

## Importancia diagnóstica de las modificaciones adaptativas del tejido óseo en el adulto sano

Por el Dr.:

ARMANDO HIDALGO PAZ22

Hidalgo Paz, A. *Importancia diagnóstica de las modificaciones adaptativas del tejido óseo en el adulto sano.* Rev Cub Med 18: 4, 1979.

Se plantea que en el hombre adulto sano se observan con frecuencia cambios morfológicos en determinadas estructuras óseas, que pueden confundirse con procesos patológicos. Estas variaciones estructurales, que se observan en las radiografías, pueden ser el resultado de respuestas biológico adaptativas del aparato locomotor, frente a sobrecargas físicas mantenidas por el trabajo y el deporte, o, por el contrario, causadas por hipoactividad prolongada. El conocimiento de estas variaciones permitirá al médico tener presente estos factores en el momento de realizar el diagnóstico diferencial.

Es bien conocido que el tejido óseo humano sufre modificaciones estructurales al presentarse trastornos en éste. En la osteoporosis (o rarefacción), las trabéculas o laminillas del tejido esponjoso disminuyen en espesor, abundancia y densidad radiográfica. La osteomalacia se diferencia por insuficiente calcificación, y aparece el hueso formado por láminas y trabéculas de estructura y disposición normal, pero más transparentes que lo habitual. Por el contrario, en la osteosclerosis se evidencia aumento de opacidad de las trabéculas del tejido esponjoso, con ensanchamiento y deformación de las mismas, así como espesamiento e incremento notable del tejido compacto.

Al momento de emitir un diagnóstico de los anteriormente señalados, es necesario tener presente que las imágenes radiográficas, bien pueden pertenecer a personas realmente afectadas por procesos de enfermedad en los huesos, pero también puede suceder que esas modificaciones detectadas correspondan a individuos que han sufrido variaciones adaptativas en parte de su esqueleto, condicionadas por el tipo específico de actividad que realizan.

Ya en el siglo pasado se sabía que el tejido óseo constituye un material biológicamente dúctil. No obstante, durante largo tiempo se creyó que esta ductilidad era simplemente para el propósito de permitir las modificaciones de forma y estructura que se

observan durante el período de desarrollo y crecimiento; que luego de terminados estos procesos, los huesos del hombre adulto no sufrirían modificaciones.

Posteriormente surge en muchos investigadores la inquietud por determinar si el tejido del hombre adulto sufre o no, modificaciones frente a las acciones del medio, en particular, por la acción de actividades físicas fuertes, por el trabajo y el deporte. Al mismo tiempo tratan de establecer la función que realiza la musculatura en los procesos adaptativos del sistema óseo.

*E. J. Carey'* planteó que el crecimiento y estructura del hueso maduro se deben a la actividad muscular dinámica, y a la capacidad intrínseca de las células del esqueleto, para proliferar centrifugamente ante resistencias centripetas extrínsecas.

La influencia directa de la actividad muscular sobre la estructura de los huesos del individuo adulto, fue demostrada posteriormente por las investigaciones de numerosos científicos, entre los que se destacan: *B. A. Dolgo-Saburov,*<sup>23</sup> *A. V. Rusakov,* *M. Goisere* *I. Trueta,*<sup>24</sup> *M. Oota,*<sup>25</sup> y otros.

En forma esquemática, la acción de la musculatura sobre las estructuras óseas del organismo, puede plantearse en la forma siguiente (esquema):

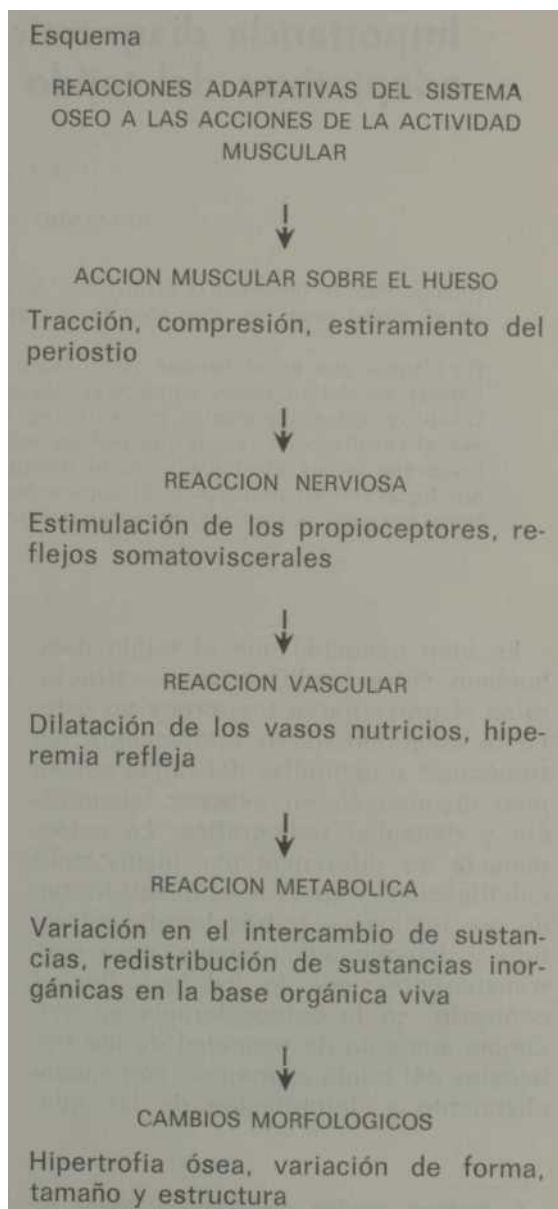
1. *Acción muscular sobre el hueso.* La contracción muscular, necesaria para la realización de los movimientos en el trabajo y en el deporte, ocasiona tracción y compresión sobre los huesos y también estiramiento del periostio, en relación con la sustancia ósea inmediata, según plantea

