

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES  
HOSPITAL REGIONAL "20 DE NOVIEMBRE"  
I. S. S. S. T. E.

11242  
Sej  
17

ESTUDIO DE LA MADURACION OSEA Y DE LA DEL ELECTROENCEFALOGRAMA (EEG) EN UN GRUPO DE ESCOLARES DE UN AREA URBANA MARGINADA

TESIS DE POST-GRADO  
QUE PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD EN  
R A D I O D I A G N O S T I C O

PRESENTA

DR. LUIS RICARDO MENDEZ GARCIA

ASESOR DE TESIS:

DR. ANTONIO FERNANDEZ BOUZAS

MEXICO, D. F.

1988

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INTRODUCCION

El E.E.G. sufre grandes cambios con la edad, principalmente en los primeros años de la vida y hasta alcanzar la edad adulta. Tradicionalmente las ondas electroencefalográficas se divide en cuatro ritmos fundamentales: delta, theta, alfa y beta (11).

La característica mas llamativa de estos ritmos es su frecuencia: por debajo de 3 Hz se denominan ondas delta, entre 3 y 7 Hz se llaman ondas theta, entre 8 y 13 Hz ondas alfa y por arriba de 14 Hz ondas beta.

El ritmo delta es la actividad dominante durante los dos primeros años de la vida, incrementandose progresivamente la actividad theta que llega a ser el ritmo más relevante entre los 3 y 6 años. El ritmo alfa es la actividad fundamental en el adulto y se observa claramente en los niños a partir de los 5 años.

En los últimos años el desarrollo de los métodos computarizados, aplicados al análisis del E.E.G. ha tomado gran interés por cuanto permite una evaluación más objetiva de éstos ritmos. En el año de 1973 Matousek y Petersén (7), describieron por primera vez los valores de potencia en cada banda electroencefalográfica por año de edad, de 1 a 21 años, en 8 derivaciones bipolares. Para cada derivación realizaron un análisis de regresión múltiple usando los valores de las potencias en cada banda, y otros parámetros derivados de éstos valores, encontrando correlaciones muy altas con la edad.

John y Cols., en 1980 (5), utilizando las mismas derivaciones que los autores suecos realizaron análisis de regresión en función de la edad para cada banda del E.E.G. en 306 niños norteamericanos de 6 a 16 años.

El parámetro utilizado fué la potencia relativa por banda que equivale al por ciento de la actividad en esa banda. Estos grupos de niños normales, habían sido seleccionados de acuerdo a criterios muy estrictos. Las rectas de regresión obtenidas por John y Cols., en niños norteamericanos mostraron que las bandas theta y delta tienen una pendiente negativa mientras que ésta es positiva en las bandas alfa y beta.

Posteriormente John y Cols. (6), estudiaron enfermos con alteraciones neurológicas y psiquiátricas conocidas y observaron que niños con trastornos del aprendizaje o con enfermedades neurológicas no correspondían con los parámetros electroencefalográficos registrados para cada edad y propusieron que el método podía ser utilizado como criterio objetivo de evaluación de la maduración del Electroencefalograma de nuevos sujetos.

Harmony y Cols. (3), observaron que en niños mexicanos con antecedentes de riesgo biológico y socioeconómico había importantes desviaciones del patrón de maduración del E.E.G., comparado con niños mexicanos seleccionados de acuerdo a criterios estrictos de normalidad.

Con el objetivo de conocer si en las poblaciones en riesgo, además de existir desviaciones en la maduración del E.E.G., existían alteraciones en otros aspectos de su desarrollo biológico, se realizó este trabajo. Como medida del desarrollo biológico se consideraron las áreas de osificación de los huesos de la mano.

## MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 40 niños de una escuela de Tlalnepantla, entre 7 y 12 años de edad, de nivel socioeconómico bajo. En la tabla 1 se expone la distribución de estos niños en cuanto a antecedentes de riesgo biológico conocidos y trastornos en el aprendizaje, evaluados por una prueba pedagógica diseñada por Hinojosa y Rocha en 1985 (4).

