

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Médicas

Carrera de Fisioterapia

**Valoración de la fuerza muscular prensil mediante el uso del Activ5® y el
dinamómetro Camry en estudiantes de Odontología de la Universidad de Cuenca.
Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024**

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Licenciado en
Fisioterapia

Autor:

Xavier Oswaldo Molina López

Héctor Bladimir Nugra Salazar

Director:

Ana Lucía Zeas Puga

ORCID:  0000-0002-2593-2176

Cuenca, Ecuador

2024 - 02 - 20

Resumen

Los odontólogos y estudiantes de odontología pueden desarrollar trastornos musculoesqueléticos a nivel de la muñeca debido a movimientos repetitivos. La medición de la fuerza muscular prensil suele realizarse habitualmente con un dinamómetro. Sin embargo, se han introducido nuevas herramientas portátiles que se conectan a dispositivos inteligentes, ofreciendo un método más sencillo e innovador para obtener resultados cuantificables. Comparar los resultados de la fuerza muscular prensil cuantificada con el dinamómetro Camry y el dispositivo portátil Activ5® en estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca. Período Septiembre 2023 - Febrero 2024. Estudio descriptivo, observacional, prospectivo y de corte transversal. Se cuantificó la fuerza muscular prensil mediante el uso del dinamómetro Camry y Activ5® en 84 estudiantes de odontología de la Universidad de Cuenca. Para el procesamiento de datos se empleó el programa SPSS V.29, relacionándolos mediante el coeficiente según Pearson. Según la cuantificación de la fuerza prensil, la mano derecha (27,59 kg) establecía una dominancia en relación con la izquierda (25,51 kg) al producir la mayor fuerza de comprensión en ambos dispositivos, con un promedio de 21,05 kg. Mediante la correlación de Pearson, se produjo una relación directamente proporcional tanto para la mano derecha ($r=0,745$, $p <,001$) como para la mano izquierda ($r=0,746$, $p <,001$), presentando valores diferentes entre ambas manos con los 2 dispositivos dinamométricos.

Palabras clave: fuerza de la mano, dinamometría manual, extremidad superior, dispositivos digitales



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

Dentists and dental students can suffer from musculoskeletal disorders of the wrist due to repetitive movements. Hand grip strength is usually measured using a dynamometer. However, new portable tools connected to smart devices have been introduced, which offer a simpler and more innovative method to obtain quantifiable results. The purpose of this study was to compare the results of measured hand grip strength to the Camry dynamometer and the Activ56 portable device in students of the University of Cuenca School of Dentistry in September 2023 - February 2024. Descriptive, observational, prospective, and cross-sectional study. Hand grip strength was measured using Camry and Activ5® in 84 University of Cuenca dentistry students. IBM SPSS 29 was used for data processing, and then the Pearson coefficient correlated that data. According to the measurement of grip strength, the right hand (27.59 kg) established dominance in regard to the left hand (25.51 kg) by reporting greater grip strength in both devices, with an average of 21.05 kg. Using Pearson's correlation, a directly proportional relationship was established for both the right hand ($r=0.745$, $p < .001$) and the left hand ($r=0.746$, $p < .001$); different figures between both hands using the above dynamometric devices were reported.

Keywords: Hand grip strength, manual dynamometry, upper extremity, digital devices.



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Resumen	2
Abstract	3
Agradecimiento	8
Dedicatoria	9
Dedicatoria	10
Capítulo I	11
1.1 Introducción	11
1.2 Planteamiento del problema	12
1.3 Justificación	14
Capítulo II	15
2 Fundamento teórico	15
2.1 Fibras musculares	15
2.2 Contracción Muscular	15
2.3 Tipos de Contracciones	15
2.4 Fuerza Muscular	16
2.5 Fuerza Muscular Prensil	16
2.6 Complejo articular de la muñeca.....	16
2.7 Biomecánica de la muñeca.....	17
2.8 Enfermedades Profesionales en la Muñeca.....	18
2.9 Ergonomía Odontológica	19
2.10 Trastornos Musculoesqueléticos en Odontología.....	20
2.11 Dinamometría	21
2.12 Dinamometría Manual.....	22
2.13 Dinamometría Digital	23
Capítulo III	24
3 Objetivos	24
3.1 Objetivo general.....	24
3.2 Objetivos Específicos	24
Capítulo IV	25
4 Diseño Metodológico	25

4.1 Tipo de estudio	25
4.2 Área de estudio	25
4.3 Universo y Muestra	25
4.3.1 Universo.....	25
4.3.2 Muestra.....	25
4.4 Criterios de inclusión y exclusión	25
4.4.1 Criterios de inclusión.....	25
4.4.2 Criterios de exclusión.....	25
4.5 Operacionalización de variables (ver anexo 1)	25
4.6 Métodos, Técnicas e Instrumentos Para La Recolección De Información	25
4.6.1 Método.....	26
4.6.2 Técnica	26
4.6.3 Instrumentos	26
4.6.4 Procedimientos	26
4.7 Plan De Análisis y Tabulación.....	28
4.8 Aspectos éticos.....	28
Capítulo V	31
5 Resultados	31
Capítulo VI	38
6 Discusión	38
Capítulo VII	41
7 Conclusiones	41
8 Recomendaciones.....	42
Referencias	43
Anexos	47
Anexo A. Operacionalización de variables.....	47
Anexo B. Formulario de recolección de datos de la fuerza muscular prensil.....	48
Anexo C. Carta de interés institucional.....	49
Anexo D. Formulario de consentimiento informado.....	50
Anexo E. Instrumentos de evaluación.....	53
Anexo F. Recolección de datos.....	54

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología que se realizaron la cuantificación de la fuerza muscular prensil derecha e izquierda con el dinamómetro Camry. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.	34
Figura 2. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología que se realizaron la cuantificación de la fuerza muscular prensil derecha e izquierda con el dispositivo digital Activ5®. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.	35
Figura 3. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología que se realizaron la cuantificación de la fuerza muscular prensil derecha utilizando dinamómetro Camry y el dispositivo digital Activ5®. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.	36
Figura 4. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología que se realizaron la cuantificación de la fuerza muscular prensil izquierda utilizando el dinamómetro Camry y el dispositivo digital Activ5®. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.....	37

Índice de tablas

Tabla 1. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología según caracterización sociodemográfica. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.....	31
Tabla 2. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología según el semestre. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.	31
Tabla 3. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología que se evaluaron la fuerza muscular prensil derecha cuantificada con el dinamómetro Camry y dispositivo digital Activ5 según la Correlación de Pearson. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.	32
Tabla 4. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología que se evaluaron la fuerza muscular prensil izquierda cuantificada con el dinamómetro Camry y dispositivo digital Activ5 según la Correlación de Pearson. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.....	33

Agradecimiento

Agradecemos en primer lugar a Dios por darnos la sabiduría, fe, salud y ser nuestra luz para orientarnos en nuestra vida académica y personal, concluyendo este trabajo de investigación. Gracias a nuestros padres, hermanos y hermanas, que a pesar de la distancia siempre estuvieron presentes constantemente con sus consejos y apoyo incondicional con cada paso que dábamos en nuestra formación como profesionales. Al resto de nuestras familias, que aportaron con su fortaleza y motivación para seguir adelante en la búsqueda de nuestros objetivos. Nuestros docentes, que desde el primer momento nos educaron y compartieron sus conocimientos para mejorar día a día en la búsqueda de lo que anhelábamos ser un día y que hoy estamos logrando, en particular a la Mg. Ana Lucía Zeas Puga, por guiarnos en nuestra etapa final de formación y brindarnos las herramientas y conocimientos necesarios para desarrollar con éxito este proyecto. Por último pero no menos importante, a nuestros compañeros que hoy podemos considerar amigos, compartiendo los buenos y malos momentos, apoyándonos mutuamente en cada ciclo transcurrido y con el que hoy estamos culminando.

Xavier y Héctor

Dedicatoria

Al culminar mi etapa de formación académica, agradezco a Dios por guiarme con su luz a lo largo de todos estos años, por los logros obtenidos para poder seguir confiando en mí mismo y por los errores para poder aprender de ellos y adquirir experiencia. Mis padres Mayra y Xavier al igual que mis hermanas Valentina e Isabella, quienes fueron el motor principal para motivarme, apoyarme incondicionalmente y brindarme valores para poder ser fuerte en cada paso y decisión tomada, sin ustedes esto no sería posible al día de hoy. Una persona en especial que a pesar que hoy no se encuentra presente físicamente, pero que siempre llevo en mi mente y corazón, mi segunda madre Celmy, quien me formó como persona y me hizo ser lo que soy hoy en día. A las personas que hoy puedo llamar amigos y conocí en esta Universidad, por estar para mí y acompañarme en cada momento que compartimos, creando momentos únicos e inolvidables que siempre guardaré en mi corazón en una de las mejores etapas de la vida. A todos ustedes, les agradezco por aportar un granito de arena, por no dejar que me rindiera, confiar en mí y siempre hacerme sentir especial para llegar a la meta trazada que una vez como niño la imaginé y hoy la estamos cumpliendo.

Xavier

Dedicatoria

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme salud y brindarme la fortaleza para alcanzar este nuevo logro en mi vida. A mis padres Olger y Georgina por ser mi apoyo incondicional, mi motivación y mi ejemplo a seguir. A mis hermanos Jhoselyne, Olger y Jairo, por acompañarme y ayudarme en todo este proceso, en cada paso y decisión tomada. A mis abuelitos Héctor, Zoila y Graciela, por estar presentes en cada paso de mi vida, por brindarme ese cariño tan especial y por haber contribuido tanto en mi formación como persona. A todos los docentes, compañeros y amigos que han hecho de estos años una de las mejores etapas de mi vida. A todos ustedes, les agradezco infinitamente por haber hecho de todo este proceso algo especial e inolvidable.

Héctor

Capítulo I

1.1 Introducción

La fuerza muscular es la capacidad que posee el ser humano para vencer u oponerse a un peso o resistencia externa mediante la contracción muscular (1), la cual es usada para realizar las actividades básicas de la vida diaria por lo que es de suma importancia. Dentro de los múltiples usos que se puede dar a la fuerza, se encuentra la fuerza prensil, que se encuentra presente en actividades como apretar o suspender objetos mediante la motricidad fina (2). Para su medición se utilizan varios dispositivos, entre ellos la dinamometría mecánica, que es el estándar de oro para la Sociedad Estadounidense de Terapeutas de la Mano (ASHT), debido a que se consigue una medición cuantificable y confiable (3).

En la actualidad, existen métodos estandarizados para la dinamometría como son los equipos Camry, K-force Grip o Jamar (4). Sin embargo, su disponibilidad variará según sus precios, los cuales pueden llegar a ser elevados. Además, una de sus grandes limitaciones es su forma física, robusta y de mucho peso, lo que puede llegar a ser un factor que limita la medición, tanto para el evaluador como para el evaluado (5).

Es por esto que a través del avance tecnológico en los últimos años se han ido creando nuevos dispositivos, como el que utilizamos en este estudio, un dispositivo digital con sensores de carga (Activ5®). Este es útil para cuantificar la fuerza muscular y transmitir los datos en tiempo real hacia un dispositivo móvil a través de una aplicación de conexión por Bluetooth® (6). El beneficio de utilizar un dispositivo dinamométrico digital se basa en la contextura de su modelo, siendo más compacto, manipulable y práctico, permitiendo su uso sobre diferentes posiciones, para que el proceso de medición sea más sencillo.

Este estudio se realizó en estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca, debido a que una búsqueda bibliográfica reveló un vínculo entre las actividades de estudiantes y profesionales de esta profesión y las enfermedades musculoesqueléticas en la mano.

1.2 Planteamiento del problema

La mano es una parte del cuerpo humano comprendida desde la muñeca hasta los dedos y que está compuesta por tres regiones anatómicas: el carpo, metacarpo y las falanges, cuya disposición brinda una serie de aplicaciones funcionales según la necesidad de la persona y la actividad que este vaya a realizar. La mano ha llegado a ser catalogada como una región indispensable de los centros superiores del sistema nervioso central (SNC), tal como menciona Kapandji que la nombra como "una extensión del cerebro". Una de las características funcionales de la mano es la fuerza muscular prensil, haciendo referencia a la facultad por parte de la musculatura de producir un grado de tensión durante la actividad contráctil, útiles para distintos tipos de actividades (7).

Dentro de este tipo de actividades tanto laborales como académicas, se encuentra la profesión de Odontología, cuya labor consiste en ejecutar movimientos pequeños, precisos y repetitivos realizados con instrumentos para valoración y tratamiento bucal donde según el estudio realizado por Sánchez et al. (8) repercute sobre el estado de funcionalidad musculoesquelético de la mano provocando cambios cualitativos estructurales que modifican el rango articular y fuerza prensil. En el estudio planteado por Schlenker et.al (9) se indica que las manos representan la zona anatómica más común para el padecimiento de trastornos musculoesqueléticos (TME) entre los odontólogos. Esto ha sido corroborado con la estadística planteada por Hayes (10) en Australia, donde este hace alusión a que el segmento de la mano y muñeca son las áreas más afectadas variando entre el 60% y 69,5% a diferencia de otras regiones.

