

# Evolución de las medidas antropométricas del pie infantil. Estudio descriptivo global

*Evolution of the anthropometric measures in children's feet. An overall descriptive study*

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

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica. Hospital de Txagorritxu. Vitoria

\*Traumatólogo. Hospital de Galdakao. Doctor por la Universidad del País Vasco. Miembro de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT). Miembro de la Sociedad Vasco Navarra de Traumatología (SVNCOT).

\*\*Jefe de Servicio de Traumatología. Hospital de Txagorritxu. Doctor en Medicina. Miembro de SECOT. Miembro del Senado de la SVNCOT.

\*\*\*Jefe de Sección de Traumatología. Hospital de Txagorritxu. Doctor por la Universidad del País Vasco. Miembro de la SECOT. Miembro de la SVNCOT.

## RESUMEN

El presente artículo está basado en un estudio en el que se valoró 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 valoraron 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 se centra en el estudio descriptivo global.  
**PALABRAS CLAVE:** Medidas antropométricas. Pie infantil. Estudio descriptivo.

## SUMMARY

The present study is based on research in which we measured feet and longitudinal arch growth in children between ages 4-6, the time when their development, influenced by hormonal change, starts. Likewise, other aspects were analyzed, such as the biomechanical 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 the left foot compared to the right one, and 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 focuses on a global descriptive study.  
**KEY WORDS:** Anthropometric measures. Children. Foot. Descriptive study.

## LABURPENA

Honako artikulu hau 4,5 eta 6 urte arteko adin tarteko haur oinaren eta oin-zola gangaren hazkuntza balioztatu zuen azterlan batean oinarritu da, aldaketa hormonalak eragindako garapena adin tarte horretan hasten baita. 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 jaiotzean). Estatistikoki esanguratzua den ausaz hartutako 314 haurrez osatutako biztanleria hartu zen, guztiak 1993an Txagorritxu Ospitalean (Araba) jaiotak. Lortutako emaitzek baieztatzen dute adin horretan oin-zola gangaren garapena hasten dela, oin ezkerreko eskuina baino handiagoa dela eta gizezkoenak emakumezkoenak baino handiagoak direla. Begibistakoa da ere pisu faktoreak eragina duela oinaren neurri antropometrikoetan eta asoziazio estatistikoaren indarra galduta egiten dela adinaren arabera. Honako artikulu hau azterlan deskribatzaile osoan oinarritzen da.  
**HITZ NAGUSIAK:** Neurri antropometrikoak. Oina. Haurrak. Azterlan deskribatzaile.

Correspondencia:  
Roberto de los Mozos Bozalongo  
Biguillano, 78  
Murguía (Alava)  
Tel.: 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 (2), Tachadjian (7), o Grande (3). 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 (3).

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 estadístico” 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.

**Material 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 (5) 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 (Fig. 1, a).

• **DISTANCIA MEDIAL**

Se define como la distancia entre el talón y el primer dedo del pie medido desde el lado medial (pternion–pododaktylion I) (Fig. 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) (Fig. 2, b).

• **DISTANCIA MALEOLO EXTERNO AL SUELO**

Se define como la distancia entre el punto más distal del maléolo externo del tobillo y la planta del pie en el lado externo (sphyrion fibulare–pedion) (Fig. 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) (Fig. 3, h).

• **DISTANCIA MALEOLO EXTERNO AL TALON**

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

• **DISTANCIA MALEOLO INTERNO AL TALON**

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) (Fig. 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) (Fig. 3, i).

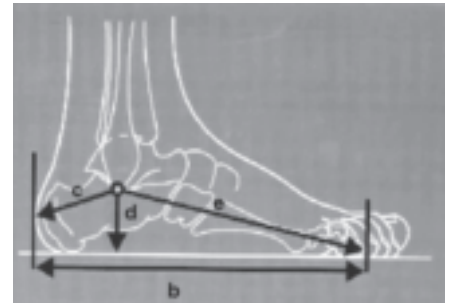


Figura 2.

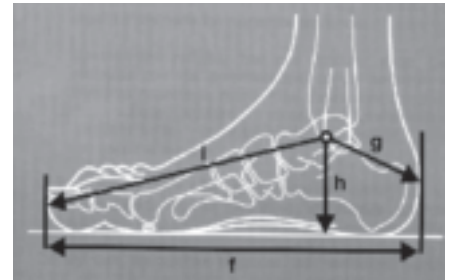


Figura 3.



