

Estudio de la simetría de las manos en futbolistas de la escuela
Brasilia (Medellín)

Ángel Aristizábal Aristizábal
abril, 2016

Universidad de Antioquia
Departamento de Antropología
Antropología Biológica

Agradecimientos

Quiero agradecer a todas las personas que estuvieron involucradas en esta investigación, mi asesor de grado Doctor Javier Rosique por presentarme su visión e iniciativa en cuanto al desarrollo del tema de la asimetría corporal, y sus grandes aportes conceptuales y técnicos a la elaboración del mismo, a la escuela de futbol de Brasilia, sus directivos y profesores por permitirme desarrollar este trabajo en su espacio de entrenamiento, también a mi familia que siempre ha estado al tanto de mi quehacer académico y han sido de gran ánimo para conseguir los objetivos propuestos.

Los estudios de simetría del cuerpo humano tienen interés en antropología biológica debido a que la organización bilateral de las extremidades, órganos de los sentidos, y algunos órganos internos se conforma de forma prenatal y las perturbaciones de la asimetría actúan durante el proceso de desarrollo evidenciando una influencia del ambiente tanto materno como en los primeros años de vida. En este estudio se midieron setenta individuos de la escuela de fútbol Brasilia con edades comprendidas entre los ocho y quince años para la longitud bilateral del segundo y cuarto dígitos (2D,4D) en ambas manos, junto con las medidas de talla y peso. Se analizó el índice de masa corporal (IMC) de los futbolistas, y sus resultados en pruebas físicas de velocidad y fuerza durante sus entrenamientos habituales como variables que representan su desempeño atlético. En la bibliografía sobre el desarrollo temprano, se sabe que desde la etapa intrauterina del feto un cociente 2D: 4D menor indicaría en general un desarrollo con exposición a más testosterona. Esto ayudó a construir las hipótesis básicas del estudio según las cuales los futbolistas con mejor desempeño tendrían menores cocientes 2D:4D y menor asimetría en las manos. En el estudio se evidencio la correlación que tiene la asimetría del 4D con la velocidad en 20 metros, mostrando que los individuos más veloces tienen menor grado de asimetría a comparación de los más lento. La aplicación de este tipo de estudios podría encontrarse en la selección de deportistas mediante técnicas de análisis de la simetría que nos permitan identificar sujetos y posibles talentos por sus cualidades individuales o ventajas en su estructura física. No obstante el desempeño final es multicausal y depende no sólo de cualidades biológicas, sino de otras aptitudes como la motivación y las condiciones psicosociales y del medio en el que vive el joven futbolista.

Palabras clave: asimetría corporal, cocientes 2D-4D.

Tabla de Contenidos

1. Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Antropología física y estudios de deporte.....	2
1.2. La simetría del cuerpo humano.....	4
1.3.La mano humana.....	7
1.4.Simetría y salud.....	8
1.5.Simetría y deporte	9
2. Objetivos del estudio.....	9
3. Hipótesis de trabajo.....	10
4. Muestra de estudio, material y métodos	11
5. Resultados y discusión.....	12
6. Conclusiones	21
7. Referencias bibliográficas.....	21

Tabla 1. Procedimiento de captación de coordenadas para el 2D y 4D con el programa TpsDig2 de Rohl.12

Tabla 2.: Distribución de motivaciones para la práctica del fútbol. 13

Tabla 3. Distribución de la importancia de practicar futbol para los niños. 14

Tabla 4. Estadísticos descriptivos para la talla (cm), peso (kg), IMC (kg/m²), Abdom.=número de abdominales en 30seg, V20M= velocidad en 20 metros lisos, D2der= longitud D2 derecha (cm), D2izq=longitud D2 izquierda (cm), D4der= longitud D4 derecha (cm), D4izq= longitud D4 izquierda (cm), D2_difer= diferencia der-izq, D4_difer= diferencia der-izq.. 15

Tabla 5. Correlaciones entre las distintas variables..... 17

Tabla 6. Comparación entre los más veloces (1) y los más lentos (0) con relación a las medidas del 2D y 4D 19

Lista de figuras

viii

Figura 1. Planos de simetría del cuerpo humano.	4
Figura 2. Procedimiento de captación de datos por fotografía de las manos derecha e izquierda	11
Figura 3. Relación entre la medida del 4D y tiempo en 20 m (v20m)	18

Capítulo 1. Introducción

La asimetría corporal en la teoría antropológica tiene relación con las perturbaciones del desarrollo y el estrés sufrido por los individuos en la etapa prenatal o en los primeros años de vida. Los sujetos con menor asimetría han sido asociados a menor carga de patologías en la vida postnatal y mejor aptitud para desarrollar una vida saludable y para la reproducción. La asimetría en la longitud de los dedos segundo y cuarto entre ambas manos se piensa que tiene relación con efectos indirectos de las hormonas sexuales durante el desarrollo. La fuerza muscular de las manos y otros grupos musculares se ha relacionado con el cociente 2D:4D y con el efecto de la testosterona prenatal en varones, encontrándose también diferencias étnicas. Los cocientes bajos se suelen relacionar con mayor fuerza muscular y mayor efecto de la programación de la testosterona prenatal. Es por ello, que se puede plantear la hipótesis de que algunas características fisiológicas relacionadas con la biología del desarrollo del individuo como la fuerza de las piernas, pueden tener también una asociación con la simetría corporal, debido a que tanto la fuerza como la asimetría comparten estructuras y períodos del desarrollo (Fink *et al.*, 2006).