A todos los niños se les registró el E.E.G. en condiciones de reposo y con los ojos cerrados en las siguientes derivaciones nonopolares: F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5 y T6, usando los lóbulos de ambas orejas cortocircuitados como referencia (sistema internacional 10/20). Se seleccionó un segmento de E.E.G. de un minuto de duración libre de artefactos, para el análisis de frecuencias. Este se realizó para cada derivación obteniéndose los valores de potencia relativa en las bandas delta (0.5-3.5 Hz), theta (3.6-7.5 Hz) y alfa (7.6-12.5 Hz) como el porcentaje de actividad en cada banda.

A todos los niños se les practicaron radiografías en posición posteroanterior de la mano izquierda, a 1.20 metros de distancia foco-película, y se midieron las áreas de los núcleos de osificación de los distintos huesecillos, que incluían: núcleos distales del radio y cúbito, primera y segunda hileras del carpo, núcleo de osificación proximal del primer metacarpiano y distales de los otros cuatro, y las áreas de osificación de los cinco metacarpianos (Fig.1). Con cada uno de los parámetros del E.E.G. y el área de cada núcleo de osificación se calculó una ecuación de regresión lineal en función de la edad. El intervalo entre el registro electroencefalográfico y la radiografía de la mano fué menor a seis meses.

## RESULTADOS

En las tablas 2,3 y 4 estan expuestos los valores de regresión: Intercepto y Pendiente, la Probabilidad y  $R^2$ , ( que es el porciento de varianza que explica la regresión) en las distintas variables electroencefalográficas para las bandas de frecuencia delta, theta y alfa.

En las tablas 5 y 6 se exponen estos valores de regresión tomando como variables dependientes las areas de osificación del radio, cúbito, carpo y metacarpianos. Como se puede observar en estas tablas, los valores de regresión de los parámetros del E.E.G. no tienen significación, excepto en A02 (alfa en occipital derecho) y en D02 (delta en occipital derecho). En cambio, las regresiones de los nucleos de osificación de la mano tienen un valor de probabilidad muy alto (excepto el del pisiforme, trapecio, trapecoide, N5). El hueso grande, ganchudo y la osificación de los metacarpianos obtuvimos los valores más altos de  $R^2$ . En el ganchudo se obtuvo un 0.617 de explicación de la varianza por la regresión lineal.

Exponemos en las figuras 2.3.4 y 5 las regresiones de hueso grande y piramidal, N1 y M3, que ilustran las excelentes pendientes observadas en las regresiones de las areas de estos huesecillos en función de la edad.

## DISCUSION

La medición de las áreas de los núcleos de osificación por métodos electrónicos, es un procedimiento que en general no se usa. El método más utilizado para valorar las edades óseas es el de los atlas, de los cuales el más conocido es de Greulich y Pyle (2), que como es lógico para los fines que perseguimos estaba excluido. Tampoco usamos la técnica de Tanner y Whitehouse (10), porque da valores semicuantitativos y por lo tanto no paramétricos, además, por experiencia, no es un método muy objetivo.

