

## Uso de concentrados autólogos de plaquetas como tratamiento de una fractura escapular y una lesión del plexo braquial producidas por un disparo en un caballo

Use of autologous platelet concentrates as treatment for a scapular fracture and brachial plexus nerve injury produced by a gunshot in a horse

C López<sup>a</sup>, JU Carmona<sup>a\*</sup>, I Samudio<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Grupo de Investigación Terapia Regenerativa, Departamento de Salud Animal, Universidad de Caldas, Caldas, Colombia.

<sup>b</sup>Departamento de Nutrición y Bioquímica, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

### SUMMARY

Gunshot injuries have been scarcely reported in horses. Close-range gunshots usually produce extensive soft tissue damage and comminute fractures. A case of a comminute fracture of the neck of the scapula with acute injury of the brachial plexus produced by a 9 mm gunshot in a six year-old stallion is described. The patient was successfully treated by combining surgical debridement of the affected region and local injection of several doses of autologous platelet concentrates (APCs) and physiotherapy. Although scapular fractures and peripheral nerve damage take at least 18-24 months for full recovery, this patient reached full recuperation of the affected limb in 9 months. These results suggest that injections of APCs in combination with physiotherapy could provide a therapeutic benefit in the treatment of soft tissue acute injuries and bone fractures in horses.

*Key words:* equine, autologous platelet concentrate, wound treatment.

*Palabras clave:* equinos, concentrado autólogo de plaquetas, tratamiento heridas.

### INTRODUCCIÓN

Las fracturas escapulares son poco frecuentes en caballos, ya que este hueso está bien protegido por músculos circundantes y situaciones traumáticas inusuales son necesarias para producir daño óseo (Dyson 1986). Las fracturas escapulares más frecuentes son las de la tuberosidad supraglenoidea (Pankowski y col 1986). Las fracturas del cuello de la escápula representan un desafío quirúrgico puesto que los extremos fracturados están desplazados y su aposición completa es técnicamente difícil, por lo que en algunas circunstancias se han empleado placas de compresión dinámica para tratar esta clase de fracturas (Shamis y col 1989).

Usualmente, caballos con fracturas escapulares tratadas de manera conservadora (administración de antiinflamatorios no esteroideos combinada con 3-4 meses de descanso en cuadra, seguido por un periodo de 9-12 meses en pastura) o con cirugía requieren de un tiempo de recuperación entre 6-13 meses (Dyson 1986, Shamis y col 1989, Vallance y col 2007). Las fracturas escapulares, en especial del cuello, pueden estar acompañadas de lesión del nervio supraescapular (NSE) y subsecuentemente producir atrofia por denervación

de los músculos supra e infraespinoso (Dyson 1986, Dutton y col 1999). Este síndrome clínico es llamado en inglés *sweeney* (Schneider y col 1985). Normalmente, las lesiones del NSE requieren entre 16-18 meses para una completa recuperación. Reportes tempranos han indicado pronósticos favorables en caballos tratados de manera conservadora (Dutton y col 1999) o por cirugía (Schneider y col 1985).

Los concentrados autólogos de plaquetas (APCs) se obtienen por centrifugación de la sangre del mismo paciente. Se define como el contenido en plaquetas en forma de sobrenadante tras la centrifugación de sangre anticoagulada (Dugrillon y col 2002). Las plaquetas desempeñan un papel muy importante dentro de los APCs, ya que constituyen la principal fuente de actividad mitógena en el plasma sanguíneo y funcionan como vehículo portador de factores de crecimiento (GFs), principalmente factor de crecimiento transformante  $\beta$  (TGF- $\beta$ ), factor de crecimiento insulínico (IGF), factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF) y de otras proteínas que modulan la inflamación y la cicatrización (Carmona y Prades 2009).

En este artículo se presenta un caso de fractura cominuta del cuello de la escápula acompañada de lesión del NSE y compromiso moderado del plexo braquial producido por un balazo 9 mm (M882 NATO) a un caballo, el cual fue tratado exitosamente con APCs obtenidos mediante el método del tubo (Argüelles y col 2006) y fisioterapia.

