

Un Método para Medición Radiológica de la Longitud de los Miembros Inferiores

Andrés Monterola Rosazza *

M.S.V.C.O.T. — M.S.M.H.O.I. — M.S.M.H.M.Q.E.

Al presentar este trabajo que venimos desarrollando y perfeccionando en lo posible, hace más de dos años; habiendo sido leído por primera vez en junio de 1958 ante la Sociedad Médica del Hospital Ortopédico Infantil de Caracas; posteriormente en agosto de 1959 ante la IV Convención Colombiana de Traumatología y Ortopedia; y en junio de 1960 ante la 1ª Convención de la Sociedad Venezolana de Cirugía Ortopédica y Traumatológica; no pretendemos solucionar definitivamente el problema que desde hace muchos años está planteado y que dista mucho de llegar a una solución perfecta y absolutamente matemática, pero sí ha sido nuestro deseo aportar algo que conservando las características de la máxima exactitud, sea a la vez un método sencillo, completo y que esté al alcance de todos, para llevarlo a efecto en los diversos centros hospitalarios y consultorios de nuestro país, tal como se ejecuta en el Hospital

Ortopédico Infantil de Caracas desde hace más de dos años.

La bibliografía mundial es relativamente escasa y de difícil obtención y, en lo referente a nuestro país, no conocemos ningún trabajo al respecto.



Fig. N° 1.—Bajo relieve de la XVIII dinastía que se halla en la Gliptoteca de Copenhague. Un hombre, víctima de la parálisis infantil, ofrece un sacrificio a Istar, diosa de la salud.

* Médico residente por concurso del Hospital Ortopédico Infantil.
Traumatólogo residente por concurso del Instituto Traumatológico de los Seguros Sociales.
Médico interno del Hospital Central Médico-Quirúrgico de Emergencia.

Métodos de medición de los miembros inferiores.	I) Medición clínica.	1) Telerradiografía.	Corto Telenroengenograma.
			Largo Telenroengenograma.
	II) Medición radiológica.	2) Ortorradiografía.	a) Green y colaboradores.
			b) Merrill.
		c) Goldstein y Dreisinger.	
		d) Morton y Larson.	
		e) White.	
		f) Melvin y Cía.	
		g) Skanografía.	
		h) Taillard.	
		i) Farill.	
		j) Nuestro método.	

Antes de entrar de lleno en el tema, haremos una breve exposición de los métodos de Medición Radiológica y recordaremos que este problema, como ya dijimos está planteado desde hace muchos siglos, y pensamos que existe desde las primeras épocas del hombre. El documento más antiguo que se conoce, es un bajo relieve del Egipto faraónico que data de la XVIII dinastía del Nuevo Imperio (unos 1.500 años a J. C.) (Fig. N° 1).

I) **La medición clínica:** Ampliamente conocida, es incompleta y sujeta a muchos errores; todos sabemos que no llena las condiciones mínimas de aceptación para valorar ningún trabajo científico.

II) **La medición radiológica:**

1º **La telerradiografía:** Es el método más antiguo, tiene reconocidamente en todos los trabajos, el inconveniente de producir una magnificación de la ima-

gen y ésta magnificación varía de acuerdo con el aumento de la longitud ósea, proporcionalmente a la distancia foco paciente, e igualmente en relación directa a la distancia paciente chasis.

La telerradiografía no da una longitud real del hueso sino mayor, ya que los rayos divergentes, al caer oblicuamente y al haber una distancia hueso-chasis, se produce la magnificación de la imagen (1) (Figura 2).

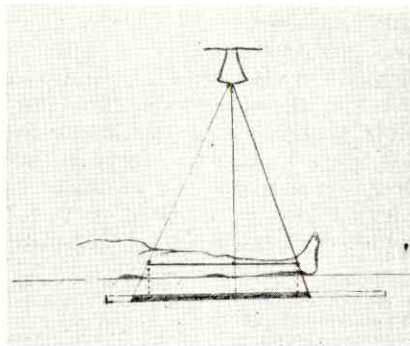


Fig. N° 2.—Obsérvese el método telerradiográfico y la magnificación de la imagen, por los rayos divergentes, al caer oblicuamente.