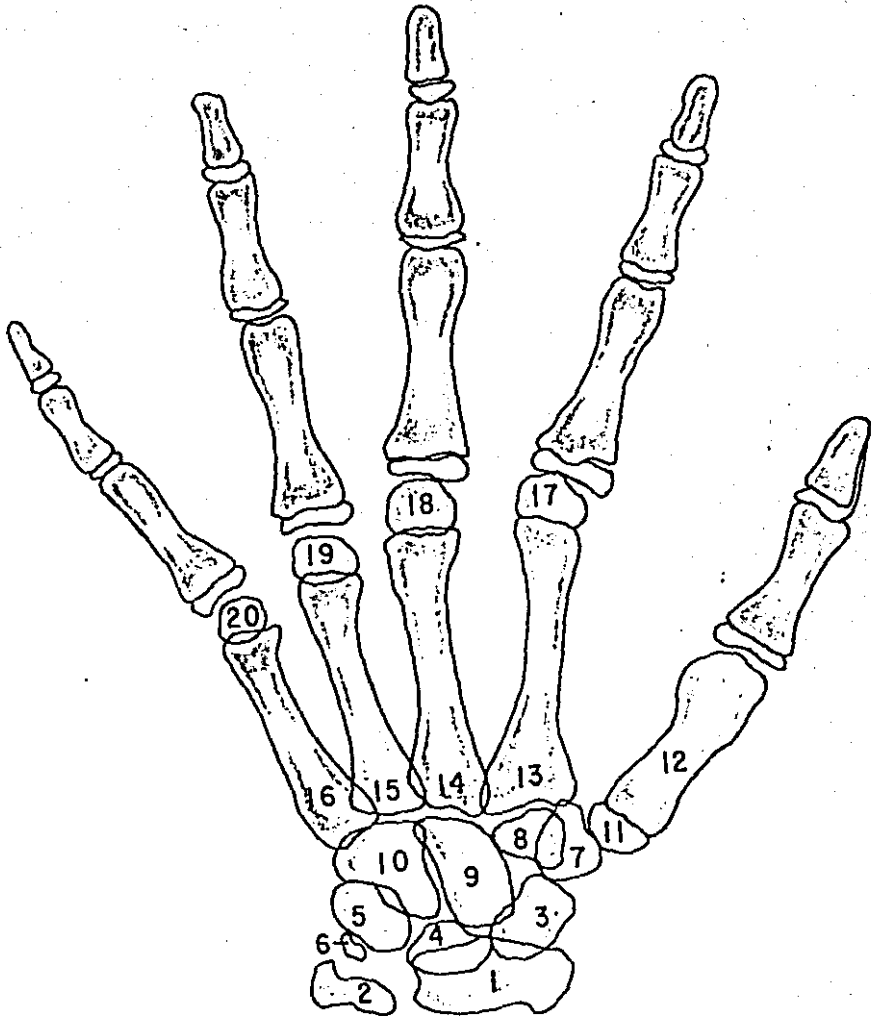
Las áreas de osificación, como se observa en resultados, tiene una alta correlación con la edad de los niños. Algunos detalles como por ejemplo, la aparición del gancho del hueso gancho, no se pueden expresar en estas medidas, pero éste fué un dato que se consideró como de muy poco peso frente a las ventajas obvias que ofrece el obtener valores cuantitativos.

Hay una disociación entre la maduración del esqueleto, que parece tener pocos problemas con los riesgos biológicos y socioeconómicos, y la maduración del E.E.G., que está francamente alterada debido a estos riesgos (3). No hay referidas alteraciones del electroencefalograma en desnutrición, sin embargo se ha observado anatómicamente que en niños fallecidos por desnutrición prácticamente no hay espinas dentríticas y la longitud de las dendritas está disminuida (1). Esto se había descrito previamente en animales: Perez (8) y Pulido (9), han observado estas alteraciones en grados no tan importantes de desnutrición.

El grupo de niños estudiados en este trabajo son normales clínicamente y radiológicamente, y no tienen alteraciones nutricionales muy severas, pero aparte de este riesgo, presentan otros, tanto socioeconómicos como biológicos, muchos de los cuales influyen sobre todo en el sistema nervioso central. Harmony y Cols., (3), habían descrito alteraciones en la maduración del E.E.G. En estos grupos de niños, tanto en las zonas marginadas de la ciudad de México, como en zonas rurales. En este artículo se describe algo similar en los niños de las zonas marginadas de Caracas.

Pensamos que se puede concluir que los riesgos socioeconómicos y biológicos, alteran más el desarrollo del sistema nervioso central que el desarrollo del esqueleto.

FIGURA I.