Aceptado: 12.05.2010.

\* Calle 65 N° 26-10, Manizales, Caldas, Colombia; carmona@ucaldas.edu.co

## MATERIAL Y MÉTODOS

### DESCRIPCIÓN DEL CASO CLÍNICO

Un caballo criollo colombiano, intacto, con seis años de edad y 330 kg fue referido para evaluación de una herida de bala producida accidentalmente por su propietario en el miembro anterior derecho (MAD), mientras era montado. El accidente había ocurrido tres horas antes con una pistola automática (Jericho 941, IMI, Israel) que disparaba cartuchos 9 mm NATO. Durante el ingreso el paciente presentaba temperatura, pulso y frecuencia respiratoria dentro de los límites normales. Sin embargo, el caballo presentaba cojera grado 5/5 del MAD mientras caminaba. Durante el examen físico se detectó tumefacción dolorosa sobre la región escapulo-humeral derecha con una pequeña herida (puntura) en la parte proximodorsal al nivel del borde dorsal de la escápula. En ese momento, la manipulación del miembro afectado no reveló la presencia de crepitación o inestabilidad.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

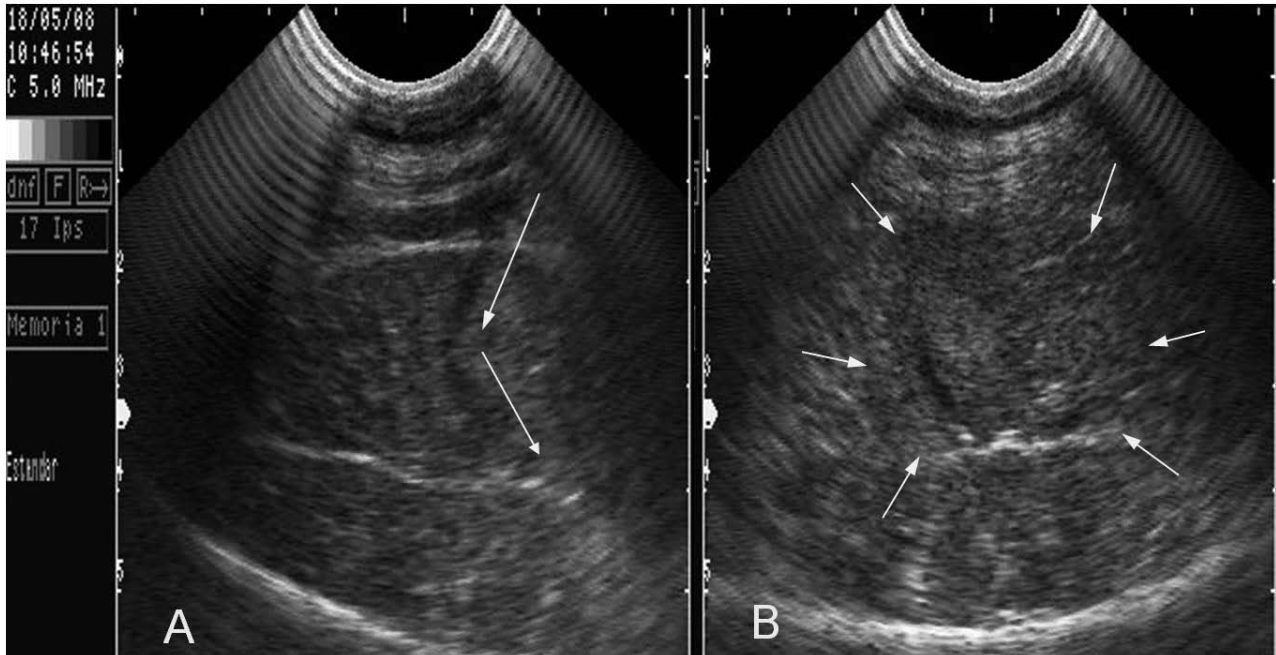
#### EVALUACIÓN ECOGRÁFICA

Se realizó evaluación ecográfica (Falcovet, Esoate, Genova, Italia) con un transductor convexo a una frecuencia