En Europa (Alemania), el estudio realizado por Ohlendorf (11), ha cuantificado a los TME con un total del 30% representado para la región de la mano, siendo esta la más afectada del miembro superior. De la misma manera, un estudio recabado en países occidentales efectuado por Lietz (12) documentó que se evidencia una elevada prevalencia de TME dentro de la odontología para varias regiones del cuerpo, donde el 33,6% correspondía a la mano, la cual era vista como una región común y habitual para sufrir este tipo de afecciones. En Sudamérica, específicamente en Lima se recopilaban resultados que demostraban que entre los estudiantes de odontología, las alteraciones en la zona de la mano se reflejaban en un 40,9 % (13). A nivel nacional, en la ciudad de Cuenca, se evidenció mediante un estudio aplicado en odontólogos de la localidad que el 85,8% de dicha población refirió haber padecido dolor en más de una región del cuerpo, asociándolo a un porcentaje elevado de poder padecer un TME de origen laboral (14).

Como parte de la evaluación de este segmento, la medición de la fuerza muscular ha llegado a ser un término subjetivo entre sus evaluadores ya que existen distintos criterios para cuantificar

a la fuerza prensil utilizando distintos métodos. Por tal motivo, en los últimos años se ha optado por el uso de herramientas mecánicas como el dinamómetro, mismo que se ha catalogado como estándar de oro bajo el criterio de la Sociedad Estadounidense de Terapeutas de la Mano (ASHT) (3). A pesar de que es una herramienta altamente fiable, la puntuación de la fuerza puede verse influenciada por el posicionamiento durante la evaluación inicial por parte del evaluador como del evaluado y de la colocación del dinamómetro sin ningún medio de estabilización como cuña o sillas con respaldo de brazos que evitan compensaciones. También, los evaluadores han cuestionado su uso debido a sus características, ya sea por su peso o contextura. Sin embargo, se han venido desarrollando nuevas ideas e instrumentos digitales dentro de los cuales tenemos al Activ5®, un dispositivo portátil con sensores de carga, útil tanto para la evaluación como tratamiento de la fuerza muscular prensil basado en una contracción isométrica (15).

Por lo tanto, este trabajo pretende medir los resultados obtenidos para responder a la pregunta de ¿La cuantificación de la fuerza muscular prensil con el dinamómetro portátil Activ5® es similar a la obtenida con el dinamómetro Camry dentro de los estudiantes de Odontología de la Universidad de Cuenca?

1.3 Justificación

La evaluación de la fuerza muscular prensil es un método confiable y preciso para medir la fuerza muscular y predecir la capacidad funcional en diferentes áreas clínicas (16). En el campo de la odontología, los TME en la mano fueron uno de los principales problemas encontrados en revisiones bibliográficas debido a la complejidad de los movimientos finos y sostenidos requeridos, lo que puede afectar la fuerza prensil necesaria para realizar las tareas académicas. La dinamometría es una técnica utilizada para medir la fuerza muscular prensil, que evalúa la capacidad de la musculatura de la mano y el antebrazo para realizar actividades de agarre. Los dinamómetros mecánicos son los más comúnmente utilizados para medir la fuerza de agarre debido a su fiabilidad y verificabilidad. Sin embargo, los dinamómetros portátiles están empezando a ser más utilizados en la práctica clínica, aunque su fiabilidad y validez han sido objeto de pocos estudios en comparación con los dinamómetros mecánicos (17).

El dispositivo portátil Activ5® es uno de los dispositivos digitales disponibles para evaluar la fuerza isométrica de la mano. Este dispositivo utiliza sensores de cargas vía Bluetooth® conectados a un dispositivo móvil, a pesar de que existe una investigación limitada sobre su fiabilidad y validez, un estudio lo ha catalogado como una alternativa rentable para medir la fuerza muscular mediante un sistema basado en compresión (18). Sin embargo, el objetivo de esta investigación es cuantificar la fuerza muscular prensil obtenida con herramientas tecnológicas (Activ5®) frente a las convencionales (dinamómetro Camry) en estudiantes de Odontología debido a posturas ergonómicas y movimientos repetitivos prolongados para evitar posibles trastornos musculoesqueléticos a nivel distal de los miembros superiores, lo que a su vez nos ayudará a determinar si la fuerza muscular prensil obtenida con el dispositivo portátil Activ5® es comparable con la obtenida a través del dinamómetro.

Este proyecto de investigación realizado pertenece a una de las líneas de investigación de la Universidad de Cuenca, específicamente a la línea de Telemedicina y desarrollo académico, ejes muy importantes en la formación de los futuros profesionales de la Salud. Los resultados que se obtuvieron en esta investigación, fueron de gran utilidad para considerar dentro del ámbito fisioterapéutico la implementación de otras alternativas evaluativas menos costosas, más rentables, innovadoras y fáciles de utilizar. De la misma manera, los resultados sirvieron como base de datos para el desarrollo de futuras investigaciones que contribuyan a encontrar posibles soluciones a trastornos musculares entre profesionales y estudiantes de esta carrera de Odontología. Todo esto, para evitar limitaciones en la ejecución de las actividades académicas y prácticas en los estudiantes de Odontología.

Capítulo II

2 Fundamento teórico

2.1 Fibras musculares

Los diferentes grupos musculares en el cuerpo humano desempeñan un papel fundamental como promotores de realizar una amplia gama de funciones estáticas y dinámicas a partir de la conversión de la energía química en mecánica mediante el proceso de contracción contráctil, en el que se involucran las fibras musculares. Estas fibras son las células constituyentes del tejido muscular y se encuentran en el interior de cada músculo para cumplir una demanda mecánica, su clasificación se basa en el tipo de miosina presente en cada célula y en su isoforma histoquímica, reconociendo fibras tipo I y tipo II (1).

Las fibras tipo I o también denominadas fibras rojas debido al alto porcentaje de los capilares sanguíneos y la mioglobina, teniendo una menor cantidad de tiempo en la hidrólisis del ATP para su contracción, provocando que tengan una elevada resistencia a la fatiga, lo cual hace alusión a su otro nombre como fibras lentas, óptimas para ejecutar actividades de tipo aeróbico (19).

Por otro lado, las fibras tipo II tienen un tiempo de contracción mucho más rápido y de las cuales se diferencian otro tipo de fibras como las IIA, IIX y IIB. Se las conoce también como fibras blancas ya que presentan menor cantidad de mioglobina y capilares, sobre todo en las fibras IIB (1). Su denominación como fibras rápidas hace alusión a que su tiempo de hidrólisis previo a la contracción es mucho más rápido en las IIB, seguida de las IIX y finalmente de las IIA, con una resistencia a la fatiga de intermedia a baja pero con un diámetro grande la cual se utilizan en un sistema energético de característica anaeróbica (19).

2.2 Contracción Muscular

Los músculos del ser humano son catalogados como productores de energía a partir de una serie de reacciones químicas donde se involucran alimentos ingeridos convertidos en ATP (20), procesos moleculares para el movimiento de iones por medio de membranas capaces de producir un efecto móvil sobre estructuras de filamentos propios de los músculos para producir fuerzas macroscópicas y acortamiento de fibras musculares (21).

2.3 Tipos de Contracciones

A partir del proceso fisiológico a nivel de la actividad contráctil del músculo, puede producirse diferentes tipos de contracción muscular, entre las que se encuentran:

Contracción Isométrica: Estas se producen cuando la tensión provocada por el músculo no es lo suficientemente fuerte para provocar modificaciones en su longitud, siendo caracterizada por un

gasto energético a pesar de no realizar movimiento, estabilizar articulaciones, mantenimiento de la postura y objetos en una posición fija (21).

Contracción Isotónica: esta se produce cuando el músculo genera una tensión, la cual se mantiene y modificará la longitud de las fibras musculares (21). A su vez, este tipo de contracción se divide en:

Contracción concéntrica: su acción se basa en el acortamiento del músculo a partir de la tracción de otra estructura, con un grado de tensión elevado (21).

Contracción excéntrica: en este tipo de contracción, se refleja un aumento en la longitud del músculo durante la contracción, donde existirá la presencia de una carga y su tensión resistirá al movimiento (21).

2.4 Fuerza Muscular

El ser humano posee diferentes capacidades físicas, entre las que encontramos a la fuerza muscular, la cual es un factor preponderante para la movilidad, función y acción sobre diferentes actividades de la vida diaria. Esta es la capacidad de vencer un peso o resistencia externa a través de la contracción muscular (22).

2.5 Fuerza Muscular Prensil

El ser humano posee estructuras anatómicas como las manos que le permite efectuar funciones mecánicas para diversos tipos de acciones. Esto permitirá la reproducción de fuerza muscular prensil, la cual incluye una integración biomecánica y muscular para manipular, sostener o comprimir objetos a nivel distal en miembros superiores (4). El ser humano al ser capaz de ejecutar este tipo de acción, le permite desenvolverse en un escenario dinámico a partir de distintas fases de transporte, presión y manipulación considerando las fuerzas de agarres digitales o multi digitales (23). Estos tipos de agarre se asocian a una prensión palmar donde la mano adoptará un agarre en forma esférica o cilíndrica, actuando los dedos y la zona palmar y una prensión digital con acción del dedo pulgar e índice para ejecutar acciones de precisión. La cuantificación de esta fuerza se la puede expresar en kilogramos, libras, milímetros de mercurio y newtons donde no existe una diferencia marcada en la infancia hasta los 11 años. Sin embargo, en etapas de crecimiento es donde se empiezan a evidenciar la cantidad de fuerza que pueden repercutir tanto hombres como mujeres (24).

2.6 Complejo articular de la muñeca

La mano y la muñeca son regiones anatómicas complejas que constan de varios huesos, articulaciones, músculos, tendones y ligamentos. La mano se divide en tres segmentos principales: la muñeca (carpo), la palma (metacarpo) y los dedos (falanges) (21). A su vez, la

muñeca está formada por ocho huesos carpianos dispuestos en dos filas. Dicha región, brindará la conexión entre el antebrazo y la mano, incluyendo a las zonas distales del radio y el cúbito con sus partes metafisarias, bases de las dos filas de huesos del carpo y sus metacarpianos. Entre los carpianos, se introduce a metacarpianos, carpometacarpianos y componentes fibrocartilaginosos como el triangular que se enlaza con el hueso pisiforme, zona central del semilunar y la cabeza del cúbito (25).

Este disco articular soporta y transmite presiones y fuerzas sobre los componentes óseos de la zona. En tanto que la ubicación de los huesos carpianos estará determinada por su forma y estructura ligamentosa. El movimiento y fuerza provocados por este complejo articular son producto del paso de partes tendinosas y musculares que cruzan sobre los huesos del carpo y se insertan en la base de los huesos metacarpianos, controlando así indirectamente la posición de los huesos del carpo (25).

2.7 Biomecánica de la muñeca

La biomecánica de la muñeca es importante para comprender la función y la importancia de la muñeca en la vida diaria. Esta articulación está formada por dos huesos principales, el radio y el cúbito, y una serie de ocho huesos carpianos más pequeños, lo que permite una amplia gama de movimientos (2). La biomecánica de la muñeca se centra en el movimiento en conjunto de ligamentos, tendones y músculos para brindar estabilidad y movilidad. Los flexores y extensores de muñeca son muy importantes para la flexión y extensión de la muñeca, mientras que los pronadores y supinadores participan en la rotación de la muñeca (7). Componente ligamentoso como el escafoides y el colateral cubital juegan un papel fundamental en la estabilización de la articulación durante movimientos globales. Además, la forma en que los huesos accionan entre sí con las superficies articulares determina la capacidad funcional de la muñeca para la transmisión de fuerza y soporte de cargas (25).

La comprensión de la osteocinemática y artrocinemática de la muñeca es fundamental dentro del área de Fisioterapia, Traumatología y la Ergonomía Ocupacional. Teniendo en cuenta a los componentes biomecánicos del complejo articular de la muñeca, en los cuales se involucran huesos, articulaciones y músculos que lo forman, vemos que este componente articular participa en la ejecución de diferentes movimientos sobre distintos planos y ejes. Dichos movimientos se realizan por una óptima estabilidad articular, logrando un acorde funcionamiento palmar (25). El movimiento de la muñeca es producto de la estabilidad en la articulación y su control de fuerza y motricidad fina para ejecutar movimientos finos y específicos, los cuales son producto de la

acción conjunta de articulaciones como: radiocubital distal, radiocarpiana, mediocarpiana, intercarpiana y metacarpiana (7).

Para que estas estructuras funcionen entre sí, deben disponer de un rango de movimiento estable y funcional lo cual hará que las demandas energéticas y biomecánicas se puedan transferir sin causar un exceso en la tensión para el cartílago articular, efectuando rango de movimientos completos sin alteraciones de alineación para que sus partes óseas tenga movilización (25).

2.8 Enfermedades Profesionales en la Muñeca

Un derecho fundamental de las personas, según la OMS, es el de gozar de un grado alto de salud, contemplando un estado físico, mental y social íntegro y no solo la exclusión de enfermedades (26). Al igual que este, el trabajo también es un derecho y una condición social de necesidad humana para subsistir en el mundo. Sin embargo, al ser una actividad intelectual pero también física, es vista como la fuente para que se presenten mediante accidentes o enfermedades laborales alteraciones en la salud de los trabajadores. Según registros, se habla que cada año se presentan alrededor de 374 millones de enfermedades laborales no mortales, produciendo un ausentismo laboral de hasta 4 días. El riesgo para que se presente una enfermedad profesional o laboral es proporcional a la exposición de factores de riesgo, dependiendo del acto laboral (26).