- 1.- Núcleo distal del Radio
- 2.- Núcleo distal del Cubito
- 3.- Escafoides
- 4.- Semilunar
- 5.- Piramidal
- 6.- Pisciforme
- 7.- Trapezio
- 8.- Trapezoide
- 9.- Hueso Grande
- 10.- Hueso Ganchudo
- 11.- Núcleo proximal del Primer Metacarpiano
- 12.- Primer Metacarpiano
- 13.- Segundo Metacarpiano
- 14.- Tercer Metacarpiano
- 15.- Cuarto Metacarpiano
- 16.- Quinto Metacarpiano
- 17.- Núcleo distal del Segundo Metacarpiano
- 18.- Núcleo distal del Tercer Metacarpiano
- 19.- Núcleo distal del Cuarto Metacarpiano
- 20.- Núcleo distal del Quinto Metacarpiano



FIGURA 2

$R = 0.516$

AREA  
HUESO  
GRANDE

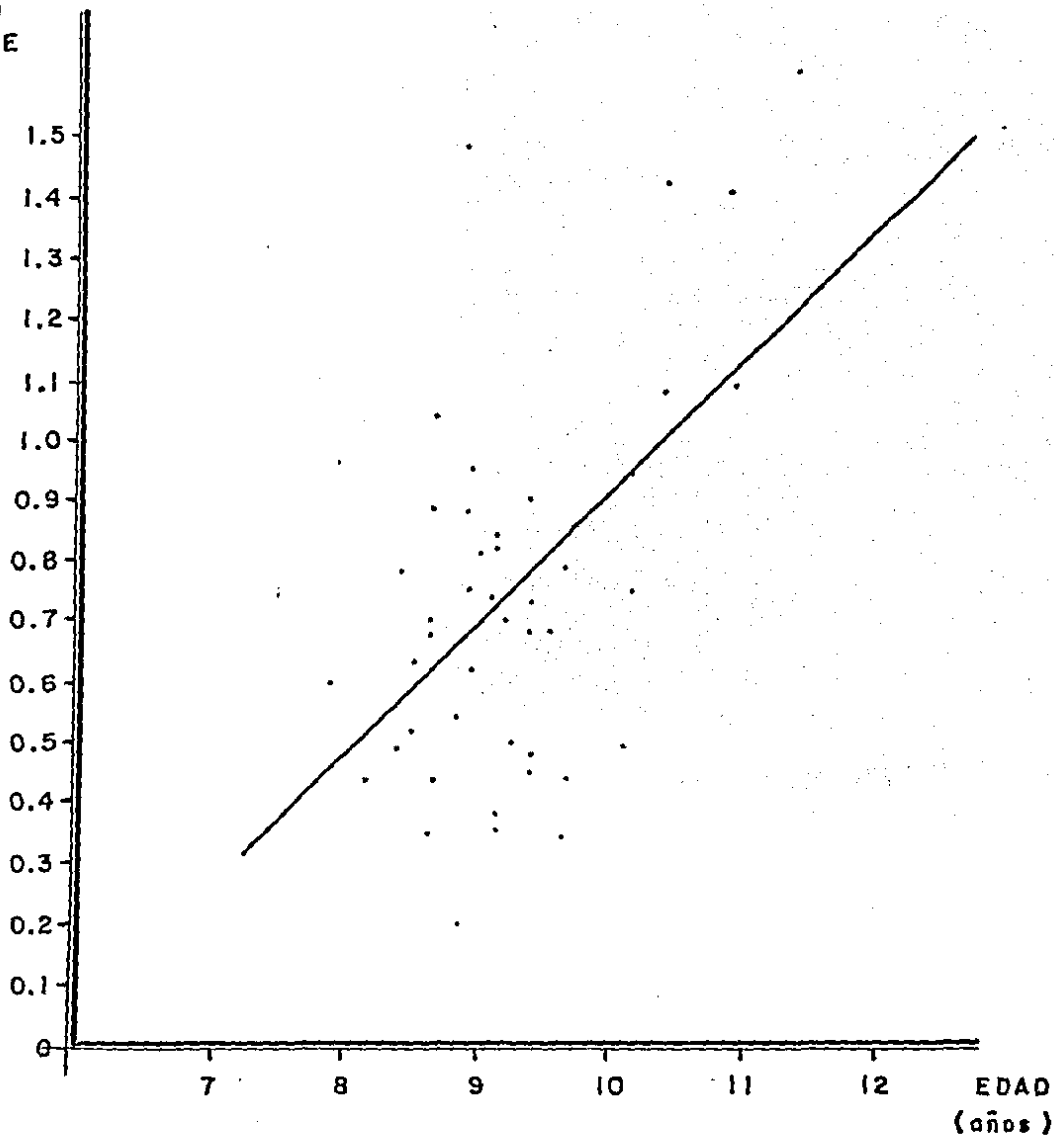


FIGURA 3

$R = 0.614$

AREA  
PIRAMIDAL

1.7  
1.6  
1.5  
1.4  
1.3  
1.2  
1.1  
1.0  
0.9  
0.8  
0.7  
0.6  
0.5  
0.4  
0.3  
0.2  
0.1  
0

7 8 9 10 11 12 EDAD (años)

