



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina

Escuela Profesional de Tecnología Médica

**Variaciones de la angulación femorotibial en
adolescentes de 14 a 17 años que practican fútbol en el
Club de Fútbol Sporting Cristal**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología
Médica en el área de Terapia Física y Rehabilitación

AUTOR

Gianfranco Wilbert PALOMINO NÚÑEZ

ASESOR

Olga Jenny CORNEJO JURADO

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Palomino G. Variaciones de la angulación femorotibial en adolescentes de 14 a 17 años que practican fútbol en el Club de Fútbol Sporting Cristal [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Escuela Profesional de Tecnología Médica; 2021.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Palomino Núñez Gianfranco Wilbert
DNI Carné de extranjería emitido en Perú Pasaporte Cédula de identidad (Solo una de las opciones debe quedar en este recuadro)	73763520
URL de ORCID	
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Olga Jenny Cornejo Jurado
DNI Carné de extranjería emitido en Perú Pasaporte Cédula de identidad (Solo una de las opciones debe quedar en este recuadro)	08073120
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-1075-1022
Datos de investigación	
Línea de investigación	No aplica.
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Rimac Calle: 18 Latitud: -12.0242443

	Longitud: -77.0337028
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2020-2021
URL de disciplinas OCDE	Anatomía, Morfología https://purl.org/perepo/ocde/ford#3.01.00 Fisiología https://purl.org/perepo/ocde/ford#3.01.00 Ortopedia https://purl.org/perepo/ocde/ford#3.02.00



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Medicina
Escuela Profesional de Tecnología Médica



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"



UNMSM

Firmado digitalmente por
 FERNANDEZ GIUSTI VDA DE PELLA
 Alicia Jesus FAU 20148092282 soft
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 16.07.2021 14:24:30 -05:00

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNMSM

Firmado digitalmente por SANDOVAL
 VEGAS Miguel Herman FAU
 20148092282 soft
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 15.07.2021 22:26:50 -05:00

Conforme a lo estipulado en el Art. 113 inciso C del Estatuto de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (R.R. No. 03013-R-16) y Art. 45.2 de la Ley Universitaria 30220. El Jurado de Sustentación de Tesis nombrado por la Dirección de la Escuela Profesional de Tecnología Médica, conformado por los siguientes docentes:

- Presidente: Dr. José del Carmen Abad Castillo
 Miembros: Mg. Jorge Gabriel Marroquín Ballón
 Mg. Jesús Alberto Soto Manrique
 Asesor(a): Lic. Olga Jenny Cornejo Jurado

Se reunieron en la ciudad de Lima, el día 15 de julio del 2021, siendo las 15:00 horas, procediendo a evaluar la Sustentación de Tesis, titulado **"VARIACIONES DE LA ANGULACIÓN FEMOROTIBIAL EN ADOLESCENTES DE 14 A 17 AÑOS QUE PRACTICAN FUTBOL EN EL CLUB DE FUTBOL SPORTING CRISTAL"**, para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica en el Área de Terapia Física y Rehabilitación del Señor:

GIANFRANCO WILBERT PALOMINO NÚÑEZ

Habiendo obtenido el calificativo de:

18
 (En números)

Dieciocho
 (En letras)

Que corresponde a la mención de: MUY BUENO

Quedando conforme con lo antes expuesto, se disponen a firmar la presente Acta.

[Firma]
 Presidente
 Dr. José del Carmen Abad Castillo
 D.N.I: 25643977

[Firma]
 Miembro
 Mg. Jorge Gabriel Marroquín Ballón
 D.N.I: 06719901

[Firma]
 Miembro
 Mg. Jesús Alberto Soto Manrique
 D.N.I: 10671141

[Firma]
 Asesor(a) de Tesis
 Lic. Olga Jenny Cornejo Jurado
 D.N.I: 08079120

Datos de plataforma virtual institucional del acto de sustentación:

https: <https://us02web.zoom.us/j/83070161647?pwd=VXA4bXd3MCtrcTZvV2h2R0J5akRNUOT09>

ID:

Grabación archivada en:

Título de la tesis:

VARIACIONES DE LA ANGULACIÓN FEMOROTIBIAL EN
ADOLESCENTES DE 14 A 17 AÑOS QUE PRACTICAN FUTBOL EN EL CLUB
DE FUTBOL SPORTING CRISTAL

Autor:

Bachiller PALOMINO NÚÑEZ, GIANFRANCO WILBERT

Asesor:

LIC. OLGA JENNY CORNEJO JURADO

Docente asociado a tiempo completo

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mi abuelo en el cielo; por enseñarme desde pequeño que el esfuerzo constante es lo único que nos puede acercar a nuestras más grandes victorias.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a aquel que conoce el momento preciso de nuestra historia, Dios.

A mis padres Wilbert Palomino y Fiorella Núñez y hermanos Francis, Valeria y Angelina; por darme la oportunidad de ser mejor cada día con su gran amor.

A mi asesora Jenny Cornejo Jurado, por acompañarme en este proceso con su paciencia y conocimiento.

A mi complemento por su apoyo y empuje, Evelyn Bravo.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES	2
1.2 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.3 OBJETIVOS	7
1.3.1 Objetivo general	7
1.3.2 Objetivos específicos	8
1.4 BASES TEÓRICAS	8
1.4.1 Base teórica	8
1.4.2 Definición de términos	8
1.4.3 Formulación de la hipótesis	24
CAPÍTULO II: MÉTODOS.....	26
2.1 DISEÑO METODOLÓGICO.....	27
2.1.1 Tipo de investigación	27
2.1.2 Diseño de la investigación	27
2.1.3 Población	27
2.1.4 Muestra y muestreo	27
2.1.5 Variables	28
2.1.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
2.1.7 Procedimientos y análisis de datos	29
2.1.8 Consideraciones éticas	31
CAPÍTULO III: RESULTADOS	32
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN	40
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1 CONCLUSIONES	44
5.2 RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXOS	51
- Instrumentos	51
- Formulas estadísticas: Tamaño de muestra.....	52
- Documentos del comité de ética de investigación.....	53
- Consentimiento informado	54
- Operacionalización de variables en un cuadro.	55
- Tablas, gráficos y fotografías anexas.....	56
- Otros.....	57

Lista de tablas

Tabla 1. Características de práctica deportiva en adolescentes de 14 a 17 años que practican fútbol en el Club de Fútbol Sporting Cristal, 2020	34
Tabla 2. Prueba de normalidad para angulación femorotibial derecha e izquierda y años de práctica	36
Tabla 3. Angulación femorotibial derecha e izquierda y años de práctica	36
Tabla 4. Prueba de normalidad para angulación femorotibial derecha e izquierda y horas de entrenamiento semanal	37
Tabla 5. Angulación femorotibial derecha e izquierda y horas de entrenamiento semanal	37
Tabla 6. Prueba de normalidad para angulación femorotibial derecha e izquierda y posición de juego.....	38
Tabla 7. Angulación femorotibial derecha e izquierda y posición de juego	38
Tabla 8. Prueba de normalidad para angulación femorotibial derecha e izquierda y pierna de golpeo	39
Tabla 9. Angulación femorotibial derecha e izquierda y pierna de golpeo	39

Lista de gráficos

Gráfico 3. Edad de los adolescentes de 14 a 17 años que practican fútbol en el Club de Fútbol Sporting Cristal, 2020	33
Gráfico 4. Variaciones de angulación femorotibial en adolescentes de 14 a 17 años que practican fútbol en el Club de Fútbol Sporting Cristal, 2020.....	35

Resumen

Objetivo: Determinar las variaciones de la angulación femorotibial en adolescentes de 14 a 17 años que practican fútbol en el Club de Fútbol Sporting Cristal.

Metodología: Investigación observacional, descriptiva y cuantitativa, cuya muestra estuvo conformada por 45 adolescentes, de quienes se recolectó información plasmada en una hoja de datos, a través del software Kinovea enfocado en el movimiento humano. Los **resultados** evidenciaron asociación significativa entre los años de práctica y el ángulo derecho e izquierdo ($p=0.005$, $p=0.003$, respectivamente), es decir hubo menor angulación femorotibial de ángulo derecho ($4.5^\circ \pm 2.5^\circ$) e izquierdo ($4.5^\circ \pm 1.6^\circ$) en los adolescentes con más de 10 años de práctica comparado con la angulación derecha ($8.0^\circ \pm 3.9^\circ$) e izquierda ($6.9^\circ \pm 3.9^\circ$) de los que practicaban más de 10 años. Además, se observó que la angulación femorotibial de ángulo derecho ($4.5^\circ \pm 2.5^\circ$) fue menor en los adolescentes que entrenaban más de 10 horas, en comparación con la angulación derecha ($8.1^\circ \pm 4.1^\circ$) de los que practicaban hasta 10 horas, lo que significa que existe relación significativa entre la angulación femorotibial derecha y las horas de entrenamiento ($p=0.025$). Por otro lado, observó mínima variación en la angulación derecha ($5.7^\circ \pm 3.3$) e izquierda ($5.2^\circ \pm 3.4^\circ$) en los defensas, comparados con las otras posiciones de juego, asimismo, se evidenció menor angulación derecha en aquellos que golpeaban con la pierna derecha ($6.7^\circ \pm 3.6^\circ$) y mayor angulación izquierda en los que usaban la pierna izquierda para golpear ($7.1^\circ \pm 4.0^\circ$), debido a que no se observaron variaciones significativas posición de juego, pierna de golpeo y angulación femorotibial, no podemos afirmar la existencia de relación significativa entre las variables. Se **concluye** que, de las variaciones de angulación femorotibial, se evidenció genu valgo en un adolescente de 14 años que practicaba fútbol, con una angulación derecha de 15 grados.

Palabras clave: Angulación femorotibial, adolescentes, fútbol

Abstract

Objective: To determine the variations of the femorotibial angulation in adolescents aged 14 to 17 who play soccer at the Sporting Cristal Soccer Club. **Methodology:** Observational, descriptive and quantitative research, whose sample consisted of 45 adolescents, from whom information was collected on a data sheet, through the Kinovea software focused on human movement. The **results** showed a significant association between the years of practice and the right and left angle ($p = 0.005$, $p = 0.003$, respectively), that is, there was less femorotibial angulation of the right angle ($4.5^\circ \pm 2.5^\circ$) and left ($4.5^\circ \pm 1.6^\circ$) in adolescents with more than 10 years of practice compared, compared with the right angulation ($8.0^\circ \pm 3.9^\circ$) and left ($6.9^\circ \pm 3.9^\circ$) of those who practiced more than 10 years. Furthermore, it was observed that the right angle femorotibial angulation ($4.5^\circ \pm 2.5^\circ$) was lower in adolescents who trained more than 10 hours, compared with the right angle ($8.1^\circ \pm 4.1^\circ$) of those who practiced up to 10 hours, which means that there is a significant relationship between the right femorotibial angulation and the hours of training ($p = 0.025$). On the other hand, he observed minimal variation in the right angulation ($5.7^\circ \pm 3.3$) and left ($5.2^\circ \pm 3.4^\circ$) in the defenders, compared to the other playing positions, likewise, less right angulation was evidenced in those who hit with the right leg ($6.7^\circ \pm 3.6^\circ$) and greater left angulation in those who used the left leg to strike ($7.1^\circ \pm 4.0^\circ$), due to the fact that no significant variations were observed in playing position, striking leg and femorotibial angulation, We cannot affirm the existence of a significant relationship between the variables. It is **concluded** that, from the femorotibial angulation variations, genu valgus was evidenced in an adolescent of 14 years who played soccer, with a right angulation of 15 degrees.

