

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Médicas

Carrera de Terapia Física

Valoración del rango de movimiento articular con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal en la flexoextensión de la articulación glenohumeral en el personal de la empresa Continental S.A. Cuenca septiembre 2022 - febrero 2023

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

Modalidad: Proyecto de investigación

Autor:

William Augusto Yanza Crespo

Dayana Teresa Torres Segarra

Director:

Ana Lucía Zeas Puga

ORCID: 0000-0002-2593-2176

Cuenca, Ecuador

2023-03-28

Resumen

Antecedentes: Para la medición del rango de movimiento articular (ROM), se utiliza como gold standard el goniómetro universal; gracias al avance tecnológico se han podido implementar aplicaciones de salud surgiendo así la goniometría digital (GD). Objetivo: Comparar el rango de movimiento articular con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal en la flexoextensión de la articulación glenohumeral en el personal operativo de Continental S.A. Metodología: Se realizó un estudio de tipo analítico transversal. Se midió la flexoextensión de la articulación glenohumeral (GH) en el personal de la empresa Continental S.A, mediante dos métodos: un goniómetro universal y la aplicación Goniometer Pro®. Para el procesamiento de datos se empleó el programa SPSS V.29. Los datos se relacionaron mediante el índice de correlación intraclase e índice de Pearson. Resultados: Las correlaciones intraclase para el Goniometer Pro® fueron de 0,998 para la flexión y 0,989 para la extensión. Para el Goniómetro universal fueron de 0,99 y 0,953 para la flexión y extensión respectivamente. La correlación entre ambas formas de medición fue estadísticamente muy significativa, con valores por encima de 0,9 del coeficiente de correlación de Pearson. Conclusiones: Las correlaciones intraclase para las mediciones tomadas con la aplicación Goniometer Pro® y el goniómetro universal fueron excelentes para el movimiento de flexoextensión. Concluyendo así que ambos métodos son igual de válidos y muy útiles para el estudio de la valoración del rango de movimiento articular.

Palabras clave: goniometría digital, goniometría universal, telemedicina, Goniometer Pro®, articulación glenohumeral

Abstract

Background: To measure joint range of motion (ROM), the universal goniometer is used as the gold standard. Thanks to technological advances, it has been possible to implement surgical health applications as well as digital goniometry (DG). **Objective:** To compare the range of joint movement with the Goniometer Pro® application and the Universal Goniometric in the flexoextension of the glenohumeral joint in the operating personnel of Continental S.A. **Methodology:** A cross-sectional analytical study was carried out. Flexoextension of the glenohumeral joint (GH) was measured in the personnel of the Continental S.A company using two methods: a universal goniometer and the Goniometer Pro® application. For data processing, the SPSS V.29 program was used. The data was related by means of the intraclass correlation index and the Pearson index. **Results:** The intraclass correlation for the Goniometer Pro® was 0.998 for flexion and 0.989 for extension. For the Universal Goniometer they were 0.99 and 0.953 for flexion and extension respectively. The correlation between both forms of measurement was statistically highly significant, with values above 0.9 of the Pearson correlation coefficient. **Conclusions:** The intraclass correlation for the measurements taken with the Goniometer Pro® application and the universal goniometer were excellent for the flexion-extension movement. Thus concluding that both methods are equally valid and very useful for the study of the assessment of joint movement range.

Keywords: digital goniometry, universal goniometry, telemedicine, Goniometer Pro®, glenohumeral joint

índice de contenido

Resumen.....	2
Capítulo I.....	11
1 Introducción	11
1.2 Planteamiento del problema	11
1.3 Justificación	12
Capítulo II.....	14
2. Fundamento teórico	14
2.1 Las articulaciones.....	14
2.1.1 Clasificación de articulaciones	14
2.1.2 Complejo articular del hombro	14
2.1.3 La articulación glenohumeral	15
2.1.4 Biomecánica de la articulación glenohumeral.....	15
2.1.5 Articulación subdeltoidea.....	16
2.1.6 Articulación escapulotorácica	16
2.2 Biomecánica de Hombro	16
2.3 Goniometría.....	17
2.4 Goniometría Universal.....	18
2.5 Goniometría Digital.....	18
2.6 Salud Laboral	19
Capítulo III.....	20
3. Objetivos	20
3.1 Objetivo general	20
3.2 Objetivos específicos	20
Capítulo IV	21
4. Diseño metodológico	21
4.1 Tipo De Estudio	21
4.2 Área De Estudio	21
4.3 Universo y Muestra	21
4.4 Criterios de Inclusión y Exclusión	21
4.4.1 Criterios de Inclusión	21
4.4.2 Criterios de Exclusión	21

4.5	Variables (Anexo 1)	21
4.6	Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de información	22
4.6.1	Método	22
4.6.2	Técnica	22
4.6.3	Instrumentos	22
4.6.4	Procedimientos	22
4.6.5	Plan de análisis y tabulación	23
4.6.6	Aspectos éticos	23
Capítulo V	.....	25
5.	Resultados	25
Capítulo VI	.....	29
6.	Discusión	29
Capítulo VII	.....	31
7.	Conclusiones y recomendaciones	31
7.1	Conclusiones	31
7.2	Recomendaciones	31
Referencias	.....	32
Anexos	.....	37
Anexo A:	Operacionalización de variables	37
Anexo B:	Solicitud a la empresa Continental S.A	39
Anexo C:	Carta de compromiso de la empresa Continental S.A	40
Anexo D:	Consentimiento informado	41
Anexo E:	Ficha de recolección de datos	44
Anexo F:	Protocolo para el uso en la app Goniometer Pro	45
Anexo H:	Evidencia de recolección de datos	49

Índice de figuras

Figura 1 Modelo de dispersión para la flexión	27
Figura 2 Modelo de dispersión para la extensión	27

Índice de tablas

Tabla 1 Valoración del rango de movimiento articular con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal	25
Tabla 2 Correlaciones intraclase para las mediciones tomadas con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal.	26
Tabla 3 Correlación entre las medidas tomadas empleando la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal.	26

Agradecimiento

Gracias a nuestros padres por siempre acompañarnos y brindarnos todo el apoyo necesario para continuar. Sin ustedes seríamos menos de la mitad de lo que somos. Gracias por ser la mejor tutora, la Mg. Ana Lucia Zeas por guiarnos, brindarnos su apoyo incondicional y las herramientas necesarias para desarrollar esta investigación.

Dayana y William

Dedicatoria

Al terminar esta tesis solamente puedo agradecer a Dios por darme la fuerza, valentía para afrontar obstáculos que se han venido presentando en este trayecto llamado vida, a mis padres Marco y Teresa quienes me han sabido guiar y proteger, agradezco a mi ángel terrenal, mi abuelita María Luisa que con sus oraciones que han sido mi amuleto y mi mayor tesoro siendo una de las piezas claves para terminar este sueño.

Gracias a mis hermanos Silvia, Viviana, Mateo y Tatiana por siempre brindarme sus brazos siendo así mi refugio, por último, pero igual de importante a mi segunda mamá Cecilia Segarra quien ha estado brindándome sus bendiciones toda la vida.

Gracias familia porque sin su unión, cariño, humildad y amor este sueño no se haría realidad con amor Daya.

Dayana

Dedicatoria

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dando ejemplo de superación, humildad y sacrificio; por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida, enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos dedico el presente trabajo, porque han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida, lo que ha contribuido a la obtención de este logro. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo. A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

William

Capítulo I

1 Introducción

La goniometría, en las ciencias de la salud, se refiere a la técnica utilizada para medir ángulos articulares, su propósito es determinar la presencia de disfunción articular, establecer objetivos diagnósticos, terapéuticos, monitorear y evaluar la efectividad de los tratamientos.

En la práctica clínica, existen diferentes instrumentos que se pueden utilizar, como el electrogoniómetro, goniómetro universal, inclinómetros, giroscopios, cámaras y con el uso de aplicaciones para teléfonos inteligentes como es la goniometría digital. Sin embargo, el instrumento más utilizado es el goniómetro universal, que posee un patrón básico, independientemente del material y tamaño, presentan un cuerpo que comprende una especie de transportador graduado en grados con rangos que van de 0° a 180° o de 0° a 360° con un eje y dos brazos un fijo y un móvil (1,2). Dentro de los beneficios están la accesibilidad, bajo costo, seguridad y sencillez en el manejo; puesto que se puede utilizar para medir el rango de movimiento articular (ROM) de casi todas las articulaciones del cuerpo (3).

Con el avance tecnológico se han podido implementar aplicaciones para teléfonos inteligentes que permiten medir el ROM (4). En la práctica clínica, el uso de la aplicación (app) Goniometer Pro® (G-Pro) forma parte de la goniometría digital, cuenta con sensores equipados como acelerómetro e inclinómetro que permiten medir los parámetros fisiológicos del movimiento de las articulaciones; algunos artículos mencionan que este es un método seguro por presentar una fiabilidad de 0,993 y una validez de 0,992 en comparación con la goniometría universal (GU) que posee una fiabilidad de 0,990 y una validez de 0,976. Al no existir una diferencia significativa de la fiabilidad y validez entre estos instrumentos de evaluación, resulta útil implementar esta herramienta rápida, precisa y de fácil interpretación (4–6).

1.2 Planteamiento del problema

El personal operativo de las áreas de inspección, tramming, lubricación y vulcanización de la empresa Continental S.A, diariamente ejecuta actividades que pueden conllevar al desarrollo de trastornos musculares producto de una sobrecarga, posturas forzadas o por factores agresores físicos como frío, vibraciones, impactos, presiones mecánicas, etc.

Los trastornos musculoesqueléticos son la principal causa de ausentismo laboral, por lo que se cree que los mismos conllevan a una disminución de la productividad, causando pérdidas para la empresa, ya que afectan la calidad de vida del trabajador debido a su alta tasa de prevalencia, provocan un gasto para entidades del sistema de salud como el Ministerio de Salud Pública (MSP) y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).

Los fisioterapeutas en la práctica clínica durante la medición del ROM emplean la GU como la herramienta más objetiva, ayudando al diagnóstico y control de la eficacia del tratamiento (7). Sin embargo, existen ciertos factores que pueden influir negativamente en la fiabilidad y precisión de su uso, como la mala identificación de referencias anatómicas, mal posicionamiento de los brazos del goniómetro o variabilidad en la colocación de la extremidad del paciente para la medición.

En la actualidad, el *Institute for Healthcare Informatics* establece que existen aproximadamente más de 40.000 aplicaciones de salud y medicina, de las cuales el 30% se dirigen a los profesionales sanitarios y sus pacientes.

La Agencia del Gobierno de los Estados Unidos (FDA) reconoce aquellas aplicaciones diseñadas para uso clínico, pero que conservan la funcionalidad de herramientas simples de medida (8–10).

Kirkaya *et al.*, en el año 2021 en Turquía, valoran la fiabilidad de la app Level, determinando que es un método fiable para medir el ROM activo de las extremidades inferiores en comparación con el goniómetro universal (11). Teixeira *et al.*, en el año 2019 en Brasil, señalaron que la app móvil Goniôapp tiene un nivel de fiabilidad similar a la técnica de GU. Mientras que, a nivel de Ecuador, Cáceres *et al.*, señalaron que el software Kinovea es una herramienta útil para la medición del ROM (12). No obstante, a nivel país, no existen estudios que valoren la relación de los datos obtenidos por la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal en el rango de movimiento articular.

Se cree que el empleo de las aplicaciones goniométricas a través de los dispositivos móviles favorecerá a la obtención de datos más precisos, se considera que la introducción de la inteligencia artificial a las diferentes áreas médicas es un avance que permite obtener mejores resultados durante el diagnóstico y tratamiento de los diferentes trastornos musculoesqueléticos (13).