*S. Krompecher.*

2. *Reacciones nerviosas.* Las acciones musculares significan una estimulación mecánica para los propioceptores de los huesos ubicados en los lugares de acción de una u otra fuerza, por lo que se produce reflejos somatoviscerales.

3. *Reacción vascular.* Los impulsos nerviosos desde los músculos y huesos pasan a los elementos vasomotores, por lo que se origina dilatación de los vasos nutricios y aumento del flujo sanguíneo hacia esos puntos.

4. *Reacción metabólica.* El aumento del flujo sanguíneo lleva implícita una variación del intercambio de sustancias en los huesos, condicionada por el aumento de su nutrición.



232 *Reacción nerviosa.* Las acciones mus

viscerales.

5. *Cambios de forma y estructura.* La reacción metabólica, al actuar de manera muy prolongada, trae consigo transformaciones en la sustancia ósea, las que pueden ser resumidas en: a) cambios en la microestructura, que consisten en el paso de osteones inmaduros (neosteones y mesosteones) a maduros, como plantea *J. Matías;* b) cambios en la composición química, que están representados por una redistribución de las sustancias inorgánicas –hidroxiapatitas, en la base orgánica viva (*A. V. Grimberg;* *C. A. Baset.*) Como resultado de esto, los isótopos de importantes sustancias minerales de los huesos se concentran en los puntos de mayor sobrecarga.

Macroscópicamente, los cambios de forma y estructura están dados por:

1. Aumento de densidad y grosor de la sustancia compacta, tanto desde el lado del periostio como del endostio en las diáfisis y también en las epífisis, sobre todo en las cavidades articulares de estas últimas.
2. Acentuación de las líneas de fuerza de la sustancia esponjosa, con engrasamiento de las laminillas óseas que la forman.
3. Hipertrofia ósea en los puntos de inserciones musculares.

Por otra parte, *V. F. Vorobiov*<sup>10</sup> señala que un tipo determinado de actividad física no intensifica la acción de todo el sistema nervioso, de todos los grupos musculares y los huesos en igual medida, sino que ello ocurre en una parte de éstos, por lo que se observa un desarrollo marcado de determinadas partes del sistema nervioso y del aparato locomotor, en relación con un pobre desarrollo de otras. Agrega que el carácter de las sobrecargas debidas a un trabajo determinado, condiciona la mayor o menor participación de una parte del sistema óseo y de cada hueso por separado, lo que influye significativamente en el tipo y grado de modificación que sufre su estructura.

En este sentido, en los trabajos publicados por *D. G. Roglin*,<sup>11</sup> *V. Smoda-klav*,<sup>12</sup> *L. E. Etingen*,<sup>13</sup> *M. G. Prives*,<sup>14</sup> *K. I. Mashkará*<sup>15</sup> y otros, se plantea que las sobrecargas físicas producidas por trabajos físicos específicos, al actuar sobre el aparato locomotor del hombre adulto sano, producen cambios también específicos de forma, estructura y desarrollo de los huesos.

