

**DIFERENCIAS ENTRE EL PERFIL BIOMECÁNICO DE VARIABLES ANGULARES
DEL GESTO MOTOR DE GOLFISTAS AFICIONADOS COLOMBIANOS Y EL
SWING DE GOLF ESTANDARIZADO DE GOLFISTAS PROFESIONALES DEL PGA
TOUR.**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
FISIOTERAPEUTA**

DANIEL LEONARDO VELEZ ACERO

Autor

CAROLINA MESA DUARTE

Asesora

**ESCUELA COLOMBIANA DE REHABILITACIÓN
FISIOTERAPIA
BOGOTÁ
2021**

Índice de contenido

Pregunta problema	4
Preguntas auxiliares	4
Resumen ejecutivo	5
Problema de investigación	7
Objetivos	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos	10
Marco de referencia	11
Antecedentes	11
Estructuras corporales involucradas en el Swing de Golf	13
Miembro superior.	13
Articulación de hombro.	13
Articulación de codo.....	14
Articulación de muñeca.	15
Raquis o columna dorsolumbar.	16
Articulación de cadera.	17
Articulación de rodilla.	18
Articulación de tobillo.	20
Marco conceptual	21
Golf.....	21
Campo de golf.....	21
Swing de golf	22
Categorías de juego	23
Asignación de hándicap	23
Hándicap de juego.....	23
Marco legal	24
Método y materiales.....	25
Población y muestra	27
Procedimiento	27
Resultados.....	28

Conclusiones y recomendaciones	49
Limitaciones.....	52
Referencias Bibliográficas.	53

Índice de tablas

Tabla 1.1 Parámetros angulares Stance (Unidad en grados).....	34
Tabla 2. Variables angulares top of Back Swing (Unidad en grados).....	36
Tabla 2.1 Parámetros angulares Top of backswing (Unidad en grados)	38
Tabla 3. Variables angulares Follow Through (Unidad en grados).....	40
Tabla 3.1 Parámetros angulares Follow through (Unidad en grados)	42
Tabla 4. Parámetros angulares Finish swing (Unidad en grados).....	44
Tabla 4.1 Parámetros angulares Finish (Unidad en grados).....	46

Índice de figuras

Figura 1. Articulación femorotibial	19
Figura 2. Articulación tibioperoneroastragalina	20
Figura 3. Fases del swing de golf captadas.....	29
Figura 4. Variables cinemáticas espaciales angulares de jugador profesional y promedios de jugadores aficionados.....	30
Figura 5. Valores angulares de referencia de golfistas profesionales	31

Diferencias entre el perfil biomecánico de variables angulares del gesto motor de golfistas aficionados colombianos y el swing de golf estandarizado de golfistas profesionales del PGA tour.

Autor: Vélez Acero Daniel L.

Pregunta problema

¿Cuáles son las diferencias entre el perfil biomecánico de variables angulares del gesto motor de golfistas aficionados colombianos y el swing de golf estandarizado de golfistas profesionales del PGA tour?

Preguntas auxiliares

1. ¿Cuáles son los valores de las variables angulares de golfistas aficionados masculinos y femeninos durante la ejecución del gesto del swing de golf?
2. ¿Qué diferencias se evidencian dentro de las variables angulares en el gesto motor de los golfistas aficionados y los valores establecidos en la ejecución del gesto motor de golfistas profesionales del PGA según el género?
3. ¿Cómo influyen estas diferencias en la ejecución del gesto motor del golfista aficionado?

Resumen ejecutivo

Se realizó un estudio descriptivo observacional de corte transversal con el objetivo de establecer la diferencia entre el perfil biomecánico del gesto motor de los golfistas aficionados y el swing de golf estándar documentado en la evidencia. Participaron 6 jugadores aficionados (2 mujeres y 4 hombres), los cuales se seleccionaron bajo conveniencia, cumpliendo con los criterios de inclusión: Aficionados con hándicap 10 a 36, que practiquen 2 veces por semana y lleven jugando más de 2 años, en edades entre 18 y 55 años de edad. Criterios de exclusión: Usuarios diagnosticados con patologías a nivel dorsolumbar, lesiones recientes, profesionales de golf, instructores, jugadores mayores de 55 años o menores de 18. Se evaluó el gesto motor en el laboratorio de movimiento de la ECR mediante el software 3DMAsttSystem y se analizó mediante el programa Kinovea. Resultados: Se evidenciaron diferencias numéricas importantes entre las variables angulares de los aficionados del presente estudio y los valores de referencia de golfistas profesionales del PGA y LPGA hallados por los autores (Zheng et al, 2008) y valores de referencia propuestos por (Moreno, 2019), tomándose como swing de golf estándar. Se concluye que respecto a la identificación de las variables angulares tanto de aficionados masculinos como femeninos dentro del presente estudio, existen diferencias notables entre sí para cada una de las fases del gesto del swing de golf en relación con el swing de golf estándar que pueden influir en la ejecución del gesto motor de aficionados, así como en los resultados durante la práctica del golf.

Palabras clave: Rango de movimiento, biomecánica, golfistas aficionados, swing de golf, 3DMAsttSystem.

Differences between the biomechanical profile of angular variables of the motor gesture of Colombian amateur golfers and the standardized golf swing of professional golfers on the PGA tour.

Problem question

What are the differences between the biomechanical profile of angular variables of the motor gesture of Colombian amateur golfers and the standardized golf swing of professional golfers on the PGA tour?

Auxiliary questions

1. What are the values of the angular variables of male and female amateur golfers during the execution of the golf swing gesture?
2. What differences are evident within the angular variables in the motor gesture of amateur golfers and the values established in the execution of the motor gesture of PGA professional golfers according to gender?
3. How do these differences influence the execution of the motor gesture of the amateur golfer?

Executive Summary

A cross-sectional observational descriptive study was conducted with the aim of establishing the difference between the biomechanical profile of the motor gesture of amateur golfers and the standard golf swing documented in the evidence. Six amateur players participated (2 women and 4 men), who were selected under convenience, meeting the inclusion criteria: Fans with handicap

10 to 36, who practice 2 times a week and have been playing for more than 2 years, aged between 18 and 55 years of age. Exclusion criteria: Users diagnosed with pathologies at the thoracolumbar level, recent injuries, golf professionals, instructors, players over 55 years of age or under 18. The motor gesture was evaluated in the ECR movement laboratory using the 3DMAsttSystem software and analyzed using the Kinovea program. Results: Important numerical differences were evidenced between the angular variables of the amateurs of the present study and the reference values of professional golfers of the PGA and LPGA found by the authors (Zheng et al, 2008) and reference values proposed by (Moreno, 2019), taking as standard golf swing. It is concluded that regarding the identification of the angular variables of both male and female affections within the present study, there are notable differences between them for each of the phases of the golf swing gesture in relation to the standard golf swing that can influence the execution of the amateur motor gesture, as well as in the results during the practice of golf.

Keywords: Range of Motion, Biomechanics, amateur golfers, golf swing, 3DMAsttSystem.

Problema de investigación

El golf según la Real Federación Española de golf (2005) “Es una actividad deportiva que consiste en embocar una bola de pequeñas dimensiones en un hoyo mediante distintos tipos de palos, empleando para ello el menor número de golpes posibles” (p.1). Así mismo, según refiere (Serrano, Rial, García y Gambau, 2011 y 2013) citado por (Serrano, 2012) “El golf se ha convertido en un fenómeno complejo desde diferentes perspectivas, ya que; ha tenido una mayor proyección social, dejando de estar vinculado exclusivamente a las élites socioeconómicas”,

siendo este un deporte cada vez más practicado a nivel mundial con un promedio de 80 millones de jugadores (González, 2011).

En la actualidad, este deporte ha tomado fuerza en nuestro país ya que, niños, adolescentes y personas adultas, se encaminan en la práctica del golf, tomando como ejemplo el nivel alcanzado por los golfistas Colombianos Camilo Villegas y Sebastián Muñoz que hacen presencia en el PGA TOUR de los Estados Unidos de América, obteniendo títulos importantes; siendo estos de gran logro profesional, debido al nivel de competencia que hay en esta división elite, donde juegan estrellas del Golf como Jon Rahm el actual número uno (#1) del mundo, Tiger Woods considerado uno de los golfistas más importantes de la historia de acuerdo a estadísticas del ranking mundial de golf oficial del PGA TOUR, y demás profesionales como Justin Thomas y Jordan Spieth rivales jóvenes y de gran nivel, que hacen de este deporte un verdadero espectáculo para sus seguidores.

La pregunta problema se deriva a partir de la vinculación laboral desde el año 2013 hasta el 2018 en el Club Pueblo Viejo ubicado en Cota-Cundinamarca, ejerciendo una labor como caddie de Golf. Durante la práctica deportiva de los golfistas aficionados, podía observar que el gesto motor (Swing de Golf) era diferente en cada jugador, además no era el más técnico, y varias veces observaba movimientos que pudieran ser contradictorios a la teoría, producto de rotaciones forzadas e inclinaciones laterales de tronco, ángulos de movimiento por fuera de lo planteado que no denotan un buen gesto motor. Así pues, se quiso identificar la existencia de diferencias entre el gesto motor de los golfistas aficionados y el swing de golf estándar.

Por tal motivo, desde el presente estudio de investigación planteado se pueden contrastar los resultados de estudios previos con lo que se halla en el análisis biomecánico que se realizó

mediante el programa 3DMAsttSystem en el presente estudio, siendo este un método avanzado tecnológicamente hablando y combinándolo con la herramienta Kinovea con el fin de tomar medidas angulares como es implementada en el estudio de Moreno (2019). Por ende, teniendo como base los resultados arrojados, es importante identificar las diferencias que se derivan del análisis de los gestos motores de golfistas aficionados y los valores estandarizados en estudios previos, ya que, en futuros estudios se podrían abordar temáticas asociadas al rendimiento deportivo, establecer posibles causas de dichas diferencias, riesgo de presentar lesiones y demás aspectos relevantes que puedan aportar al conocimiento desde las ciencias del estudio del movimiento corporal humano.

Por tal motivo, es importante reconocer el papel que los profesionales en Fisioterapia juegan dentro del campo deportivo, abordando temáticas asociadas al rendimiento, potencialización de capacidades condicionales y coordinativas, la prevención de lesiones deportivas en deportes como el Golf, donde hay ventanas de oportunidad para la investigación y el análisis del gesto motor en golfistas aficionados durante la ejecución del swing de Golf, pudiendo analizar biomecánicamente diferentes variables inmersas en el swing mediado por la tecnología y comparándolo con el swing estándar dado por la evidencia.

Así mismo, se evidencian algunos de estudios de investigación que abordan el análisis de la misma índole dentro de las ciencias del deporte, que da cuenta de un interés por analizar estas variables, sin embargo, no se tienen en cuenta algunas variables angulares que al compararlas podrían dar un plus para la inmersión de profesiones de salud como la fisioterapia dentro de la práctica del golf donde es necesario la inmersión de áreas de las ciencias de la salud y el deporte. Por esta razón, se considera pertinente utilizar el Software 3DMAsttSystem con el fin de evaluar

las variables angulares dentro del gesto motor de los golfistas aficionados pudiendo analizar biomecánicamente desde el uso de la herramienta Kinovea, con el fin de identificar diferencias entre el gesto motor de aficionados y comparándolo con el swing estándar para determinar su influencia en el gesto motor de los aficionados.

Objetivos

Objetivo general

Establecer las diferencias entre el perfil biomecánico de variables angulares del gesto motor de golfistas aficionados colombianos y el swing de golf estandarizado de golfistas profesionales del PGA tour.

