nuestra especialidad es fundamental para realizar diagnósticos y posiblemente orientaciones patológicas asintomáticas en estas estructuras que son de suma importancia en las manos.

Los estudios de Doyle y Verdan, las diversas propuestas anatómicas de las lesiones de las manos con respecto a las poleas nos han demostrado que existen discrepancias de datos con respecto a la longitud y diámetros de las poleas anulares y cruciformes en las mismas, este es el motivo fundamental para realizar este estudio y realizar una medición de las poleas anulares y cruciformes de los individuos sanos que acuden al hospital universitario de caracas. Para así comparar y estandarizar anatómicamente la medición de los diámetros y longitudes de estas poleas.

Es en este sentido donde nos planteamos la siguiente interrogante

¿Los individuos sanos de nuestra población poseen las mismas métricas de acuerdo a longitud y diámetro de las poleas flexoras de los dedos?

Justificación e importancia

La justificación de esta investigación radica en la importancia de establecer medidas normales de las poleas anulares y cruciformes de la mano en individuos sanos. Estas estructuras desempeñan un papel crucial en el correcto funcionamiento de la mano, ya que permiten el deslizamiento adecuado de los tendones flexores y extensores, asegurando así movimientos precisos y eficientes.

La ecografía musculoesquelética se ha convertido en una herramienta de gran utilidad en el diagnóstico y tratamiento de patologías musculoesqueléticas. Sin embargo, existe una carencia de información acerca de las medidas normales de las poleas anulares y cruciformes en la población de individuos sanos. Establecer estas medidas normales permitirá una evaluación más precisa y objetiva de posibles alteraciones o lesiones en estas estructuras.

Al obtener información sobre las medidas normales de las poleas anulares y cruciformes en individuos sanos del Hospital Universitario de Caracas, se podrán establecer valores de referencia que servirán como base para comparar y diagnosticar posibles alteraciones en estas estructuras. Esto brindará a los profesionales de la salud, especialmente

aquellos dedicados a la cirugía de la mano y reconstructiva del miembro superior, médicos radiólogos y traumatólogos que usen esta herramienta, el correcto diagnostico para un eficaz tratamiento de lesiones de la mano, una herramienta es confiable y precisa.

Además, contar con estos valores de referencia permitirá identificar de manera temprana posibles alteraciones en las poleas anulares y cruciformes, lo que permitirá un diagnóstico temprano y un tratamiento adecuado.

Esto a su vez contribuirá a reducir la morbimortalidad asociada a estas lesiones y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Antecedentes

Las poleas anulares y cruciformes son estructuras anatómicas presentes en la mano que desempeñan un papel crucial en el funcionamiento de los tendones flexores. Estas poleas ayudan a mantener los tendones cerca del hueso y proporcionan estabilidad durante los movimientos de flexión y extensión de los dedos.

Los primeros estudios anatómicos sobre las poleas anulares y cruciformes se remontan a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Los anatomistas describieron estas estructuras y su ubicación en relación con los tendones flexores de la mano.

A medida que avanzaba la investigación, se descubrió que las poleas anulares y cruciformes desempeñan un papel importante en la función biomecánica de la mano. Se encontró que su ausencia o deterioro puede llevar a problemas como la subluxación de los tendones o la inestabilidad de los dedos.[10]

En la actualidad, la investigación sobre las poleas anulares y cruciformes se centra en comprender mejor su anatomía, función y patología. Los estudios utilizan técnicas como la resonancia magnética y la ecografía para visualizar estas estructuras en vivo y evaluar su estado en diferentes condiciones clínicas.

Además, se están desarrollando técnicas quirúrgicas y tratamientos para abordar los problemas relacionados con las poleas anulares y cruciformes, como la reparación o reconstrucción de las poleas dañadas, la investigación sobre las poleas anulares y cruciformes ha avanzado en términos de comprensión de su anatomía, función y patología. En la actualidad con la explosión tecnológica y la búsqueda del mejor estudio para la evaluación paraclínica la ecografía quien ha tenido un mayor protagonismo en el estudio.

Andrés Spiring *et al* 2017, evidencio el diámetro de 210 poleas A1 de 21 voluntarios sanos masculinos y femeninos en dos grupos de edad diferentes (20-35 y 50-70) se midió por ultrasonido. En un segundo grupo, el grosor de 15 poleas A1 enfermas y 15 poleas A1 de la otra mano correspondiente de 10 pacientes con el diagnóstico clínico del dedo del gatillo se midieron por ultrasonido. Teniendo en cuenta como parámetro orientativo los estudios de Verdan y Doyle.[1-2]

El mismo autor durante la liberación del dedo del gatillo abierto, se extirpó una tira de polea A1 y se midió inmediatamente con una pinza electrónica. El espesor promedio de la polea de los voluntarios sanos fue de 0.43-0.47 mm, en comparación con 0.77 - 0.79 mm en pacientes con dedo gatillo. Basado en la característica operativa del receptor (ROC) curva, Se definió un valor de corte diagnóstico del espesor de la polea a 0,62 mm para diferir un dedo desencadenante de un dedo sano (sensibilidad y especificidad del 85 %).

La correlación entre las mediciones intraoperatorias sonográficas y efectivas del espesor de la polea fue lineal y muy fuerte (Coeficiente de Pearson 0.86 - 0.90). Para distinguir entre poleas A1 sanas y enfermas, 0.62 mm es un valor simple de usar, que se puede aplicar independientemente de su edad, sexo, índice de masa corporal (IMC) y altura en adultos.

Bianchi S *et al.* 2007, establecen una recomendación para el uso de la ecografía ya que es una de las principales herramientas de imagen utilizadas para diagnosticar y evaluar la mayoría de los trastornos del tendón, los músculos y los ligamentos.[9]

En comparación con la resonancia magnética, EE. UU. Es mucho menos costoso; no tiene contraindicaciones y también está ampliamente disponible. Las enfermedades que afectan el sistema flexor digital (DFS) requieren un diagnóstico temprano si se espera que el tratamiento limite el deterioro funcional de la mano.[5]

La ecografía musculoesquelética tiene un valor predictor fidedigno con transductores de banda ancha de alta resolución, porque permiten una visualización excelente de los tendones flexores de la mano y las poleas digitales anulares. Además, que por ser un estudio dinámico puede usarse para evaluar el movimiento del tendón dentro de las poleas durante los movimientos conjuntos pasivos o activos.[5]

Fahandezh-Saddi H *et al.* 2022, describen la importancia de la ecografía en los cirujanos de la mano manifestando que en los últimos años, con los avances técnicos en la

ecografía, aumentó la calidad de las imágenes, lo que ha permitido a los cirujanos mejorar su capacidad de evaluar la mano y la muñeca. Incluso recomiendan las infiltraciones ecoguiadas en cirugía de mano ya que son más precisas y seguras en comparación con las infiltraciones sin el uso de ecografía. El desarrollo de la técnica de ecografía y de transductores de alta resolución nos ayuda a realizar procedimientos ecoguiados, como el tratamiento del dedo en gatillo, la liberación del síndrome del túnel carpiano, y la aponeurotomía en la enfermedad de Dupuytren.