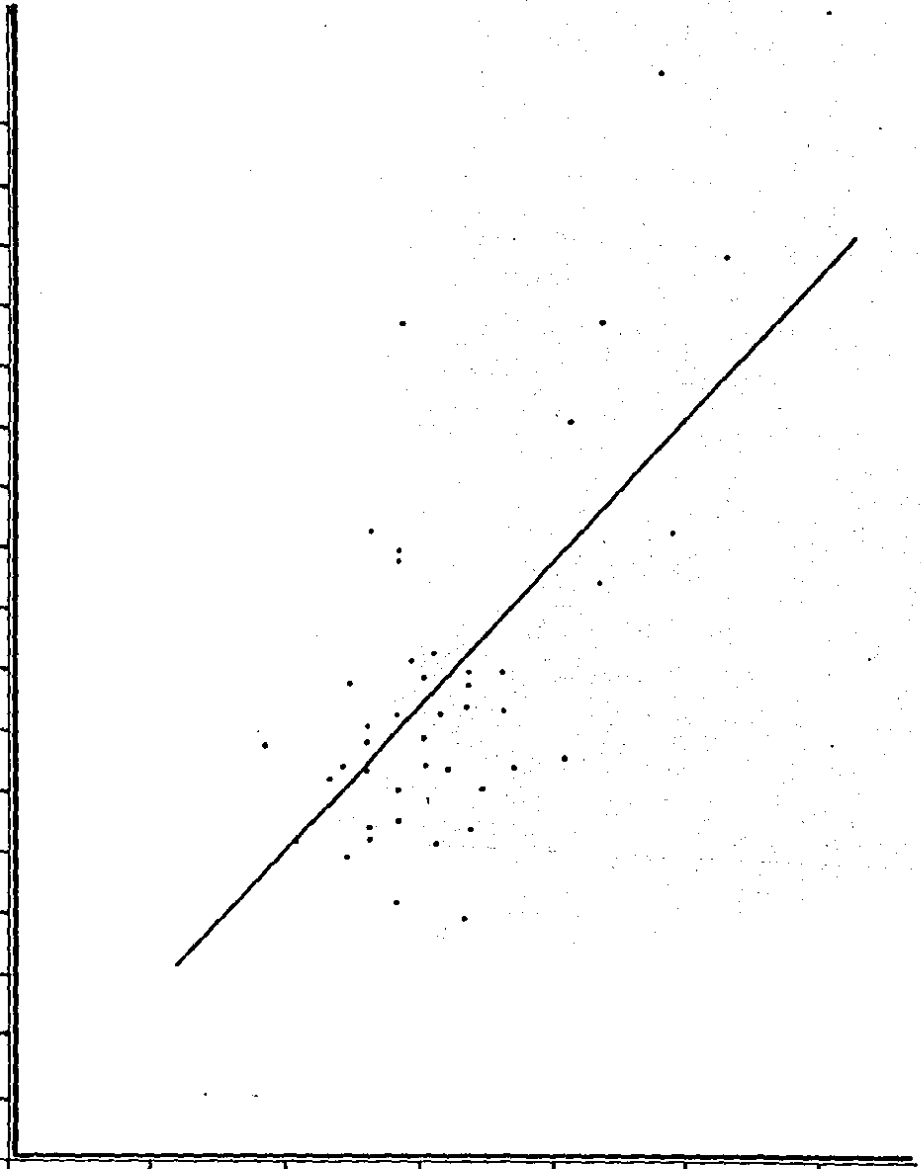