de 3,5-5 mHz, para seguir la dirección de la bala y determinar la severidad y compromiso de las estructuras lesionadas por el disparo. Se notó edema subcutáneo y disrupción de las fibras del músculo infraespinoso derecho. La región central del músculo presentaba ecogenicidad anormal con daño de fibras, maceración y hematoma (figura 1A y B). La trayectoria del disparo seguía una dirección de lateral hacia medial. Inicialmente, no fue posible encontrar el proyectil debido a la gran tumefacción que limitaba la capacidad técnica de la sonda de ultrasonido.

#### EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA Y CIRUGÍA

El caballo fue sedado con xilacina (0,5 mg/kg, IV) y morfina (0,1 mg/kg, IV). La anestesia fue inducida con guayacolato de glicerilo al 5% (dosis efecto) y ketamina (2,2 mg/kg, IV) y mantenida con isoflurano al 2,5%, para estudio radiográfico y desbridamiento quirúrgico de los tejidos comprometidos. Se tomaron radiografías del hombro derecho para determinar la posición exacta del proyectil y la extensión del daño óseo. La inflamación del hombro y brazo era tan severa que afectó la obtención de radiografías de buena calidad y limitó la colocación adecuada de los casetes, para poder analizar la región inmediatamente superior a la articulación escapulo-humeral



**Figura 1.** Ecografías de las porciones proximal (A) y central (B) del músculo infraespinoso derecho del paciente. A) La sonda ecográfica está ubicada sobre la entrada de la bala. Observe el edema subcutáneo y la trayectoria de la bala (flechas) con disrupción muscular mínima. B) La sonda ecográfica se encuentra 3 cm distal a la herida de entrada. Note la ecogenicidad anormal con maceración, disrupción y hematoma muscular.

Ultrasonographies of the proximal (A) and central (B) portions of the infraspinatus muscle of the patient's report. A) The ultrasound probe is just over the entry of the gunshot. Note the oedema of the subcutaneous tissue and the initial trajectory of the missile (arrows) with minimal disruption of the muscle. B) The ultrasound probe is just 3 cm distal to the entry wound. Note the abnormal echogenicity with fibre disruption and maceration and hematoma of the muscle.

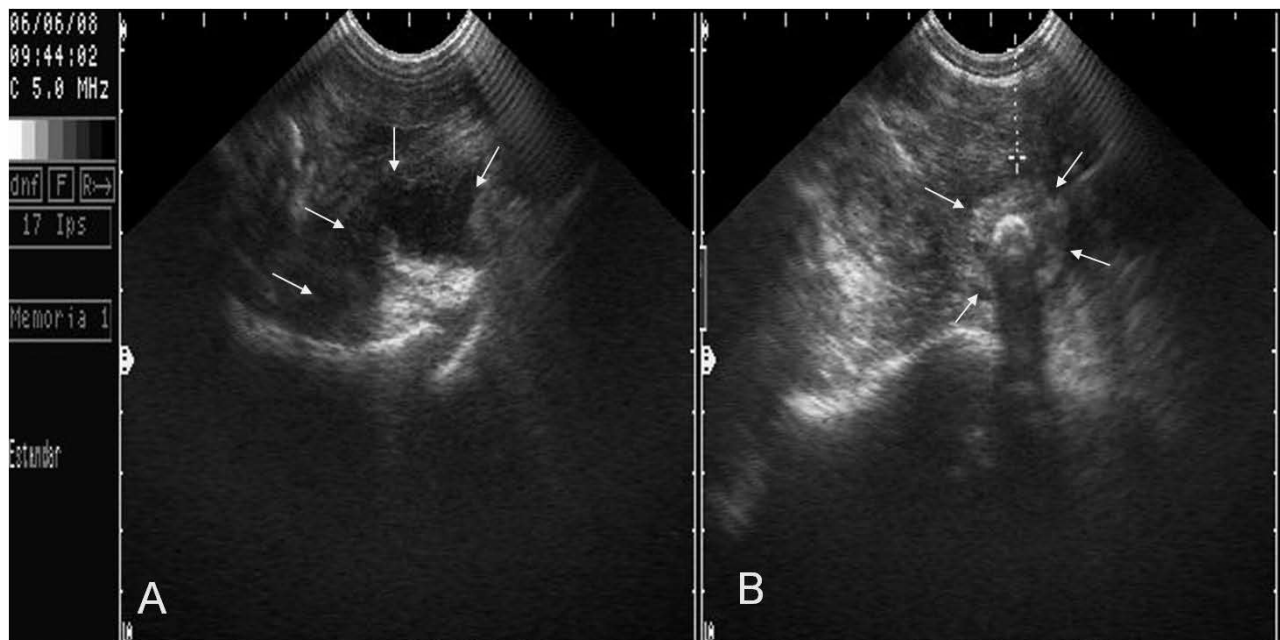
derecha. Sin embargo, las radiografías evidenciaron integridad del húmero sin compromiso de la articulación del hombro, aunque no se pudo detectar la silueta radiopaca del proyectil en esa región.