Figura 1.

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.

Los resultados se presentan como media y desviación típica. Se definió como signifi-

cativo 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**

A continuación se presentan dos tablas, una para pie derecho y otra para izquierdo, en las que se valora cada medida antropométrica, y se intenta resumir los datos obtenidos sobre ambos en el estudio descriptivo global.

**TABLA I  
Pie Derecho**

PIE DERECHO	MEDIA ARITMÉTICA	D.S.	MAX.	MIN.	I.C. 95%
Tamaño Pie	15,98	1,10	18	13,50	15,86; 16,10
Distancia Medial	16,28	1,07	19	14	16,16; 16,40
Distancia Lateral	13,79	0,92	16,50	11,50	13,68; 13,79
Distancia MI – Talón	6,25	0,53	7,50	5	6,19; 6,31
Distancia MI – Suelo	5,18	0,46	6,50	4	5,13; 5,23
Distancia MI – Dedo 1º	14,74	0,88	17	12	14,64; 14,84
Distancia ME – Talón	5,47	0,50	7	4	5,41; 5,53
Distancia ME – Suelo	4,76	0,42	6	2	4,72; 4,81
Distancia ME – Dedo 5º	12,16	0,78	14,50	10	12,08; 12,25

D.S.: Desviación Estándar; Máx.: Máximo; Min: Mínimo.  
I.C.: Intervalo de Confianza.

**TABLA II  
Pie Izquierdo**

PIE IZQUIERDO	MEDIA ARITMÉTICA	D.S.	MAX.	MIN.	I.C. 95%
Tamaño Pie	16,07	1,07	18	13,5	15,98; 16,19
Distancia Medial	16,40	1,04	19	13,5	16,28; 16,52
Distancia Lateral	13,64	0,95	16	11	13,54; 13,75
Distancia MI – Talón	6,37	0,54	7,5	5	6,31; 6,44
Distancia MI – Suelo	5,35	0,47	6,5	4	5,30; 5,40
Distancia MI – Dedo 1º	14,55	0,88	17	12	14,45; 14,65
Distancia ME – Talón	5,40	0,50	6,5	4	5,34; 5,45
Distancia ME – Suelo	4,54	0,44	5,5	3	4,49; 4,59
Distancia ME – Dedo 5º	12,20	0,78	14	10	12,11; 12,10

D.S.: Desviación Estándar; Máx.: Máximo; Min: Mínimo.  
I.C.: Intervalo de Confianza.

Igualmente, se recogieron datos referentes a las **malformaciones congénitas**, que las hemos subdividido en **generales y ortopédicas**.

El número total de **malformaciones congénitas generales** es de 28 casos, pero todas ellas con una frecuencia escasa, siendo la más frecuente el reflujo vesicoureteral con 6 casos. Su frecuencia global fue del 8,9%.

En una proporción global menor a las malformaciones congénitas generales se muestran las **malformaciones congénitas ortopédicas**. Su frecuencia en la serie estudiada no llega al 6%, pero su diversificación es menor que en el caso de las

malformaciones congénitas generales, siendo las más frecuentes, con un total de cuatro casos cada una, las siguientes:

- \* Quinto supra-áducto.
- \* Pie adducto.
- \* Anteversión femoral.

Respecto al tabaco y el alcohol, solamente 71 madres, un 22% de todas las madres interrogadas, reconocieron haber fumado durante el embarazo; y de ellas, la inmensa mayoría, (en 53 casos) fumaron menos de 10 cigarrillos / día durante todo el embarazo. Algo parecido ocurre con el alcohol; el porcentaje de mujeres que reco-

izquierdo, y comparar dentro del mismo pie, medidas dependientes del lado externo y del lado interno.

Dentro de la comparación de la misma medición entre pie derecho y pie izquierdo, se puede resumir que, aunque existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas, ya comentadas en cada apartado individual, éstas no son superiores a 0,1 – 0,2 centímetros, lo que se traduce en unas mínimas diferencias sin traducción patológica en la práctica diaria médica. En cualquier caso, en nuestra serie sí **que parece existir un mayor tamaño del pie izquierdo sobre el derecho**, y un predominio de distancias dependientes del lado medial en el pie izquierdo y de distancias dependientes del lado lateral en el pie derecho.