Key words: Femorotibial angulation, adolescents, soccer

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES

Antecedentes Internacionales:

De Cock et al (1). En Austria el año 2018 publicaron un artículo con el objetivo de investigar si la participación deportiva durante el crecimiento en la adolescencia se correlaciona con el desarrollo de genu varum. Fue un estudio de correlación, donde analizaron 1 008 sujetos entre 12 a 19 años, en quienes se cuantificó la alineación de la rodilla mediante la distancia intercondílea e intermaleolar, así también, mediante un cuestionario se recolectó información relacionada a la actividad deportiva de los participantes. Los resultados hallaron que, la tendencia hacia la alineación en varo se correlacionó positivamente con la participación deportiva en fútbol, vóley y atletismo ($p < 0,05$), donde las mujeres se encontraron significativamente asociadas ($p < 0,05$). Concluyeron que existe una asociación positiva entre la alineación de rodilla y la participación en deportes que aportan gran carga a la articulación de la rodilla.

Díaz (2) en España en el 2016 presentó una tesis doctoral para determinar la relación entre el desarrollo morfológico de las extremidades inferiores en niños y la práctica de fútbol. Fue un estudio descriptivo y trasversal, donde 115 individuos entre 7 a 9 años fueron incluidos en el estudio pareados de acuerdo a la práctica de la actividad deportiva, en ellos se evaluó el grado de angulación femorotibial y el eje de la articulación subastragalina. Se halló que hubo un ligero aumento del ángulo Q a nivel tibio-femoral en aquellos niños que practicaban fútbol siendo esta estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Concluyó que la práctica de fútbol influye en el desarrollo de los miembros inferiores principalmente en la angulación femorotibial.

Asadi et al (3) en Irán en 2015 publicaron un artículo con el propósito de examinar la asociación entre el genu varum y la práctica de fútbol, para ello diseñaron un estudio tipo trasversal de casos y controles, donde analizaron a 1 500 individuos entre 10 a 18 años, los que fueron divididos en 750 practicantes de fútbol (casos) y 750 no jugadores de la actividad mencionada (controles). En los resultados se encontró que la incidencia de genu varum fue mayor en los jugadores de fútbol ($p = 0.0001$) y en aquellos cuyas edades estaban dentro del rango 16 as 18 años ($P = 0.0001$). En relación a los factores asociados a su presencia se encontró correspondencia significativa con

la duración de la actividad deportiva, el traumatismo previo en las rodillas y la práctica de varios deportes ($P = 0,0001$, respectivamente). Así mismo, se hallaron correlación positiva entre las distancias de la línea articular tibiofemoral y la altura, el peso, la edad y el índice de masa corporal (IMC) de los jugadores de fútbol ($P = 0,0001$ para todos), es decir, el aumento de la estatura, peso, edad y el IMC generaron como resultado una angulación femorotibial más grave. Concluyeron que la mayor incidencia reportada de genu varum fue en jugadores de futbol, donde la tensión y la carga impuestas en la articulación de las rodillas condujeron a la presencia de una forma más grave de presentación de la afección mencionada.

Melekoğlu et al (4). en Turquía en el año 2015 publicaron un artículo para determinar los efectos de los niveles de participación en el fútbol en relación a la presencia de alteración en la alineación de la pierna, para ello diseñaron un estudio tipo comparativo, donde participaron 60 sujetos jóvenes divididos dependiendo de su participación en la actividad ya mencionada, los niveles de genu varum se midieron utilizando la distancia intercondílea y los ángulos Q para ambas piernas. Se encontró que los valores de la distancia intercondílea fueron significativamente más altos en el grupo que practicaban activamente futbol (45.65 ± 13.54 vs 3.70 ± 5.19 mm; $p < 0.001$). Concluyeron que el nivel de participación en los entrenamientos de futbol provocó aumento significativo en la distancia intercondílea, en otras palabras, aumentó la incidencia de genu varum en esta población.

Khalid et al (5). en Pakistán en el año 2015 publicaron un artículo con la finalidad determinar los factores asociados a pie plano y genu valgum en adolescentes; diseñaron un estudio tipo retrospectivo y de casos y controles, donde participaron 400 individuos entre 11 a 16 años, los que fueron divididos de acuerdo a la presencia de genu varum, en quienes se determinó la distancia intermaleolar e intercondílea. Se encontró que la actividad física extenuante fue determinante para la presencia de alteración del ángulo femorotibial, de la misma forma se encontró asociación con el traumatismo previo y obesidad. ($p < 0,05$). Concluyeron que la incidencia de genu varo en niños se presentó mayormente en niños que realizaban actividad deportiva extenuante, que presentaban además traumatismos previos, así como en aquellos con obesidad.

Ibáñez et al (6) en Chile en el 2015 publicaron un artículo con el objetivo de establecer la existencia de diferencias en relación al alineamiento de las extremidades inferiores en niños; diseñaron un estudio tipo observacional y transversal, donde participaron 206 individuos entre 8 a 15 años, los que fueron divididos de acuerdo a la práctica de fútbol, en quienes se determinó la distancia intermaleolar, intercondílea así como el ángulo femorotibial. Se encontró que ángulo femorotibial en los que practicaban fútbol fue de $3,49^\circ$ vs $7,8^\circ$ en aquellos niños que no lo practicaban, de la misma forma la distancia intercondílea promedio fue de 1,06 cm en futbolistas vs 0,07 cm del grupo control y finalmente la distancia intermaleolar en futbolistas fue de 0,77 cm vs 6,01 cm en aquellos que no practicaban deportes, siendo estas medidas significativas, así también, se determinó que la carga impuesta en la articulación en aquellos que practicaban fútbol contribuyó con la incidencia de la patología en cuestión. Concluyeron que la incidencia de genu varo en niños se presentó mayormente en niños futbolistas.

Thijs et al (7). en Bélgica en el 2012 publicaron un artículo con el propósito de investigar si la participación en deportes se asocia con adaptaciones significativas de alineación de rodilla en niños y adolescentes. Fue un estudio tipo casos y controles, donde participaron 521 individuos entre 7 a 18 años seleccionados de escuelas secundarias y primarias, los que fueron divididos equitativamente de acuerdo a su participación en actividades deportivas tales como atletismo, hockey sobre césped, baloncesto, voleibol, tenis, bádminton y squash. Se encontró asociación significativa entre el desarrollo de genu varum y la práctica de deportes ($P = 0,01$), donde el ser varón demostró ser un factor asociado a su presencia ($P = 0,01$) así como tener entre 13 a 15 años ($P = 0,01$). Concluyeron que la práctica de deportes extenuantes en general se asocia con la alineación en varo de las rodillas principalmente en varones.

Antecedentes Nacionales:

A la actualidad no se encuentran estudios nacionales asociados al tema, factores deportivos asociados a la angulación femorotibial en adolescentes.

Planteamiento del problema

En el fútbol y otros deportes de alto impacto se presentan riesgos que pueden producir lesiones debido a un alto nivel de exigencia, y en consecuencia el deportista debería alejarse de la competencia por periodos prolongados (8).

Se identificó en un estudio que, durante la práctica de fútbol se realiza una compensación o acomodamiento músculo esquelética, sobre todo cuando las exigencias al cuerpo se inician precozmente, en pleno desarrollo óseo, generando que el organismo reaccione frente a la sobrecarga articular, acomodando los huesos y articulaciones en una posición más cómoda y funcional para las prácticas que se desarrolla en el futbol (9).

Se conoce muy poco sobre la práctica deportiva y su relación a las adaptaciones estructurales del cuerpo en las etapas de desarrollo, pero se ha sugerido en diversos estudios que, los futbolistas presentan con más frecuencia alteración femorotibial que la población en general, un estudio observó que había mayor tendencia a genu varo en un equipo de fútbol, en comparación con los sanos (6).

Se ha observado también que en futbolistas de 16 a 18 años el genu varo ha tenido mayor incidencia sobre esta población (2), además hay un desconocimiento por parte de los jugadores sobre esta afección dando poca importancia a los estiramientos durante el entrenamiento, que a largo plazo si no se ha corregido o modificado la intensidad sobre la articulación generará artrosis que no permitirá llevar una vida normal con el pasar de los años (10). Al respecto la Guía Práctica elaborada por el Instituto Nacional de Salud del Niño, menciona que las principales complicaciones o consecuencias que podría padecer los pacientes que presentan algún tipo de alteración en el ángulo femorotibial, son las lesiones fisiarias, el retardo de crecimiento, el incremento de las deformidades, presencia de deformidades compensatorias a la posición de bipedestación, por otro lado dependiendo del grado de deformidad, sería necesario de una intervención quirúrgica, lo que podría generar efectos adversos como la presencia de infección, sangrado, rotura de implantes, molestias causadas por los implantes y limitaciones en la movilidad de la articulación (11) .

Delimitación: Este estudio se realizará en el Club de Fútbol Sporting Cristal, en la sede principal que se encuentra ubicada en la calle 18 S/N, La Florida en el distrito de Rímac, Lima-Perú.

Formulación del problema:

¿Cuáles son las variaciones de la angulación femorotibial en adolescentes de 14 a 17 años que practican fútbol en el Club de Fútbol Sporting Cristal?

1.2 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo y crecimiento de un adolescente puede estar influenciado por diversas situaciones que inciden en el desarrollo anómalo que se prolonga hasta la edad adulta. La práctica de los deportes en general, y el fútbol en particular, puede aportar beneficios, fisiológicamente hablando, así como psicológicos y sociales, pero puede verse influenciado por anomalías que afecten negativamente su vida, demostrando lo que Wolf y Delpach evidenciaron en su momento, fuerzas de compresión determinan atrofia en los huesos y genera crecimiento lento y deformaciones de estos, respectivamente (12,13). Este trabajo está centrado en el fútbol por ser uno de los deportes más populares entre los niños y jóvenes (2).

El inicio del fútbol en etapas tempranas de la vida se asocia a una serie de hechos que afectan el desarrollo de las estructuras óseas, en la niñez y la adolescencia los núcleos de osificación pueden alterarse, afectando el crecimiento y remodelar las estructuras de los miembros inferiores, desplazando del eje medio a la extremidad (9).

El propósito de este estudio es, observar si la práctica del fútbol del Club de Sporting Cristal afectaría morfológicamente el ángulo femorotibial, para que con los resultados

obtenidos, se pueda orientar a los equipos de futbol, a través de los terapeutas físicos, que se desenvuelven en este campo laboral, a realizar una profilaxis adecuada y esté integrada en las acciones tanto del entrenador como de los jugadores, dando mayor importancia a ejercicios de estiramiento y fortalecimiento de los ligamentos de la rodilla, y así disminuir la presencia de deformidades en las articulaciones (10). Por otro lado, los resultados obtenidos, serán de utilidad para la elaboración de otros estudios bajo la misma línea de investigación, y con el conglomerado, poder elaborar e integrar programas de fortalecimiento del aparato locomotor, que da soporte para evitar delineaciones del miembro inferior en esta población, adicionalmente ello brindará mayor aporte a la comunidad científica nacional, ya que a base de dichos estudios, se podrán llevar a cabo otras investigaciones de mayor complejidad y de esta manera beneficiar no solo a los practicantes del deporte del futbol, sino también de las otras áreas deportivas, las cuales ejercen gran esfuerzo física y generan alta resistencia.

Limitaciones del estudio:

Al ser este un estudio de carácter prospectivo, puede conllevar a cierto tipo de limitaciones relacionadas a los siguientes aspectos:

- Debido a la necesidad de fuentes primarias de información, el estudio dependerá de la disposición de los padres de familia o apoderados, para que aprueben la participación de sus menores hijos en el estudio; asimismo existirá una limitación en la veracidad de la información brindada.
- El acceso a la población establecida y a toda la información necesaria, dependerá de la gestión de permisos y/o trámites correspondientes en la institución de estudio.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Determinar las variaciones de la angulación femorotibial en adolescentes de 14 a 17 años que practican fútbol en el Club de Fútbol Sporting Cristal

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la angulación femorotibial según los años de práctica de fútbol en los adolescentes de 14 a 17 años en el Club de Fútbol Sporting Cristal.
- Determinar la angulación femorotibial según las horas de entrenamiento a la semana de fútbol en los adolescentes de 14 a 17 años en el Club de Fútbol Sporting Cristal.
- Determinar la angulación femorotibial según la posición de juego de los adolescentes de 14 a 17 años en el Club de Fútbol Sporting Cristal.
- Determinar la angulación femorotibial según la pierna de golpeo en los adolescentes de 14 a 17 años en el Club de Fútbol Sporting Cristal.

