

## MADURACION OSEA EN NADADORES PREADOLESCENTES

*María Guadalupe Cristina López García\**  
*Carlos de la Vega Lezama\*\**  
*José Calderón Guzmán\*\*\**

### INTRODUCCION

Existe una serie de observaciones que plantean muchas interrogantes e inquietudes acerca de este tema. Por otra parte, es fácil observar el auge que la práctica de actividades deportivas ha tenido en todo el mundo, incluido México, y se advierte su generalización en individuos de toda edad. Al mismo tiempo nos percatamos de que la programación y administración del deporte se encuentra frecuentemente en manos de personas carentes de conocimientos elementales de fisiología del esfuerzo, lo que puede resultar peligroso cuando los individuos se encuentran en etapa de crecimiento y desarrollo.

Diversos autores hacen mención de la influencia que la actividad física desempeña en el desarrollo morfofuncional del organismo; afirman que el deporte debe practicarse desde la infancia, pero orientado con criterio, de manera que pueda actuar como estímulo para el buen desarrollo del sujeto en la etapa de crecimiento, sin crear situaciones que repercutan negativamente en él.

Se sabe también que en esta etapa evolutiva temprana, los pequeños estímulos exaltan la actividad general del organismo y, por el con-

trario, los grandes esfuerzos la deprimen. Los primeros estarían representados por la actividad deportiva adecuada a ese periodo delicado de desarrollo orgánico; y los segundos, por cargas de trabajo excesivas con las consecuencias negativas que esto acarrea.<sup>4,11</sup> Empleamos el término maduración en el sentido de que las estructuras lleguen a su etapa de plena diferenciación morfofuncional y no en el de alcanzar dimensiones mayores; quizás el término más adecuado para nuestros fines sea *maduración estructural*.

Diversos factores (genéticos, neuroendocrinos y ambientales) intervienen en los procesos de maduración ósea, aunque el enfoque de este trabajo será hacia las modificaciones que la actividad física (natación) pueda producir en los patrones de dicha maduración.

Existen informes de países como Estados Unidos, Inglaterra y Francia,<sup>6,17,22</sup> en que los investigadores han encontrado que la tasa de desarrollo respecto a la talla, ha aumentado en los últimos cincuenta años; los jóvenes de quince años son en la actualidad quince centímetros más altos que los de hace cinco décadas.

Además, se ha podido observar que los niños sin problemas nutricionales, que practican actividades deportivas adecuadamente programadas para su edad, muestran mejor desarrollo que los que no las realizan.<sup>4,18</sup>

El presente trabajo enfoca su atención hacia la maduración ósea, haciendo resaltar la importancia que ha adquirido la determinación

---

\* Jefatura de Programas de Urgencias a la Comunidad de la Dirección General de Servicios Médicos del D.D.F.

\*\* Sección de Graduados de la Escuela Superior de Medicina del IPN. Becario de la COFAA.

\*\*\* Depto. de Radiología del Hospital Anexo del Centro Médico Nacional del IMSS.

de edad ósea, que no siempre corresponde a la edad cronológica del individuo.<sup>9,10</sup>

La determinación de la maduración ósea por el estudio radiológico es un método práctico, de fácil ejecución, de costo accesible y aporta un documento gráfico que permite comparar en forma objetiva un individuo con otros y aun un mismo individuo en diferentes etapas cronológicas. Por otra parte, nuestro medio no aporta bibliografía al respecto, por lo que ésta podría ser una aportación inicial.

#### ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Desde la fecundación, el hombre obedece a un proceso de desarrollo físico continuo, y en el periodo postfetal se añaden el psíquico y social.

Numerosos autores han realizado estudios interesantes sobre la serie de factores que pueden alterar el crecimiento y maduración óseos.<sup>17,18</sup>

En algunos países la medicina del deporte tiene reconocimiento de más de cincuenta años pero es reciente el interés que se ha manifestado por las alteraciones que el deporte mal administrado puede ocasionar a los individuos en etapa de desarrollo.<sup>12</sup>

Se sabe que la cultura física y el deporte en los países socialistas forman parte del sistema de vida; el deporte se practica desde la más temprana infancia y en los últimos años ha surgido una serie de interrogantes, tales como si es de provecho empezar los ejercicios deportivos en la niñez, cuando en general el aparato locomotor está aún en proceso de formación; si favorece el deporte el desarrollo del organismo, de su aparato locomotor y en particular su sistema óseo; o si por el contrario, entorpece o frena este desarrollo. Si lo favorece, desde qué edad y en qué régimen hace falta empezar los ejercicios para no perjudicar a este organismo aún no fuerte y en desarrollo; y si influyen de la misma manera para los menores diferentes ramas del deporte. Sin embargo, todavía no existe una sola respuesta y la literatura correspondiente se distingue por su divergencia.