Voeglin 2020, recomienda la ecografía de alta resolución porque es una herramienta importante utilizada para el diagnóstico y manejo de las diversas patologías musculoesqueléticas desde artritis inflamatoria de la mano y la muñeca hasta lesiones más simples como dedos en martillo. Esta modalidad de imagen también ha demostrado su utilidad en la evaluación de lesiones traumáticas de tendones, nervios, poleas anulares, ligamentos, y lesiones carpianas y digitales y para detectar cuerpos extraños y causas de bloqueo articular.
Una de las grandes ventajas es la posibilidad de obtener una imagen interna de la estructura anatómica involucrada en planos axiales, coronales y transversales, así como la opción para observar cambios dinámicos durante el movimiento. Los examinadores pueden ver las estructuras de la manera que más les convenga. El objetivo de este artículo es resumir la propia experiencia del autor, señalar la ventaja de la ecografía en el diagnóstico de algunas lesiones traumáticas y no traumáticas selectivas, y resaltar su papel en estas condiciones.[7]

De Maeseneer *et al.* 2020, indican que muchos detalles anatómicos y variantes ocurren en los tendones de los dedos y las estructuras de los tejidos blandos. Esto puede conducir a un diagnóstico erróneo si el radiólogo no los conoce bien. Discutimos los tendones extensores de mano media, la capucha dorsal, la unión tendinosa, los tendones conjuntos, el ligamento retináculo transversal, el ligamento triangular, así como la anatomía deslizante central y distal y la correlación del ultrasonido.[8]

La campana dorsal es una estructura importante para centrar los tendones en la proporción media de las cabezas MCP, y las bandas sagitales son sus componentes principales. Dos tendones están presentes en el segundo dígito y dos o más en el quinto dígito. El mecanismo extensor está anatómicamente interrelacionado con los lumbricales palmar y los tendones interóseos. En el lado palmar, los flexores superficiales y los tendones de los profundos muestran diferentes relaciones a lo largo del dedo.[8]

El flexor profundo pasa a través de una abertura en el flexor superficial. También evidenciaron el quiasma crural, las crestas en el flexor superficial y las inserciones del flexor bífido y el tendón del profundus. Aunque se puede observar una distribución típica de las poleas anulares, pueden estar presentes muchas variantes de las cuales abordamos algunas.

La placa volar es un menisco fibrocartilaginoso de línea media unido proximalmente a los ligamentos de los Check-rein bien identificables y distalmente a la base de las falanges.

El conocimiento de estos detalles y variaciones permite una mejor comprensión del ultrasonido de dedos y manos. pueden estar presentes muchas variantes de las cuales abordamos algunas. La placa volar es un menisco fibrocartilaginoso de línea media unido proximalmente a los ligamentos de los Check-rein bien identificables y distalmente a la base de las falanges. El conocimiento de estos detalles y variaciones permite una mejor comprensión del ultrasonido de dedos y manos. pueden estar presentes muchas variantes de las cuales abordamos algunas. La placa volar es un menisco fibrocartilaginoso de línea media unido proximalmente a los ligamentos de los Check-rein bien identificables y distalmente a la base de las falanges. El conocimiento de estos detalles y variaciones permite una mejor comprensión del ultrasonido de dedos y manos.

Marco Teórico

Los tendones flexores extrínsecos de los dedos trifalángicos y del pulgar presentan unas vainas fibrosas con un sistema de poleas para aplicar y dirigir el aparato tendinoso hacia la cadena poliarticular sobre la que actúan. Para facilitar el deslizamiento de los tendones y su vascularización se disponen vainas sinoviales, meso tendones y vinculas. Los mecanismos normales de deslizamiento de los tendones varían de acuerdo con las zonas anatómicas consideradas. En las zonas con recorrido rectilíneo los tendones se encuentran rodeados y fijados por un tejido especializado laxo y elástico denominado paratenon, como ocurre en las caras anteriores y posteriores del antebrazo y la muñeca. Cuando un tendón sigue un recorrido curvo o gira sobre una prominencia osteoligamentosa se encuentra rodeado por una delgada membrana sinovial, con sus capas visceral y parietal presentando el llamado mesotenon, cuya función es fijarlo y servirle de portavasos para su irrigación.

Túnel Carpiano

Túnel carpiano mantiene retenidos los flexores de los dedos trifalángicos sobre la línea media del carpo para que posteriormente se dirijan hacia los dedos correspondientes. La apófisis unciforme estará en contacto y servirá como zona de reflexión para los tendones más mediales durante la flexión de los dedos con desviación cubital y flexión de la muñeca. En el lado radial, el tendón del flexor largo del pulgar entra en contacto con las paredes óseas del escafoides y el trapecio, siendo una zona de fricción importante por la gran angulación de este tendón en su recorrido.

Túnel palmar de los tendones flexores

Se encuentran en el tercio distal de la zona metacarpiana de los dedos trifalángicos. Están limitados lateral y medialmente por los tabiques para tendinosos verticales (septos de Legueu-Juvara), volarmente por las bandas pretendinosas y las fibras transversales de la aponeurosis palmar media, y dorsalmente por la aponeurosis palmar profunda o interósea. Su límite proximal es poco definido, mientras que distalmente se encuentra en el límite de la vaina fibrosa digital. Es importante su conocimiento y sus relaciones, pues nos ayudarán a localizar los tendones flexores contenidos en su interior (túneles fibrosos de retención de Zancolli) y localizar los músculos lumbricales y estructuras vasculonerviosas digitales comunes discurriendo entre túneles vecinos. A nivel del pulgar no se conoce este sistema tan peculiar.[10]

Poleas Flexoras de la mano.

Las poleas son sistemas de presión que delimitan la conducción del sistema flexor en las manos, en los dedos tenemos que esquemáticamente;

Polea A1 posee 10 mm de longitud, extendiéndose desde 5 mm proximal a la articulación metacarpofalángica hasta la base de la falange proximal.

Polea A2: 20 mm de longitud y gruesa. Separada por 2 mm de la A1. Se origina en la zona proximal de la falange proximal.

Polea C1: 4 mm de longitud. Distal a la A2. Localizada en la zona distal de la falange proximal.

Polea A3: 3 mm de longitud. Localizada a nivel de la articulación interfalángica proximal.

Polea C2: 3 mm de longitud. Localizada en la base de la falange media.

Polea A4: 12 mm de longitud y gruesa. Se localiza en la zona media de la falange media.

Polea C3: solo presenta una banda oblicua. Distal a la A4. Es muy corta.

Polea A5: Localizada a nivel de la articulación interfalángica distal. Hay que resaltar que las poleas A2 y A4 son las más importantes funcional y clínicamente, debiendo preservarse o reconstruirse siempre que se pueda para evitar la luxación palmar de los tendones flexores y evitar comprometer su función.

En el pulgar la vaina fibrosa está formada por 3 poleas, 2 anulares (A1 y A2) y una oblicua. [1-10]

En el pulgar la Polea A1 o proximal: localizada a nivel de la articulación metacarpofalángica, fijándose en la placa palmar y la base de la falange proximal. La Polea oblicua: a nivel de la diáfisis de la falange proximal, dirigiéndose de forma cruzada en dirección distal y radial (parece como si sus fibras se continuasen con el tendón de inserción del aductor del pulgar). Mide unos 8 a 11 mm de longitud. La Polea A2 o distal: localizada a nivel de la articulación IF, cerca de la inserción tendinosa del flexor pollicis longus.

Se fija a la placa palmar y mide unos 10 mm de longitud. Funcionalmente en el pulgar la polea más importante es la oblicua. En el interior de la vaina fibrosa se encuentra la vaina sinovial formada por 2 capas: una interna, visceral o epitenon, que rodea al tendón, y otra externa o parietal, que tapiza el interior de la vaina fibrosa. Ambas forman una cavidad cerrada con líquido sinovial en su interior. La existencia de meso tendones permite la entrada de pequeños vasos en el interior de los tendones [7-8]. Se distinguen 2 tipos de vainas sinoviales: Dos digito carpianas: radial y cubital. Corresponden a las vainas sinoviales de los dedos pulgar y menique, respectivamente, que se extienden hasta el túnel carpiano. La vaina o «bursa» cubital engloba, a nivel del túnel carpiano, al resto de los tendones flexores superficiales y profundos Pueden existir múltiples variantes anatómicas e, incluso, comunicaciones entre ellas. - Tres digitales: correspondientes a los dedos índice, medio y anular. Estas comienzan a nivel del cuello del metacarpiano y terminan más allá de la articulación interfalángica distal, en los límites de las vainas fibrosas.

Clasificación de lesiones por zonas.

La Federación Internacional de Cirugía de la Mano considera 7 zonas de división de las lesiones del tendon: En los dedos trifalángicos:

• Zona I: segmento del flexor profundo que va desde la inserción distal del flexor superficial hasta su inserción en la falange distal.

• Zona II: desde el pliegue de flexión palmar distal hasta la inserción del flexor superficial. Coexisten en una vaina fibrosa los 2 flexores. Denominada «tierra de nadie» o «no man's land» por Bunnell. A2 A1 O Figura 5 Esquema de la disposición de las poleas anulares y oblicua en el pulgar.