Los estudios sobre asimetría en deportistas tienen cada vez mayor importancia en las últimas décadas debido a que la evaluación de la asimetría puede ser incluida entre las pruebas de selección de talentos. El cociente 2D:4D de las manos puede incluirse entre otras medidas de asimetría, porque es fácil de obtener en los deportistas y de abordar en futbolistas, tanto por medición directa como por fotografía (Putz *et al.*, 2004).

1.1. Antropología física y estudios de deporte

Históricamente el hombre ha estudiado su cuerpo y se conocen referencias sobre las proporciones corporales desde la Antigua Grecia; “ya sea por razones o imperativos puramente materiales como la simple subsistencia, la selección de los guerreros o trabajadores más capaces, o por consideraciones sociales y artísticas más abstractas, el ser humano siempre se ha preocupado por la forma, proporción y la composición de su cuerpo” (Porta, 2010, pag.2). Ya Aristóteles (384-322 a.C.) en su libro “Physiognómica” escribe sobre la forma del cuerpo y de acuerdo a esto la función del mismo. Desde los griegos y romanos se conocen los cánones de proporcionalidad “desarrollados a partir de los mejores atletas y guerreros, significando con ello, una implícita relación entre la estructura y composición corporal con su capacidad funcional”. También están Marco Vitrubio siglo 1º a.C., Leonardo Da Vinci (1452-1519), y muchos otros artistas del renacimiento que hablan de las medidas del cuerpo humano y la influencia de estas en el desarrollo y búsqueda de un modelo de proporciones perfectas.

Pero no fue hasta el siglo XIX donde comenzó a desarrollarse la antropometría definida como: “la técnica de expresar cuantitativamente la forma del cuerpo humano” (Porta, 2010). La antropología física en su enfoque descriptivo ha definido multitud de medidas del cuerpo humano en vivo, que tienen aplicación al estudio de las dimensiones del deportista. La antropometría como técnica pudo ser aplicada a los primeros estudios del deporte, con el objetivo de estudiar las cualidades del deportista de competición. El interés en el estudio de la relación entre la “forma y la función” humana se plasmó en los proyectos antropométricos que se empezaron a realizar en los II JJOO de Invierno de

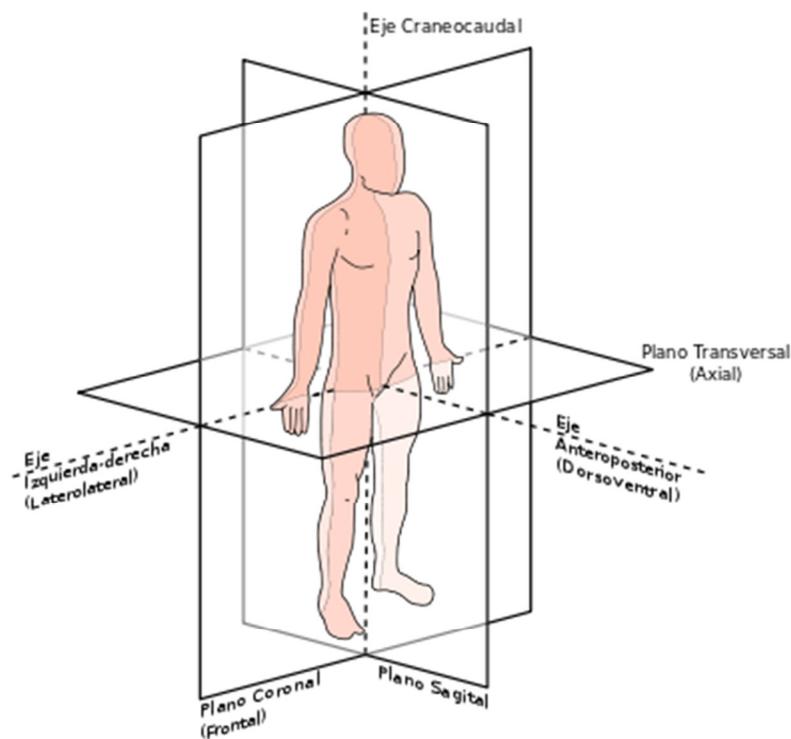
1928 en St. Moritz, los IX de verano de 1928 en Ámsterdam y los XII de verano de 1948 en Londres, donde se tomaron muestras de más de 514 deportistas. “En los XV JJOO de 1952 en Helsinki, los XVII de 1960 en Roma y los XVIII de 1964 en Tokio, se siguió estudiando el biotipo de los atletas; especialmente en los de Roma donde dos equipos independientes, el de Correnti, Zauli y otros y el de Tanner y otros, midieron, a 137 y 194 deportistas respectivamente” (Porta, 2010). En 1966 fue RochMeynard de la Universidad de Laval, Quebec, Canadá, quien introdujo el término Cineantropometría (raíz etimológica griega “kiné” que significa movimiento, “anthropos” hombre y “metría” medida). Los macro-estudios realizados en los JJ.OO. de 1968 en México, de 1972 en Múnich y de 1976 en Montreal, consolidaron la Cineantropometría como una nueva ciencia emergente. “En los 6° Campeonatos del Mundo de 1991 de Natación, Saltos y Waterpolo, realizados en Perth, Australia, se realizó uno de los últimos macro-proyectos que se han podido organizar hasta la fecha: el “KinanthropometricAquaticSports Project” (KASP) en los que se midieron 646 deportistas masculinos y 455 femeninos” (Porta, 2010).