Para el personal de salud existe un alto grado de riesgo de desarrollar patologías laborales debido a la alta demanda horaria de la jornada laboral teniendo repercusiones tanto físicas como mentales. Centrándonos específicamente en la rama de odontología, esta profesión implica la ejecución de movimientos repetitivos artrocinemáticos sobre diferentes series de postura de tiempo elevado, lo cual puede llevar al sistema musculoesquelético a desarrollar afecciones sobre distintas zonas del cuerpo. Diversos estudios reportan que existe un porcentaje del 73% de la población de profesionales de la odontología que presentan dolor a nivel de la muñeca, ya que dicha articulación es objeto de manipulación de los diferentes equipos odontológicos para el tratamiento bucal, lo cual implica la acción de actividad motora fina y de precisión (27). El producto de las fuerzas realizadas por el manejo instrumental odontológico de característica vibratoria y su variada gama de movimientos de extensión y flexión de muñeca dentro de un mismo período de trabajo puede llevar a presentar microtraumas en la muñeca (28).

La articulación de la muñeca en los odontólogos es vista como el órgano principal de trabajo lo que puede provocar una sobrecarga estática en la misma además de una contracción muscular mantenida lo que hace que a los profesionales de la odontología sean propensos a desarrollar

trastornos musculoesqueléticos y con ello, lesiones atribuyentes a estas como síndrome del túnel carpiano, artritis reumatoide, artrosis, tenosinovitis de quervain y otros procesos inflamatorios tenidosos (29).

2.9 Ergonomía Odontológica

La salud ocupacional es nombrada como un factor fundamental dentro del área laboral a nivel mundial, donde esta se ve guiada hacia acciones de promoción, prevención de salud y protección sobre los trabajadores, relacionándolos con enfermedades laborales originadas por factores de riesgo ocupacionales y condiciones laborales (30). La odontología abarca factores de riesgo desde una etapa de formación académica hasta la praxis profesional, donde las prácticas de carácter formativo están dirigidas al desarrollo de habilidades que conlleven a una práctica laboral segura, con el fin de evitar enfermedades laborales (30).

La ergonomía actúa en función de la relación entre el trabajador y su medio de trabajo con el fin de diseñar medidas en las que el área se adapte al trabajador para evitar problemas de salud. Sumado a este concepto, se encuentra el término bioseguridad, visto desde un plano de protección, refleja normas de sistemas en seguridad para regular y orientar la práctica, concibiendo el proceso de enseñanza y aprendizaje (26).

En la Odontología se realizan procedimientos tanto no invasivos como invasivos, exponiendo al profesional de esta área y al paciente a factores de riesgo biológicos como la contaminación con microorganismos que pueden producir enfermedades infecciosas. Por otro lado, existen factores de riesgo netamente para dicha profesión como son las posturas incómodas, mantenidas y repetitivas como la inclinación hacia adelante del cuerpo, flexión del cuello, flexión de los hombros y los codos, flexión, extensión y rotación de las muñecas y la posición de pinza durante procedimientos dentales prolongados, lo que puede ejercer presión sobre las manos pudiendo causar tensión y lesiones en los músculos y las articulaciones así también la fuerza excesiva que implica algunos procedimientos dentales para realizar extracciones o manipulaciones (26). Otro factor de riesgo es el uso de herramientas eléctricas o ultrasónicas que generan vibraciones que, cuando se transmiten a las manos durante un período prolongado, pueden causar daño en los tejidos musculares y articulares. Cabe recalcar que las posturas y movimientos repetitivos pueden comprimir los nervios en las manos, lo que puede llevar a condiciones como el síndrome del túnel carpiano, además las malas prácticas ergonómicas, como sillas y mesas de trabajo inapropiadas, pueden contribuir a una mala postura y aumentar el riesgo de lesiones musculoesquelética (27). A esto se suman factores de riesgo laborales en general como es la carga horaria, el ambiente laboral, el esfuerzo físico y estrés.

Se han catalogado como factores de riesgo los agentes físicos, los cuales son factores energéticos implicados en el área de trabajo de la odontología. Entre estos están los microtraumatismos, el ruido, la iluminación, la vibración, la ventilación y la temperatura. Los efectos negativos de estos, conllevan al desarrollo de dolores musculares a nivel de columna cervical, lumbar, miembros superiores e inferiores (30). Ante esto, la ergonomía es fundamental en los odontólogos para evitar las patologías musculoesqueléticas, por lo cual se debe tener en cuenta factores como el diseño ergonómico del consultorio, la organización laboral y evitar posturas corporales relacionadas con afecciones musculares (30).

La ergonomía adecuada en el odontólogo consiste en adoptar posiciones de trabajo cómodas en donde sus muslos están paralelos a la superficie y la espalda apoyada a sobre el espaldar, se trazará una línea imaginaria donde la boca del paciente se encuentra alineada con el plano sagital para que la misma esté a la altura de los codos del examinador y estos estarán a los costados con los hombros paralelos al suelo. Se contempla una distancia de 35 cm entre los ojos del odontólogo y la boca del paciente para evitar que el cuello se encuentre excesivamente inclinado (28).

2.10 Trastornos Musculoesqueléticos en Odontología

El campo laboral dentro del Área de Salud es uno de los más afectados, ya que estudios indican que los profesionales aliados de la salud se encuentran expuestos a una serie de factores tanto físicos como psicosociales, relacionándolo a que puedan repercutir en la aparición de trastornos musculoesqueléticos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (31) refiere que, a nivel mundial, un total aproximado de 1710 millones de personas padecen trastornos musculoesqueléticos, lo cual provoca limitación en la movilidad y destreza, llevando a efectos negativos como jubilaciones anticipadas, índices reducidos niveles de bienestar y de participación social.

Dentro del grupo de los profesionales de la salud se incluyen a médicos de todas las especialidades, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, fonoaudiólogos, imagenólogos, nutricionistas, trabajadores sociales, odontólogos, entre otros. La participación en estos roles implica un trabajo físico y psicosocial, cargas y horarios de trabajo elevados, presión de tiempo completo y un limitado control laboral (30). Sin embargo, dentro del grupo de salud se ha dado un enfoque principal a los odontólogos y/o estudiantes. Esta rama de la salud se ocupa del estudio, diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades a nivel del aparato estomatognático, esto implica que, explorar el área bucal es muy complejo al ser de un diámetro pequeño, llevando a que se realice una actividad motora fina precisa (12). Entre el 64% y 93%

de los odontólogos refieren molestias a nivel muscular de manera general pero con relación a la región corporal más afectada entre los odontólogos se encuentran las extremidades superiores debido a una ergonomía incorrecta, movimientos repetitivos, prolongados e intensos al intervenir en la zona bucal (13).

Varios estudios en Europa han demostrado que la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en la mano es alta entre los estudiantes y profesionales de la odontología ya que ejecutan a diario técnicas de intervención bucal. Obteniendo cifras que oscilan entre el 60 a 69.5% como zona más frecuente de afección. Además, en Sudamérica estudios indican que el dolor a nivel de la mano tiene una prevalencia del 40% entre los profesionales de esta rama de la salud (32). De similar manera, un estudio efectuado en el Departamento de Odontología de la Universidad de Charles en República Checa muestra que la carga muscular fue de 55-70 % en el tiempo de la contracción voluntaria máxima donde las diferencias en la carga muscular impartidas en el antebrazos del antebrazo y mano entre los miembros superiores fueron mayores, catalogando lo que estudios anteriores planteaban en que las manos son una de las áreas más comunes de los trastornos musculoesqueléticos (TME) entre los odontólogos (9).

Por otra parte, la OMS en el año 2017 impulsó la iniciativa Rehabilitación 2030 para hacer notar la atención sobre la necesidad de participación por parte de rehabilitación en todo el mundo para proporcionar estos servicios. Según la OMS, estas intervenciones serán pertinentes para las personas en todas las etapas de la vida dónde aunque se presentan en personas adultas mayores, también pueden verse afectados jóvenes, incidiendo sobre sus actividades laborales, en este caso también personal de la salud. Dentro de este llamado a la acción se comprende el desarrollar la capacidad de investigación para fortalecer la parte de rehabilitación a través de evidencia válida y fiable para una correcta intervención (31).

2.11 Dinamometría

Dentro de la evaluación fisioterapéutica, la fuerza muscular es un parámetro clínico importante a evaluar entre los pacientes debido a que se pueden presentar afecciones de origen muscular. Para ello, se utiliza la dinamometría como método de cuantificación de esta capacidad física, la cual se la puede utilizar sobre diferentes posiciones corporales y sobre distintos grupos musculares. El uso de este procedimiento es visto dentro del campo de Fisioterapia como el Gold Standard para evaluar la fuerza muscular, ya sea a nivel de muñeca u otras estructuras anatómicas. El uso de este instrumento adecuado, confiable y fiable pueden brindar datos cuantificables mucho más objetivos por lo que se considera una herramienta que es calibrada y ajustada para tener más precisión al momento de la evaluación, con un grado de confianza del

95% y variabilidad de 0,89 a 0,99 entre intra e inter evaluadores siguiendo el protocolo estandarizado del proceso dinamométrico (33).

Estos datos de fiabilidad pueden verse limitadas o alteradas debido a la edad, género y somatotipo del paciente. Por otra parte, un factor relevante para la medición de la fuerza muscular con el dinamómetro es la postura corporal, donde está influirá directamente sobre un mayor control en cuanto al aumento de la motricidad gracias a una postura óptima (5). Mediante esto, se puede correlacionar los datos obtenidos con parámetros como la masa muscular, grasa corporal e incluso densidad mineral ósea, por lo que puede ser aplicada sobre distintos grupos etarios con variabilidad de rangos de edad (34).

La dinamometría en estado isométrico es la que más se aplica debido a su bajo costo económico en comparación con la isocinética, donde se medirá el pico máximo de fuerza en un estado estático, es decir, sin variación de la longitud muscular. Sin embargo, la dinamometría no es calificada como una prueba complementaria funcional. Además, la obtención de estos datos en la Fisioterapia permitirá observar posibles afecciones o déficits en cuanto al equilibrio muscular, en la cual podemos observar la evolución sobre estos parámetros a partir de la evaluación inicial (3).

A lo largo del tiempo se ha resaltado la importancia de la evaluación de la fuerza muscular prensil a través de diferentes instrumentos, debido a que el conocimiento de la integridad funcional a nivel de la mano brinda datos exactos y objetivos para conocer la función muscular fisiológica. Se cuenta con valores referenciales, que nos brindan indicadores sobre su estado funcional. Además, se requiere una evaluación sencilla que se realiza en un corto periodo de tiempo (4).

2.12 Dinamometría Manual

La dinamometría manual se empezó a usar en la investigación desde 1916, desde ese punto, con el paso de los años se han venido implementando herramientas evaluativas nuevas, como el dinamómetro Camry o Jamar que son habitualmente los más utilizados, siendo estos el Gold Standard (35). El dinamómetro arroja datos válidos y confiables para prueba-reprueba con puntuación de buena a excelente entre evaluadores. Enfocándonos en la parte de evaluación fisioterapéutica con relación a la fuerza muscular prensil, esta es medible mediante la dinamometría manual para conocer la integridad funcional a nivel de la mano mediante mecanismo de compresión.

Esta técnica de medición es factible y fiable, brindando datos exactos y no subjetivos para conocer la función muscular fisiológica. Al referirnos al dinamómetro Camry como método manual, este es un dispositivo que pesa 408 gramos con dimensiones de 19 x 12 cm de ancho

por alto, con un modo de medición isométrica (36). Está fabricado en base a un material plástico de alta resistencia con una capacidad máxima de 90 kg. Un estudio de Modernización de la Dinamometría inducía a que la evaluación seguiría las pautas de la ASHT, las cuales comprenden la evaluación en sedestación con la columna vertebral colocada contra el respaldo de la silla, las caderas y las rodillas colocadas a aproximadamente 90°, brazo en aducción, codo flexionado a 90°, antebrazo en posición neutra y muñeca en extensión, ya sea de 15° a 30° y 0° a 15° de desviación cubital. Con respecto a la posición de la evaluación, otros estudios siguen estas normas de la ASHT, pero con la diferencia de que la posición del evaluado puede ser en bipedestación o sedestación (37).

2.13 Dinamometría Digital

El avance de la tecnología en los últimos años ha sido visto como un potencial de desarrollo dentro del campo de la salud a través de la implementación y evolución de herramientas de evaluación, como en este caso el dinamómetro (35). La medición de la fuerza con este dispositivo mecánico ha aumentado en los últimos 15 años, dando realce a la tecnología la cual aún se encuentra en una etapa de rápida adopción. Relacionando esto con los últimos avances en cuanto a medición de la fuerza de agarre, se han realizado estudios que comparan distintos dispositivos digitales como el K-force, GripAble, Gripball, juegos de nintendo wii balance board, dispositivo portátil Activ5® e incluso herramientas comunes como un esfigmomanómetro (38). Los resultados de estudios recopilados que han ido desde el año 1992 hasta el 2022 y sus correlaciones reflejan datos fiables que van desde el 0.69 hasta el 0.99 para estos dispositivos digitales como alternativa (5).