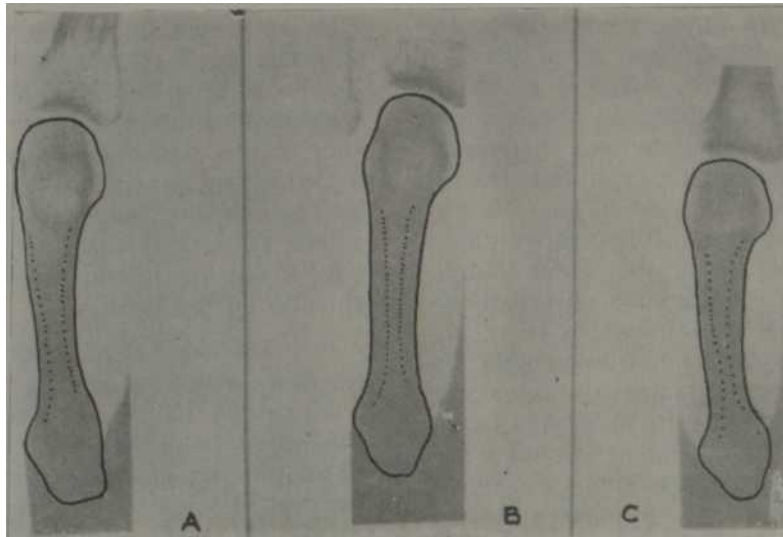
*K. I. Mashkará* llega a considerar que los trabajadores y atletas que reciben sobrecargas físicas en ambas manos, presentan modificaciones de forma y estructura en ambas extremidades superiores. En los casos que no se utilizan ambas manos por igual, se observan mayores cambios en la más sobrecargada. Y aún más, en una misma mano no se observan variaciones en todos los huesos de los dedos, sino en parte de éstos, en dependencia de la mayor o menor participación que tienen en la actividad que realiza (figura).

Esta autora señala, al igual que muchos otros, que las modificaciones óseas no se hacen evidentes de inmediato, sino después de un largo período, que algunos establecen no menor de tres años. También afirman que, luego de abandonar el tipo específico de actividad laboral o deportiva totalmente, los detalles de forma y estructura antes detectados, se van lentamente eliminando, hasta hacerse poco significativos al transcurrir varios años.

Otro aspecto que actualmente interesa a los investigadores es el relacionado con el envejecimiento del esqueleto y su relación con la actividad laboral o deportiva mantenida.

En los trabajos publicados por *D. G. Roglin*,<sup>11</sup> *V. Muravov*,<sup>16</sup> *M. G. Prives*,<sup>14</sup> *K. I. Mashkará* y otros, se plantea que la actividad mantenida del aparato locomotor por el trabajo físico y el deporte, enlentecen los procesos de envejecimiento fisiológico del esqueleto.

Según *J. K. Weaver* y *J. S. Chalmer*,<sup>17</sup> la osteoporosis en el calcáneo, propia de la vejez, se retarda por la influencia



**Figura.** Cambios de forma y grosor del tejido compacto del IV metacar- piano: a) sirviente; b) estibador; c) trabajador fabril (según K. I. Mash- kará).

de la acción prolongada de sobrecargas estáticas y dinámicas, condicionadas por las funciones de las extremidades inferiores. Es por ello que estos autores consideran que el calcáneo no es un buen objeto para la determinación del nivel de desmineralización del organismo.

*D. Mateev*<sup>5</sup> plantea que cuanto más intensamente se desarrollan los procesos de destrucción ósea por las cargas funcionales, en esa misma medida se produce la intensificación de la reconstrucción de ese tejido, con gran liberación de fosfatos inorgánicos, ácido láctico, etc.

Atendiendo a lo planteado por los autores antes señalados, las actividades físicas fuertes, en forma moderada, no son factores nocivos para el organismo, sino por el contrario, contribuyen a retardar los procesos de degeneración ósea.

Sin embargo, es necesario señalar que estas afirmaciones corresponden al caso en que las actividades físicas se realicen dentro de ciertos parámetros de intensidad y tiempo, ya que, como refiere *A. V. Grimberg*,<sup>6</sup> las

sobrecargas físicas excesivas, al actuar continuamente sobre el aparato locomotor son capaces de vencer la resistencia del tejido óseo a las acciones mecánicas, por lo que la reacción adaptativa normal del organismo no puede compensar los desequilibrios que surgen en la estructura del mismo, y pueden producirse trastornos degenerativos e inflamatorios de los huesos, tales como artrosis deformante, periostitis, espondilosis, es- tiloiditis, etc.

Sin entrar a considerar otros factores que actúan sobre el organismo, en particular sobre el tejido óseo, y que revisten gran importancia, tales como la nutrición, los traumatismos, los trastornos psicossomáticos, etc., en el estudio de las radiografías de cualquier paciente es necesario tener en cuenta que:

1. Las sobrecargas físicas producidas por el trabajo y el deporte, al actuar

en forma mantenida y prolongada sobre el aparato locomotor del hombre adulto sano, son capaces de producir modificaciones adaptativas en los elementos óseos del esqueleto.

1. Al actuar sobre el aparato locomotor en forma racional, las sobrecargas físicas son

un factor que puede retardar el envejecimiento óseo.

2. Por el contrario, las sobrecargas físicas que actúan en forma excesiva y mantenida, pueden ser causa de trastornos degenerativos e inflamatorios de los elementos óseos.