Se realizó una incisión de 20 cm sobre la espina de la escápula que seguía la dirección del disparo. Se eliminaron las fibras musculares necróticas y el hematoma del músculo infraespinoso. Sin embargo, la trayectoria de la bala era difícil de seguir y se optó por realizar lavado copioso (a presión) del tracto restante de la herida y así evitar un posible daño iatrogénico. No se tomó muestra para cultivo y sensibilidad bacteriana. Se dejó un drenaje de Penrose durante 72 horas, el cual emergía de la región más distal de la incisión y estaba ubicado dentro de la zona de espacio muerto ocasionada por la cirugía en el músculo infraespinoso. El caballo fue asistido por varios operarios durante la recuperación anestésica y recibió penicilina G cristalina (22.000 IU/kg/IV/q.u.i.d), sulfato de gentamicina (6,6 mg/kg/IV/s.id.) y fenilbutazona (2,2 mg/kg/IV/b.i.d) durante 10 días. Al tercer día postoperatorio, se apreció disminución de la tumefacción del hombro con atrofia progresiva de los músculos supra e infraespinoso, tríceps, deltoides, pectoral y extensor lateral, acompañada con desplazamiento lateral (abducción) del MAD. Sin embargo, el paciente podía apoyar levemente la extremidad contra el piso. En esa ocasión, la manipulación del MAD evidenció crepitación en la región del hombro. La ecografía mostró que el proyectil

había producido intenso daño muscular de la porción distal del músculo infraespinoso y del deltoides. El cuello de la escápula mostró interrupción de la línea hiperecoica de su superficie y múltiples fragmentos óseos con hematoma perilesional (figura 2A). Un artefacto hiperecoico con silueta de bala fue detectado cerca al foco de fractura (figura 2B). La bala no fue extraída para no producir más daño muscular. Con base en la historia, los hallazgos del examen clínico, cirugía y pruebas complementarias se diagnosticó fractura conminuta del cuello de la escápula con lesión del nervio SEC y afectación moderada del plexo braquial secundarios a impacto de bala.

#### TRATAMIENTO CON CONCENTRADOS AUTÓLOGOS DE PLAQUETAS

El foco de fractura (cuello de la escápula) y los tejidos blandos comprometidos por el balazo (músculos supra e infraespinoso, tríceps y deltoides) fueron tratados con inyecciones de APCs obtenidos mediante el método del tubo por doble centrifugación (Argüelles y col 2006, Carmona y col 2009, Carmona y Prades 2009). Se realizó una inyección ecoguiada con una aguja espinal N° 18G y se depositaron 30 mL de APC activados con 3 mL de gluconato de calcio al 10%. Este protocolo se realizó tres veces, con un intervalo de dos semanas entre aplicación. Adicionalmente, se realizó estimulación eléctrica



**Figura 2.** Ecografías del hombro derecho del paciente tres días después de la herida de bala. A) Note que el cuello de la escápula presenta interrupción de la línea hiperecoica del hueso con esquirlas óseas y hematoma perilesional. B) Observe un artefacto hiperecoico con forma de bala cercano al foco de fractura (flechas).

