

**CIERRE TEMPRANO DEL CARTÍLAGO DE CRECIMIENTO DEL TERCER
METACARPIANO EN POTRILLOS CUARTO DE MILLA
EARLY CLOSURE OF THE GROWTH PLATE OF THE THIRD METACARPAL
BONE IN QUARTER HORSE FOALS**

**Perrone, Gustavo^{1*}, Caviglia, Jorge², Hary, María José¹, Álvarez, Eduardo⁴, Chiappe
Barbará, Angelina³**

¹ Producción Equina. Fac Cs Agrarias, UCA. Cap. Gral. Ramón Freire 183, C1426AVC,
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

² Area de Salud y Producción Equina. Fac Cs Veterinarias, UBA. Chorroarín 280,
C1427CWO, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

³ Fisiología Animal y Bioquímica Fisiológica. Fac Cs Veterinarias, UBA. Chorroarín 280,
C1427CWO, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

⁴ Técnico Laboratorio de Diagnóstico de Metabolismo Óseo y Mineral Fac. Cs. Veterinarias,
UBA. Chorroarín 280, C1427CWO, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

* gustavoperrone@fibertel.com.ar

RESUMEN

A fin de evaluar el efecto de un suplemento dietario sobre el desarrollo óseo, se observó el estado inicial de los cartílagos de crecimiento de la epífisis distal del tercer metacarpiano de 19 potrancas Cuarto de Milla, de 6 a 9 meses de edad, mediante radiografías antero-posteriores de la articulación del nudo. El estudio radiológico se complementó con determinaciones en suero y orina de parámetros relacionados con el metabolismo óseo y mineral.

El cierre del cartílago de crecimiento se clasificó de 1 a 5, cerrado a abierto respectivamente. El 26 % de las potrancas pertenecían al grupo 1, el 53% al grupo 2 y el 21 % al grupo 3. No se clasificó ninguna potranca en los grupos 4 y 5. Las potrancas de 6 a 8 meses dentro de los grupos 1 a 3 representaban el 84 % de los animales, siendo los ocho meses la edad que concentraba el 53 % de las potrancas. Se evidenció el cierre precoz de la placa de crecimiento del Mtc III, respecto de las edades que se citan en la bibliografía.

El P sérico presentaban diferencias significativas entre el grupo 1 y 2 respecto del 3 ($p < 0.05$), siendo este valor más bajo en este último grupo. El Ca sérico también fue relativamente

más bajo en este grupo, sin embargo las diferencias entre los tres grupos no resultaron significativas. Todas las potrancas presentaban valores de marcadores óseos elevados para la edad respecto de los valores medios considerados normales.

Palabras clave: Cuarto de Milla, potros, cartilago de crecimiento, tercer metacarpiano, cierre radiológico.

SUMMARY

As part of a study to assess the effect of a dietary supplement on bone development, the initial condition of the growth plate of the distal epiphysis of the third metacarpus of 19 Quarter Horse fillies, between 6 to 9 months of age, were evaluated by means of craniocaudal radiographs of the fetlock.

The closure of the growth plates was determinate on the basis of: group 1, completed closure; group 2, 3/4 closure, group 3, 1/2 closure, group 4, 1/4 closure and group 5, completely open. Twenty six per cent of the fillies were in group 1, 53 % were in group 2 and 21 % were in group 3. No fillies were in groups 4 or 5. Fillies between 6 and 8 months in groups 1 to 3 represent 84 % of the animals. Fifty per cent of the fillies were 8 months old. The early closure of the growth plate of third metacarpal bone was evident with regard to the ages cited in the references.

Serum phosphorus values were significant differences between groups 1 and 2, to 3 ($p < 0,05$). The serum P in group 3 was the lowest. Serum Ca was relatively low in this group, although the differences between the three groups were not significant. All the fillies showed high values of bone markers for their age over mean normal values.