1.4 BASES TEÓRICAS

1.4.1 Base teórica

Biomecánica de la rodilla

La rodilla realiza movimientos de extensión y flexión a nivel de un plano sagital con un eje horizontal de flexo-extensión de la articulación, además de los movimientos de rotación cuando la rodilla está flexionada. La rodilla parte desde 0° y al realizar los movimientos flexo-extensores alcanza un ángulo de 130° e intervienen durante la flexión los músculos bíceps crural, poplíteo, semitendinoso, semimembranoso, recto interno y sartorio y durante la extensión intervienen el músculo recto anterior, vasto interno, vasto medio, vasto externo. En la hiperextensión el ángulo alcanzado es de 5° - 10° de movilidad (2,14).

La rotación interna es de 30° - 35° y la externa de 45° - 50°, interviniendo los siguientes músculos (2,14):

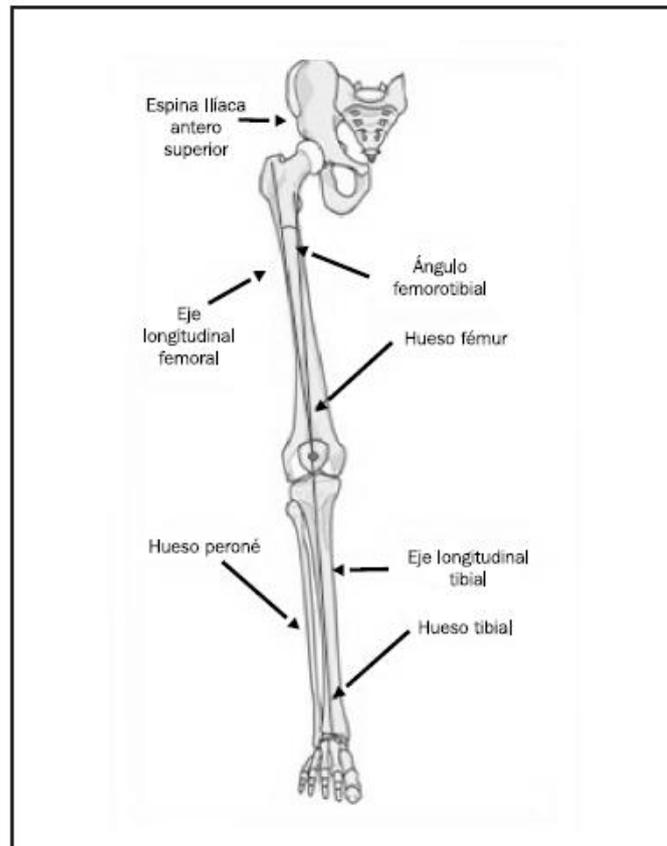
Rotación externa	Biceps femoral Tensor de la fascia lata
Rotación interna	Recto interno Sartorio Poplíteo

Desde el punto de vista estático, la alineación de la articulación femorotibial y femoropatelar es de importancia para una postura correcta. El peso es tolerado por la rodilla y se transmite al suelo cuando la persona se encuentra de pie, esta transmisión se divide en ambas articulaciones, pero la femorotibial es quien soporta mayor parte de la carga ya que durante la extensión los cuádriceps se contraen y transmiten la carga a la rótula, logrando que la articulación femoropatelar no soporte la carga (15).

Durante la bipedestación el eje mecánico que transmite la carga en todo el miembro inferior, se ubica desde la cabeza femoral a la parte central de la mortaja tibioperonea en el tobillo, denominados ejes diafisarios del fémur y la tibia (15).

La desviación de los ejes se puede observar si la posición del observador es frente al sujeto. Cuando los pies se alejan de la línea media y los miembros inferiores forman una "X", se denomina *valgo*, cuando hay pérdida ósea de la tibia, los pies se aproximan a la línea media y las rodillas se alejan formando "paréntesis", se denomina *varo*, habiendo pérdida ósea en el fémur (8).

Gráfico 1. “Medición del ángulo femorotibial”



Fuente: (6).

La rodilla está formada por 2 articulaciones: femorotibial y femoropatelar, estas son interdependientes para garantizar un adecuado funcionamiento de esta estructura (16).

A nivel del plano sagital, estas tienen una máxima amplitud de movimiento, formando una cadena cinética abierta, cuando la cadera se flexiona junto con el miembro péndulo, este se acompaña de una flexión de rodilla y una dorsiflexión. Durante la extensión del tobillo, también se produce la extensión de la rodilla y de la cadera (16).

En el plano frontal se favorece la compensación. Durante el genu valgo el pie puede compensar la deformación en la rodilla formando un pie cavo-varo o, se podría dejar dominar por la misma y formar el pie plano-genuvalgo. Cuando la rodilla se deforma

en varo, la compensación que podría ejercer el pie generaría un plano-valgo o bien seguir la deformidad y formar cavo-varo (16).

Adicionalmente, la anatomía de esta articulación (rodilla), es el centro del aparato locomotor, brinda estabilidad al cuerpo, pero es la más vulnerable porque depende de los ligamentos y músculos (17). Une el hueso fémur con la tibia, puede realizar movimientos de extensión, juega un papel importante cuando la persona realiza actividades que generan cambios bruscos en la actividad, pasar de un estado de aceleración a desaceleración y viceversa (8).

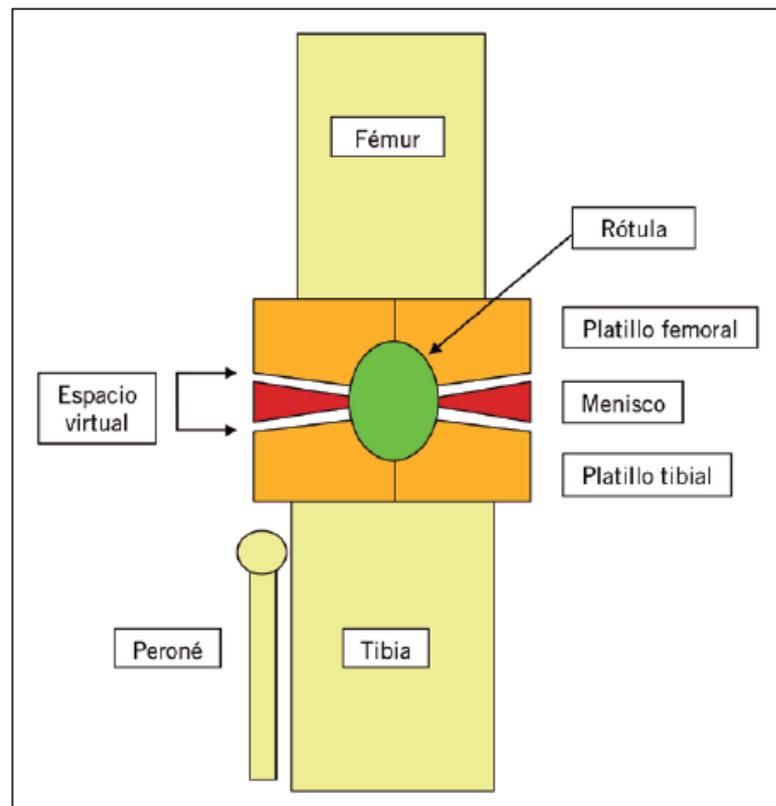
La rodilla realiza 2 funciones esenciales para el cuerpo humano, la primera, permite que el cuerpo humano tenga estabilidad y soporte del peso corporal y la segunda, permite la movilización de cuerpo, sobre todo la marcha

Está compuesta por 2 articulaciones:

Articulación femorotibial	Ubicada entre el fémur y la tibia, se articula con los cóndilos del fémur y a la vez estos se articulan con la cavidad glenoidea de la tibia; junto a los meniscos que le permite tener un mejor equilibrio.
Articulación patelofemoral	Permite ejecutar los movimientos de flexión y extensión, la tróclea del fémur y sus dos superficies se convergen y forman un surco que permite la articulación de la cara posterior de la rótula a través de la cresta rotuliana

Fuente: (17,15)

Gráfico 2. “Esquema simplificado de la anatomía de la rodilla”



Fuente: (17).

Las superficies articulares, en la parte distal del fémur se ubican los cóndilos y en parte proximal de la tibia se ubican las cavidades glenoideas, ambas están cubiertas por cartílago hialino. Los cóndilos y cavidades glenoideas y el espacio intercondíleo con el interglenoideo convergen y junto a la cara posterior de la rótula que articula al fémur se formará la articulación femororotuliana (15).

La rodilla estará suspendida gracias a ligamentos de unión, 4 ligamentos periféricos y 2 ligamentos cruzados y estarán comprendidos en una capsula articular y se inserta a 1 o 2 centímetros del reborde cartilaginoso (15).

Biomecánica del gesto deportivo

Los jugadores deben de cubrir aproximadamente 10 000 metros de terreno por juego (dimensiones máximas del terreno 120 x 90) (18), mientras se ejecutan una

combinación de “Sprint” o ejercicios de alta intensidad como piques, carreras de alta intensidad, saltos, cambios bruscos de dirección, estimándose que la energía aeróbica promedio durante un juego de nivel nacional es aproximadamente el 80% de la capacidad máxima de un individuo (19). De lo anterior se deduce que las categorías específicas de movimiento para el fútbol son correr, saltar y patear.

Una amplia gama de movimientos, forman la base de la práctica de este deporte, sin embargo, el gesto técnico del pateo es una de las principales habilidades analizadas, debido a que el patear es el movimiento más importante en este deporte ya que se emplea tanto en el tiro al arco como en los pases (20). Este se caracteriza por la aproximación al balón dando uno o más pasos, colocando el pie de apoyo junto al balón y con una inclinación ligera hacia atrás (20). Rápidamente la pierna se dirige hacia atrás y la rodilla se flexiona, seguida del movimiento hacia delante, ejecutando un movimiento rotario con la pelvis que impulsa el muslo hacia el frente extendiendo la pierna al momento que el pie tiene contacto con el balón (20). Este movimiento de translocación realizado a través de la interacción entre el pie y la pelota, implica que el pie gire tanto sobre su eje trasversal como vertical (21).

Es necesario tener en claro que, para un golpe fuerte, como un tiro penal o un gol, se deben considerar dos elementos mecánicos básicos: el balanceo de la pierna para acelerar el pie y la breve interacción entre este último con la pelota. El movimiento del pie tarda aproximadamente una décima de segundo y el impacto una centésima de segundo, aunque esto puede variar de acuerdo a la fuerza y potencia muscular, así también la velocidad de la pelota dependerá del ángulo de aproximación hacia esta (22). Donde un ángulo de 45° genera una máxima velocidad en el balón.

Esta habilidad deportiva también puede categorizarse en fases, donde tenemos: la fase 1, se caracteriza por la marcha; fase 2, se presenta la impulsión de la pierna que ejecutara la patada, donde los principales músculos involucrados son: “el glúteo medio, el cuádriceps crural y el recto anterior”; fase 3, en esta se produce la preparación del cuerpo para ejercer este movimiento en particular; fase 4, es propiamente la ejecución y finalmente la fase 5, donde se presenta la continuación o el final de la ejecución del movimiento mencionado, en ella se prolonga la flexión de la cadera y la pierna empieza a extenderse hasta volver a su posición anterior (23).

Generalmente el brazo que coincide con la pierna que no patea se abduce y se extiende horizontalmente antes del contacto con el pie de apoyo y luego se aduce y se flexiona horizontalmente después del contacto con el balón. En adición, los hombros realizan un movimiento de rotación, de tal manera que se mueven con la pelvis, generando que el tronco gire mientras el cuerpo se prepara para ejecutar la patada volviendo a su posición neutra cuando esta se ejecuta (24).

