

## Beoordeling en behandeling van valgus- en varusdeviaties bij het veulen

<sup>1</sup>A. Martens, <sup>1</sup>T. Levet, <sup>2</sup>J. Saunders, <sup>1</sup>F. Pille

<sup>1</sup>Vakgroep Heelkunde en Anesthesie van de Huisdieren

<sup>2</sup>Vakgroep Medische Beeldvorming van de Huisdieren

Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, België

ann.martens@ugent.be

### INLEIDING

Valgus- en varusstandafwijkingen (een laterale, respectievelijk mediale deviatie van het distale deel van het lidmaat) zijn een frequent voorkomend probleem bij jonge veulens. Uni- of bilaterale valgusdeformatie ter hoogte van de carpus is de meest voorkomende afwijking, maar ook valgusdeformatie ter hoogte van de tarsus en varusdeformatie ter hoogte van de kogel komen regelmatig voor. Deze deviaties gaan bovendien vaak samen met een min of meer uitgesproken rotatie van het lidmaat: exorotatie bij valgusdeformaties en endorotatie bij varusdeformaties (Auer, 2006).

Wanneer dergelijke dieren ter evaluatie worden aangeboden is het van groot belang goed te kunnen inschatten wat normaal en abnormaal is, wat de oorsprong is van de standafwijking en hoe erg de aandoening is rekening houdend met het groeipotentieel van het veulen. Dit zal immers bepalen of een conservatieve dan wel chirurgische behandeling moet worden ingesteld.

### OORZAAK VAN STANDAFWIJKINGEN

De stand van de ledematen bij veulens wordt door verschillende factoren beïnvloed. Bij pre- en dysmature veulens, tweelingen, maar soms ook bij veulens die “a terme” geboren worden, kan er een *onvolledige ossificatie* van de carpaal- of tarsaalbeentjes aanwezig zijn. Deze veulens hebben meestal rechte ledematen bij de geboorte, maar doordat de carpaal- of tarsaalbeentjes nog onvoldoende draagkracht hebben, worden zij bij belasting langs één zijde meer gecompriëerd dan de andere waardoor meestal snel een standafwijking optreedt (Figuur 1a). Ter hoogte van de carpus ontstaat daarbij een valgus- of varusdeviatie, ter hoogte van de tarsaalbeentjes treedt de compressie meestal dorsaal op en ontstaat er een “sikkelvormige” conformatie van de sprong. Deviaties ten gevolge van een onvolledige ossificatie kunnen meestal nog manueel gecorrigeerd worden (Figuur 1a). Indien de abnormale compressie gehandhaafd blijft, kunnen de carpaal- of tarsaalbeentjes verder “wigvormig” verbenen, waardoor de deviatie soms niet meer gecorrigeerd kan worden met een slechte prognose als sportpaard tot gevolg (Fretz en Donecker, 1983). Bij veulens verdacht van een onvolledige ossificatie is een radiografische controle bijgevolg steeds aange-

wezen zodat ofwel een deviatie kan voorkomen worden door de dieren volledige stalrust te geven, ofwel een reeds opgetreden deviatie snel en aangepast behandeld kan worden (zie verder).

Pasgeboren veulens met *laxiteit van de gewrichtsbanden* vertonen meestal deviaties ter hoogte van verschillende gewrichten (carpus, tarsus, kogel) en vaak is er een combinatie van varus- en valgusdeviatie aanwezig (zogenaamde “windswept” veulens, Fi-



**Figuur 1a.** Vier weken oud veulen met een uitgesproken valgus van de rechter- en varus van de linkercarpus. Het veulen was volledig normaal bij de geboorte en deze deviatie ontwikkelde zich na ca. 10 dagen. Door middel van manipulatie kunnen zowel het linker- als rechtervoorbeen bijna volledig recht geduwd worden. Op de dorsopalmaire radiografie van het linkervoorbeen bevindt het “pivot point” zich ter hoogte van de carpus. Er is reeds een mediale compressie van het os carpi radiale aanwezig, met fragmentatie (pijl).