#### SUMMARY

Hidalgo Paz, A. *The diagnostic importance of the adaptive modifications of bony tissue in the healthy adult.* Rev Cub Med 18: 4, 1979.

Morphologic changes in certain bony structures which may be frequently misdiagnosed as pathological conditions are commonly found in the healthy adult. These structural variations which are radiographically evidenced may result from biological adaptive response: of the locomotor apparatus to physical overloads in occupations and sports or, on the contrary, from the prolonged lack of activity. The knowledge of these variations will lead the physician to bear them in mind at the time of differential diagnosis.

#### RÉSUMÉ

Hidalgo Paz, A. *Importance diagnostique des modifications adaptatives du tissu osseux chez l'adulte sain.* Rev Cub Med 18: 4, 1979.

Chez l'adulte sain, des changements morphologiques sont souvent observés dans des structures osseuses déterminées, lesquels peuvent être confondus avec des processus pathologiques. Ces variations structurales, observées au moyen de la radiographie, peuvent être le résultat de réponses biologiques-adaptatives de l'appareil locomoteur, face aux surcharges physiques maintenues par le travail et le sport ou, au contraire, elles peuvent être provoquées par hypoactivité prolongée. La connaissance de ces variations permettra au médecin de tenir compte de ces facteurs lors de réaliser le diagnostic différentiel.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Carey, E. J. Studies on the dynamics of histogenesis experimental. Surgical and roentgenographic studies in the architecture of human cancellous bone. The Resultate of Back Pressure of Muscle Action. *Radio-logy* 13: 127-168, 1929.
2. Dolgo-Saburov, B. A. Rol de los músculos en la morfología del esqueleto. Publicaciones del Instituto Lesgaf, No. 1-2, 1930.
3. Rusakov, A. V. Estudios de la fisiología patológica del tejido óseo. Tesis, Moscú, 1938. *Anatomía patológica de las enfermedades del sistema óseo.* Ed. Mir, Moscú, 1959.
4. Goiser, M.; Trueta, i. Muscle action, bone rarefaction and bone formation. An experimental study. *J Bone Joint Surg* 2: 13-40, 1958.
5. Oota, M. On the change produced in trabecle in so-called bone atrophy. *Fukuoka Jgaku Zassl.* 49/58: 1876-1893, 1958.
6. Krompecher, S. *Die knochenbildung.* Fischer, 1937.
7. Matías, J. Die náhere verwandtschaft zwischen den Menschen, etc. *Z Anat* 97: 123, 1932.
8. Grimberg, A. V. Diagnóstico roentgenológico de las enfermedades profesionales de los huesos y articulaciones. Ed. Medicina, Leningrado, 1962.
9. Basset, C. A. Electrical effects in bone. *Sci Am* 213: 18-25, 1965.
10. Vorobiov, V. F. *Anatomía humana.* T. 1, Moscú, 1932.
11. Roglin, D. G. Diagnóstico roentgenológico de las enfermedades de las articulaciones. Ed. Medicina, Leningrado, 1962.
12. Smodakla, V. Cambios morfológicos en el organismo del deportista entrenado y sobrentrenado. *Med Dep* 6: 22-25, Moscú, 1959.
13. Etingen, L. E. Influencia de la actividad del leñador en el esqueleto de la mano. *Problemas de anatomía funcional del aparato locomotor.* 1: 67-73, Leningrado, 1956.

14. *Prives, M. G.* Conclusiones acerca de las investigaciones sobre la influencia del trabajo y los ejercicios físicos en la estructura del cuerpo humano (aparato locomotor). Congreso soviético de AHE 1: 115-121. Jár- kov, 1961. Anatomía humana 1: 120-123. Ed. Mir, Moscú, 1975.
15. *Mashkará, K. I.* Influencia del trabajo y el deporte en la estructura del esqueleto de la mano. Arch Anat Histol Embryol 1: 3-9, 1966. Influencia del trabajo físico en la estructura de los miembros superiores. Arch Anat Histol Embryol 4: 7-16, 1969. Influencia del trabajo físico en la estructura del esqueleto de las extremidades inferiores. Arch Anat Histol Embryol 11: 88-94, 1970. Influencia del trabajo físico en el proceso de envejecimiento de algunos huesos del esqueleto de las extremidades. Arch Anat Histol Embryol 10: 17-20, 1975.
16. *Muravov, V.* Actividad muscular en la regulación del funcionamiento de los sistemas del organismo adulto. Simposium "Actividad muscular y función del organismo en la vejez". 1: 11-14, Kiev, 1968.
17. *Weaver, J. K Chalmer, J. S.* Bone J Surg 48: 289-298, 1966.
18. *Mateev, D.* Sobrecarga funcional de la actividad locomotora como factor antientró- pico en el envejecimiento. Simposium "Actividad muscular y función del organismo en la vejez". 1: 15-17, Kiev, 1968.