

## Evolución de las medidas antropométricas del pie infantil. Índices de correlación con otras variables

*Evolution of the anthropometric measures in children's feet: Correlation indices with other variables*

R. De los Mozos\*, A. Alfageme\*\*, E. Ayerdi\*\*\*

\*Traumatólogo. Hospital de Galdakao. Bizkaia

\*\*Jefe de Servicio de Traumatología. Hospital de Txagorritxu. Vitoria

\*\*\*Jefe de Sección de Traumatología. Hospital de Txagorritxu. Vitoria

### RESUMEN

El presente estudio valora el crecimiento del pie infantil y de la bóveda plantar centrado en la edad de 4,5 a 6 años, edad en que comienza su desarrollo influenciada por cambios hormonales. Igualmente, se valoran otros aspectos, como la importancia biomecánica del maleolo peroneal en la mortaja tibioperoneoastragalina, la diferencia entre edades y sexos, y la influencia en esta edad de tres parámetros biológicos que afectaron a cada niño/a en su nacimiento (semanas de gestación, edad de la madre en el momento del parto y peso de cada niño/a en el nacimiento). Se tomó una población significativamente estadística y elegida al azar de 314 niños/as nacidos/as en 1993 en el Hospital de Txagorritxu (Alava). Los resultados de este trabajo confirman el inicio del desarrollo de la bóveda plantar a esta edad, el mayor tamaño de pie izquierdo sobre el derecho y del sexo masculino sobre el femenino, así como la mayor influencia del factor peso al nacimiento sobre las medidas antropométricas del pie, con pérdida de la fuerza de asociación estadística según avanza la edad. El presente artículo expone los resultados obtenidos en las correlaciones estadísticas analizadas.

**PALABRAS CLAVE:** pie, medidas antropométricas.

### SUMMARY

The present study measures feet and longitudinal arch growth in children between 4-6 the time when their development, influenced by hormonal change, starts. Likewise, other aspects were analyzed, such as the biomechanic importance of the fibular maleolo in ankle joint, the differences due to sex and age and the influence of three biological parameters affecting children at birth (namely, weeks of gestation, mother's age at child's birth and child's weight at birth). A random and statistically significant sample was taken consisting in 314 baby boys/girls born in 1993 at Txagorritxu Hospital (Alava). The results obtained confirm the beginning of longitudinal arch development at this age, the bigger size of feet in male than in female newborns. There is also evidence showing a greater influence of the variable 'weight at birth' on the foot's anthropometric measures, an association that loses statistical significance as age increases. The present study features the results obtained in the advanced statistical correlations analyzed.

**KEY WORDS:** foot, anthropometric measures.

### LABURPENA

Azterlan honek haur oinaren eta oinazolako gangaren hazkundera baloratzen du 4 eta 6 urte arteko haurren artean. Adin horretan hasten da aldaketa hormonalek agintzen duten garapena. Era berean, beste alderdi batzuk baloratzen dira, hala nola, maleolo peronealaren garrantzia biomekaniko mihise tibioperoneoastragalinoan, aldea sexuen eta adinen artean, eta adin horretan haur bakoitzaren jaiotzako hiru parametro biologikoen izan duten eragina (haurdunaldi asteak, amaren adina erditzean eta haur bakoitzaren pisua jaiotzan).

Estatistikoki esanguratzua den ausaz hartutako 314 haurrez osatutako biztanleria hartu zen, guztiak 1993an Txagorritxu Ospitalean (Araba) jaiok. Lortutako emaitzek baieztatzen dute adin horretan oinazolako gangaren garapena hasten dela, oin ezkerre eskuina baino handiagoa dela eta gizezkoenak emakumezkoenak baino handiagoak direla. Begibistakoa da ere pisu faktoreak eragina duela oinaren neurri antropometrikoetan eta asoziazio estatistikoaren indarra galdu egiten dela adinaren arabera. Azterlan honek analizatutako korrelazio estatistikoetan lortutako emaitzak jakitera ematen ditu.