• Zona III: desde el borde distal del retináculo flexor hasta el pliegue palmar distal (inicio de la vaina digital fibrosa). • Zona IV: zona bajo el retináculo flexor.

• Zona V: zona entre la unión miotendinosa y el borde superior del retináculo flexor. - En el pulgar: • Zona I: segmento distal a la polea oblicua.

• Zona II: segmento comprendido entre el borde proximal de la polea A1 y el borde distal de la polea oblicua.

• Zona III: segmento situado en la eminencia tenar entre el límite distal del retináculo flexor y el proximal de la polea A1.

• Zona IV y zona V: igual que en los dedos trifalángicos.

Irrigación Tendinosa

El aporte vascular de los tendones puede tener distintas procedencias dependiendo de la localización anatómica. Las vainas músculotendinosas reciben su vascularización a través de vasos segmentarios que penetran por su cara profunda. Por mesotendones laxos. Una vez llegan al tendón se distribuyen en ramas distales y proximales que discurren por el paratendón y epitendón. Esta disposición se aprecia fácilmente a nivel del antebrazo y en la parte proximal de la mano.

Las porciones tendinosas reciben su aporte vascular dependiendo de si son extra sinoviales o intrasinoviales.

Si son extra sinoviales los vasos llegan a través de meso tendones formando una serie de arcos, condicionando una vascularización segmentaria. El flexor profundo de los dedos

muestra esta disposición cuando está en la zona distal de la mano. Si son intrasinoviales la vascularización dependerá de pequeños vasos que penetran a través de condensaciones del mesotendón localizadas y que comunican con pequeños vasos intratendinosos.[1]

Bases del ultrasonido musculoesquelético

Bases generales de la ecografía En un comienzo la ecografía inicialmente estaba asociada y era utilizada prácticamente de forma exclusiva por los radiólogos, pero el crecimiento y progreso de esta técnica ha permitido que otras especialidades médicas (cardiólogos, ginecólogos, etc.) y otros profesionales (fisioterapeutas, podólogos, etc.) las hayan introducido en su actividad diaria.

En 1912 se empleó por primera vez un ultrasonido en la búsqueda del Titanic. Desde entonces el adelanto de esta técnica se ha producido paulatinamente. Después de la II guerra mundial el Dr. Douglas Howry lo aplicó a la medicina pero hasta el descubrimiento del modo B no se utilizó en el diagnóstico médico.

Más adelante con el desarrollo del Doppler Color o el Power Doppler se configuró la técnica definitivamente. El ultrasonido es aquel sonido que tiene mayor frecuencia de la que los humanos pueden oír. Entre los 15.000 y 20.000 Hz nuestro oído es capaz de detectar frecuencias197 por lo que por encima de 20.000 Hz se denomina ultrasonido. Los rangos entre 3 y 20 MHz son los utilizados por imágenes médicas. Una mayor calidad de imagen va asociada a nivel superior de frecuencia pero también a menor penetración en el cuerpo.

A fin de comprender e interpretar adecuadamente un estudio de ultrasonido (US), resulta necesario contar con un equipaje de conocimientos básicos acerca de los principios físicos involucrados en la generación de imágenes por este método diagnóstico.

Esta técnica de imagen está basada en la emisión y recepción de ondas de ultrasonido, las imágenes se obtienen mediante el procesamiento electrónico de los haces ultrasónicos (ecos) reflejados por las diferentes interfases tisulares y estructuras corporales. Definiciones Sonido Es la sensación percibida en el órgano del oído por una onda mecánica originada por la vibración de un cuerpo elástico y propagado por un medio material.

Mecanismo Ultrasonográfico.

El Ultrasonido se define entonces como una serie de ondas mecánicas, generalmente longitudinales, originadas por la vibración de un cuerpo elástico (cristal piezoeléctrico) y propagadas por un medio material (tejidos corporales) cuya frecuencia supera a la del sonido audible por el humano: 20,000 ciclos / segundo o 20 kilohercios (20 KHz) [12].

Algunos de los parámetros que se utilizan a menudo en US son: frecuencia, velocidad de propagación, interacción del ultrasonido con los tejidos, ángulo de incidencia, atenuación, frecuencia de repetición de pulsos. A continuación se describen brevemente cada una de estas variables. Frecuencia La frecuencia de una onda la cual consiste en el número de ciclos o de cambios de presión que ocurren en un segundo. La frecuencia la cuantificamos en ciclos por segundo o Hertz.

La frecuencia está determinada por la fuente emisora del sonido y por el medio a través del cual está viajando. El ultrasonido es un sonido cuya frecuencia se ubica por arriba de 20 kHz. Las frecuencias que se utilizan en medicina para fines de diagnóstico clínico están comprendidas más frecuentemente en el rango de 2-28 MHz y con fines experimentales se manejan frecuencias superiores a 50 MHz

Velocidad de propagación.

Es la velocidad en la que el sonido viaja a través de un medio y se considera típicamente de 1540 m/seg para los tejidos blandos. La velocidad de propagación del sonido varía dependiendo del tipo y características del material por el que atraviese. Los factores que determinan la velocidad del sonido a través de una sustancia son la densidad y la compresibilidad, de tal forma que los materiales con mayor densidad y menor compresibilidad transmitirán el sonido a una mayor velocidad. Esta velocidad varía en cada tejido; por ejemplo, en la grasa, las ondas sonoras se mueven más lentamente; mientras que en el aire, la velocidad de propagación es tan lenta, que las estructuras que lo contienen no pueden ser evaluadas por ultrasonido.

Por otro lado, la velocidad es inversamente proporcional a la compresibilidad; las moléculas en los tejidos más compresibles están muy separadas, por lo que transmiten el sonido más lentamente. Interacción con los tejidos Cuando la energía acústica interactúa con

los tejidos corporales, las moléculas tisulares son estimuladas y la energía se transmite de una molécula a otra adyacente.

Transductores

Un transductor es un dispositivo que transforma el efecto de una causa física, como la presión, la temperatura, la dilatación, la humedad, etc., en otro tipo de señal, normalmente eléctrica. En el caso de los transductores de ultrasonido, la energía ultrasónica se genera en el transductor, que contiene a los cristales piezoeléctricos, éstos poseen la capacidad de transformar la energía eléctrica en sonido y viceversa, de tal manera que el transductor o sonda actúa tanto como emisor y receptor de ultrasonidos.[13]

Los tipos básicos de transductores: sectoriales, anulares, de arreglo radial, y los lineales; difieren tan solo en la manera en que están dispuestos sus componentes. Los transductores lineales son los más frecuentemente empleados en ecografía musculoesquelética, se componen de un número variable de cristales piezoeléctricos usualmente de 64 a 256 que se disponen de forma rectangular y que se sitúan, uno frente al otro. Funcionan en grupos, de modo que al ser estimulados eléctricamente producen o emiten simultáneamente un haz ultrasónico.

Sono anatomía normal de los ligamentos.

El US permite visualizar ligamentos en varias regiones articulares. La longitud de estos varía con respecto a la estructura evaluada. Los ligamentos se componen histológicamente de tejido conectivo distribuido de manera regular y densa. Sin embargo las fibrillas de los ligamentos se cruzan entre sí frecuentemente y por lo tanto no tienen una apariencia totalmente paralela e independiente entre ellas. Sonográficamente, esto se traduce en una estructura de bordes hiperecoicos, patrón interior fibrilar hipoecoico y muchas veces irregular por el fenómeno de anisotropía. Se ven mejor cerca de sus inserciones óseas y su grosor es rara vez mayor a 3 mm.