Dentro de lo que se refiere a la comparación dentro del mismo pie medidas dependientes del lado medial y del lado lateral, se obtienen las siguientes conclusiones:

- La diferencia de longitud entre la distancia medial y lateral es de 2,4 centímetros en el pie derecho y 2,76 centímetros en el pie izquierdo. Esta diferencia reside fundamentalmente en la diferente longitud existente entre el primer y el quinto dedo, explicado por el hecho de que **el primer dedo forma parte del primer radio, fundamental en el inicio de la marcha y en el despegue del pie del suelo**, “soportador” de mayores presiones durante la marcha que el quinto dedo con su correspondiente radio. Este hecho es recogido por el profesor A. Vila-dot (8) en su libro sobre lecciones en patología del pie, y se muestra en la siguiente figura que recoge la cadencia del apoyo del pie durante la marcha, observándose como la fase de despegue del pie del suelo, depende solamente la punta del dedo gordo (Fig. 4).
- Existe una diferencia de algo más de un centímetro entre la distancia maléolo –talón y maléolo– suelo, tanto en el lado interno como en el externo, y para los dos pies. Es decir, **la punta del maléolo**

nocieron haber ingerido de forma diaria una cantidad de alcohol fue todavía menor que las que reconocieron haber fumado, llegando en el caso del alcohol sólo al 3,2%, siendo en la inmensa mayoría la cantidad muy escasa, menor o igual a una copa de vino al día, o su equivalente en otro tipo de bebidas alcohólicas.

**Discusión**

Con los resultados obtenidos, nos planteamos realizar dos tipos de valoraciones: comparar el mismo par pie derecho / pie

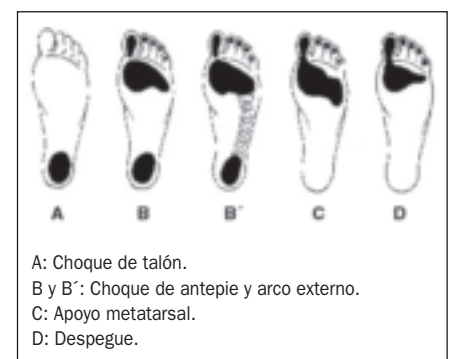


Figura 4.



**está más cerca del suelo que del punto de apoyo en el talón tanto en el lado interno como en el externo.**

- La punta del maléolo peroneo está más cerca del suelo que la del maléolo medial, derivado del hecho de que existe una diferencia de algo más de medio centímetro en la medida maléolo-suelo del lado medial respecto al lateral, tanto en el pie derecho como en el izquierdo. Además, el maléolo peroneo está algo más de 1 centímetro más cerca de su apoyo en talón que el maléolo interno, en ambos pies (comparación distancia maléolo interno y externo-talón). Este hecho traduce la **importancia biomecánica del maléolo peroneo en la mortaja tibioperonea-astragalina**, que al situarse más inferior y posterior que el maléolo medial, junto al hecho de estar más desarrollado que éste, impide que el talón se derrumbe en valgo. Este aspecto también tiene su aplicación quirúrgica, dado que en las fracturas y epifisiólisis de tobillo, el maléolo peroneo es la guía en la reconstrucción del tobillo, siendo necesaria su reducción anatómica. La posición ligeramente más posterior y de mayor longitud del maléolo peroneo respecto al tibial queda reflejada perfectamente en las mediciones del Estudio Descriptivo Global. Así, **Gomar** (4), ya recoge esta trascendencia en su libro de Traumatología, al afirmar que al peroné le corresponde un papel capital en la congruencia y estabilidad del astrágalo en la mortaja durante el movimiento flexoextensor, por lo que cualquier alteración del maléolo peroneo congénita o adquirida en su longitud tendrá mayor repercusión que las alteraciones del maléolo medial.
- Las siguientes imágenes recogen esta diferencia de desarrollo entre ambos maléolos (Figs. 5 y 6):
- Por otra parte, **el desarrollo de la bóveda plantar también influye en la diferente altura de los maléolos**, dado que el maléolo interno se articula con el astrágalo, cuya cabeza, según muchos autores, es la parte más culminante de la bóveda. Por tanto, incluso en pies pendientes de culminar su desarrollo completo, y sin una bóveda plantar totalmente desarrollada, sí que existe una diferencia de altura entre ambos maléolos.