Es por ello, que la presente investigación busca responder la siguiente pregunta: ¿La evaluación del rango de movimiento articular con la aplicación G-Pro es similar a la evaluación con la goniometría universal en la flexoextensión de la articulación glenohumeral? esperando crear un precedente para futuras investigaciones, beneficiando de esta manera a los fisioterapeutas para una mejor evaluación y diagnósticos de trastornos musculoesqueléticos.

1.3 Justificación

La goniometría tiene como objetivo evaluar la posición y el ROM de una articulación, siendo esta medición clave para determinar limitaciones funcionales, desarrollar diagnósticos, establecer planes de tratamiento y constatar la evolución de los pacientes (13,14).

Las denominadas *Mobile Medical Application*, son definidas de acuerdo a la FDA como un software destinado al diagnóstico, mitigación, tratamiento o prevención de los diferentes trastornos musculoesqueléticos que puede afectar la estructura o función del cuerpo humano. En la actualidad estas aplicaciones han sido sometidas a diferentes estudios para comprobar su fiabilidad y validez en la medición del ROM de la articulación femoropatelar, tibioperoneoastragalina y las articulaciones de la columna vertebral; no obstante, los estudios que valoran la fiabilidad y validez en la articulación glenohumeral son escasos (14,15,16). Es por ello que la presente investigación busca determinar si el resultado de la medición del ROM en el movimiento de la flexoextensión de la articulación glenohumeral es similar con el uso de la aplicación G-Pro y GU.

Los resultados obtenidos en la investigación servirán de aporte para futuros investigadores y fisioterapeutas que deseen abordar similar problemática; y que con el uso de la app G-Pro puedan conocer técnicas innovadoras de evaluación al personal operativo de las diferentes empresas e instituciones, beneficiando así a este grupo poblacional ya que una de las ventajas de la app a diferencia con la GU es que se genera una base de datos de hasta 12 mediciones que se almacena en el teléfono.

Considerando que una de las prioridades en cuanto a investigación en la Universidad de Cuenca corresponde a las líneas que abarcan los procesos de maduración del movimiento corporal humano y telemedicina, vemos la necesidad de llevar a cabo el presente estudio con el fin de determinar la similitud en la valoración del rango del movimiento articular con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal en la flexoextensión de la articulación glenohumeral en el personal operativo de las áreas de inspección tramming, lubricación y vulcanización de la empresa Continental S.A.

Capítulo II

2. Fundamento teórico

2.1 Las articulaciones

Las articulaciones se definen como el sitio de unión entre dos o más huesos del esqueleto, estas estructuras mantienen su integridad gracias a tejidos blandos que se encuentran en la periferia de la articulación como: cápsulas articulares, ligamentos, tendones, músculos y estructuras intraarticulares como: meniscos, disco y labrum articular, de modo que forman una articulación compleja que facilita su movilidad y estabilidad. Las funciones básicas consisten en asegurar estabilidad y proporcionar movimiento al cuerpo humano. Las articulaciones se encuentran rodeadas por arterias y venas comunicantes que aseguran su irrigación; a nivel del sistema nervioso existen ramas de nervios sensoriales que inervan los músculos en sus puntos de origen produciendo así el movimiento articular (17).

Los movimientos articulares pueden ocurrir de forma activa, a través de la contracción muscular o pasiva cuando una fuerza externa produce el movimiento sobre el plano frontal que divide al cuerpo en anterior y posterior y las acciones conjuntas tienen lugar alrededor del eje antero posterior; el plano sagital divide el cuerpo en derecho e izquierdo y las articulaciones se mueven sobre el eje horizontal y el plano transversal divide el cuerpo en superior e inferior alrededor del eje longitudinal (17).

Teniendo en cuenta los planos y ejes, los movimientos articulares son: flexión, movimiento que desplaza una parte del cuerpo hacia delante; extensión, movimiento que desplaza una parte del cuerpo hacia atrás; abducción, movimiento que aleja una parte del cuerpo de la línea media y aducción, movimiento que acerca una parte del cuerpo hacia la línea media; rotación interna, desplaza una parte del cuerpo hacia dentro mientras que la externa desplaza hacia fuera (18).

2.1.1 Clasificación de articulaciones

Para la literatura, las articulaciones se clasifican según varios parámetros, en especial: por el grado de movimiento las articulaciones pueden distinguirse en sinartrosis, diartrosis y anfiartrosis esto varía si son móviles, inmóviles y semimóviles y según el tejido articular se puede clasificar por: presencia de tejido fibroso, cartilaginoso y de líquido sinovial (19).

2.1.2 Complejo articular del hombro

Se compone de la unión del húmero, clavícula, escápula y esternón, están unidos mediante un conjunto de articulaciones ligadas al aparato capsulo ligamentoso. Estas articulaciones, en el caso del hombro, son la glenohumeral, subdeltoidea, escapulotorácica, acromioclavicular y esternoclavicular. Su característica principal es la capacidad de movilidad cuyos segmentos que

lo componen guardan relación unos con otros facilitando el desplazamiento y amplitud de movimiento articular (19).

2.1.3 La articulación glenohumeral

La articulación glenohumeral, es una juntura enartrosis poliaxial, formada entre la cabeza del húmero y la cavidad glenoidea; para producir un mayor ROM de la GH, el húmero y la escápula trabajan sinérgicamente. Esta articulación se encuentra rodeada por una cápsula fibrosa que aísla la cavidad articular interna de la mayoría de los tejidos circundantes, se inserta a lo largo de la cavidad glenoidea y se extiende hasta el cuello anatómico del húmero. La estabilidad está dada por los músculos subescapular, supraespinoso, infraespinoso y redondo menor que forman el manguito de los rotadores y por los ligamentos capsulares que se mezclan en la cápsula fibrosa (20).

La GH es una articulación universal debido a que posee tres grados de libertad de movimiento siendo los principales: flexión/extensión, abducción/aducción y rotación interna/externa, mientras que el ROM expresado en grados es: flexión 180°, extensión 45°, abducción 180°, aducción 30°, abducción horizontal 45°, y rotación externa e interna 60° (20).

El complejo articular del hombro (articulación glenohumeral, esternoclavicular, acromioclavicular, escapulotorácica) contribuyen a una gran amplitud de movimientos que permiten a una persona: colocación y estabilización de la mano, levantamiento y tracción de objetos, inspiración y espiración forzadas y la sustentación del peso en la marcha cuando un individuo necesita de ayudas técnicas para la deambulación como muletas, andadores, bastón y en el apoyo sobre las manos; para estas actividades es importante conocer el ROM articular por medio de la goniometría (20).

2.1.4 Biomecánica de la articulación glenohumeral

Desde la primera mitad del siglo pasado, se explicó que las distintas articulaciones que conforman este complejo glenohumeral, producían un movimiento continuo y constante es por ello que se introdujo el término “ritmo escapulohumeral” (REH), para explicar cómo el movimiento del húmero y la escápula contribuyen de manera simultánea al del hombro en su conjunto, es la relación entre el movimiento glenohumeral y escapulotorácico. En los casos en los que este ritmo está alterado hay posibilidad de lesiones ya que de este depende la estabilidad articular (21).

En 1944, se midió por primera vez el REH mediante radiografía, sugiriendo una proporción 2:1 entre la elevación glenohumeral y la rotación lateral o superior escapular. Esta proporción ha sido aceptada ampliamente en la literatura, partiendo de que cualquier alteración puede derivar en una mecánica muscular anormal. No obstante, esta proporción también ha variado con el paso de los años debido a la llegada del análisis que tiene en cuenta el movimiento escapular normal

en los 3 ejes del espacio. El avance del análisis 3D también ha conducido a estudiar el aporte de las rotaciones del resto de las articulaciones acromioclavicular y esternoclavicular en la elevación total del miembro superior (21). De hecho, el término “ritmo del hombro” (shoulder rhythm, en inglés) se emplea para describir el patrón de movimiento que realizan en conjunto la escápula, el húmero y la clavícula (22).

Esta proporción también puede variar dependiendo de la edad: En el caso de adultos y niños, se ha encontrado una proporción media en el plano escapular de 2,4:1 para adultos y de 1.3:1 para niños (23). Además, el REH se ve influido por otros factores como el plano de elevación en el que se analiza el movimiento o la secuencia de rotaciones elegidas (24,25).

2.1.5 Articulación subdeltoidea

Se trata de una articulación fisiológica, unida al glenohumeral. La constituye una bolsa serosa sinovial cuya función es facilitar el deslizamiento celuloso entre la cara profunda del músculo deltoides y el manguito de los rotadores. Cabe reseñar, que, ante cualquier caso de inflamación, las consecuencias son dificultades en la capacidad de movimiento (26).

2.1.6 Articulación escapulotorácica

La conforman dos planos de deslizamiento celuloso y el movimiento se da por la acción conjunta de las articulaciones acromioclavicular y esternoclavicular. En el caso de la primera, morfológicamente es plana, y la conforma el acromion de la escápula y la clavícula. Tiene la capacidad de facilitar movimientos en los planos anteroposterior y vertical, al igual que la rotación axial, limitadamente. En el caso de la segunda, la articulación esternocostoclavicular, su ubicación está entre la parte interna de la clavícula, en su extremo proximal, y la escotadura clavicular del manubrio del esternón. Adyacente al primer cartílago costal, de forma parcial (26). Es de tipo sinovial y selar lo cual facilita el movimiento de la clavícula en los planos frontal y horizontal. Aunque también es posible cierto grado de rotación al eje longitudinal de la clavícula. El término selar alude a una curvatura de tipo cóncava de una articulación, se aplica por sobre la curva convexa de la otra. Es considerada bastante móvil, de poca firmeza y susceptible a luxaciones (26).

2.2 Biomecánica de Hombro

El hombro es una enartrosis constituida por una superficie cóncava y otra convexa, es extremadamente móvil y está formada principalmente por músculos y tendones cuyas funciones contrastan con la laxitud de la cápsula y los ligamentos para sostener correctamente la unión articular (27). Es poseedor, además, de tres sentidos del movimiento: extensión, flexión y abducción. La extensión tiene una amplitud entre 45-50° y para lograrlo la articulación escapulotorácica rota hacia abajo de forma activa con la ayuda de los músculos dorsal ancho y

redondo mayor mientras que de forma pasiva lo realizan el deltoides, tríceps y redondo mayor (27).

En el caso de la flexión, se realiza en torno a los 180° , con el actuar de musculatura activa de deltoides y coracobraquial, de forma pasiva el pectoral mayor, supraespinoso y el bíceps. En el caso del movimiento gradual entre 0 y 90° , actúa la articulación escapulohumeral, el fascículo anterior del deltoides, el fascículo superior del pectoral mayor y el coracobraquial, pero para cumplir con los 90° , $120/150^\circ$ hasta los 180° realizan las articulaciones escapulohumeral y escapulotorácica (28).

En el caso de la abducción, la amplitud es de 180° con musculatura activa soportada por el deltoides y supraespinoso. Y de forma pasiva serrato mayor y bíceps. Para los grados entre 0° y $60/90^\circ$ interactúa la articulación escapulohumeral, el músculo supraespinoso y el fascículo medio del deltoides. Entre los $60/90^\circ$ hasta $120/150^\circ$ actúa la escapulotorácica, con uso de los músculos trapecio y serrato anterior. Mientras que de $120/150^\circ$ hasta los 180° entran en función la articulación escapulohumeral y la escapulotorácica (28).