Tenemos aquí un campo que, si bien tiene sus bases, no podemos decir que se trata de una Ciencia muy longeva, esto puede ser muy interesante si se piensa en términos de aportes a la ciencia cineantropométrica en cuanto a su crecimiento y su desarrollo histórico. Muchas medidas corporales se pueden tomar en el lado derecho o izquierdo del cuerpo, o en ambos lados por tratarse el ser humano de un ser vivo con simetría bilateral (Porta, 2010; Herrero de Lucas, 2004; Sillero, 2004).

1.2 La simetría del cuerpo humano

La simetría del cuerpo humano se estudia en antropología física a partir de un modelo ideal de forma corporal basado en la simetría bilateral del ancestro mamífero, debido a que los lados izquierdo y derecho se presentan como complementarios (imagen en el espejo) desde el plano sagital de simetría corporal (figura 1). Dicho plano sagital es el plano **principal** de simetría. No obstante existen otros planos que también presentan órganos o partes duplicadas y que se unen mediante una operación de traslación de su imagen en el espejo.

Figura 1. Planos de simetría del cuerpo humano



Los principales planos de simetría son:

Plano sagital:

Divide al cuerpo en izquierda y derecha, un prototipo de simetría son las medidas de la mano diestra y siniestra.

Plano transversal:

Es el plano perpendicular al eje de la estructura, ejemplo de esto sería la medida de los ángulos.

Plano coronal:

El plano coronal divide al cuerpo en anterior y posterior, una modelo sería buscar el grado de simetría basado en el desarrollo de la zona anterior con respecto de la posterior.

El cuerpo como objeto del espacio (3 ejes de referencia perpendiculares en ergonomía) X transversal (dorsal-anterior), Y derecha-izquierda, Z superior-inferior.

Cuando se estudia la simetría bilateral se puede notar que la imagen del lado derecho no es exactamente como el lado izquierdo del cuerpo y hay pequeñas disimilitudes en grosores, longitudes, texturas o formas que a veces pasan desapercibidas. La simetría perfecta entre los lados derecho e izquierdo del cuerpo es solo ideal. La simetría entre órganos cuando se buscan otros planos de simetría del cuerpo puede definirse en términos de posiciones o distancias, pero es menos evidente que para el plano principal de simetría plano bilateral.

La simetría también se relaciona con la proporción de las partes del cuerpo sobre uno cualquiera de los planos de simetría. Al calcular la diferencia de medidas de las partes duplicadas en el cuerpo de un sujeto (proporciones), a menor diferencia mayor simetría. Si calculamos la diferencia de medidas de todos los sujetos de la población entre el lado derecho y el izquierdo del órgano que estemos estudiando, podríamos encontrar la tendencia a presentar un lado mayor que el otro en la mayoría de los sujetos (direccionalidad), o bien podríamos encontrar que los sujetos tienen indistintamente el lado derecho o el izquierdo mayor (asimetría fluctuante), sin preferencia en el conjunto de la población estudiada.

Las derivaciones de la simetría ideal en una población o grupo humano pueden ser:

1. Asimetría direccional (AD): aparece cuando hay una constante en el desarrollo de una variable, un ejemplo de esto es el mayor tamaño de la mano derecha con respecto de la izquierda en algunos individuos, su desarrollo se puede incrementar por el uso, un modelo de esto se podría encontrar en ciertos deportes que promueven el uso ya sea de las partes diestras o siniestras.

2. Asimetría fluctuante (AF): se conoce como simetría fluctuante a las desviaciones aleatorias que se dan de un genotipo en la simetría bilateral. La simetría fluctuante puede tener orígenes en el equilibrio compensatorio que se da por el crecimiento, desarrollo y uso de una parte del cuerpo, teniendo en cuenta los

factores de estrés ambiental (componentes de tipo ambiental, afectivo emocional, fisiológico, etc.) (Kellner and Alford, 2003; Palmer and Strobeck, 2001).

3. Antisimetría (AS): existen diferencias morfológicas significativas entre los lados, pero donde la característica de mayor magnitud varía al azar (Graham *et al.*, 2010). Un ejemplo de esto puede ser la diferencia del tamaño de las pinzas derecha e izquierda en los cangrejos, donde algunas veces el tamaño es mayor en las pinzas izquierdas y otras en las derechas, llegando la media siempre a un valor aproximado a cero.

1.3 La mano humana

La mano humana presenta una oportunidad, por su estructura, para estudiar varios casos de simetría. Los mismos dedos pueden ser objeto de medida y comparación, estos son llamados dígitos que van desde el 1D (primer dígito) hasta el 5D (quinto dígito), la longitud resulta de medir desde el pliegue más proximal del dedo (palma-falange) hasta su parte más distal, también se puede hacer la medida con la mano completa desde el pliegue de la muñeca. Las medidas del 2D (segundo dígito) y el 4D (cuarto dígito) han sido en numerosas ocasiones objeto de investigación (Voracek *et al.*, 2010), se ha relacionado el cociente de las medidas entre el 2D y 4D ($r=2D/4D$) con el desarrollo prenatal, desarrollo hormonal, dimorfismo sexual, enfermedades psicopatológicas y cantidad de testosterona, etc. Desde la etapa prenatal durante la formación de la mano, extremidades y órganos a nivel intrauterino, los niveles de testosterona parecen influir en

la longitud de los dedos. Donde el cociente 2D/4D es menor, pudo haber más nivel de testosterona en la etapa prenatal, y mayor asociación con el desempeño en las tareas vigorosas o agresivas, las actividades de competencia y las deportivas (Brown *et al.*, 2002; Putza *et al.*, 2004; Voracek, 2011).