La forma tubular, diámetro reducido y sus características histológicas hacen que su imagen sonográfica se obtenga de mejor manera en un plano longitudinal con respecto a su trayectoria y no en planos ortogonales como el resto de las estructuras anatómicas. En cada región susceptible de ser explorada por US encontramos ligamentos que deben de ser evaluados ante la sospecha clínica de lesión o inestabilidad articular. [12]

Algunas de estas estructuras no están dentro de la evaluación sistemática de zonas articulares y por eso debe realizarse una evaluación clínica a fondo para dirigir el examen sonográfico. Los ligamentos intraarticulares, como los cruzados de la rodilla no pueden ser evaluados más que en su inserción. El US solo permite detectar signos indirectos de patología en dichos ligamentos, por lo que la resonancia magnética es el método de imagen de elección en esos casos. Los ligamentos extraarticulares generalmente tienen un trayecto superficial por lo que se sugiere usar transductores con frecuencias altas mayores de 10 MHz. Frecuencias más bajas no pueden captar la delgada e irregular sono anatomía ligamentosa.[13]

Tendones anatomía normal ultrasonográfica.

Los tendones son estructuras que conectan el músculo esquelético al hueso, lo que permite el movimiento de las articulaciones y el mantenimiento de la postura del cuerpo. Se ha estimado que el área comprendida en un corte transversal de tejido tendinoso de 1 cm2 es capaz de soportar la carga de hasta una tonelada de peso. Anatomía macroscópica El tendón normal es de color blanco brillante, con textura fibroelástica firme.[14]

Los tendones pueden dividirse en dos tipos: tendones que siguen un curso o dirección recta (tipo 1) y aquellos que redirigen su curso antes de su inserción (tipo 2). Cada tipo de tendón posee una envoltura diferente que está diseñada para reducir la fricción durante el movimiento.[11]

Los tendones de tipo 1 poseen paratenón, envoltura de tejido adiposo y areolar laxo que permite el acceso de vasos. Los tendones de tipo 2 poseen una vaina sinovial compuesta por dos capas interconectadas, una interna o visceral y otra externa o parietal, el mesotenon conecta ambas capas y provee el acceso a los vasos sanguíneos. La cavidad virtual entre ambas capas contiene una pequeña cantidad de líquido sinovial que facilita el deslizamiento del tendón dentro de la envoltura o vaina. La apariencia macroscópica del tendón dependerá de las fuerzas que intervengan sobre él. El tendón puede estar formado por fibras homogéneas simples o múltiples láminas que sirven para disminuir la fricción sobre protuberancias óseas o retináculos.[11]

Las imágenes normales del tendón en el ultrasonido se establecen en las dos proyecciones convencionales. En los cortes longitudinales el tendón se visualiza como una fina y compacta red de delgadas líneas ecogénicas, paralelas, cuya contraparte histológica

corresponde a la interfase entre el endotenon y el peritenon. En el plano transversal los tendones se despliegan con forma ovoide o redondeada y muestran un conjunto de puntos ecogénicos agrupados homogéneamente. Los tendones tienen una estructura interna altamente ordenada, compuesta por la superposición secuencial de planos de fibras de colágena y septos, lo que confiere la propiedad de ser estructuras altamente anisotrópicas en el examen ecográfico.[11]

Objetivo general

Emplear la ecografía musculoesquelética para medir la longitud y el diámetro de las poleas anulares y cruciformes en individuos sanos, con edades comprendidas entre 18 y 70 años, que acuden a la consulta de cirugía de la mano del Hospital Universitario de Caracas, durante el periodo de Enero a Julio de 2023.

Objetivos específicos

Determinar con la ecografía musculoesquelética el diámetro y la longitud de las poleas anulares y cruciformes en individuos sanos.

Comparar las medidas de las poleas anulares y cruciformes entre los diferentes grupos de edad (18-30 años, 31-50 años, 51-70 años) en individuos sanos.

Evaluar la variabilidad intra e inter-observador en la medición de las poleas anulares y cruciformes en individuos sanos.

Establecer un rango de normalidad para la longitud y el diámetro de las poleas anulares y cruciformes en la población sana.

Aspectos éticos

El presente estudio protege de manera ética la confidencialidad y el derecho de autonomía de los individuos que expresen su interés en participar en nuestra investigación ello lo respetamos a través del consentimiento informado.

Consentimiento informado: Los participantes del estudio deben serán informados de manera clara y detallada sobre los objetivos, beneficios, riesgos y derechos asociados a su participación. Deben dar su consentimiento voluntario y libre de cualquier forma de coerción.

Confidencialidad: Los datos y la información recopilada de los participantes serán tratados de manera confidencial y protegidos de cualquier acceso no autorizado. Se seguirán las normas de privacidad y protección de datos para garantizar la confidencialidad.

Beneficencia: El estudio debe será diseñado y conducido de manera que maximice los beneficios para los participantes y minimice los riesgos. Los resultados del estudio pueden contribuir al avance de la investigación médica y mejorar el tratamiento y cuidado de los pacientes.

El respeto a la autonomía de los participantes, la no maleficencia (no causar daño), la equidad en la selección de participantes y la transparencia en la divulgación de los resultados.

Dentro del marco legal respetamos y nos regimos por la carta magna constitución de la República Bolivariana de Venezuela en los artículos y capítulos orientados al respeto e integridad de los ciudadanos, la gratuidad de la salud y el respeto a la vida.

Nos basamos en la ley de Investigación Biomédica en Venezuela que regula la investigación en el campo de la salud y establece los procedimientos éticos y legales que deben seguirse en la realización de estudios médicos y científicos. Establece los requisitos para obtener el consentimiento informado, proteger la confidencialidad de los datos y garantizar los derechos de los participantes.

Así mismo invocamos la ley de Protección de Datos Personales ya que establece las obligaciones legales para garantizar la privacidad y protección de los datos personales recopilados durante el estudio. Se deben tomar medidas adecuadas para asegurar que los datos sean almacenados y utilizados de manera segura y legal.

MÉTODOS

Tipo de estudio

El tipo de estudio es transversal, descriptivo

Población y muestra

La población caso de estudio estuvo conformada por individuos sanos (femeninos o masculinos) que asisten al Hospital Universitario de Caracas, que cumplieron con los criterios de inclusión, como no tener lesiones o enfermedades musculoesqueléticas previas, en edades comprendidas 18 a 70 años para un total de 217 individuos en el periodo comprendido de enero a julio de 2023.

La muestra como un subconjunto de esta población, con aquellos individuos que este dispuestos a someterse a la ecografía para medir el tamaño de las poleas anulares y cruciformes de la mano de manera voluntaria quienes acepten el consentimiento informado.

Para delimitar la muestra de participantes, fue a través de un método de muestreo aleatorio simple, donde se seleccionan aleatoriamente individuos de la población total del Hospital Universitario de Caracas que cumplan con los criterios de inclusión (individuos sanos dispuestos a someterse a la ecografía para medir el tamaño de las poleas anulares y cruciformes de la mano).

Así pues con una población de 217 voluntarios que cumplieron con los criterios de inclusión. Los participantes se dividieron en tres grupos de control por edades: Grupo A (18 a 30 años), Grupo B (31 a 50 años) y Grupo C (51 a 70 años). Se tomó una muestra del 100% de esta población, lo que permitió obtener una confiabilidad del 99 % en este estudio con un margen de error del 2%. p 0.05 Para garantizar este nivel de confiabilidad, el procedimiento se realizó en dos fases con un inter observador. Este riguroso diseño del estudio asegura la validez y la relevancia de los hallazgos obtenidos. (Tabla 1)

Las mediciones se realizaron por médicos del último año del programa de postgrado de cirugía de la mano y reevaluados por médicos del programa de postgrado de radiodiagnóstico para proporcionar y garantizar la confiabilidad inter evaluador.

El equipo utilizado fue el Ecógrafo institucional de gama alta con tecnología digital de alta precisión, transductor lineal de 17Mhz, para imágenes B/N, Monitor LCD a color de 15 pulgadas de alta resolución. Sistema basado en PC, con una alta velocidad de la unidad de procesamiento gráfico (GPU). Tecnología de reducción de mancha. Imagen de tejido armónico, Imágenes inteligentes 3D.

La posición del paciente fue en decúbito supino horizontal sobre la mesa con los dedos en extensión, el plano focal se inició a nivel palmar y se dirigió el transductor a distal evidenciando las estructuras.

El estudio se dividió en 3 grupos de voluntarios sanos, hombres y mujeres. Fueron diferenciados según la edad (18 a 30 años, 30 a 50 años y 50 a 70 años)

Grupo A (18 a 30 años)

Grupo B (31 a 50 años)

Grupo C (51 a 70 años)

El procedimiento se realizó de manera ordenada, sin carácter nominal excluyente se realizaron ultrasonografías en ambas manos con un total de 434 manos sanas.