Por otro lado, la rotación es un movimiento que se produce en torno al eje vertical y plano horizontal. En el caso de la rotación externa, ocurre cuando la palma de la mano se aleja del cuerpo entre $80-85^\circ$ los músculos que actúan efectuando el movimiento son: infraespinoso, redondo menor y el deltoides. En el caso de la rotación interna, se estima que es la unión de tres elementos: la flexión de la articulación escapulohumeral, la separación de la articulación escapulohumeral Cabe reseñar que, con el fin de poder alcanzar la mayor amplitud posible, tres fases de tipo fisiológicas entran a formar parte: una primera en la cual actúa la porción anterior del pectoral mayor con el deltoides su porción clavicular. Posteriormente la subescapular y el dorsal ancho con el redondo mayor, para la segunda y tercera fase, respectivamente (28).

2.3 Goniometría

La Goniometría deriva del griego gonion (ángulo) y metron (medición), es decir es la disciplina que se encarga de estudiar la medición de los ángulos. Su aplicación en la medicina tiene dos objetivos fundamentales (29):

- Evaluar la posición de una articulación en el espacio, que permite objetivizar y cuantificar la ausencia de movilidad de una articulación.
- Evaluar el arco de movimiento de una articulación en cada uno de los tres planos del espacio.

La goniometría es un procedimiento estático que cuantifica el arco de movimiento de una articulación en cada uno de los tres planos del espacio; constituye una parte esencial de la

exploración detallada de las articulaciones y las partes blandas que las rodean, mide distancias angulares entre las posiciones de un segmento siendo así el objetivo principal, evaluar la posición de una articulación en el espacio (30).

2.4 Goniometría Universal

La GU con mayor frecuencia utiliza como instrumento de evaluación el goniómetro universal, el mismo que posee un cuerpo que es transportador de 180° o 360°, un punto central denominado eje, un brazo fijo que forma una sola pieza con el cuerpo y un brazo móvil que gira libremente alrededor del eje del cuerpo señalando la medición en grados. Se debe considerar ante cualquier medición el tipo de articulación, la integralidad de los elementos anatómicos, la colaboración del evaluado durante la medición y el brazo fijo no debe acompañarse con el movimiento de la articulación a medir (31).

El goniómetro, es un equipo barato, de fácil transportación y empleo, representa el instrumento más utilizado para medir angulaciones, teniendo una fiabilidad y validez en las mediciones muy alta, en el orden de 0,91 a 0,98, teniendo en cuenta el movimiento a evaluar (3). Los factores que afectan negativamente una correcta medición, disminuyendo la precisión y fiabilidad de la GU es la mala ubicación de la referencia anatómica, mal empleo del goniómetro a la hora de ubicar el brazo fijo y el brazo móvil, la variabilidad a la hora de colocar la extremidad del sujeto a medir, y por supuesto la experiencia y habilidad del evaluador (4).

2.5 Goniometría Digital

La transformación digital está relacionada con los grandes cambios que la Tecnología de la Información y de la Comunicación (TIC) está produciendo, en las plataformas digitales, internet, genética, nanotecnología, robótica e inteligencia artificial (IA).

La transformación digital llegó a la medicina de la mano de prácticas denominadas telemedicina definida según La Organización Mundial de la Salud (OMS) como la prestación de servicios y atención médica por todos los profesionales de la salud, mediante el uso de tecnologías de comunicación e intercambio de información válidas, tanto para diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades y lesiones (32).

En los últimos años, a partir del avance de la tecnología, el profesional de la salud cuenta con más de 20 aplicaciones móviles para evaluar la movilidad de cualquier articulación del cuerpo. Estos avances, por su fácil empleo, son cada vez más usados en la práctica diaria, agilizando el proceso de medición e interpretación y aumentando la precisión, permitiendo impartir de una forma innovadora la rehabilitación a pacientes que presenten limitaciones musculoesqueléticas (4).

Es por ello que la goniometría digital (GD) está siendo cada vez más utilizada en la práctica clínica, pues supone una herramienta rápida, precisa y fácil de interpretar ya que, en un esfuerzo por mejorar la validez y fiabilidad de la medición del ROM, numerosas tecnologías han desarrollado goniómetros alternativos (30,33).

La app G-Pro fue diseñada en colaboración con proveedores de cuidados de salud con el propósito de desarrollar una herramienta confiable y fácil de usar, se ha sometido a pruebas exitosas en ortopedia, quiropráctica y fisioterapia permitiendo guardar hasta doce lecturas en la memoria interna de la aplicación, así como acceder a la ayuda integrada y evaluar la eficacia del tratamiento; aportando de esta manera en las evaluaciones iniciales, reevaluaciones y consultas de rutina, permitiendo que los pacientes vean su evolución al plan de tratamiento; funciona como un inclinómetro digital de gravedad, posee un chip de acelerómetro del dispositivo que calcula el ángulo de rotación y que permite obtener medidas precisas del ROM. El punto de 0° relativo puede establecerse hasta diez veces, luego de lo cual solo podrán medirse los ángulos relativos al punto 0° del dispositivo. Las pruebas de laboratorio han resultado en tolerancias de $\pm 0,2^\circ$ y $\pm 0,3^\circ$ según el dispositivo utilizado (34).

2.6 Salud Laboral

Según datos proporcionados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) los trastornos musculoesqueléticos son uno de los problemas más importantes de salud en el trabajo, tanto en los países desarrollados industrialmente como en los en vías de desarrollo, lo que implica costos elevados e impacto en la calidad de vida (35).

Según la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, estos trastornos afectan a una cuarta parte de la población que sufren dolor siendo 25% de espalda y 23% musculares. La OIT establece que las consecuencias de la sobrecarga muscular dependen de: grado de carga, contracciones estáticas o dinámicas, intensidad y características fisiológicas del individuo (36).

Los factores de riesgo ergonómicos y no ergonómicos de los trastornos musculoesqueléticos se caracterizan por presentar: posturas forzadas e inadecuadas, trabajo muscular estático sobre una estructura corporal que debe mantenerse en una sola posición luchando contra la gravedad con contracciones musculares mantenidas mientras que el dinámico mediante la repetición de una actividad a lo largo del tiempo con las mismas estructuras, impide que estas se recuperen e implica un riesgo más elevado de lesiones, reduciendo la capacidad de trabajo (37).

Usar un método de medición confiable y reproducible entre los profesionales de la salud y el paciente es beneficioso para monitorear el efecto de diferentes intervenciones (1).

Capítulo III

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

- Comparar el rango de movimiento articular con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal en la flexoextensión de la articulación glenohumeral en el personal operativo de Continental S.A.

3.2 Objetivos específicos

- Describir los resultados de la valoración del rango de movimiento articular con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal.
- Correlacionar las medidas de tendencia central y de dispersión obtenidas con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal.
- Desarrollar un protocolo para la utilización de la app Goniometer Pro® en la flexoextensión de la articulación glenohumeral.

Capítulo IV

4. Diseño metodológico

4.1 Tipo De Estudio

Se realizó un estudio de tipo analítico transversal.

4.2 Área De Estudio

Empresa Continental S.A.

4.3 Universo y Muestra

El universo estuvo conformado por los trabajadores de la empresa Continental S.A. La muestra fue tomada de las áreas de inspección, tramming, lubricación y vulcanización, sumando un total de 50 sujetos, que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión.

4.4 Criterios de Inclusión y Exclusión

4.4.1 Criterios de Inclusión

- Trabajadores de la empresa Continental S.A de las áreas de inspección, tramming, lubricación y vulcanización, durante el periodo septiembre 2022 - febrero 2023.
- Trabajadores de la empresa Continental S.A del área operativa que voluntariamente desearon ser parte del estudio y firmaron el consentimiento informado.

4.4.2 Criterios de Exclusión

- Participantes que presentaron dolor en las regiones de la articulación glenohumeral en el momento de la medición.
- Participantes que en los últimos 14 días hayan presentado síntomas de Covid-19 o hayan tenido contacto estrecho.

4.5 Variables (Anexo 1)

- Variables independientes.
 - Sexo
 - Edad cronológica
- Variables dependientes.
 - Flexoextensión de la articulación glenohumeral
 - Goniometría universal
 - Goniometría digital

4.6 Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de información

4.6.1 Método

Se realizó una revisión de la literatura científica para recopilar información y elaborar el marco teórico, analizando diferentes estudios que han validado la fiabilidad y la validez de los goniómetros digitales en comparación a los universales.

4.6.2 Técnica

Se evaluó la flexoextensión de la articulación Glenohumeral de los trabajadores de la empresa Continental S.A, para ello se utilizó un goniómetro universal y la app Goniometer Pro® instalada en un dispositivo móvil con sistema operativo Android 12. Los datos recolectados fueron registrados en una ficha diseñada para el estudio y posteriormente se analizó en el programa estadístico SPSS versión 29.

4.6.3 Instrumentos

Instrumentos para la recolección de la información:

- Consentimiento informado / **(ver anexo 4)**
- Ficha de recolección de datos **(ver anexo 5)**

4.6.4 Procedimientos

Autorización: Para poner en marcha el estudio se solicitó la autorización mediante oficio al gerente de la empresa Continental S.A. **(ver anexo 2 y 3)**

Capacitación: Los autores del presente estudio realizaron una búsqueda sistemática de literatura científica acerca de la problemática de estudio y se instruyeron de él. Se capacitaron de forma práctica realizando un simulacro de la recolección de datos con las dos herramientas para así obtener mayor pericia al momento de la toma de datos para el proyecto de investigación.

Supervisión: Los avances realizados durante la elaboración del estudio fueron revisados y guiados por la tutora de tesis, Mg. Ana Lucía Zeas Puga.

Proceso: Posterior a la aprobación del protocolo de investigación por el COBIAS, se llevaron a cabo los siguientes procedimientos:

- Se socializó a los participantes el objetivo de la investigación y se les solicitó firmar el consentimiento informado en caso de desear participar voluntariamente en el estudio.
- Como herramientas de medición se utilizó la aplicación Goniometer Pro® versión 29 instalada en un dispositivo móvil con sistema operativo Android 12.
- La aplicación fue calibrada siguiendo los procedimientos recomendados por la misma.

- La evaluación se llevó a cabo en el personal de las áreas de inspección tramming, lubricación y vulcanización de la empresa Continental S.A.
- La medición fue realizada por ambos autores con la finalidad de evitar el sesgo; es por ello que el primer autor midió el rango de movimiento con la aplicación Goniometer Pro® y el segundo con el goniómetro universal.
- Con la finalidad de obtener una mayor precisión al momento de la medición con la app Goniometer Pro®, se colocó al participante en el brazo un soporte tipo banda para el celular.
- Partiendo de la posición de reposo (0°), se le solicitó al paciente que realice de forma activa el movimiento, registrando el resultado arrojado por la aplicación Goniometer Pro®.
- Posteriormente se le retiró del brazo el soporte para celular y se procedió a tomar las mediciones con el goniómetro universal.
- Cada investigador dispuso de una hoja de registro la cuál fue diseñada para el estudio, donde se registró el valor obtenido.
- Los resultados obtenidos se colocaron mediante códigos alfanuméricos para respetar la confidencialidad y privacidad de los participantes.
- Se procesaron los datos en el programa estadístico SPSS versión 29.
- Finalmente se procedió a la elaboración del informe final.

4.6.5 Plan de análisis y tabulación

Con los datos obtenidos se creó una base de datos en Excel la misma que fue procesada en el programa estadístico SPSS versión 29 para Windows, los datos se relacionaron mediante el índice de correlación intraclase (ICC) y para las correlaciones existentes entre las dos herramientas utilizadas se obtuvo el valor de la correlación de Pearson.