Como alternativa al dinamómetro, se tiene al Activ5®, mismo que es un dispositivo portátil y digital que funciona en base a sensores de compresión vía conexión inalámbrica a un dispositivo móvil. Su diseño estructural es en forma de lágrima, lo que crea una superficie de apoyo no uniforme cuando se coloca sobre una superficie plana con un precio accesible. Varios artículos lo compararon con el Gold Standard mediante la medición de la fuerza a través de la compresión y el cual puede adoptar otras formas de evaluación en relación a su posición habitual, obteniendo resultados excelentes, con un 0,998 de fiabilidad (6).

Estos estudios brindan relevancia para considerar nuevas formas de evaluación con otros dispositivos mucho más fáciles y rápidos de evaluar, para llegar a ser objetivos con la cuantificación de la fuerza muscular prensil, una variable importante en el proceso de evaluación, tratamiento y de evolución dentro del campo de la Fisioterapia.

Capítulo III

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Comparar los resultados de la fuerza muscular prensil cuantificada con el dinamómetro Camry y el dispositivo portátil Activ5® en estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca. Período Septiembre 2023 - Febrero 2024.

3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a la población de acuerdo a las variables sexo y edad.
- Describir los resultados de la fuerza muscular prensil obtenida con el dinamómetro Camry y el dispositivo portátil Activ5®.
- Catalogar la fuerza muscular prensil obtenida según las variables del estudio.
- Correlacionar los datos obtenidos con el Dinamómetro Camry y el dispositivo portátil Activ5.

Capítulo IV

4 Diseño Metodológico

4.1 Tipo de estudio

Estudio descriptivo, observacional, prospectivo y de corte transversal.

4.2 Área de estudio

Lugar: Universidad de Cuenca.

Cantón: Cuenca.

Provincia: Azuay.

4.3 Universo y Muestra

4.3.1 Universo

El universo estuvo constituido por 107 estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de Cuenca en el periodo septiembre 2023 - febrero 2024.

4.3.2 Muestra

El tamaño de la muestra correspondió a 84 estudiantes de séptimo y noveno semestre de la carrera de Odontología de la Universidad de Cuenca que se encontraban cursando prácticas clínicas integrales en el período Septiembre 2023 - Febrero 2024.

4.4 Criterios de inclusión y exclusión

4.4.1 Criterios de inclusión

1. Estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de Cuenca que cursen la materia de prácticas integrales de Séptimo y Noveno Semestre en los períodos Septiembre 2023- Febrero 2024.
2. Estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de Cuenca que accedan a firmar voluntariamente el consentimiento informado.

4.4.2 Criterios de exclusión

Estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de Cuenca que cursen la materia de prácticas integrales de Séptimo y Noveno Semestre en los períodos Septiembre 2023- Febrero 2024 y presenten lesiones óseas, musculares, ligamentosas, tendinosas o nerviosas en muñeca, mano, dedos o articulación adyacente, tales como fractura radio-cubital, fractura de huesos carpianos, metacarpianos o esguinces, síndrome del túnel carpiano, compresión del nervio radial y cubital, rupturas grado 1-2 y 3 de cualquier ligamento y/o tendón de la muñeca, tenosinovitis de Quervain, epicondilitis, epitrocleitis, luxación de codo, esguinces.

4.5 Operacionalización de variables (ver anexo 1)

4.6 Métodos, Técnicas e Instrumentos Para La Recolección De Información

4.6.1 Método

Se efectuó una búsqueda y revisión bibliográfica de literatura existente y actualizada en relación al tema del presente estudio para recopilar información que servirá de base para el desarrollo del tema, entre los cuales se han encontrado estudios previos de TME a nivel de la mano en odontólogos y/o estudiantes y resultados positivos sobre la fiabilidad y la validez de los dispositivos de evaluación como son el Dinamómetro Camry y el dispositivo portátil Activ5®, donde se considera que existe buena evidencia científica en relación a estos.

4.6.2 Técnica

Se cuantificó la fuerza muscular prensil mediante dinamometría en estudiantes de séptimo y noveno semestre que cursen la materia de prácticas integrales de la carrera de Odontología de la Universidad de Cuenca, cantón Cuenca perteneciente a la Provincia de Azuay, a través de un dinamómetro (Camry) y un dispositivo portátil (Activ5®) en la muestra seleccionada.

4.6.3 Instrumentos

Se utilizó un dinamómetro Camry y un dispositivo portátil Activ5®, formulario de recolección de datos sociodemográficos en conjunto con la recolección de datos de fuerza muscular prensil (Anexo 2).

4.6.4 Procedimientos

Autorización: Para obtener la autorización al acceso en esta población, se envió un oficio con la petición, detallando el objetivo del proyecto de investigación hacia el decanato de la carrera de Odontología de la Universidad de Cuenca en conjunto con la carta de interés institucional (Anexo 3)

Capacitación: los autores realizaron una capacitación previa sobre el uso de ambas herramientas, para lo cual se instruyeron a través de la teoría y práctica, en base a revisiones bibliográficas sobre estas herramientas y el manual de uso tanto del dinamómetro Camry como dispositivo portátil Activ5®. Además, se adquirieron los equipos con meses antes de la evaluación final para usarlos en un simulacro como prueba previa a la evaluación final, con el fin de evitar falencias que puedan repercutir sobre el desarrollo correcto de recolección de datos.

Supervisión: El presente proceso para el levantamiento de datos se encontró bajo la supervisión de la Mg. Ana Lucía Zeas Puga, Fisioterapeuta especialista en TMO, docente de la Universidad de Cuenca.

Proceso: posterior a la aprobación del proyecto de investigación por parte del CEISH, se efectuaron los siguientes pasos:

1. Como primer punto a realizar, se seleccionó a la muestra del estudio, el cual fue elegido

previo a una revisión de antecedentes bibliográficos. La muestra del estudio fueron los estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca que se encontraban cursando el séptimo y noveno semestre durante el período Septiembre 2023 - Febrero 2024.

2. Se envió la carta de solicitud al decanato de la carrera de Odontología para acceder a este espacio para la evaluación respectiva.
3. Se socializó a los participantes el objetivo de la investigación y procedieron a la firma del consentimiento informado de los estudiantes que desearon participar voluntariamente en el estudio (Anexo 4).
4. Como herramientas de medición se utilizó un dinamómetro Camry y un dispositivo portátil Activ5®. Los mismos se calibraron siguiendo los procedimientos recomendados por los creadores de los dispositivos a utilizar.
5. Con el fin de evitar el sesgo en la medición, se adaptará a una silla con reposabrazos y una cuña para estabilizar el segmento a evaluar.
6. La evaluación se llevará a cabo en las aulas de la Facultad de Odontología y/o Tecnología Médica, Universidad de Cuenca, Campus Paraíso.
7. Se colocarán los instrumentos en el área asignada para organizar el espacio y proceder con el proceso evaluativo.
8. Para evitar y reducir el sesgo durante la evaluación, la medición fue ejecutada por ambos autores.
9. Se indicó a los participantes que debían contar con ropa cómoda (no llevar chompas o buzos ajustados) y no llevar ningún objeto colocado a nivel de las muñecas, manos y dedos como relojes, anillos y pulseras.
10. Al inicio de cada evaluación, se procedió con los procesos de desinfección a seguir como protocolo de bioseguridad.
11. Se evaluó a estudiante por estudiante, el cual al momento que entraba al área de evaluación, llenó información básica para ingresarla en la base de datos por medio de códigos alfanuméricos.
12. Previo a la evaluación, se verificaron que ambos equipos de medición se encuentren calibrados para su respectivo uso.
13. Se indicó al evaluado mediante comandos verbales de presione, mantenga y suelte para la comprensión durante desarrollo de la prueba.
14. Hecho esto, se le solicitó al participante que se siente sobre la silla donde está adaptada

una cuña, la cual tendrá un velcro para sujetar del tercio medio del antebrazo y así estabilizar este segmento. Además, la espalda deberá estar contra el respaldo de la silla y las caderas y rodillas estarán colocadas aproximadamente a 90°.

15. Partiendo desde la posición de sedente, se solicitó al participante que realice una aducción de brazo (pegado al tronco), flexión de codo de 90 grados y la coloque sobre la cuña en el reposabrazos. Cada investigador dispondría de un formulario diseñado para el estudio, donde se anotó el valor obtenido en el formulario de recolección de datos.
16. Se indicó al participante que sujete en primer lugar el dinamómetro Camry con la mano derecha, se dieron indicaciones a través de los comandos verbales de presione, mantenga y suelte. La compresión se mantuvo por 6 segundos, siendo esta cronometrada.
17. Se realizaron 3 compresiones con cada mano, registrando únicamente al valor más alto.
18. Se cambió de mano para seguir el mismo proceso.
19. Pasado 1 minuto, se efectuó nuevamente la evaluación con el dispositivo portátil Activ5®. Se contemplaron los mismos comandos verbales, tiempo de compresión y repetición.
20. Finalizada la evaluación, se agradeció al evaluado y se dio paso a desinfectar los instrumentos en 1 minuto, previo al paso del siguiente evaluado.
21. Los resultados obtenidos se registraron mediante códigos alfanuméricos listos para insertar digitalmente en el computador
22. Finalmente, se insertaron los datos en el programa estadístico SPSS V.29, con lo que se dio paso al análisis respectivo y elaboración del informe final.

4.7 Plan De Análisis y Tabulación

Para la tabulación y análisis de datos, se utilizó el coeficiente correlacional de Pearson y el software Microsoft Excel con sus hojas de cálculo y el programa estadístico informático SPSS V.29. Utilizando el coeficiente según Pearson se obtuvieron valores, los cuales nos indicaron una correlación inversa en caso de ser negativo, mientras que datos positivos mantenían una correlación directa con los diferentes que obtuvimos de las mediciones al utilizar 2 herramientas de evaluación distinta. En tanto que las variables cuantitativas y cualitativas para efectuar su tabulación y análisis, se reflejaron mediante estadísticas de tendencia central, como es la media, mediana y moda representadas gráficamente en tablas simples, porcentajes y frecuencia, utilizando de preferencia tablas para variables cualitativas y gráficos para variables cuantitativas.

4.8 Aspectos éticos

Consentimiento informado

Confidencialidad: para garantizar la confidencialidad durante el desarrollo del estudio, la información personal del estudiante evaluado se efectuó mediante una codificación de cada estudiante a través de códigos alfanuméricos insertados en una base de datos digital, con el fin de no detallar datos personales del evaluado.

Autonomía: para proceder con la evaluación del estudio, se le brindó a cada participante un consentimiento informado, en el cual se detalla el proceso que se iba a efectuar siendo este expuesto ante todos los participantes que la participación en el estudio era de carácter voluntario y sin interferencia en la decisión a tomar.

Riesgo mínimo: para disminuir el riesgo que se podía presentar durante el estudio, se brindó a cada estudiante evaluado gel antibacterial o alcohol antes y después de la evaluación. Además, el paso a la evaluación fue de estudiante por estudiante con un lapso de 2 minutos entre evaluación para la desinfección de los instrumentos a utilizar y así reducir al mínimo el riesgo de cualquier contagio micobacteriano.

Balance Riesgo - Beneficio: Durante este proyecto de investigación, existió un riesgo que aunque fue mínimo, hay que considerarlo: riesgo biológico debido a contacto directo de los dispositivos utilizados entre distintas personas, que conlleven a la exposición a microorganismos que puede dar lugar a enfermedades transmisibles como influenza, COVID 19, etc. Para disminuir este riesgo, se desinfectaron los dispositivos a utilizar, donde después de cada evaluación se utilizarán 2 minutos para este proceso. Además, se colocará alcohol y/o gel antibacterial antes y después de manipular los dinamómetros, tanto por los evaluados como evaluadores. Es importante mencionar, que también existió un beneficio ya que el proyecto de investigación podrá ser utilizado como base de datos para el desarrollo de futuras investigaciones que contribuyan a encontrar posibles soluciones a trastornos musculares entre profesionales y estudiantes de esta carrera. Todo esto, para evitar limitaciones en la ejecución de las actividades académicas y prácticas en los estudiantes de la Facultad de Odontología.

Protección de la Población Vulnerable: En este proyecto de investigación no aplicó la protección de población vulnerable ya que la muestra no pertenecía a un grupo vulnerable.

Conflicto de Interés: Para la ejecución del estudio, no existió ningún conflicto de interés por parte de los autores debido a que no hay financiación alguna por parte de una institución pública o privada que interfiera con la recolección, análisis o presentación de los resultados. Los datos y resultados obtenidos fueron con el fin de un uso académico, donde todo el proceso se manejó con responsabilidad, honestidad, respeto y discreción. Aprobación del Comité de Bioética. En

base al reglamento por parte del Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos y con el fin de proteger la dignidad, los derechos, el bienestar, la integridad y la seguridad de los seres humanos participantes en estudios de investigación, con base en las normas nacionales e internacionales y los principios y métodos de la bioética, el protocolo de investigación de este estudio pasó por dicho comité para su aprobación.