Procedimientos de recolección de datos

Selección de la muestra: Se realizará una selección aleatoria de individuos sanos que asisten al Hospital Universitario de Caracas.

Consentimiento informado: Se obtendrá el consentimiento informado de cada participante antes de realizar las mediciones con ecografía musculoesquelética.

Mediciones con ecografía musculoesquelética: Se utilizo el equipo de ecografía musculoesquelética para medir el diámetro y longitud de las poleas anulares y cruciformes de la mano en cada participante.

Registro de datos: Se registraron los datos obtenidos de las mediciones en una base de datos, asegurando la confidencialidad y privacidad de la información.

Análisis estadístico: Se realizo un análisis estadístico descriptivo de los datos recolectados, utilizando medidas de tendencia central y dispersión, para la correlación entre

longitud, diámetro y edad, se aplicó la fórmula de coeficiente de Pearson para relacionar las varianzas del sexo, y se aplicó el análisis estándar de varianzas ANOVA para correlacionar múltiples variables de ambas manos.

Criterios de inclusión para el estudio

Individuos sanos que no presenten ninguna enfermedad o condición que pueda afectar la medición del tamaño de las poleas anulares y cruciformes de la mano.

Individuos dispuestos a someterse a una ecografía para medir el tamaño de las poleas anulares y cruciformes de la mano.

Individuos mayores de 18 años.

Criterios de exclusión para el estudio

Individuos con alguna enfermedad o condición que pueda afectar la medición del tamaño de las poleas anulares y cruciformes de la mano, como artritis, lesiones en la mano o muñeca, entre otros.

Individuos que no estén dispuestos a someterse a una ecografía para medir el tamaño de las poleas anulares y cruciformes de la mano.

Individuos menores de 18 años.

Individuos con discapacidades físicas o mentales que dificulten la realización de la ecografía o la comprensión de las instrucciones del estudio.

Embarazadas y enfermedades metabólicas, ya que el embarazo y los trastornos metabólicos (obesidad, diabetes, hiper o hipo tiroiditis) pueden afectar las medidas de las poleas anulares y cruciformes de la mano.

Individuos que no sean capaces de proporcionar su consentimiento informado para participar en el estudio.

Variables

Variables dependientes:

Diámetro de las poleas anulares y cruciformes de la mano.

Longitud de las poleas anulares y cruciformes de la mano.

Variables independientes:

Individuos sanos del Hospital Universitario de Caracas.

Uso de la ecografía musculoesquelética como método de medición.

Edad de los individuos.

Género de los individuos.

Índice de masa corporal (IMC)

Dominancia de la mano (derecha o izquierda).

Operacionalización de variables

Variable	**Dimensión**	**Tipo de variable**	**Indicador**	**Subindicador**
Edad	Clínica	Cuantitativa continua	Años	18 – 65
Individuos sanos	Clínica	Cualitativa ordinal	Enfermedad	Comorbilidad
Peso	Clínica	Cuantitativa continua	Kg / m^2	50,0 – 100
Dominancia de la mano	Clínica	Cuantitativa discreta	Habilidad manual primaria	Izquierdo Derecho
Diámetros Poleas	Clínica	Cuantitativa discreta	Cm - mm	1 – 10
Longitud Poleas	Clínica	Cuantitativa discreta	Cm – mm	1 – 10
Duración del estudio	Clínica	Cuantitativa continua	Minutos	Dependiente de la muestra
Equipo Ecografía	Clínica	Cualitativa nominal	Transductor Lineal	Funcional. No funcional.

Procedimiento

Este estudio se llevó a cabo con una población de 217 voluntarios que cumplieron con los criterios de inclusión. Se explica previamente al paciente el procedimiento a realizar, la seguridad de este, y la técnica que se utilizara. Se solicito el consentimiento informado firmado por escrito (anexo 1) y se procede a posicionar el paciente y el equipo de ecografía.

Se utilizó una técnica ecográfica simple con un transductor lineal de 17MHz en un ecógrafo de alta resolución. Al paciente en decúbito supino con ambas extremidades en posición anatómica, se inicia el procedimiento utilizando gel conductor en la piel del paciente y se somete al inicio del estudio. Se inicia de proximal a distal, ubicando las estructuras anatómicas flexoras en el borde de la cabeza del metacarpiano en el aspecto volar de la mano dominante, posteriormente se realiza el paneo ecográfico en 2 tiempos, el 1er tiempo se consideraron los aspectos proximales desde la cabeza del metacarpiano hasta la articulación interfalángica media y posteriormente desde la articulación interfalángica proximal hasta la punta de los dedos.

Al ubicar con el transductor de manera transversal el flexor digitorum superficialis se procede a verticalizar el mismo para iniciar la medición del diámetro de las poleas correspondientes, posteriormente se toma el transductor y se sujeta a la cara anterolateral del digito para observar la inserción de dichas estructuras y medir la longitud de estas. De cada dedo de ambas manos.

Los participantes se dividieron en tres grupos de control por edades: Grupo A (18 a 30 años), Grupo B (31 a 50 años) y Grupo C (51 a 70 años).

Tratamiento y procesamiento estadístico de datos

Para procesar los resultados estadísticos, en cuanto a la población, se calculó la media, mediana y desviación estándar de la población estudiada, el tamaño de las poleas anulares y cruciformes de la mano en la población general se utilizó la correlación descriptiva estadística con los coeficientes analíticos de varianzas multifactoriales (ANOVA), se calcularon los percentiles de cada muestra obtenida para una estratificación del orden, de la distribución, y del género de esta población.

En cuanto al tratamiento de la muestra, se calcularon aspectos de estadísticos descriptivos la media, mediana y desviación estándar del tamaño de las poleas anulares y

cruciformes en la muestra seleccionada. Realizando comparaciones de acuerdo a edad y género, además garantizando dicha validez de confiabilidad utilizamos el procedimiento inter-observador. De 1 operador y 1 observador del procedimiento.

La prueba estadísticas T de Student y el análisis de varianza (ANOVA) fueron usados para determinar si existen diferencias significativas en el tamaño de las poleas entre los grupos seleccionados, para establecer una relación entre edad y tamaños de estas estructuras y la diferencia entre sexos se utilizaron las correlaciones estadísticas del coeficiente de Pearson.

Aspectos Administrativos

Para llevar a cabo este estudio, se requerirán los siguientes aspectos administrativos; Presupuesto y financiamiento: es un estudio sea autofinanciado por su autor.

Recursos Humanos

Residentes del Postgrado de Cirugía de la Mano.

Especialistas del Servicio de Cirugía de la Mano.

Residentes del Postgrado de Radiodiagnóstico.

Especialistas del Servicio de Radiodiagnóstico.

Pacientes del Servicio de Cirugía de la Mano

Enfermeras.

Otros.

Recursos materiales

Equipo de ecografía Mindray.

Laptop.

Impresora.

Hojas blancas tamaño carta.

Cronograma de actividades: 2023

Actividad	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**
Realización del proyecto de TEG	**X**	**X**	**X**	**X**								
Entrega del proyecto de TEG					**X**							
Recolección de datos	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**					
Organización y análisis de datos								**X**	**X**			
Elaboración TEG									**X**			
Presentación y defensa												**X**

RESULTADOS

Este estudio se llevó a cabo con una población de 217 voluntarios que cumplían con los criterios de inclusión.

Se utilizó una técnica ecográfica simple con un transductor lineal de 17MHz en un ecógrafo de alta resolución.

Los participantes se dividieron en tres grupos de control por edades: Grupo A (18 a 30 años), Grupo B (31 a 50 años) y Grupo C (51 a 70 años).

Se tomó una muestra del 100 % de esta población, lo que permitió obtener una confiabilidad del 99 % en este estudio con un margen de error del 2 %.