En resumen, podemos decir que existen cuatro grupos de autores:<sup>18</sup> el de Hueter, Bach, Müller, Rautmann, Hert y Filin quienes con-

sideran que la carga física intensa lleva al organismo en desarrollo a una aceleración en el proceso de sinostosis de epífisis y metáfisis y, por supuesto a la detención del crecimiento en longitud de los huesos tubulares. El segundo grupo con Groshenkov, Sudzilovsky, Astanin, Mateef y otros, por el contrario reconocen que existe detención en la sinostosis, por supuesto con una acción estimulante para el crecimiento de los huesos. El tercer grupo con Kurachenkov, Alekseiev y otros, relacionan la influencia con el carácter del deporte y el tipo de carga deportiva. Puesto que en la práctica de ciertas clases de deporte no se observan desviaciones en el ritmo normal de la sinostosis y en otros casos se retrasa este proceso y se favorece el crecimiento de los huesos en longitud.

El último grupo de investigadores con Vintergalter, Aksionova y otros se expresan en forma no definitiva.<sup>18</sup>

Resulta evidente que todas estas opiniones inciden sobre el proceso de maduración ósea retardándolo o acelerándolo, por lo que resulta indispensable, con fines prácticos determinar la influencia del deporte en este proceso que es decisivo en el crecimiento y desarrollo óseo y el equilibrio funcional del organismo. Nuestro propósito es contribuir a esclarecer lo anterior respecto al deporte natorio, en sujetos preadolescentes de ambos sexos y tomando como referencia el estudio del esqueleto de la mano por medio de imágenes radiográficas, que en manos de un asesor idóneo tienen valor irrefutable. Se trata de una investigación observacional con medios instrumentales, apoyada también por un grupo testigo.

#### MARCO CONCEPTUAL E HIPOTESIS

Crecimiento y desarrollo son un conjunto de procesos morfofuncionales que conducen a la maduración del organismo y se llevan a cabo desde la fecundación hasta la edad adulta, bajo este término se estudian no solamente el aumento de estatura y peso (cambios de las proporciones corporales y de volumen somático) sino la adquisición de la estructura y función definitiva de células, tejidos y órganos que se pueden tomar como parámetros para evaluar el desarrollo normal o patológico.<sup>17</sup>

Al final del segundo mes de la vida fetal el esqueleto cartilaginoso embrionario da origen a segmentos diferentes que constituyen los precursores de los huesos del esqueleto axial y de las extremidades.<sup>5,16</sup>

Todos los centros primarios de osificación de los huesos tubulares aparecen en el curso de la vida fetal y dan origen al hueso prenatal. La época de desarrollo para cada centro es específica, algunos aparecen antes del nacimiento y otros aun en la adolescencia.<sup>9,15</sup> Los núcleos secundarios permiten el desarrollo óseo después del nacimiento y tienden a fusionarse a medida que el desarrollo avanza, y los núcleos epifisarios permanecen separados de la diáfisis por el cartílago de conjunción hasta el fin del crecimiento. La osificación y por tanto la desaparición radiológica de los cartílagos de conjunción, representa la maduración y cese del crecimiento.<sup>3</sup> A partir de ese suceso el crecimiento del hueso ya no es posible. El crecimiento longitudinal de los huesos continúa en un orden definido hasta los 15 años de edad en la mujer y los 16 en el varón, aproximadamente. Por otra parte, no debe confundirse el crecimiento longitudinal con la maduración y remodelación del hueso, procesos que continúan hasta la edad de 21 años, tanto en el varón como en la mujer.<sup>21</sup>