Objetivos específicos

1. Identificar las variables angulares de golfistas aficionados masculinos y femeninos durante la ejecución del gesto del swing de golf.
2. Evidenciar diferencias entre las variables angulares en el gesto motor de los golfistas aficionados y los valores establecidos en la ejecución del gesto motor de golfistas profesionales del PGA según el género
3. Determinar cómo estas diferencias influyen en la ejecución del gesto motor del golfista aficionado

Marco de referencia

Antecedentes

En un estudio previo realizado por (Moreno, 2019) en el que se analizó biomecánicamente el swing de golf de deportistas aficionados hándicap entre 18-25 media, que asisten con regularidad a los clubes públicos de Bogotá y se comparó con el swing de un profesional de golf del PGA, realizando el análisis de 11 puntos de referencia distribuidos en el cuerpo, en una posición anatómica (muñecas, codos, hombros, cadera, rodillas y esternón) y 1 punto de referencia en la mitad de la vara del palo. Los videos se analizaron a través del programa Kinovea, identificando las cuatro fases del swing de golf (posición inicial, back swing, impacto o seguimiento y terminación). Se pudieron hallar diferencias numéricas importantes entre los aficionados y el profesional de golf comparando los ángulos con lo evidenciado en estudios previos, donde la flexo-extensión de codo izquierdo, flexión de rodilla derecha en el back swing, rotación de hombros, cadera y flexión de rodillas y diferencias en la aceleración del palo en la fase de finish swing donde los hombros y la cadera fueron los más relevantes. Sin embargo, estos análisis son realizados desde la comparación de un golfista profesional cuyo gesto motor goza de mayor técnica por la práctica constante y el manejo constante que se le da al mismo para lograr perfeccionarlo, en cambio en golfistas aficionados solo se ha logrado llegar a comparar variables angulares con respecto a las del profesional de golf y a su vez con lo hallado en la literatura, pero con una técnica de análisis biomecánico más convencional usando el programa Kinovea en el estudio realizado por (Moreno, 2019)

Por su parte, en el estudio de (González et al, 2011) se realizó el análisis de una jugadora de golf profesional, donde se analizaron los 5 mejores swings según el criterio de la golfista. Para

el registro de los datos se utilizaron técnicas de fotogrametría 3D mediante un programa de captura de movimiento por seguimiento óptico. Se obtuvieron valores de variables cinemáticas angulares. Gran parte de las articulaciones analizadas registraron rangos de movimiento que coinciden con los patrones de eficacia reportados en la literatura. En el estudio se destaca que la participante tuvo una gran rotación de los ejes de cadera y hombros al final del back swing. Según los autores, la mayoría de los valores angulares valorados en el sujeto estudiado coinciden con los valores reportados en los estudios realizados en golfistas profesionales.

Así pues, se ha demostrado que las herramientas tecnológicas son de gran ayuda a la hora de realizar una evaluación biomecánica del movimiento, de acuerdo con lo hallado en el estudio realizado por López et al, (2008) titulado “El patrón de movimiento en el swing de golf en jóvenes promesas” donde se obtiene mediante la técnica de fotogrametría 3D bajo el sistema VICON Oxford Metrics de captura automática, haciendo uso de seis cámaras con focos de luz infrarroja sincronizadas a 250 hercios (p.170). Allí se pudo extraer datos relevantes en cuanto a la secuencia de las velocidades angulares de todos los sujetos, “los cuales seguían el mismo patrón, empezando por giro de caderas, giro de hombros y aceleración del palo (López et al, 2008, p.180)”. Así mismo, los autores resaltan que “se han encontrado diferencias entre los jugadores, lo que demuestra la existencia de una técnica individual que debe tenerse en cuenta a la hora de valorar el rendimiento técnico” (López et al, 2008, p.180). Por esta misma línea, el estudio llevado a cabo por la *Methodist University* en Carolina del Norte, en donde se evaluó la biomecánica del swing de golf utilizando cámaras de análisis de movimiento de alta velocidad y software del Laboratorio de Análisis de Movimiento en el Edificio *McLean Health Sciences*. Allí los participantes usan prendas que se ajustan a la piel y se colocaron marcadores reflectantes sensibles a la luz. En este artículo el Swing de golf se captura utilizando el sistema Vicon Bonita

10 de 14 cámaras con el complemento Vicon en tiempo real Motion Monitor. Dicho artículo tiene como objeto evaluar el efecto de un programa de entrenamiento de fuerza y potencia de 10 semanas sobre la biomecánica del swing y el rendimiento del golf. Esto nos permite ver que cada jugador ejecuta de forma distinta el patrón de movimiento del swing de golf; lo que nos da mayor interés por identificar dichas diferencias a través del análisis biomecánico mediante el uso del software 3DMAsttSystem y el programa Kinovea con el fin de comparar los resultados con los parámetros establecidos del swing estándar.

Estructuras corporales involucradas en el Swing de Golf

Miembro superior.

El miembro superior se divide en tres regiones, las cuales son: brazo, antebrazo y mano, compuesto por un complejo óseo que une el esqueleto del miembro superior al esqueleto axial llamado cintura escapular, que a su vez está conformado por: clavícula y las escápulas (Pontificia Universidad Católica de Chile, S.F).

Articulación de hombro.

La articulación glenohumeral (hombro), formada por el humero, escapula y la clavícula, estos dos últimos forman lo que conocemos como cintura escapular (Pró, 2012) citado en (Rubio, 2019, p. 9). Esta articulación es de tipo sinovial, esferoide, que tiene tres planos y tres ejes de movimiento que permiten realizar movimientos de flexión, extensión, abducción y aducción de hombro.

Por su parte, el complejo articular del hombro está compuesto por cinco articulaciones que deben trabajar en armonía para conseguir realizar todos los movimientos coordinados entre sí, estas son: articulación acromioclavicular, involucrada en los movimientos de abducción, aducción, retroversión y anteversión; la articulación esternoclavicular que está involucrada en los movimientos de flexión y abducción de hombro y dos pseudoarticulaciones que son la articulación escapulotorácica, la cual permite que, durante los movimientos de la extremidad superior, la escápula se deslice sobre el tórax; y la articulación subacromial la cual permite que el tendón de la cabeza larga del bíceps realice un deslizamiento a través del surco bicipital y la cabeza humeral lo haga sobre el acromion (Rubio, 2019, p.9 y Suárez et al, 2013).

Por su parte la movilidad gleno-humeral se da gracias la acción sinérgica de dos grupos musculares, el deltoides y el manguito de los rotadores conformado por supraespinoso, infraespinoso, subescapular, redondo menor y mayor. El deltoides genera la palanca del movimiento, elevando la cabeza del humero hacia arriba y el manguito rotador deprime y estabiliza la cabeza humeral, comprimiéndola hacia la glenoides, mejorando así la acción del deltoides (Suarez, 2013 p.4). De acuerdo con (Taboadela, 2007) los rangos de movilidad del hombro de acuerdo con los ejes y planos de movimiento son: Abducción 0-180°, Aducción 0-30°, Flexión 0-180°, extensión 0-60°, rotación externa de 0-70° y 0-90° y rotación interna 0-70°.

Articulación de codo.

También conocida como región antebraquial está constituida por los huesos: Húmero, radio y cubito, que a su vez constituyen tres articulaciones: húmero-cubital, de tipo troclear que permite la flexo-extensión de codo; radio-cubital proximal, tipo trocoide al completarse la

superficie articular del cúbito con el ligamento anular, que permite los movimientos de pronación y supinación del brazo; y la húmero-radial, tipo enartrosis esférica que es coadyuvante de estos movimientos de acuerdo con (Universidad de Cantabria, S.F). Por esta articulación, pasan los estabilizadores dinámicos (músculos): Tríceps, Bíceps braquial, Braquial anterior. Así como se originan los prono-supinadores de la mano, y los flexores del epicóndilo medial y extensores de muñeca del epicóndilo lateral del húmero.

Los estabilizadores estáticos de dicha articulación son: Complejo ligamentoso interno. LCMA: ligamento colateral medial anterior. LCMP: ligamento colateral medial posterior. HTO: haz transversal oblicuo. Complejo ligamentoso externo. LCR: ligamento colateral radial. LA: ligamento anular. LCLA: ligamento colateral lateral accesorio. LCLU: ligamento colateral ulnar (Antuña, O'Driscoll, 2000). Los rangos de movimiento articular del codo según (Taboadela, 2007) son: flexión 0-150° y extensión de 0-10°.

Articulación de muñeca.

Esta es una articulación condílea, cuya estructura comprende la unión entre el antebrazo y la mano, constituido por los huesos del antebrazo, radio y cúbito y por el conjunto de huesos del carpo (escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme) y las bases de los huesos metacarpianos (Medina et al, 2016 p.2).

Así mismo, los ligamentos favorecen la estabilidad de los huesos del carpo y de la muñeca en sentido general. Entre estos encontramos: Los ligamentos extrínsecos, que unen los huesos del carpo con la extremidad distal del radio y el cúbito, pueden dividirse en volares y dorsales.

Los ligamentos extrínsecos volares son: radioescafosemilunar, radioescafo-capitate (deltoideo radial), radio lunotriquetral, ulnotriquetal, ulnolunate y triquetocapitate (deltoideo cubital), siendo el radio escafo-capitate y el radio lunotriquetral los más importantes. Por su parte, los ligamentos extrínsecos dorsales son: radioescafoideo, radio semilunar, radio piramidal y ligamento intercarpiano dorsal (Medina et al, 2016 p.3).

Los rangos de movimiento de muñeca según (Taboadela, 2007) posición neutra de 0°, pronación 0-90°, supinación 0-60° hasta 80°, flexión 0-50° hasta 60°, extensión 0-35° hasta 60°, desviación radial 0-20° hasta 30° y desviación cubital 0-30° hasta 40°.

Raquis o columna dorsolumbar.

La columna vertebral anatómicamente está compuesta por 33 vértebras: 7 cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares, 5 sacras y 4 coccígeas, discos intervertebrales, ligamentos y carillas articulares (Vargas, 2012). Su función principal es la de proteger la medula espinal y dar soporte al cuerpo. Así pues, la zona dorsolumbar está constituida por las vértebras dorsales o torácicas y las lumbares, entre si forman articulaciones intervertebrales, cartilaginosas, de tipo sinoviales, diseñadas para soporte de peso y fuerza. Estas poseen un sistema de estabilizadores estáticos importantes como el ligamento amarillo, interespinosos, ligamentos longitudinal anterior y posterior que permiten que los cuerpos vertebrales mantengan en su posición.

Los rangos de movimiento que permite esta estructura según (Taboadela, 2007) son: Flexión de tronco de 0° hasta 80°, extensión de tronco de 0° hasta 30°, inclinaciones laterales de tronco de 0° a 30° hasta 35°.

Articulación de cadera.

Anatómicamente conocida como articulación coxofemoral es “Una diartrosis que soporta ciclos de carga y movimiento a lo largo de toda la vida. El componente óseo acetabular resulta de la fusión de 3 centros de osificación diferentes: ilion, isquion y pubis” (Peña et al, 2016 p.2)

Esta articulación cuenta con unas estructuras que forman parte del compartimiento central o periférico. “Dentro del compartimiento central encontramos el espacio del cartílago acetabular y cartílago articular de la cabeza femoral. El labrum establece el límite entre ambos compartimentos, incluyéndose en el compartimiento central su lado acetabular que contacta con el cartílago acetabular” (Peña et al, 2016 p.4). En este compartimiento encontramos estabilizadores estáticos importantes tales como: Ligamento transverso y redondo.

Por su parte, el compartimiento periférico, es definido como “El espacio intracapsular hasta el borde labral que no se continúa con el cartílago acetabular. Aquí encontramos estructuras como la cápsula, parte de la cabeza femoral, cuello del fémur, y pliegues sinoviales” (Peña et al, 2016 p.5). Los estabilizadores estáticos de la cadera son: Ligamento iliofemoral en cara anterior, Ligamento isquiofemoral en cara posterior, y ligamento pubofemoral en cara antero medial. Los rangos de movimiento de cadera según (Taboadela, 2007) son: Abducción 0-45° hasta 50°, aducción 0-30°, flexión con rodilla extendida 0-90°, flexión con rodilla flexionada 0-120° hasta 140°, extensión 0-10° hasta 30°, rotación externa 0-45° hasta 50° y rotación interna 0-45° hasta 50°.

Articulación de rodilla.