Idoneidad de los Investigadores: Los autores de este proyecto de investigación, siendo estudiantes de práctica pre profesionales en la carrera de Fisioterapia con avance de cumplimiento de la estructura curricular y aprobación de 44 asignaturas, equivalente al 86,27% de la malla curricular, habiendo cursando materias de correquisito como: herramientas de la investigación I, herramientas de la investigación II, bioestadística, metodología de la investigación I, metodología de la investigación II. Además, los estudiantes se mantienen en constante preparación mediante la capacitación de la Mg. Ana Lucía Zeas Puga, especialista en Terapia Manual Ortopédica. Lo antes mencionado, servirá de base para efectuar proyectos de investigación, donde los autores de este proyecto cumplieron con los requisitos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

Capítulo V

5 Resultados

Tabla 1. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología según caracterización sociodemográfica. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.

DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS		Frecuencia
EDAD (años)	20 - 22 años	47
	23 - 25 años	32
	26 - 28 años	5
	Media	22,69
	Desviación estándar	1,56
SEXO	Hombre	34
	Mujer	50
TOTAL		84

Fuente: Ficha de base de datos.

Elaborado por: Los autores.

Análisis: La población de estudio se divide principalmente en tres grupos de edad, el 56% representa a la población que se encuentra en el rango de 20 a 22 años, seguido por un grupo de 23 - 25 años con un 38,1% y un grupo menos numeroso de 26 - 28 años con un 6%. De acuerdo a la media y desviación estándar, se sugiere que existe una dispersión relativamente baja. En cuanto al sexo, las mujeres son mayoría en la muestra, representando el 59,5%, mientras que los hombres constituyen el 40,5%. Estos datos son fundamentales para entender la composición geográfica de esta población.

Tabla 2. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología según el semestre. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.

	Semestre	Frecuencia
Válido	Séptimo	40
	Noveno	44
	Total	84

Fuente: Ficha de base de datos.

Elaborado por: Los autores.

Análisis: De acuerdo a la distribución de la población de acuerdo al semestre académico que se encuentra realizando sus prácticas clínicas, la mayoría de estudiantes evaluados se encuentran en noveno semestre representando el 52,4% de la muestra, mientras que con una diferencia mínima, se encuentran los de séptimo semestre, con un 47.6%.

Tabla 3. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología que se evaluaron la fuerza muscular prensil derecha cuantificada con el dinamómetro Camry y dispositivo digital Activ5 según la Correlación de Pearson. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.

		Fuerza prensil derecha -	
		Camry	Fuerza prensil derecha - Activ5
Fuerza prensil derecha - Camry	Correlación de Pearson	1	,745**
	Sig. (bilateral)		<,001
	N	84	84
Fuerza prensil derecha - Activ5	Correlación de Pearson	,745**	1
	Sig. (bilateral)	<,001	
	N	84	84

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Ficha de base de datos.

Elaborado por: Los autores.

Análisis: Como se puede observar, se encontró una relación estadísticamente significativa ($r=0,745$, $p <,001$) por lo que se puede afirmar en un 99% una correlación alta directamente proporcional entre la fuerza prensil de la mano derecha establecida con el dinamómetro y el Activ5®, donde a mayor fuerza cuantificada con el dispositivo digital Activ5®, mayor será la fuerza reflejada con el dinamómetro Camry.

Tabla 4. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología que se evaluaron la fuerza muscular prensil izquierda cuantificada con el dinamómetro Camry y dispositivo digital Activ5 según la Correlación de Pearson. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.

		Fuerza prensil izquierda - Camry	Fuerza prensil izquierda - Activ5
Fuerza prensil izquierda - Camry	Correlación de Pearson	1	,746**
	Sig. (bilateral)		<,001
	N	84	84
Fuerza prensil izquierda - Activ5	Correlación de Pearson	,746**	1
	Sig. (bilateral)	<,001	
	N	84	84

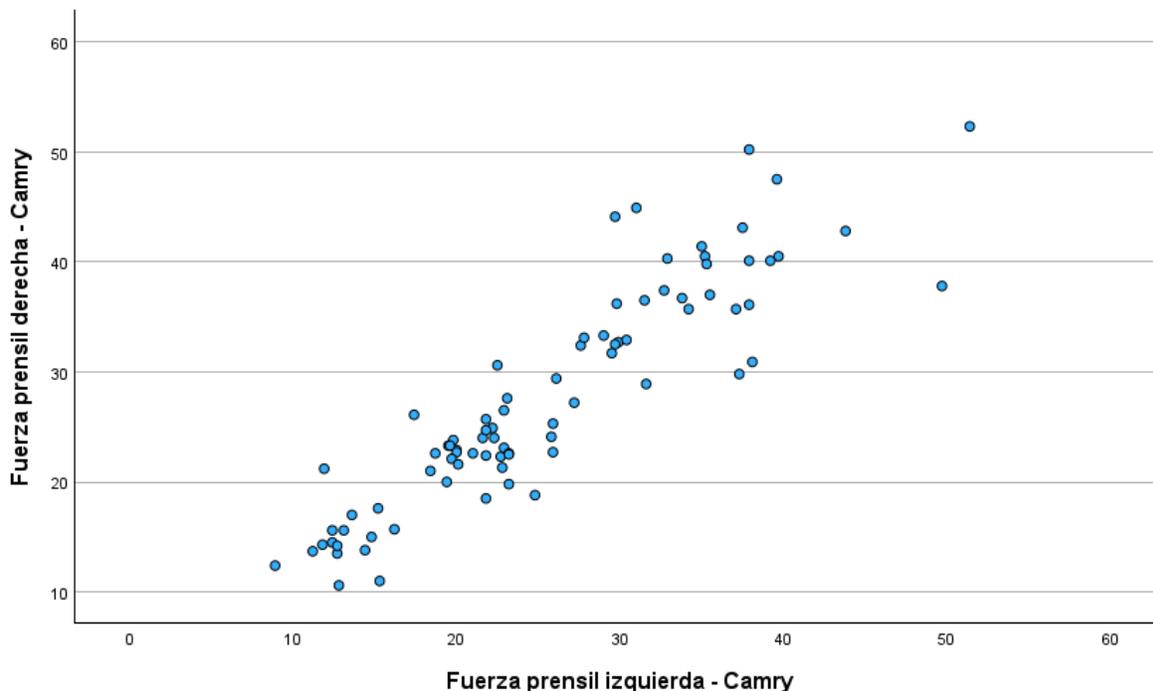
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Ficha de base de datos.

Elaborado por: Los autores.

Análisis: Como se puede observar, se encontró una relación estadísticamente significativa ($r=0,746$, $p <,001$) por lo que se puede afirmar en un 99% una correlación alta directamente proporcional entre la fuerza prensil de la mano izquierda establecida con el dinamómetro y el Activ5®, donde a mayor fuerza cuantificada con el dispositivo digital Activ5®, mayor será la fuerza reflejada con el dinamómetro Camry.

Gráfico 1. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología que se realizaron la cuantificación de la fuerza muscular prensil derecha e izquierda con el dinamómetro Camry. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.

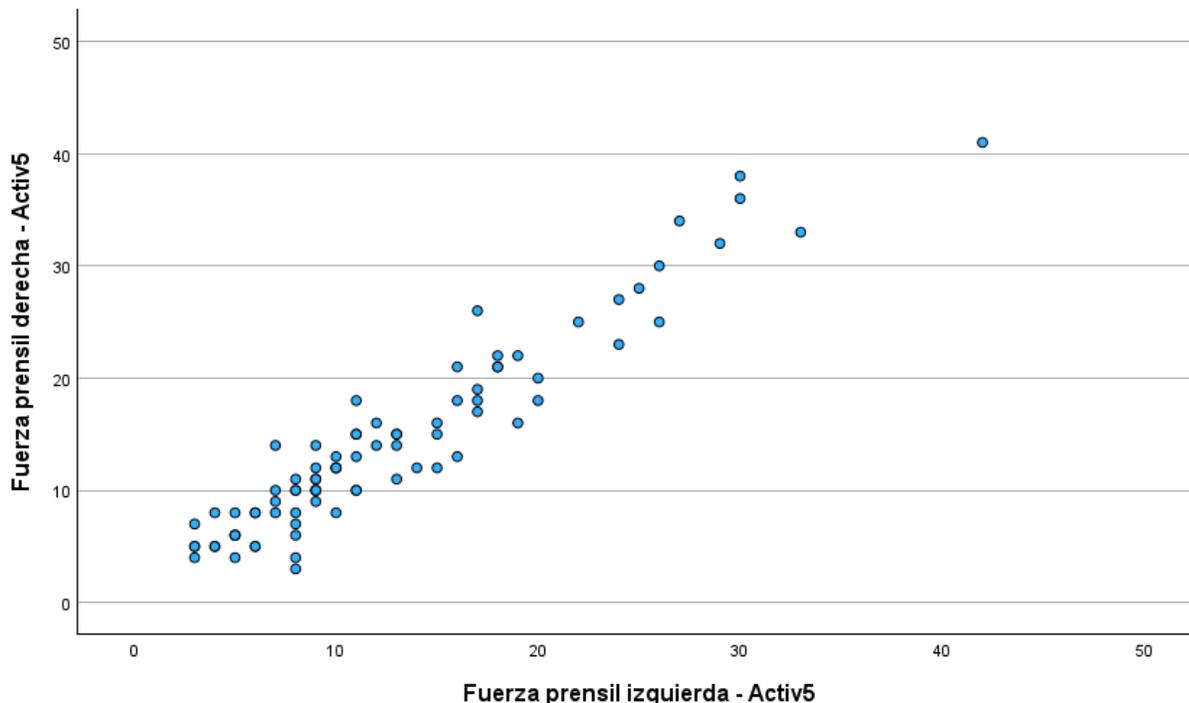


Fuente: Ficha de base de datos.

Elaborado por: Los autores.

Análisis: la cuantificación obtenida con el dinamómetro Camry establece una diferencia no marcada en la fuerza mínima, obteniendo 11 kg para la mano derecha y 9 kg para la mano izquierda mínima. De igual manera, la diferencia entre ambas manos marca una diferencia de 1 kg, donde la mano derecha obtuvo el mayor puntaje con 52 kg. Acorde a la media y desviación estándar establecida, se marca una dispersión baja al obtener una media de 27,59 kg y 25,51 kg con una desviación estándar del 9,93 y 9,37 respectivamente.

Gráfico 2. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología que se realizaron la cuantificación de la fuerza muscular prensil derecha e izquierda con el dispositivo digital Activ5®. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.

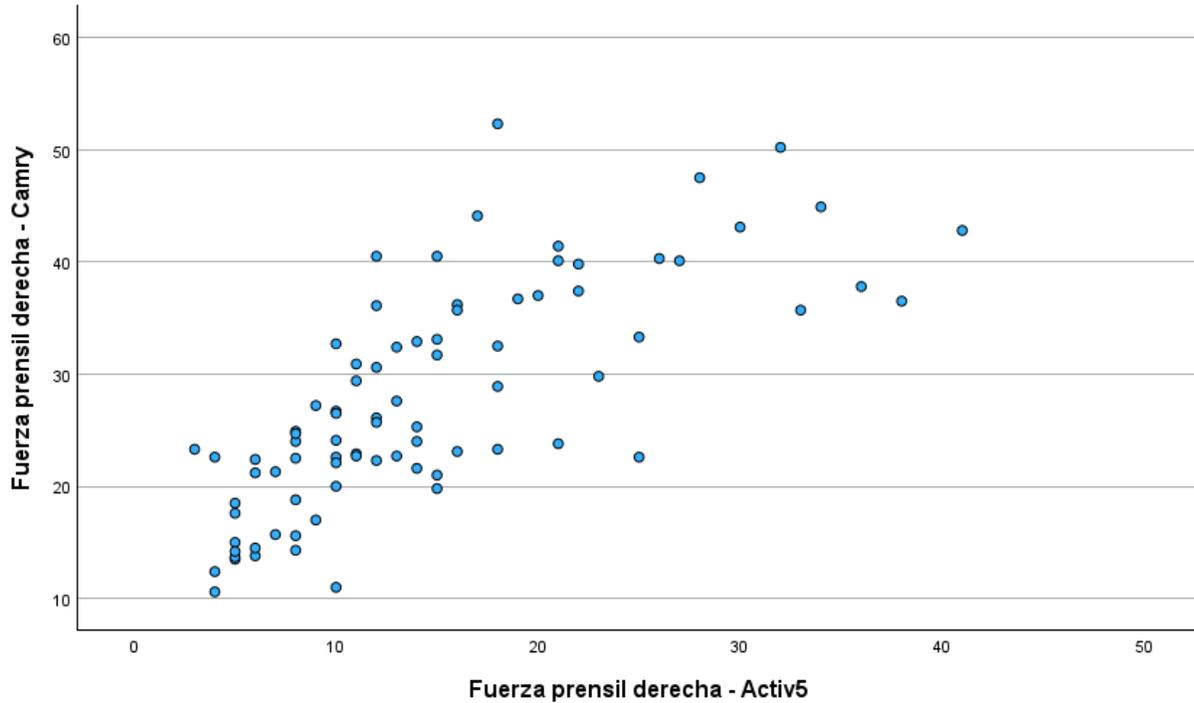


Fuente: Ficha de base de datos.

Elaborado por: Los autores.