En el proceso de crecimiento y maduración óseos intervienen factores múltiples; sin embargo, el aspecto que interesa conocer aquí es el efecto de la función ósea sobre la estructura del hueso. Se sabe que la tensión funcional, las tensiones intermitentes de la actividad muscular normal o las cargas de trabajo programadas adecuadamente en el deporte, parecen favorecer en general el crecimiento del hueso;<sup>1,23</sup> a mayor tensión, mayor depósito de sales para su formación. Esto ha podido ser observado por ejemplo en los casos de huesos inmovilizados (debido a parálisis, fracturas, etc.) que sufren descalcificación; ocurre lo contrario en caso de tensión continua, pues favorece que crezcan gruesas y fuertes. Además se advierte que la fractura ósea estimula a los osteocitos lesionados para que proliferen y secreten grandes cantidades de matriz para deposición de hueso nuevo. Si el sujeto practica actividades deportivas, el traumatismo o el esfuerzo excesivo por cargas inadecuadas de trabajo, pueden

provocar cierre prematuro de los cartílagos de crecimiento,<sup>18,19</sup> lo que probablemente está en relación con la observación siguiente: el crecimiento en longitud del cartílago proliferante depende casi exclusivamente de la sangre procedente de las arterias epifisarias de manera que es comprensible que durante el ejercicio uno de los cambios hemodinámicos importantes sea la mejor oxigenación de los tejidos debido al aumento del flujo sanguíneo que irriga estos tejidos. Sin embargo, las fuertes tensiones por cargas excesivas de esfuerzo en las zonas epifisarias, producen compresión de las mismas y disminución del riego, lo que puede causar finalmente isquemia que traerá consigo alteraciones tisulares.

De acuerdo con lo anterior es probable que la actividad deportiva modifique los patrones de maduración ósea en individuos preadolescentes (9 a 13 años), por lo tanto si esta hipótesis se confirma, estos sujetos deberán presentar cambios en su estructura ósea.

#### MATERIAL Y METODO

Se tomó un grupo representativo de 40 deportistas, cuya edad fluctuaba entre 9 y 13 años; 20 de ellos del sexo masculino y 20 del femenino, se les dividió en grupos menores, 4 individuos para cada edad. El tiempo de práctica deportiva estaba dentro de los límites de 4 años como máximo, y año y medio como mínimo (promedio 2 años 7 meses); asistiendo tres veces por semana a sesiones de 60 a 90 minutos. Estos sujetos tomaban el curso avanzado de natación de la Alberca Olímpica, dependiente de la Dirección General de Promoción Deportiva del Departamento del Distrito Federal. La investigación se realizó en alumnos del turno vespertino. Se tomó como testigo un grupo de 40 individuos, 20 del sexo masculino y 20 del femenino, dentro del mismo rango de edad de los nadadores; sin embargo este grupo no practicaba sistemáticamente actividades deportivas.

Los individuos de ambos grupos pertenecían a familias en donde los padres poseían buen grado de escolaridad; uno de ellos o ambos eran profesionales, industriales, comerciantes o técnicos, que tenían ingresos por arriba del promedio de la población y que por

lo mismo habitaban en colonias que cuentan con todos los servicios y tienen buenas condiciones sanitarias. Por su situación económica desahogada enviaban a sus hijos a colegios particulares y desde la más temprana infancia les habían proporcionado buen aporte de nutrientes y asistencia médica.

Se tomaron radiografías de mano en dos posiciones para cada individuo; una pósterio-anterior y la otra en posición oblicua, especial para visualizar el hueso pisiforme, ambas tomas se hicieron en la placa de 8 x 10 pulgadas a distancia de un metro. Invariablemente se tomaron las placas de la mano no dominante, es decir, si el sujeto era diestro, la toma era de la mano izquierda y viceversa.

Las placas se tomaron con la técnica de 8 miliampers segundo con 45 a 50 kilovolts, según espesor, sin parrilla antidifusora Bucky.

Para la certificación de la edad ósea, se tomaron en cuenta los siguientes elementos radiológicos:

1. Presencia y desarrollo de los huesos del carpo.
2. Presencia y dimensión del pisiforme.
3. Presencia y dimensión del sesamoideo de la primera articulación metacarpofalángica.
4. Medición de las epífisis proximales de las falanges del dedo índice.
5. Medición de la epífisis distal del segundo metacarpiano.
6. Medición de la línea metaepifisiaria distal del segundo metacarpiano.
7. Espesor de la diáfisis del 2o. metacarpiano.
8. Medición de la cortical y medular a nivel de la diáfisis del segundo metacarpiano.
9. Longitud total del segundo metacarpiano.
10. Se analizaron en conjunto las diferentes estructuras óseas y articulares de mano y muñeca.

## RESULTADOS

1. Estructuras que mostraron mayor duración en nadadores (ambos sexos):  
Huesos del carpo, pisiforme, sesamoideo, epífisis distal del 2o. metacarpiano y longitud total del mismo (su incremento se observó sólo en mujeres).