**Figuur 1b.** Het veulen werd behandeld door middel van spalken (verband tot boven de kogel, spalk van pijp tot proximale radius). Na 2 weken zijn er een normale vorm en ossificatie van de carpaalbeetjes links aanwezig. Een lichte varusdeviatie (Li metacarpus) blijft aanwezig.

guur 2a). Bij het stappen vertonen deze dieren meestal een zwalpende gang en soms kan een valgusdeviatie bij het stappen overgaan in een varusdeviatie (Auer, 2006). In gevallen van echte laxiteit van de banden kunnen de ledematen manueel recht geduwd worden. Bij sommige “windswept” veulens lukt dit echter niet en mogelijk zou een abnormale positie van het veulen “*in utero*” hier de oorzaak van de abnormale conformatie kunnen zijn (Pierce, 2003). Beide deviaties verdwijnen meestal redelijk snel (binnen de 4 weken) naarmate de veulens steviger worden, zonder dat er een specifieke behandeling wordt ingesteld (Figuur 2b).

De meeste deviaties worden veroorzaakt door een *ongelijke groei ter hoogte van de groeiplaat (physis)*. Deze deviaties zijn meestal aangeboren maar kunnen ook verworven zijn, bijvoorbeeld wanneer door trauma of fysitis een deel van de groeiplaat beschadigd wordt. Bij de aangeboren valgus- en varusdeviaties treedt er vaak een spontane correctie op doordat er een uitgesproken natuurlijk correctiemechanisme aanwezig is. Het principe hiervan is dat de cellen van de groeiplaat die zwaarder belast worden, sneller zullen delen dan deze die minder belast worden (Frost, 1988). Daar bij een deviatie de concave zijde meer belast wordt, zal daar een snellere groei optreden waardoor het been rechter wordt. Echter, een versnelde groei treedt enkel op wanneer deze verhoogde belasting intermitterend is (afwisselend belasten en ontlasten). Een statische verhoogde belasting onderdrukt daarentegen de groei (Bramlage, 1999). Bij uitgesproken deviaties ( $>12^\circ$ ) wordt de groei aan de concave zijde bijgevolg nog verder onderdrukt en de deformatie verergert.



**Figuur 2a.** Congenitale gecombineerde valgus- en varusafwijking ter hoogte van de achterbenen bij een veulen van 2 dagen oud. Bij de radiografische controle was er een normale ossificatie van de tarsaalbeentjes.

**Figuur 2b.** Hetzelfde veulen als in 2a. Er is een spontane correctie van de deviaties opgetreden na 4 weken beperkte beweging (grote box en tweemaal daags 10 min. stappen naast de merrie).

## DIAGNOSE

Bij de beoordeling van valgus- en varusdeviaties bij veulens zijn een grondige inspectie en manipulatie van de ledematen alsook een radiografisch onderzoek vereist. Bij de inspectie van de ledematen moet men trachten het veulen zo vierkant mogelijk te laten steunen en moet men het veulen grondig bekijken van vooraan en achteraan. De onderzoeker moet de standafwijking zeker beoordelen vanuit een positie loodrecht op het frontaalvlak van carpus of tarsus. Daar de meeste veulens met valgusdeviaties een zekere exorotatie van het lidmaat vertonen, gebeurt de beoordeling bijgevolg vanuit een dorsolaterale positie. Als bij deze beoordeling bijvoorbeeld de teen en carpus zich in hetzelfde vlak bevinden, dan zal bij het uitgroeien van het veulen en het breder worden van de borst de exorotatie zich spontaan corrigeren en zal de teen uiteindelijk mooi naar voor gericht zijn. Indien de carpus echter wat naar buiten gedraaid is, doch de teen van de hoef recht naar voor gericht is, dan wijst dit op een varusdeformatie onderaan het lidmaat (bijvoorbeeld de kogel of koot). Bij het uitgroeien van een dergelijk veulen en het verbreden van de borst zal deze varusdeviatie nog meer geaccentueerd worden (Auer, 2006). Dit moet snel onderkend worden omdat de distale groeiplaat vanaf de leeftijd van 3 à 4 maanden bijna geen groei meer vertoont.