**HITZ NAGUSIAK:** Oina, neurri antropometrikoak.

Correspondencia:  
Roberto de los Mozos Bozalongo  
C/ Biguillano, número 78  
Murguía - Alava - España  
Teléfono: 945462523 - 646666460  
Correo electrónico: rdelosmozos@euskalnet.net

### Introducción

Es conocido, por diferentes estudios, el crecimiento del pie en la edad infantil, y cómo éste se puede ver alterado en función de factores exógenos y endógenos. Con el ánimo de estudiar el crecimiento del pie en el recién nacido, en el año 1993 el Dr. Ayerdi (1) realizó un trabajo sobre un grupo de recién nacidos, en los que se valoraron las principales medidas antropométricas definidas en ambos pies. El estudio incluyó tres asociaciones estadísticas en pie del recién nacido: medidas antropométricas y semanas de gestación, medidas antropométricas y edad de la madre y medidas antropométricas y peso al nacimiento.

En aquel estudio, se concluyó que existe una asociación estadística entre las medidas antropométricas del pie y las **semanas de gestación**, ya demostrada en estudios previos al del doctor Ayerdi (1), como los de Debrunner (7), Tachadjian (19), o Grande (10). Entre los trabajos de todos estos autores y el del propio doctor Ayerdi existen mínimas diferencias respecto al tamaño de los pies. La **edad de la madre** no se asoció significativamente con las medidas del pie. Se demostró igualmente una clara asociación estadística entre las medidas del pie y el **peso al nacimiento**, encontrando además grandes semejanzas con las longitudes del pie derivadas de la asociación estadística medidas del pie - semanas de gestación, concluyendo que se tratan de los dos factores (medidas del pie y semanas de gestación) que probablemente más influyen en la definición de las medidas antropométricas del pie de un recién nacido normal. Además, este hecho también es recogido por otros autores en otras poblaciones a estudio, como Grande (10).

Pasados cinco años tras la realización de este estudio, nos propusimos varias líneas de trabajo para realizar esta tesis, que nos permitieran volver a retomar sus conclusiones y revalorar las asociaciones

estadísticas halladas. Nos planteamos, por tanto, varias finalidades:

- Reunir nuevamente a un grupo de estudio nacido en el mismo año que el doctor Ayerdi realizó su tesis, y volver a realizar las mismas medidas antropométricas junto con la recogida de datos cualitativos, realizando nuevamente los mismos “cortes estadísticos” que ya se realizaran en el año 1993, y observar si se mantienen las asociaciones estadísticas, o si, por el contrario, éstas han cambiado, intentando dar explicaciones a las modificaciones en el caso que las hubiera (factores externos: alimentación, deporte, medio ambiente...).
- Realizar predicciones estadísticas entre los valores medios de cada medida antropométrica y el resto de valores antropométricos y cualitativos recogidos en el trabajo, con el fin de predecir las asociaciones entre las diferentes medidas del pie y su colaboración en el crecimiento en longitud o en altura medial o lateral del mismo, así como la evolución de dicho crecimiento.

## Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio transversal, que incluye un análisis cuantitativo (estudio descriptivo global y estratificado), una comparación entre sexos masculino y femenino, y una división de la población estudiada en tres grupos de edad. La población estudiada fue la misma población de recién nacidos que tomó parte en el primer estudio de 1993, junto con un grupo poblacional añadido nacido en el mismo año, que fue necesario añadir para conseguir un grupo de estudio suficientemente amplio. Este segundo grupo complementario fue seleccionado de forma aleatoria simple, siendo el listado de números de historia clínica proporcionado por el servicio de admisión y archivos del Hospital de Txagorritxu. En total, el volumen muestral es de 314, 158 niñas y 156 niños.

Se diseñó un protocolo que confeccionamos a tal efecto, en el que se pueden resaltar cuatro partes bien diferenciadas en cuanto a los datos que en él se recogen: datos cualitativos (número de identificación, malformaciones congénitas, malformaciones ortopédicas, semanas de gestación, peso al nacer, edad de la madre al nacimiento, otros datos de interés), y cuantitativos (medidas antropométricas).