Shoulder ultrasonographies of the patient's report at the third postoperative day. A). Note that the neck of the scapula presented interruption of the hyperechoic line of the bone with multiple bone fragments and perilesional hematoma. B) Note a hyperechoic like-bullet shaped artefact near to fracture foci (arrows).

transcutánea nerviosa (TENS) a cada músculo atrofiado a una frecuencia de 60 mHz y una duración de 300  $\mu$ s/pulso durante 15-30 min. Esta terapia fue realizada cinco veces/semana, durante dos meses.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### EVOLUCIÓN CLÍNICA

Un mes después, el caballo presentó reducción de su grado de cojera (3/5) y desaparición de la crepitación. La ecografía reveló mejoría de la apariencia de la arquitectura de las estructuras óseas y musculares comprometidas. Sin embargo, el paciente presentaba un acortamiento aparente (~5 mm) del MAD respecto al miembro contralateral. El caballo fue dado de alta un mes y medio después del balazo y permaneció bajo confinamiento en cuadra durante un mes, seguido por descanso en un pequeño corral por dos meses. El siguiente mes comenzó a recibir paseos de la mano de 15 min, dos veces al día. En ese momento presentaba disminución de su grado de cojera a 2/5, pero aún presentaba atrofia de los músculos de la región del hombro del MAD, aunque el grado de abducción había disminuido notablemente. El caballo fue manejado con un programa gradual de ejercicio controlado y se recuperó completamente a los nueve meses postlesión (figura 3). Para ese tiempo, el paciente presentaba un grado de cojera de 0,5/5, quizás asociada a un componente mecánico como consecuencia del acortamiento del MAD. Para mejorar esa situación se realizó un herraje correctivo con una plantilla

de cuero de un espesor 5 mm entre la herradura y el casco comprometido. Actualmente, el caballo entrena dos horas, cuatro veces por semana y realiza paseos al trote de seis horas, dos veces por mes, y no ha manifestado complicaciones adicionales.

Desafortunadamente, el uso indiscriminado de poderosas armas de fuego por parte de civiles ha producido muerte o lesiones severas a personas (Richmond y col 2005) y animales (Mellish y Andreani 2008), tal como es reportado en este caso. En caballos, se han documentado lesiones producidas por disparos, bien sean inducidas accidentalmente o producidas por violencia (Vatistas y col 1995, Mellish y Andreani 2008). Vatistas y col (1995) documentaron un disparo accidental que afectó la región del hombro en un caballo. El paciente de ese reporte había sido herido con un cartucho calibre 22 de baja velocidad (< 305 m/s (Farjo y Miclau 1997)) mientras era montado por su propietario. El caballo de este reporte sufrió el accidente de la misma manera, aunque fue producido por un proyectil 9 mm de velocidad intermedia (330-610 m/s (Farjo y Miclau 1997)) con alto poder destructivo.

Frecuentemente, los disparos efectuados a corta distancia (a quemarropa) producen daño extenso de tejidos blandos y fracturas conminutas (Farjo y Miclau 1997, Okçu y Aktuğlu 2005). En personas, lesiones de las extremidades superiores producidas por disparos a corta distancia están asociadas con inestabilidad esquelética y daño de tejidos blandos y resultan en morbilidad significativa, prolongados periodos de incapacidad funcional y hospitalización (Okçu y Aktuğlu 2005). El caso presentado en este reporte fue



**Figura 3.** Evolución clínica comparativa del grado de atrofia muscular del miembro anterior derecho (afectado) al tercer (A), quinto (B) y noveno (C) meses postlesión. Note la completa resolución de la atrofia muscular en este caballo.