Conformada por las articulaciones femorotibial y patelofemoral. Esta primera está constituida por los cóndilos femorales y por los patillos tibiales. Según (McConaill, 2004) citado por (Panesso, Trillos, Guzmán, 2008, p.9) esta articulación es de tipo sinovial siendo esta membrana la más extensa del cuerpo, compleja por la presencia de meniscos, compuesta, ya que se encuentra el extremo distal del fémur y proximal de la tibia y ovoide por la convexidad de los cóndilos femorales y concavidad de los patillos tibiales; y modificada con dos grados de movimiento. Por su parte, la articulación patelofemoral está conformada por la patela o rótula y por la tróclea femoral. Ésta se clasifica como sinovial, compuesta, en silla ya que, la tróclea femoral es cóncava en su cara medio lateral y convexa en la parte superior e inferior (Panesso, Trillos, Guzmán, 2008, p.9). Por su parte, la patela es convexa en sentido medial y lateral, así como cóncava en sentido superior e inferior y no modificada porque presenta dos grados de libertad.

Dentro de los estabilizadores estáticos de la rodilla encontramos los ligamentos colateral medial y lateral, previniendo los movimientos por fuera del eje de movimiento natural de la rodilla hacia lateral y medial como se puede observar en la figura 1. Por su parte, los ligamentos cruzado anterior y posterior controlan el desplazamiento hacia atrás y delante del fémur o la tibia, evitando la inestabilidad articular.

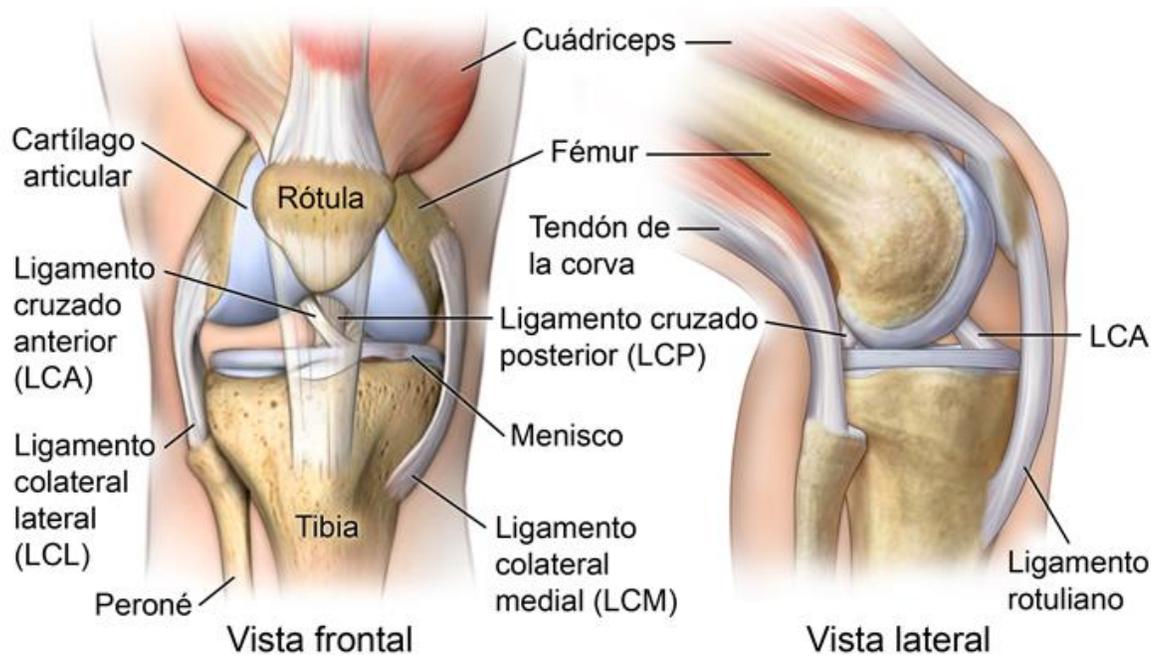


Figura 1. Articulación femorotibial. Tomada de: Stanford children's health (2021) Lesiones de ligamento de la rodilla. Imagen tomada de: <https://www.stanfordchildrens.org/content-public/topic/images/33/328033.jpeg>

Los estabilizadores dinámicos por su parte son los músculos flexores y extensores de rodilla, estos son respectivamente: Extensores (Cuádriceps conformado por Vasto lateral, medial, vasto interno y recto femoral más anterior que se insertarán en un tendón común denominado rotuliano) y flexores (Isquiotibiales conformado por los músculos semimembranoso, semitendinoso y bíceps crural). Los rangos de movimiento de rodilla según (Taboadela, 2007) son: flexión 0-135° hasta 150°, y extensión 0° hasta 10°.

Articulación de tobillo.

Formada por la tróclea astragalina y por la estructura tibioperonea. Ambas poseen unas características anatómicas que condicionan la biomecánica de la articulación, y su anatomía la hace una de las más congruentes y, por tanto, de las más estables de la extremidad inferior (Viladot, 2003). Por su parte, la cápsula articular y los ligamentos de la articulación tibioperoneo-astragalina son los responsables de dar elasticidad al conjunto y de brindar estabilidad estática a la misma, entre los cuales encontramos: en cara lateral los ligamentos tibioperoneo-astragalino anterior, posterior y ligamento calcaneofibular. En su cara medial el ligamento deltoideo como se puede observar en la figura 2.

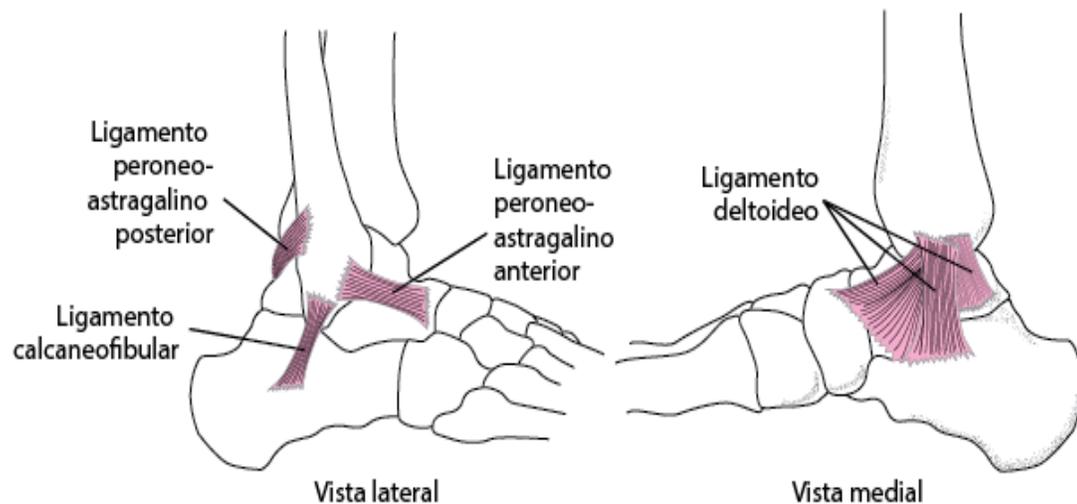


Figura 2. Articulación tibioperoneo-astragalina. Imagen tomada de: Campagne, D (2019) Ligamentos del tobillo. University of California, San Francisco. Link: <https://www.msmanuals.com/es-es/professional/lesiones-y-envenenamientos/esguinces-y-otras-lesiones-de-partes-blandas/esguinces-del-tobillo>

De acuerdo con el autor (Taboadela, 2007) los rangos de movilidad articular del tobillo partiendo de la posición neutra de 90° son: planti-flexión 0-50°, y dorsi-flexión de 20° hasta 30°.

Marco conceptual

Golf

El golf según la Real Federación Española de golf (2005) “Es una actividad deportiva que consiste en embocar una bola de pequeñas dimensiones en un hoyo mediante distintos tipos de palos, empleando para ello el menor número de golpes posibles” (p.1). Así mismo, según refiere (Serrano, García y Gambau, 2011 y 2013) citado por Serrano (2012) “el golf se ha convertido en un fenómeno complejo desde diferentes perspectivas, ya que; ha tenido una mayor proyección social, dejando de estar vinculado exclusivamente a las élites socioeconómicas”, siendo este un deporte cada vez más practicado a nivel mundial con un promedio de 80 millones de jugadores según (González et al, 2011).

Campo de golf

Un campo de golf convencional tiene en total 18 hoyos, y como mínimo 9 hoyos, los cuales deben ser diferentes entre sí. En donde el espacio comprendido entre el tee de salida y el green se denomina Fairway o corte bajo, que es por donde debe ser llevada la pelota preferiblemente. Sin embargo, existen obstáculos que hacen más complejo llegar al objetivo final (Hoyo), estos son: lagos, árboles, trampas de arena denominadas bunkers que normalmente se ubican cerca del green (Rfegolf, 2005)

Por otra parte, a los extremos del Fairway se encuentra una zona denominada rough o corte alto, donde el pasto es más largo y pesado lo que dificulta golpear la pelota por el riesgo de que quede tapada la bola. Así mismo, los “greens” son esos espacios donde se ubican los hoyos están conformados por una capa de césped de corte fino, en donde se realiza un orificio circular

recubierto en su interior con una funda metálica, de un diámetro de 108 milímetros, en cuyo interior se coloca la bandera, que lleva el número correspondiente del hoyo y que se retira cuando se va a jugar directamente con intención de embocar la bola (Rfegolf, 2005). Esta superficie de cada green puede variar significativamente desde 300 a 1.500 metros cuadrados, normalmente es plano. Este puede presentar ondulaciones que provoquen desviaciones en la trayectoria de la bola lo que va a generar mayor dificultad a la hora de embocar.

Swing de golf

Existe amplia literatura e información disponible acerca del swing de golf. Este se puede describir como el gesto de movimiento corporal por medio del cual se golpea una bola con un palo de golf, así mismo, el autor (Kreighbaum et al, 1981) lo define como “Una destreza que podríamos catalogar de golpeo de velocidad, donde el objetivo es que la cara del palo alcance la máxima velocidad en el momento del impacto” citado en (López, De Antonio, Juárez, Navarro, 2008, p.2).

Este se divide en cuatro componentes básicos: Take away, backswing, swing hacia adelante, aceleración con golpe de pelota y seguimiento según (Watkins et al, 1996 y Adlington, 1996) citados por (Gluck et al, 2008). Dentro de las fases del golpeo se describe el *backswing* como la fase que va desde el *stance* o *take away* (posición inicial) hasta el *top of backswing* donde el cuerpo ha rotado hacia el lado contralateral preparándose para el golpe; el *downswing*, que va desde el *top of backswing* hasta el impacto (fase de aceleración), y el *follow through*, que va desde el impacto hasta que cesa el movimiento o fase de *finish swing*. Se reconoce una fase denominada *Middownswing*, instante en el que el eje longitudinal del palo se sitúa paralelo a la superficie (Ball, Best, 2007) citado por (López, De Antonio, Juárez, Navarro, 2008).

Categorías de juego

Existen al igual que en otros deportes unas categorías o niveles de juego que permiten clasificar a los jugadores en un status de juego de acuerdo con sus habilidades en el deporte. Es así como nos basamos en las categorías según el sistema mundial de hándicap dado por la R&A-USGA y que han sido adoptadas por la Federación Colombiana de Golf.

Asignación de hándicap

“Porcentaje de un hándicap del Campo recomendado para crear equidad para todos los jugadores que participan en una modalidad de juego específico” según (Fedegolf, 2020, p.8)

Hándicap de juego

“El hándicap de Campo ajustado para cualquier asignación de Hándicap o Condiciones de la Competencia. Representa el número real de golpes que el jugador da o recibe para la vuelta que se está jugando” (Fedegolf, 2020, p.9)

De acuerdo con las categorías planteadas por (Retamares, 2017) planteada en su blog “Golf para principiantes: las categorías”, podremos encontrar la siguiente clasificación:

- Jugador de 1^a categoría: Hándicap 4.4 o más bajo.
- Jugador de 2^a categoría: Hándicap de 4.5 a 11.4.
- Jugador de 3^a categoría: Hándicap de 11.5 a 18.4.
- Jugador de 4^a categoría: Hándicap de 18.5 a 26.4.
- Jugador de 5^a categoría: Hándicap de 26.5 a 36.0, ambos incluidos.