Variaciones de la angulación femorotibial

Los recién nacidos casi en todos los casos tienen rodillas en varo, a los dos años de edad cambia a valgo, luego aumenta hasta 10° a los tres años y medio, y en la edad adulta el ángulo femorotibial fisiológico disminuye entre 5° a 9° en el caso de las mujeres, mientras que en los varones entre 4° a 7° . (15)

El varum en lactantes y el valgum en niños de cuatro años es normal, pero si estas siguen acentuadas al cumplir los 10 años deben de corregirse. (15)

Actualmente existe poca evidencia científica sobre la relación entre la práctica deportiva con las adaptaciones estructurales en la etapa del crecimiento, ante una simple observación clínica, se puede identificar que, los futbolistas por lo general desarrollan frecuentemente genu varo en comparación con la población en general, ante este vacío de información, en un estudio realizado en niños futbolistas chilenos identificaron que los niños en evaluación tenían entre 8 a 15 años de edad, donde los que eran futbolistas presentaban un ángulo femorotibial de 3.49° , en comparación con los que no eran futbolistas que tenían un ángulo de 7.8° , demostrando de esta manera que los niños futbolistas tienen mayor varo de rodillas. (6)

Deformidades angulares de la rodilla

Se definen como las alteraciones en la rodilla a nivel del plano frontal. Particularmente las deformaciones axiales de rodilla, valgo y varo, se generan en su mayor parte por la presión anómala condicionada por una mala posición, ya sea, al dormir, jugar o ejecutar actividades deportivas, siempre y cuando sea por largos periodos de tiempo (16).

Una postura inadecuada, influye negativamente sobre el sistema de soporte, sobre todo si se trata de un niño en desarrollo, dificultando la correcta formación de sus miembros inferiores. La explicación tras esta alteración predominante en los menores, guarda relación con la composición de sus huesos, ya que, en ellos predomina cartílago, el cual es maleable y muy susceptible a deformación (16).

La posición habitual de la rodilla al estar parado podría darnos indicios de las zonas sometidas a exceso de presión, así como, las tensiones indebidas. En relación, los síntomas de distensión muscular y ligamentosa se asociarían a las áreas con tensión indebida, mientras que síntomas de compresión ósea a las zonas con exceso de presión (16).

Es importante mencionar que una evolución normal del alineamiento en un adulto normal presentará las siguientes características (16):

- Angulo fémur-tibia de 173° en mujeres y de 175° en varones, con vértice interno.

Influencia mecánica en el crecimiento

Una presión fisiológica normal e intermitente genera un desarrollo óseo normal. Este principio se encuentra avalado por dos leyes denominadas; ley de Delpech, en ella se establece que una presión constante disminuye el crecimiento mientras que una intermitente aumentaría el mismo; y la otra es la ley de Wolff, asociada al crecimiento óseo, pero en grosor, se especifica que los cartílagos sometidos a una presión excesiva se engrosan, por el contrario, cuando estas se encuentran libres se adelgazan (16).

Evaluación

Principalmente se observa en bipedestación las siguientes características: Deformación en una o ambas rodillas, presencia de disimetrías, dirección de los pliegues poplíteos (16). Además, se debe medir el ángulo fémur-tibia y/o el ángulo cadera-rodilla-pie por fuera. Además de las distancias intermaleolar (DIM) en el genu valgo e intercondílea (DIC) en el genu varo. Adicionalmente ejecutar el perfil rotacional (16).

Estas distancias se valoran en centímetros y son representados por valores positivos o negativos. El paciente debe estar en bipedestación con las caderas extendidas y las rodillas en rotación neutra. Para medir DIM, se emplea un centímetro y se mide la distancia entre los maléolos internos considerando que los cóndilos femorales internos deben estar en contacto (16). Para la DIC, se valora la distancia entre los cóndilos femorales internos al tiempo que contactan los maléolos tibiales (16).

Tratamiento

Conservador

Se opta por este tipo de tratamiento cuando las deformidades se dan en las partes blandas, ya que, este suele respetar la historia natural de la evolución del alineamiento, específicamente se justifica su uso en varo cuando la angulación excede 20° o 25° o cuando sobrepasa los 8 cm de valgo. En este manejo se hace uso de cuñas en los zapatos (ley de Delpech), además de férulas nocturnas si se requieren. Yesos seriados cuando se busca corregir posturas, así como terapia física (16).

Quirúrgico

Este tipo de manejo se emplea en las deformidades óseas y su objetivo es corregir la angulación en las rodillas, obtener superficies articulares de tobillo y rodilla horizontales, además de mantener la simetría entre ambas piernas y corregir las deformaciones adicionales. Mediante la osteotomía en cuña y la detección parcial del crecimiento mediante hemiepifisiodesis; es decir, la fijación unilateral con grapas o clavos (16).

Tratamiento físico en osteotomía: varo y valgo

Con yeso, se busca reducir la inflamación y el edema además del fortalecimiento muscular, mediante movimientos asistidos y ejercicios isométricos.

Al retirar el yeso, el objetivo principal es mantener el alineamiento de la rodilla, es decir, que las superficies articulares se encuentren paralelas. Esto se realiza mediante

el uso de agentes físicos, masaje en ligamentos y músculos, así como, el emplear recursos técnicos propioceptivos en rodilla, ya sea de presión o de tracción. Adicionalmente se busca la movilización de la estructura articular para prevenir adherencias capsulares y estimular la nutrición del cartílago, además del fortalecimiento muscular y la reeducación de la marcha (16).

Genu Valgo

Deformación de la rodilla en el plano frontal, cuya principal característica es la presencia de separación entre los pies cuando las rodillas están juntas, es por ello que también se conoce como piernas en forma de tijera o en equis (16).

Esta alteración se genera debido a la sobrecarga por compresión del compartimiento externo de la rodilla, además, de la distensión del ligamento lateral interno y músculos de la cara interna de la rodilla; a saber, musculo pata de ganso, poplíteo y semimembranoso (16).

La rodilla puede sufrir alteraciones patológicas sobre el ángulo de la diáfisis del fémur y tibia es más amplio o mayor de 170°, esto ocurre debido a un estiramiento del ligamento colateral interno, asociado a este problema se puede presentar un alargamiento del ligamento colateral externo, que si no es tratado a tiempo puede desencadenar un artrosis femorotibial interna, además puede afectar los movimientos como flexión, extensión y rotación axial activa y pasiva de la rodilla (14).

Se puede clasificar en 4 grados de acuerdo con la distancia intermaleolar (17,25):

Clasificación Morley	
Grado 1	Distancia intermaleolar < 2,5 cm
Grado 2	De 2,5 a 5 cm
Grado 3	De 5 cm a 7,5 cm
Grado 4	De 7,5 cm o más

Según Ranawat los grados de deformidad en valgo son (8):

Clasificación Ranawat	
Grado I – Leve	de 5 a 20°, no se percibe fácilmente
Grado II – Moderado	de 20 a 35° con estructuras laterales y ligamento cruzado posterior contraído, laxitud medial leve y un defecto óseo más acentuado
Grado III – Complejos	deformidad de 35° o más, en donde existe severa retracción lateral, laxitud medial franca y defecto óseo pronunciado
Grado IV	Deformidad en valgo de origen extra articular
Grado V	Deformidad en valgo consecutiva a enfermedad o displasia

Además, se ha categorizado en dos tipos (16):

Genu-valgo articular	Espacio intermaleolar interno aumentado. Considerándose como patológico cuando este se encuentra por encima de los 5-6cm en bipedestación. Generalmente es una desviación fisiológica presente en niños con sobrepeso
Genu-valgo óseo	Deformidad no reductible donde el fémur o tibia presentarían una actitud en valgo. Su presencia es menos frecuente y el tratamiento es quirúrgico

Características clínicas

- Angulo fémur-tibia < 160°
- Pliegues poplíteos inclinados hacia dentro
- Dolor debido a la distensión del ligamento lateral interno
- Generalmente en adultos hay presencia de degeneración en los meniscos y el cartílago articular (16).

Tratamiento

Conservador

Busca alinear la rodilla en el plano frontal, buscando volver horizontales y paralelas las carillas articulares. Esto se realiza al preparar y mejorar el tono muscular mediante la aplicación de compresas húmedas y calientes, además de masajes estimulantes. Así también, se pretende mejorar la movilidad, al emplear movilizaciones pasivas y progresivas que generen flexibilidad. De la misma forma, emplear la relajación y *stretching* suave para disminuir la tensión mediante el tratamiento del cierre de la pelvis junto con técnicas manuales para brindar elasticidad al musculo. Finalmente se busca

el fortalecimiento muscular al ejecutar ejercicios funcionales en la rodilla, como el disminuir el ángulo femorotibial (16).

Quirúrgico

En relación a este, se emplea la cirugía femoral (supracondílea), se realiza una osteotomía en cuña, además de detener parcialmente el crecimiento mediante la fijación unilateral con grapas o clavos. Esta corrección debería atrasarse hasta los 12 años, mientras que la osteotomía hasta iniciar la adolescencia, con la finalidad de reducir el riesgo de recidiva (16).

Genu varo

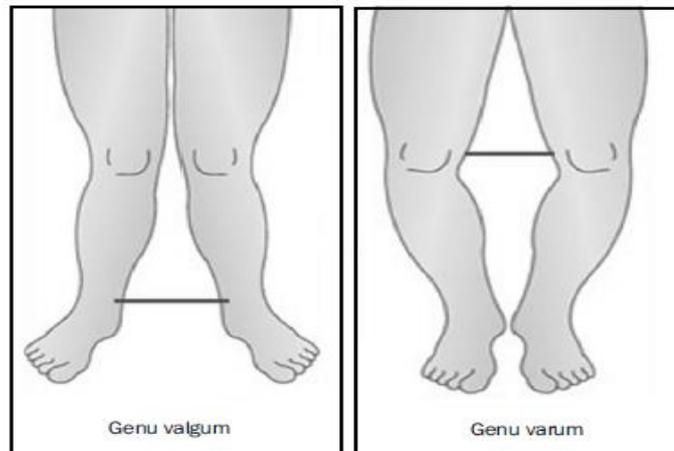
Deformidad de las rodillas, donde se observa que las rodillas se separan cuando los pies están juntos, son también conocidos como piernas arqueadas o en paréntesis. Esta alteración conduce a una sobrecarga del compartimento interno con degeneración artrósica de los meniscos en adultos, así como, una distensión e inestabilidad del ligamento lateral externo y de los músculos de la cara externa; bíceps corto y tensor de la fascia lata (16).

La rodilla se desplaza externamente, se caracteriza porque acorta las estructuras mediales y elonga las laterales, su origen puede ser congénito o adquirido, es causado por la desalineación del componente femorotibial a nivel de la rodilla (10).

Los grados de deformidad según Dorr son (8):

Grados de deformidad según Dorr	
Grado I	Deformidad < a 15° con afección mínima del ligamento lateral interno.
Grado II	Varo entre 15° y 25°, se compromete el ligamento cruzado posterior y hay rigidez parcial de estructuras mediales.
Grado III (A)	Deformidad > 25°, los ligamentos cruzados están comprometidos. Existe retracción medial y laxitud lateral.
Grado III (B)	Presenta una deformidad severa, con subluxación medial, laxitud medial y lateral, ligamento cruzado anterior ausente y ligamento cruzado posterior de mala calidad, por lo general presenta defecto óseo.
Grado IV	Deformidad en varo de origen extra articular.
Grado V	Deformidad en varo consecutiva a enfermedad o displasia.

Figura 3. Medición de las distancias intermaleolar y e intercondíleo respectivamente
(Izquierda) genu valgo y (derecha) genu varo



Fuente: (6).

Adicionalmente pueden clasificarse en posturales (aparente, constitucional); donde la causa más frecuente es una combinación entre la torsión interna y de varo en la tibia, sumado a la torsión externa del fémur. Se presenta en los recién nacidos, y suele corregirse espontáneamente. Y en estructurales (raquítico, tibia vara superior, sintomático), el arqueamiento afecta las metáfisis del fémur, la tibia o ambos (16).