Comparative clinical evolution of the degree of muscular atrophy of the right (affected) forelimb at the third (A), ninth (B) and eleventh (C) postinjury months. Note the complete resolution of the muscular atrophy in this horse.

producido por un disparo a quemarropa con un proyectil 9 mm. La complejidad de las lesiones producidas por este disparo hace de este caso único en la literatura, ya que normalmente caballos con fracturas de huesos largos ocasionados por disparos tienen mal pronóstico y normalmente son sometidos a eutanasia (Vatistas y col 1995).

La extensión del daño producido por el proyectil en el caballo de este reporte fue más severa que el caso reportado por Mellish y Andreani (2008), quienes documentaron en una yegua una lesión de bala con daño de la musculatura del tríceps derecho, posiblemente producida por un proyectil de alta velocidad (> 610 m/s (Farjo y Miclau 1997)). En contraste, el caballo de este reporte sufrió daño muscular grave, daño nervioso parcial del plexo braquial con afectación de los nervios supraescapular, axilar, radial y torácicos (Levine y col 2007) y fractura conminuta del cuello de la escápula.

Las lesiones del plexo braquial son poco comunes en caballos, aunque se han descrito lesiones del NSE y del nervio radial (Reed 2008). No existen reportes previos sobre lesiones del plexo braquial producidas por heridas de bala en caballos. En personas se ha visto que las heridas de bala pueden ser la causa del 12-18% de lesiones del plexo braquial (Kim y col 2004). Normalmente, el 40% de esta clase de lesiones se recupera de manera espontánea sin necesidad de cirugía, sobre todo cuando son producidas por proyectiles de baja velocidad (Kim y col 2004). Sin embargo, cuando las lesiones nerviosas son producidas por proyectiles de alta velocidad o por disparos a corta distancia son más graves, ya que los nervios son dañados no sólo por el impacto directo, sino también por la onda del impacto y los efectos de cavitación (Farjo y Miclau 1997, Kim y col 2004). Los nervios lesionados por disparos de alta velocidad o a quemarropa tienen poca probabilidad de recuperar su función. Pacientes que no presentan signos de recuperación dentro de los primeros 2-4 meses siguientes a la lesión deberían ser tratados quirúrgicamente (Kim y col 2004). Es posible que el paciente de este reporte únicamente haya sufrido de neuropraxia de algunas estructuras del plexo braquial (Levine y col 2007), aunque no se sabe cómo pudo haber evolucionado sin el uso de los APCs.

La herida de bala de este reporte fue inicialmente manejada con desbridaje muscular agresivo, lavado copioso y con terapia antiinflamatoria y antibiótica, tal como ha sido previamente recomendado para seres humanos (Rhee y Martin 1997, Okçu y Aktuğlu 2005) y caballos (Vatistas y col 1995, Mellish y Andreani 2008). Además, las inyecciones de APCs y la fisioterapia (TENS y el programa de ejercicio controlado) fueron empleadas con la meta de mejorar el pronóstico general de este paciente.

El tratamiento con los APCs fue realizado para acelerar la regeneración (Carmona y col 2009, Carmona y Prades 2009) de los tejidos afectados: músculo, hueso y nervio (Mariconda y col 2008, Simman y col 2008, Mishra y col 2009). Se ha demostrado que los APCs son útiles para el tratamiento de afecciones crónicas del aparato locomotor en

caballos (Carmona y col 2009, Carmona y Prades 2009) y existe información básica (Mariconda y col 2008, Simman y col 2008) y clínica (Mishra y col 2009) que valida el empleo de APCs en lesiones agudas de tejidos blandos y en fracturas óseas (Mariconda y col 2008, Simman y col 2008, Elgazzar y col 2008).