Las medidas antropométricas recogidas en cada paciente fueron realizadas basándonos en el “Tratado de Antropología” de

Martin / Knubmann (14) de 1988. Estas medidas fueron predeterminadas en cada uno de los pies analizados en este trabajo, y se realizaron en posición de carga, es decir, con el niño en posición de bipedestación, las piernas abiertas a la anchura de los hombros y en extensión. Son las siguientes:

### Longitud

Se define como la distancia entre el talón y el punto más distal del primer dedo del pie (distancia pternion – akropodion o podidaktylion I) en los casos más frecuentes en que el primer dedo es el más largo, o distancia talón y punto más distal del segundo dedo del pie (pternion – pododaktylion II) cuando es éste el más largo de los dedos. Figura 1, a.

Fig. 1.

### Distancia medial

Se define como la distancia entre el talón y el primer dedo del pie medido desde el lado medial (pternion – pododaktylion I). Figura 3, f.

### Distancia lateral

Se define como la distancia entre el talón y el quinto dedo del pie medido desde el lado externo o lateral (pternion – pododaktylion V). Figura 2, b.

### Distancia maleolo externo al suelo

Se define como la distancia entre el punto más distal del maléolo externo del tobillo y

Fig. 2.

Fig. 3.

la planta del pie en el lado externo (sphyrion fibulare – pedion). Figura 2, d.

### Distancia maleolo interno al suelo

Se define como la distancia entre el punto más distal del maléolo interno del tobillo y la planta del pie en el lado medial (sphyrion tibiale – pedion). Figura 3, h.

### Distancia maleolo externo al talón

Se define como la distancia entre el punto más distal del maléolo externo y el talón (sphyrion fibulare – pternion). Figura 2, c.

### Distancia maleolo interno al talón

Se define como la distancia entre el punto más distal del maléolo interno y el talón (sphyrion tibiale – pternion). Figura 3, g.

### Distancia maleolo externo al quinto dedo

Se define como la distancia entre el punto más distal del maléolo externo y el punto más distal del quinto dedo (sphyrion fibulare – pododaktilion V). Figura 2, e.

*Distancia del maleolo interno al primer dedo*

Se define como la distancia entre el punto más distal del maléolo interno y el punto más distal del primer dedo (sphyrion tibiale – pododaktilion I). Figura 3, i. Desde un punto puramente estadístico, la normalidad de las variables cuantitativas se estudió mediante el test de Kolmogorov – Smirnov, con la corrección de Lilliefors. La igualdad de las varianzas muestrales se estudió mediante el test de Levene. La comparación de los dos sexos se realizó mediante el test de Student para muestras independientes, con corrección de grados de libertad mediante el método de Welch cuando las varianzas eran heterogéneas.

La comparación de los tres grupos de edad se realizó mediante ANOVA de un factor, seguido del test de comparación múltiple de Tukey, cuando las varianzas eran homogéneas, o el test de Tamahane, cuando fueron heterogéneas.

Se definió como significativo un valor de p bilateral menor a 0,005. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS para Windows v 9.0.

**Resultados**

La valoración de la correlación estadística entre las medidas antropométricas y los tres factores principales valorados en este estudio otorga al **Índice de correlación de Pearson** una relevancia particular, dado que es la clave para obtener las conclusiones de este apartado. El valor del índice se explica en la siguiente tabla:

TABLA 1

VALOR DE CORRELACION	DENOMINACION
0 < / R / < 0,25	Escasa - débil
0,25 < / R / < 0,50	Moderada
0,50 < / R / < 0,75	Buena
/ R / > 0,75	Excelente

Para organizar las diferentes correlaciones, la población fue dividida por sexos y grupos de edad, y para cada sexo se valoró:

- Peso al nacer.
- Semanas de gestación.
- Edad de la madre.