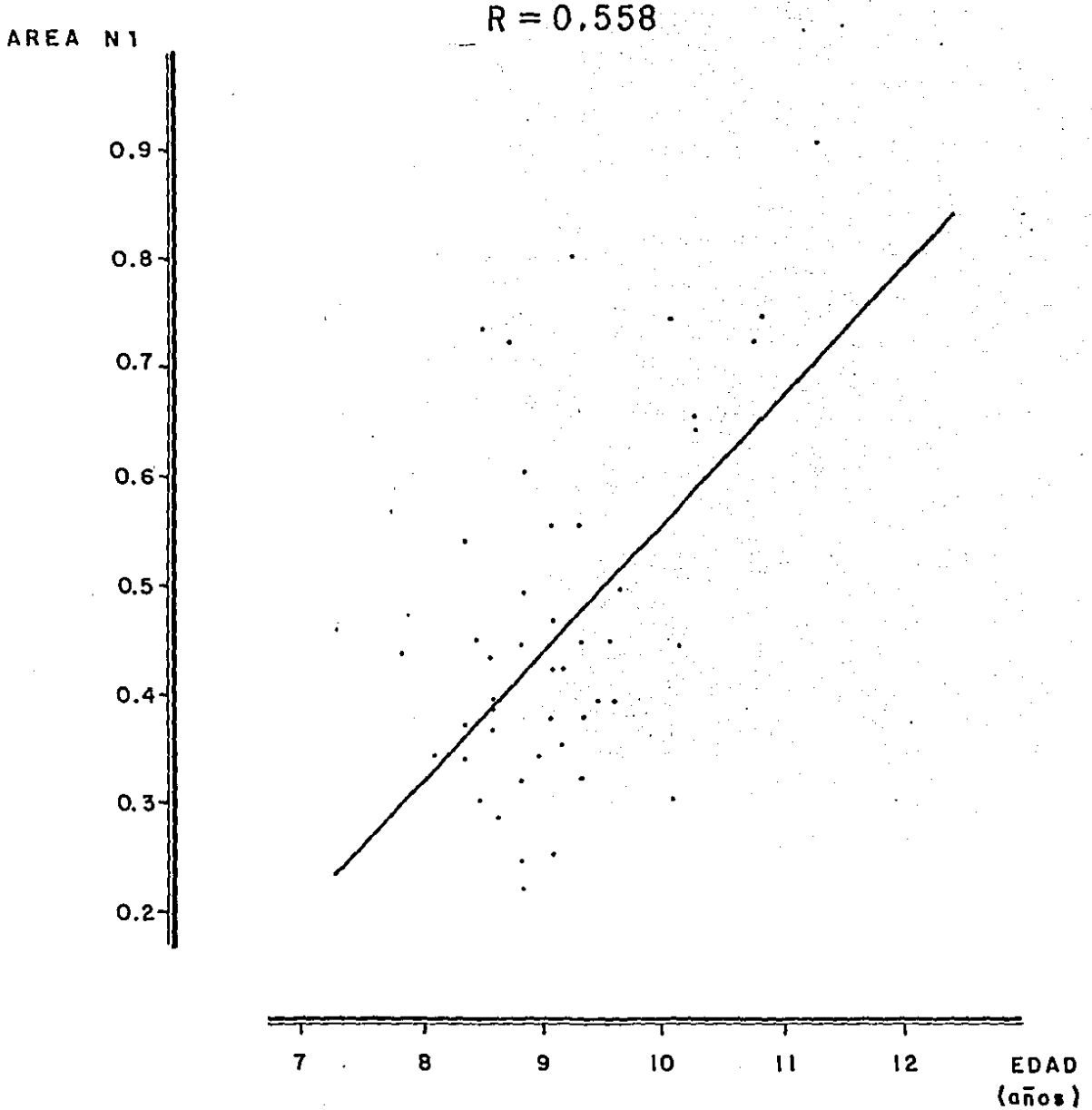