La magnificación, va en relación directa a la distancia hueso-chasis y en relación inversa a la distancia foco-hueso.

Es posible por cálculos de triangulación corregir esta magnificación, pero resulta poco práctico, más complicado, y en general muy difícil, ya que en una medición no siendo los dos fémur y las dos tibias del mismo tamaño y estando los extremos óseos a diversas alturas del film, le corresponden distinto ángulo de magnificación y distinta corrección.

Esto con muchas dificultades y pérdida de tiempo se podría llevar a cabo en el **Corto-Telerengenograma** (en el cual se enfocan, los dos fémur en una placa y las dos tibias en otra; antiguo método de uso en nuestro hospital), pero más difícil aún en **Largo-Telerengenograma**, ya que hay dos huesos y el enfoque medio no siempre corresponde a la rodilla.

2) **La ortorradiografía:** Se basa en el enfoque de cada articulación por separado, de tal forma, que sobre ella inciden únicamente rayos perpendiculares sin distorsión y por lo tanto eliminan la magnificación; hay en este procedimiento algunas causas de pequeñas diferencias, como en la de la distancia hueso película, en cada una de las articulaciones y en cada uno de los pacientes, pero esto ha sido calculado y son valores tan insignificantes, que es mejor no tomarlos en cuenta, ni siquiera tratarlos de evitar (1) (Fig. 3).

El ortorengenograma tiene otra ventaja y es la de proporcionar la visualización real y exacta del cartilago de crecimiento; útil y necesaria sobre todo en aquellos casos en los cuales

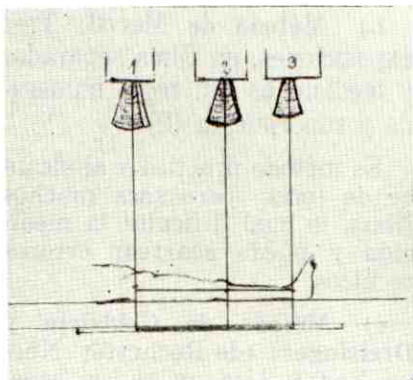


Fig. N.º 3.—Obsérvese el procedimiento ortorradiográfico, con el enfoque de cada articulación por separado, y la incidencia perpendicular del rayo, eliminando la magnificación de la imagen.

se piensa practicar un arresto epifisario, o algún método de estimulación del crecimiento.

En algunos métodos ortorradiográficos, se puede practicar conjuntamente una radiografía de la mano izquierda, para determinar y ver la edad ósea.

Métodos ortorradiográficos.

a) **Green y colaboradores:** Expusieron su método ortorradiográfico; que lo efectúan con un aparato de rayos X corriente, pero con un chasis especial de 14 pulgadas de largo por 24 pulgadas de ancho (1).

Los valores de exposición varían según lo enfocado.

El chasis tiene dos placas de mitad deslizante.

Se fijan con correas las rodillas y las piernas.

1ª exposición, en el centro de las caderas.

2ª exposición, sobre las rodillas.

3ª exposición, sobre los tobillos.

El centro del foco es chequeado con medidor metálico.

Inconvenientes: Poco práctico por chasis especial y placa especial.

b) **Método de Merrill:** Tres exposiciones, en films separados y mediciones con regla numerada y superpuesta (2).

Es método práctico y al alcance de todos, pero saca muchos films, lo cual dificulta la medición y puede acarrear errores técnicos.

c) **Método de Goldstein y Dreisinger:** (de Rochester, Nueva York). Usa un chasis especial de 14 pulgadas de diámetro por 36; y un cilindro de 26 pulgadas de largo por 4,30 de diámetro; practica siete exposiciones: una, para cada una de las articulaciones de los miembros inferiores y la mano izquierda (3).

Inconvenientes: Los mismos del método de Green.

d) **Método de Morton y Larson:** (de Columbia Hospital). Enfocan en una placa de 14×17 pulgadas las dos articulaciones próximas al fémur y las dos distales, igual para la tibia en otra placa. Método práctico y fácil; da buenas mediciones.