4.6.6 Aspectos éticos

- Inicialmente se solicitó la autorización al gerente de la empresa Continental S.A.
- Posteriormente se les instruyó a los participantes el propósito del estudio, los beneficios y riesgos del mismo, las personas que deseaban participar en el estudio tuvieron que firmar previamente un consentimiento informado el cuál fue obtenido en el sitio web de la Universidad de Cuenca en el apartado COBIAS. **(Anexo 4)**
- **Protección de la población:** durante el proceso de evaluación se protegió la integridad y seguridad de los participantes a través del acompañamiento por parte de los investigadores, quienes tomaron las precauciones necesarias para evitar cualquier riesgo, aunque sea mínimo.

- **Confidencialidad:** los datos obtenidos fueron manejados con absoluta confidencialidad, garantizando la privacidad de los mismos. Toda la información obtenida de la investigación fue utilizada exclusivamente con fines académicos, en donde sólo los investigadores y la Universidad de Cuenca pudieron acceder, tomando las medidas necesarias para garantizar su anonimato.
- **Declaración de conflicto de interés:** este procedimiento estuvo sujeto a la voluntad del participante, por lo tanto, el participante estaba en todo su derecho de retirarse del estudio cuando estime conveniente.

Riesgo beneficio: El estudio se basó en la medición del ROM de la articulación glenohumeral en los movimientos de flexiónextensión mediante un goniómetro universal y la app Goniometer Pro®, por lo que no existía riesgos físicos, sin embargo, existía la remota posibilidad de riesgos de contaminación microbiológica adquirida por los diferentes instrumentos de medición, como protocolo de bioseguridad se desinfectó cada instrumento después de cada medición. Los datos obtenidos en la investigación sirvieron de referencia a profesionales de la salud interesados en el tema como son fisioterapeutas e investigadores y al mismo tiempo se produjo una retroalimentación para la empresa ya que esta posee bases de datos con características fisiológicas de cada trabajador.

Capítulo V

5. Resultados

Tabla 1. Valoración del rango de movimiento articular con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal.

RANGO DE MOVIMIENTO ARTICULAR	Media	Desviación estándar
Goniometer Pro®		
FLEXIÓN	127,7 ⁰	23,29 ⁰
EXTENSIÓN	28,44 ⁰	8,46 ⁰
Goniometría Universal		
FLEXIÓN	126,9 ⁰	23,86 ⁰
EXTENSIÓN	28,54 ⁰	8,49 ⁰

Fuente: Ficha de recolección de datos

Autores: Dayana Teresa Torres Segarra y William Augusto Yanza Crespo

En el presente estudio se observó que los valores obtenidos utilizando la aplicación Goniometer Pro® en el movimiento de flexión oscilaron entre un valor mínimo de 50° y un máximo de 177,50, mientras que utilizando la goniometría universal, los valores oscilaron entre un mínimo de 47° y un máximo de 179,5°. En el movimiento de extensión al usar la aplicación Goniometer Pro® se obtuvo un rango mínimo de 8° y un máximo de 50,5°, utilizando la goniometría universal el rango fue de un valor mínimo de 10,5° mientras que el máximo fue de 51°.

Empleando ambos instrumentos de evaluación se concluyó que no existe una diferencia significativa en la media, ya que en el movimiento de flexión obtuvimos como resultado 0,8° mientras que para el movimiento de extensión el valor fue de 0,1°.

Tabla 2. Correlaciones intraclase para las mediciones tomadas con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal.

CORRELACIONES INTRACLASE	COEF	p
Goniometer Pro®		
FLEXIÓN	0,998	< 0,001
EXTENSIÓN	0,989	< 0,001
Goniometría Universal		
FLEXIÓN	0,990	< 0,001
EXTENSIÓN	0,953	< 0,001

Fuente: Ficha de recolección de datos

Autores: Dayana Teresa Torres Segarra y William Augusto Yanza Crespo

En el presente estudio según la clasificación de Keijser (1), la correlación intraclase de los parámetros medidos con la aplicación Goniometer Pro® y al valorar con la goniometría universal se consideran excelentes con valores superiores a 0.75 resultando de alta significación estadística ($p < 0,05$), sin embargo, fue ligeramente inferiores utilizando la aplicación.

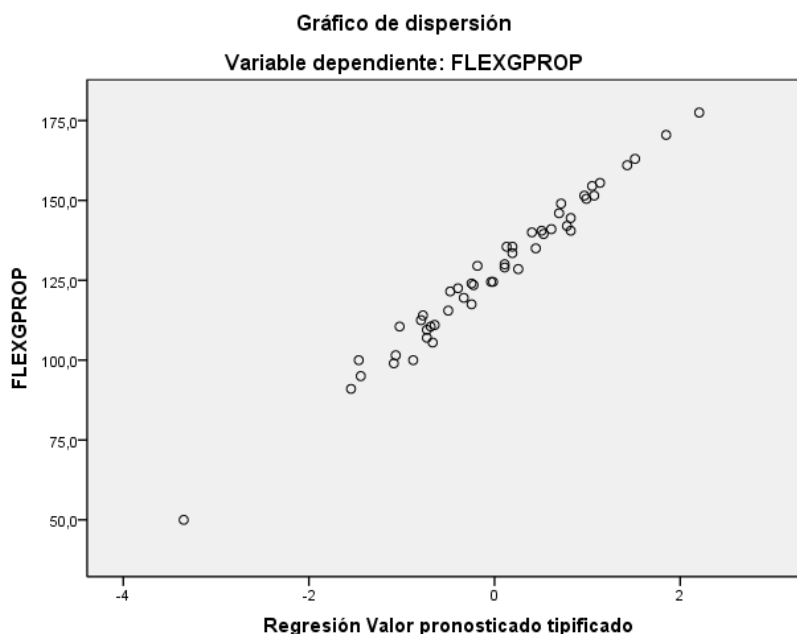
Tabla 3. Correlación entre las medidas tomadas empleando la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal.

CORRELACIÓN DE PEARSON	COEF	p
FLEXIÓN	0,990	< 0,001
EXTENSIÓN	0,938	< 0,001

Fuente: Ficha de recolección de datos

Autores: Dayana Teresa Torres Segarra y William Augusto Yanza Crespo

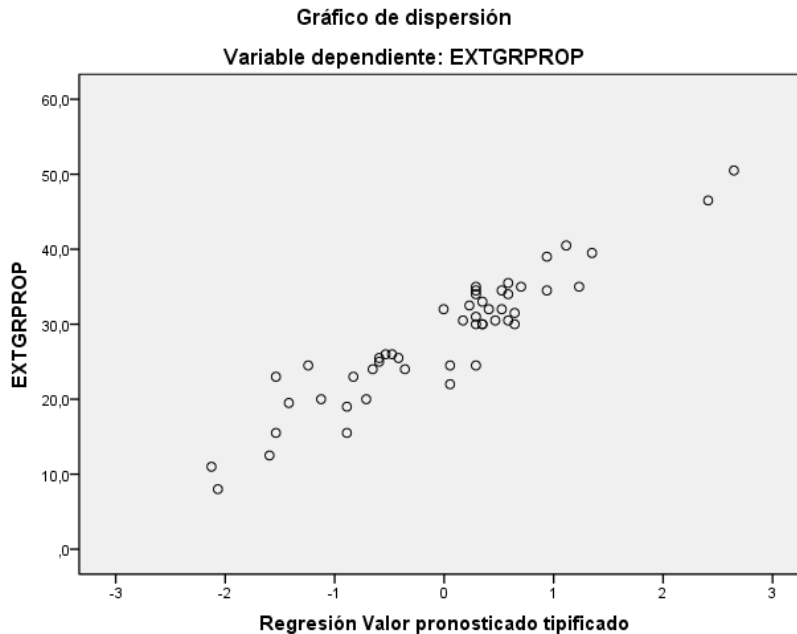
Figura 1. Modelo de dispersión para la flexión.



Fuente: Ficha de recolección de datos

Autores: Dayana Teresa Torres Segarra y William Augusto Yanza Crespo

Figura 2 Modelo de dispersión para la extensión.



Fuente: Ficha de recolección de datos

Autores: Dayana Teresa Torres Segarra y William Augusto Yanza Crespo

Los valores de correlación entre ambas formas de medición son estadísticamente muy significativos ($p < 0,05$), con valores por encima de 0,9 del coeficiente de correlación de Pearson, aunque para la flexión fueron aún mayores 0,99 por 0,938 que para la extensión. La dispersión es muy pequeña para la flexión como se puede observar en el **Figura 1** y un poco mayor para la extensión en el **Figura 2**.

Capítulo VI

6. Discusión

El rango de movimiento articular, se evalúa a partir de la estimación visual de un examinador o el uso de un goniómetro universal. Entre los posibles métodos de medición alternativos se encuentran las aplicaciones para teléfonos inteligentes, una de ellas es Goniometer Pro®. Estos dos métodos fueron los empleados en este estudio.

El rango de movimiento articular calculado utilizando la aplicación Goniometer Pro® mostró para la flexión, una media de $127,7 \pm 23,29^\circ$, mientras que para la extensión, una media de $28,44 \pm 8,46^\circ$. Estos valores dependen mucho de las características propias de las personas (sexo, edad, musculatura y estado nutricional) y el estado físico de la articulación (presencia de lesiones previas).

Pino *et al.* (38), refieren que, en su estudio realizado en 102 personas, el ángulo formado entre la posición 0 y la posición final de flexión y extensión, consideran los valores normales en el movimiento de flexión de $0-150^\circ/170^\circ$ y en el de extensión de $0-40^\circ$, corroborando que los valores de flexión obtenidos en nuestra población de estudio de 50 personas fueron de $126,9^\circ \pm 23,86$ mientras que en el movimiento de extensión fue de $28,54^\circ \pm 8,49$.

En nuestra investigación, las correlaciones intraclase para las mediciones, tomadas con la aplicación Goniometer Pro® fueron excelentes según la clasificación de Keijser (1), presentado valores de 0,99 para el movimiento de flexión mientras que para el movimiento de extensión de 0,98 comprobando que los resultados de nuestra investigación son superiores a los obtenidos por Alba en su estudio (39), que indica valores en la flexión de 0,99 y en la extensión de 0,87. En general, todos refuerzan la alta fiabilidad de los dispositivos smartphones como instrumentos de medición de ángulos, tanto en los resultados interobservador (10,40) como intraobservador (40,41,42), reforzando lo obtenido en la presente investigación. De igual manera Werner *et al.* (43), en su estudio realizado en 24 personas indican que la fiabilidad interobservador mostró una correlación significativa, con valores medios del coeficiente de correlación intraclase de 0,69 para la goniometría universal y de 0,80 con la aplicación. Los examinadores tuvieron una concordancia excelente con la goniometría universal con 0,98.

El rango de movimiento articular utilizando la Goniometría Universal arrojó que, para la flexión, los valores tuvieron una media de $126,9 \pm 23,86^\circ$, mientras que para la extensión, el promedio fue de $28,54 \pm 8,49^\circ$. En ambos casos se presentaron varios sujetos con valores por encima de lo considerado normal. Esto demuestra que, los valores extremos obtenidos no son causa de errores de medición, sino que los sujetos muestran anomalías fisiológicas.

En la investigación de Keijsers *et al.* (1), obtuvieron una fiabilidad interobservador de la goniometría universal moderada a buena, oscilando entre 0,40 y 0,71 y la fiabilidad intra observador de moderado a excelente, con un rango de 0,47 a 0,84, en otras investigaciones la ICC estaban por encima de 0,70 (44). En la presente investigación el ICC en flexión fue de 0,99 y en extensión de 0,95, siendo estos excelentes (valores mayores de 0,75) tanto para la flexión como la extensión, aunque ligeramente inferiores a las que se obtuvieron empleando la aplicación.