2. Estructuras que no mostraron diferencia significativa con los testigos:  
Epífisis proximales de las falanges del dedo índice, línea metaepifisiaria distal del 2o. metacarpiano.
3. Estructuras que mostraron mayor duración en nadadores del sexo femenino:  
Pisiforme, sesamoideo, epífisis distal y longitud del 2o. metacarpiano.
4. Estructuras que maduraron más en el grupo testigo (no nadadores):  
Líneas metaepifisiarias de metacarpianos y falanges (en el grupo de 13 años de edad del sexo femenino) mostraban soldadura total.  
Los resultados se presentan en los cuadros sinópticos de la siguiente página.

## DISCUSION

Se sabe que el hueso se forma en respuesta a muchos factores, entre ellos las tendencias hereditarias, nutrición, estado de salud, tensión funcional, gravedad terrestre e influencias hormonales y bioquímicas.<sup>17,19,22</sup>

Investigadores como Strauss, afirman que el *stress* psíquico y físico de algunos deportes es capaz de modificar los patrones de desarrollo morfológico y estructural de los niños en crecimiento.<sup>20</sup>

La actividad física deportiva puede considerarse como el estímulo que desencadena una serie de mecanismos, principalmente neurohormonales, que intervienen en los procesos de maduración ósea.

La regulación del desarrollo orgánico, incluyendo el esquelético y la aparición de la pubertad dependen del aparato hipotálamo-hipofisiario de mando, de la hipófisis anterior y de las glándulas periféricas (tiroides, suprarrenales y páncreas). De las hormonas de hipófisis anterior, es la de crecimiento una de las más estudiadas recientemente, ya que afecta virtualmente el crecimiento de todas las células del organismo. Este efecto generalizado es necesario para el crecimiento y desarrollo normales. Algunos de sus efectos anabólicos son el crecimiento óseo y aceleramiento de la síntesis proteínica. Estos efectos son más notables durante la adolescencia.

Sería ideal estudiar radiografías de todo el esqueleto para evaluar su edad; sin embargo,

R E S U L T A D O S								
(VARONES)								
Edad	Pisiforme		Sesamoideo		Ep. Distal 2º Metac.		Long. Total 2º Metac.	
	T	N	T	N	T	N	T	N
9 años	-	-	-	-	++	+	++	+
10 años	-	++	-	-	++	++	++	++
11 años	++	++	-	-	++	+++	++	++
12 años	++	+++	++	++++	++	++++	++	+++
13 años	+++	++++	++	+++	+++	++++	+++	+++

T = GRUPO TESTIGO      N = GRUPO DE NADADORES

- = AUSENCIA

PISIFORME (área en mm<sup>2</sup>)    + (20-39)    ++ (40-59)    +++ (60-79)    ++++ (↑ 80)

SESAMOIDEO (long en mm)    + (1-2)    ++ (3-4)    +++ (4-4.9)    ++++ (↑ 5)

EPIF. DIST. 2º METAC (long en mm)    + (6.5-7.5)    ++ (7.6-8.0)    +++ (8.1-8.5)    ++++ (↑ 8.6)

LONG. TOTAL 2º METAC (en mm)    + (45-50)    ++ (51-55)    +++ (56-60)    ++++ (↑ 60)

R E S U L T A D O S								
(MUJERES)								
Edad	Pisiforme		Sesamoideo		Ep. Distal 2º Metac.		Long. Total 2º Metac.	
	T	N	T	N	T	N	T	N
9 años	+	++	-	++	+	+	+	+
10 años	+	++	-	++	+	++	+	++
11 años	++	+++	++	+++	++	++	++	++
12 años	+++	++++	+++	++++	+++	++++	+++	+++
13 años	+++	++++	+++	++++	+++	++++	+++	+++