Key Words: Quarter Horse, foals, growth plate, third metacarpal bone, radiological closure

INTRODUCCIÓN

Un método utilizado comúnmente para decidir el momento oportuno para comenzar la doma o el entrenamiento en el caballo de deporte es la evaluación radiológica del cierre de los cartílagos epifisarios de crecimiento de distintas articulaciones, a elección según la edad del potrillo. El cierre de estos cartílagos es índice de madurez ósea y permite comenzar el trabajo sin riesgos de generar lesiones irreversibles. La determinación de los marcadores óseos, así como de los minerales relacionados con el metabolismo del hueso y parámetros bioquímicos asociados, también permiten evaluar el crecimiento y remodelación del tejido óseo (Cuddeford, 2003; El Shorafa *et al.*, 1979; Strand *et al.*, 2007).

El cierre de los cartílagos de crecimiento en los equinos si bien se produce a edades determinadas en las distintas regiones esqueléticas, se presenta con cierta variación según la raza y la alimentación. Es decir existen líneas de sangre o razas precoces, así como manejos alimenticios y nutricionales que permiten un cierre más temprano y por lo tanto, una utilización más rápida del potro para la actividad deportiva que va a desempeñar (Buide, 1977, Godoy *et al.*, 2004; Luiz *et al.*, 2007; Rossdale y Ricketts, 1980).

Como parte de un trabajo para determinar el efecto de la incorporación de un suplemento a la dieta sobre la edad del cierre de los cartílagos de crecimiento óseos en potrillos Cuarto de Milla, se tomaron radiografías basales antero posteriores de la articulación metacarpo falange sesamoidea para evaluar la madurez ósea de la epífisis distal del tercer metacarpiano (Mtc III) y correlacionar el estado de cierre de estos cartílagos con los parámetros bioquímicos del metabolismo óseo en potrancas de destete.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio radiológico de la articulación metacarpo falange sesamoidea de 19 potrancas Cuarto de Milla, una de ellas de 6 meses, cinco de 7 meses, diez de 8 meses, tres de 9 meses, utilizando un equipo de rayos X portátil de 20 miliamperes y 90 kilovatios. La exposición fue de 0,2 segundos a un metro de distancia y el revelado de las placas fue manual. Se extrajeron muestras de sangre y orina a 12 potrancas, una de 6 meses, una de 7 meses, diez de 8 meses, para realizar un diagnóstico de metabolismo óseo y mineral, según técnicas de rutina. Los macro y microminerales fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica.

Se tomó la alzada a 18 potrancas, una de 6 meses, cinco de 7 meses, nueve de 8 meses, tres de 9 meses.

El cierre de los cartílagos se evaluó por medio de una escala de 1 a 5 donde grupo 1 = completamente cerrado, grupo 2 = $\frac{3}{4}$ cerrado, grupo 3 = $\frac{1}{2}$ cerrado, grupo 4 = $\frac{1}{4}$ cerrado y grupo 5 = completamente abierto (El Shorafa *et al.*, 1979).

El análisis estadístico se realizó con el software Graph Pad/ InStat 3 utilizando el análisis de variancia (ANOVA) para establecer si existían diferencias significativas en los parámetros del metabolismo óseo entre los distintos grupos establecidos según el grado de cierre de los cartílagos de crecimiento.

RESULTADOS

El 26 % de las potrancas (n = 5) se encontraba en el grupo 1, el 53 % en el grupo 2 (n = 10) y el 21 % en el grupo 3 (n = 4). Las potrancas de 6 a 8 meses dentro de los grupos 1 a 3 (cerrada a ½ cerrada) representaban el 84 % de los animales (n = 16), siendo los 8 meses la edad que concentraba el 53 % de las potrancas (n = 10) (Tabla 1).