Inconvenientes: A veces no cabe el fémur en la longitud de la placa.

e) **Método de White:** El paciente es colocado en la mesa de rayos X y sometido a presión en ambos pies con un soporte plantar; se efectúa el enfoque de las articulaciones de ambas caderas, rodillas y tobillos por separado en un film 14×17 .

Se realiza la medición trazando rayas perpendiculares a los bordes laterales de la radiografía que pasan por los puntos de referencia de los huesos y mide las diferencias de altura, entre los puntos similares para cada

hueso, la suma de estas diferencias, da el total del acortamiento, de un miembro en comparación con el otro (4).

tres inconvenientes: a) La presión por igual en ambos pies a la cual es sometido el paciente; b) Por parte del ortopedista los errores de medición del procedimiento mismo y c) No da medición absoluta sino diferencias.

f) **Melvin, Earnest y otros:** Modificaron este método agregándole una regla radio opaca, la cual proyectada sobre la radiografía servía para señalar con más precisión los valores de diferencia entre las líneas horizontales trazadas en puntos óseos similares (3).

g) **La Skanografía:** Actualmente se están usando incluso en nuestro país estos métodos con aparatos de rayos X especiales que automáticamente, rotan films muy largos y focos deslizables, 10 centímetros por segundo, que efectúan ortorradiografías de centímetro por centímetro del film (5).

Método bastante preciso; y el aparato es muy útil en otros usos como Escoliosis y estudio completo del esqueleto; pero con la desventaja que está vedado por su alto costo, al servicio de la gran mayoría de los hospitales y de los ortopedistas en consultas. A veces el mecanismo no funciona bien y los resultados no son exactos.

h) **Método de Taillard:** 1957.

Efectúa seis tomas ortorradiográficas de las articulaciones de los miembros inferiores sobre una placa 14×17 , para lo cual dispone de una plancha metálica con seis ventanas que coloca sobre el chasis en el poter buky.

Encima de la mesa dispone de un tablón con una regla radio opaca en el centro. Las tres primeras tomas para un miembro la efectúa colocando al paciente a la derecha de la regla y las otras tres con el paciente a la izquierda de la misma. En el film la regla proyectada por dos veces a cada lado del mismo.

En ambos señala diferencias de medio milímetro corriente y hasta de dos milímetros con errores de enfoque (5).

Es un buen método, pero está sobrecargado de tomas radiográficas en cada paciente.

1) Método de Juan Farill:

Utiliza un aparato de rayos X corriente con poder bulky antidi-fusor. Es una técnica que sirve para medir diferencias o acortamientos, pero no da longitud de los huesos.

Se basa en el siguiente teorema: Si a dos tallos de igual o de diferente tamaño se les resta la misma longitud, no se altera la igualdad o diferencia entre ellos, lo que se puede expresar así: Si $AB - CD = X$, también $(AB - Y) - (CD - Y) = X$; es decir, usando las cantidades del ejemplo $10 - 8 = 2$, o sea $(10 - 5) - (8 - 5) = 2$.

Por lo tanto, si conservando inmóvil al sujeto se toman en una sola película radiografías de las articulaciones homólogas de los miembros inferiores sin exponer las diáfisis, según el método que se va a describir con las correspondientes a las del opuesto mostrará si existe o no acortamiento. En esta forma una sola película corriente basta para determinar con precisión el acortamiento femorotibial (6).

Los detalles de técnica son iguales a los demás métodos ortorradiográficos, la única dife-

rencia consiste en tomar en una sola placa 14×17 las caderas en el tercio superior, las rodillas en el tercio medio y los tobillos en el tercio inferior para lo cual el paciente no se debe mover; se toman exposiciones rodando el chasis poder bulky y tapando los dos tercios del chasis que no se exponen. Se obtiene así una placa radiográfica 14×17 con los tres enfoques articulares, tal como lo había señalado White en 1940 (3). (Figura N° 4).