A continuación se presentan dos tablas que recogen los índices de correlación de Pearson para ambos sexos y por grupos de edad. En las tablas, el 1 hace referencia a la variable Peso al nacer, el 2 a las Semanas de gestación y el 3 a la Edad de la madre.

TABLA 2  
**Sexo varón**

	GRUPO 4,5-5 AÑOS			GRUPO 5,5,5 AÑOS			GRUPO 5,5-6 AÑOS		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tamaño pie dcho.	0,41	0,26	0,25	0,33	0,24	0,07	0,37	0,05	0,18
Tamaño pie izdo.	0,41	0,28	0,29	0,31	0,3	0,09	0,37	0,02	0,17
D. medial dcho.	0,53	0,19	0,04	0,22	0,23	0,06	0,39	0,06	0,19
D. medial izdo.	0,53	0,25	0,16	0,19	0,24	0,03	0,43	0,05	0,23
D. lateral dcho.	0,44	0,1	0,32	0,25	0,27	0,04	0,41	0,007	0,12
D. lateral izdo.	0,48	0,28	0,2	0,32	0,22	0,11	0,4	0,003	0,1
D. MI-talón dcho.	0,48	0,16	0,03	0,09	0,07	0,13	0,31	0,02	0,09
D. MI-talón izdo.	0,51	0,26	0,29	0,26	0,09	0,06	0,37	0,06	0,18
D. MI-suelo dcho.	0,25	0,26	0,13	0,26	0,17	0,09	0,19	0,01	0,1
D. MI-suelo izdo.	0,34	0,35	0,13	0,26	0	0,31	0,24	0,05	0,07
D. MI-1 dedo dcho.	0,44	0,37	0,17	0,3	0,21	0,13	0,34	0,007	0,06
D. MI-1 dedo izdo.	0,45	0,23	0,06	0,35	0,32	0,05	0,33	0,008	0,08
D. ME-talón dcho.	0,28	0,05	0,08	0,01	0,08	0,17	0,27	0,16	0,18
D. ME-talón izdo.	0,07	0,04	0,27	0,17	0,05	0,38	0,25	0,06	0,17
D. ME-suelo dcho.	0,21	0,08	0,09	0,23	0,01	0,18	0,12	0,12	0,05
D. ME-suelo izdo.	0,13	0,12	0,007	0,24	0,02	0,12	0,17	0,08	0,13
D. ME-5 dedo dcho	0,37	0,31	0,32	0,37	0,37	0,18	0,21	0,004	0,19
D. ME-5 dedo izdo.	0,43	0,3	0,13	0,46	0,43	0,006	0,28	0,08	0,17

TABLA 3  
**Sexo mujer**

	GRUPO 4,5-5 AÑOS			GRUPO 5,5,5 AÑOS			GRUPO 5,5-6 AÑOS		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tamaño pie dcho.	0,1	0,02	0,21	0,38	0,009	0,33	0,12	0,04	0,18
Tamaño pie izdo.	0,11	0,01	0,23	0,42	0,05	0,24	0,13	0,09	0,09
D. medial dcho.	0,07	0,1	0,32	0,41	0,03	0,33	0,07	0,08	0,08
D. medial izdo.	0,17	0,06	0,34	0,4	0,05	0,26	0,13	0,07	0,12
D. lateral dcho.	0,2	0,14	0,26	0,45	0,19	0,45	0,15	0,02	0,93
D. lateral izdo.	0,19	0,21	0,29	0,43	0,24	0,34	0,16	0,04	0,08
D. MI-talón dcho.	0,15	0,004	0,08	0,22	0,01	0,31	0,12	0,02	0,09
D. MI-talón izdo.	0,09	0,1	0,02	0,19	0,1	0,21	0,1	0,07	0,03
D. MI-suelo dcho.	0,44	0,06	0,32	0,31	0,12	0,02	0,12	0,09	0,02
D. MI-suelo izdo.	0,12	0,008	0,12	0,06	0,11	0,09	0,08	0,12	0,11
D. MI-1 dedo dcho.	0,13	0,03	0,13	0,35	0,06	0,26	0,13	0,02	0,11
D. MI-1 dedo izdo.	0,11	0,04	0,2	0,36	0,12	0,19	0,12	0,01	0,1
D. ME-talón dcho.	0,08	0,1	0,29	0,25	0,01	0,27	0,21	0,11	0,001
D. ME-talón izdo.	0,01	0,11	0,32	0,24	0,003	0,34	0,1	0,05	0,002
D. ME-suelo dcho.	0,04	0,04	0,25	0,21	0,2	0,25	0,08	0,01	0,11
D. ME-suelo izdo.	0,08	0,19	0,46	0,17	0,18	0,33	0,03	0,12	0,16
D. ME-5 dedo dcho	0,24	0,22	0,3	0,17	0,07	0,43	0,11	0,02	0,1
D. ME-5 dedo izdo.	0,23	0,05	0,24	0,18	0,07	0,3	0,13	0,05	0,06