Por otro lado, Van Rijn, encontró en su estudio que cuando los examinadores no tienen una preparación previa en el empleo del goniómetro, se pueden registrar errores de hasta 11,5° (45). Por lo tanto, al emplear este instrumento se debe manejar con mucho cuidado desde el mismo momento de su ubicación, ya que a partir de ahí comienzan los errores (46), incluso puede verse esto en personas experimentadas cuando han realizado continuas mediciones y el agotamiento los afecta siendo esto los factores que afectan a la medición (38). Es importante señalar que estos factores no estuvieron presentes en este estudio, ya que los investigadores se capacitaron con el uso de los instrumentos mediante un simulacro de la recolección el mismo que les ayudó a perfeccionar la colocación de los goniómetros y a habituarse al número de mediciones.

Al evaluar los resultados empleando el goniómetro universal y la aplicación Goniometer Pro se constató que los valores de correlación entre ambos instrumentos de medición fueron estadísticamente muy significativos ($p < 0,05$), con valores superiores al 0,90 del coeficiente de correlación de Pearson, cabe mencionar que para el movimiento de flexión, la dispersión fue aún mayor, con 0,99 a diferencia del movimiento de extensión, con 0,938, corroborando que la dispersión fue muy pequeña para la flexión y un poco mayor para la extensión.

Capítulo VII

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

Según los hallazgos obtenidos en nuestro estudio, se determinó que las correlaciones intraclase para las mediciones tomadas con la aplicación Goniometer Pro® y el goniómetro universal según la clasificación de Keijser (1) fueron excelentes, tanto para la flexión con valores de 0,998 y 0,990 mientras que para el movimiento de extensión los valores fueron de 0,989 y 0,953. Mientras que los valores de correlación entre ambas formas de medición son estadísticamente muy significativos, sobre todo para la extensión con valores aún mayores a 0,99, esto demuestra que ambos métodos son igual de válidos y muy útiles en la valoración del rango de movimiento articular, mostrando así que la goniometría universal tiene una fiabilidad de 0,990 y una validez de 0,976; mientras que la aplicación Goniometer Pro® posee una fiabilidad de 0,993 y una validez de 0,992 (47).

Finalmente podemos concluir que en este estudio tanto la aplicación Goniometer Pro® como el goniómetro universal son herramientas fiables con una elevada exactitud en la medición del rango de movimiento articular en la flexoextensión de la articulación glenohumeral, siendo ligeramente superior los datos obtenidos con la aplicación.

Es importante señalar que para poder replicar el presente estudio, los autores elaboraron un protocolo en dónde se detalla los pasos a seguir para que el usuario pueda aplicar al realizar los movimientos estudiados (**anexo 6**).

7.2 Recomendaciones

- Realizar un estudio que compare la fiabilidad y la validez de la goniometría universal y la aplicación Goniometer Pro®.
- Impulsar investigaciones sobre el uso de la goniometría digital y la goniometría universal por parte de los estudiantes y profesionales de fisioterapia debido a su utilidad al momento de la evaluación y tratamiento.
- Se sugiere considerar para futuras investigaciones el tamaño de la muestra, ya que de esta forma los resultados pueden ser generalizados a una población mayor.
- Realizar talleres y cursos de capacitación en el empleo del goniómetro digital al personal de salud para que esta actividad pueda generalizarse en las entidades de salud.
- Promover el uso de la aplicación Goniometer Pro® en la práctica clínica.
- Validar el protocolo realizado por los autores para el uso de la aplicación Goniometer Pro®.

Referencias

1. Keijsers R, Zwerus EL, van Lith DRM, Koenraadt KLM, Goossens P, The B, et al. Validity and Reliability of Elbow Range of Motion Measurements Using Digital Photographs, Movies, and a Goniometry Smartphone Application. *J Sports Med.* 29 de noviembre de 2018;2018:1-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30631776/>
2. Johnson LB, Sumner S, Duong T, Yan P, Bajcsy R, Abresch RT, et al. Validity and reliability of smartphone magnetometer-based goniometer evaluation of shoulder abduction – A pilot study. *Man Ther.* diciembre de 2015;20(6):777-82. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25835780/>
3. Faramarzi Kohneh Shahri Y, Ghani Zadeh Hesar N. Validity and reliability of smartphone-based Goniometer-Pro app for measuring the thoracic kyphosis. *Musculoskelet Sci Pract.* octubre de 2020;49:102216. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32861369/>
4. Pourahmadi MR, Taghipour M, Jannati E, Mohseni-Bandpei MA, Ebrahimi Takamjani I, Rajabzadeh F. Reliability and validity of an iPhone[®] application for the measurement of lumbar spine flexion and extension range of motion. *PeerJ.* 23 de agosto de 2016;4:e2355. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27635328/>
5. Werner BC, Holzgrefe RE, Griffin JW, Lyons ML, Cosgrove CT, Hart JM, et al. Validation of an innovative method of shoulder range-of-motion measurement using a smartphone clinometer application. *J Shoulder Elbow Surg.* noviembre de 2014;23(11):e275-82. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24925699/>
6. Pino-Sánchez J, Tapia-Claudio O, Merino-Salazar P, Campos-Villalta Y. Estudio comparativo entre la anamnesis y la ergonometría en la detección de limitaciones biomecánicas por sintomatología musculoesquelética. *Investig Clínica.* 1 de marzo de 2021;62(1):52-62. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/investigacion/citationstylelanguage/get/modern-language-association?submissionId=35560>
7. Mejia-Hernandez K, Chang A, Eardley-Harris N, Jaarsma R, Gill TK, McLean JM. Smartphone applications for the evaluation of pathologic shoulder range of motion and shoulder scores—a comparative study. *JSES Open Access.* marzo de 2018;2(1):109-14. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30675577/>
8. Svensson M, Lind V, Löfgren Harringe M. Measurement of knee joint range of motion with a digital goniometer: A reliability study. *Physiother Res Int.* abril de 2019;24(2):e1765. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30589162/>
9. López-Mejía R, Ramales-Montes EM, Ley-Silva LS, Romero-Sansalvador CY, Gutiérrez-Gabriel I. [Quality of life, depression and its relation to the severity in psoriasis]. *Rev Medica Inst Mex Seguro Soc.* 2 de mayo de 2022;60(3):315-20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35763389/>
10. Hancock GE, Hepworth T, Wembridge K. Accuracy and reliability of knee goniometry methods. *J Exp Orthop.* diciembre de 2018;5(1):46. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30341552/>

11. Kırkaya I, Kaçoğlu C, Şenol B. Reliability and concurrent validity of Iphone®level application for measuring lower limb active flexion and extension range of motions in physical education students. *Phys Educ Stud.* 30 de junio de 2021;25(3):164-71. Disponible en: <https://sportedu.org.ua/index.php/PES/article/view/1449>
12. Kuegler P, Wurzer P, Tuca A, Sendlhofer G, Lumenta DB, Giretzlehner M, et al. Goniometer-apps in hand surgery and their applicability in daily clinical practice. *Saf Health.* diciembre de 2015;1(1):11. Disponible en: <https://safetyinhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40886-015-0003-4>
13. Mehta SP, Bremer H, Cyrus H, Milligan A, Oliashirazi A. Smartphone goniometer has excellent reliability between novice and experienced physical therapists in assessing knee range of motion. *J Bodyw Mov Ther.* enero de 2021;25:67-74. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33714514/>
14. Sahid M, Pratiwi A, Afradisa C, Ajjauza F. Reliability and Validity of the Digital Goniometry to Determining Active Shoulder Range of Motion in Occupational Therapy Contextual Learning Strategy Using Digital Technology. *Int Conf Educ 2019 [Internet].* 2019;2. Disponible en: <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/ICE/article/view/6176>
15. Bobsin ET, Brehm TE, Silva GG, Mengue LF, Carlos AE, Dohnert MB, et al. Confiabilidade de um aplicativo de goniometria para dispositivo móvel (Android). *Acta Fisiátrica [Internet].* 31 de marzo de 2019 [citado 11 de noviembre de 2022];26(1). Disponible en: <https://www.revistas.usp.br/actafisiatrica/article/view/163302>
16. Shakoor A. Reliability of Shoulder Mobility Using A Goniometer In Patients With Rotator Cuff Tendinopathy. *PJPT [Internet].* 2021;4(4). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33714514/>
17. Ruiz Ibán MA, Alonso Güemes S, Ruiz Díaz R, Asenjo Gismero CV, Lorente Gomez A, Diaz Heredia J. Evaluation of the inter and intraobserver reproducibility of the GRASP method: a goniometric method to measure the isolated glenohumeral range of motion in the shoulder joint. *J Exp Orthop.* diciembre de 2021;8(1):37. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8124032/>
18. De Arteche D, Santucci S, Marina E. Telemedicina en latinoamerica: caso Argentina, Bolivia y Colombia. *Rev Venez Gerenc.* 2020;25(91). Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/33176>
19. Latarjet M, Ruiz Liard A. Anatomía humana. 5ª ed. Buenos Aires: Panamericana; 2019. Disponible en: <https://books.google.co.ve/books?id=Gn64RKVTw0cC&printsec=frontcover&hl=es>
20. Martínez-García M, Bal-Alvarado M, Santos Guerra F, Ares-Rico R, Suárez-Gil R, Rodríguez-Álvarez A, et al. Telemedicina con telemonitorización en el seguimiento de pacientes con COVID-19. *Rev Clínica Esp.* noviembre de 2020;220(8):472-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7274600/>

21. Robert-Lachaine X, Marion P, Godbout V, Bleau J, Begon M. Elucidating the scapulo-humeral rhythm calculation: 3D joint contribution method. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 17 de febrero de 2015;18(3):249-58. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23654344/>
22. Xu X, Dickerson CR, Lin J hua, McGorry RW. Evaluation of regression-based 3-D shoulder rhythms. *J Electromyogr Kinesiol.* agosto de 2016;29:28-33. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641115001522>
23. Dayanidhi S, Orlin M, Kozin S, Duff S, Karduna A. Scapular kinematics during humeral elevation in adults and children. *Clin Biomech.* julio de 2005;20(6):600-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15885859/>
24. Ludewig PM, Reynolds JF. The Association of Scapular Kinematics and Glenohumeral Joint Pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther.* febrero de 2009;39(2):90-104. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19194022/>
25. Karduna AR, McClure PW, Michener LA. Scapular kinematics: effects of altering the Euler angle sequence of rotations. *J Biomech.* septiembre de 2000;33(9):1063-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10854878/>
26. Kapandji AI, Tubiana R. Fisiología articular: esquemas comentados de mecánica humana. 6ª ed., (5ª reimp.). Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2017.
27. Kaufmann RA, Wilps T, Musahl V, Debski RE. Elbow Biomechanics: Soft Tissue Stabilizers. *J Hand Surg.* febrero de 2020;45(2):140-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31870564/>
28. Chin K, Hussain S, Mazis G, Arya A. Clinical anatomy and biomechanics of the elbow. *J Clin Orthop Trauma.* septiembre de 2021;20:101485. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8258984/>
29. Taboada C. Goniometría: Una Herramienta para la Evaluación de las Incapacidades Laborales [Internet]. 2007. Disponible en: http://librodigital.sangregorio.edu.ec/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=9786
30. Ramirez R. Prevención de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la Rama Judicial de San Juan de Pasto. *CEI [Internet].* 2021;8(2). Disponible en: <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/2681>
31. Pincay M, Chiriboga G, Vega V. Posturas inadecuadas y su incidencia en trastornos músculo esqueléticos. *Rev Asoc Esp Espec Med Trab [Internet].* 2021;30(2). Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-62552021000200161
32. Sakata MSB, Wassmuth T, Ferreira LAB, Rossi LP. Analysis of the reliability of smartphone-based goniometric applications. *Man Ther Posturology Rehabil J.* 3 de septiembre de 2020;18:1-6. Disponible en: <https://submission-mtprehajournal.com/revista/article/view/793>
33. Litardo C, Ametrano MA, Aquino G, Bragagnolo R, Orlando A, Patrinos CM, et al. Concordancia entre la aplicación Clinometer® y el goniómetro para la medición de la flexión dorsal de tobillo en

sujetos sanos. Argent J Respir Phys Ther. 1 de julio de 2021;3(2):31-6. Disponible en: <https://revista.ajrpt.com/index.php/Main/article/view/118>