Características clínicas

- Angulo fémur-tibial $> 180^\circ$
- Distancia intercondílea puede ser de 6 cm en recién nacidos
- Pliegues poplíteos inclinados hacia fuera
- En adultos mayores de 60 años generalmente produce signos de artrosis en el lado medial de la rodilla.
- En la palpación los de la rodilla son gruesos
- Desviación del eje mecánico: normal, Espina iliaca anterosuperior (EIAS) cae entre 1° y 2° metatarso (MTT); varo, EIAS cae entre 3°, 4° y 5° MTT (16).

Niveles de angulación

Si la curvatura involucra fémur, tibia o ambas, es más pronunciada en (16):

- Tercio inferior del fémur
- Unión de tercio medio y superior de la tibia (fisiológica)
- Articulación rodilla (laxitud ligamentaria)
- Metáfisis proximal de tibia (angulación media) enfermedad de Blount.
- Unión de tercio medio e inferior de la tibia (congénita)
- Metáfisis distal del fémur (rara)
- Tercio superior del fémur (coxa vara)

Tratamiento

De acuerdo, a la gravedad de la afección si como por la edad se puede optar por un tratamiento conservador o quirúrgico. En el primero se emplearían yesos seriados, así como, terapia física; donde para mejorar la movilidad pasiva y activa de la aducción, supinación y dorsiflexión del pie se emplean masajes superficiales y profundos. Además de estirar, relajar y realizar posturas que permitan generar elasticidad y fortalecimiento muscular, enfatizando el fortalecimiento selectivo en pre y retro maleolares externos. Finalmente se busca el control postural y la reeducación de la marcha. Mientras que en manejo a través de cirugía se practica una osteotomía en cuña más la derotación para disminuir el varo y la torsión tibial interna. Además, se realiza la detención parcial del crecimiento mediante grapas temporales (16)

Fútbol

Definición

Deporte mundial preferente, entre dos equipos cuya finalidad es meter la pelota a la portería contraria, el cual se lleva a cabo en una superficie rectangular delimitada, este está controlado por un árbitro, el cual tiene la potestad de hacer cumplir el reglamento del juego. Este tendrá 2 periodos con una duración de 45 minutos cada uno (18)

Práctica del fútbol

El juego inicia con un saque, cuando el árbitro que direcciona el juego lo indique. Cuando el balón sea pateado este estará en juego, los equipos intentaran llevar este a

la portería contraria durante toda la duración del juego, pateándolo (18). Cuando esto se logra, se marcará un gol a favor del equipo que lo ejecuto. Ganará el que tenga mayor cantidad de goles anotados. Una restricción a tener en cuenta es que no se puede usar los brazos o manos, excepcionalmente se permite en los arqueros, ya que su labor de evitar que el esférico pase la línea de meta lo requiere, de la misma forma en los lanzamientos (18).

Este deporte es demandante, debido a las exigencias físicas, técnicas y emocionales que requiere, ya que es necesario que quien lo practica se encuentre en constante movimiento. Particular esfuerzo ejercen los miembros inferiores, debido a que la naturaleza del juego así lo exige (26). Además, presenta la oportunidad de mostrar tanto la capacidad individual de una persona como su desarrollo en equipo.

Factores deportivos

Los partidos de fútbol están caracterizados por ser de naturaleza intermitente, comprendida entre 1000-1400 cambios de actividad cada 3-5 segundos, realizado por diferentes acciones que incluyan o no el balón. Actualmente un entrenamiento de fútbol tiene un enfoque integral, en donde se puedan desarrollar aspectos tácticos, condicionales y psicológicos, por medio de tareas que demanden esfuerzo físico condicional y motriz, sin dejar de lado el manejo del balón. Durante el entrenamiento se busca despertar cualidades de velocidad, resistencia, flexibilidad y fuerza para mejorar el rendimiento del futbolista (27).

Los factores deportivos podrían influir en la presencia de estas condiciones óseas, entre ellos tenemos:

- **Lesión previa:** Es un factor muy estudiado en el ámbito deportivo, debido a que no se realizan una rehabilitación completa, por el contrario, tratan de retornar rápidamente a sus actividades deportivas, incrementando el riesgo a sufrir lesiones (27).
- **Pierna dominante:** El futbolista utiliza preferentemente un segmento corporal para los golpes y apoyo durante el juego, dando lugar a desequilibrios musculares (27).

- **Posición de juego:** el fútbol, tradicionalmente juega 4 posiciones clásicas, portero, defensa, centrocampista y delantero, de ellos los que más actividad física suelen hacer son los que juegan en posición de defensa, seguidos por los delanteros, responsables de los goles. El centrocampista se caracteriza por tener mejor técnica de juego, para crear y propiciar jugadas, finalmente el portero debe representar agilidad y rapidez durante el juego para evitar que ingrese el balón en su área (2)

También se debe mencionar la influencia que puede ejercer los años de práctica de fútbol, horas de entrenamiento semanal, desarrollar otros deportes, sobre la carga muscular que ya recibe el cuerpo del futbolista durante el entrenamiento.

Actualmente existe el programa Kinovea, este es un software libre que permite analizar entrenamientos de tipo deportivo y que permite analizar con mayor detalle los movimientos y técnicas aplicadas a la medicina deportiva con la finalidad de corregirlos y mejorarlos. (28)

Este software será utilizado en la presente investigación para realizar la medición del ángulo femorotibial, existen investigaciones donde se ha utilizado este software para analizar movimientos de miembros inferiores, como estudio de Guzman et al (29), donde refiere que el uso del software kinovea tiene menos costo a diferencia de otras formas de evaluación, además permite evaluar el progreso de rehabilitación de los miembros inferiores de un paciente para lograr la mejor recuperación

Kinovea:

El Software Kinovea tiene cuatro funciones principalmente que está relacionada al estudio del movimiento humano, los cuales permiten capturar, observar, anotar y medir. Puede evaluar imágenes estáticas y reproductor de video. (30)

Captura; permite capturar y grabar transmisiones de cámara, es posible configurar para una cámara, dos cámaras o cámara y pantalla de reproducción. Es posible guardar fotogramas de la cámara directamente, para obtener el máximo rendimiento de E / S y la precisión de la velocidad de fotograma. (30)

Observación; el tiempo de imagen se puede representar en varias unidades, como el número de fotograma, en milisegundos totales desde el inicio y en videos que ya están grabados en cámara lenta la escala de tiempo se ajusta a la velocidad del fotograma de captura, el programa refleja los valores en tiempo real. Se puede transformar, girar y enfocar la imagen, así como superponer dos videos. (30)

Anotación; permite agregar anotaciones en momentos claves de la imagen, colocar etiquetas, líneas y flechas, curvas, trazos de líneas, rectángulos, marcadores y dibujos a mano alzada. Estas anotaciones es posible hacerlo en imagen estática y videos. (30)

Medición; permite medir el espacio de tiempo usando el cronómetro, distancias y ángulos usando las herramientas de línea, ángulo y goniómetro. Para que la medición sea más precisa permite hacer zoom a la imagen. Ente sus funciones de medición se encuentra (a) rastrear la trayectoria de un solo punto, (b) obtener cinemática angular para herramientas angulares, (c) Visualiza diagramas de ángulo-ángulo para determinar la dinámica de las articulaciones durante el movimiento, y (d) obtener cinemática lineal basada en las trayectorias de puntos u objetos multipunto. (30)

1.4.2 Definición de términos

- **Ángulo femorotibial:** ángulo formado por los huesos de la tibia y el fémur (15).
- **Rodilla:** Articulación biomecánica compleja, que transmite el peso corporal a la superficie mediante movimientos de flexo extensión (15).
- **Genu valgo:** angulación formada entre el fémur y la tibia con un vértice interno, las rodillas se acercan a la línea media del cuerpo (25).
- **Genu varo:** Se caracteriza por presentar las piernas arqueados en forma de “O” (17).
- **Genu valgo fisiológico:** es menor de 15° , mientras que mayor de 16° aumenta la posibilidad de diagnóstico de valgo patológico; de diferencias entre varones y mujeres (31).
- **Genu varo fisiológico:** es menor de 11° , mientras que mayor de 16° aumenta la posibilidad de diagnóstico de varo patológico (31).

1.4.3 Formulación de la hipótesis

No amerita, por ser de tipología descriptiva

CAPÍTULO II: MÉTODOS

2.1 DISEÑO METODOLÓGICO

2.1.1 Tipo de investigación

- Tipo observacional, ya que el investigador se limitó a analizar las variables en estudio.
- De campo, el estudio evaluó las características que se dieron de manera natural.
- Es cuantitativa pues se comprobó el trabajo de investigación en base a la numeración y análisis estadístico.

2.1.2 Diseño de la investigación

- Según su finalidad el estudio fue descriptivo, ya que los datos recolectados fueron empleados con finalidades puramente descriptivas.
- Según su temporalidad fue transversal, el análisis se realizó en un momento.

2.1.3 Población

80 adolescentes de 14 a 17 años, que pertenecieron al Club de Fútbol Sporting Cristal, julio 2020.

2.1.4 Muestra y muestreo

Se realizó muestreo censal, en ese sentido, la muestra estuvo conformada por los 80 adolescentes de 14 a 17 años que pertenecieron a la Escuela de Fútbol Sporting Cristal. Sin embargo, solo se pudo trabajar con una muestra de 45, debido a los inconvenientes para la recolección por el COVID-19.

2.1.4.1 Criterios de Inclusión

- Adolescentes de sexo masculino
- Adolescentes de 14 a 17 años de edad
- Adolescentes que tengan firmado por sus padres o apoderados el consentimiento informado
- Adolescentes con diagnóstico de genu varo o genu valgo fisiológico

- Adolescentes que pertenezcan a la Escuela de Fútbol Sporting Cristal

2.1.4.2 Criterios de Exclusión

- Adolescentes que se encuentren en algún tratamiento ortopédico
- Adolescentes que no tengan firmado por sus padres o apoderados el consentimiento informado

2.1.5 Variables

- Angulación femorotibial
- Años de práctica
- Horas de entrenamiento a la semana
- Posición en la que juega
- Pierna de golpeo

2.1.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

A través de preguntas que fueron plasmadas en una hoja de datos; en la que se incorporaron preguntas relevantes para este estudio.

Instrumento

Kinovea:

El Software Kinovea tuvo cuatro funciones principalmente que está relacionada al estudio del movimiento humano, los cuales permiten capturar, observar, anotar y medir. Puede evaluar imágenes estáticas y reproductor de video. (30)

Captura; permite capturar y grabar transmisiones de cámara, es posible configurar para una cámara, dos cámaras o cámara y pantalla de reproducción. Es posible guardar

fotogramas de la cámara directamente, para obtener el máximo rendimiento de E / S y la precisión de la velocidad de fotograma. (30)

Observación; el tiempo de imagen se puede representar en varias unidades, como el número de fotograma, en milisegundos totales desde el inicio y en videos que ya están grabados en cámara lenta la escala de tiempo se ajusta a la velocidad del fotograma de captura, el programa refleja los valores en tiempo real. Se puede transformar, girar y enfocar la imagen, así como superponer dos videos. (30)

Anotación; permite agregar anotaciones en momentos claves de la imagen, colocar etiquetas, líneas y flechas, curvas, trazos de líneas, rectángulos, marcadores y dibujos a mano alzada. Estas anotaciones es posible hacerlo en imagen estática y videos. (30)

Medición; permite medir el espacio de tiempo usando el cronómetro, distancias y ángulos usando las herramientas de línea, ángulo y goniómetro. Para que la medición sea más precisa permite hacer zoom a la imagen. Ente sus funciones de medición se encuentra (a) rastrear la trayectoria de un solo punto, (b) obtener cinemática angular para herramientas angulares, (c) Visualiza diagramas de ángulo-ángulo para determinar la dinámica de las articulaciones durante el movimiento, y (d) obtener cinemática lineal basada en las trayectorias de puntos u objetos multipunto. (30)

La hoja de recolección de datos estuvo distribuida de la siguiente manera:

- La parte 1, los factores epidemiológicos como: edad.
- La parte 2, constó de las características de la práctica deportiva, como: años que se practica futbol, horas de entrenamiento semanal, posición de juego, pierna de golpeo

2.1.7 Procedimientos y análisis de datos

Procedimientos

- Se presentó una solicitud junto con el proyecto a la escuela de profesional de tecnología médica, para su aprobación.