**Discusión**

Dentro del **Sexo Masculino**, el estudio de la correlación de la variable **Peso al Nacer** y las medidas antropométricas de ambos pies presentan unos valores que oscilan, en general, entre 0,21 y 0,4 para cada grupo de edad, lo que traduce una asociación estadística de tipo moderado. Asimismo, la evolución de los valores muestran un patrón lineal descendente, que en general, traducen una **pérdida de la fuerza de asociación estadística según avanza la edad de la población estudiada**. Las medidas antropométricas que definen la longitud del pie, como el tamaño del pie, tienen una asociación de tipo moderado, mientras que las medidas que definen la altura tienen una asociación de tipo escaso o débil. Estos hechos también están presentes en las variables **Semanas de Gestación y Edad de la Madre**, pero con una claridad menos intensa desde el punto de vista matemático.

Globalmente, el Peso al Nacer tiene una media aritmética del conjunto de los valores de correlación de 0,31, que traduce

una asociación de tipo moderado, mientras que las Semanas de Gestación, cuyos valores oscilan entre 0,2 y 0,3, tiene una media aritmética de 0,14, y la Edad de la Madre, con valores que oscilan entre 0,1 y 0,2, tiene una media aritmética también de 0,14. Por tanto, si analizamos únicamente las medias aritméticas, en el sexo masculino, el **Peso al Nacer tiene una correlación con las medidas del pie moderada, mientras que las Semanas de Gestación o la Edad de la madre tienen una correlación de tipo débil**.

En el caso del **Sexo Femenino**, las asociaciones estadísticas son de menor intensidad; así, la media aritmética de los Índices de Pearson en la variable Peso al Nacer es de 0,18, en la variable Semanas de Gestación es de 0,07 y en la variable Edad de la Madre es de 0,2. Por tanto, **las tres variables presentan una asociación de tipo escasa o débil**, siendo prácticamente inexistente en el caso de la variable Semanas de Gestación. Igualmente, las gráficas definen un patrón de regresión lineal, que traduce, como en el sexo masculino, una pérdida de asociación ligada a

una edad mayor. Por otra parte, en el caso del sexo femenino no queda reflejada de forma tan clara como en el sexo masculino el hecho de que estas variables influyan más en medidas antropométricas “de longitud” que en las de “altura”; este hecho está ligado probablemente a otras dos conclusiones ya comentadas en apartados previos, como son el **crecimiento menor, más lento y más tardío del pie femenino respecto del masculino.**

## Conclusiones

- Para el sexo masculino, dentro del grupo de edad estudiado en esta trabajo, el peso al nacimiento tiene una correlación con las medidas antropométricas del pie mayor que la que tienen las semanas de gestación y la edad de la madre en el momento del parto.
- En el caso del sexo femenino, las tres variables presentan una asociación estadística escasa o débil.
- Las tres variables presentan una pérdida de influencia estadística según avanza la edad de la población estudiada, tanto en el sexo masculino como en el femenino.
- Los resultados son superponibles a los estudios de otros autores en otros grupos poblacionales, como Debrunner, Tachdjian o Grande.
- El pie puede ser tomado como una referencia del crecimiento antropométrico global de todo el sistema musculoesquelético, de tal manera que bajos pesos al

nacimiento, prematuridad y edades maternas añosas influyen en el desarrollo antropométrico no sólo en el momento del nacimiento, sino incluso pasados los primeros años de vida.