- Jugador de 6^a categoría: En esta categoría sólo se incluyen los jugadores alevines y benjamines cuyo hándicap está entre 36.0 a 48.
- Categoría hombres Senior: Jugadores iguales o mayores a 55 años con hándicap máximo de 36.0
- Categoría Damas Senior: Jugadoras de 50 años en adelante con hándicap máximo de 36.0

Marco legal

La organización gubernamental “Federación Nacional de deportes” que luego llegaría a denominarse “Coldeportes” expidió la Resolución número 3 del 9 de diciembre de 1945, por medio de la cual se citaba a todos los clubes campestres que tuvieran campos de golf a que nombraran delegados a una junta que se iba a realizar en la capital del Valle. Según la (Federación Colombiana de Golf, S.F) en su página web oficial en el apartado “Historia”, menciona que “El Ministerio de Gobierno le dio personería jurídica a la Asociación Colombiana de Golf, con fecha del 5 de agosto de 1946 y con la firma del ministro Absalón Fernández de Soto y del secretario Enrique Acero Pimentel. Pero el acta de constitución, o sea, el acta de nacimiento se firmó en la capital colombiana a mediados de 1948”. En la actualidad, lo que antes se conocía como “Coldeportes” se convirtió en “Ministerio del deporte” a partir del decreto único reglamentario del sector administrativo del deporte, para luego ser sancionada a través de la Ley 1967 del 11 de Julio del año 2019. Dado a lo anterior el ente rector del golf en Colombia es la Fedegolf cuyo objetivo es agremiar y regular la práctica del deporte, así como la expedición de hándicap, realizar torneos y control de reglas del mismo.

De igual forma el reglamento, y todo lo que en normatividad se refiere se encarga la Asociación de Golf de los Estados Unidos (USGA) y R&A Rules Limited (The R&A) las cuales operan desde USA y transmiten dicha información a las federaciones de golf autorizadas en los diferentes países que practiquen y agremien el deporte del golf. En el caso de Colombia se cuenta con el documento “Reglas de golf” vigente a partir del 2019 y creado en el 2018 por las dos organizaciones nombradas anteriormente.

Método y materiales

Se realiza un estudio de tipo descriptivo observacional de corte transversal, con el fin de evaluar en un grupo de golfistas aficionados la variable angular durante la ejecución del gesto motor mediante el uso del software 3DMAsttSystem y el análisis biomecánico a través del programa Kinovea, para luego comparar las variables con el swing de golf estándar que se puede hallar en la evidencia disponible. Los estudios observacionales “pretenden describir un fenómeno dentro de una población de estudio y conocer su distribución en la misma. En estos, no existe ninguna intervención por parte del investigador, el cual se limita a medir el fenómeno y describirlo tal y como se encuentra presente en la población de estudio” (Veiga de Cabo et al, 2008, p.2). A su vez, de los estudios observacionales se despliegan los estudios descriptivos y analíticos. En el presente estudio nos enfocamos en el estudio descriptivo, en donde el investigador se limita a medir la presencia, características o distribución de un fenómeno en una muestra, limitándose a describir dichos fenómenos en un momento concreto del tiempo, sin intención de establecer relaciones causales con otros factores (Veiga de Cabo et al, 2008). Por su parte, al tener un componente de estudio de corte transversal, permite que todas las mediciones

se hagan en una sola ocasión, por lo que no se realizan períodos de seguimiento, efectuándose en un momento determinado de la evolución de una enfermedad o evento de interés (Manterola, Otzen, 2014). En el presente estudio se evalúan variables angulares durante la ejecución del swing de golf dentro de una muestra de jugadores aficionados en un determinado espacio de tiempo, y describiendo dichas variables para obtener datos comparables, en donde no se realizó ningún tipo de intervención por parte del investigador.

Las evaluaciones del gesto motor se realizaron dentro del laboratorio de movimiento ubicado en la Universidad Escuela Colombiana de Rehabilitación ubicada en el barrio Cedritos de la ciudad de Bogotá. Este laboratorio cuenta con 6 cámaras de fotogrametría, que captan a 60 fotogramas y están ubicadas en cara anterior, posterior y lateral a metros entre cada una. Posterior al proceso de calibración del software con el fin de asegurar que cada una de las cámaras captara y reconociera los marcadores de la manera más precisa posible, y lograr obtener una toma bajo el modelo biomecánico para representar los movimientos de cada golfista aficionado, se colocaron 19 marcadores siguiendo las indicaciones descritas en el protocolo Full body 19 inmerso en el software 3DMA clínico. Este protocolo fue elegido debido a la relación que hay entre los puntos anatómicos donde se colocan los marcadores y las articulaciones que participan dentro del gesto motor del swing. Los puntos anatómicos son: Cabeza (Área frontal, parietal y occipital), cintura escapular (Apófisis espinosa C7, zona subacromial de ambas extremidades), epicóndilos laterales, articulación de muñeca en cara dorsal en ambas extremidades, zona lumbosacra entre apófisis espinosas de L5-S1, trocánter mayor del fémur en ambas extremidades, cara lateral externa de la rodilla en ambas extremidades, maléolos externos, y dorso del pie entre 2do y 3er metatarso en ambas extremidades. En el presente estudio de investigación se realiza el análisis biomecánico del swing haciendo uso del Hierro 7, el cual es

un palo de uso continuo y está en el punto medio entre la totalidad del set de hierros. Los golfistas realizan una serie de movimientos articulares como fase de calentamiento para preparar su mejor gesto a la hora de realizar la valoración oficial.

Población y muestra

Se realizó la valoración del swing de golf a 6 jugadores aficionados divididos en 2 mujeres y 4 hombres entre los 20 y 55 años de edad los cuales practican frecuentemente el deporte ya sea en clubes públicos o privados en la ciudad de Bogotá o alrededores. Esta selección se realizó bajo conveniencia, dando cumplimiento a los criterios de inclusión: Aficionados entre hándicap 10 a 36, que practiquen 2 veces por semana como mínimo y lleven jugando más de 2 años, con edades comprendidas entre 18 y 55 años de edad. Y como criterios de exclusión: Usuarios diagnosticados con patologías a nivel dorsolumbar, lesiones recientes, profesionales de golf, instructores, jugadores mayores de 55 años o menores de 18. Debido a limitaciones del estudio solo se toma esta muestra puesto que inicialmente se proyectaban 10 jugadores 5 mujeres y 5 hombres, sin embargo, no fue posible realizarlo de esta manera.

Procedimiento

Se realiza una invitación a jugadores entre los contactos del investigador que quisieran ser parte del estudio a través de una comunicación verbal y/o escrita por medio de mensajería instantánea o teléfono. A través de estos medios se logra explicar el objetivo y alcance del presente proyecto de investigación, para así obtener la colaboración en el proceso de selección de los jugadores aficionados que cumplieran con los criterios de inclusión.

Posterior a la confirmación de los participantes, se realizó una asignación de citas para realizar las valoraciones y el video haciendo uso del Software 3DMAsttSystem dentro del laboratorio de movimiento ubicado en la institución Universitaria Escuela Colombiana de rehabilitación, con el fin de evaluar biomecánicamente el gesto motor de los golfistas aficionados durante la ejecución del swing. Previo a la ejecución se solicita llenar digitalmente el consentimiento informado para poder iniciar el proceso.

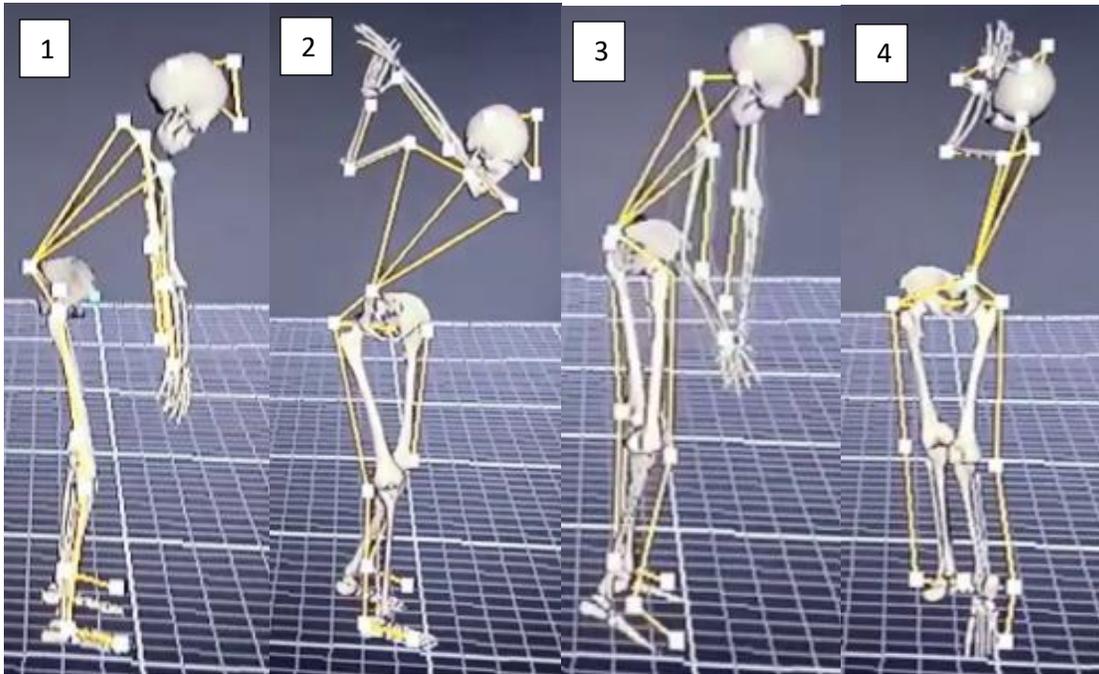
Para ello, se implementaron los protocolos de bioseguridad previo, durante y posterior a la ejecución de las pruebas: Uso de tapabocas, distanciamiento físico de 2 metros, lavado y desinfección de manos antes y después del ingreso al laboratorio, limpieza del laboratorio y los elementos usados, así como llenado de la encuesta COVID de ingreso al sitio.

Posterior a la toma de los videos a cada jugador, se realiza el análisis del gesto motor en cada una de las fases por medio del programa Kinovea con el fin de obtener las variables angulares para su posterior comparación con los parámetros de swing estándar que obtuviésemos de la literatura como referentes para su posterior análisis.

Resultados

De acuerdo con el proceso de análisis realizado a través del programa Kinovea teniendo en cuenta los videos grabados por medio del software 3DMAsttSystem, se logró obtener los siguientes datos representados en las siguientes tablas que corresponden a cada articulación evaluada con sus respectivos grados de acuerdo a cada fase del swing de golf. En el presente estudio nos enfocamos en 4 fases (Stance, top of backswing, follow through y finish) que a

continuación se mostraran en la figura 3, y cuyas imágenes fueron tomadas durante las valoraciones realizadas a los jugadores aficionados que hicieron parte del estudio.



*Figura 3. Fases del swing de golf captadas (1)Stance,(2)Top of backswing, (3)Follow through,(4)Finish
Imágenes tomadas durante las valoraciones realizadas a los jugadores aficionados que hicieron parte del estudio.*

A continuación, se presenta las tablas de valores que se tomaron como referencia de swing de golf estándar para la respectiva comparación con los datos arrojados dentro del presente estudio. En la figura 4 se podrá encontrar el estudio realizado por (Moreno, 2019) en el cual se tomaron 20 jugadores aficionados (A) y se compararon con un golfista profesional del PGA Colombia (P), de allí nace la siguiente tabla de los valores angulares promedio para cada fase del swing.

tabla 6 variables cinemáticas espaciales angulares de jugador profesional (P) y promedios de jugadores aficionados (A) unidades de medida en grados

Variable	posición inicial		back swing		impacto		Terminación	
	A	P	A	p	A	P	A	P
Flexión de tronco	130	126	134	122	143	156	166	160
Flexión hombre derecho	41	37	51	39	31	10	84	90
Flexión hombro izquierdo	40	38	109	100	40	32	74	73
Flexión codo derecho	6	10	99	90	40	60	*	*
Flexión codo izquierdo	4	0	44	13	13	8	94	150
Rotación eje hombros	2	4	84	90	15	25	120	180
Rotación eje caderas	4	1	28	19	29	42	90	127
Rotación eje rodillas	1	0	23	30	14	20	50	90
Rotación eje tobillos	0	0	0	0	4	4	46	90
Flexión de rodilla derecha	31	30	24	37	43	27	33	15
Flexión rodilla izquierda	30	30	38	50	23	10	1	9

(*) este valor no se puede obtener debido a los planos en que se realizaron las tomas

Descriptores (A) jugadores aficionados, (B) jugador profesional colombiano con estatus PGA TOURS

Figura 4. Variables cinemáticas espaciales angulares de jugador profesional y promedios de jugadores aficionados. Tomado de (Moreno, 2019) en su estudio: “Análisis biomecánico comparativo del swing de golf entre un grupo de jugadores aficionados de la ciudad de Bogotá y un profesional colombiano de estatus PGA tour” (p. 17)

Por otra parte, en la figura 5 se pueden observar los valores de variables angulares encontrados por los autores (Zheng et al, 2008) en cuyo estudio se toma una muestra de 25 golfistas femeninas profesionales del Ladies Professional Golf Association Tour (LPGA) y 25 golfistas masculinos del Professional Golf Association Tour (PGA) donde se arrojan los siguientes datos promediados para cada fase del swing.