Análisis: Usando el dispositivo digital Activ5® para cuantificar la fuerza de agarre, la fuerza mínima fue de 3 kg tanto para la mano derecha como para la izquierda, pero la fuerza máxima fue solo 1 kg diferente, siendo la mano izquierda la más fuerte. Según la media y desviación estándar en ambas manos establecen que existe una dispersión relativamente baja.

Gráfico 3. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología que se realizaron la cuantificación de la fuerza muscular prensil derecha utilizando dinamómetro Camry y el dispositivo digital Activ5®. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.

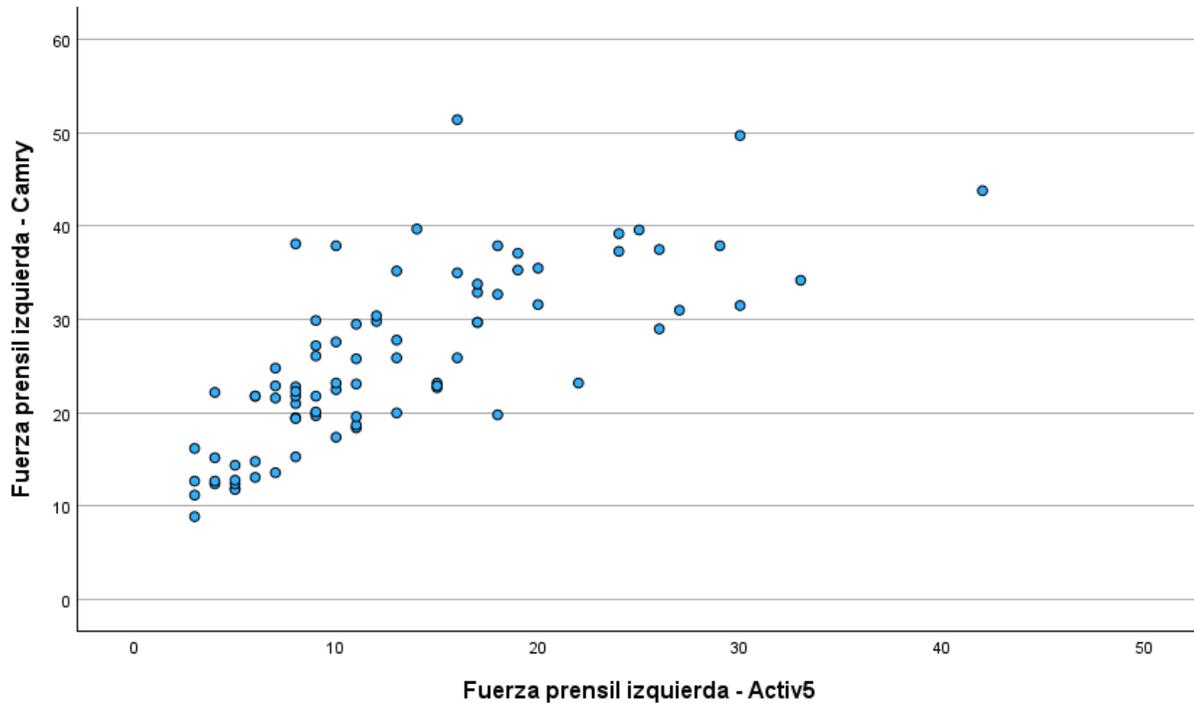


Fuente: Ficha de base de datos.

Elaborado por: Los autores.

Análisis: la fuerza muscular prensil cuantificada con el dinamómetro Camry reflejó valores oscilantes de 11 kg como valor mínimo y 52 kg de valor máximo, con una media de 27,59 kg y una desviación estándar de 9,93. Mientras que con la valoración realizada con el dispositivo digital Activ5® se refleja una dispersión marcada con valores oscilantes de 3 kg a 41 kg, siendo estos sus valores mínimo y máximo con una media de 14,51 kg y una desviación estándar de 8,64.

Gráfico 4. Distribución de 84 estudiantes de la Facultad de Odontología que se realizaron la cuantificación de la fuerza muscular prensil izquierda utilizando el dinamómetro Camry y el dispositivo digital Activ5®. Cuenca, Septiembre 2023 - Febrero 2024.



Fuente: Ficha de base de datos.

Elaborado por: Los autores.

Análisis: la fuerza muscular prensil cuantificada con el dinamómetro Camry reflejó valores oscilantes de 9 kg como valor mínimo y 51 kg de valor máximo en su fuerza máxima con una media de 25,51 kg y una desviación estándar de 9,37. Por otro lado, la fuerza prensil establecida con el dispositivo digital Activ5® marca una dispersión alta con valores variables entre de 3 kg a 42 kg, siendo estos sus valores mínimo y máximo con una media de 12,83 kg y una desviación estándar de 7,92.

Capítulo VI

6 Discusión

La evaluación de la fuerza muscular prensil es crucial en diversas áreas clínicas, incluida la odontología, donde los problemas en los movimientos finos de las manos pueden afectar la fuerza necesaria para tareas académicas y laborales, generando trastornos musculoesqueléticos (14). La dinamometría, especialmente con dinamómetros mecánicos, es una técnica confiable para medir esta fuerza. Aunque los dinamómetros portátiles ganan relevancia, su fiabilidad y validez requieren más estudios en comparación con los mecánicos. La variación en la fuerza promedio puede deberse a factores intrínsecos como la edad y el sexo, así como a factores externos, como las características del instrumento evaluador y el tipo de actividad (39). A nivel local, la falta de estudios detallados sobre la fuerza muscular prensil en estudiantes de odontología limita el análisis de datos. No obstante, el estudio de Pereira-Rodríguez et al. (40) sobre estudiantes universitarios reveló una fuerza prensil significativamente mayor en hombres ($37,1 \pm 8,3$ kg) que en mujeres ($24,2 \pm 8,1$ kg <0.001); comparando estos resultados con nuestra investigación, utilizando el dinamómetro Camry, se obtuvieron datos cuantitativos similares, con una fuerza muscular mayor en hombres (33,65kg) en comparación con mujeres (21,71 kg).

Dentro de la dinamometría, la composición del instrumento evaluador puede influir sobre la obtención de la fuerza prensil, debido a su tamaño y peso, ya que puede llegar a ser difícil de manipular según la forma en su agarradera. La mayoría de estudios donde se utiliza la dinamometría, optan por usar su Gold Standard que es el dinamómetro Jamar (5), a diferencia del Camry, pero un estudio efectuado en el año 2019 sugiere valores de diferencia estrecha entre estos dos dinamómetros, donde se concluye que, el Camry puede ser considerado como una herramienta útil para la práctica clínica (36), con un valor promedio de $29,95 \pm 9,18$ kg, el cual está dentro de los rangos encontrados en el presente estudio, donde se recopiló una mínima y máxima promedio general de fuerza prensil, con 21,71 kg y 33,65 kg respectivamente.

A nivel de dominancia entre mano derecha e izquierda, se reporta un estudio efectuado por Mutalib et al. quien comparó la fuerza de agarre entre dos dispositivos, el GripAble, el cual es un dispositivo manual móvil, y el dinamómetro Jamar+, donde se indican diferencias significativas entre las medias de la fuerza de agarre tanto en la mano derecha como en la izquierda (5), teniendo una media 21,87 kg con el GripAble y de 31,35 kg con el Jamar para la mano derecha, así mismo para la izquierda la diferencia fue de 21,17 kg para el primero y de 30,50 kg para el segundo, tal y como demuestra los resultados del presente estudio en donde se establece una media de la fuerza prensil de la mano derecha con el dinamómetro Camry fue de 27,59 kg y con

el Activ5® de 14,51 kg. Por otro lado, la media en la mano izquierda correspondió a 25,51 kg (dinamómetro Camry) y 12,83 kg (Activ5®). Además, los autores del artículo mencionado, indican que las desigualdades en los valores de fuerza prensil entre los diferentes dispositivos se deben principalmente a las diferencias físicas de los dos dispositivos, que incluyen a su forma, tamaño y peso, lo que en conclusión afecta a la forma de sujeción de los mismos, condicionando así los resultados obtenidos (5). Esta conclusión es la misma a la que nosotros, como autores, llegamos después de haber realizado el estudio.

Así mismo, en el estudio de Blomkvist et al. realizado con el objetivo de explorar la confiabilidad y validez de un dispositivo portátil llamado Nintendo Wii Balance Board (WBB) diferenciándolo con el dinamómetro Jamar (JD) para medir la fuerza prensil en adultos obteniendo como resultados que el WBB tiene una validez aceptable en comparación al JD. Sin embargo, hubo una diferencia sistemática en los resultados. En promedio, esto fue de $15,4 \pm 5,5$ kg para la mano derecha y de $11,9 \pm 5,5$ kg para la mano izquierda con el WBB, y el JD dio valores más altos. Por lo tanto, existe una diferencia entre instrumentos entre el WBB y el JD, y los instrumentos no son intercambiables (41). Esta falta de concordancia entre los instrumentos también se observó en nuestros resultados, ya que el dinamómetro Camry tendió a producir valores más altos en comparación con el Activ5®.

En el estudio realizado por Feliz y Naiper et al. se evaluó la validez y confiabilidad de dos sensores de carga Bluetooth disponibles comercialmente (Activ5® de Activbody y Progressor de Tindeq) en comparación con la prueba mecánica Instron ElectroPuls (un sistema estándar de oro). Ahí, se indicó una excelente confiabilidad de prueba y repetición para ambos dispositivos (Activ5® y Progressor de Tindeq), así como una excelente concordancia con un UTM estándar, lo que sugiere que ambos dispositivos pueden servir como una alternativa rentable para medir análisis de salud relacionados con la fuerza, como la fuerza muscular (6). Sin embargo, en el presente estudio, que de la misma manera realizó la medición de la fuerza muscular, comparó el Activ5® con el dinamómetro Camry, pero en este caso, los resultados tuvieron una diferencia significativa, lo que nos indica que el Activ5 no es fiable para la evaluación de la fuerza muscular prensil. Esto, puede deberse a que los dispositivos tienen una estructura distinta, (el Activ5® posee forma de lágrima, con un patrón curvo, mientras que el dinamómetro Camry tiene un mango o agarradera ajustable para distintos tamaños de mano) y por lo tanto, la forma de agarre entre ambos dispositivos será distinta.

Dentro de nuestro estudio, se presentaron limitaciones en las revisiones bibliográficas ya que no se disponían de suficientes fuentes en cuanto a estudios efectuados en jóvenes universitarios,

donde no se especificaron sus áreas de estudio y puede interferir en la relación de la fuerza prensil con el tipo de actividad, tal como lo demuestra Pereira-Rodríguez en su estudio donde se refleja que la fuerza prensil se relaciona al tipo de actividad que se realiza (40). De la misma manera, investigaciones realizadas con el dispositivo digital Activ5® limitaron la recopilación de información adicional que a pesar de contar con un estudio, este era aplicado a nivel de otro segmento corporal. Sin embargo, otros estudios proponen el uso de herramientas digitales portátiles, ante lo cual existe una carencia de estudios con estos dispositivos, donde los autores García y Souza plantean que el uso de estos equipos para medir la producción de fuerza prensil puede ser mucho más fácil y rápida que medir la fuerza manualmente, pero a la vez puede llevar a una mala práctica clínica y por ende una incorrecta interpretación de evaluación (38). Por otra parte, se dificultaron las evaluaciones al no contar con la asistencia de toda la muestra seleccionada, la cual comparada con otros estudios, como el de Mutalib SA o Van Harlinger donde la muestra es representativa, sobrepasando los 100 participantes, la muestra del presente estudio es relativamente menor. Finalmente, varios estudios sugieren diversas posturas de evaluación y tiempo de presión entre evaluación con cada mano, ante lo cual nos basamos en un estudio de modernización dinamométrica, la cual es avalada y utilizada por la ASHT en postura sedente, utilizando esta postura con el fin de disminuir el sesgo en el estudio (17).

Capítulo VII

7 Conclusiones

Acorde a los datos sociodemográficos obtenidos de los 84 estudiantes de odontología, donde la mayoría de los estudiantes fueron del sexo femenino con el 59,5% % sobre el 40,5 % perteneciente al sexo masculino. Así mismo, se observó la prevalencia del rango de edad, donde el 56% comprende el rango dominante entre 20 a 22 años de edad.

En relación a la fuerza prensil cuantificada con el dispositivo digital Activ5®, este brindaba valores de 18,94 kg para hombres y 10,30 kg en las mujeres, mientras que el dinamómetro Camry establecía una dominancia de fuerza en los hombres (33,51 kg) sobre las mujeres (21,71 kg), donde la mano derecha (27,59 kg) reflejó dominancia en relación a la izquierda (25,51 kg) al producir la mayor fuerza de comprensión en ambos dispositivos, con un promedio de 21,05 Kg. Mediante la correlación de Pearson, esta presentaba una relación estadística significativa, tanto para la fuerza prensil de la mano derecha ($r=0,745$, $p <,001$) como para la mano izquierda ($r=0,746$, $p <,001$) al utilizar el dinamómetro Camry y dispositivo digital Activ5®. Esto demuestra que la fuerza prensil obtenida con ambos métodos presenta rangos de valores distintos, donde a mayor fuerza producida con el Activ5®, mayor será la fuerza marcada con el dinamómetro Camry, lo cual no establecerían valores similares al ser variables directamente proporcionales, con una varianza de 10kg +- 15kg entre dispositivo.