Tabla 1. Cierre del cartílago de crecimiento epifisario del Mtc III según edad (n = 19).

| | Grupo 1 (n = 5) | Grupo 2 (n = 10) | Grupo 3 (n = 4) |
|---------|--------------------|---------------------|--------------------|
| 6 meses | ---- | ----- | 1 |
| 7 meses | ---- | 3 | 2 |
| 8 meses | 3 | 6 | 1 |
| 9 meses | 2 | 1 | ---- |

Los valores de los marcadores óseos de formación y resorción, la hidroxiprolina sérica y la fosfatas alcalina respectivamente, se encontraban aumentados, respecto de los valores de referencia para la edad, en todo el grupo de potrancas a las cuales se realizó el estudio metabólico (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros de metabolismo óseo y mineral en los tres grupos según cierre del cartílago epifisario del Mtc III (media y desvío standard, n = 12)

| Grupo | P (s) (mg/dl) | Ca (s) (mg/dl) | Fas (U/l) | Hypro (µg/ml) | Mg (s) (mg/dl) | DiCa | | DiP | |
|--------|------------------|-------------------|--------------|------------------|-------------------|-----------|------------|-----|-----------|
| | | | | | | (%) | Min- Max. | (%) | Min- Max. |
| 1(n=4) | 5.19± 0.48* | 12.26± 2.27 | 840.5±171.6 | 4.80± 1.09 | 1.97± 0.20 | 0,37-0,98 | 0,11-11,20 | | |
| 2(n=5) | 5.58± 0.27* | 12.79± 0.97 | 892.1± 218 | 4.39± 0.79 | 1.98± 0.18 | 0,51-1,35 | 0,12-2,63 | | |
| 3(n=3) | 4.63± 0.29* | 10.88± 0.02 | 776.5±243.2 | 4.77± 0.67 | 2.16± 0.15 | 0,82-0,91 | 1,55-13,41 | | |

* p < 0.05 entre grupo 1 y 2 respecto 3.

Valores de referencia:

P (s) fósforo sérico: 5.5 ± 0.3 mg/ dl; Ca (s) calcio sérico. 11.4 ± 0.8 mg/ dl

Marcadores óseos de 6 a 8 meses: Fas: fosfatasa alcalina. 500-700 U/ l.

Hypro: hidroxiprolina sérica 3.85 ± 0.64 $\mu\text{g}/\text{ml}$

Mg (s): magnesio sérico: 2.5 ± 0.31 mg/ dl

DiCa: depuración urinaria de calcio: Déficit de Ca < 1,6 %

DiP: depuración urinaria de fósforo: $2,1 \pm 0.85$

Los valores de los otros parámetros que se evaluaron en el “perfil de metabolismo óseo y mineral” se encontraban en el rango de la normalidad (proteínas totales, albúminas, globulinas, urea, cobre y zinc).

Se registraron las siguientes alzadas: a los 6 meses, 1,33 mts, a los 7 meses, entre 1,26 y 1,35 mts, a los 8 meses, entre 1,31 y 1,36 mts, a los 9 meses, entre 1,29 y 1,41 mts..