34. Pérez-de la Cruz S, de León ÓA, Mallada NP, Rodríguez AV. Validity and intra-examiner reliability of the Hawk goniometer versus the universal goniometer for the measurement of range of motion of the glenohumeral joint. Med Eng Phys. marzo de 2021;89:7-11. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33608127/>
35. de la Cruz O. La goniometría para evaluar la flexibilidad. Universidad&Ciencia [Internet]. 2021;10(3). Disponible en: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/1818/3068>
36. Reissner L, Fischer G, List R, Taylor WR, Giovanoli P, Calcagni M. Minimal detectable difference of the finger and wrist range of motion: comparison of goniometry and 3D motion analysis. J Orthop Surg. diciembre de 2019;14(1):173. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31182129/>
37. Bergh A, Lauridsen NG, Hesbach AL. Concurrent Validity of Equine Joint Range of Motion Measurement: A Novel Digital Goniometer versus Universal Goniometer. Animals. 19 de diciembre de 2020;10(12):2436. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33352686/>
38. Pino J. Limitaciones biomecánicas detectadas por goniometría y su correlación con la anamnesis médica en una empresa privada del Ecuador [Internet]. Quito; 2019. Disponible en: <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3531/3/PRESENTACION%20DEL%20ARTICULO.pdf>
39. Alba R. Fiabilidad y validez de las mediciones en hombro y codo: análisis de una aplicación de Android y un goniómetro / Reliability and validity of shoulder and elbow measurements: analysis of an Android application and a goniometer. Rehabilitación [Internet]. 2016; Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-152580>
40. Vohralik SL, Bowen AR, Burns J, Hiller CE, Nightingale EJ. Reliability and Validity of a Smartphone App to Measure Joint Range. Am J Phys Med Rehabil. abril de 2015;94(4):325-30. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25299533/>
41. Miranda S. Medición de los ángulos corporales mediante los sensores de un smartphone [Internet]. Valladolid; 2019. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/41668/TFG-O-1866.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
42. Jones A, Sealey R, Crowe M, Gordon S. Concurrent validity and reliability of the Simple Goniometer iPhone app compared with the Universal Goniometer. Physiother Theory Pract. octubre de 2014;30(7):512-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24666408/>
43. Werner BC, Holzgrefe RE, Griffin JW, Lyons ML, Cosgrove CT, Hart JM, Brockmeier SF. Validation of an innovative method of shoulder range-of-motion measurement using a smartphone clinometer application. J Shoulder Elbow Surg. 2014 Nov;23(11):e275-82. doi: 10.1016/j.jse.2014.02.030. Epub 2014 Jun 9. PMID: 24925699. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24925699/>

44. Zwerus EL, Willigenburg NW, Scholtes VA, Somford MP, Eygendaal D, van den Bekerom MP. Normative values and affecting factors for the elbow range of motion. *Shoulder Elb.* junio de 2019;11(3):215-24. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31210794/>
45. Van Rijn SF, Zwerus EL, Koenraadt KL, Jacobs WC, van den Bekerom MP, Eygendaal D. The reliability and validity of goniometric elbow measurements in adults: A systematic review of the literature. *Shoulder Elb.* octubre de 2018;10(4):274-84. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30214494/>
46. Felix J. Diseño de un electrogoniómetro para medir los ángulos de flexo-extensión y pronosupinación del codo [Internet]. Lima; 2022. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/23175>
47. Melián-Ortiz A, Varillas-Delgado D, Laguarda-Val S, Rodríguez-Aparicio I, Senent-Sanseguno N, Fernández-García M et al . Fiabilidad y validez concurrente de la app Goniometer Pro vs goniómetro universal en la determinación de la flexión pasiva de rodilla. *Acta ortop. mex.* 2019 Feb; 33(1): 18-23. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022019000100018&lng=es.%20%20Epub%2019-Mayo-2021.2018;10\(4\):274-84](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022019000100018&lng=es.%20%20Epub%2019-Mayo-2021.2018;10(4):274-84)

Anexos

Anexo A: Operacionalización de variables

Variable	Concepto	Dimensión	Indicador	Escala
Sexo	Características genotípicas de la persona	Genotipo	Cédula de identidad	Cualitativa nominal-dicotómica
				1 = Masculino 2 = Femenino
Edad	Edad cronológica de los individuos participantes en el estudio.	Años de vida	Cédula de identidad	Cuantitativa de intervalo-continua Rango de edad entre: 18-28 años 29-39 años 40-50 años 51-65 años
Flexoextensión	Movimiento que combina la flexión y la extensión de los músculos de una extremidad.	Ángulo obtenido	Goniómetro Universal	Cuantitativa de intervalo-continua
				Rango = 0°- 360°
Goniometría Universal	Es un semicírculo de 180 a 360° que sirve, específicamente, para medir ángulos	Ángulo obtenido	Goniómetro Universal	Cuantitativa de intervalo-continua
				Rango = 0°-360°

Goniometría Digital	Es un instrumento digital, que se trata de un aparato en forma de semicírculo o círculo graduado en 180° o 360° con los cuales podemos construir ángulos.	Ángulo obtenido	Goniometer Pro®	Cuantitativa de intervalo-continua
				Rango = 0° - 360°

Anexo B: Solicitud a la empresa Continental S.A



Ingeniero
Gustavo Malo.
VICEPRESIDENTE DE RELACIONES HUMANAS.
Su despacho.

De mi consideración

Reciba un cordial saludo, por medio del presente; yo, ANA LUCÍA ZEAS PUGA con CI. 0104645668, docente de la carrera de Fisioterapia de la Universidad de Cuenca y directora del proyecto de investigación denominado **“Fiabilidad y Validez de la aplicación Goniometer Pro® vs la Goniometría Universal en la flexo extensión de la articulación glenohumeral en la empresa Continental S.A. Cuenca septiembre 2022 - febrero 2023”**. a cargo de los estudiantes TORRES SEGARRA DAYANA TERESA con CI. 0150212199 y YANZA CRESPO WILLIAM AUGUSTO con CI. 0105946321; me permito solicitarle de la manera más comedida se nos autorice realizar las evaluaciones pertinentes en el personal que labora en esta prestigiosa empresa, y así llevar a cabo la investigación de pregrado antes mencionada. Además de aplicar todas las consideraciones bioéticas que exige el Comité de Bioética en Investigación del Área de la Salud (COBIAS) y considerando la emergencia sanitaria en la que nos encontramos, nos comprometemos a emplear todos los equipos y protocolos de bioseguridad establecidos por la OMS para evitar contagios por SARS-CoV-2.

La presente investigación será valiosa ya que los trastornos musculoesqueléticos son la principal causa de ausentismo laboral, por lo que se cree que una valoración a tiempo ayudaría a evitar la disminución en la productividad del trabajador y, por ende, se evitarían pérdidas para la empresa; es por esto que, durante la realización del proyecto de investigación los autores se comprometen que al momento de la valoración goniométrica también se brindan talleres enfocados a la ergonomía de los trabajadores ya que la ergonomía tiene como principal objetivo promover la salud y comodidad de los empleados, con la finalidad de lograr comodidad, seguridad e higiene laboral, promoviendo así la salud entre los trabajadores, consiguiendo que aumente considerablemente la satisfacción laboral.

Por la favorable acogida que le da al presente, anticipo nuestros agradecimientos.
Atentamente,

Mg. Ana Lucía Zeas P.
Docente de la Carrera de Fisioterapia.

Dayana Torres

Estudiante de Fisioterapia

William Yanza

Estudiante de Fisioterapia

Recibido 21/06/2022

Anexo C: Carta de compromiso de la empresa Continental S.A

UCUENCA

Cuenca 21 de junio del 2022

CARTA DE COMPROMISO

De mi consideración.

Yo Fabián Vásquez en su calidad de Gerente de Talento Humano y Desarrollo de la empresa Continental Tire Andina S.A, mediante la presente autorizo a los estudiantes Torres Segarra Dayana Teresa con CI. 0150212199 y Yanza Crespo William Augusto con CI. 0105946321, a desarrollar su proyecto de investigación titulado "Fiabilidad y validez de la aplicación Goniometer Pro® vs la Goniometría Universal en la flexo extensión de la articulación glenohumeral en la empresa Continental S.A. Cuenca septiembre 2022 - febrero 2023".



Ing. Fabián Vásquez

Gerente de Talento Humano y Desarrollo de la empresa Continental Tire Andina S.A

Anexo D: Consentimiento informado

Título de la investigación:

Valoración del rango de movimiento articular con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal en la flexoextensión de la articulación glenohumeral en el personal operativo de la empresa Continental S.A. Cuenca septiembre 2022 - febrero 2023.

	Nombres completos	# de cédula	Institución a la que pertenece
Investigador	William Augusto Yanza Crespo	0105946321	Universidad de Cuenca
Investigador	Dayana Teresa Torres Segarra	0150212199	Universidad de Cuenca
¿De qué se trata este documento?			
<p>Usted está invitado(a) a participar en este estudio que se realizará en la empresa Continental S.A en el periodo septiembre 2022 – febrero 2023. 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.</p>			
Introducción			
<p>La goniometría tiene como objetivo medir los rangos articulares y su propósito es determinar la presencia de disfunción articular, establecer objetivos diagnósticos, terapéuticos, monitorear y evaluar la efectividad de los tratamientos.</p> <p>El instrumento más utilizado es el goniómetro universal por presentar beneficios como: accesibilidad, bajo costo, seguridad y sencillez en el manejo; muestran un patrón básico, independientemente del material y tamaño, estos presentan un cuerpo que comprende una especie de transportador graduado en grados con rangos que van de 0° a 180° o de 0° a 360° con un eje, y dos: brazos fijo y móvil.</p> <p>Con el avance tecnológico se han podido implementar apps para teléfonos inteligentes que permiten medir el rango de movimiento, el uso de la goniometría digital ha comenzado a reemplazar a la goniometría universal, ya que algunos artículos mencionan que este es un método muy fiable, que cuenta con sensores equipados para medir los parámetros fisiológicos del movimiento de las articulaciones ya que constituye una herramienta rápida, precisa y de fácil interpretación.</p> <p>Goniometer Pro® fue diseñada con el propósito de desarrollar una herramienta confiable y fácil de usar; permite guardar hasta doce lecturas obtenidas de las mediciones del rango articular en la base de datos de la aplicación, evaluar la eficacia del tratamiento, es útil para evaluaciones iniciales, reevaluaciones, consultas de rutina y permite observar su evolución al plan de tratamiento.</p>			
Objetivo del estudio			
<p>Este estudio se realiza con el fin de comparar el rango de movimiento articular con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal en la flexoextensión de la articulación glenohumeral en el personal operativo de Continental S.A.</p>			