T = GRUPO TESTIGO      N = GRUPO DE NADADORES

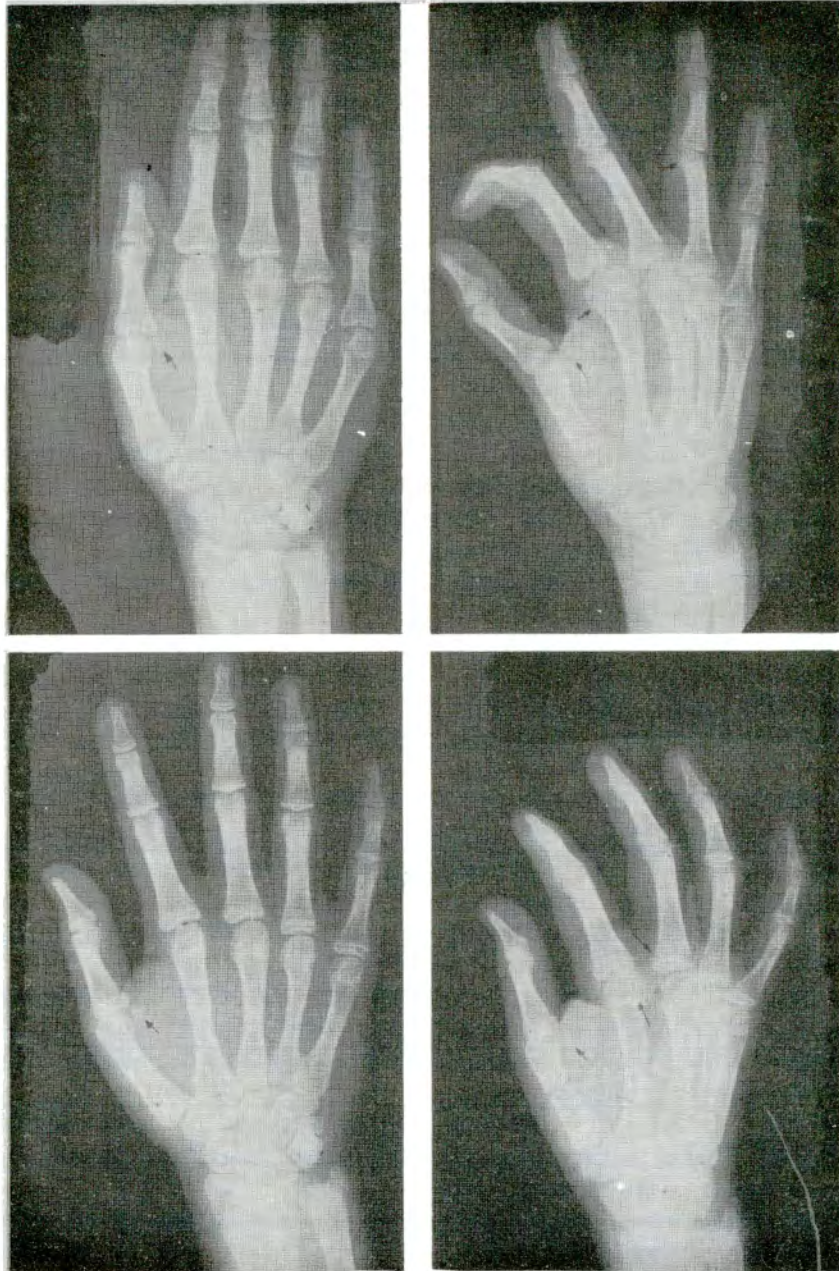
- = AUSENCIA

PISIFORME (área en mm<sup>2</sup>)    + (20-39)    ++ (40-59)    +++ (60-79)    ++++ (↑ 80)

SESAMOIDEO (long en mm)    + (1-2)    ++ (3-4)    +++ (4-4.9)    ++++ (↑ 5)

EPIF. DIST. 2º METAC (long en mm)    + (6.5-7.5)    ++ (7.6-8.0)    +++ (8.1-8.5)    ++++ (↑ 8.6)