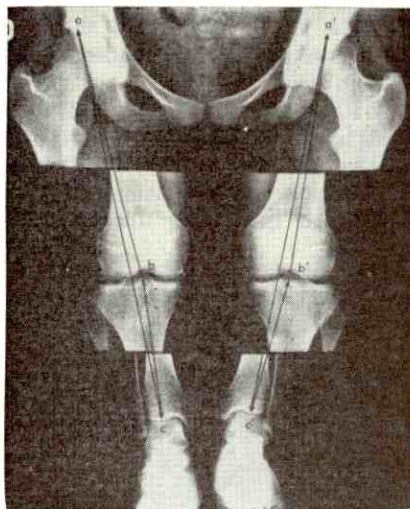


Fig. N° 4.—Método de Farill.

Se fija el paciente a la mesa con correa pélvica y otras en rodilla, piernas y tobillos.

Ventajas: Es fácil y al alcance de todos, bastante exacto.

Inconvenientes: Da sólo diferencias, no longitud real de los huesos.

j) **Nuestro método:** El que hemos ideado y al cual vamos a referir, tiene las mismas bases de los métodos ortorradiográficos de White modificado por Mel-

vin y el de Farill, y como tales conserva toda sus características y ventajas, solamente que hemos desechado en ellos, el inconveniente de no dar una medición real de la longitud ósea.

Con respecto al método publicado en Alemania por W. Tailard (1957), el nuestro guarda mucho parecido, sólo difiere de éste en los detalles de las tomas radiográficas y en la forma de efectuar la medición.

Ideamos y construimos una regla superpuesta al paciente que es visible en la placa radiográfica y que marcando sus valores nos da las longitudes óseas absolutas.

Utilizamos una cinta metálica métrica que está perforada a distintas alturas, en centímetros y en medios centímetros, colocada sobre un listón de madera que

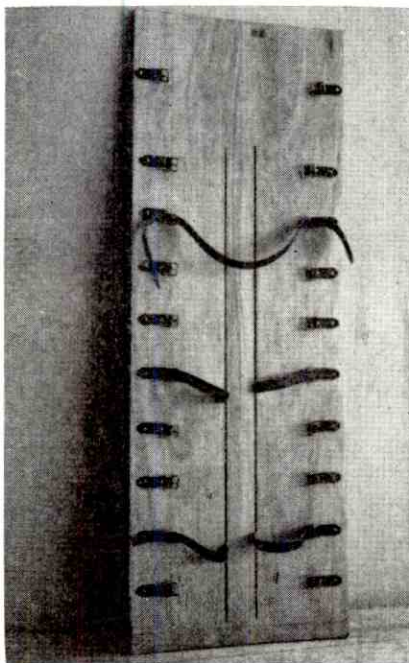


Fig. N° 5.—Tablón usado por nosotros y que tiene incluido en el centro la regla metálica numerada.

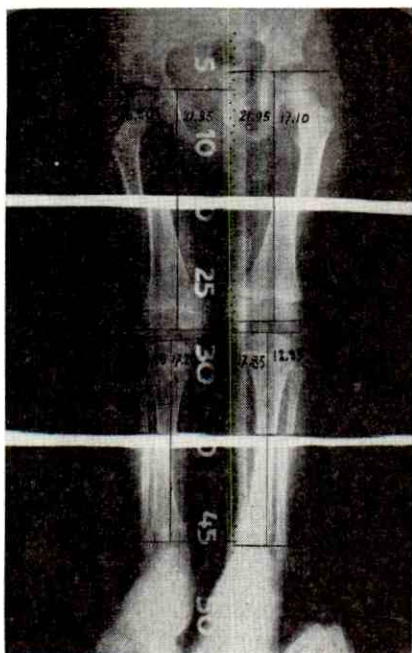


Fig. N° 6.

lleva al lado números metálicos, cada 5 centímetros, ya que cada enfoque, cubre un tercio de la placa 14×17 , o sea unos 13 centímetros de longitud, donde corrientemente salen dos números. (Figura 6).

Hacia falta, que la regla y el paciente formaran una unidad donde la regla estuviera fija y el paciente lo más quieto posible, quedando colocado siempre en la misma posición con respecto a la regla (miembros paralelos).