	LPGA (n= 25)	PGA (n= 25)	p value * p< 0.01
Address (°)			
▶ right elbow flexion	48 ± 6	49 ± 6	
▶ left elbow flexion	30 ± 9	28 ± 6	
▶ right arm to trunk	27 ± 4	29 ± 5	
▶ left arm to trunk	30 ± 4	32 ± 6	
▶ right wrist	127 ± 8	132 ± 6	
▶ left wrist	147 ± 6	148 ± 5	
▶ trunk rotation	- 11 ± 7	- 8 ± 5	
▶ lateral tilt	10 ± 4	13 ± 5	
▶ forward tilt*	32 ± 4	35 ± 4	.010
▶ shoulder orientation	- 13 ± 5	- 12 ± 6	
▶ pelvis orientation	- 2 ± 6	- 4 ± 5	
Peak of backswing (°)			
▶ right elbow flexion	128 ± 8	129 ± 8	
▶ left elbow flexion	54 ± 12	56 ± 8	
▶ right arm to trunk	50 ± 11	45 ± 11	
▶ left arm to trunk	95 ± 8	92 ± 5	
▶ left shoulder horizontal adduction	128 ± 7	126 ± 7	
▶ right shoulder external rotation	68 ± 13	66 ± 10	
▶ right wrist	77 ± 10	75 ± 11	
▶ left wrist	94 ± 16	92 ± 9	
▶ trunk rotation	59 ± 9	59 ± 7	
▶ lateral tilt	- 11 ± 10	- 10 ± 12	
▶ forward tilt*	25 ± 4	31 ± 4	.001
▶ shoulder orientation*	109 ± 7	100 ± 8	.001
▶ pelvis orientation *	49 ± 8	42 ± 7	.001
Ball contact (°)			
▶ right elbow flexion	65 ± 11	59 ± 11	
▶ left elbow flexion	34 ± 8	32 ± 6	
▶ right arm to trunk*	15 ± 5	24 ± 5	.001
▶ left arm to trunk*	31 ± 4	35 ± 6	.005
▶ right wrist	120 ± 9	120 ± 12	
▶ left wrist	163 ± 5	163 ± 9	
▶ trunk rotation	29 ± 9	23 ± 11	
▶ lateral tilt	29 ± 6	31 ± 5	
▶ forward tilt*	29 ± 6	33 ± 3	.007
▶ shoulder orientation	- 23 ± 10	- 19 ± 10	
▶ pelvis orientation *	- 52 ± 11	- 42 ± 12	.007

Figura 5. Valores angulares de referencia de golfistas profesionales. Tomado de (Zheng et al, 2008) en su artículo “Swing Kinematics for Male and Female Pro Golfers” (p.968)

A continuación, se muestran los valores de las variables angulares obtenidas del swing de golf de los jugadores aficionados del presente estudio de investigación, donde se pueden observar 4 jugadores hombres y 2 mujeres y así mismo, se obtiene el valor promedio general de los 6 jugadores con su respectiva desviación estándar, así mismo para los datos de hombres y mujeres, con el fin de ser comparados con los valores de referencia anteriormente mencionados.

Tabla 1. Variables angulares Stance. (Unidad en grados)

Estructura / ROM	Jugador 1	Jugador 2	Jugador 3	Jugador 4	Jugadora 1	Jugadora 2
Aducción de hombro derecho	11,3	10,4	9,9	7,4	10,1	10,2
Aducción de hombro izquierdo	10,3	12,1	20,2	7,4	10,2	5,3
Flexión de hombro derecho	45,5	46,9	41	57,2	35,9	47,1
Flexión de hombro izquierdo	45,9	38,7	32,5	46,9	35,1	44,3
Eje de rotación de hombros	3,4	3,2°	9,6	5,3	-5,8	9
Flexión codo derecho	13,3	22,5	13,1	11,2	6,4	26,9
Flexión codo izquierdo	5,9	8	5,3	12,2	2	3,7
Flexión de tronco	73,1	58,5	56,6	69,8	65,4	83,1
Inclinación lateral derecha de tronco	0	2	3,6	6	6,8	10,8
Eje de rotación de cadera	-10	19	-4,2	7	-3,2	-7,2
Flexión cadera derecha	56,6	64,1	45	52,8	54,9	44,6
Flexión cadera izquierda	42,3	58,1	44,2	41	40	47,1
Flexión rodilla derecha	16,3	33,1	14,2	28,7	23,2	16,7
Flexión rodilla izquierda	17,9	27,8	18,9	15,3	17,5	24,5
Dorsiflexión de tobillo derecho	11,5	3,5	N/A	N/A	N/A	N/A
Dorsiflexión de tobillo izquierdo	12,2	7,6	N/A	N/A	N/A	N/A
Plantiflexión de tobillo derecho	N/A	N/A	4,8	4,9	10,5	4,9

Plantiflexión de tobillo izquierdo	N/A	N/A	6,1	2,9	2,5	1,3
ROM: Rango articular de movimiento						
N/A: No aplica						

En la tabla 1, de acuerdo con los datos arrojados durante la fase de “stance” o fase de preparación inicial, se puede identificar que los 4 jugadores hombres no tienen una alineación de hombros hacia la línea horizontal o línea objetivo, sino que por su parte el eje de rotación de hombros se encuentra en rotación derecha, de igual forma la jugadora 1 presenta un eje de rotación de hombros hacia el lado izquierdo por lo cual se representa en negativo, y la jugadora 2 presenta al igual que los demás jugadores un eje de rotación de hombros hacia el lado derecho, lo cual puede influir en la línea de golpe y la dirección de la pelota al momento de realizar la fase de follow through. De igual forma, como se pudo evidenciar existen diferencias numéricas importantes en la variable de adducción de hombro izquierdo ya que, los hombres tienen una adducción de 4,7 grados por encima de las mujeres. Por su parte, los hombres en la flexión de hombro derecho están 6,2 grados en promedio por encima de las dos jugadoras. En cuanto a la flexión de codo izquierdo los hombres flexionan 5 grados más que las mujeres en esta fase. En cuanto a la variable de flexión de tronco las mujeres arrojaron una flexión de 9,8 grados por encima de los hombres, al igual que en la variable de inclinación lateral derecha de tronco donde las mujeres presentan una inclinación de 5,9 grados mayor a la de los hombres. En cuanto a la flexión de cadera derecha los hombres tienen una flexión de 4.8 grados en promedio mayor a la de las 2 mujeres. Finalmente, se puede observar que en cada uno de los jugadores se evidencia una posición distintiva del cuello de pie, por lo cual es muy complejo llegar a comparar estos

datos, teniendo en cuenta que, con base en la posición de las demás articulaciones, el pie se posicionará en plantiflexión o dorsiflexión.

Tabla 1.1 Parámetros angulares Stance (Unidad en grados)

Estructura / ROM	Promedio general	Desviación estándar general	Hombres promedio	Desviación estándar hombres	Mujeres promedio	Desviación estándar mujeres
Adducción de hombro derecho	9,88	±1,31	9,8	±1,7	10,2	±0,07
Adducción de hombro izquierdo	10,92	±5,15	12,5	±5,5	7,8	±3,46
Flexión de hombro derecho	45,60	±7,12	47,7	±6,8	41,5	±7,92
Flexión de hombro izquierdo	40,57	±6,02	41,0	±6,7	39,7	±6,51
Eje de rotación hombros	0,97	±7,01	0,7	±6,7	1,6	±10,47
Flexión codo derecho	15,57	±7,63	15,0	±5,1	16,7	±14,50
Flexión codo izquierdo	6,18	±3,58	7,9	±3,1	2,9	±1,20
Flexión de tronco	67,75	±9,84	64,5	±8,2	74,3	±12,52
Inclinación lateral derecha de tronco	4,87	±3,84	2,9	±2,5	8,8	±2,83
Eje de rotación de cadera	0,23	±10,86	3,0	±12,8	-5,2	±2,83
Flexión cadera derecha	53,00	±7,41	54,6	±8,0	49,8	±7,28
Flexión cadera izquierda	45,45	±6,69	46,4	±7,9	43,6	±5,02
Flexión rodilla derecha	22,03	±7,63	23,1	±9,3	20,0	±4,60

Flexión de rodilla izquierda	20,32	±4,78	20,0	±5,4	21,0	±4,95
Dorsiflexión de tobillo derecho	2,50	±4,63	3,8	±5,4	N/A	N/A
Dorsiflexión de tobillo izquierdo	3,30	±5,32	5,0	±6,0	N/A	N/A
Plantiflexión de tobillo derecho	4,18	±3,91	2,4	±2,8	7,7	±3,96
Plantiflexión de tobillo izquierdo	2,13	±2,29	2,3	±2,9	1,9	±0,85
ROM: Rango articular de movimiento						
N/A: No aplica						

Por su parte, teniendo en cuenta los valores de referencia anteriormente mencionados, se puede decir que: de acuerdo con lo hallado por (Moreno, 2019) los jugadores aficionados hombres del presente estudio se encuentran por encima de los valores promedio tanto del jugador profesional categoría PGA (5 grados) así como del promedio de los aficionados en cuanto a la variable de flexión de codo derecho (9 grados) e izquierdo 15 grados y 11 grados respectivamente. Esto se puede contrastar de acuerdo con lo hallado por (Zheng et al, 2008) en donde tanto las mujeres como los hombres se encuentran por debajo del promedio de las 25 jugadoras profesionales mujeres (Flex codo der: 31,3 grados y codo izq: 27,1 grados), como de los 25 hombres del PGA (Flex codo der: 34 grados y codo izq: 20,1 grados). En cuanto a la flexión de hombros se evidencia una diferencia importante entre los hombres y mujeres del presente estudio y los profesionales de golf del PGA ya que en nuestra muestra ambos presentan una mayor flexión de hombros con respecto a los profesionales por lo cual se podría evidenciar una distancia mayor entre el jugador y pelota en cuanto a la posición inicial se refiere. En cuanto al eje de rotación de hombros y cadera, se encuentran diferencias entre los aficionados del

presente estudio y los valores dados por (Moreno, 2019) para el eje de rotación de hombros de un profesional que es de 4 grados lo cual está por encima de nuestra muestra y eje de rotación de caderas es de 1 grado que se acerca un poco más a nuestra población y en cuanto a los valores de los profesionales dados por (Zheng et al, 2008) para mujeres de -13 ± 5 grados, lo cual indica que hay una menor rotación en las mujeres de nuestro estudio y para hombres de -12 ± 6 grados para eje de rotación de hombros, que permite identificar que está por encima del valor arrojado por la muestra de aficionados. En cuanto a la inclinación lateral de tronco la muestra de aficionados se comporta en similitud con los valores de (Zheng et al, 2008). Sin embargo, en la flexión de tronco hay una mayor flexión anterior por parte de los aficionados del presente estudio con respecto a los profesionales del PGA. Por su parte, en cuanto al eje de rotación de cadera en mujeres profesionales es de -2 ± 6 grados, en donde se observa que las mujeres de nuestra muestra están dentro de ese rango y -4 ± 5 grados en hombres profesionales, lo que indica que nuestra muestra se encuentra dentro del rango de los datos arrojados en hombres. En cuanto a la flexión de rodillas según los valores de referencia de (Moreno, 2019) la muestra de aficionados en general se encuentra en 9 grados en promedio por debajo de los valores de referencia de su estudio en aficionados y el profesional de golf. En cuanto a las otras variables no se puede realizar una comparación ya que, en este estudio se tuvieron en cuenta nuevas variables angulares que no han sido contempladas en estudios previos.