1.4 Simetría y salud

El genotipo en la asimetría fluctuante permite al fenotipo del individuo adaptarse mejor a las condiciones del ambiente, y por ende tener un desarrollo estable que se refleja en su salud. La capacidad de un individuo para soportar el estrés ambiental durante el desarrollo depende de su genética, pues su código genético es el responsable de alterar cualquier rasgo bilateral. En la medida que los fenotipos respondan de manera equilibrada ante las tensiones del ambiente se espera una condición de salud adecuada, por ello la asimetría fluctuante es un medidor de la capacidad física por tener relación directa con la resistencia al estrés ambiental y con el nivel adaptativo (Longman *et al.*, 2011).

Cabría mencionar que, según varios estudios sobre la percepción corporal, las personas más simétricas reflejarían mejor salud que las personas menos simétricas. Esto se relaciona con los arquetipos de simetría, belleza y salud, los cuales confluyen en determinados fenotipos que se podría decir son patrones del atractivo corporal y de la misma forma el atractivo sexual. Las características corporales, según esta interpretación,

proporcionan información sobre el individuo al percibirse indirectamente en éste la calidad del gen, salud y fertilidad (Kyungok, 2013).

1.5 Simetría y deporte

La simetría se ha relacionado con la eficiencia en el uso de la energía, la fuerza, la resistencia y la mejor percepción visual y espacial. Estudios de simetría bilateral se han hecho en seres humanos, especialmente durante las competencias de atletismo (carrera), mostrando mejor rendimiento en individuos con mayor simetría (Longman *et al.*, 2011). Los deportistas de alto rendimiento le exigen a su cuerpo cambios en peso, musculatura, capacidad anaeróbica, fuerza, velocidad, habilidad, etc. Lo cual directa o indirectamente afecta el dimorfismo muscular y la simetría corporal, creando adaptaciones físicas a ciertas exigencias deportivas. Ejemplo de esto son los deportes de fuerza, el fisicoculturismo, atletismo, remo, fútbol, etc. Estas adaptaciones corporales se corresponden a la capacidad de aptitud física, que es la manifestación del genotipo a través de rasgos fenotípicos. El grado de estabilidad y equilibrio manifestado en el desarrollo del fenotipo del deportista permitiría según esta interpretación, una estructura y composición corporal con alto grado de simetría (Marfell *et al.*, 2004; Marfell and Olds, 2006).

2. Objetivos del estudio

El objetivo de la investigación es evaluar el grado de simetría bilateral corporal teniendo en cuenta estructuras biológicas que se repiten a derecha e izquierda como la longitud de

dedos de las manos, en un grupo de futbolistas de categoría infantil, para estudiar su posible relación con la fuerza explosiva y la velocidad en la carrera.

Objetivos específicos

1. Observar el grado de simetría corporal bilateral al comparar el índice 2D:4D entre ambas manos.
2. Estudiar la posible asociación entre asimetría y desempeño en pruebas de fuerza explosiva. (fuerza abdominal y carrera).
3. mostrar la percepción de los niños a través de encuestas, para conocer su visión, creencias, actitudes y motivaciones ante el desempeño deportivo.

3. Hipótesis del trabajo

Los individuos más simétricos tendrán mejor rendimiento en las pruebas de fuerza, carrera y en el desempeño en su rendimiento deportivo durante los entrenamientos.

Resultados esperados: El estudio permitirá conocer las medidas de futbolistas del segundo y cuarto dígitos en ambas manos, y comparar con los estudios que se han hecho sobre el tema y su relación con la práctica deportiva. También la asociación de estas medidas lineales en conjunto con el desempeño en la actividad física. Los resultados obtenidos nos mostrarán una apreciable concomitancia que nos permita reconocer sujetos y posibles talentos por sus aptitudes particulares o virtudes como atletas de competencia.

4. Muestra de estudio, material y métodos

- 1) Tamaño de la muestra: cerca de 70 niños, deportistas de la escuela de futbol brasilía entre los 8 y 15 años. Con un cálculo de muestra mínima de 65-70 individuos.
- 2) Ficha de datos: se elaborará una ficha para tomar algunos datos básicos de los niños: edad, peso y estatura. Además se hará una entrevista que apuntara a ver la percepción de lo que ha significado para los niños a nivel personal practicar un deporte en su historia de vida; motivaciones, importancia, los gustos y recomendaciones.
- 3) Mediciones fotométricas: fotos de la mano derecha e izquierda.