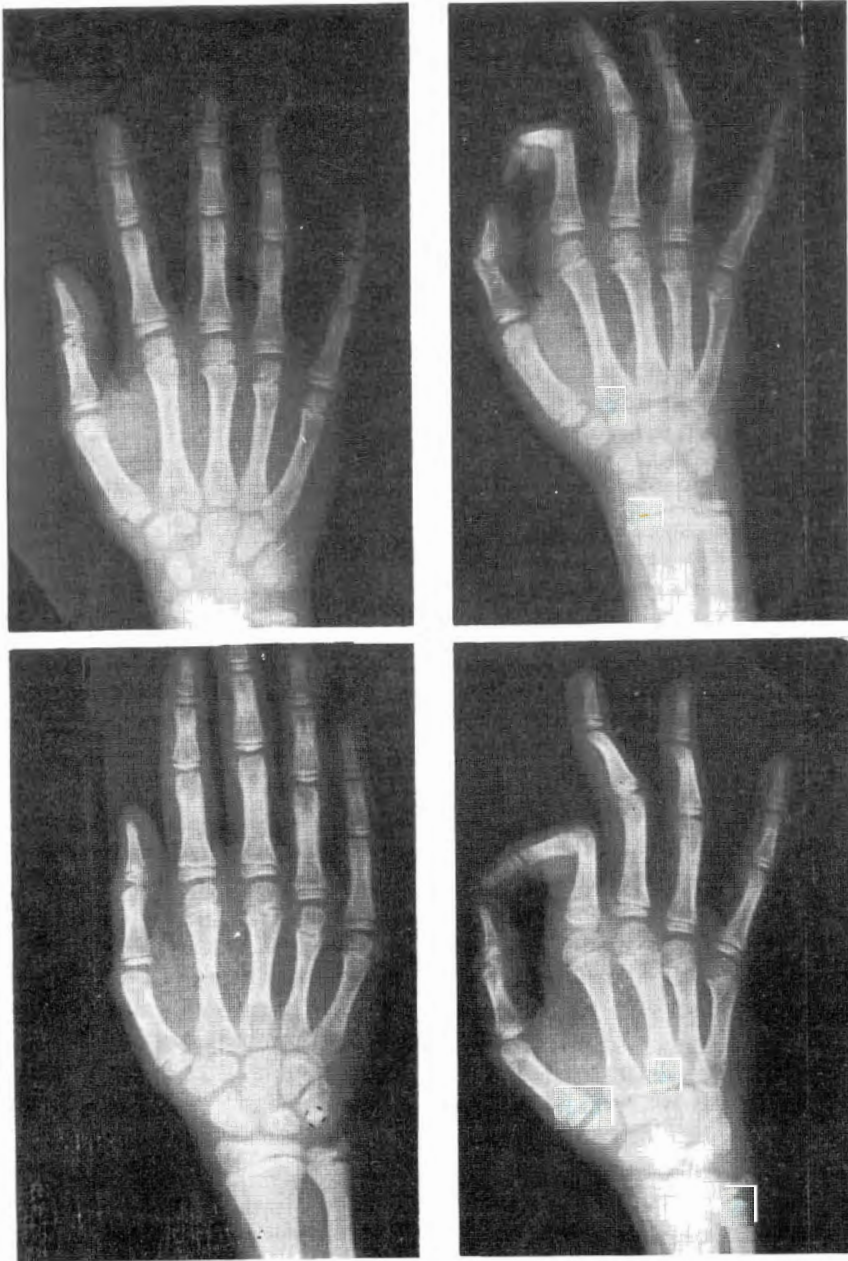
LONG. TOTAL 2º METAC (en mm)    + (45-50)    ++ (51-55)    +++ (56-60)    ++++ (↑ 60)



Radiografía de mano y muñeca de jóvenes del sexo femenino, de 13 años de edad. Testigo, parte superior, nadador, parte inferior. Obsérvese en ambas el desarrollo completo del pisi-forme; las dimensiones mayores del hueso sesamoideo en la nadadora, y la obliteración avanzada de las líneas metaepifisiarias de la joven testigo y que aún son aparentes en la nadadora.



MADURACION OSEA EN NADADORES PREADOLESCENTES



Niños de once años, testigo parte superior, nadador parte inferior. Nótese el mayor desarrollo de los huesos del carpo y la presencia de pisiforme en el niño nadador. Aún no se observa sesamoideo en ambos.

en la práctica clínica diaria esta exploración requeriría tiempo excesivo y sería demasiado costosa; por lo que el examen de todos los huesos se realiza sólo en casos especiales. Por estas razones se considera suficientemente representativa la radiografía de un segmento reducido del esqueleto, como en nuestro estudio donde se tomó mano y muñeca solamente, porque esta zona es una muestra representativa del esqueleto y a partir de la misma se evalúa la edad ósea.

El orden de aparición de los centros de osificación de la mano y la muñeca ha sido descrito como regular y constante por varios autores (Mackay,<sup>17</sup> 1957; Elgenmarck,<sup>6</sup> 1946; Greulich y Pyle,<sup>8</sup> 1959; Tanner,<sup>21,22</sup> 1962), por ello se seleccionó el estudio radiográfico de esta región; es conveniente puntualizar que en una población sana las pequeñas desviaciones en el orden de osificación típica en mano y muñeca son producto de los factores intrínsecos y extrínsecos mencionados en la introducción y al comienzo de este capítulo.<sup>7,13,14</sup>

Según varios autores, entre ellos Tanner, el pisiforme es el menor de los huesos del carpo y el último en aparecer. En el sexo masculino aparece a los nueve años y medio, y en el femenino se encuentra desde los ocho y medio, termina su osificación aproximadamente a los 13 años.<sup>21,22</sup>

Se ha considerado importante en nuestro estudio al pisiforme dada la edad de los grupos estudiados.