Tabla 2. Variables angulares top of Back Swing (Unidad en grados)

Estructura / ROM	Jugador 1	Jugador 2	Jugador 3	Jugador 4	Jugadora 1	Jugadora 2
Abducción de hombro derecho	100,6	40,4	60,2	66,9	53,9	50

Flexión de hombro izquierdo	de	118,8	113,1	130,3	121,9	132,4	95,4
Eje de rotación hombros		98,6	87,3	98,4	146,7	77,5	65,6
Flexión codo derecho		107,4	138,9	129,6	120	136,8	109,4
Flexión codo izquierdo		137,8	110,9	157,8	116,7	140,6	91,2
Inclinación lateral izquierda tronco		6,4	18,1	20,3	18,7	22,6	19,9
Flexión de tronco	de	59,8	61	87	42,4	48,9	39
Eje de rotación de caderas		60,8	36,9	57,9	49	25,3	35,5
Flexión cadera derecha		61,9	57	68,7	50,9	52,6	46,9
Flexión cadera izquierda		43,5	34,3	24,2	38,7	33,7	45,3
Flexión rodilla derecha		24,7	25,6	15,9	21,9	21,6	20,7
Flexión rodilla izquierda		13,8	25	15,4	31,1	17,5	31,4
Dorsiflexión de tobillo izquierdo		N/A	2,5	2,9	3,6	2,6	N/A
Plantiflexión de tobillo derecho		2,4	4	4,8	4,3	7,5	2,9
Plantiflexión de tobillo izquierdo		7,4	N/A	N/A	N/A	N/A	1,6

ROM: Rango articular de movimiento.
N/A: No aplica

De acuerdo con los anteriores datos, podremos identificar una gran diferencia entre la abducción de hombro derecho entre los hombres y las mujeres del presente estudio en la fase de back swing, siendo las mujeres las de menor ángulo de abducción de hombro derecho (15,35 grados por debajo). De igual forma sucede con la flexión de hombro izquierdo en donde nuevamente las mujeres están en 7,13 grados por debajo de los hombres de la muestra. Por su parte en cuanto al eje de rotación de hombros se refiere hay diferencias numéricas de

importancia entre los dos grupos ya que, los hombres tienen una rotación de 36,2 grados mayor a las mujeres. En la variable de flexión de codo izquierdo las mujeres tienen una flexión de 14,9 grados menor a la de los hombres. Al igual que en la anterior fase, las mujeres presentan una mayor inclinación lateral de tronco respecto de los hombres en 5.37 grados de diferencia. En cuanto a la flexión de tronco, en esta fase los hombres de la muestra presentan una flexión en 18,6 grados mayor al de las mujeres. En el eje de rotación de cadera los hombres rotan 20,75 grados más que las mujeres, de igual forma en cuanto a la flexión de cadera estos presentan una mayor flexión respecto a las mujeres en un promedio de 9,88 grados.

Tabla 2.1 Parámetros angulares Top of backswing (Unidad en grados)

Estructura / ROM	Promedio general	Desviación estándar general	Hombres promedio	Desviación estándar hombres	Mujeres promedio	Desviación estándar mujeres
Abducción de hombro derecho	62,0	±20,94	67,03	±25,05	51,95	±2,76
Flexión de hombro izquierdo	118,7	±13,47	121,03	±7,18	113,90	±26,16
Eje de rotación hombros	95,7	±28,02	107,75	±26,50	71,55	±8,41
Flexión codo derecho	123,7	±13,57	123,98	±13,48	123,10	±19,37
Flexión codo izquierdo	125,8	±24,04	130,80	±21,39	115,90	±34,93
Inclinación lateral izquierda tronco	17,7	±5,74	15,88	±6,38	21,25	±1,91
Flexión de tronco	56,4	±17,46	62,55	±18,38	43,95	±7,00
Eje de rotación de cadera	44,2	±13,95	51,15	±10,75	30,40	±7,21
Flexión de cadera derecha	56,3	±7,96	59,63	±7,54	49,75	±4,03

Flexión cadera izquierda	36,6	±7,68	35,18	±8,22	39,50	±8,20
Flexión rodilla derecha	21,7	±3,43	22,03	±4,38	21,15	±0,64
Flexión rodilla izquierda	22,4	±7,88	21,33	±8,18	24,45	±9,83
Dorsiflexión de tobillo izquierdo	1,9	±1,55	2,25	±1,57	1,30	±1,84
Plantiflexión de tobillo derecho	4,3	±1,80	3,88	±1,04	5,20	±3,25
Plantiflexión de tobillo izquierdo	1,5	±2,96	1,85	±3,70	0,80	±1,13
ROM: Rango articular de movimiento.						

Durante el gesto motor de la segunda fase “Back swing” o fase de “Swing hacia atrás”, la tabla 2.1 nos muestra el promedio general de los jugadores del presente estudio, el cual al compararlos con los valores dados por los autores (Zheng et al, 2008) nos muestra una diferencia importante en la flexión de codo izquierdo entre hombres y mujeres aficionados en relación a golfistas profesionales hombres y mujeres ya que, los aficionados hombres se encuentran 74,8 grados por encima de los profesionales y las mujeres aficionadas 61,9 grados más de flexión de codo izquierdo frente a las mujeres profesionales. En cuanto a la variable de abducción de hombro derecho, los hombres aficionados se encuentran en 22,03 grados por encima de los profesionales y las mujeres aficionadas se encuentran dentro de los rangos propuestos por el autor en cuanto a las mujeres profesionales se refiere. Esto se puede corroborar con los datos hallados por (Moreno, 2019) ya que los hombres se encuentran en una abducción mayor que el profesional y los aficionados allí expuestos y las mujeres si se encuentran dentro del rango de los aficionados de la muestra tomada en dicho estudio. En la flexión de hombro izquierdo en

hombres aficionados estos se encuentran dentro de los rangos hallados y las aficionadas se encuentran 13 grados por abajo de las mujeres profesionales. De igual forma, se evidencia comparando con lo hallado por (Moreno, 2019) en donde los hombres del presente estudio tienen mayor flexión con respecto al profesional del estudio de referencia y las mujeres se mantienen dentro del rango para aficionados, pero por encima del valor referente del profesional. En cuanto a la flexión de tronco los y las aficionadas se encuentran en mayor flexión con respecto a los y las profesionales PGA dentro del estudio de (Zheng et al, 2008), y en cuanto a la inclinación lateral izquierda, ambos se encuentran dentro de los rangos de referencia. Respecto al eje de rotación de hombros los hombres aficionados se encuentran dentro del rango de los profesionales, pero las mujeres están 37,45 grados por debajo del rango de las mujeres profesionales. Por su parte, en el eje de rotación de cadera las mujeres aficionadas tienen 18 grados de rotación por debajo del rango de las profesionales mientras que los aficionados se encuentran dentro del rango de referencia de los profesionales hombres. En relación a la flexión de rodillas se encuentran dentro de los rangos propuestos por (Moreno, 2019) para aficionados y en relación al profesional de PGA.

Tabla 3. Variables angulares Follow Through (Unidad en grados)

Estructura / ROM	Jugador 1	Jugador 2	Jugador 3	Jugador 4	Jugadora 1	Jugadora 2
Adducción de hombro derecho	9,0	10,1	12,8	18	9,8	13,9
Adducción de hombro izquierdo	N/A	6,3	10	N/A	3,4	N/A

Abducción de hombro izquierdo	2,4	N/A	N/A	3,9	N/A	19,8
Flexión de hombro derecho	49,8	34	34,3	40,9	42,9	57
Flexión de hombro izquierdo	43,3	44,3	38,7	49,7	45,9	46,7
Eje de rotación hombros derecho	61	89	89,7	109,3	47,6	42,9
Flexión codo derecho	26,5	57,8	23,1	43,4	21,9	42,6
Flexión codo izquierdo	14,7	11,7	2,1	12,8	13,4	43,4
Flexión de tronco	52,2	80,5	42,1	54,7	62,1	60,8
Inclinación lateral derecha de tronco	12,8	15,1	5,7	15,3	9,1	11,9
Eje de rotación de cadera	10,6	59	72,2	62,6	34,5	42,9
Flexión cadera derecha	27,3	39,1	21,1	39,5	38,1	34
Flexión cadera izquierda	33,1	36,7	36,1	34,3	54,8	54,3
Flexión rodilla derecha	14,2	29,8	10,4	32,5	29,2	17,2
Flexión rodilla izquierda	23,3	15,2	13,4	18,4	22,8	35,8
Plantiflexión de tobillo derecho	8,2	15	13,8	2,1	11,3	4,5
Plantiflexión de tobillo izquierdo	1,2	7,3	5,8	4,1	9	6,4

ROM: Rango articular de movimiento.

N/A: No aplica

En relación a la tabla 3, durante la fase de “Follow through” o “impacto” se evidencia una mayor adducción del hombro derecho e izquierdo en hombres aficionados en comparación a la adducción de mujeres aficionadas, así como también se evidencia que las mujeres tienden a realizar abducción de hombro izquierdo al impactar la pelota. Así mismo, en cuanto a la flexión de hombro derecho los hombres se encuentran 10,25 grados por abajo de las mujeres, y en izquierdo los hombres tienden a la similitud con las mujeres durante el impacto de la pelota. Por otro lado, en la variable de eje de rotación de hombros los hombres aficionados tienen 42 grados más de rotación que las mujeres aficionadas. Por su parte, en la flexión de codo izquierdo las mujeres tienden a mayor flexión del codo izquierdo en una diferencia de 18,07 grados por encima de los hombres aficionados. Así mismo, en el eje de rotación de cadera los hombres aficionados rotan 12,4 grados más que las mujeres, así como tienden a flexionar menos el tronco, la cadera izquierda y rodilla izquierda en comparación a las mujeres a la hora de impactar la pelota.

Tabla 3.1 Parámetros angulares Follow through (Unidad en grados)

Estructura /ROM	Promedio general	Desviación estándar general	Hombres promedio	Desviación estándar hombres	Mujeres promedio	Desviación estándar mujeres
Adducción de hombro derecho	12,27	±3,38	12,48	±4,01	11,85	±2,90
Adducción de hombro izquierdo	3,28	±4,16	4,08	±4,94	1,70	±2,40
Abducción de hombro izquierdo	4,35	±7,74	1,58	±1,92	9,90	±14,00
Flexión de hombro derecho	43,15	±8,98	39,75	±7,42	49,95	±9,97

Flexión de hombro izquierdo	44,77	±3,70	44,00	±4,52	46,30	±0,57
Eje de rotación hombros	73,25	±26,64	87,25	±19,87	45,25	±3,32
Flexión codo derecho	35,88	±14,35	37,70	±16,07	32,25	±14,64
Flexión codo izquierdo	16,35	±14,00	10,33	±5,62	28,40	±21,21
Flexión de tronco	58,73	±12,85	57,38	±16,35	61,45	±0,92
Inclinación lateral derecha de tronco	11,65	±3,70	12,23	±4,50	10,50	±1,98
Eje de rotación de cadera	46,97	±22,45	51,10	±27,57	38,70	±5,94
Flexión cadera derecha	33,18	±7,49	31,75	±9,08	36,05	±2,90
Flexión cadera izquierda	41,55	±10,15	35,05	±1,65	54,55	±0,35
Flexión rodilla derecha	22,22	±9,39	21,73	±11,05	23,20	±8,49
Flexión rodilla izquierda	21,48	±8,05	17,58	±4,34	29,30	±9,19
Plantiflexión de tobillo Derecho	9,15	±5,15	9,78	±5,91	7,90	±4,81
Plantiflexión de tobillo Izquierdo	5,63	±2,71	4,60	±2,62	7,70	±1,84
ROM: Rango articular de movimiento.						