Descripción de los procedimientos
<p>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:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inicialmente, 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 la aplicación Goniometer Pro® instalada en un dispositivo móvil. La aplicación se calibrará siguiendo los procedimientos recomendados por la misma. 3. La evaluación se llevará a cabo en la empresa Continental S.A. 4. La medición será realizada por ambos autores para evitar el sesgo. 5. Con la finalidad de obtener una mayor precisión al momento de la medición con la app Goniometer Pro®, se colocará al participante en el brazo un soporte tipo banda para el celular. 6. Los participantes deben contar con ropa cómoda con el fin de evitar limitaciones en la movilidad debido a elementos externos. 7. Partiendo de la posición de reposo (0°), se le solicitará al paciente que realice de forma activa el movimiento, registrando el resultado arrojado por la aplicación Goniometer Pro®. 8. Posteriormente se medirá con el Goniómetro Universal. 9. Cada investigador dispondrá de una hoja de registro diseñada para el estudio, donde se anotará el valor obtenido. 10. Los resultados obtenidos se registrarán mediante códigos alfanuméricos para respetar la confidencialidad y privacidad de los participantes. 11. Se procesarán los datos en el programa estadístico SPSS versión 15. 12. Finalmente se procederá a la elaboración del informe final.
Riesgos y Beneficios
<p>El estudio requiere medir la flexoextensión de la articulación glenohumeral mediante un goniómetro universal y la app Goniometer Pro®, por ello no trae consigo riesgos físicos, sin embargo, podría existir la remota posibilidad de riesgos de contaminación microbiológica adquirida por los diferentes instrumentos de medición, como protocolo de bioseguridad se desinfectará cada instrumento después de cada medición. Es posible que este estudio no traiga beneficios directos para usted, sin embargo, al final de esta investigación, la información que se generará servirá de referencia a profesionales de la salud interesados en el tema como son los fisioterapeutas e investigadores y al mismo tiempo se producirá una retroalimentación para la empresa ya que esta posee bases de datos con características fisiológicas de cada trabajador.</p>
Otras opciones si no participa en el estudio
<p>Es importante conocer que la participación en el presente estudio es absolutamente voluntaria; esto quiere decir que si usted lo desea puede negarse a participar. Si usted accede a brindarnos su colaboración, esta servirá como una contribución para el desarrollo del conocimiento fisioterapéutico.</p>
Derechos de los participantes (debe leerse todos los derechos a los participantes)
<p>Usted tiene derecho a:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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;

<ol style="list-style-type: none"> 7. Tener acceso a los resultados de las pruebas realizadas durante el estudio. 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 los datos que se hayan obtenido de usted; si procede. 13. Usted no recibirá ningún pago ni tendrá que pagar absolutamente nada por participar en este estudio. 		
Información de contacto		
<p>Si usted tiene alguna pregunta sobre el estudio por favor llame al siguiente teléfono 0981163434 que pertenece a William Augusto Yanza Crespo o envíe un correo electrónico a william.yanza@ucuenca.edu.ec también puede llamar al 0983712088 perteneciente a Dayana Teresa Torres Segarra o a su correo dayana.torres@ucuenca.edu.ec</p>		
<p>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.</p>		
Nombres completos del/la participante	Firma del/la participante	Fecha
Nombres completos del/ la investigador/a	Firma del/la investigador/a	Fecha
Nombres completos del/ la investigador/a	Firma del/la investigador/a	Fecha
<p>Si usted tiene preguntas sobre este formulario puede contactar al Dr. José Ortiz Segarra, Presidente del Comité de Bioética de la Universidad de Cuenca, al siguiente correo electrónico: jose.ortiz@ucuenca.edu.ec</p>		

Anexo E: Ficha de recolección de datos

Nombres

Código

Ficha de recolección de datos								
Fecha de evaluación en formato dd/mm/aaaa: □□/□□/□□□□	Formulario N° □□□□□	Evaluador WY□ DT□						
Fecha de nacimiento en formato dd/mm/aaaa □□/□□ /□□□□								
Sexo.	Masculino <input type="checkbox"/>	Femenino <input type="checkbox"/>						
Goniometria Universal	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Movimiento</th> <th>Rango en grados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexión</td> <td>□□□</td> </tr> <tr> <td>Extensión</td> <td>□□□</td> </tr> </tbody> </table>		Movimiento	Rango en grados	Flexión	□□□	Extensión	□□□
	Movimiento	Rango en grados						
	Flexión	□□□						
	Extensión	□□□						

Nombres

Código

Ficha de recolección de datos								
Fecha de evaluación en formato dd/mm/aaaa: □□/□□/□□□□	Formulario N° □□□□□	Evaluador WY□ DT□						
Fecha de nacimiento en formato dd/mm/aaaa: □□/□□ /□□□□								
Sexo.	Masculino <input type="checkbox"/>	Femenino <input type="checkbox"/>						
Goniometria Digital (G-Pro)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Movimiento</th> <th>Rango en grados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexión</td> <td>□□□</td> </tr> <tr> <td>Extensión</td> <td>□□□</td> </tr> </tbody> </table>		Movimiento	Rango en grados	Flexión	□□□	Extensión	□□□
	Movimiento	Rango en grados						
	Flexión	□□□						
	Extensión	□□□						

Anexo F: Protocolo para el uso en la app Goniometer Pro

Posición para el movimiento de flexión

- Posición: Paciente en bipedestación; escápula estabilizada; hombro en posición 0; codo en posición 0; antebrazo en posición 0; muñeca en posición 0.
- Alineación del smartphone:
- Colocamos el smartphone en un brazaletes para brazo



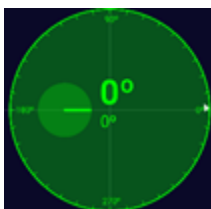
- Colocamos el brazaletes en el tercio proximal del húmero y lo fijamos.
- Nos fijamos que el eje del dispositivo "Device axis" se encuentre en la posición que nos indica la siguiente imagen



- Se establece el punto 0° presionando en el botón "Set Zero".



- Pedimos al paciente que ejecute el movimiento de flexión.
- Cuando el paciente finalice el movimiento presionamos la pantalla sobre el círculo verde.



Para realizar otra medición aplastamos sobre el botón rojo denominado "Reset".



Valores referenciales:

Flexión: 0-150°/170° (AO) y 0-180° (AAOS).

Posición para el movimiento de extensión

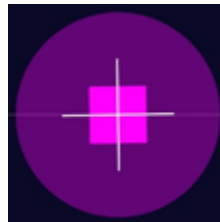
- Posición: Paciente en bipedestación; escápula estabilizada; hombro en posición 0; codo en posición 0; antebrazo en posición 0; muñeca en posición 0.
- Alineación del smartphone:
- Colocamos el smartphone en un brazalete para brazo



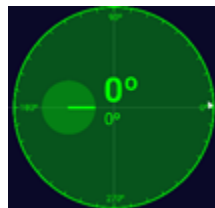
- Colocamos el brazaletes en el tercio proximal del húmero y lo fijamos.
- Nos fijamos que el eje del dispositivo "Device axis" se encuentre en la posición que nos indica la siguiente imagen



- Se establece el punto 0° presionando en el botón 1 "Set Zero".

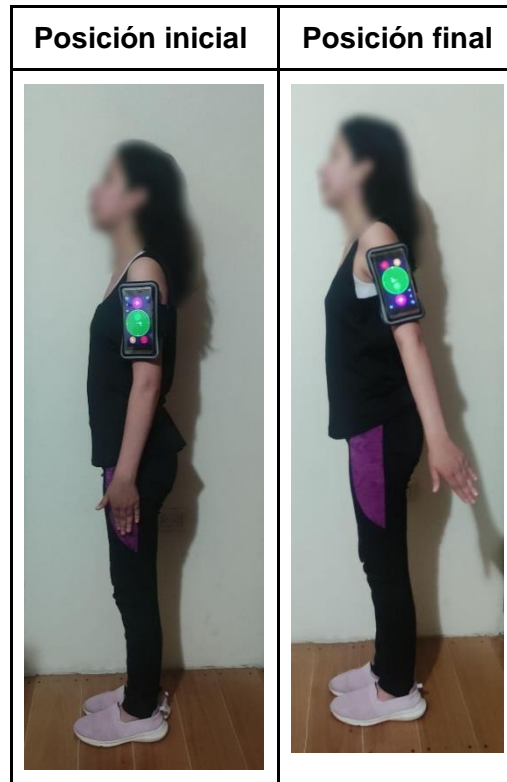


- Pedimos al paciente que ejecute el movimiento de extensión.
- Cuando el paciente finalice el movimiento presionamos la pantalla sobre el círculo verde.



Para realizar otra medición aplastamos sobre el botón rojo denominado "Reset".





Valores referencia:

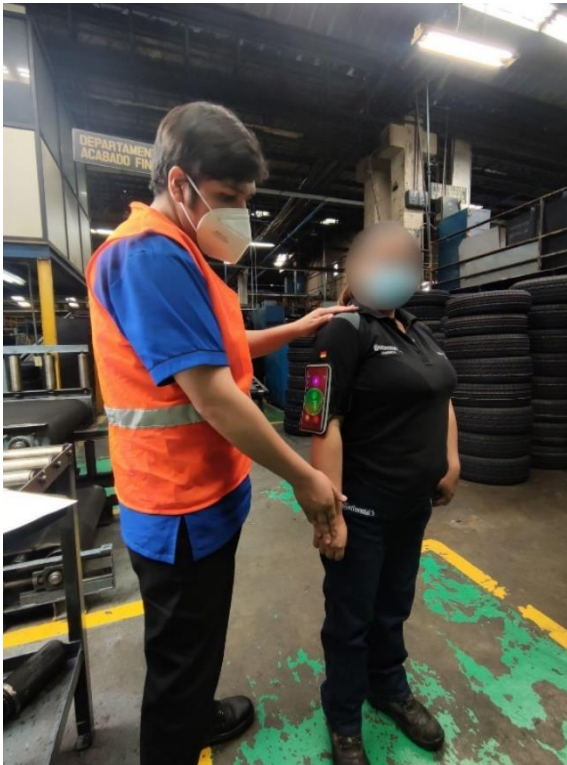
Extensión: 0-40° (AO) y 0-60° (AAOS).

Anexo H: Evidencia de recolección de datos

MEDICIÓN DEL RANGO DE MOVIMIENTO CON LA GONIOMETRÍA UNIVERSAL




MEDICIÓN DEL RANGO DE MOVIMIENTO CON LA APP GONIOMETER PRO



FIRMA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



CONSENTIMIENTO INFORMADO


UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Versión: Uno
 Vigente desde: 22/12/21

ANEXO 6.1 FORMATO PROTOCOLOS CUANTITATIVOS
 Período Académico: septiembre 2022 - febrero 2023

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la investigación:
 Valoración del rango de movimiento articular con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal en la flexoextensión de la articulación glenohumeral en el personal operativo de la empresa Continental S.A. Cuenca septiembre 2022 - febrero 2023.

	Nombres completos	# de cédula	Institución a la que pertenece
Investigador	William Augusto Yanza Crespo	0105946321	Universidad de Cuenca
Investigador	Dayana Teresa Torres Segarra	0150212199	Universidad de Cuenca

¿De qué se trata este documento?

Usted está invitado(a) a participar en este estudio que se realizará en la empresa Continental S.A en el periodo septiembre 2022 - febrero 2023. 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 goniometría tiene como objetivo medir los rangos articulares y su propósito es determinar la presencia de disfunción articular, establecer objetivos diagnósticos, terapéuticos, monitorear y evaluar la efectividad de los tratamientos.