El resultado en el sexo femenino, fue su presencia más frecuente en relación con los varones, además de ser de mayor dimensión en el grupo de nadadores, lo cual concuerda con lo descrito por L.A. Aleksina<sup>18</sup> quien estudio a jóvenes de ambos sexos en grupos de diez a trece años.

El hueso sesamoideo de la primera articulación metacarpofalángica en los varones, se observó después de los once años y su dimensión fue mayor en el grupo de nadadores. En la mayoría de las mujeres se observó su aparición desde los nueve años de edad, y se encontró diferencia significativa en sus dimensiones entre el grupo de nadadores y el testigo; esto se asemeja a lo encontrado por Sudzilovsky<sup>18</sup> en 1955.

No encontramos diferencias significativas

en las dimensiones de los núcleos epifisarios de falanges ni en el grosor del cartílago metaepifisario en varones, y al revisar la literatura no hay referencias bibliográficas con respecto a la práctica de la natación. Comparativamente, las mujeres mostraron mayor aceleración en el proceso de sinostosis del cartílago metaepifisario, principalmente el grupo testigo, lo que está en relación con lo mencionado acerca de factores intrínsecos del crecimiento, en donde se cita que hay diferencias manifiestas de maduración esquelética según el sexo; la mujer lleva algunas semanas de ventaja sobre el varón al nacer, algunos meses en la infancia y dos años en la adolescencia, como sucede en nuestros sujetos estudiados.<sup>3,17,22</sup>

En lo referente a la epifisis distal del segundo metacarpiano se observó mayor desarrollo en los nadadores del sexo masculino, de donde puede deducirse que esto está de acuerdo con lo mencionado por algunos autores acerca del estímulo en el crecimiento de los núcleos epifisarios en respuesta a la práctica deportiva bien dosificada.<sup>11,18</sup> En las mujeres nadadoras de doce y trece años se observó mayor dimensión, lo que podría tener relación con el tiempo de práctica deportiva.

Respecto a la longitud del segundo metacarpiano, entre los varones de ambos grupos no encontramos diferencias significativas; sin embargo, en el grupo femenino de nadadoras se observó mayor dimensión en el grupo de trece años, que era el que tenía mayor tiempo de práctica deportiva. Este hallazgo concuerda con lo afirmado por Prives.<sup>18</sup>

Respecto al cartílago metaepifisario, diáfisis cortical y medular del segundo metacarpiano, no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos; tanto en los varones como en las mujeres, por lo que no es posible llegar a conclusión en lo referente a la repercusión que sobre estas estructuras haya tenido el estímulo generado por la práctica de la natación.

El presente estudio puede complementarse con otros que se lleven a cabo cuando estos grupos de preadolescentes tengan 15 y 20 años de edad, agregando la investigación radiológica de otras regiones como codo, cadera, rodilla y pie.



Pueden realizarse estudios encaminados a obtener información en áreas que nosotros no investigamos, como podrían ser la somatométrica, o investigaciones de tipo bioquímico, por ejemplo, determinación de niveles hormonales sanguíneos durante la actividad deportiva.

Continuar esta investigación en otras especialidades deportiva y con muestras mayores, podría proporcionar datos importantes tanto desde el punto de vista estadístico como para esclarecer aspectos que aún están en controversia.

#### CONCLUSIONES

De acuerdo con lo anterior, podemos decir que los resultados parecen apoyar nuestra hipótesis acerca de la influencia estimulante de la natación en la maduración estructural de algunos de los huesos en preadolescentes, pero sin cierre prematuro de la línea diafiso-epifisaria cartilaginosa.

#### RESUMEN

Durante mucho tiempo ha existido el problema acerca de la acción de la actividad física sobre los procesos de desarrollo del esqueleto y especialmente sobre su maduración. Existen corrientes que apoyan la influencia positiva o negativa de la actividad deportiva sobre el desarrollo citado, así como la duda de que tenga alguna influencia. La observación de un grupo de preadolescentes nadadores y la comparación de los resultados de esta observación con un grupo testigo parece apoyar la hipótesis acerca de que la natación en el grupo estudiado favorece los procesos de maduración ósea y retarda a la vez la sinostosis de las líneas metaepifisarias, especialmente en las nadadoras. Las observaciones se realizan en radiografías de mano y muñeca.