Con base en los valores de referencia, se evidencia una notable diferencia entre las variables de flexión de codo derecho e izquierdo tanto en mujeres como en hombres con una diferencia de 32,75 grados en flexión codo derecho y 5,6 grados para flexión de codo izquierdo en mujeres aficionadas por debajo en comparación con las profesionales. Por su parte en

hombres 21,3 grados en flexión de codo derecho y 21,67 grados en flexión de codo izquierdo, cuyos valores están por debajo en comparación a los valores de profesionales PGA según (Zheng et al, 2008). Así mismo, durante el impacto hay mayor flexión de hombros tanto en aficionados hombres y mujeres en comparación a los valores de referencia. De igual forma, en la variable de inclinación lateral derecha de tronco tanto hombres como mujeres se encuentran 18,77 grados y 19,1 grados respectivamente por debajo del valor arrojado por los profesionales hombres y mujeres. Por su parte, la flexión de tronco en hombres aficionados se encuentra 24,38 grados mayor a la de los profesionales y en mujeres 31,85 grados por encima de la referencia de mujeres profesionales del LPGA.

De la misma manera, el eje de rotación de hombros tanto en hombres como en mujeres aficionadas está en mayor rotación (>30 grados) con respecto a los profesionales, sin embargo, es importante reconocer que la medida no se encuentra tan alejada de los valores propuestos por (Moreno, 2019) en donde no hay una diferencia tan marcada. Por el contrario, dentro del eje de rotación de cadera tanto aficionados hombres como mujeres están dentro de los rangos angulares que proponen en (Zheng et al, 2008). Finalmente, en la flexión de rodillas según valores de (Moreno, 2019) ambos grupos de aficionados se encuentran dentro del rango angular propuesto en dicho estudio tanto para aficionados como para profesional.

Tabla 4. Parámetros angulares Finish swing (Unidad en grados)

Estructura / ROM	Jugador 1	Jugador 2	Jugador 3	Jugador 4	Jugadora 1	Jugadora 2
Abducción de hombro izquierdo	110	83,2	97,2	66,6	118,2	54,9
Flexión de hombro derecho	145,2	92	109	101,8	111,6	107,2

Eje de rotación hombros	153,3	130,9	176,4	136,3	146,5	148,8
Flexión codo derecho	115	104,3	90,3	107,7	103,2	47,1
Flexión codo izquierdo	105,9	86,2	118,3	130,4	104,5	135
Flexión de tronco	2,6	N/A	8,8	N/A	34,7	6,1
Extensión de tronco	N/A	7,5	N/A	3,9	34,7	N/A
Inclinación lateral derecha de tronco	14,5	32,6	22,6	20,1	22,6	24,7
Eje de rotación de cadera derecha	59,1	50,3	64,3	44,6	33,3	50,4
Flexión cadera izquierda	3,6	15,9	17,8	6,3	18,5	13,7
Extensión cadera derecha	33,4	15,2	28,3	14,3	31,2	8,2
Flexión rodilla derecha	10,8	36,3	25	37,1	11,6	48,8
Flexión rodilla izquierda	24,8	14,3	15,2	5	9	26,6
Plantiflexión de tobillo derecho	34,7	26,7	29,9	25,8	32,6	29,8
Plantiflexión de tobillo izquierdo	7,6	4,6	15,6	6,9	23,3	13,1
ROM: Rango articular de movimiento.						
N/A: No aplica						

Por último, dentro de la fase de “finish swing” o terminación se puede encontrar que los hombres presentan una mayor abducción de hombro izquierdo que las mujeres por una diferencia de 2,7 grados en promedio. Por su parte, en la flexión de codo derecho los hombres presentan un

ángulo de 29,17 grados por arriba del ángulo de flexión de codo de las mujeres aficionadas, contrario a lo que sucede con el codo izquierdo en donde las mujeres tienen mayor flexión de codo con una diferencia significativa de 9,55 grados por encima de los hombres aficionados. Como ya se ha evidenciado en las fases anteriores, las mujeres aficionadas presentan una flexión de tronco mayor que los hombres y en este caso se distancian en 17,55 grados. Pero también se evidencia que en esta fase hay una extensión de tronco por parte de algunos aficionados en donde nuevamente hay una diferencia marcada, siendo las mujeres quienes arrojan 14,5 grados por encima de la variable de extensión de tronco frente a los hombres aficionados. Así mismo, como se ha podido observar en resultados anteriores, el eje de rotación de cadera de los hombres sigue siendo mayor al de las mujeres, y en esta fase se puede ver una diferencia de 12,72 grados respecto a las aficionadas. Por último, otra diferencia importante está relacionada con la planti flexión del tobillo izquierdo en donde las mujeres tienden a tener un mayor rango de movimiento estando en 9,53 grados por encima de los hombres aficionados.

Tabla 4.1 Parámetros angulares Finish (Unidad en grados)

Estructura / ROM	Promedio general	Desviación estándar general	Hombres promedio	Desviación estándar hombres	Mujeres promedio	Desviación estándar mujeres
Abducción de hombro izquierdo	88,35	±24,72	89,25	±18,65	86,55	±44,76
Flexión de hombro derecho	111,13	±18,08	112	±23,20	109,4	±3,11
Eje de rotación hombros	148,70	±15,90	149,22	±20,48	147,65	±1,63
Flexión codo derecho	94,60	±24,62	104,32	±10,36	75,15	±39,67
Flexión codo izquierdo	113,38	±18,19	110,2	±18,87	119,75	±21,57

Flexión de tronco	8,70	±13,20	2,85	±4,15	20,4	±20,22
Extensión de tronco	7,68	±13,57	2,85	±3,60	17,35	±24,54
Inclinación lateral derecha de tronco	22,85	±5,93	22,45	±7,57	23,65	±1,48
Eje de rotación de cadera derecha	50,33	±10,91	54,57	±8,81	41,85	±12,09
Flexión cadera izquierda	12,63	±6,24	10,9	±7,00	16,1	±3,39
Extensión cadera derecha	21,77	±10,49	22,8	±9,53	19,7	±16,26
Flexión rodilla derecha	28,27	±15,22	27,3	±12,31	30,2	±26,30
Flexión rodilla izquierda	15,82	±8,52	14,82	±8,09	17,8	±12,45
Plantiflexión de tobillo derecho	29,92	±3,39	29,275	±4,02	31,2	±1,98
Plantiflexión de tobillo izquierdo	11,85	±6,95	8,67	±4,79	18,2	±7,21

ROM: Rango articular de movimiento.

Debido a que el autor (Zheng et al, 2008) no tuvo en cuenta dentro de su estudio el análisis biomecánico de los profesionales de golf durante la fase de “finish swing”, se tomó como referencia las variables angulares halladas por (Moreno, 2019) en la fase de terminación. En primer lugar, en la variable de flexión de hombro derecho los aficionados masculinos se encuentran 28 grados por arriba del promedio de aficionados y 22 grados por arriba del profesional del estudio de referencia. Por su parte, las mujeres aficionadas del presente estudio

están en 25,4 grados por encima del promedio de aficionados y 19,4 grados por encima del profesional de PGA. En cuanto al hombro izquierdo, el autor lo plantea como una flexión de hombro, sin embargo, por la posición anatómica en que finaliza el gesto se relaciona a una abducción de hombro, en este caso se evidencia que los hombres aficionados se encuentran en una abducción de 15,25 grados por arriba del promedio de aficionados y 16,25 grados del profesional de golf acorde a los valores de referencia del mismo autor. En relación a la flexión de codo derecho, se puede identificar que el autor no pudo obtener el valor debido a los planos en que realizaron las tomas, sin embargo; en el presente estudio de investigación se pudo hallar que en promedio los hombres realizan una flexión de codo derecho de 104,32 grados y las mujeres de 75,15 grados. Así mismo, en cuanto a la flexión de codo izquierdo los hombres aficionados se encuentran 16,2 grados por arriba del valor de referencia promedio de aficionados y 39,8 grados por debajo del valor de referencia del profesional de golf. Así pues, en cuanto a la flexión de codo izquierdo en mujeres aficionadas, estas se encuentran en 25,75 grados por arriba del promedio de aficionados y 30,25 grados por debajo del valor comparativo en relación al profesional con status PGA tour. En relación a la variable del eje de rotación de hombros tanto hombres como mujeres del presente estudio presentan una mayor rotación en comparación a los aficionados del estudio de referencia (>20 grados) y con relación al valor de referencia del profesional de golf ambos grupos se encuentran muy cercanos al rango (<3 grados) por debajo del valor. Por otro lado, durante esta fase las mujeres aficionadas presentan una flexión de tronco dentro de los valores de referencia tanto del promedio de aficionados como del valor del profesional de golf, contrario a la flexión de tronco en hombres aficionados que se encuentran por debajo del promedio. Sin embargo, es importante resaltar que en esta posición se identifica

una extensión de tronco promedio de 17,35 grados en mujeres aficionadas y 2,85 grados en hombres.

En cuanto al eje de rotación de cadera, el grupo de aficionados hombres se encuentran en 35,43 grados por debajo del valor promedio de aficionados y 72,43 grados por debajo del valor de referencia del profesional, así como en mujeres aficionadas se encuentra en 48,15 grados por debajo del promedio de aficionados y 85,15 grados por debajo del valor de referencia del profesional de golf. Por último, en cuanto a la flexión de rodilla derecha tanto aficionados hombres como mujeres ambos grupos se comportan similar al promedio de aficionados, sin embargo, se encuentran en una flexión de rodilla derecha mayor respecto al valor de referencia del profesional, así mismo en cuanto a la flexión de rodilla izquierda ambos grupos presentan una flexión mayor a 10 grados respecto al promedio de aficionados y de igual forma se encuentran en una flexión de rodilla izquierda > 5 grados con respecto al valor de referencia del profesional de Golf.

Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo con lo anterior, respecto a la identificación de las variables angulares tanto de aficionados masculinos como femeninos dentro del presente estudio, existen diferencias numéricas notables entre sí para cada una de las fases del gesto del swing de golf. Así pues, se evidencian diferencias entre las variables angulares de los aficionados del presente estudio y los valores de referencia de golfistas profesionales del PGA y LPGA hallados por los autores (Zheng et al, 2008) y los valores promedio de aficionados, así como el valor de referencia del profesional de status PGA tour propuesto por (Moreno, 2019), los cuales fueron tomados como swing de golf estándar. Estas diferencias son de gran relevancia puesto que es bien sabido que los

profesionales de golf requieren de un gesto motor enriquecido en técnica, muy bien desarrollado y estructurado para lograr obtener los resultados que les permite tener ese nivel de juego, por ende, se podría interpretar que estas diferencias pueden tener relación directa con el nivel de juego de los aficionados y pueden influir notoriamente en sus resultados durante la práctica del golf. Por otra parte, se puede mencionar que en cada una de las fases existen diferentes posiciones articulares que influyen dentro de la ejecución del swing y también en el resultado que conlleve al impactar la pelota refiriéndose a la alineación respecto al objetivo, así como el torque que se requiere para lograr impactar la pelota, en lo cual podemos decir que en el caso de los hombres aficionados hay un mayor torque por la relación directa que hay entre el eje de rotación de hombros y cadera y la velocidad de impacto a la hora de realizar la fase de “follow through” en comparación a las mujeres, pero en ambos casos es insuficiente en comparación a los valores de referencia de los profesionales de golf. Esto se puede analizar desde la técnica del swing donde según (Gonzalez, 2011) citado por (Moreno, 2019 pág. 18) durante la fase de back swing “el brazo izquierdo debe tener la mayor extensión posible dado que busca mantener un mejor péndulo” así mismo en la fase de follow through tanto la cadera como los hombros y los brazos deben llegar a impactar la bola en una sincronía y una alineación que permita imprimirle velocidad al palo y ejecutar un golpe de pelota con precisión, lo cual se puede ver afectado en los golfistas aficionados que participaron del presente estudio ya que, estas variables no se acercan al valor de referencia propuestos en la evidencia. Por otra parte, se pudo identificar que los autores (Moreno, 2019 y Zheng et al, 2008) no contemplaron diferentes variables angulares que en el presente estudio de investigación si se evaluaron, como, por ejemplo, la aducción de hombros, la flexión de cadera y la dorsiflexión en la fase de “stance”, abducción de hombro derecho, flexión de caderas, y plantiflexión en fase de “back swing”, flexión de caderas, flexión

de rodillas y dorsi-planti flexión de cuello de pie en fase de “follow through”, así como la abducción de hombro izquierdo, la extensión de cadera derecha y flexión cadera izquierda, flexión de rodillas y dorsi-planti flexión de cuello de pie en fase de “finish swing”, las cuales no se pudieron comparar debido a que no existían valores de referencia.