Esto fue subsanado con un tablón que se colocó y calzó fijo sobre la mesa radiográfica; en el centro va acanalado y aloja la regla, lateralmente lleva correas de cuero deslizantes, que fijan al paciente siempre en la misma posición; (Fig. N° 5); esto aumenta en muy pequeña cantidad la distancia paciente chasis, pero sabido es, que esto, prácticamente no tiene importancia en los métodos ortorradiográficos.

Por lo tanto, las medidas efectuadas en condiciones de diferentes angulaciones darán valores diversos para objetos en comparación.

Aquí juega papel importante desde el punto de vista comparativo del método, que sean tomadas las radiografías con los pacientes en posiciones muy similares; ¡he aquí! la razón de ser del tablón que agregamos a la mesa radiográfica, con correas que van a fijar los miembros casi paralelos y en condiciones muy similares para ambos; además del papel de fijación que reporta, ya que la mayoría de éstos son niños de corta edad.

Por las mismas razones anteriores rechazamos mediciones radiológicas de los que tienen contracturas de cadera o rodilla que no permiten una buena extensión de estas articulaciones, así como otras deformidades la-

terales hasta que no sean corregidas, ya que obtendremos falsos valores.

Las cifras absolutas se obtienen restando siempre la menor de la mayor. Se anotan éstos sobre la radiografía, por dentro de cada hueso, cerca de la regla (A.A' y B.B' de la figura N° 9); las diferencias se anotan al margen del miembro izquierdo, tanto para los fémures como para las tibias (C y C' de la figura 9) y la suma total de éstas al pie del miembro (C'').

Se trazan líneas perpendiculares a las paralelas y se puede obtener entonces valores que no son longitud absoluta, sino que van a dar solamente diferencias entre los huesos; estos valores se anotan por fuera de estas líneas anunciadas (D.D' y E.E' de la figura 9) y sus diferencias al margen del miembro derecho, para cada hueso (F y F' de la figura 9) y la suma total de éstas al pie del miembro (F''). En casos de premura o en las consultas externas o de controles muy numerosos, se miden y se observa rápidamente como en el método de Farill las diferencias entre los huesos; pero con la ventaja de que queda el documento base, sobre el cual, se podrá, hoy o mañana determinar la longitud absoluta de los mismos.

Otra ventaja de este método es que no requiere ningún aparato costoso ni de difícil obtención, ya que tanto el tablón, como la regla, son fáciles de hacer y en este caso fueron confeccionados en el Hospital Ortopédico Infantil de Caracas. Otras de las ventajas, es, que haciendo cada enfoque sobre las articulaciones, permite tener conocimiento exacto, del estado de los cartílagos de crecimiento, lo cual es nece-

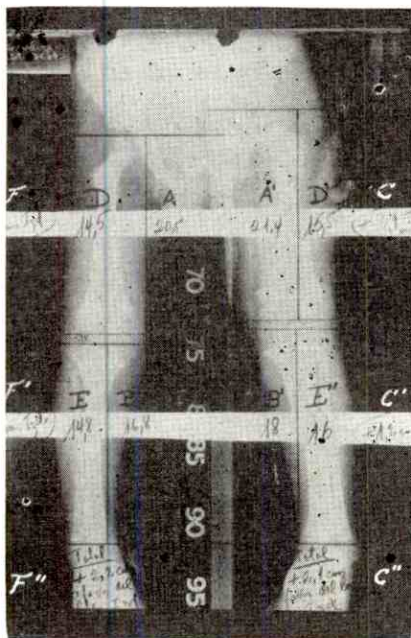


Fig. N° 9.

sario, en los casos de acortamiento y va a dar la pauta, para poder practicar estimulación del crecimiento, arrestos epifisarios temporales o definitivos, o el caso más frecuente de nuestro Instituto: la Operación de Trueta.

El método que hoy presentamos no precisa de una gran casuística ya que sus bases son la ortorradiografía y los métodos de White Farill, etc., etc.

Hemos traído a ustedes siete

casos estudiados, comparando el método del cortotelerengenograma, con el de Farill y el nuestro. En las cifras comparativas de éstos, se puede observar la magnificación de la telerradiografía con valores muy distintos para ambos huesos (como se observa en las tablas de Green y Anderson) y valores diferenciales casi idénticos en nuestras mediciones y las del método de Farill. (Cuadros números 1, 2, 3 y 4).