- Luego se pidió permiso al director del Club de Fútbol Sporting Cristal, para poder realizar el estudio en los adolescentes de 14 a 17 años.
- Se solicitó permiso mediante el un consentimiento informado donde se discutió sobre los objetivos del estudio, el cual fue firmado por los padres o apoderados de los adolescentes de 14 a 17 años para poder realizar las encuestas y evaluaciones.
- Se determinó el ángulo femorotibial, para lo cual, el adolescente participante del estudio se encontró con licra y sin medias, en postura bípeda mirando al investigador, con los tobillos ligeramente separados, el investigador colocó indicadores adhesivos en cada punto necesario para trazar las coordenadas (EIAS, centro de la rótula y tuberosidad anterior de la tibia de cada miembro inferior) y finalmente se les tomó una fotografía abarcando desde el ombligo hasta los pies, a una distancia de 3 metros, para la medición del ángulo Q se necesitó el software Kinovea 0.8.15, siguiendo la metodología descrita por Bermedo V; Monje, L (8), para valorar la alineación de la rodilla con respecto a la cadera y la tibia y así saber el ángulo Q.
- Dicho programa estuvo registrado en una LapTop con las siguientes especificaciones.
 - Sistema Operativo: Windows 10
 - Procesador: Intel Core I5 de 8va. Generación
 - Memoria RAM: 8.00 GB
 - Toda la información requerida fue registrada en la ficha de recolección de datos propuesta y fue responsabilidad del propio investigador.
 - Cuando se recolectaron los datos estos fueron puestos en la base de datos preparada en el programa estadístico SPSS v.25, para luego ser interpretados.

Análisis de datos

Previo al análisis estadístico, la base de datos fue sometida a control de calidad, obteniendo una correcta base.

Para determinar la asociación que existió entre la angulación femorotibial derecha e izquierda y las características de práctica deportiva, se probó la normalidad de los datos a través de la prueba Shapiro Wilk, para posteriormente usar la prueba t de Student y ANOVA, convenientemente. Se consideró un nivel de significancia del 5% para cada prueba, donde p - valores menores a 0.05 considerados significativos.

Los resultados se presentaron mediante tablas, además, se construyeron gráficos, los cuales fueron elaborados con la herramienta Microsoft Excel 2019.

Validez y confiabilidad: El Software Kinovea es un programa creado en 2009, el cual se encuentra disponible en la web para su descarga, cuya versión 0.8.15 es la más utilizada y aplicada de manera experimental, este programa ha sido diseñado específicamente para el análisis de imágenes y videos deportivos, siendo considerado de gran utilidad para el análisis de cualquier tipo de deporte; el cual sido utilizado en diversas investigaciones, como el realizado por Bermeo y Monje, (8) Arévalo, (32) y en el ámbito nacional como el estudio realizado por Espinoza y Zavala, (33) demostrando de esta manera su fácil aplicación y validez de utilización.

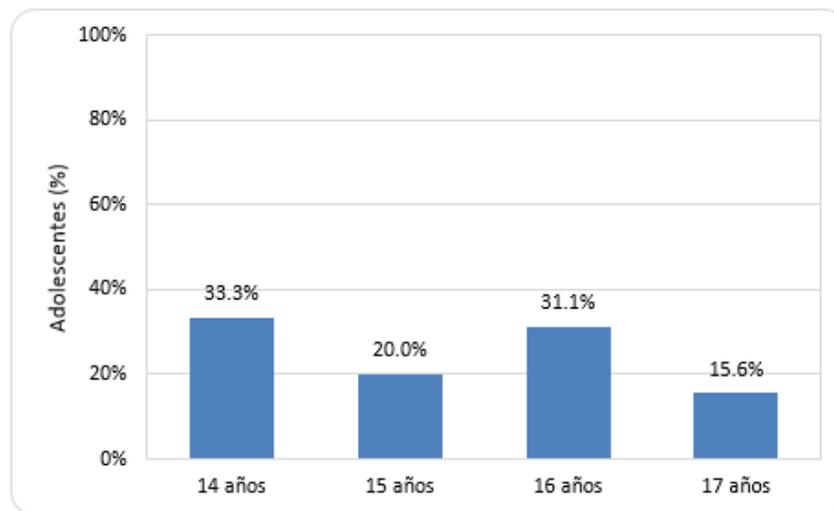
2.1.8 Consideraciones éticas

Este estudio se realizó bajo los lineamientos la Declaración de Helsinki, cumpliendo con los cuatro principios bioéticos, el de autonomía, ya que se solicitó a cada adolescente su consentimiento así como de sus padres o tutores, el de beneficencia, ya que con el estudio se realizaría una evaluación física, pudiendo identificar cualquier patología, el de no maleficencia, ya que se anteponía el beneficio para los jugadores adolescentes, considerando la nulidad de riesgo, y justicia, porque no se rechazó a ningún participante por su religión, condición, o ideología.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Los resultados mostrados a continuación fueron descritos considerando a adolescentes de entre 14 y 17 años, debido a la coyuntura por el COVID-19, la muestra quedó reducida a 45 adolescentes.

Gráfico 3. Edad de los adolescentes de 14 a 17 años que practican fútbol en el Club de Fútbol Sporting Cristal, 2020



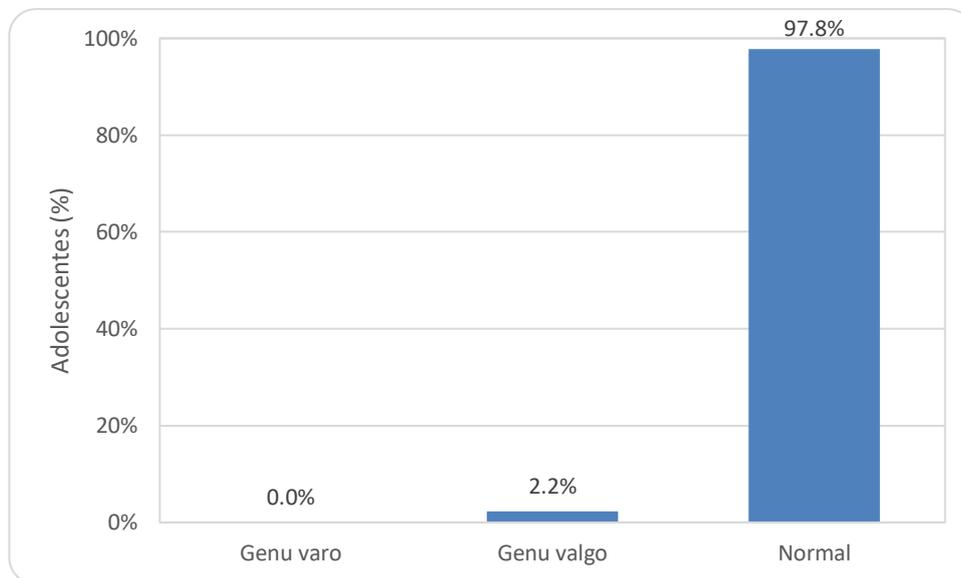
La edad promedio de los adolescentes fue 15.3 ± 1.1 años. En el gráfico 3, se observa que 33.3% de adolescentes tenía 14 años, el 20% tenía 15 años, el 31.1% tenía 16 años y el 15.6% tenía 17 años.

Tabla 1. Características de práctica deportiva en adolescentes de 14 a 17 años que practican fútbol en el Club de Fútbol Sporting Cristal, 2020

Características de práctica deportiva		
Años de práctica	$\bar{x} \pm DS$	
	9.6 ± 1.7	
	N	%
≤10 años	32	71.1%
>10 años	13	28.9%
Horas de entrenamiento semanal	$\bar{x} \pm DS$	
	11.3 ± 3.7	
	N	%
≤10 horas	26	57.8%
>10 horas	19	42.2%
Posición de juego		
Atacante	14	31.1%
Defensa	9	20.0%
Portero	4	8.9%
Volante	11	24.4%
Lateral	7	15.6%
Pierna de golpeo		
Derecha	29	64.4%
Izquierda	16	35.6%
Total	45	100%

En la tabla 2, se observa que el promedio de años de práctica promedio fue 9.6 ± 1.7 años, evidenciándose que el 71.1% tenía menos de 10 años practicando fútbol. Además, el promedio de horas de entrenamiento semanal fue 11.3 ± 3.7 años, notándose que el 42.2% entrenaba de 10 a más horas. Asimismo, se evidenció que el 31.1% de adolescentes tenían posición de atacante y el 64.4% utilizaba la pierna derecha como pierna de golpeo.

Gráfico 4. Variaciones de angulación femorotibial en adolescentes de 14 a 17 años que practican fútbol en el Club de Fútbol Sporting Cristal, 2020



En el gráfico 4, se observa que el 97.8% de adolescentes entre 14 y 17 años evidenció angulación femorotibial normal y solo hubo un caso de genu valgo.

Tabla 2. Prueba de normalidad para angulación femorotibial derecha e izquierda y años de práctica

Ho: Los datos tienen distribución normal.

Hi: Los datos no tienen distribución normal.

Pruebas de normalidad				
Años de práctica		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Ángulo derecho	≤10 años	0.968	32	0.457
	>10 años	0.912	13	0.193
Ángulo izquierdo	≤10 años	0.958	32	0.238
	>10 años	0.898	13	0.127

En la tabla 2, debido a que el p-valor >0.05 en todos los casos, se aceptan la hipótesis nula (Ho), es decir los datos tienen distribución normal. Por lo tanto, se utilizará la prueba estadística t de Student para muestras independientes.

Tabla 3. Angulación femorotibial derecha e izquierda y años de práctica

Años de práctica	Angulación femorotibial					
	Ángulo derecho		p	Ángulo izquierdo		p
	≤10 años	>10 años		≤10 años	>10 años	
$\bar{x} \pm DS$	$8.0^\circ \pm 3.9^\circ$	$4.5^\circ \pm 2.5^\circ$	0.005	$7.0^\circ \pm 3.9^\circ$	$4.5^\circ \pm 1.6^\circ$	0.003

Prueba t de Student, \bar{x} : Media, DS: Desviación estándar

En la tabla 3, se observa asociación significativa entre los años de práctica y el ángulo derecho (p=0.005) e izquierdo (p=0.003). Además, se evidenció un promedio de angulación derecha de $4.5^\circ \pm 2.5^\circ$ e izquierda de $4.5^\circ \pm 1.6^\circ$ menor en aquellos adolescentes que tenían más de 10 años de práctica, comparado con una angulación mayor en aquellos con menos tiempo de práctica, sin embargo, se pueden apreciar valores dentro del rango normal de angulación femorotibial (No mayor a 15°)

Tabla 4. Prueba de normalidad para angulación femorotibial derecha e izquierda y horas de entrenamiento semanal

Ho: Los datos tienen distribución normal.

Hi: Los datos no tienen distribución normal.

Horas de entrenamiento semanal	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
Ángulo derecho	≤10 horas	0.967	26	0.536
	>10 horas	0.952	19	0.421
Ángulo izquierdo	≤10 horas	0.943	26	0.161
	>10 horas	0.937	19	0.234

En la tabla 4, debido a que el p-valor >0.05 en todos los casos, se acepta la hipótesis Nula (Ho), es decir los datos tienen distribución normal. Por lo tanto, se utilizará la prueba estadística t de Student para muestras independientes.