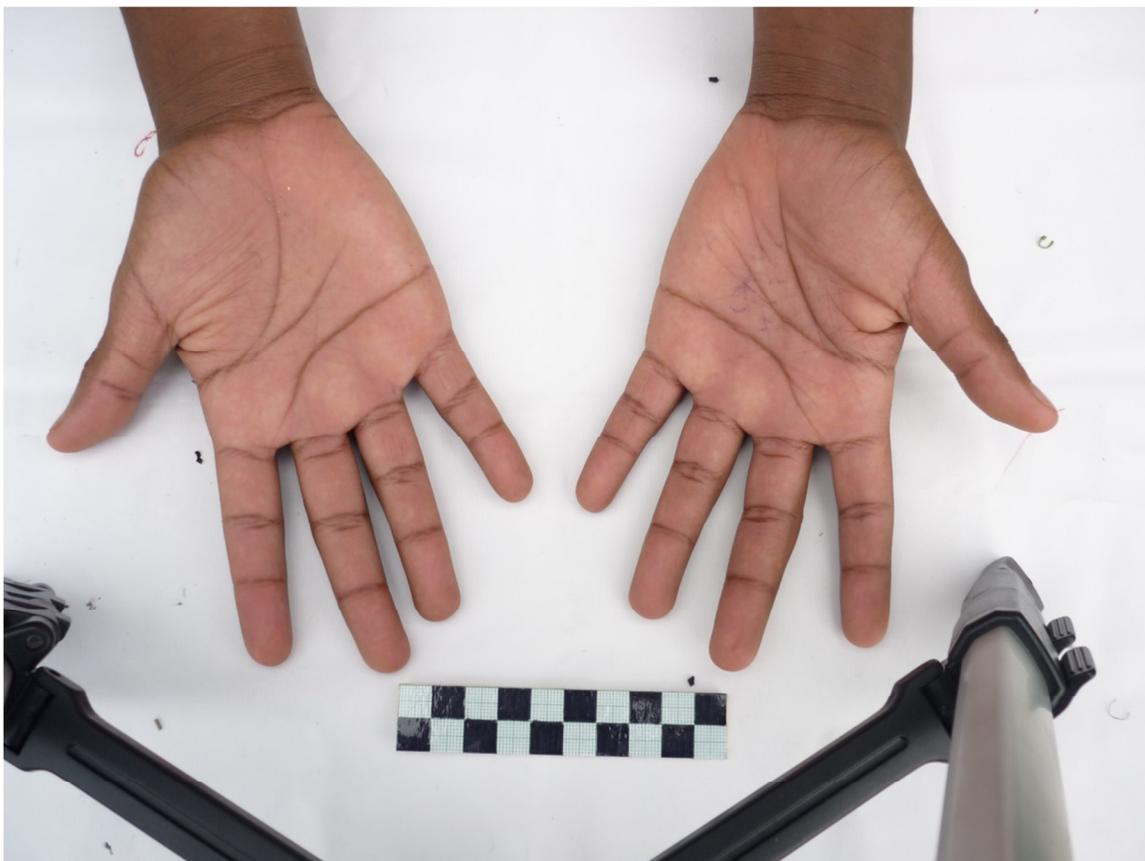


Figura 2. Procedimiento de captación de datos por fotografía de las manos derecha e izquierda.

- 4) Procedimiento: hacer las entrevistas y fotos antes o después de los entrenamientos.

5) Análisis de datos: mediante el programa TpsDig2 de Rohl se obtendrán las distancias máximas de las longitudes de los dedos, previo entrenamiento para la toma de medidas en fotografías para reducir el error de medida. Los estudios de asociación por correlación y regresión se realizarán con el programa de estadística SPSS/PC.

```
LM=8
681.00000 1183.00000
763.00000 572.00000
1068.00000 1307.00000
1253.00000 701.00000
2423.00000 1210.00000
2448.00000 623.00000
2032.00000 1296.00000
1820.00000 707.00000
IMAGEN=25M-ANDRES-CAMILO-ABADIA025.JPG
ID=025
COMMENT=2002
VARIABLES=M1=6,69,M2=6,89,M3=6,39,M4=6,79
SCALE=0.010870
```

Tabla 1. Procedimiento de captación de coordenadas para el 2D y 4D con el programa TpsDig2 de Rohl.

5. Resultados y discusión

Se recogieron datos de 67 individuos. Se obtuvieron los valores de los cocientes 2D/4D y se evaluó su desempeño con respecto a las pruebas físicas de fuerza y velocidad (repetición de abdominales, y velocidad en 20 metros).

5.1. Motivación: se evaluó a qué tipo de motivación se le da importancia en el grupo estudiado en relación a comprender su vinculación y permanencia en el deporte. Se ha

visto que en este grupo hay una gran variedad de motivaciones (tabla 1) que influyen en el practicar fútbol para los jóvenes.

Motivaciones	Frecuencia	%
desafío	11	16,4
diversión	14	20,9
familia	3	4,5
tener metas	38	56,7
Total	66	98,5

Tabla 2.: Distribución de motivaciones para la práctica del fútbol

Podemos ver que la principal motivación para los niños es que el fútbol les permite establecerse metas en su vida y tener expectativas. Este tipo de motivación es incluso más frecuente entre ellos que la diversión en sí misma.

En cuanto a conocer el contenido de las metas principales que poseen los jóvenes futbolistas, se preguntó en la encuesta por la importancia de la práctica del fútbol en su vida, las respuestas fueron variadas pero tienden a reflejar el ámbito social (personal o familiar) en el que se le da relieve a esta actividad. El ámbito social sitúa las metas personales en el desarrollo individual o en las aspiraciones compartidas por la familia y el entorno. Aunque también la mayoría de los jóvenes encuestados explican sus metas en

relación con las retribuciones psicosociales que forman parte de la cultura del deporte y que no solo tienen relación con las metas trazadas para la práctica del fútbol sino con el sistema de creencias de la cultura de los jóvenes en relación al deporte. De hecho las respuestas centradas en: salud y bienestar / satisfacción (sentirse bien) poseen mayor frecuencia y representación en este grupo de jóvenes futbolistas (tabla 2).

Importancia	Frecuencia	%
personal	13	19,4
familiar	7	10,4
salud y bienestar	18	26,9
sentirse bien	28	41,8
Total	66	98,5

Tabla 3. Distribución de la importancia de practicar fútbol para los niños

En cuanto a la respuesta más opcionada: la mayoría de los individuos consideran importante el practicar fútbol, porque los hace sentirse bien.

5.2 Estructura y morfología del cuerpo: se midieron a los individuos en talla, peso, índice masa corporal (IMC), fuerza abdominal, velocidad máxima en la prueba de 20 metros, medidas de longitud bilaterales del 2D-4D mano derecha e izquierda.