CUADRO N° 1

F E M U R

Orto: R. K. (mediciones absolutas) centímetros	Tele: R. X. centímetros	Diferencia centímetros
23,55	23,60	0,50
23,40	23,60	0,20
28,55	29,80	1,25
28,60	30,10	1,50
27,80	29,80	2,00
27,95	29,70	1,75
21,35	22,40	1,05
21,95	22,95	1,00
22,75	23,90	1,15
22,50	23,50	1,00
		Promedio: 1,12

CUADRO N° 2

T I B I A

Orto: R. X. (Método presentado hoy) (mediciones absolutas) centímetros	Tele: R. X. centímetros	Diferencia centímetros
17,20	18,00	+ 0,80
17,85	18,80	0,95
22,80	23,70	0,90
23,40	24,65	1,25
24,20	25,40	1,20
24,45	25,70	1,25
30,40	31,30	0,90
32,50	33,05	0,55
33,20	35,60	2,40
33,20	35,65	2,45
19,00	19,70	0,70
18,50	19,40	0,90
		Promedio: 1,18

CUADRO N° 3

DIFERENCIA
EN AMBOS FEMURES
en:

Orto: R.X. con medic. absolutas centímetros	Ortorradiografía Método de Farill centímetros
0,15	0,15
0,05	0,00
0,15	0,15
0,60	0,60
0,75	0,75
0,30	0,35
0,25	0,30
Promedio: 0,05 cms. ($\frac{1}{2}$ mm.)	

CUADRO N° 4

DIFERENCIA EN AMBAS TIBIAS

Orto: R.X. (mediciones absolutas) centímetros	Orto- método de Farill centímetros
0,5	0,5
0,25	0,25
0,60	0,65
0,65	0,75
2,10	2,15
0,30	0,35
0,25	0,30
Promedio: 0,10 cms. (1 mm.)	

CUADRO N° 5

ESTUDIO COMPARATIVO DE SESENTA CASOS DE LOS METODOS
DE FARILL Y EL NUESTRO

Valores iguales	Valores mayores	
	Farill	Nuestro método
9 casos 15 %	40 casos 66,66 %	11 casos 18,33 %

CUADRO N° 6

(Nuestro método)

	Fémur	Tibia	Longitud total (fémur y tibia)
Máxima diferencia	2 mm.	3,5 mm.	3 mm.
Cifras promedio de las diferencias	0,7 mm.	0,7 mm.	1 mm.

Al realizar la medición del método de Farill bajo un factor común de angulación y al compararlos con las mediciones de nuestro método bajo el mismo factor, obtuvimos en sesenta casos los siguientes resultados:

A un fémur diseado que medía 40,4 cm., le realizamos una medición con el cortotelerengonograma y nuestro método, colocándolo en condiciones muy si-

milares, como si estuviera con el paciente, o sea, que en posición horizontal, la cabeza y cuello distaban unos 6 a 7 cm. de la mesa radiográfica, el condilo interno en contacto con la misma y el externo a un centímetro de elevación.

Se le practicaron los dos métodos de medición, en las mismas circunstancias antes dichas; la

distancia focal fue de 42 inch; se usó poder buky y film Kodak de mediana intensidad, obteniéndose los siguientes resultados (figura 11 y 12.)

CORTO- TELERENGENOGRAMA

Unica medición (radiológica)

43,9 y 44,2 centímetros
(Según la medida se dirija al condilo interno o al externo (figura N° 10).

NUESTRO METODO

1ª medición: 40,35 cm. (Fig. 11)
(Diferencia 1 mm.

2ª medición: 40,25 cm. (Fig. 12)
(Diferencia 1 mm.