Tabla 5. Angulación femorotibial derecha e izquierda y horas de entrenamiento semanal

Horas de entrenamiento semanal	Angulación femorotibial					
	Ángulo derecho		p	Ángulo izquierdo		p
	≤10 horas	>10 horas		≤10 horas	>10 horas	
$\bar{x} \pm DS$	8.1° ± 4.1°	5.5° ± 3.1°	0.025	6.9° ± 3.9°	5.5° ± 3.0°	0.191

Prueba t de Student, \bar{X} : Media, DS: Desviación estándar

En la tabla 5, se observa asociación significativa entre las horas de entrenamiento semanal y el ángulo derecho (p=0.025). Además, se evidenció un promedio de angulación derecha de 8.1°±4.1° e izquierda de 6.9° ± 3.9° en aquellos adolescentes que entrenaban menos de 10 horas semanales.

Tabla 6. Prueba de normalidad para angulación femorotibial derecha e izquierda y posición de juego

Ho: Los datos tienen distribución normal.

Hi: Los datos no tienen distribución normal.

Pruebas de normalidad				
Posición de juego		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Ángulo derecho	Atacante	0.967	14	0.827
	Defensa	0.943	9	0.614
	Portero	0.827	4	0.161
	Volante	0.956	11	0.716
	Lateral	0.947	7	0.703
Ángulo izquierdo	Atacante	0.937	14	0.384
	Defensa	0.876	9	0.141
	Portero	0.863	4	0.272
	Volante	0.892	11	0.145
	Lateral	0.886	7	0.256

En la tabla 6, debido a que el p-valor >0.05 en todos los casos, se aceptan la hipótesis nula (Ho), es decir los datos tienen distribución normal. Por lo tanto, se utilizará la prueba estadística ANOVA de un solo factor.

Tabla 7. Angulación femorotibial derecha e izquierda y posición de juego

Posición de juego	Angulación femorotibial												
	Ángulo derecho						P	Ángulo izquierdo					
	Atacante	Defensa	Portero	Volante	Lateral	Atacante		Defensa	Portero	Volante	Lateral	P	
$\bar{x} \pm DS$	$7.7^\circ \pm 4.1^\circ$	$5.7^\circ \pm 3.3^\circ$	$8.0^\circ \pm 4.2^\circ$	$5.5^\circ \pm 3.6^\circ$	$9.1^\circ \pm 4.0^\circ$	0.243	$5.5^\circ \pm 3.4^\circ$	$5.7^\circ \pm 3.3^\circ$	$10.5^\circ \pm 1.9^\circ$	$6.2^\circ \pm 3.6^\circ$	$7.0^\circ \pm 3.6^\circ$	0.109	

Prueba ANOVA, \bar{X} : Media, DS: Desviación estándar

En la tabla 7, no se observó asociación significativa entre la posición de juego y el ángulo derecho ($p=0.243$) e izquierdo ($p=0.109$). Sin embargo, se evidenció un promedio de angulación mayor derecha ($9.1^\circ \pm 4.0^\circ$) e izquierda ($7.0^\circ \pm 3.6^\circ$) en aquellos adolescentes cuya posición de juego fue lateral y un promedio de angulación menor derecha ($5.7^\circ \pm 3.3^\circ$) e izquierda ($5.2^\circ \pm 3.4^\circ$) menor en los defensas.

Tabla 8. Prueba de normalidad para angulación femorotibial derecha e izquierda y pierna de golpeo

Ho: Los datos tienen distribución normal.

Hi: Los datos no tienen distribución normal.

Pruebas de normalidad				
Pierna de golpeo		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Ángulo derecho	Derecha	0.972	29	0.619
	Izquierda	0.960	16	0.670
Ángulo izquierdo	Derecha	0.956	29	0.265
	Izquierda	0.904	16	0.092

En la tabla 8, debido a que el p-valor >0.05 en todos los casos, se acepta la hipótesis nula (Ho), es decir los datos tienen distribución normal. Por lo tanto, se utiliza la prueba estadística t de Student para muestras independientes.

Tabla 9. Angulación femorotibial derecha e izquierda y pierna de golpeo

Pierna de golpeo	Angulación femorotibial						
	Ángulo derecho			p	Ángulo izquierdo		p
	Derecha	Izquierda	Derecha		Izquierda		
$\bar{x} \pm DS$	$6.7^\circ \pm 3.6^\circ$	$7.7^\circ \pm 4.4^\circ$	0.399	$5.8^\circ \pm 3.3^\circ$	$7.1^\circ \pm 4.0^\circ$	0.191	

Prueba t de Student, \bar{X} : Media, DS: Desviación estándar

En la tabla 7, no se observó asociación significativa entre la pierna del golpeo y el ángulo derecho ($p=0.399$) e izquierdo ($p=0.191$). Sin embargo, se evidenció un promedio de angulación derechas de $6.7^\circ \pm 3.6^\circ$ en aquellos cuya pierna de golpeo fue la derecha y angulación izquierda de $7.1^\circ \pm 4.0^\circ$ en aquellos que golpeaban con la pierna izquierda.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

Este estudio fue aplicado en 45 adolescentes que practican fútbol en un club profesional de fútbol, donde se pudo identificar que la mayoría tenían 14 y 16 años de edad (33.3% y 31.1% respectivamente), adicionalmente de manera general el promedio de años de práctica fue de 9.6 y de horas de entrenamiento semanales fue de 11.3, luego la posición en la que mayormente jugaban los adolescentes era de atacante seguido por volante (31.1% y 24.4%, respectivamente) y en más de la mitad de los participantes la pierna de impacto o de golpeo era la derecha (64.4%). Los estudios identificados que se encuentran bajo la misma línea de investigación, hallaron que la edad de los participantes es semejante a la de este estudio (1-4, 6, 7), dicha selección de población no solo puede deberse a fines investigativos, sino también porque a esa edad la actividad deportiva está afianzada en los adolescentes, sobretodo en relación al fútbol, siendo este considerado como el deporte rey. Por otro lado, en relación al estudio, se pudo hallar que existieron investigaciones donde se analizaron otras variables de importancia como el peso, talla e IMC (índice de masa corporal) (3).

Posteriormente al hallar la variación de angulación femorotibial en los participantes, se identificó que casi la totalidad de estos tenían una angulación normal (97.8%) y un porcentaje mínimo presentaban genu valgo (2.2%). De Cock et al (1), analizaron a adolescentes austriacos entre 12 a 19 años de edad que realizaban diferentes deportes, donde identificaron que la presencia de genu varo se correlacionaba con el tipo de deporte, específicamente con el fútbol, vóley y atletismo ($p < 0.05$, respectivamente), lo que evidencia que la presencia de deformidad de la rodilla se presenta en aquellos que practicaban cualquier deporte y no uno en específico. Pero Melekoğlu et al (4), al analizar a jóvenes turcos que practicaban fútbol en diversos contextos, pudieron identificar que aquellos jóvenes que practicaban fútbol de manera profesional la distancia intercondílea era mayor en comparación con los jóvenes que practicaban fútbol de manera amateur o quienes no practicaban fútbol ($p < 0.001$), demostrando que la continuidad de práctica de un deporte también influye en la presencia de alteraciones en la angulación de las rodillas. En el caso de Ibáñez et al (6) al realizar la evaluación física de los niños futbolistas (8 a 15 años) y no futbolistas pudieron identificar que el ángulo femorotibial era mayor en los niños no futbolistas (7.8° vs 3.49°), luego la distancia intercondílea era mayor en los niños que si jugaban fútbol (1.06cm vs

0.07cm) y la distancia intermaleolar fue mayor en los niños no futbolistas (6.01 cm vs 0.77cm), resultando ser en cada una de ellas significativo ($p < 0.005$).

Al realizar un análisis estadístico más específico, aplicando la prueba estadística t de Student, se pudo hallar que los años de práctica era la única característica que se asociaba de manera significativa con la angulación femorotibial derecha e izquierda ($p = 0.005$ y $p = 0.003$, respectivamente). Asadi et al (3) analizaron las variables horas de juego a la semana y años de juego, e identificaron diferencias significativas entre los diferentes grados de genu varum en los adolescentes futbolistas ($p = 0.0001$, respectivamente), pero también hallaron la existencia de una correlación positiva entre la distancia de la línea de la articulación tibiofemoral con la altura, peso, edad, IMC y horas semanales de juego de los adolescentes que practicaban fútbol ($p = 0.0001$, respectivamente), especificando que a mayor edad, peso, altura, horas de practica e IMC más severo será el genu varo. En el caso de Melekoğlu et al (4), al ahondar más en los resultados identificaron que los jóvenes que jugaban fútbol sea de manera profesional o amateur eran quienes mayormente presentaban genu varum en grado 2 y 3. Y Díaz (2) al realizar su estudio en niños españoles entre 7 a 9 años que practicaban y no practicaban fútbol, pudo hallar que la práctica de fútbol influía en alguna medida el desarrollo de la pierna en los niños analizados, aunque no de manera perjudicial, lo que pudo evidenciar en un periodo de tiempo de 3 años consecutivos. Todos los resultados de los diversos estudios analizados han demostrado que, no solo el fútbol sino cualquier deporte que comprometa de manera significativa el uso de los miembros inferiores, iniciar a practicarlo a edades tempranas y de manera constante influyen en la angulación femorotibial.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

5.1.1 Conclusiones específicas

- En relación al primer objetivo específico, se observa que el promedio de años de práctica promedio fue 9.6 ± 1.7 años, evidenciándose que el 71.1% tenía menos de 10 años practicando fútbol. Se concluye que los años de práctica fueron la única característica que se asociaba a la angulación femorotibial tanto derecha ($p=0.005$) como izquierda ($p=0.003$). Además, se evidenció un promedio de angulación derecha de $4.5^\circ \pm 2.5^\circ$ e izquierda de $4.5^\circ \pm 1.6^\circ$ menor en aquellos adolescentes que tenían más de 10 años de práctica. En otras palabras, aquellos adolescentes que practicaban el deporte más de 10 años presentaron menos angulación femorotibial derecha e izquierda.
- En relación al segundo objetivo específico, el promedio de horas de entrenamiento semanal fue 11.3 ± 3.7 años, notándose que el 42.2% entrenaba de 10 a más horas. Se llega a la conclusión que las horas de práctica a la semana se asoció a la angulación femorotibial derecha ($p=0.025$). En otras palabras, aquellos adolescentes que entrenaban más de diez horas semanales presentaron menos angulación femorotibial derecha ($5.5^\circ \pm 3.1^\circ$), comparado con los que practicaban menos de 10 horas semanales (de $8.1^\circ \pm 4.1^\circ$).
- En relación al tercer objetivo específico, siendo el 31.1% atacantes; se concluye que la posición de juego no se asoció a la angulación femorotibial derecha ($p=0.243$) e izquierda ($p=0.109$). Sin embargo, se observaron mínimas variaciones en aquellos adolescentes que jugaban de defensa, debido a que presentaron angulación femorotibial derecha ($5.7^\circ \pm 3.3^\circ$) e izquierda ($5.2^\circ \pm 3.4^\circ$) menor, a diferencia de los laterales de promedio de angulación mayor derecha ($9.1^\circ \pm 4.0^\circ$) e izquierda ($7.0^\circ \pm 3.6^\circ$).
- En relación al cuarto objetivo específico, se evidenció que el 64.4% utilizaba la pierna derecha como pierna de golpeo. se concluye que no se observó asociación significativa entre la pierna del golpeo y el ángulo derecho ($p=0.399$) e izquierdo ($p=0.191$). Sin embargo, se evidenció un promedio de angulación derecha de $6.7^\circ \pm 3.6^\circ$ en aquellos cuya pierna de golpeo fue la

derecha y angulación izquierda de $7.1^{\circ} \pm 4.0^{\circ}$ en aquellos que golpeaban con la pierna izquierda.

5.1.2 Conclusión General

- En el presente estudio, se concluye que casi todos los adolescentes de 14 a 17 años que practicaban fútbol en el Club de Fútbol Sporting Cristal no evidenciaron variación de angulación femorotibial siendo el 97.8% de jugadores, sin embargo, se observó un caso de genu valgo con una angulación de 15° en la pierna derecha.