DISCUSIÓN

En los estudios previos sobre el cierre de cartílagos epifisarios en potrillos se reportan edades variables, aunque existe consenso en que este cierre se produce en el Mtc III entre los 8 y 12 meses (Buide, 1977; Rossdale y Ricketts, 1980). Sin embargo, distintos autores en diferentes razas, han encontrado edades más tempranas de cierre del cartílago de crecimiento del Mtc III. Así, Smallwood *et al.* (1990), en potrillos Cuarto de Milla, reportaron el cierre del Mtc III entre los 4,5 y 9,5 meses, con un promedio de 7 meses. Castelijns (2008) consideró que el cierre del cartílago epifisario del Mtc III se producía entre los 6 y 15 meses. En caballos Criollos, Luiz *et al.* (2007) observaron la placa epifisaria aún visible a los 6 meses y ya no visible a los 7 meses. Los mismos autores, citando a Ross y Dyson, relataron el cierre del Mtc III, en biotipos de Salto, entre 9 y 18 meses. Y en la raza Mangalarga Marchador, Rezende *et al.* (2000) utilizando dos programas nutricionales diferentes, mostraron entre los 6 y 7 meses un cierre del Mtc III en 7 potrillos sobre 11 y entre los 7,5 y 9 meses un cierre del Mtc III en el total de los 11 potrillos, incluidos en el grupo sin restricciones nutricionales. En la raza Islándica, Strand *et al.* (2007) determinaron que las placas de crecimiento de potrillos entre 1,5 y 4,3 meses se encontraban totalmente abiertas y entre 8,1 y 8,5 meses las mismas se encontraban totalmente cerradas. En el mismo trabajo, se citan otros estudios donde, en Sangre Pura de Carrera, el cierre se producía entre los 8 a 14 meses, en Arabes, a los 7 a 7,5 meses y en cruza Sangre Pura de Carrera por Cuarto de Milla, a los 7 a 9,5 meses.

En caballos de la raza Brasileira de Hipismo, Godoy *et al.* (2004) hallaron una influencia del sexo en el cierre del cartílago de crecimiento del radio, siendo las hembras más precoces.

En nuestra experiencia, no se evaluó si existía diferencia entre los sexos, respecto del momento de cierre del cartílago, debido al hecho que se utilizaron solamente hembras por la

facilidad y seguridad del sondaje uretral para la toma de muestras de orina, sobre todo considerando que se trataba de animales con mínimo nivel de mansedumbre. Por lo tanto, podría también existir en la raza Cuarto de Milla una influencia del sexo en el cierre temprano de las placas epifisarias.

En los caballos Cuarto de Milla, Cuddeford (2003) señala que entre los 6 y 12 meses se alcanza entre el 84 y el 91 % de la alzada de adulto, considerando como ideal para esta raza una alzada entre 1,50 y 1,55 mts. Las alzadas de las potrancas evaluadas se encontraban entre estos valores, por lo que se puede asumir una tasa de crecimiento correcto.

En este estudio, el cierre completo o parcial del Mtc III se produjo entre los 6 y 8 meses de edad (grupos 1 a 3) en la mayoría de las potrancas (Tabla 1), coincidiendo con las citas referidas a razas de mayor rusticidad (Cuarto de Milla, Criollo, Mangalarga, Arabe e Islándica) con respecto a aquellas deportivas de crianza intensiva (Biotipos de Salto, Sangre Pura de Carrera y Sangre Pura de Carrera por Cuarto de Milla), en quienes el cierre es más tardío (Godoy *et al.*, 2004; Luiz *et al.*, 2007; Rezende *et al.*, 2000; Smallwood *et al.*, 1990; Strand *et al.*, 2007).

Desde el punto de vista de la alimentación, no se estimó que estos potrillos estuvieran en un plano de restricción, ya que su alzada y su condición corporal fueron consideradas correctas.

Si se considera la evaluación bioquímica los valores de los marcadores óseos de resorción y formación, la hidroxiprolina sérica y la fosfatas alcalina respectivamente, ambos se encontraban aumentados, respecto de los valores de referencia para la edad, en todo el grupo de potrancas a las cuales se realizó el estudio metabólico. Los marcadores óseos se encuentran elevados en aquellos individuos jóvenes que presentan crecimiento acelerado o en el caso de una deficiencia asociada de Ca/P que deriva en un metabolismo óseo acelerado por actividad paratiroidea. En la primera situación predominan los parámetros de formación y en el segundo caso de resorción (El Shorafa *et al.*, 1979).

Por otra lado, los valores de la depuraciones urinarias de Ca se encontraban por debajo del límite mínimo de 1.6% considerado normal. Si este parámetro es superior a esta cifra se considera que el aporte dietario de este mineral en la ingesta es adecuado. Asimismo, los valores de Mg sérico determinados eran inferiores al valor medio de referencia. En conclusión, los valores de los marcadores óseos aumentados probablemente sean la consecuencia de los dos motivos planteados anteriormente, precocidad en el desarrollo y carencia mineral en la ingesta (Tabla 2).