Diferencias entre los valores de la cortotelerradiografía y los valores reales del fémur diseado:

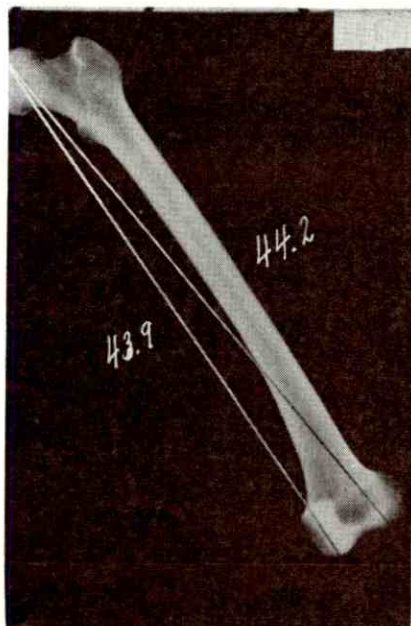


Fig. N° 10.

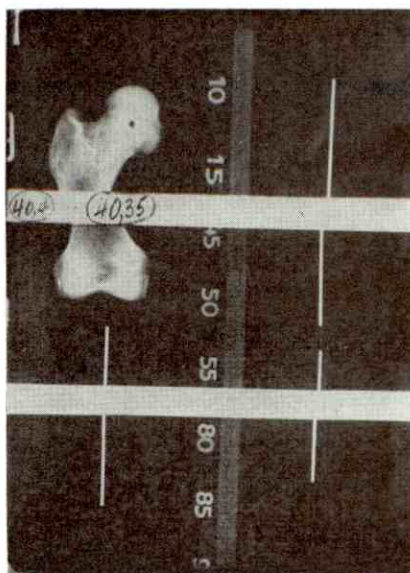


Fig. N° 11.

Mínima	Máxima
3,5 cm.	3,8 cm.

Esto da idea del gran aumento (magnificación) de la imagen del cortotelengenograma en comparación con el valor real del hueso diseado.

Los valores diferenciales de nuestro método fueron 1,5 a 0,5 milímetros más pequeño que la longitud del fémur diseado.

En la misma radiografía se colocaron varillas metálicas con valores determinados obteniéndose los siguientes resultados (figura N° 11):

Valores reales

42,3 centímetros
29,4 centímetros
33,2 centímetros

Valores radiológicos

42,3 centímetros
29,6 centímetros
33,3 centímetros

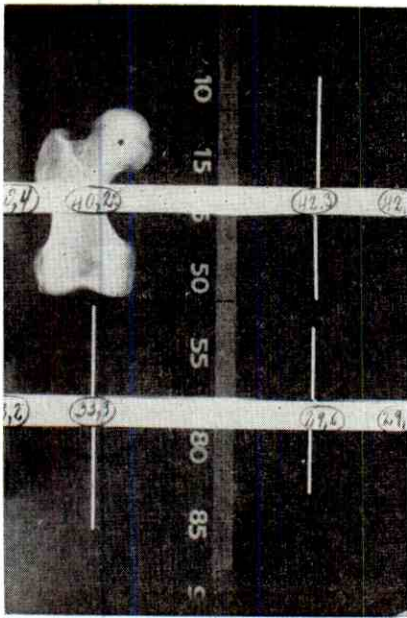


Fig. N° 12.

Diferencias

- 0. milímetros
- 2. milímetros
- 1. milímetro

Lo cual reafirma una vez más que nuestro método es bastante exacto y que solamente tiene diferencias con la realidad en los casos más extremos y en los huesos más largos, máximo hasta 3 milímetros, en un número de casos muy bajo, y en general con un promedio de 1 milímetro.

Ultimamente hemos agregado a este método una pequeña variante, en aquellos casos en los cuales, se desee medir la longitud vertical del pie; efectuando entonces el mismo método, pero colocando la mesa radiográfica verticalmente con el paciente de pie, apoyado sobre un soporte de madera, que tiene transversalmente una cuerda metálica tensa a la altura de los talones.

Se procede a efectuar las tomas radiográficas; pero el último enfoque lo hacemos, no al ni-

vel de las tiobiotarsianas, sino a la altura de la cuerda metálica.

Sobre este film se podrá medir la longitud total de los miembros desde las caderas hasta las bases de los mismos (Figura N° 13), lo que equivale a una medida verdaderamente funcional que es lo que necesita el paciente en el momento de efectuar la marcha.