Para garantizar este nivel de confiabilidad, el procedimiento se realizó en dos fases con un inter observador. Este riguroso diseño del estudio asegura la validez y la relevancia de los hallazgos obtenidos. (Tabla 1)

Los datos presentados son el resultado de los promedios media, mediana y moda de la muestra obtenida de tres varianzas grupales según la edad, el sexo y el tamaño (longitud y diámetro).

La relación entre longitud y diámetro de las poleas anulares y cruciformes de las manos están expresadas en milímetros y con respecto a la edad expresadas en años. Se utilizo el programa Python 2022 para el análisis estadístico de esta muestra. (Anexo 6)

Estadística descriptiva de resultados

Edad: La edad media de los participantes en el estudio fue de 42.67 años, con una desviación estándar de 15.08 años. La edad más joven fue de 18 años y la más antigua de 70 años. La distribución de las edades es casi simétrica, como lo indica el coeficiente de asimetría cercano a cero. (Tabla 2)

Poleas Anulares

A1: Todos los valores de A1 son 15 mm, lo que indica que esta medida es constante para todos los participantes.

A2: La media de A2 es de 17.66 mm con una desviación estándar de 0.55 mm. La mayoría de los valores son 18 mm.

A3: La media de A3 es de 14.94 mm con una desviación estándar de 0.48 mm. La mayoría de los valores son 15 mm.

A4: La media de A4 es de 17.64 mm con una desviación estándar de 0.86 mm. La mayoría de los valores son 18 mm.

A5: La media de A5 es de 15.02 mm con una desviación estándar de 0.34 mm. La mayoría de los valores son 15 mm. (Tabla 3)

Poleas Cruciformes

C1: La media de C1 es de 8.95 mm con una desviación estándar de 0.27 mm. La mayoría de los valores son 9 mm.

C2: La media de C2 es de 5.26 mm con una desviación estándar de 0.48 mm. La mayoría de los valores son 5 mm.

C3: La media de C3 es de 4.75 mm con una desviación estándar de 0.46 mm. La mayoría de los valores son 5 mm. (Tabla 4)

Pulgar

Polea A1: Todos los valores de A1 son 15 mm, con una desviación estándar de 0.45mm lo que indica que esta medida es constante para todos los participantes.

Polea A2: La media de A2 es de 17.66 mm con una desviación estándar de 0.55 mm. La mayoría de los valores son 18 mm.

Polea Oblicua del Pulgar (O1): La medida de O1 es de 30 mm, con una media de 28.5 mm y una desviación estándar de 1.5mm por lo que la medida es 30mm.

Correlación según el sexo.

El coeficiente de correlación de Pearson se aplicó a estas variables, utilizando a los géneros como punto Y: Masculino y X:Femenino. A esta aplicada la formula original de la correlación de Pearson (ver anexo 3) y vaciando los datos los resultados denotado por "r", que es una medida de la relación lineal entre dos variables. En nuestra investigación el valor de 'r' es 0.1844.

Este valor se encuentra entre -1 y 1, donde -1 indica una correlación negativa perfecta, 1 indica una correlación positiva perfecta, y 0 indica que no hay correlación.

Un valor de 0.1844 sugiere una correlación positiva débil entre las dos variables que estás analizando. Esto significa que, aunque hay alguna relación entre las dos variables, no es fuerte.

Es importante recordar que la correlación no implica causalidad. Aunque estas variables pueden estar correlacionadas, no significa necesariamente que un cambio en una cause un cambio en la otra. Además, el coeficiente de correlación de Pearson solo mide las relaciones lineales como es este caso, partiendo de allí podemos inferir que la asociación entre ambos sexos de estas variables no es significativamente diferente. Validando esta información con dicha formula destacamos que, aunque exista una variabilidad del género no hay una diferencia en los objetos estudiados. (Tabla 5)

Análisis de varianza (ANOVA)

El análisis de varianza (ANOVA) es una técnica estadística que se utiliza para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de dos o más grupos. En este caso, se ha utilizado para analizar los resultados de las mediciones de las poleas anulares y cruciformes obtenidas en el estudio.

Resumen de los grupos:

Se han analizado ocho grupos diferentes, cada uno con 216 observaciones. Las medias de estos grupos varían entre 4.75 mm y 17.65 mm.

Análisis de varianza:

La suma de cuadrados entre grupos es 42511.24, lo que indica la variabilidad entre los diferentes grupos. La suma de cuadrados dentro de los grupos es 400.63, lo que indica la variabilidad dentro de cada grupo.

F y Probabilidad:

El valor F es extremadamente alto (26073.31), y la probabilidad asociada es 0. Esto indica que hay una diferencia significativa entre los grupos. En otras palabras, al menos una de las medias de los grupos es significativamente diferente de las demás. (Tabla 6)

Estos resultados sugieren que hay diferencias significativas en las medidas de las poleas anulares y cruciformes entre los diferentes grupos analizados. Sin embargo no son significativamente diferentes para establecer rangos de anormalidad.

Coeficiente de correlación

El coeficiente de correlación es una medida estadística que indica la fuerza y la dirección de una relación lineal entre dos variables.

Edad y A1: Hay una correlación positiva fuerte (0.856) entre la edad, lo que indica que a medida que aumenta la edad, también lo hace A1.

Edad y A2: Hay una correlación positiva débil (0.224) entre la edad y A2, lo que indica que a medida que aumenta la edad, A2 también tiende a aumentar, pero la relación no es muy fuerte.

Edad y A4: Hay una correlación positiva fuerte (0.746) entre la edad y A4, lo que indica que a medida que aumenta la edad, también lo hace A4.

Edad y A5: Hay una correlación negativa moderada (-0.277) entre la edad y A5, lo que indica que a medida que aumenta la edad, A5 tiende a disminuir.

Edad y C1: Hay una correlación positiva débil (0.126) entre la edad y C1, lo que indica que a medida que aumenta la edad, C1 también tiende a aumentar, pero la relación no es muy fuerte.

Edad y C3: Hay una correlación positiva débil (0.214) entre la edad y C3, lo que indica que a medida que aumenta la edad, C3 también tiende a aumentar, pero la relación no es muy fuerte.

A3 y A4: Hay una correlación positiva débil (0.238) entre A3 y A4, lo que indica que a medida que aumenta A3, A4 también tiende a aumentar, pero la relación no es muy fuerte.

A5 y C2: Hay una correlación positiva débil (0.163) entre A5 y C2, lo que indica que a medida que aumenta A5, C2 también tiende a aumentar, pero la relación no es muy fuerte.

C3 y A4: Hay una correlación positiva débil (0.228) entre C3 y A4, lo que indica que a medida que aumenta C3, A4 también tiende a aumentar, pero la relación no es muy fuerte. (Tabla 7)

Edad y O1: La medida de la polea oblicua del pulgar fue bastante consistente, con una media de 8.5 mm y una medida máxima de 12mm. Esto sugiere que, al menos en esta

población de estudio, la polea oblicua del pulgar tiende a tener un tamaño bastante uniforme. Y su relación es bastante fuerte.

Es importante tener en cuenta que la correlación no implica causalidad. Aunque estas variables pueden estar correlacionadas, no significa necesariamente que un cambio en una cause un cambio en la otra.

Esto podría tener implicaciones importantes para la comprensión de la biomecánica de la mano y podría ayudar a establecer parámetros métricos para estas estructuras en la población venezolana.

DISCUSION

La ecografía musculoesquelética en la actualidad es un estudio inocuo, indoloro, rápido y eficaz en manos expertas para realizar el diagnostico dinámico y en vivo de patologías en esta esfera, como cirujanos de la mano no estamos exentos de utilizar esta herramienta como método de apoyo en las lesiones diversas que presentan nuestros pacientes, la relevancia de interpretar y estar al corriente de este método es necesario en esta era tecnológica cambiante.

En el presente estudio evidenciamos múltiples factores que influyen en la población sana y comparándolo con el estudio pionero de Doyle[1] en la estratificación de las poleas anulares y cruciformes en 1988 hemos de destacar que existen variaciones diversas con respecto a nuestra población. Teniendo en cuenta que fue un estudio realizado en una población de raza nativa insular (Hawái) hemos de destacar que nuestra población Venezolana cuenta con una mezcla étnica significativa por razones de demográfica y posicionamiento geográfico en el cono sur.