FIGURA 4



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

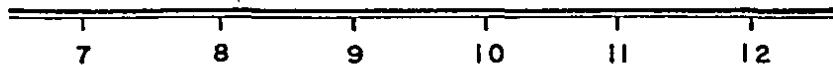
$R = 0.473$

AREA M3

5.0

4.0

3.0



EDAD  
(años)

TABLA I

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

	CONTROLES	TA*
SIN ANTECEDENTES	11	5
CON ANTECEDENTES	14	10
TOTAL	25	15

\* TRASTORNOS DEL APRENDIZAJE

TABLA II

VARIABLE DEPENDIENTE	INTERCEPTO	PENDIENTE	PROB. (T)	R <sup>2</sup>
DF 3	44.229	0.347	0.823	0.001
DF 4	37.419	0.114	0.929	0.000
DF 7	61.591	-2.051	0.193	0.044
DF 8	58.199	-1.461	0.299	0.028
DP 3	37.349	0.930	0.456	0.014
DP 4	34.989	0.598	0.566	0.008
DC 3	31.536	0.090	0.940	0.000
DC 4	32.373	0.014	0.988	0.000
DT 3	54.453	-1.997	0.240	0.036
DT 4	48.935	-1.370	0.314	0.026
DT 5	48.224	-1.838	0.291	0.029
DT 6	42.961	-1.348	0.271	0.031
DO 1	36.905	-1.270	0.260	0.033
DO 2	48.290	-2.451	0.037*	0.109

TABLA III

VARIABLE DEPENDIENTE	INTERCEPTO	PENDIENTE	PROB. (T)	R <sup>2</sup>
JF 3	42.598	-1.177	0.209	0.041
TF 4	45.047	-1.388	0.126	0.060
TF 7	26.437	0.265	0.784	0.002
TP 3	35.914	0.373	0.773	0.002
TP 4	39.847	0.763	0.537	0.010
TC 3	37.893	0.379	0.675	0.004
TC 4	44.180	0.950	0.357	0.022
TT 3	35.892	0.438	0.674	0.004
TT 4	36.838	0.679	0.505	0.011
TT 5	26.523	0.108	0.923	0.000
TT 6	31.601	-0.450	0.696	0.004
TO 1	36.797	-1.505	0.088	0.074
TO 2	38.983	-1.792	0.089	0.074

TABLA IV

VARIABLE DEPENDIENTE	INTERCEPTO	PENDIENTE	PROB. (T)	R <sup>2</sup>
AF 3	13.559	0.823	0.489	0.012
AF 4	14.316	0.920	0.398	0.018
AF 7	8.706	1.346	0.247	0.037
AF 8	10.425	1.250	0.341	0.023
AP 3	23.419	1.175	0.512	0.011
AP 4	22.887	1.137	0.492	0.012
AC 3	28.318	0.002	0.999	0.000
AC 4	21.973	0.544	0.691	0.004
AT 3	13.899	1.097	0.429	0.016
AT 4	15.843	1.022	0.465	0.014
AT 5	25.795	1.103	0.615	0.006
AT 6	25.016	1.262	0.516	0.011
AO 1	24.677	2.508	0.151	0.053
AO 2	10.103	4.121	0.032*	0.115