No se debe efectuar esta medición, en aquellos casos de pie equino, que no lleguen con el peso del cuerpo a los 90 grados; en este caso los talones no tendrían un buen apoyo sobre el piso y darían falsos valores.

CONCLUSIONES

Este método llena los siguientes requisitos indispensables para una buena medición radiológica (que habían sido expuestos en

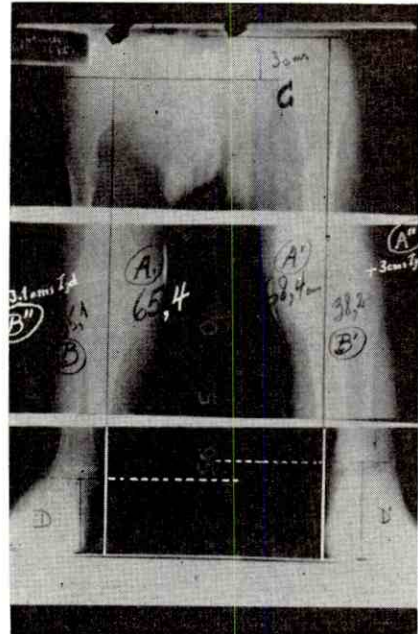


Fig. N° 13.—A-A' mediciones absolutas, de las caderas a la base de los pies.—B-B' mediciones relativas (tipo Farill).—A''-B'' las diferencias de longitud en cada método.—D-D' las longitudes verticales de los pies.

1945 por la Comisión de la polio-mielitis reunida en Harvard).

1) La medición radiológica de los huesos, **debe ser minuciosa en obtener la longitud verdadera**, para que pueda ser, por lo tanto, **comparativa con cualquier método**.

2) La **precisión de las medidas deben ser constantes, para las diversas longitudes óseas**, en orden de computar el verdadero crecimiento de los mismos.

3) **Deben contener suficientes detalles**, para visualizar las líneas epifisarias y las diversas anomalías óseas.

RESUMEN

Se exponen en forma breve los diversos métodos de medición radiológica, hasta ahora conocidos mundialmente, señalando sus ventajas y sus inconvenientes. Se desechan definitivamente los métodos telerradiográficos por magnificar la imagen. Se llama la atención en los métodos ortorradiográficos sobre los siguientes puntos:

a) Los que efectúan las mediciones solamente en forma diferencial.

b) Los que efectúan la medición de los valores reales de los huesos.

c) Los que utilizan tres exposiciones sobre una placa 14×17 .

d) Los que están dotados de una técnica sencilla y al alcance de todos.

Se describe un nuevo método ortorradiográfico que reúne las características anteriores y se demuestra su exactitud y su fácil realización. Se expone una variación a este método para medir la longitud funcional de los miembros inferiores, incluso la altura vertical del pie dentro del mismo film 14×17 .

BIBLIOGRAFIA

1. *Green, White y Anderson.* Orthoentgenography as a method of Measuring the bone of the Lower Extremities, J. of B. and J. S. Vol. 28, N° 1, pág. 60 a 65. Enero de 1946.
2. *Merril, O. E.* A Method of Measurement of the long Bones am J. Roengenografía 48: 405-406, 1942.
3. *Goldstein y Dreisinger.* Spot Orthoentgenography, Journal Of. B. and J. S. Vol. 32 A. Pág. 449 a 452, 1950.
4. *White, J. W.* A practical Graphyc Method of Recording Leg Length Discrepancies Southern Med. J., 33-946-949. 1940.
5. *Melvin Earnest y otros.* A simple Technique For X-Ray Measurement of Limb Length Discrepancies, of B. and J. S. Vol. 36, página 152 a 154. 1954.
6. *Taillard, W.* Die Rontgenologischen Methoden Zur Messung der Langen Rohrenk nochen. "Zeitschrift für Orthopädie Undhre Grenzgebiete" 88 Band, 2 Heft., págs. 151 a 158. 1957.
7. *Farill, Juan.* Medición Ortorradiográfica del Acortamiento del Miembro Inferior. Radiografía y fotografía clínicas. T. 18, N° 2 y 3, p. 42 a 48. 1952.