Otro importante efecto benéfico del APC es su poderoso efecto antibacteriano (Bielecki y col 2008). Normalmente, un proyectil no es esterilizado por el fuego del disparo y puede transportar bacterias viables dentro de la herida. La flora bacteriana de una herida de bala cambia con el tiempo, pero las especies que inicialmente causan infección son por lo regular biota de la piel (Bowyer y Rossiter 1997). Bielecki y col (2007) encontraron que el gel de plaquetas humano presentaba efecto antibacteriano *in vitro* contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. De esta manera los APCs podrían ser usados como una terapia adjunta para manejar heridas de bala infectas en combinación con antibióticos. Aunque la TENS y los programas de ejercicio controlado son ampliamente usados en clínica equina, no existen estudios clínicos controlados que soporten de manera contundente su uso en caballos (Buchner y Schildboeck 2006). En el paciente de este reporte se observó que la utilización de APCs combinados con TENS disminuyeron el grado de dolor y permitieron una rápida introducción del paciente a programa de rehabilitación con ejercicio terapéutico. También los resultados de este reporte sugieren que el tratamiento con APCs puede facilitar el proceso regenerativo en hueso, músculo y nervio y que la TENS podría tener un efecto terapéutico sinérgico en combinación con los APCs.

Los resultados clínicos observados en este paciente fueron espectaculares y esperanzadores. Los registros clínicos asociados con cada uno de los problemas del paciente de este reporte, tales como fractura escapular, trauma muscular y daño del NSE, toman al menos 18-24 meses para alcanzar la recuperación completa en la mayoría de los casos en cada lesión (Schneider y col 1985, Dyson 1986, Pankowski y col 1986, Shamis y col 1989, Dutton y col 1999, Vallance y col 2007). El paciente de este reporte alcanzó recuperación completa de la extremidad afectada en tan sólo nueve meses. Estos resultados soportan el uso de inyecciones APCs y TENS (cuando es posible) para mejorar la cicatrización de lesiones agudas de tejidos blandos y fracturas óseas en caballos.

## RESUMEN

Las heridas de bala han sido escasamente descritas en caballos. Los disparos a corta distancia suelen producir daños en tejidos blandos y fracturas conminutas. Un caso de una fractura conminuta del cuello de la escápula con lesión aguda del plexo braquial producida por una bala de 9 mm en un semental de seis años de edad es descrito. El paciente fue tratado con éxito mediante la combinación de desbridamiento quirúrgico de la región afectada e inyección local de varias dosis de concentrados autólogos de plaquetas (APC) y fisioterapia. A pesar de la fractura de la escápula y del daño en los nervios periféricos que toman al menos 18-24 meses para una recuperación completa, este paciente se recuperó

satisfactoriamente en nueve meses. Estos resultados sugieren que las inyecciones de APC en combinación con fisioterapia pueden proporcionar un beneficio terapéutico en el tratamiento de lesiones agudas de tejidos blandos y fracturas óseas en caballos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Dairo E. Gómez, MVZ, Alejandro López y a su caballo Consentido.