TABLA V

VARIABLE DEPENDIENTE	INTERCEPTO	PENDIENTE	PROB. (T)	R <sup>2</sup>
RADIO	-0.244	0.209	0.000*	0.264
CUBITO	-0.277	0.072	0.011*	0.157
ESCAFOIDES	-0.854	0.184	0.001*	0.236
SEMILUNAR	0.101	0.067	0.049*	0.097
PIRAMIDAL	0.052	0.077	0.020*	0.134
PISIFORME	-0.205	0.030	0.149	0.053
TRAPECIO	1.104	0.077	0.178	0.047
TRAPEZOIDE	0.675	0.065	0.181	0.046
H. GRANDE	-0.742	0.158	0.000*	0.339
H. GANCHUDO	-1.096	0.174	0.000*	0.617

TABLA VI

VARIABLE DEPENDIENTE	INTERCEPTO	PENDIENTE	PROB. (T)	R <sup>2</sup>
N 1	0.137	0.073	0.000*	0.269
N 2	0.221	0.051	0.016*	0.141
N 3	0.040	0.075	0.000*	0.281
N 4	0.104	0.048	0.011*	0.157
N 5	0.217	0.021	0.148	0.054
M 1.	0.351	0.258	0.001*	0.354
M 2	1.450	0.237	0.000*	0.258
M 3	0.825	0.279	0.000*	0.340
M 4	0.001	0.297	0.000*	0.389
M 5	0.949	0.192	0.001*	0.243

\*.- VALOR SIGNIFICATIVO

N.- NUCLEO DE OSIFICACION DE LOS METACARPIANOS

M.- METACARPIANO

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- De la Rosa, I., Benitez-Briblesca, L., Mayoral, P. y Feria Velasco, A. Estudio Morfológico de las Espinas Dendríticas de Corteza Cerebral en la Desnutrición Protelco-Calórica Infantil. XXXI Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Querétaro, Querétaro, 1988.
- 2.- Greulich, W.W. and Pyle, S.I. Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist. Stanford. Stanford University Press, 1959.
- 3.- Harmony, T., Alvarez, H., Pascual, R., Ramos, A., Marosi, E., Díaz de León, A.E., Valdes, P. and Becker, J. E.E.G. maturation on children with different economic and psychosocial characteristics. International Journal of Neurosciences, in Press, 1988.
- 4.- Hinojosa, G. y Rocha, C. Evaluación de la lectura en niños de primaria; reporte preliminar. ENEP-Iztacala, 1985.
- 5.- John, E.R., Ahn, H., Prichep, L., Trepeti, M., Brown, D. and Kaye, H. Development equations for the electroencephalogram. Science, 210, 1255-1258, 1980.
- 6.- John, E.R., Prichep, L., Ahn, H., Easton, P., Fridman, J. and Kaye, H. Neurometric evaluation of Cognitive dysfunctions and neurological disorders in children. Progress in Neurobiology, 21: 239-90, 1983.

- 7.- Matousek, M. and Petersén, I. Frequency analysis of the E,E,G. in normal children and adolescents. En Kellaway, P. and Petersén, I. (Eds.). Automation of clinical Electroencephalography. Raven Press, New York, 1973.
  
- 8.- Pérez Herrera, H. y Salas, M. Efecto de la desnutrición neonatal sobre el desarrollo de núcleos específicos y no específicos de la Rata. XXXI Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Querétaro, Querétaro, 1988.
  
- 9.- Pulido, S., Torredo, C. y Salas, M. Desarrollo de la percepción visual en Ratas desnutridas neonatalmente. XXXI Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Querétaro, Querétaro, 1988.
  
- 10.- Tanner, J.M., Whitehouse, R.H., Marshall, W.A. Assesment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Metod). Healy Goldstein 1975, Academic Press.
  
- 11.- Walter, W.G. Normal Rhythms, their development, distribution and significance. En Hill, D. and Parr, G. (Eds.) Electroencephalography, Mc Donal, London, 1950.