Vervolgens moet het lidmaat gemanipuleerd worden. Men tracht hierbij door middel van manuele druk het lidmaat recht te duwen. Indien dit (gedeeltelijk) lukt, wijst dit ofwel op een onvolledige ossificatie van de carpaal/tarsaalbeentjes (Figuur 1a), ofwel op periarticulaire laxiteit. Indien dit niet lukt, ligt



**Figuur 3a.** Vijf weken oud veulen met een congenitale unilaterale valgusdeformatie ter hoogte van de rechtercarpus. De deviatie verergert als het veulen in de weide heeft gelopen. Er is geen manuele correctie van een abnormale stand mogelijk. Op radiografie is het “pivot point” gelokaliseerd ter hoogte van de distale groeiplaat van de radius.

een benige afwijking (bijvoorbeeld ongelijke fysaire groei) aan de oorsprong van de standafwijking. Het veulen wordt ook beoordeeld in stap, heen en weer. Doordat de gewrichtsvlakken niet evenwijdig met de grond zijn, wordt bij een varusdeviatie het been bij het naar voor brengen meestal naar buiten gezwaaid, terwijl het bij een valgusdeviatie eerder naar binnen wordt gezwaaid (Bramlage en Auer, 2006).

Voor een correcte diagnose is een radiografisch onderzoek onontbeerlijk. Niet alleen de ossificatie van de carpaal- of tarsaalbeentjes kan hierbij bepaald worden, maar ook het aantal graden en de lokalisatie van de deviatie. Het is van groot belang om lange cassettes (minimum 40 cm) te gebruiken zodat de hoek tussen de aanpalende lange beenderen vlot kan gemeten worden (Figuur 1a en 3a). De dorsopalmaire opname is hierbij de belangrijkste. Het “pivot point” wordt gedefinieerd als het kruispunt tussen de lijnen getrokken doorheen de twee aanpalende beenderen. De hoek gevormd tussen deze twee lijnen bepaalt de graad van de deviatie. De lokalisatie van het “pivot point” vormt een indicatie van de oorsprong van de deviatie. Bevindt het zich ter hoogte van de groeiplaat dan is een ongelijke groei op die hoogte de oorzaak van de deviatie (Figuur 3a). Bevindt het “pivot point” zich ter hoogte van het gewricht dan zijn de carpaal- of tarsaalbeentjes op zijn minst ook in de deviatie betrokken (Figuur 1a). De interpretatie van de hoekmetingen op basis van de radiografieën moet echter met de nodige voorzichtigheid gebeuren. Vooreerst kunnen er belangrijke verschillen optreden naargelang de stand van het veulen op het ogenblik van de radiografie. Daarnaast treedt er altijd een zekere fout op bij het trekken van de lijnen doorheen de lengtes van de aanpalende beenderen. De dorsoplantaire opname bij standafwijkingen van het achterbeen is



**Figuur 3b.** Klinisch en radiografisch beeld van hetzelfde veulen als in Figuur 3a, vier weken na een overbrugging van de mediale groeiplaat. De correctie is quasi volledig, maar ter hoogte van de implantaten is er een uitgesproken zwelling van de weken delen aanwezig. De cerclagedraad en schroeven werden verwijderd.

minder accuraat voor de bepaling van de hoek van de deviatie en dit ten gevolge van de natuurlijk voorkomende tarsaalhoek (Auer, 2006). Hier is de lateromediale radiografie nuttig om na te gaan of er een compressie van het dorsale aspect van de tarsaalbeentjes aanwezig is (Dutton *et al.*, 1999). Bij Shetlanders en andere minipaardjes met standafwijkingen moet men goed letten op de aanwezigheid van een volledig ontwikkelde ulna of fibula. Dit is vaak de oorzaak van de standafwijking doordat ze een permanent remmende werking hebben op de groei van het laterale deel van de distale groeiplaat van de radius of tibia.

Het stellen van de diagnose kan eenvoudig doch soms ook zeer moeilijk zijn. Zo wordt een valgus ter hoogte van de carpus meestal zeer vlot onderkend terwijl een valgus van de tarsus en een varus van de kogel vaak over het hoofd worden gezien (Dutton *et al.*, 1999). Ook gecombineerde deviaties zijn moeilijk te onderkennen. Als een varus van de kogel samen gaat met een (compensatoire) valgus van het kootbeen, lijkt het lidmaat uiteindelijk recht maar bevindt het kogelgewricht zich niet evenwijdig met de grond. Een analoog effect wordt bekomen als een valgus van de carpus samen gaat met een varus van de kogel.

#### BEHANDELINGSTRATEGIE

Veulens worden zelden geboren met een conformatie zoals deze gewenst is bij volwassen paarden. Een beperkte valgusdeviatie ter hoogte van de carpi en tarsi (2° tot 5°) bijvoorbeeld is volledig normaal en corrigeert zich altijd spontaan in de eerste weken na de geboorte. Ook ergere deviaties ter hoogte van de carpi (tot 8° à 10°) herstellen zich spontaan in de eerste levensmaanden.