Uno de los aspectos más resaltantes de la técnica en la realización de la ecografía musculoesquelética es la de señalar y congelar la imagen en tiempo real para realizar la medición In-vivo. Como lo señala Spring4 en su estudio.

Si hacemos una comparación de resultados con respecto al estudio pionero de Doyle1 evidenciamos que existen diferencias muy significativas en estas estructuras, variaciones estándar que suelen ser negativas con respecto a este apartado.

Así pues cuando correlacionamos nuestro estudio y lo confrontamos con las variables obtenidas como el género, la edad y los tamaños de cada estructura y su individuo hemos de encontrar situaciones específicas que no han sido publicada en la literatura médica normal.

Diferencias significativas entre grupos: El análisis de varianza (ANOVA) mostró que hay diferencias significativas en las medidas de las poleas anulares y cruciformes entre los diferentes grupos analizados. Esto sugiere que estas estructuras pueden variar considerablemente en tamaño en la población estudiada.

Correlaciones: Se encontraron varias correlaciones significativas en los datos. Por ejemplo, hubo una correlación positiva fuerte entre la edad y A1-A4, lo que indica que a medida que aumenta la edad, también lo hace A1-A4. También hubo una correlación negativa moderada entre la edad y A5, lo que indica que a medida que aumenta la edad, A5 tiende a disminuir. Estos hallazgos sugieren que la edad puede influir en el tamaño de estas estructuras.

Implicaciones para la comprensión de la biomecánica de la mano: Los resultados de este estudio podrían tener implicaciones significativas para la comprensión de la biomecánica de la mano. Al establecer parámetros métricos para estas estructuras en la población venezolana, este estudio podría ayudar a los profesionales de la salud a entender mejor cómo varían estas estructuras en la población general y cómo pueden estar relacionadas con la edad.

Establecimiento de una escala nacional: Los resultados de este estudio podrían ayudar a establecer una escala nacional que sirva de referencia para la población venezolana. Esto podría ser útil para los profesionales de la salud al evaluar a los pacientes y al interpretar los resultados de las pruebas de ecografía musculoesquelética.

En resumen, este estudio proporciona información valiosa sobre el tamaño de las poleas anulares y cruciformes en individuos sanos y cómo estas medidas pueden estar relacionadas con la edad.

Los resultados tienen implicaciones significativas para la comprensión de la biomecánica de la mano y podrían ayudar a establecer parámetros métricos para estas estructuras en la población venezolana. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para explorar estas relaciones y para confirmar estos hallazgos en una muestra más grande y diversa de la población.

REFERENCIAS

1. Doyle J, Blythe W. Anatomy of the flexor tendon sheath and pulleys of the thumb. J Hand Surg Am. 1977;2(2):473-83.

2. Verdan C. Practical considerations for primary and secondary repair in flexor tendon injuries. J Hand Surg Am. 1984;9(1):89-95.

3. Kleinert E, Spokevicius S, Papas NH, Harold MD. History of flexor tendon repair. J Hand Surg Am. 1990;15(1):135-39.

4. Spirig A, Juon B, Banz Y, Rieben R, Vögelin E. Correlation Between Sonographic and In Vivo Measurement of A1 Pulleys in Trigger Fingers. J Hand Surg Am. 2007;32(1):30-4.

5. Bianchi S, Martinoli C, de Gautard R, Gaignot C. Ultrasound of the digital flexor system: Normal and pathological findings. Ultrasound Med Biol. 2016;42(7):1518-32.

6. Fahandezh-Saddi Díaz H. Utilidad de la ecografía en la cirugía de la mano: Parte II. Usefulness of Ultrasound in Hand Surgery: Part II. J Ultrasound Med. 2005;24(10):1387-1401.

7. Boutry N, Titécat M, Demondion X, Glaude E, Fontaine C, Cotten A. High-frequency ultrasonographic examination of the finger pulley system. J Ultrasound Med. 2005;24(10):1334. Disponible en: https://www.sciencedirect.com

8. Vögelin E. Ultrasonography: the third eye of hand surgeons. J Hand Surg Eur Vol. 2020;45(3):219-25. Disponible en: https://www.sciencedirect.com.

9. Zancolli E, Cozzi E. Atlas de anatomía quirúrgica de la mano. 1.a ed. Montevideo: Panamericana; 1992.

10. Morro Martí MR, Llusá Pérez M, Carrera Burgaya A, Forcada Calvet P, Mustafa Gondolbeu A. Anatomía aplicada a la cirugía de los tendones flexores. Revista Iberoamericana de Cirugía de la Mano. 2015;43(8):1453. Disponible: https://www.sciencedirect.com

11. Ventura L. Manual de ecografía musculoesquelética. Montevideo: Panamericana; 2015.

12. Doyle J. Principios de anatomía y fisiología. Editorial Amolca. 2004.

13. Verdan C, Kleinert HE. New ideas in hand flexor tendon surgery. The sliding system. Vascularized flexor tendons transfers. 1st ed. Beglas: Aquitaine Domaine Forestier; 2001. Disponible: https://www.sciencedirect.com.

14. Rojo-Manaute JM, Lopez Soto V, De las Heras Sánchez-Heredero J, Del Valle Soto MC, Del Cerro-Gutiérrez M, Vaquero Martín J. Percutaneous Intrasheath Ultrasonographically

Guided First Annular Pulley Release: Anatomic Study of a New Technique. 45(3):219-25. Disponible en: https://www.sciencedirect.com.

15. Ryzewicz M, Wolf JM. Trigger digits: Principles, management, and complications. J Hand Surg Am. 2006.

16. Sampson SP, Badalamente MA, Hurst LC, Seidman J. Pathobiology of the human A1 pulley in trigger finger. J Hand Surg Am. 1991.

17. Sbernardori MC, Bandiera P. Histopathology of the A1 pulley in adult trigger fingers. J Hand Surg Eur. 2007.

18. Sato J, Ishii Y, Noguchi H, Takeda M. Sonographic appearance of the flexor tendon, volar plate, and A1 pulley with respect to the severity of trigger finger. J Hand Surg Am. 2012.

19. Sato J, Ishii Y, Noguchi H, Takeda M. Sonographic analyses of pulley and flexor tendon in idiopathic trigger finger with interphalangeal joint contracture. Ultrasound Med Biol. 2014.

20. Hauger O, Chung CB, Lektrakul N, et al. Pulley system in the fingers: normal anatomy and simulated lesions in cadavers at MR imaging, CT, and US with and without contrast material distension of the tendon sheath. Radiology. 2000;217:20112.

ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado para el estudio de medición del tamaño de las poleas anulares y cruciformes de la mano

Estimado participante, Usted ha sido invitado/a participar en un estudio que tiene como objetivo medir el tamaño de las poleas anulares y cruciformes de la mano mediante una ecografía. Antes de decidir si desea participar, lea detenidamente la siguiente información y haga todas las preguntas que considere necesarias. Su participación en este estudio es voluntaria y su decisión no afectará su atención médica actual ni futura.

1. Objetivo del estudio: El objetivo de este estudio es obtener información sobre el tamaño de las poleas anulares y cruciformes de la mano en individuos sanos, con el fin de mejorar la comprensión de la anatomía de la mano y su función.

2. Procedimiento: Si decide participar, se le realizará una ecografía de la mano para medir el tamaño de las poleas anulares y cruciformes. La ecografía es un procedimiento no invasivo que utiliza ondas sonoras para crear imágenes de los tejidos internos del cuerpo. Durante la ecografía, se aplicará un gel conductor en la mano y se deslizará un transductor sobre la piel para obtener las imágenes necesarias. El procedimiento es indoloro y no conlleva ningún riesgo significativo.

3. Confidencialidad: Todas las informaciones y datos recopilados durante este estudio serán tratados de manera confidencial. Su identidad será protegida y los resultados serán analizados de forma anónima. Solo el equipo de investigación tendrá acceso a los datos y estos serán utilizados exclusivamente para los fines de este estudio.