El instrumento más utilizado es el goniómetro universal por presentar beneficios como: accesibilidad, bajo costo, seguridad y sencillez en el manejo, muestran un patrón básico, independientemente del material y tamaño, estos presentan un cuerpo que comprende una especie de transportador graduado en grados con rangos que van de 0° a 180° o de 0° a 360° con un eje, y dos brazos fijo y móvil.

Con el avance tecnológico se han podido implementar apps para teléfonos inteligentes que permiten medir el rango de movimiento, el uso de la goniometría digital ha comenzado a reemplazar a la goniometría universal, ya que algunos artículos mencionan que este es un método muy fiable, que cuenta con sensores equipados para medir los parámetros fisiológicos del movimiento de las articulaciones ya que constituye una herramienta rápida, precisa y de fácil interpretación.

Goniometer Pro® fue diseñada con el propósito de desarrollar una herramienta confiable y fácil de usar, permite guardar hasta doce lecturas obtenidas de las mediciones del rango articular en la base de datos de la aplicación, evaluar la eficacia del tratamiento, es útil para evaluaciones iniciales, reevaluaciones, consultas de rutina y permite observar su evolución al plan de tratamiento.

Objetivo del estudio

Este estudio se realiza con el fin de comparar el rango de movimiento articular con la aplicación Goniometer Pro® y la Goniometría Universal en la flexoextensión de la articulación glenohumeral en el personal operativo de Continental S.A.


UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Versión: Uno
 Vigente desde: 22/12/21

ANEXO 6.1 FORMATO PROTOCOLOS CUANTITATIVOS
 Período Académico: septiembre 2022 - febrero 2023

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:

- Inicialmente, 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.
- Como herramientas de medición se utilizará la aplicación Goniometer Pro® instalada en un dispositivo móvil. La aplicación se calibrará siguiendo los procedimientos recomendados por la misma.
- La evaluación se llevará a cabo en la empresa Continental S.A.
- La medición será realizada por ambos autores para evitar el sesgo.
- Con la finalidad de obtener una mayor precisión al momento de la medición con la app Goniometer Pro®, se colocará al participante en el brazo un soporte tipo banda para el celular.
- Los participantes deben contar con ropa cómoda con el fin de evitar limitaciones en la movilidad debido a elementos externos.
- Partiendo de la posición de reposo (0°), se le solicitará al paciente que realice de forma activa el movimiento, registrando el resultado arrojado por la aplicación Goniometer Pro®.
- Posteriormente se medirá con el Goniómetro Universal.
- Cada investigador dispondrá de una hoja de registro diseñada para el estudio, donde, anotará el valor obtenido.
- Los resultados obtenidos se registrarán mediante códigos alfanuméricos para respetar la confidencialidad y privacidad de los participantes.
- Se procesarán los datos en el programa estadístico SPSS versión 15.
- Finalmente se procederá a la elaboración del informe final.

Riesgos y beneficios

El estudio requiere medir la flexoextensión de la articulación glenohumeral mediante un goniómetro universal y la app Goniometer Pro®, por ello no trae consigo riesgos físicos, sin embargo, podría existir la remota posibilidad de riesgos de contaminación microbiológica adquirida por los diferentes instrumentos de medición, como protocolo de bioseguridad se desinfectará cada instrumento después de cada medición. Es posible que este estudio no traiga beneficios directos para usted sin embargo, al final de esta investigación, la información que se generará servirá de referencia a profesionales de la salud interesados en el tema como son los fisioterapeutas e investigadores y al mismo tiempo se producirá una retroalimentación para la empresa ya que esta posee bases de datos con características fisiológicas de cada trabajador.


Otras opciones si no participa en el estudio

Es importante conocer que la participación en el presente estudio es absolutamente voluntaria; esto quiere decir que si usted lo desea puede negarse a participar. Si usted accede a brindarnos su colaboración, esta servirá como una contribución para el desarrollo del conocimiento fisioterapéutico.

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

Usted tiene derecho a:

- Recibir la información del estudio de forma clara;
- Tener la oportunidad de aclarar todas sus dudas;
- Tener el tiempo que sea necesario para decidir si quiere o no participar del estudio;
- Ser libre de negarse a participar en el estudio, y esto no traerá ningún problema para usted;
- Ser libre para renunciar y retirarse del estudio en cualquier momento;



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ANEXO 6.1 FORMATO PROTOCOLOS CUANTITATIVOS
Período Académico: septiembre 2022 - febrero 2023

Versión: Uno
Vigente desde: 22/12/21

6. Recibir cuidados necesarios si hay algún daño resultante del estudio, de forma gratuita, siempre que sea necesario;
7. Derecho a reclamar una indemnización, en caso de que ocurra algún daño debidamente comprobado por causa del estudio;
8. Tener acceso a los resultados de las pruebas realizadas durante el estudio.
9. El respeto de su anonimato (confidencialidad);
10. Que se respete su intimidad (privacidad);
11. Recibir una copia de este documento, firmado y rubricado en cada página por usted y el investigador;
12. Tener libertad para no responder preguntas que le molesten;
13. Estar libre de retirar su consentimiento para utilizar o mantener los datos que se hayan obtenido de usted, si procede.
14. 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 establecidos por las instituciones correspondientes;
15. 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: 0981163434 que pertenece a William Augusto Yanza Crespo o envíe un correo electrónico a: william.yanza@ucuenca.edu.ec también puede llamar al 0983712088 perteneciente a Dayana Teresa Torres Segarra o a su correo dayana.torres@ucuenca.edu.ec.

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.

<u>Joseph Michael Wilka Padilla</u>	<u>[Firma]</u>	<u>14/10/22</u>
Nombres completos del/la participante	Firma del/la participante	Fecha
<u>William Augusto Yanza Crespo</u>	<u>[Firma]</u>	<u>14/10/22</u>
Nombres completos del/ la investigador/a	Firma del/la investigador/a	Fecha
<u>Dayana Teresa Torres Segarra</u>	<u>[Firma]</u>	<u>14/10/22</u>
Nombres completos del/ la investigador/a	Firma del/la investigador/a	Fecha

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

<p>Nombres Código: <u>JMO34</u></p> <p style="text-align: center;">Ficha de recolección de datos</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Fecha de evaluación en formato dd/mm/aaaa: <input type="text" value="14"/>/10/22</td> <td style="width: 33%;">Formulario N° <input type="text" value="7"/>/14/03/22</td> <td style="width: 33%;">Evaluador WY <input checked="" type="checkbox"/> DT <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Fecha de nacimiento en formato dd/mm/aaaa: <input type="text" value="0"/>7/03/1996</td> </tr> <tr> <td>Sexo.</td> <td>Masculino <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Femenino <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Goniometría Digital (G-Pro)</td> <td colspan="2"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Movimiento</td> <td>Rango en grados</td> </tr> <tr> <td>Flexión</td> <td><input type="text" value="4"/>/10/6</td> </tr> <tr> <td>Extensión</td> <td><input type="text" value="0"/>/2/5</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Fecha de evaluación en formato dd/mm/aaaa: <input type="text" value="14"/> /10/22	Formulario N° <input type="text" value="7"/> /14/03/22	Evaluador WY <input checked="" type="checkbox"/> DT <input type="checkbox"/>	Fecha de nacimiento en formato dd/mm/aaaa: <input type="text" value="0"/> 7/03/1996			Sexo.	Masculino <input checked="" type="checkbox"/>	Femenino <input type="checkbox"/>	Goniometría Digital (G-Pro)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Movimiento</td> <td>Rango en grados</td> </tr> <tr> <td>Flexión</td> <td><input type="text" value="4"/>/10/6</td> </tr> <tr> <td>Extensión</td> <td><input type="text" value="0"/>/2/5</td> </tr> </table>		Movimiento	Rango en grados	Flexión	<input type="text" value="4"/> /10/6	Extensión	<input type="text" value="0"/> /2/5	<p>Nombres Código: <u>JMO34</u></p> <p style="text-align: center;">Ficha de recolección de datos</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Fecha de evaluación en formato dd/mm/aaaa: <input type="text" value="14"/>/10/22</td> <td style="width: 33%;">Formulario N° <input type="text" value="7"/>/14/03/22</td> <td style="width: 33%;">Evaluador WY <input type="checkbox"/> DT <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Fecha de nacimiento en formato dd/mm/aaaa: <input type="text" value="0"/>3/03/1996</td> </tr> <tr> <td>Sexo.</td> <td>Masculino <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Femenino <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Goniometría Universal</td> <td colspan="2"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Movimiento</td> <td>Rango en grados</td> </tr> <tr> <td>Flexión</td> <td><input type="text" value="1"/>/1/0</td> </tr> <tr> <td>Extensión</td> <td><input type="text" value="0"/>/2/3</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Fecha de evaluación en formato dd/mm/aaaa: <input type="text" value="14"/> /10/22	Formulario N° <input type="text" value="7"/> /14/03/22	Evaluador WY <input type="checkbox"/> DT <input checked="" type="checkbox"/>	Fecha de nacimiento en formato dd/mm/aaaa: <input type="text" value="0"/> 3/03/1996			Sexo.	Masculino <input checked="" type="checkbox"/>	Femenino <input type="checkbox"/>	Goniometría Universal	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Movimiento</td> <td>Rango en grados</td> </tr> <tr> <td>Flexión</td> <td><input type="text" value="1"/>/1/0</td> </tr> <tr> <td>Extensión</td> <td><input type="text" value="0"/>/2/3</td> </tr> </table>		Movimiento	Rango en grados	Flexión	<input type="text" value="1"/> /1/0	Extensión	<input type="text" value="0"/> /2/3
Fecha de evaluación en formato dd/mm/aaaa: <input type="text" value="14"/> /10/22	Formulario N° <input type="text" value="7"/> /14/03/22	Evaluador WY <input checked="" type="checkbox"/> DT <input type="checkbox"/>																																			
Fecha de nacimiento en formato dd/mm/aaaa: <input type="text" value="0"/> 7/03/1996																																					
Sexo.	Masculino <input checked="" type="checkbox"/>	Femenino <input type="checkbox"/>																																			
Goniometría Digital (G-Pro)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Movimiento</td> <td>Rango en grados</td> </tr> <tr> <td>Flexión</td> <td><input type="text" value="4"/>/10/6</td> </tr> <tr> <td>Extensión</td> <td><input type="text" value="0"/>/2/5</td> </tr> </table>		Movimiento	Rango en grados	Flexión	<input type="text" value="4"/> /10/6	Extensión	<input type="text" value="0"/> /2/5																													
Movimiento	Rango en grados																																				
Flexión	<input type="text" value="4"/> /10/6																																				
Extensión	<input type="text" value="0"/> /2/5																																				
Fecha de evaluación en formato dd/mm/aaaa: <input type="text" value="14"/> /10/22	Formulario N° <input type="text" value="7"/> /14/03/22	Evaluador WY <input type="checkbox"/> DT <input checked="" type="checkbox"/>																																			
Fecha de nacimiento en formato dd/mm/aaaa: <input type="text" value="0"/> 3/03/1996																																					
Sexo.	Masculino <input checked="" type="checkbox"/>	Femenino <input type="checkbox"/>																																			
Goniometría Universal	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Movimiento</td> <td>Rango en grados</td> </tr> <tr> <td>Flexión</td> <td><input type="text" value="1"/>/1/0</td> </tr> <tr> <td>Extensión</td> <td><input type="text" value="0"/>/2/3</td> </tr> </table>		Movimiento	Rango en grados	Flexión	<input type="text" value="1"/> /1/0	Extensión	<input type="text" value="0"/> /2/3																													
Movimiento	Rango en grados																																				
Flexión	<input type="text" value="1"/> /1/0																																				
Extensión	<input type="text" value="0"/> /2/3																																				