Estas variables son un factor diferencial del presente estudio y pueden ser útiles en futuras investigaciones, ya que son variables nuevas dentro de los artículos enfocados en el análisis biomecánico del gesto del swing de golf y pueden servir dentro de los análisis comparativos del gesto motor de los jugadores aficionados y profesionales teniendo en cuenta las variables que aquí se tomaron. Así mismo, se pudo identificar que en la fase back swing los autores (Zheng et al, 2008) mencionan en sus tablas que el hombro izquierdo se encuentra en una adducción horizontal, sin embargo, anatómicamente el hombro solo podría llegar a una adducción de hasta 30 grados, por ende, en el gesto no se podría relacionar con una adducción de hombro sino una flexión de hombro izquierdo además de la relación que tiene con la rotación de la cadera hacia el lado ipsilateral.

Así mismo, el autor (Moreno, 2019) en su tabla de variables cinemáticas espaciales, menciona que en la fase de back swing el hombro derecho se encuentra en una flexión, sin embargo, esta se encuentra en abducción con una rotación externa de hombro, al igual que en la fase de finish swing donde el hombro izquierdo no se encuentra en flexión sino en una abducción con rotación externa cuya variable por limitaciones del presente estudio no pudo ser evaluable.

El presente estudio provee datos importantes en cuanto a análisis biomecánico del gesto motor del swing de golf, ya que, se tuvieron en cuenta otros movimientos articulares como la aducción y abducción de hombro, extensión e inclinación lateral de tronco, flexo-extensión de cadera, y dorsi-planti flexión, los cuales podrían tenerse en cuenta en futuros estudios de análisis

biomecánico enfocado en variables angulares, lo cual complementaria el abordaje dentro del análisis completo de todas las estructuras involucradas y como estas podrían influir en la correcta ejecución del swing de golf y el desempeño de los jugadores aficionados. Así mismo, podrían realizarse futuros estudios de investigación en donde se relacionen las variables angulares de los golfistas tanto aficionados como profesionales y las posibles lesiones musculoesqueléticas que puedan surgir a partir del movimiento dentro de rangos articulares por fuera de los rangos biomecánicamente confortables durante la ejecución del swing de golf.

Limitaciones

Como principal limitación, el análisis biomecánico del gesto motor del swing de golf enfocado en la descripción de las variables angulares no se pudo realizar bajo el protocolo de Golf 3DMA, debido a la no disponibilidad del mismo, cuyo sistema es mucho más avanzado e incluye todas las variables dentro del programa. Por tal motivo, se realizaron las tomas bajo el programa de análisis de cuerpo completo del Clinical 3DMA y luego tomar las capturas con base al esquema de 19 marcadores que permitía el software para luego ser analizado manualmente mediante el programa de Kinovea, lo cual dificultó la medición de variables angulares como la flexo-extensión y/o desviaciones de la articulación de muñeca y la rotación interna o externa de hombros, por ende este análisis podría estar muy estrechamente relacionado con la manera de evaluar y analizar del autor. De igual forma, no se obtuvo una mayor participación de golfistas aficionados, ya que, debido a la situación de salud pública que se vive en la actualidad, el interés por ser parte del estudio se vio condicionado por el riesgo de contagio por Sars-cov-2.

Así mismo, debido a que solo se optó solo por los dos autores de referencia ya mencionados, dentro del análisis de la fase de “back swing” los autores (Zheng et al, 2008) no

contemplaron las variables de esta fase, por ende, se remitió a los resultados de (Moreno, 2019) donde no se pudo obtener una comparación muy acertada ya que, no se presentaron resultados comparativos individuales para mujeres y hombres aficionados de la muestra del presente estudio puesto que el autor de referencia solo presentaba un valor promedio de aficionados sin especificación de tipo de género y un profesional de golf masculino, a diferencia del estudio de (Zheng et al, 2008) donde la muestra constaba de 25 golfistas profesionales mujeres y 25 golfistas profesionales hombres del LPGA y PGA tour.

Referencias Bibliográficas.

Adlington, G (1996) Proper swing technique and biomechanics of golf. Clin Sports Med; 15:9–26.

Antuña, S., O'Driscoll (2000) Inestabilidad del codo: Etiología, diagnóstico y tratamiento. Tomado de: <https://www.elsevier.es/en-revista-revista-espanola-cirugia-ortopedica-traumatologia-129-articulo-inestabilidad-del-codo-etilogia-diagnostico-13007287>

Ball, K., Best, R (2007) Different centre of pressure patterns within the golf stroke I: cluster analysis. J Sports Sci; 25:757-70.

Fedegolf (2020) Reglas de Hándicap Federación Colombiana de Golf 2020 – Coljueces.

Recuperado el 19/12/2021. Link:

https://fedegolf.my.salesforce.com/sfc/p/#6g0000022Zr3/a/5x000000ZbCM/X1Qi_62OglO7T3D.ih0.samx7Arvi_BU3PWQJgRtb28

Fedegolf (S.F) La federación: Historia. Recuperado el da 19/12/2021. Link:

<https://www.federacioncolombianadegolf.com/apex/Historia>.

- González, J., Vivas, M., Floría Martín, P. (2011). Análisis por fotogrametría 3D de la técnica de swing de una golfista profesional. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 11 (42) pp. 236-254.
<Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista42/artanalisis208.htm>
- Kreighbaum, E., Barthels, K. (1981) *Biomechanics: A qualitative approach for studying human movement*. Minneapolis, Minnesota: Burgess Publishing Co. Citado en López, C; De Antonio, R; Juárez, D; Navarro, E (2008)
- López, C., De Antonio, R; Juárez, D; Navarro, E (2008) El patrón de movimiento en el swing de golf en jóvenes promesas. Recuperado el día 06/10/2021. Link:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1886658108700963>
- McConaill (2004) *Fisioterapia manual extremidades*. 2ª ed. Madrid: McGraw Hill Interamericana; citado por Panesso, M, Trillos, M, Guzmán, I (2008)
- Manterola, C., Otzen, T. (2014) Estudios Observacionales: Los Diseños Utilizados con Mayor Frecuencia en Investigación Clínica. *International Journal of Morphology*, 32(2), 634-645. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000200042>
- Medina, C; Benet, M, Marco, F (2016). El complejo articular de la muñeca: aspectos anatófisiológicos y biomecánicos, características, clasificación y tratamiento de la fractura distal del radio. *MediSur*, 14(4), 430-446. Recuperado el 06 de octubre de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2016000400011&lng=es &tlng=es
- Moreno, W (2019) Análisis biomecánico comparativo del swing de golf entre un grupo de jugadores aficionados de la ciudad de Bogotá y un profesional colombiano de estatus PGA tour. Recuperado el día 12 de Julio de 2021. Link:
<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2874/AN%c3%81LISIS%20BIOMEC%c3%81NICO%20COMPARATIVO%20DEL%20SWING%20D>

E%20GOLF%20ENTRE%20UN%20GRUPO%20DE%20JUGADORES.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Panesso, M, Trillos, M, Guzmán, I (2008) Biomecánica clínica de la rodilla. Recuperado el día 17 de noviembre de 2021. Link: <https://core.ac.uk/download/pdf/86435349.pdf>

Peña, O., Fernández, E., Dantas, P., Rego, P., Pérez, L. (2016) Anatomía y función de la articulación coxofemoral. Anatomía artroscópica de la cadera. Recuperado el 06 de octubre del 2021. Link: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2386312916000207?token=C0B73886C1E9E156F41CEF3B780F3E66838A15522925C4A52D8BD465CECF71596ED38FA643FBBE25F3344C5B52D1A82B&originRegion=us-east-1&originCreation=20211006172609>.

Pontificia Universidad Católica de Chile (S.F) Paso 2 locomotor: Osteología, Artrología y Miología de Miembro superior, Miembro inferior, Cabeza y Cuello. Tomado de: <http://publicacionesmedicina.uc.cl/Anatomia/SWCursos/enfermeria/pdf/p2loc.pdf>

Retamares (2017) Blog: “Golf para principiantes: las categorías”. Recuperado el día 19/12/2021. Link: <https://golffretamares.com/noticias/2017/04/28/golf-para-principiantes-las-categorias/>

Rfegolf (2005) “Nociones básicas del deporte del Golf”. Real federación española de Golf. Recuperado el día 08 de marzo del 2020: <https://www.rfegolf.es/Noticias/NewsDetails.aspx?NewsId=914>

Rubio, M (2019) Proyecto de intervención para la prevención de lesiones de hombro en crossfit. Recuperado de: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/27573/Rubio_Jim%C3%A9nez_Marta_2019_Preveni%C3%B3n_Lesiones_Hombro_Crossfit.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Serrano, V., Rial, A., García, O., Gambau, V. (2011). El perfil de usuario en clubes de golf sociales mixtos con campos de 9 hoyos en Galicia: un intento de segmentación desde la perspectiva de género. Cuadernos de Psicología del Deporte, 11(2), 131-138

Serrano, V. (2012) Evolución de la práctica del golf, características y dimensión económica. Revista española de educación física y deportes- reefd- n°403. 4º trimestre. (1-18)
Recuperado de: <http://www.reefd.es/index.php/reefd/article/viewFile/57/59>

Serrano, V., Rial, A., García, O., Gambau, V. (2013). QGOLF-9: Escala para la evaluación de la calidad percibida en los clubes de golf. Revista de Psicología del Deporte, 22 (1), 111-121.

Stanford children's health (2021) Lesiones de ligamento de la rodilla. Imagen tomada de:
<https://www.stanfordchildrens.org/content-public/topic/images/33/328033.jpeg>

Suárez, N., Osorio, A. (2013) Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman. Rev CES Med.; 27(2):205-217. Tomado de:
scielo.org.co/pdf/cesm/v27n2/v27n2a08.pdf

Taboadela, C. (2007) Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades labores. Recuperado el 13/11/2021. Link:
https://issuu.com/enfoqueocupacional/docs/libro_goniometria

Universidad de Cantabria (S.F) Articulaciones del antebrazo. Recuperado el 17 de octubre del 2021. Link: https://grupos.unican.es/apoptosis/extremidad_superior/Articulaciones_y_vainas/articulacion_brazo.htm

Vargas, M. (2012) Anatomía y exploración física de la columna cervical y torácica. Recuperado el 20/11/2021. Link: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v29n2/art9.pdf>

- Veiga de Cabo, J, Fuente Díez, E, & Zimmermann Verdejo, M. (2008). Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 54(210), 81-88. Recuperado el 23 de febrero de 2022, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2008000100011&lng=es&tlng=es.
- Viladot, A (2003) Functional anatomy and biomechanics of the ankle and foot. *Revista Española de Reumatología*. Tomado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-reumatologia-29-pdf-13055077>
- Watkins, R., Uppal, G., Perry, J., Pink, M, Dinsay, J. (1996) Dynamic electromyographic analysis of trunk musculature in professional golfers. *Am J Sports Med* ;24:535–8. Recuperado el 27/09/2021 de: <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2007.07.388>
- Zheng, N., Barrentine, S., Fleisig, G., Andrews, J (2008) Swing Kinematics for Male and Female Pro Golfers. *International Journal of Sports Medicine* 29 (12):965-70 University of North Carolina at Charlotte. American Sports Medicine Institute. Recuperado el 11/12/2021. Link: https://www.researchgate.net/publication/5292347_Swing_Kinematics_for_Male_and_Female_Pro_Golfers/link/5789489208ae5c86c99ae676/download