Het is dus de taak van de dierenarts om correct in

**Tabel 1. Tijdsspannen van snelle groei en radiografische sluiting van de verschillende groeiplaten.**

Groeiplaat	Snelle groeifase	Radiografische sluiting
Distale radius	tot 6 m	20-24 m
Distale tibia	tot 4 m	18-24 m
Distale pijp	tot 2 m	7-9 m
Proximaal kootbeen	tot 2 m	6-10 m

Referenties: Butler *et al.*, 1993; Auer, 2006, Strand *et al.* 2007



**Figuur 4. Varusdeviatie (5°) van de kogel rechts achteraan bij een 6 weken oud veulen. Er is een duidelijk verschil in hoogte tussen de mediale en de laterale epifyse van de metatarsus. Een volledige correctie werd bekomen door middel van een mediale periostale transectie en een elevatie gecombineerd met een laterale extensie in twee-componenten polymeer.**

te schatten of een spontane correctie nog mogelijk is, dan wel dat ingrijpen noodzakelijk is. Hiervoor moet rekening gehouden worden met de leeftijd van het veulen, de ergheid van de deviatie, de lokalisatie ervan en de tijdsperiode binnen dewelke de groei van de betreffende groeiplaat nog mogelijk is (Tabel 1).

### Beperkte beweging

Bij veulens met laxiteit van de gewrichtsbanden of “windswep” veulens ten gevolge van een abnormale intra-uteriene positie volstaat het meestal om beperkte beweging te geven voor een periode van 4 tot 6 weken (bijvoorbeeld stalrust gecombineerd met 10 tot 20 minuten per dag stappen naast de merrie) (Figuur 2a, 2b) (Auer en Von Rechenberg, 2006). Het is in elk geval volledig tegenaangewezen om dergelijke veulens in te spalken daar dit de laxiteit van de weke weefsels nog verergert. Vrij weideloop is ook niet raadzaam om een te sterke en abnormale belasting van zowel de gewrichten als de groeiplaten te vermijden.

### Spalken en gipsen

De enige indicatie voor het gebruik van spalken en gipsen bij veulens met standafwijkingen is een onvolledige ossificatie van de carpaalbeentjes. Meestal

wordt gebruik gemaakt van doorgezaagde PVC-afvoerbuizen of gipsgoten die door middel van brede tape en een verband aan het been gefixeerd worden (Figuur 1b). Ook speciaal ontworpen “braces” kunnen gebruikt worden, doch deze zijn duur en bovendien is een onvolledige ossificatie van de carpaalbeentjes de enige indicatie voor hun gebruik (Auer en Von Rechenberg, 2006). Het is niet raadzaam een circulaire gips te plaatsen. Bij het spalken moet men steeds een goede polstering aanbrengen en moet de spalk minstens om de 3 à 4 dagen herzet worden. Het is ook essentieel dat de spalk niet lager komt dan het kogelgewricht, anders zal door de ontlasting van het kogelgewricht een uitgesproken verlenging van de buigpezen optreden. De dieren moeten om de week radiografisch geëvalueerd worden en de spalken worden ter plaatse gelaten tot een normale ossificatie bereikt is (Figuur 1b). Dit gebeurt meestal binnen de 2 à 4 weken. De belangrijkste complicaties bij het spalken van de ledematen van veulens zijn het optreden van druknecrose (ter hoogte van het os carpi accessorium en ter hoogte van de convexe zijde van de carpus/tarsus) en een verlenging van de flexor carpi ulnaris en ulnaris lateralis door inactiviteit met hyperextensie van de carpus tot gevolg. Beide aandoeningen genezen meestal spontaan, hoewel de healing van grote drukwonden lang kan aanslepen.



**Figuur 5.** Bilaterale valgus van de tarsus bij een 6 maanden oud veulen. Deze deviatie werd bilateraal gecorrigeerd door middel van een transfyseale 4,5 mm corticalisschroef (radiografie: rechtersprong).

### Bijwerken van hoefjes en gebruik van hoefextensies

Het bijwerken van de hoefjes (correctief raspen) of het gebruik van mediale of laterale extensies van de hoeven wordt zeer frequent toegepast, hetzij als enige vorm van behandeling bij jonge veulens met lichte deviaties (bijvoorbeeld valgus tarsus tot 1 à 2 maanden, valgus carpus tot 6 maanden), hetzij als aanvulling van een chirurgische therapie.