Variables	N	Mín.	Máx.	m	ET	s	S	k
Talla	66	122	178	146,61	1,769	14,369	,398	-,827
Peso	66	22,8	81,0	42,045	1,5030	12,2101	,744	,176
IMC	66	15,20	25,56	18,9864	,32763	2,66165	,750	-,320
Abdom.	65	14	57	39,25	1,129	9,102	-,289	,196
V20M	66	3,18	5,01	3,9773	,04829	,39230	,288	-,285
D2der	67	5,07	8,05	6,2988	,08395	,68715	,439	-,375
D4der	67	5,17	7,93	6,4445	,08504	,69608	,283	-,955
D2izq	67	4,89	7,72	6,2582	,09151	,74905	,210	-,822
D4izq	67	4,90	7,78	6,4046	,08953	,73283	,123	-,902
D2_difer.	67	-,58	,58	,0406	,02712	,22195	-,037	,538
D4_difer.	67	-,34	,68	,0399	,02062	,16875	1,185	3,659

Tabla 4. Estadísticos descriptivos para la talla (cm), peso (kg), IMC (kg/m²), Abdom.=número de abdominales en 30seg, V20M= segundos en la prueba de 20 metros lisos, D2der= longitud D2 derecha (cm), D2izq=longitud D2 izquierda (cm), D4der= longitud D4 derecha (cm), D4izq= longitud D4 izquierda (cm), D2_difer= diferencia der-izq, D4_difer= diferencia der-izq.

Podemos ver en la tabla 3 los parámetros estadísticos descriptivos: la cantidad de individuos (N) medidos en las diferentes variables, con su alcance máximo (Max.) y mínimo (Min.) en cada una, su respectiva media (m), error típico de medida (ET), desvío típico (s), asimetría (S), y curtosis (k).

El IMC clasifica la morfología de estos sujetos en la normalidad en relación a su corpulencia, pero en el segmento de valores bajos y muy homogéneos ya que hay pocos sujetos de valores mayores de 20 o inferiores a 18. El número de abdominales en 30

segundos y el tiempo en segundos en la prueba de 20m lisos son las variables de desempeño en el entrenamiento que se han identificado en este grupo. Las diferencias entre mínimos y máximos (tabla 3), pueden ser amplias debido a la diferencia de edad, que oscila entre los ocho años y los quince. La longitud de los dedos de la mano derecha es algo mayor que la de los de la mano izquierda. Siendo positivas las diferencias bilaterales. En la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov las diferencias D2-difer y D4_difer obtuvieron un resultado compatible con la normalidad ($p > 0,05$), lo cual indica que las diferencias bilaterales para 2D y 4D se pueden interpretar como asimetría fluctuante. Así pues, las diferencias bilaterales con signo son una estimación de la asimetría fluctuante (AF). La variación bilateral de la asimetría es más visible en el 4D (D4_difer.), cuando se comparan ambas manos, también la curtosis nos está mostrando una mayor distribución platicúrtica de los datos para esta variable.

En la tabla 4, se muestran las correlaciones entre variables morfológicas y de desempeño en el entrenamiento. La asimetría fluctuante (AF) está representada por la diferencia con signo entre la longitud bilateral de los dedos 2D,4D. En la tabla 4 la asimetría fluctuante para 2D (2DAF_signo) tiene correlación significativa con la asimetría del 4D, la talla, el peso y el IMC mientras que no se relaciona con las variables de desempeño en el entrenamiento. Cuando aumenta la asimetría fluctuante lo hace para ambos dedos (correlación positiva). Los sujetos más pequeños en estatura, en peso o en corpulencia (IMC) también poseen mayor asimetría como se ve en la tabla 4 (correlaciones negativas). La asimetría fluctuante del 4D posee el mismo patrón de asociación respecto a la morfología del cuerpo, ya que aumenta en los sujetos pequeños, o poco pesados y

menos corpulentos, pero difiere respecto a 2D en que muestra asociación con el desempeño en la prueba de velocidad 20m ya que los sujetos más lentos (más segundos en V20m) son más asimétricos y los más rápidos menos (tabla 4).

Aunque la asociación entre fuerza (número de abdominales) y la asimetría es negativa, indicando que los sujetos más asimétricos poseen menos fuerza abdominal, estas correlaciones en ambos dedos no fueron significativas ($p>0,005$), como se muestra en la tabla 4.

		D2_AF_ signo	D4_AF_ signo	TALLA	PESO	IMC	ABDOM	V20m
D2_AF_ signo	Correlación de Pearson	1	,282	-,353*	-,353*	-,269	-,217	,091
	Sig. (bilateral)		,021	,004	,004	,029	,083	,470
	N	67	67	66	66	66	65	66
D4_AF_ signo	Correlación de Pearson	,282	1	-,225	-,102	,113	-,145	,267
	Sig. (bilateral)	,021		,070	,415	,368	,248	,030
	N	67	67	66	66	66	65	66
TALLA	Correlación de Pearson	-,353*	-,225	1	,889**	,440**	,436**	-,573**
	Sig. (bilateral)	,004	,070		,000	,000	,000	,000
	N	66	66	66	66	66	64	65
PESO	Correlación de Pearson	-,353*	-,102	,889**	1	,782**	,434**	-,395**
	Sig. (bilateral)	,004	,415	,000		,000	,000	,001
	N	66	66	66	66	66	64	65
IMC	Correlación de Pearson	-,269	,113	,440**	,782**	1	,301**	-,030
	Sig. (bilateral)	,029	,368	,000	,000		,016	,812
	N	66	66	66	66	66	64	65
ABDOM	Correlación de Pearson	-,217	-,145	,436**	,434**	,301**	1	-,312**
	Sig. (bilateral)	,083	,248	,000	,000	,016		,011
	N	65	65	64	64	64	65	65
V20M	Correlación de Pearson	,091	,267	-,573**	-,395**	-,030	-,312**	1
	Sig. (bilateral)	,470	,030	,000	,001	,812	,011	
	N	66	66	65	65	65	65	66

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

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

Tabla 5. Correlaciones entre las distintas variables estudiadas.