- La pérdida de asociación estadística progresiva de estas variables según pasan los años está en relación, probablemente, con factores exógenos, como la alimentación.

## Referencias bibliográficas

1. Dr. Ayerdi - Dr. Alfageme. H Txagorritxu - 1993.
2. Blais MM, Green WT, Anderson M. Lengths of the growing of foot. J. Bone Joint Surg., 38-A: 998, 1956.
3. Bowerman Richard A. Atlas de anatomía ecográfica del feto normal. Mosby. Madrid, 1994; 298-99.
4. Campbell et al. Cirugía Ortopédica. Buenos Aires, Ed. Panamericana, 1996.
5. Campbell J, Henderson A, Campbell S. The fetal femur/foot length ratio: a new parameter to assess dysplastic limb reduction. Obstet. Gynecol., 72(2):181-4 1998 Aug.
6. Cheng JC, Leung SS, Leung AK et al. Change of foot size with wightbearing. A study of 2829 children 3 to 18 years of age. Clin. Orthop. 1997 Sept.; (342):123-31.
7. Debrunner Hans U. Diagnóstico ortopédico. Toray Ed. Barcelona 1968.
8. Dunn. Perinatal observations on the etiology of congenital dislocation of the hip. Mapfre Medicina 1992; Vol. 3 (supl. I): 14-23.
9. Forriol F, Pascual J. Footprint analysis between three and seventeen years of age. Fott & Ankle 1990 Oct.; 11 (2): 101-04.

10. Grande R, Gutierrez E, Argüelles F. Manual de Técnicas Antropométricas del Recién Nacido. Ergon Ed. Madrid 1993

11. Galmiche P. La saga du Pied. Erti, París, 1983.

12. Isidro-Llorens A. Bipedestación. Cronología, causas y adaptaciones morfomecánicas. JIMS, Barcelona, 1992.

13. Knutzen KM, Price A. Lower extremity static and dynamic relationships with rearfoot motion in gait. J.Am. Pediatric Med. Assoc. 1994 Apr;84 (4): 171-80.

14. Martin R, Knubmann R. Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Band I. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. New York, 1988

15. Martínez-Frias, ML. Epidemiología de las anomalías del pie. En: Epeldegui T. Pie plano y anomalías del antepie. Madrid, 1995: 82-89.

16. Mhaskar R, Agarwal N et al.: Fetal foot length: a new parameter for assessment of gestational age. Int. J. Gynaecol. Obstet., 29(1):38-8 1989 May.

17. Núñez-Samper M, Llanos LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona, Ed. Masson, 1997. Theilhard de Cardin P: El midi diví. Nota Terra, Barcelona, 1964.

18. Quintana JM. Raíces griegas del Léxico Castellano, Científico y Médico. Dykinson. Madrid, 1987.

19. Tachdjian. Pediatrics Orthopedics. Saunders. Vol 4. 1990; pp: 2411-2423.

20. Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. JBJS: 1987 69:426-428.

21. Susman RL. Evolution of the human foot: evidence from Plio-Pleistocene hominids. Fott & Ankle, 3 (6): 3645-76 1983 May – Jun.

22. Tachdjian et al. Ortopedia Pediátrica. México, Ed. Interamericana-McGraw-Hill, 1994.

23. Theilhard de Cardin P. El midi diví. Nota Terra, Barcelona, 1964.

24. Villadot et al. Quince lecciones sobre patología del pie. Barcelona, Ed. Toray, 1989.