Bij valgusdeviaties is de binnenzijde van de hoef meestal afgesleten en wordt de buitenzijde van de hoef dus wat ingekort zodat het voetje plat komt te staan. Omgekeerd is bij een varusdeviatie de buitenzijde afgesleten en wordt het hoefje plat gezet door de binnenzijde in te korten. Het overmatig corrigeren moet zeker vermeden worden daar dit een ongelijke belasting van het hoefgewricht met zich mee brengt.

Daarnaast kan bij een valgus een mediale extensie (3 à 5 cm) gebruikt worden. Dit bevordert de adductie en de axiale rotatie van het lidmaat bij de steunname en vermijdt bovendien een overdreven slijtage van het mediale deel van de hoef. Omgekeerd kan bij een varusdeviatie een laterale extensie gebruikt worden. Tegenwoordig wordt niet vaak meer gebruik gemaakt van ijzertjes, maar van een polymeer dat rechtstreeks op het hoefje wordt aangebracht (Figuur 4). Een grondige voorbereiding en het ontvetten van de hoef zijn essentieel om te vermijden dat dit polymeer snel loskomt.

### Chirurgische behandeling

Een chirurgische behandeling van een standafwijking ten gevolge van een ongelijke groei van de groeiplaten is aangewezen (1) wanneer de afwijking te erg is om nog spontaan te corrigeren, rekening houdend met het groeipotentieel van de betreffende groeiplaat, of (2) wanneer de respons op de conservatieve behandeling (bijvoorbeeld het bijwerken van de hoefjes) te traag is waardoor geen volledige correctie wordt bekomen binnen de tijdspanne dat de groei-

plaat nog actief is (Bramlage en Auer, 2006).

Een eerste chirurgische optie is het stimuleren van de groei aan de concave zijde van het been door de transsectie en elevatie van het periost net proximaal van de groeiplaat. Ter hoogte van de distale groeiplaat van de radius wordt daarbij ook de rudimentaire ulna doorgesneden (Auer, 2006). Recentelijk werd deze techniek in vraag gesteld doordat in een experimenteel model met geïnduceerde standafwijkingen geen significant verschil in effect van de techniek werd bekomen vergeleken met de controlegroep (Read *et al.*, 2002). Echter, Auer en Von Rechenberg (2006) toonden aan dat het model onjuist was en dat er wel degelijk een lokale groeistimulatie plaatsvindt na een periostale transsectie, en dit door een lokale vrijstelling van mediators. Een periostale transsectie is vooral effectief in de snelle groeifase van de physis (Tabel 1) en wordt dus vooral bij jonge veulens gedaan (vanaf de leeftijd van 2 tot 4 weken).

Een tweede chirurgische optie is het vertragen van de groei aan de convexe zijde van de groeiplaat door deze tijdelijk te overbruggen met een implantaat. Hiervoor wordt meestal gebruik gemaakt van twee schroeven en een cerclagedraad die ter plaatse worden gelaten tot een correctie van de standafwijking bekomen is. Indien er nog groeipotentieel aanwezig is, moeten deze implantaten vervolgens verwijderd worden, zoniet vindt er een overcorrectie plaats. Doordat ter hoogte van de implantaten nogal eens een uitgesproken lokale weke delenzwelling ontstaat (Figuur 3b) wordt tegenwoordig ook vaak gebruik gemaakt van een compressieschroef doorheen de groeiplaat. Dit geeft zowel functioneel als cosmetisch zeer goede resultaten, vooral ter hoogte van de kogel en de sprong (Figuur 5) (Witte *et al.*, 2004; Adkins, 2006). Ook ter hoogte van de carpus kan deze techniek effectief zijn (Kay *et al.*, 2005) doch er werd reeds enkele malen vastgesteld dat de schroefdraad doorgetrokken werd door de uitgesproken groei van de distale groeiplaat van de radius. Een nadeel van deze techniek is dat die schroeven niet altijd gemakkelijk te verwijderen zijn (Adkins, 2006).