5.2 RECOMENDACIONES

- Proponer la realización de evaluación física de miembros inferiores a todo adolescente que se integre al club de fútbol, así mismo continuar con dicha evaluación semestral o anual, con el propósito de realizar controles y poder identificar variaciones en los ejes de miembros inferiores.
- En los adolescentes que llevan tiempo perteneciendo al club de fútbol en mención, iniciar con dicha evaluación física e identificar las variaciones de la angulación femorotibial, con la finalidad de dar inicio a una posible terapia (de ser necesaria) o tan solo para mejorar la posición bípeda y prevenir posibles complicaciones.
- Fomentar la realización de estudios relacionados con la presente investigación a nivel nacional y local, ya que la presencia de dicha evidencia es nula, por lo cual la ejecución de dichos estudios ampliaría el conocimiento y darían a conocer otras realidades relacionadas con los diversos deportes existentes.
- Finalmente analizar qué influencia en la variación de la angulación femorotibial en este grupo poblacional, considerando que en esta etapa de vida el desarrollo musculo esquelético es continuo, por lo cual su estudio es de relevancia para prevenir, controlar o tratar posibles alteraciones en la postura del deportista que lo predisponga a sufrir lesiones y que pueda afectar más adelante su calidad de vida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. De Cock L, Dauwe J, Holzer L, Bellemans J. Knee alignment in adolescents is correlated with participation in weight-bearing sports. *International Orthopaedics*. 2018; 42(12): 2851-2858.
2. Díaz S. La influencia de la practica deportiva del fútbol en el desarrollo de la extremidad infeior del niño. Tesis doctoral. España: Universidad de Málaga; 2016.
3. Asadi K, Mirbolook A, Heidarzadeh A, Mardani M, Meybodi M, Rad M. Association of Soccer and Genu Varum in Adolescents. *Trauma Monthly*. 2015; 20(2): 1-5.
4. Melekoğlu T, Işın A. The Relationship Between Football Participation Level and Lower Leg Alignment in Youth Males: Genu Varum. *Journal of Education and Training Studies*. 2018; 7(2): 137-141.
5. Khalid Z, Rai M, Mobeen B, Amjad I. Pes Planus & Genu Valgum; factor associated. *The Professional Medical Journal*. 2015; 22(10): 1237-1244.
6. Ibáñez A, López M, Moraga F, Fernández F, Serrano A, Ramírez C. ¿Tienen los niños futbolistas más varo de rodillas? *Archivos de Medicina del Deporte*. 2015; 32(4): 223-226.
7. Thijs Y, Bellemans J, Rombaut L, Witvrouw E. Is high-impact sports participation associated with bowlegs in adolescent boys? *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2012; 44(6): 993-998.
8. Bermedo V, Monje L. Angulo Q y huella plantar en el equipo de futbol "Carneras", Cuenca 2017. Tesis de pregrado. Ecuador: Universidad de Cuenca, facultad de ciencias medicas; 2017.
9. Guirao S. Análisis de las diferencias de dominancia de los miembros inferiores en futbolistas. Tesis de grado. Universidad Miguel Hernández; 2016.
- 10 Burgos M. Profilaxis deportiva para deformidad de rodillas varas dirigido a los jugadores de fútbol se segunda categoría Club Espol. Tesis de grado. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2017.

- 11 Equipo técnico de traumatología de la Sub Unidad de Atención INtegral . especializada de especialidades quirúrgicas. Guía de práctica clínica de otras deformidades adquiridas de los miembros. Insituto Nacional de Salud del Niño - San Borja. 2018.
- 12 Flores M, Ayala A. Efectos en la remodelación ósea debido a la aplicación de . tornillo en fémur proximal. Ingeniería Mecánica Tecnología y Desarrollo. 2012; 4(2): 43-50.
- 13 Arcila J, Cardona D. Biomecánica de la adaltación. EFdeporte - revista digital. . 2010; 15(144): 1-7.
- 14 Rosero C. Prevalencia del valgo de rodilla en los estudiantes de la carrera de . Terapia física de la Universidad Técnica de Ambato. Tesis de grado. Ambato: Universidad Técnica de Ambato; 2018+.
- 15 Rojas D. Medición del ángulo femorotibial en niños de 2 a 10 años de los colegios . públicos del cercado de Tacna y su relación con variables sociodemográficas en el año 2015. Tesis de grado. Tacna: Universidad Privada de Tacna; 2017.
- 16 Santisteban O. Fisioterapia en Ortopedia: Manual práctico para el manejo . fisioterapéutico de las principales afecciones ortopédicas. segunda ed. Lima : H.C.S.J.D.Servicio de Rehabilitación; 2014.
- 17 Monton J, Sáez A, Fernández T. La rodilla en la infancia y la adolescencia. . Pediatría integral. 2014; 18(7): 425.
- 18 The International Football Association Board. Reglas de juego 2018/2019. Suiza . ; 2018. Report No.: <https://img.fifa.com/image/upload/qafar0qbviwls7vqabkl.pdf>.
- 19 Saeidi A, Khodamoradi A. Physical and Physiological Demand of Soccer Player . Based on Scientific Research. International Journal of Applied and Physical Sciences. 2017; 1(2): 1-12.
- 20 Valencia W, Gaviria S, García D, Herrera B. Gesto técnico del pateo a balón . detenido en fútbol: estudio de caso, un análisis comparativo en 3d. Revista de educación física. 2018; 7(1): 15-35.

- 21 Blanchard S, Palestri J, Guer J, BEHR M. Current Soccer Footwear, Its Role in . Injuries and Potential for Improvement. *Sports Medicine International Open*. 2018; 2(2): 52-61.
- 22 Kapidžić A, Huremović T, Biberovic A. Kinematic Analysis of the Instep Kick in . Youth Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*. 2014; 42: 81-90.
- 23 Milanca R, Montiel J. Análisis biomecánico de la técnica del golpe de balón en el . fútbol. *Educación Física y Deportes, Revista Digital*. 2017; 21(224).
- 24 Lees A, Asai T, Andersen T, Nunome H, Sterzing T. The biomechanics of kicking . in soccer: A review. *Journal of Sports Sciences*. 2010; 28(8): 805-817.
- 25 Sánchez M. Genu valgo y su relación con el índice de masa corporal en estudiantes . entre 7 y 13 años de la I.E. N°113 Daniel Alomia Robles, 2016. Tesis de grado. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2017.
- 26 Molano N, Molano D. Fútbol: Identidad, pasión, dolor y lesion deportiva. *Revista . Movimiento Científico*. 2015; 9(2): 23-32.
- 27 Raya J. Factores de riesgo asociados a la aparición de lesiones en el fútbol. Tesis . doctoral. Sevilla: Universidad Pablo de Olavide; 2016.
- 28 Jordán J, Espinoza E, Aguilar J, Hidalgo D, Gutiérrez M. Estudio biomecánico . del tiro penal: comparación en futbolistas juveniles y de iniciación. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 2018; 37(4).
- 29 Guzmán-Valdivia C, Blanco-Ortega A, Oliver-Salazar M, Carrera-Escobedo J. . Therapeutic Motion Analysis of Lower Limbs Using Kinovea. *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)*. 2013; 3(2): 359-365.
- 30 Kinovea. Kinovea: Características. [Online]. Disponible en: . <https://www.kinovea.org/features.html?PHPSESSID=t15blqmqpqjuu3e2ogk72492u2>.
- 31 Baroni E. Genuvaro? varo fisiológico. *Medicina Infantil*. 2013; 10(2): 133-139. .
- 32 Arévalo C. Progresión del entrenamiento en suspensión y medios para su . aplicación (Propuesta). *Actividad física y deporte*. 2018; 4(1): 7-21.

- 33 Espinoza K, Zavala J. Relación entre el rango disponible de dorsiflexión de tobillo . y la capacidad de incorporación de sedente a bípedo en le hemipléjico por accidente cerebrovascular en un servicio de Terapia Física, 2018. Tesis de segunda especialidad. Lima: Universidad Norbert Wiener; 2019.

ANEXOS

- Instrumentos

Variaciones De La Angulación Femorotibial En Adolescentes De 14 A 17 Años Que Practican Futbol En El Club De Fútbol Sporting Cristal, 2020

FECHA: ___/___/2020

ID: _____

1. Características epidemiológicas

Edad: _____ años

2. Características de la práctica deportiva

Años que practica futbol: _____ años

Horas de entrenamiento a la semana: _____ hrs.

Posición en la que juega: _____

Pierna de golpeo: Derecha () Izquierda ()

3. Angulación femorotibial

	Derecha	Izquierda	Angulo Q:	>15° ()	< 15° ()
Angulo	°	°			

Diagnóstico: Genu varo ()

Genu valgo ()

Normal ()

- **Formulas estadísticas: Tamaño de muestra.**

La población al ser pequeña, todas las unidades de estudio ingresaron, sin embargo, por la coyuntura de COVID-19, no fue posible la recolección total de información. Por ello el estudio no ameritó fórmula para determinar el tamaño de muestra.

- **Documentos del comité de ética de investigación.**

- Consentimiento informado.

**“Variaciones De La Angulación Femorotibial En Adolescentes De 14 A 17 Años
Que Practican Futbol En El Club De Fútbol Sporting Cristal, 2020”**

Propósito del Estudio: Lo estamos invitando a participar en un estudio con la finalidad de determinar las variaciones de la angulación femorotibial en adolescentes de 14 a 17 años que practican fútbol en el Club de Fútbol Sporting Cristal, 2020.

Procedimientos: Si usted permite que su menor hijo participe en este estudio, a su hijo se le realizara algunas preguntas y posteriormente se tomara una fotografia del ombligo hacia abajo, para así evaluar el ángulo femorotibial.

Riesgos y Beneficios: No existirá riesgo alguno respecto a su participación, pues solo su utilizará como técnica la observación y medición. Asimismo, su participación no producirá beneficio alguno, ni remuneración y/o pago de ningún tipo.

Confidencialidad: No se divulgará la identidad de su menor hijo en ninguna etapa de la investigación, pues toda la información que Ud. brinde será usada solo con fines estrictos de estudio. En caso este estudio fuese publicado se seguirá salvaguardando su confidencialidad, ya que no se le pedirá en ningún momento sus nombres ni apellidos.

Se pone en conocimiento que Ud. puede decidir retirarse de este estudio en cualquier momento del mismo, sin perjuicio alguno. Si tiene alguna duda adicional comunicarse con Gianfranco Wilbert Palomino Núñez al número 987402177 y/o correo electrónico giaco23_4@hotmail.com.

Acepto voluntariamente participar en este estudio luego de haber discutido los objetivos y procedimientos de la investigación con el investigador responsable.

	_____	_____
	Participante	
Fecha		
	_____	_____
	Investigador	
Fecha		

- Operacionalización de variables en un cuadro.

VARIABLES	DIMENSIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE VARIABLES	TIPO	ESCALA	VALOR FINAL		INSTRUMENTO
Angulación femorotibial	—	Donde se establece como punto de corte que la angulación media es de 15°. Si el ángulo es interno será genu varo, pero si el ángulo es externo será genu valgo	Cualitativa	Nominal	Genu varo parentesis	Grado I: < 15° Grado II: 15° - 25° Grado III: > 25°	Hoja de recolección de datos
					Genu valgo En x	Grado I: 5° - 20° Grado II: 20° - 35° Grado III: > 35°	
Características de la práctica deportiva	Años que practica fútbol	Se refiere a todos los años que el adolescente practica el fútbol	Cuantitativa	Razón	Años		Hoja de recolección de datos
	Horas de entrenamiento a la semana	Son la cantidad de horas que el adolescente practica a la semana	Cuantitativa	Razón	Horas		
	Posición en la que juega	Es la posición en la que el adolescente juega en el equipo de fútbol	Cualitativa	Nominal	Portero Defensa Medio campo Atacante Lateral Volante		
	Pierna de golpeo	Es la pierna con la que el adolescente patea la pelota de fútbol	Cualitativa	Nominal	Derecha Izquierda		

- **Tablas, gráficos y fotografías anexas.**



- **Otros.**