## REFERENCIAS

- Argüelles D, JU Carmona, J Pastor, A Iborra, L Vinals, P Martínez, E Bach, M Prades. 2006. Evaluation of single and double centrifugation tube methods for concentrating equine platelets. *Res Vet Sci* 81, 237-245.
- Bielecki TM, TS Gazdzik, J Arendt, T Szczepanski, W Król, T Wielkoszynski. 2007. Antibacterial effect of autologous platelet gel enriched with growth factors and other active substances: an *in vitro* study. *J Bone Joint Surg Br* 89, 417-420.
- Bowyer GW, ND Rossiter. 1997. Management of gunshot wounds of the limbs. *J Bone Joint Surg Br* 79, 1031-1036.
- Buchner HH, U Schildboeck. 2006. Physiotherapy applied to the horse: a review. *Equine Vet J* 38, 574-580.
- Carmona JU, C López, M Prades. 2009. Uso de concentrados autólogos de plaquetas obtenidos mediante el método del tubo como tratamiento de artropatías en caballos. *Arch Med Vet* 41, 175-179.
- Carmona JU, M Prades. 2009. *Platelet concentrates to treat musculoskeletal disease in horses*. VDM Verlag, Saarbrücken, Germany.
- Davidson EJ, BB Martin. 2004. Stress fracture of the scapula in two horses. *Vet Radiol Ultrasound* 45, 407-410.
- Dugrillon A, H Eichler, S Kern, H Klüter. 2002. Autologous concentrated platelet-rich plasma (cPRP) for local application in bone regeneration. *Int J Oral Maxillofac Surg* 31, 615-619.
- Dutton DM, CM Honnas, JP Watkins. 1999. Nonsurgical treatment of suprascapular nerve injury in horses: 8 cases (1988-1998). *J Am Vet Med Assoc* 214, 1657-1659.
- Dyson S. 1986. Shoulder lameness in horses: an analysis of 58 suspected cases. *Equine Vet J* 18, 29-36.
- Elgazzar RF, MA Mutabagani, SE Abdelaal, AA Sadakah. 2008. Platelet rich plasma may enhance peripheral nerve regeneration after cyanoacrylate reanastomosis: a controlled blind study on rats. *Int J Oral Maxillofac Surg* 37, 748-755.
- Farjo LA, T Miclau. 1997. Ballistics and mechanisms of tissue wounding. *Injury* 28 (Sup 3), SC12-SC17.
- Kim DH, JA Murovic, RL Tiel, DG Kline. 2004. Penetrating injuries due to gunshot wounds involving the brachial plexus. *Neurosurg Focus* 16, E3.
- Levine JM, GJ Levine, AG Hoffman, GR Bratton. 2007. Comparative anatomy of the horse, ox, and dog: the brain and associated vessels. *Comp Equine* 2, 279-292.
- Mariconda M, F Cozzolino, A Cozzolino, E D'Agostino, A Bove, C Milano. 2008. Platelet gel supplementation in long bone nonunions treated by external fixation. *J Orthop Trauma* 22, 342-345.
- Mellish MA, CM Adreani. 2008. Management of a gunshot wound in a mare. *Can Vet J* 49, 180-182.
- Mishra A, J Jr Woodall, A Vieira. 2009. Treatment of tendon and muscle using platelet-rich plasma. *Clin Sports Med* 28, 113-125.
- Okçu G, K Aktuğlu. 2005. Management of shotgun induced open fractures of the humerus with Ilizarov external fixator. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 11, 23-28.
- Pankowski RL, BD Grant, R Sande, FA Nickels. 1986. Fracture of the supraglenoid tubercle: treatment and results in five horses. *Vet Surg* 15, 33-39.
- Reed SM. 2008. Neurological diseases affecting horses in the first year of life. *Proc Am Assoc Equine Pract Focus Meet* 37-48.
- Rhee MJ, R Martin. 1997. The management of retained bullets in the limbs. *Injury* 28 (Sup 3), SC-23-SC28.
- Richmond TS, R Cheney, CW Schwab. 2005. The global burden of non-conflict related firearm mortality. *Inj Prev* 11, 348-352.
- Schneider JE, OR Adams, KJ Easley, RK Schneider, Bramlage LR, J Peter, MJ Boero. 1985. Scapular notch resection for suprascapular nerve decompression in 12 horses. *J Am Vet Med Assoc* 187, 1019-1020.
- Shamis LD, M Sanders-Shamis, LR Bramlage. 1989. Internal fixation of a transverse scapular neck fracture in a filly. *J Am Vet Med Assoc* 195, 1391-1392.
- Simman R, A Hoffmann, RJ Bohinc, WC Petterson, AJ Russ. 2008. Role of platelet-rich plasma in acceleration of bone fracture healing. *Ann Plast Surg* 61, 337-344.
- Vallance SA, JM Lumsden, CB O'Sullivan. 2007. Scapula stress fractures in eight thoroughbred racehorses. *Proc Am Assoc Equine Pract* 53, 56-57.
- Vatistas NJ, DM Meagher, CL Gillis, JW Neves. 1995. Gunshot injuries in horses: 22 cases (1971-1993). *J Am Vet Med Assoc* 207, 1198-1200.