La correlación que más interés tiene en esta investigación es la que existe entre las diferencias entre medidas bilaterales de los dedos con respecto a las variantes de fuerza abdominal y tiempo en 20m, en este caso encontramos solo una correlación significativa entre 4D y V20M pero negativa.

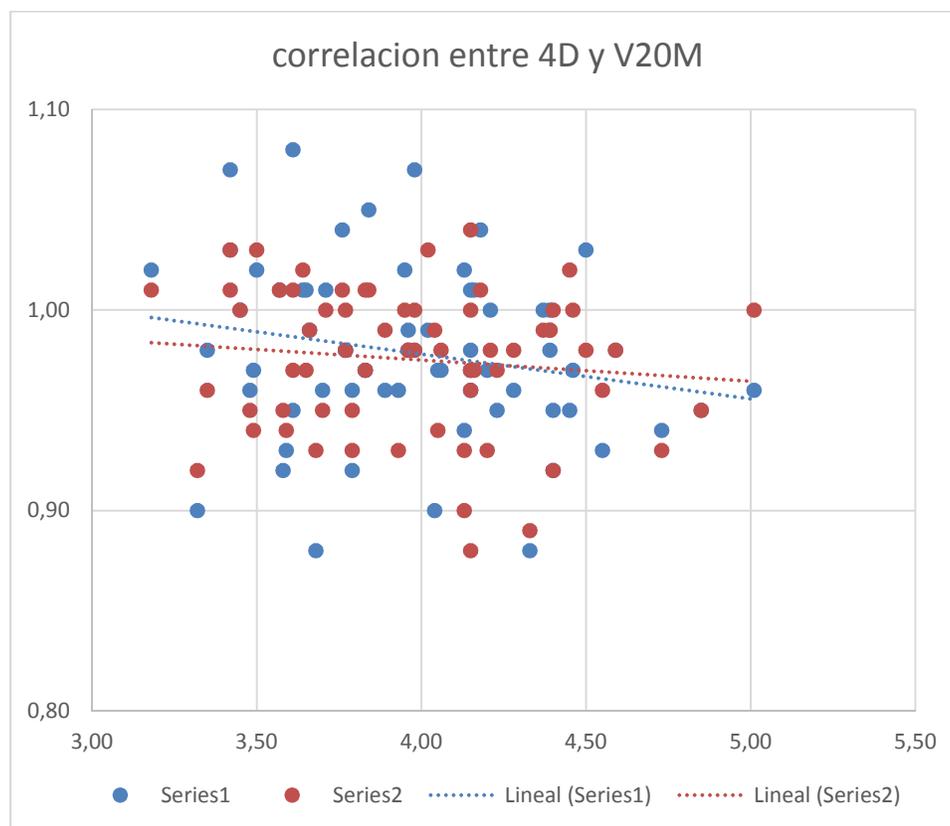


Figura 3. Relación entre la medida del 4D y tiempo en 20 m (V20m)

Puede haber una relación, entre la medida del 4D y la velocidad en 20m o el tiempo que tarda el sujeto en la prueba. Para estudiar esta posible asociación, se ha distribuido a los sujetos en rápidos y lentos según la prueba de 20m cuando están por encima o por debajo

de la mediana. Después se ha procedido a obtener los promedios en tiempo según las siguientes variables: AF con signo, cociente 2D:4D en cada mano y el logaritmo natural de dicho cociente 2D:4D (tabla 4) para estudiar las diferencias dentro de cada mano de modo homolateral.

	rapidez	N	Media	Desviación típ.	Error típ. media
D2_AF_signo	1	16	,0331	,18725	,04681
	0	17	,0600	,15676	,03802
D4_AF_signo	1	16	-,0106	,07496	,01874
	0	17	,1376	,23400	,05675
Co2D4D_der	1	16	,9905	,05008	,01252
	0	17	,9602	,03634	,00881
Co2D4D_izq	1	16	,9834	,03756	,00939
	0	17	,9726	,03278	,00795
ln2D4Dder	1	16	-,0108	,05076	,01269
	0	17	-,0413	,03812	,00924
ln2D4Dizq	1	16	-,0175	,03837	,00959
	0	17	-,0283	,03432	,00832

Tabla 6. Comparación entre los más veloces (1) y los más lentos (0) con relación a las medidas de la mano.

Por un lado hay menor asimetría en los sujetos rápidos respecto a los lentos y por el otro, el cociente 2D-4D en la mano derecha e izquierda de los individuos presenta fluctuación, lo que se comprueba al ver la media. Los promedios son muy parecidos en la mano derecha entre sujetos rápidos y lentos y promedios más discrepantes entre grupos en la mano izquierda. Los individuos veloces poseen dedos con longitudes más cercanas entre

sí y los lentos poseen dedos más discrepantes en el mismo lado del cuerpo (diferencia homolateral). Mientras la diferencia contralateral simple nos muestra menor grado de asimetría en los individuos más veloces.