El Cu y el Zn sérico se presentaban en el rango normal en todos los animales. La deficiencia de oligoelementos pre o postnatal interfiere con el correcto desarrollo óseo ya que incide

sobre la síntesis adecuado del colágeno 1, tejido de sostén de la matriz ósea, y la de la enzima fosfatasa alcalina.

No se observaron alteraciones radiológicas compatibles con enfermedades ortopédicas del desarrollo.

El cierre temprano de los cartílagos epifisarios junto con marcadores óseos elevados podría explicarse por la predisposición genética a un crecimiento rápido de los potrillos Cuarto de Milla y por lo tanto una necesidad de un mayor aporte dietario de minerales, o por un aporte elevado de proteínas lo que determinaría un crecimiento acelerado y mayor necesidad de minerales para acompañar ese crecimiento. Las proteínas totales y la urea se encontraban dentro de valores de referencia, por lo tanto es más probable que el cierre temprano del Mtc III se debiera a la precocidad racial.

CONCLUSIONES

En esta experiencia se ha puesto en evidencia el cierre precoz, entre los 6 y 8 meses de edad, de la placa de crecimiento del Mtc III y la necesidad de realizar un adecuado aporte de minerales desde etapas tempranas del desarrollo, al igual que un seguimiento metabólico del crecimiento óseo junto con exámenes radiológicos más tempranos, para evaluar el crecimiento en potrillos Cuarto de Milla.

BIBLIOGRAFÍA

Buide, R. Manejo de Haras. Problemas y soluciones. 1era ed. Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur, 1977, p. 159-164.

Castelijns, H. Foal development: Angular and rotational deformities around the fetlock. Proceedings of the Southern European Veterinary Conference & Congreso Nacional AVEPA, 2008, Barcelona, Spain. En <http://www.ivis.org/proceedings/sevc/2008/castel3.pdf>

Cuddeford, D. Equine Nutrition. Paperback ed. Wiltshire, The Crowood Press Ltd, 2003, p. 115.

El Shorafa, WM, Feaster, JP, Ott, EA y Asquith RL. Effect of vitamin D and sunlight on growth and bone development of young ponies. *J. Anim Sci.* 1979; 48: 882-886.

Godoy, CLB, Vulcano, LC, Marques Santos, FA y Mendes Soares, JC. Fechamento epifisário da extremidade distal do rádio de equinos da raça brasileira de hipismo. *Ciência Rural*, 2004; Vol.34, 6: 813-815.

Luiz, RC, De La Corte, FD y Brass, KE. Fechamento das placas epifisárias do metacarpiano principal, do rádio e da tibia em potros Crioulos. *Cienc. Rural* [online]. 2007;

Vol.37, n.4 [cited 2009-08-09], pp. 1052-1055. Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php?>

Rezende, ASC, Sampaio, IBM, Legorreta, GL y Moreira, DCA. Effect of two different nutritional programs on orthopedic alterations in mangalarga marchador foals. *J. Equine Vet. Sci.*, 2000; 20 (10): 651-656.

Rosdale, PD y Ricketts, SW. *Equine Stud Farm Medicine*. 2da ed. London, Ed. Bailleire Tindall, 1980, p. 382-386.

Smallwood, JE, Albright, S, Metcalf, MR, Thrall, DE y Harrington, BD. A xeroradiographic study of the developing Quarterhorse foredigit and metacarpophalangeal region from six to twelve months of age. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 1990; Vol 31, 5: 254-259.

Strand, E, Braathen, LC, Hellsten, MC, Huse-Olsen, L y Bjornsdottir, S. Radiographic closure time of appendicular growth plates in the Icelandic horse. *Acta Vet. Scand.*, 2007;17; 49(1):19.