8 Recomendaciones

Proponer un estudio con una muestra homogénea aplicada a estudiantes de la Facultad de Odontología de las distintas Universidades de Cuenca, tomando en cuenta otro tipo de variables como el padecimiento de trastornos músculoesqueléticos, horas académicas y posición corporal para la evaluación. Esta última con el fin de desarrollar un protocolo de evaluación estandarizado para el uso de dispositivos digitales dinamométricos, considerando el tiempo de contracción, descanso y posición corporal, por lo cual se podría efectuar futuras investigaciones utilizando otros dispositivos como el dinamómetro Progressor o Baltimore que han demostrado tener un alto grado de confiabilidad y a su vez comparar los resultados con los del Activ5® (6).

Esto serviría para demostrar y analizar esta capacidad funcional muy importante al momento de efectuar trabajos de motricidad fina, como los de Odontología para de esta manera intervenir desde el ámbito fisioterapéutico con talleres de promoción y prevención de trastornos músculoesqueléticos que se pueden presentar tanto en estudiantes como profesionales de esta rama de la salud.

9 Referencias

1. López Chicharro J, Fernández Vaquero A. Fisiología del ejercicio. 3ª Edición. Madrid: Médica Panamericana; 2010. 1005 p.
2. López LAA. Biomecánica y patrones funcionales de la mano. Morfolia [Internet]. 2014 [citado 5 de diciembre de 2023]; 4(1). Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfolia/article/view/31373>
3. Ortiz MGC, Amaro HH, Jiménez IH. Determinación de la fuerza isométrica de prensión manual gruesa en población en edad laboral con dinamometría obtenida con el equipo terapéutico Baltimore. Rev Mex Med Física Rehabil. 2018; 30(1-2):5-11.
4. Hamilton GF, McDonald C, Chenier TC. Medición de la fuerza de prensión: validez y confiabilidad del esfigmomanómetro y dinamómetro de prensión jamar. J Orthop Sports Phys Ther. 1992; 16(5):215-9.
5. Mutalib SA, Mace M, Seager C, Burdet E, Mathiowetz V, Goldsmith N. Modernización de la dinamometría de agarre: confiabilidad entre instrumentos entre GripAble y Jamar. BMC Musculoskelet Disord. 2022; 23:80.
6. Merry K, Napier C, Chung V, Hannigan BC, MacPherson M, Menon C, et al. The Validity and Reliability of Two Commercially Available Load Sensors for Clinical Strength Assessment. Sensors. 2021; 21(24):8399.
7. Ramirez DR, Moreno CER, Bayona MÁN, Torres SLTL, Rueda MÁG. La mano. Aspectos anatómicos I. Generalidades, osteología y artrología. Morfolia. 2020; 12(1):11-30.
8. Sánchez Marín CG, Liñán Fernández M del SM, Sánchez Marín CG, Liñán Fernández M del SM. Prevalencia de síntomas músculo-esqueléticos de la mano en estudiantes de odontología. Odovtos Int J Dent Sci. 2018; 20(2):113-9.
9. Schlenker A, Kapitán M, Vavříčková L, Bušová M. Evaluación de la carga muscular local de los odontólogos. Cent Eur J Public Health. 2020; 28(Supplement):S12-6.
10. Hayes M, Cockrell D, Smith DR. Una revisión sistemática de los trastornos musculoesqueléticos entre los profesionales de la odontología. Int J Dent Hyg. 2009; 7(3):159-65.
11. Ohlendorf D, Naser A, Haas Y, Haenel J, Fraeulin L, Holzgreve F, et al. Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos entre dentistas y estudiantes de odontología en Alemania. Int J Environ Res Public Health. 2020; 17(23):8740.
12. Lietz J, Kozak A, Nienhaus A. Prevalencia y factores de riesgo ocupacionales de las enfermedades musculoesqueléticas y el dolor entre los profesionales de la odontología en los

países occidentales: una revisión sistemática de la literatura y un metanálisis. *PloS One*. 2018; 13(12):e0208628.

13. Manchi-Zuloeta FR, Chávez-Rimache LK, Chacón-Uscamaita PR, Chumpitaz-Cerrate V, Rodríguez-Vargas MC, Manchi-Zuloeta FR, et al. Relación entre las posturas de trabajo y síntomas musculoesqueléticos en estudiantes de odontología en Lima. *Rev Habanera Cienc Médicas*. 2019; 18(5):730-40.

14. Pineda Álvarez DM, Carrasco FL, Morales Sanmartín J, Álvarez Pesantez KDR. Prevalencia de dolor musculoesquelético y factores asociados en odontólogos de la ciudad de Cuenca, Ecuador, 2016. *Acta Odontológica Colomb*. 2019; 9(1):24-36.

15. Królikowska A, Mika A, Plaskota B, Daszkiewicz M, Kentel M, Kołcz A, et al. Confiabilidad y validez de la prueba de hombro atlético (ASH) realizada con un dispositivo portátil de entrenamiento de fuerza basado en isometría. *Biology*. 2022; 11(4):577.

16. Hahn P, Spies C, Unglaub F, Mühldorfer-Fodor M. Medición de la fuerza de agarre: Importancia y límites. *Orthopade*. 2018; 47(3):191-7.

17. Van Harlinger W, Blalock L, Merritt JL. Fuerza de las extremidades superiores: estudio que proporciona datos normativos para un dinamómetro portátil clínico. *PM R*. 2015; 7(2):135-40.

18. Merry K, Napier C, Chung V, Hannigan BC, MacPherson M, Menon C, et al. La validez y confiabilidad de dos sensores de carga disponibles comercialmente para la evaluación de la fuerza clínica. *Sensors*. 2021; 21(24):8399.

19. Meza-Valderrama D, Chaler J, Marco E. Evaluation of muscle strength in rehabilitation: from subjective assessment scales to instrumental examinations. *Rehabilitacion*. 2021; 55(1):2-4.

20. Barclay CJ, Curtin NA. Advances in understanding the energetics of muscle contraction. *J Biomech*. 2023; 156:111669.

21. Tortora GJ, Derrickson B. *Principios de Anatomía y Fisiología*. 13 edición. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2015.

22. Pirazán Rodríguez MJ, Rivera Santisteban ME, Osuna Fautoque JP, Anzola Martínez F. Efectos de un programa de entrenamiento concurrente sobre el perfil antropométrico y la fuerza muscular en un grupo de jóvenes universitarios. *Rev Digit Act Física Deporte*. 2020; 6(1):2.

23. Guede Rojas F, Chiroso Ríos LJ, Vergara Ríos C, Fuentes Contreras J, Delgado Paredes F, Valderrama Campos MJ. Fuerza prensil de mano y su asociación con la edad, género y dominancia de extremidad superior en adultos mayores autovalentes insertos en la comunidad: Un estudio exploratorio. *Rev Médica Chile*. 2015; 143(8):995-1000.

24. Escalona D'a P, Naranjo O J, Lagos S V, Solís F F. Parámetros de Normalidad en Fuerzas de Prensión de Mano en Sujetos de Ambos Sexos de 7 a 17 Años de Edad. *Rev Chil Pediatría*. 2009; 80(5):435-43.
25. Medina Gonzalez C, Benet Rodríguez M, Marco Martínez F. El complejo articular de la muñeca: aspectos anatófisiológicos y biomecánicos, características, clasificación y tratamiento de la fractura distal del radio. *MediSur*. Agosto de 2016; 14(4):430-46.
26. Salazar KLF, Puga JAG, González RMT, Rubial RES, Zavala MOQ. Trastornos musculoesqueléticos en odontólogos. *Beness Rev Enferm [Internet]*. 2016 [citado 5 de diciembre de 2023]; 1(1). Disponible en: <https://panambi.uv.cl/index.php/Benessere/article/view/1337>
27. Laguerre Gilmus J. La tendinitis laboral, riesgos ergonómicos en Odontología. *Rev San Gregor*. 2019;(35):126-42.
28. Alhusain FA, Almohrij M, Althukeir F, Alshater A, Alghamdi B, Masuadi E, et al. Prevalence of carpal tunnel syndrome symptoms among dentists working in Riyadh. *Ann Saudi Med*. 2019; 39(2):104-11.
29. Milanés ZC, Blanco Y de los R, Fortich JE, Martínez MH, Restrepo LL, Otero CO, et al. Prevalencia de molestias músculo-esqueléticas en odontólogos de odontoclínicas universitarias de Cartagena de Indias (Colombia). *Rev Cuba Salud Trab*. 2019; 20(1):30-7.
30. Maghsoudipour M, Hosseini F, Coh P, Garib S. Evaluation of occupational and non-occupational risk factors associated with carpal tunnel syndrome in dentists. *Work Read Mass*. 2021; 69(1):181-6.
31. OMS. Trastornos musculoesqueléticos [Internet]. 2021 [citado 5 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
32. Haas Y, Naser A, Haenel J, Fraeulin L, Holzgreve F, Erbe C, et al. Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos de la mano autoinformados y enfoques de terapia conducida asociados entre dentistas y asistentes dentales en Alemania. *PLoS ONE*. 2020; 15(11):e0241564.
33. Bohannon RW. Confiabilidad test-retest de las mediciones de la fuerza de prensión manual obtenidas por dinamometría de adultos mayores: una revisión sistemática de la investigación en la base de datos PubMed. *J Frailty Aging*. 2017; 6(2):83-7.
34. Chen CY, McGee CW, Rich TL, Prudente CN, Gillick BT. Valores de referencia de la fuerza muscular intrínseca de la mano de adolescentes y adultos jóvenes. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther*. 2018; 31(3):348-56.

35. Lupton-Smith A, Fourie K, Mazinyo A, Mokone M, Nxaba S, Morrow B. Medición de la fuerza de prensión manual: un estudio transversal de dos dispositivos de dinamometría. *South Afr J Physiother.* 2022; 78(1):1768.
36. Muñoz GAD, Martínez PC, Malagón VC, Millán SJC. Concordancia - conformidad entre los dinamómetros de mano Camry y Jamar en adultos. *Rev Nutr Clínica Metab.* 2018; 1(1):35-41.
37. Vermeulen J, Neyens JCL, Spreeuwenberg MD, van Rossum E, Hewson DJ, de Witte LP. Medición de la fuerza de prensión en adultos mayores: comparación del grip-ball con el dinamómetro Jamar. *J Geriatr Phys Ther* 2001. 2015; 38(3):148-53.
38. Garcia MAC, Souza VH. El uso (no) estandarizado de dinamómetros portátiles en la evaluación de la producción de fuerza muscular. *Braz J Phys Ther.* 2020; 24(1):88-9.
39. Romero-Dapueto C, Mahn J, Cavada G, Daza R, Ulloa V, Antúnez M, et al. Estandarización de la fuerza de prensión manual en adultos chilenos sanos mayores de 20 años. *Rev Médica Chile.* 2019; 147(6):741-50.
40. Rodríguez JEP, Velásquez-Badillo X, Santamaría-Perez KN, Figueroa-Tiburcio MA, Avendaño-Aguilar JA, Marin-Herrera L, et al. Relación entre la fuerza prensil y los marcadores de riesgo cardiovascular en jóvenes universitarios. *Cienc Salud Virtual.* 2019; 11(2):90-101.
41. Blomkvist AW, Andersen S, de Bruin ED, Jorgensen MG. Isometric hand grip strength measured by the Nintendo Wii Balance Board – a reliable new method. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016; 17(1):56.

10 Anexos

Anexo A. Operacionalización de variables.

Variable	Concepto	Dimensión	Indicador	Tipo	Escala
Fuerza muscular prensil	Capacidad que tiene un ser humano para apretar o suspender objetos en el aire con las manos.	Kilogramos Libras	Dinamómetros y dispositivos digitales (Camry-Activ5®)	Cuantitativa	Ordinal Débil:1 Normal:2 Fuerte:3
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Años cumplidos	Cédula de Identidad	Cuantitativa	Ordinal 18-19 20-24 25-29 30-34 35-39 40-44
Sexo	Condición orgánica que distingue a los machos de las hembras.	Femenino Masculino	Cédula de Identidad	Cualitativa	Nominal dicotómica Hombre: 1 Mujer: 2

Tiempo	Magnitud física con la que se mide la duración o separación de un acontecimiento	Segundos Minutos Horas	Cronómetro	Cuantitativa	De intervalo 0 a 10 segundos
---------------	--	------------------------------	------------	--------------	-------------------------------------

Anexo B. Formulario de recolección de datos de la fuerza muscular prensil.

EVALUACIÓN DE FUERZA MUSCULAR PRENSIL			
FORMULARIO			
CÓDIGO ALFANUMÉRICO	#EO		
SEXO		EDAD	
FECHA	/	HORA	
DINAMÓMETRO CAMRY			
MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
TIEMPO	6 SEGUNDOS	TIEMPO	6 SEGUNDOS
REPETICIÓN #1		REPETICIÓN #1	
REPETICIÓN #2		REPETICIÓN #2	
REPETICIÓN #3		REPETICIÓN #3	
DISPOSITIVO PORTÁTIL ACTIV5®			
MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
TIEMPO	6 SEGUNDOS	TIEMPO	6 SEGUNDOS
REPETICIÓN #1		REPETICIÓN #1	
REPETICIÓN #2		REPETICIÓN #2	
REPETICIÓN #3		REPETICIÓN #3	

Anexo C. Carta de interés institucional

UCUENCA
COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN
EN SERES HUMANOS



Carta de interés institucional para estudios observacionales, estudios de intervención y ensayos clínicos en seres humanos.