Los resultados de estos futbolistas en relación a los cocientes 2D-4D no dan pie a especular sobre posibles ventajas de algunos individuos en cuanto a desarrollo de la velocidad; pues el cociente fluctúa en todos los individuos veloces y lentos. No obstante los sujetos rápidos poseen un 4D algo más largo y más cercano a las medidas del 2D que los sujetos lentos, siendo este efecto también asimétrico pues es más notorio en la derecha que en la izquierda (tabla 5).

La relación entre la asimetría y capacidades en el desempeño en el entrenamiento de la fuerza abdominal y la velocidad en carrera corta no se aprecia plenamente en ambas variables a pesar de que tienen relación con la fuerza muscular, siendo la segunda variable una medida más directa de fuerza explosiva de las piernas. Solo se halla una correlación significativa con respecto a la velocidad, igual este resultado es pertinente en los estudios de selección de talentos y en la teoría general sobre el desarrollo ontogénico. Algunas teorías del desarrollo hablan de una menor asimetría en individuos más sanos y que muestran capacidades de mayor desempeño en actividades físicas que requieren niveles superiores de fuerza (Brown *et al.*, 2002; Putz *et al.*, 2004; Voracek, 2011). Estos resultados encontrados en futbolistas jóvenes en diálogo con la teoría nos permiten decir que precisamente los individuos con menor grado de asimetría alcanzan probablemente

mayor nivel en el desarrollo de la velocidad y fuerza explosiva de las piernas durante la juventud.

6. Conclusiones

El estudio e investigación realizados nos permiten llegar a la conclusión de que existe una correlación de la asimetría corporal con la velocidad de los individuos evaluados en carreras breves y en la fuerza explosiva de las piernas. Los individuos más veloces serían más simétricos en 4D, y esto puede abrir pistas de estudio a la biología de la selección pero hay otras características biológicas en relación a la estatura y peso, estadios madurativos de los jóvenes, o características fisiológicas (desempeño en fuerza de las piernas) que combinadas crean un perfil de selección del deportista en este caso un futbolista, no se puede obviar el estudio de la simetría corporal. A la hora de escoger un individuo con aptitudes para la práctica del fútbol se deben tener en cuenta también las aptitudes psicológicas y perceptuales, y el entorno social y familiar, entre otros aspectos.

7. Referencias bibliográficas

Brown Windy M., Hines Melissa, Briony A. Fane, S. Breedlove Marc. 2002. "Masculinized Finger Length Patterns in Human Males and Females with Congenital Adrenal Hyperplasia". *Hormones and Behavior* 42, 380–386, Department of Psychology, University of California, Berkeley, California.

Fink, B. Thanzami, V., Seydel, H., Manning, JT. 2006. "Digit ratio and hand-grip strength in German and Mizo men: Cross-cultural evidence for an organizing effect of prenatal testosterone on strength". *American Journal of Human Biology*, Vol. 18, pp. 776-782.

Graham John H., Raz Shmuel, Hagit Hel-Or, Eviatar Nevo. 2010. "Fluctuating Asymmetry: Methods, Theory, and Applications" Department of Biology, Berry College, Mount Berry, Georgia, USA.

Herrero de Lucas, Ángel. 2004. "Cineantropometría: composición corporal y somatotipo de futbolistas que desarrollan su actividad en la comunidad de Madrid". Madrid: Tesis de la Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Medicina, Departamento de Anatomía y Embriología Humana II.

Kellner R and Alford A. 2003. "The Ontogeny of Fluctuating Asymmetry" vol. 161, no. 6. En: *The American Naturalist*, School of Tropical Biology, James Cook University, Townsville, Australia.

Kyungok Sim. 2013. "The Relationship Between Sex-Typical Body Shape and Quality Indicators". *Journal of Social, Evolutionary, and Cultural Psychology*, 7(2), 97-120. Department of Psychology, University at Albany, SUNY (State University of New York).

Longman D, Stock J. T, Wells J. C. K. 2011. “Fluctuating Asymmetry as a Predictor for Rowing Ergometer Performance”. Leverhulme Centre for Human Evolutionary Studies, University of Cambridge, United Kingdom.

Marfell Jones Michael and Olds Tim. 2006. “Kinanthropometry X” The International Society for the Advancement of Kinanthropometry held in conjunction with the 13th Commonwealth International Sport Conference.

Marfell Jones Michael, Stewart Arthur, Olds Tim. 2004. “Kinanthropometry IX” The International Society for the Advancement of Kinanthropometry held its 9th International Conference in Thessaloniki, Greece in August 2004.

Palmer A. Richard and Strobeck Curtis. 2001. “CH 17. Fluctuating Asymmetry Analyses Revisited”. Department of Biological Sciences University of Alberta. Edmonton, Alberta, Canada.

Porta Manzanido, Jordi. 2010. “Cineantropometría: Historia, Presente y Futuro”. Barcelona: INEFC. Institut Nacional de Educació Física de Catalunya.

Putz D. A, Gaulin S. J. C, Sporter RJ, McBurney DH. 2004. "Sex hormones and finger length. What does 2D:4D indicate?". *Evolution & Human Behaviour* Vol. 25, pp. 182–199.

Sillero Quintana, Manuel. 2004. "Teoría de la Kinantropometría". Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Voracek M, Reimer B, Dressler S. G. 2010. "Digit ratio (2D:4D) predicts sporting success among female fencers independent from physical, experience, and personality factors", *Scandinavian Journal Medicine Science in Sports*, 20: 853–860, Department of Basic Psychological Research, School of Psychology, University of Vienna, Vienna, Austria.

Voracek Martin. 2011. "Special issue preamble: Digit ratio (2D:4D) and individual differences research". Department of Basic Psychological Research, School of Psychology, University of Vienna, Austria.