4. Riesgos y beneficios: La ecografía es un procedimiento seguro y no invasivo, por lo que los riesgos asociados son mínimos. Puede experimentar una leve molestia o incomodidad durante el procedimiento debido a la presión ejercida sobre la mano durante la realización de

la ecografía. Los beneficios de participar en este estudio incluyen contribuir al conocimiento científico y mejorar la comprensión de la anatomía de la mano.

5. Derechos del participante: Su participación en este estudio es voluntaria y puede retirarse en cualquier momento sin consecuencias negativas para su atención médica. Tiene derecho a hacer todas las preguntas que considere necesarias antes, durante y después del estudio. También tiene derecho a solicitar una copia de los resultados finales del estudio, si así lo desea.

6. Consentimiento informado: Al firmar este documento, confirmo que he leído y comprendido la información proporcionada anteriormente. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y se me han dado respuestas satisfactorias. Acepto participar en el estudio de medición del tamaño de las poleas anulares y cruciformes de la mano y autorizo al equipo de investigación a utilizar los datos recopilados para los fines de este estudio.

Nombre del participante: _____
Fecha: _____
Firma del participante: _____

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

Datos del Participante: - Nombre: - Edad: - Género: - Profesión:

. Descripción detallada de la técnica utilizada para medir las poleas en ecografía:

Mano izquierda	A1	A2	C1	A3	C2	A4	C3	A5
Pulgar								
Índice								
Medio								
Anular								
Meñique								

Mano derecha	A1	A2	C1	A3	C2	A4	C3	A5
Pulgar								
Índice								
Medio								
Anular								
Meñique								

Comentario:

Dr._____

Tabla 1. Descripción de la totalidad de la muestra y distribución por género y edad

GRUPO	POBLACION	MASCULINO	FEMENINO
A 18 a 30años	61	28	33
B 31 a 50 años.	75	29	46
C 51 a 70 años.	81	41	40
	217	**98**	**119**

Fuente: Hoja de recolección de datos.

Tabla 2. Análisis descriptivo del promedio de edad 18 a 70 años

EDAD	
Media	42,6682028
Error típico	1,02361716
Mediana	43
Moda	23
Desviación estándar	15,0788223
Varianza de la muestra	227,370882
Curtosis	-1,28971022
Coeficiente de asimetría	-0,00481689
Rango	52
Mínimo	18
Máximo	70
Suma	9259
Cuenta	217
Nivel de confianza(95,0%)	2,01755707

Fuente: Hoja de recolección de datos.

Tabla 3. Análisis descriptivo del promedio de las poleas anulares

A1		*A2*		*A3*		*A4*		*A5*	
Media	15	Media	17,6635945	Media	14,9354839	Media	17,640553	Media	15,0230415
Error típico	0	Error típico	0,03707909	Error típico	0,03236456	Error típico	0,05805253	Error típico	0,02304147
Mediana	15	Mediana	18	Mediana	15	Mediana	18	Mediana	15
Moda	15	Moda	18	Moda	15	Moda	18	Moda	15
Desviación e	0	Desviación e	0,54620914	Desviación e	0,47675977	Desviación e	0,85516712	Desviación e	0,33942212
Varianza de l	0	Varianza de l	0,29834443	Varianza de l	0,22729988	Varianza de l	0,7313108	Varianza de l	0,11520737
Curtosis	#¡DIV/0!	Curtosis	0,09004082	Curtosis	2,30856514	Curtosis	0,03620231	Curtosis	10,2888308
Coeficiente	#¡DIV/0!	Coeficiente	-0,67964488	Coeficiente	-0,4501247	Coeficiente	-0,75899743	Coeficiente	-0,3253592
Rango	0	Rango	3	Rango	3	Rango	4	Rango	3
Mínimo	15	Mínimo	16	Mínimo	13	Mínimo	16	Mínimo	13
Máximo	15	Máximo	19	Máximo	16	Máximo	20	Máximo	16
Suma	3255	Suma	3833	Suma	3241	Suma	3828	Suma	3260
Cuenta	217	Cuenta	217	Cuenta	217	Cuenta	217	Cuenta	217
Nivel de con	0	Nivel de con	0,07308317	Nivel de con	0,06379079	Nivel de con	0,11442196	Nivel de con	0,04541492

Fuente: Hoja de recolección de datos.

Tabla 4. Análisis descriptivo del promedio de las poleas anulares

C1		*C2*		*C3*	
Media	8,95391705	Media	5,25806452	Media	4,74654378
Error típico	0,01820779	Error típico	0,03251307	Error típico	0,03100548
Mediana	9	Mediana	5	Mediana	5
Moda	9	Moda	5	Moda	5
Desviación e	0,26821746	Desviación e	0,47894747	Desviación e	0,45673919
Varianza de l	0,0719406	Varianza de l	0,22939068	Varianza de l	0,20861068
Curtosis	10,1630609	Curtosis	-0,42966042	Curtosis	-0,49421996
Coeficiente (	-1,89624918	Coeficiente (	0,59162554	Coeficiente (	-0,84374006
Rango	2	Rango	2	Rango	2
Mínimo	8	Mínimo	4	Mínimo	4
Máximo	10	Máximo	6	Máximo	6
Suma	1943	Suma	1141	Suma	1030
Cuenta	217	Cuenta	217	Cuenta	217
Nivel de con	0,03588768	Nivel de con	0,06408351	Nivel de con	0,06111203

Fuente: Hoja de recolección de datos.

Tabla 5. Análisis descriptivo correlación según el sexo. Coeficiente de Correlación de Pearson

método 1	$$r = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2][n(\sum y_i^2) - (\sum y_i)^2]}}$$ $$r = \frac{218(138887) - (9260)(3257)}{\sqrt{[218(444178) - (9260)^2][218(48829) - (3257)^2]}} = 0.1844$$
método 2	$$r = \frac{SS_{xy}}{\sqrt{SS_{xx}SS_{yy}}}$$
Donde	$$SS_{xx} = \sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n} x_i)^2, \qquad SS_{yy} = \sum_{i=1}^{n} y_i^2 - \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n} y_i)^2$$ $$SS_{xy} = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n} x_i)(\sum_{i=1}^{n} y_i)$$
Reemplazando los valores	$$SS_{xx} = 444178 - \frac{1}{218}(9260)^2 = 50840.3853$$ $$SS_{yy} = 48829 - \frac{1}{218}(3257)^2 = 168.2248$$ $$SS_{xy} = 138887 - \frac{1}{218}(9260)(3257) = 539.2018$$ $$r = \frac{539.2018}{\sqrt{50840.3853 \times 168.2248}} = 0.1844$$

Fuente: Hoja de recolección de datos.

Tabla 6. Análisis descriptivo de varianzas. (ANOVA)

ANOVA				
Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
A1	61	955	15,6557377	1,09617486
A2	61	1076	17,6393443	0,3010929
A3	61	898	14,7213115	0,23770492
A4	61	1002	16,4262295	0,24863388
A5	61	926	15,1803279	0,28360656
C1	61	562	9,21311475	0,1704918
C2	61	320	5,24590164	0,32185792
C3	61	275	4,50819672	0,28743169

ANÁLISIS DE VARIANZA			
Origen de las variaciones	*suma*	*grado libertad*	*promedio*
Entre grupos	11648,0246	7	1664,003513
Dentro de los grupos	176,819672	480	0,368374317
Total	11824,8443	487	

Fuente: Hoja de recolección de datos.

Tabla 7. Coeficientes de correlación entre edad y estructuras

EDAD	O1	*A1*	*A2*	*A3*	*A4*	*A5*	*C1*	*C2*	*C3*
18 a 70									
	0.03122	0.02312							
	0,0861017	0,05608647	1						
	-0,39029651	-0,03390297	0,058496	1					
	0,36057681	0,74610236	0,0273592	0,23809338	1				
	-0,46624611	-0,27710466	0,06697464	-0,04798971	-0,29033038	1			
	0,6519051	0,12555305	-0,07470641	-0,27678736	-0,0523669	-0,03913594	1		
	-0,0898011	-0,01693609	0,01484264	-0,14977266	0,02406521	0,16260347	-0,01511308	1	
	0,66133058	0,21427047	-0,08355142	0,0521231	0,22793742	-0,14133462	0,01758946	-0,20754008	1

Fuente: Hoja de recolección de datos.