Dr. Marcelo Enrique Cazar Almache.
Decano de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca.

Por medio de la presente manifiesto que el proyecto titulado: "Valoración de la fuerza muscular prensil mediante el uso de activ5® y dinamómetro Camry en estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca, es de interés institucional por los resultados que se pueden generar de este proyecto para la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca, tomando en cuenta que el estudio a realizarse ayudará a evidenciar datos relevantes sobre la fuerza muscular prensil en los estudiantes de dicha facultad. Además, este proyecto de investigación podrá ser utilizado como base de datos para el desarrollo de futuros proyectos de investigación, contribuyendo de esta manera a encontrar posibles soluciones para los trastornos musculares en el caso de encontrarse alguno durante alguna investigación. Todo esto, para evitar limitaciones en la ejecución de las actividades académicas y prácticas en los estudiantes de la Facultad de Odontología.

Informo también que la participación por parte de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca y sus estudiantes, es libre y voluntaria; y, que en caso de solicitar datos anonimizados o seudonimizados la Facultad de Odontología cuenta con la capacidad de entregar los datos de manera anonimizada o seudonimizada según lo establecido en la Ley Orgánica De Protección De Datos Personales.

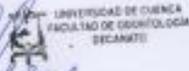
Además, los investigadores han manifestado que cuentan con los insumos necesarios para la ejecución del proyecto de Investigación. Por tanto, la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca no contempla algún tipo de financiamiento para el desarrollo de este estudio.

Se aclara que este documento no constituye la autorización, ni la aprobación del proyecto, o del uso de insumos o recursos humanos de la institución. Además, se informa que una vez que la investigación sea aprobada por un Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos autorizado por el Ministerio de Salud Pública, el Investigador principal podrá solicitar los datos de los sujetos de estudio o datos de salud anonimizados o seudonimizado, debiendo adjuntar el protocolo de investigación aprobado y la carta de aprobación emitida por el CEISH.

En caso de que el investigador requiera de talento humano o insumos de un establecimiento público sanitario para la ejecución de un proyecto de investigación, debe suscribir un convenio según como lo determine establecimiento público sanitario, en base a lo establecido en el Acuerdo Ministerial No. 00011 -2020, "Reglamento de suscripción y ejecución de convenios del MSP", publicado en Registro oficial – Edición especial No. 590 de 20 de mayo de 2020. Cabe señalar que el proyecto de investigación previo a la suscripción del convenio deberá contar con la aprobación de un CEISH aprobado por MSP.

Cuenca, 21 de abril del 2023.


Dr. Marcelo Enrique Cazar Almache.
Decano Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca.



Dirección: Av. El Paraiso s/n, junto al Hospital Vicente Corral Moscoso. Telf: 593-7-4051000 Ext.: 3165
Web: www.ceish.ucuenca.edu.ec
Correo: ceish@ucuenca.edu.ec
Cuenca - Ecuador

Anexo D. Formulario de consentimiento informado.

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la investigación: Valoración de la fuerza muscular prensil mediante el uso del activ5® y el dinamómetro Camry en estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca. Período Septiembre 2023 - Febrero 2023

Datos del equipo de investigación:

	Nombres completos	# de cédula	Institución a la que pertenece
Investigador Principal (IP)	Xavier Oswaldo Molina López	0706626660	Universidad de Cuenca
Investigador	Héctor Bladimir Nugra Salazar	1401012024	Universidad de Cuenca

¿De qué se trata este documento? (Realice una breve presentación y explique el contenido del consentimiento informado). Se incluye un ejemplo que puede modificar

De la manera más comedida y respetuosa le invitamos a usted a participar en este estudio, que se realizará en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca durante el período académico Septiembre 2023 - Febrero 2024. En este documento llamado "consentimiento informado" se explica las razones por las que se realiza el estudio, cuál será su participación y si acepta la invitación. También se explican los posibles riesgos, beneficios y sus derechos en caso de que usted decida participar. Después de revisar la información en este Consentimiento y aclarar todas sus dudas, tendrá el conocimiento para tomar una decisión sobre su participación o no en este estudio. No tenga prisa para decidir. Si es necesario, lleve a la casa y lea este documento con sus familiares u otras personas que son de su confianza.

Introducción

La fuerza muscular prensil se la utiliza para realizar diferentes tipos de actividades, dentro de las cuales se encuentran laborales y académicas, como en la carrera de Odontología, cuya práctica se basa en efectuar movimientos repetitivos y precisos por un determinado tiempo en una misma posición, utilizando instrumentos que requieren de una fuerza y resistencia en la mano y antebrazo, todo esto tanto durante la evaluación a pacientes como en el tratamiento de los mismos. Estas posiciones y movimientos afectarán sobre el estado de funcionalidad muscular de la mano provocando cambios estructurales que modifican la movilidad y fuerza prensil.

Se ha demostrado en distintas investigaciones que la mano es una de las regiones corporales más afectadas entre odontólogos y estudiantes de Odontología, influyendo negativamente sobre actividades profesionales y académicas. Por tal motivo, el estudio a realizarse ayudará a evidenciar datos relevantes sobre la fuerza muscular prensil obtenidos con 2 dispositivos diferentes para evaluación de la fuerza prensil entre los estudiantes. Además, será de gran utilidad para considerar una alternativa de evaluación con otros dispositivos, más innovadores y fáciles de utilizar. Por otra parte, los resultados también servirán de referencia para la ejecución de otros proyectos de investigación con el fin de solventar afecciones musculares en la mano dentro de los estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca, evitando con esto la disminución del rendimiento académico.

Objetivo del estudio

Comparar los resultados obtenidos de la evaluación de la fuerza muscular prensil medida con dos dispositivos como el dinamómetro Camry y el Activ5® en estudiantes de Odontología de la Universidad de Cuenca.

Descripción de los procedimientos

El presente proceso para levantar los datos se encuentra bajo la supervisión de la Mg. Ana Lucía Zeas Puga, fisioterapeuta docente de la Universidad de Cuenca:

1. Se socializará a los participantes el objetivo de la investigación y se les solicitará firmar el consentimiento informado en caso de desear participar voluntariamente en el estudio.
2. Como herramientas de medición se utilizará un dinamómetro Camry y un dispositivo portátil Activ5®. Mismos que se calibrarán siguiendo los procedimientos recomendados por los creadores de los dispositivos a utilizar.
3. Con el fin de evitar el sesgo en la medición, se adaptará a una silla con reposabrazos y una cuña para estabilizar el segmento a evaluar.
4. La evaluación se llevará a cabo en las aulas de la Facultad de Odontología y/o Tecnología Médica, Universidad de Cuenca,, Campus Paraíso.
5. Se colocarán los instrumentos en el área asignada para organizar el espacio y proceder con el proceso evaluativo.
6. Para evitar y reducir el sesgo durante la evaluación, la medición será realizada por ambos autores.
7. Se indicará a los participantes que deberán contar con ropa cómoda (no llevar chompas o busos ajustados) y no llevar ningún objeto colocado a nivel de las muñecas, manos y dedos como relojes, anillos y pulseras.
8. Al iniciar la evaluación, se realizarán los procesos de desinfección a seguir como protocolo de bioseguridad.
9. Se evaluará a estudiante por estudiante, el cual al entrar al área de evaluación llenará información básica para ingresarla en la base de datos por medio de códigos alfanuméricos.
10. Previo a la evaluación, se verificará que ambos equipos de medición se encuentren calibrados para su respectivo uso.
11. Se indicará al evaluado mediante comandos verbales de presione, mantenga y suelte para la comprensión durante desarrollo de la prueba.
12. Hecho esto, se le solicitará al participante que se sienta sobre la silla donde está adaptada una cuña, la cual tendrá un velcro para sujetar del tercio medio del antebrazo y así estabilizar este segmento. Además, la espalda deberá estar contra el respaldo de la silla y las caderas y rodillas estarán colocadas aproximadamente a 90°.
13. Partiendo desde la posición de sedente, se solicitará al participante que realice una aducción de brazo (pegado al tronco), flexión de codo de 90 grados y la coloque sobre la cuña en el reposabrazos.
14. Cada investigador dispondrá de un formulario diseñado para el estudio, donde se anotará el valor obtenido en el formulario de recolección de datos.
15. Se indicará al participante que sujete en primer lugar el dinamómetro Camry con la mano derecha, se darán indicaciones a través de los comandos verbales de presione, mantenga y suelte. La compresión se realizará por 6 segundos, siendo esta cronometrada.
16. Se realizarán 3 compresiones con cada mano, registrando únicamente al valor más alto.
17. Se cambiará de mano para seguir el mismo proceso.
18. Pasado 1 minuto, se efectuará nuevamente la evaluación con el dispositivo portátil Activ5®. Se contemplarán los mismos comandos verbales, tiempo de compresión y repetición.
19. Finalizada la evaluación, se agradecerá al evaluado y se dará paso a desinfectar los instrumentos en 1 minuto, previo al paso del siguiente evaluado.
20. Los resultados obtenidos se registran mediante códigos alfanuméricos listos para insertar digitalmente en el computador
21. Finalmente, se insertarán los datos en el programa estadístico para proceder a la elaboración del informe final.

Riesgos y beneficios

Durante este proyecto de investigación, existe un riesgo que aunque será mínimo, hay que considerarlo:

Riesgo biológico debido a contacto directo de los dispositivos utilizados entre distintas personas, que conlleven a la exposición a microorganismos que puede dar lugar a enfermedades transmisibles como influenza, covid 19, etc.

Es importante mencionar, que también existirá beneficio ya que el proyecto de investigación podrá ser utilizado como base de datos para el desarrollo de futuras investigaciones que contribuyan a encontrar posibles soluciones a trastornos musculares entre profesionales y estudiantes de esta carrera. Todo esto, para evitar limitaciones en la ejecución de las actividades académicas y prácticas en los estudiantes de la Facultad de Odontología.

Otras opciones si no participa en el estudio

El participante considerado para este proceso evaluativo, tendrá la libertad de elección de participar de la misma o no. En caso de que no se tenga el consentimiento del participante, no se lo tendrá en cuenta para la obtención de datos.

Derechos de los participantes *(debe leerse todos los derechos a los participantes)*

Usted tiene derecho a:

1. Recibir la información del estudio de forma clara.
2. Tener la oportunidad de aclarar todas sus dudas.
3. Tener el tiempo que sea necesario para decidir si quiere o no participar del estudio.
4. Ser libre de negarse a participar en el estudio, y esto no traerá ningún problema para usted.
5. Ser libre para renunciar y retirarse del estudio en cualquier momento.
6. Recibir cuidados necesarios si hay algún daño resultante del estudio, de forma gratuita, siempre que sea necesario.
7. Tener acceso a los resultados de las pruebas realizadas durante el estudio, si procede.
8. El respeto de su anonimato (confidencialidad).
9. Que se respete su intimidad (privacidad).
10. Recibir una copia de este documento, firmado y rubricado en cada página por usted y el investigador.
11. Tener libertad para no responder preguntas que le molesten.
12. Estar libre de retirar su consentimiento para utilizar o mantener el material biológico que se haya obtenido de usted, si procede.
13. Contar con la asistencia necesaria para que el problema de salud o afectación de los derechos que sean detectados durante el estudio, sean manejados según normas y protocolos de atención establecidas por las instituciones correspondientes.
14. Usted no recibirá ningún pago ni tendrá que pagar absolutamente nada por participar en este estudio.

Información de contacto

Si usted tiene alguna pregunta sobre el estudio por favor llame al siguiente teléfono 0939301442 que pertenece a *Xavier Oswaldo Molina López* o envíe un correo electrónico a xavier.molinal@ucuenca.edu.ec

Consentimiento informado *(Es responsabilidad del investigador verificar que los participantes tengan un nivel de comprensión lectora adecuado para entender este documento. En caso de que no lo tuvieran el documento debe ser leído y explicado frente a un testigo, que corroborará con su firma que lo que se dice de manera oral es lo mismo que dice el documento escrito)*

Comprendo mi participación en este estudio. Me han explicado los riesgos y beneficios de participar en un lenguaje claro y sencillo. Todas mis preguntas fueron contestadas. Me permitieron contar con tiempo suficiente para tomar la decisión de participar y me entregaron una copia de este formulario de consentimiento informado. Acepto voluntariamente participar en esta investigación.

Nombres completos del/a participante	Firma del/a participante	Fecha
Nombres completos del testigo <i>(si aplica)</i>	Firma del testigo	Fecha
Nombres completos del/a investigador/a	Firma del/a investigador/a	Fecha

Si usted tiene preguntas sobre este formulario puede contactar al Dr. Ismael Morocho Malla, Presidente del Comité de Bioética de la Universidad de Cuenca, al siguiente correo electrónico: ismael.morocho@ucuenca.edu.ec

Anexo E. Instrumentos de evaluación.



Anexo F. Recolección de datos.