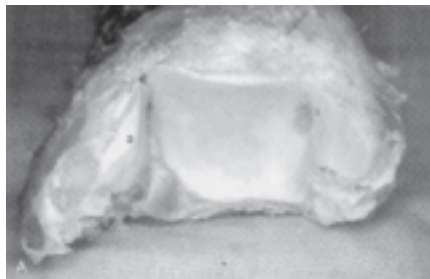


Figura 5. Extremidad distal de tibia.  
1. Superficie articular de maléolo tibial.  
2. Superficie articular de maléolo peroneo.



Figura 6. Cara dorsal del astrágalo.  
1. Cuello.  
2. Superficie medial de la polea.  
3. Apófisis lateral.  
4. Apófisis posterior.

- En lo que respecta a la distancia maléolo interno-primero dedo versus la distancia maléolo externo-quinto dedo, existe una diferencia entre ambas de 2,58 centímetros en el pie derecho y 2,35 centímetros en el izquierdo a favor de la distancia medial. El hecho de que el maléolo medial esté más elevado respecto al suelo que el maléolo peroneo, junto con el mayor tamaño del primer dedo, factores ya comentados en párrafos anteriores, afecta indirectamente a esta medida, haciéndola mayor en el lado medial que en el lateral.
- La influencia del tabaco y alcohol sobre el pie entre los 4, 5-6 años no es valorable debido a que fueron pocas las madres que reconocieron su adicción durante el embarazo, o no recordaban esta situación, aunque existen múltiples estudios en los que se demuestra esta asociación en el recién nacido. En cualquier caso, e indirectamente, sí influyen en la evolución antropométrica global del niño en general y del pie en particular, dado que ambos factores se han relacio-

nado en otros estudios con niños de bajo peso al nacimiento y partos prematuros.

- Respecto a las malformaciones congénitas, existen otros estudios similares, como el de la doctora **Martínez-Frías** (6), que realizó una revisión de las malformaciones del pie en recién nacidos vivos entre los años 1976-1994. En su serie, la patología más frecuente son el pie zambo seguido por el pie talo-valgo. No existe coincidencia con los resultados de este trabajo, en la que el pie adducto, el quinto supra-adducto y la anteversión femoral son las patologías más frecuentes, aunque la población es de diferente edad, y la muestra poblacional de esta tesis es menor. En cualquier caso, podemos concluir que el porcentaje global de malformaciones congénitas, tanto ortopédicas como generales, es muy bajo en la población estudiada, y por tanto, no podemos extraer conclusiones respecto a su influencia y relación con la evolución antropométrica del pie en estos niños. Centrándonos en las malformaciones ortopédicas, algunas sí es conocido que influyen en fisiología y evolución del pie, como es el pie zambo, mientras que otras sólo afectan a una parte del pie, como la sindactilia y la clinodactilia, que por ser patología del antepie, no influyen en el desarrollo global de todo el pie.

## Referencias bibliográficas

1. Ayerdi E., Alfageme A.: Medidas del pie normal en el recién nacido en el Hospital Universitario de Alava. Tesis doctoral UPV-EHU, 1993.
2. Debrunner Hans U.: Diagnóstico ortopédico. Toray Ed. Barcelona 1968.
3. Grande R., Gutierrez E., Argüelles F.: Manual de Técnicas Antropométricas del Recién Nacido. Ergon Ed. Madrid 1993.
4. Gomar F.: Traumatología. Fundación García Muñoz. Valencia. Vol 1. 1983; pp: 889-891.
5. Martin R., Knubmann R.: Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Band I. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. New York, 1988.
6. Martínez-Frías, ML. Epidemiología de las anomalías del pie. En: Epeldegui, T. Pie plano y anomalías del antepie. Madrid, 1995: 82-89.
7. Tachdjian.: Pediatrics Orthopedics. Saunders. Vol 4. 1990; pp: 2411-2423.
8. Villadot et al.: Quince lecciones sobre patología del pie. Barcelona, Ed. Toray, 1989.