#### SUMMARY

Since a long time the action of the physical activity on the processes of skeletal development, specially maturation, has been a problem. There are currents that support the positive, negative or indifferent influence on the skeletal

development. The observation of a group of teen-ager swimmers and the comparison of results from those of a witness group, seems to support the hypothesis about that swimming favours bone maturation and at the same time retards synostosis of metaepiphysial lines, specially in female swimmers. The observations were made on hand and wrist radiographic plates.

#### BIBLIOGRAFIA

1. **Alekseiev, B.A.**, "The influence of skiing races on the hand and foot skeletal bones of young sportsmen" *Ark. Anat. Gistol. Embriol. (USSR)*. Vol 72 No. 6 (35-39), Jun. 1977.
2. **Astrand, P.O.** *Textbook of work physiology*. McGraw Hill Book Company, 1965.
3. **Caffey, J.**, *Diagnóstico radiológico en pediatría*. Ed. Salvat, 1971.
4. **Carvalho Pini, M.**, *Fisiología Esportiva*. Guanabara Koogan, 1978.
5. **Chávez Pérez, A.**, *Crecimiento y desarrollo físicos*. Ciclos IX y X, UNAM, 1980.
6. **Elgenmark, O.**, "Normal development of the ossific centers during infancy and childhood". Clinical roentgenologic and statistical study. *Acta paediat.* Vol. 33 Supl. I, 1946.
7. **Garn, F.M. and Kohmann, C.G.**, "Variability in the order of ossification of the bony centers of the hand and wrist". *Am. J. Phys. Develop.* 18: 219, 1960.
8. **Greulich, W.W. and Pyle, S.I.**, *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*. Stanford University Press, 2nd. ed., Stanford, 1962.
9. **Harding, V.S.V.**, "A method of evaluating osseous development from birth to 14 years". *Child Develop.* 23: 247, 1952.
10. **Johnston, F.E.**, "The concept of skeletal age". *Clin. Pediatrics* 1: 133-144, 1963.
11. **Korneva, E.F.**, "Certain peculiar features in the structure of the hand skeleton in young volley ball players (Russian)". *Ark. Anat. Gistol. Embriol. (USSR)* 69/10, 29 (33), 1975.
12. **Le Veau, B.; Ward, T.; Nelson, R.C.**, "Body dimensions of japanese and american gymnasts". Div. Phys. Ther. Med. Sch. Univ. North Carolyne, Chapel Hill, N.C. *Med. Sci. Sports (U.S.A.)* 6/2 (146-150), 1974.
13. **Marshall, W.A. and Tanner, J.M.**, "Variations in pattern of pubertal changes in boys". *Arch. Dis. Childh.* 45: 13-23, 1970.
14. **Montoye, H.J.; Mac Cabe, J.F.; Metzner, H.L.; Garn, S.M.**, "Physical activity and bone density". *Hum. Biol. (U.S.A.)*, 48/3 (599-610), 1976.
15. **Motajova, J.**, "Effect of special stress on morphology and structure in growing children". *Folia Morphol. (Praha) (Czechoslovakia)* 24/2 (191-196), 1976.
16. **Praxis Médica**. Huesos y articulaciones. Vol. VIII; 8.005 (1-16), 1979.

17. Praxis Médica. Brioude, R. Desarrollo Físico. Crecimiento y maduración normales. Vol. IX, 9.015 (1-14), 1980.
18. Prives, M.G. and Aleksina, L.A., "Influence of various kind of sport on skeletal growth in sportsmen of different ages (children, teenagers and young people)". *Arkh. Anat. Gistol. Embriol. (USSR)*, 74 (6); 5-15, Jun. 1978.
19. Rash, P.J.; Burke, R.K., *Kinesiología y anatomía aplicada*. Ed. El Ateneo; 25-41, 1976.
20. Strauss, R.H., *Sport Medicine and Physiology*. W. B. Saunders Company, 1979.
21. Tanner, J.M., *Human Growth*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1960.
22. ——— *Growth and adolescence*. 2nd. ed. Oxford. Blackwell Scientific Publications, ed. 1962.
23. ——— *The Physique of the Olympic Athlete*. Unwin Brothers LTD, The Gresham Press, Working. Great Britain, 1964.