Het vertragen van de groei door middel van implantaten is aangewezen van zodra de snelle groeifase voorbij is (Tabel 1). Daar de snelle groeifase ter hoogte van de distale groeiplaat van de pijp reeds op de leeftijd van 2 maanden voorbij is en deviaties op die plaats bovendien vaak over het hoofd worden gezien is het gebruik van een transfyseale schroef de meest aangewende techniek voor een varus van de kogel. Ook ter hoogte van de sprong wordt dit regelmatig toegepast daar de resultaten van een periostale transsectie vaak teleurstellend zijn op dat niveau, vooral indien uitgevoerd na de leeftijd van 2 maanden (Dutton *et al.*, 1999). In een recente studie werd in alle gevallen (n=11) van valgus van de tarsus een volledige correctie van de deviatie bekomen door middel van een transfyseale schroef, waarbij de gemiddelde leeftijd van de dieren 7 maanden was en 1 dier zelfs 12 maanden oud was (Witte *et al.*, 2004). Ook voor deviaties die postnataal zijn ontstaan ten gevolge van een vroegtijdige sluiting van een deel van de groeiplaat door trauma, is het overbruggen van de groeiplaat aan de convexe zijde de therapie bij uitstek.

Bij zeer erge deviaties of bij deviaties waarbij

er bijna geen groei meer verwacht wordt ter hoogte van de groeiplaat, wordt vaak een combinatie van een periostale transectie (aan de concave zijde) en een overbrugging van de groeiplaat (aan de convexe zijde) aangewend, om een maximaal effect te bekomen (Auer, 2006).

## BESLUIT

Bij het onderzoek van een veulen met een standafwijking is het de taak van de dierenarts om aan de hand van een grondig onderzoek te bepalen waar de deviatie(s) gelokaliseerd is/zijn en wat de oorzaak is. Op basis daarvan en rekening houdend met het groeipotentieel per groeiplaat kan beslist worden om te wachten op een spontane correctie of om een therapie in te stellen. Hoe vroeger deviaties onderkend worden, hoe meer kans er bestaat op een volledige normalisatie van de conformatie van het veulen.

## REFERENTIES

- Adkins A.R. (2006). Assessment and treatment of choice for correction of angular limb deformities in the foal. In: *Proceedings of the 13th ESVOT Congress*. Munich, p 165-166.
- Auer J.A. (2006). Angular limb deformities. In: Auer J.A., Stick J.A. (eds.). *Equine Surgery* (ed. 3). St. Louis, Mo, Saunders Elsevier, p 1130-1149.
- Auer J.A., von Rechenberg B. (2006). Treatment of angular limb deformities in foals. *Clinical Techniques in Equine Practice* 5, 270-281.
- Bramlage L.R. (1999). The science and art of angular limb deformity correction. *Equine Veterinary Journal* 31, 182-183.
- Bramlage L.R., Auer J.A. (2006). Diagnosis, assessment and treatment strategies for angular limb deformities in the foal. *Clinical Techniques in Equine Practice* 5, 259-269.
- Butler J.A., Colles C.M., Dyson S.J., Kold S.E., Poulos P.W. (1993). *Clinical Radiology of the Horse*. Blackwell Scientific Publications, p 527-529.
- Dutton D.M., Watkins J.P., Honnas C.M., Hague B.A. (1999). Treatment response and athletic outcome of foals with tarsal deformities: 39 cases (1988-1997). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 215, 1481-1484.
- Fretz P.B., Donecker J.M. (1983). Surgical correction of angular limb deformities in foals: a retrospective study. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 183, 529-532.
- Frost H.M. (1988). Structural adaptations to mechanical usage. A proposed three way rule for bone remodeling. *Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology* 2, 80-85.
- Kay A.T., Hunt R.J., Thorpe P.E., Spirito M.A., Rodger-son D.H. (2005). Single screw transphyseal bridging for correction of forelimb angular limb deviation. In: *Proceedings of 51th Annual Convention of the AAEP*. Seattle, USA, p 306-308.
- Mitten L.A., Bramlage L.R., Embertson R.M. (1995). Racing performance after hemi-circumferential periosteal transection for angular limb deformities in Thoroughbreds: 199 cases (1987-1989). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 207, 746-750.
- Pierce S.W. (2003). Foal care from birth to 30 days: a practitioners perspective. In: *Proceedings of the 49th Annual Convention of the AAEP*. New Orleans, USA, p 13.
- Read E.K., Read M.R., Townsend H.G., Clark C.R., Pharr J.W., Wilson D.G. (2002). Effect of hemi-circumferential periosteal transection and elevation in foals with experimentally induced angular limb deformities. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 221, 536-540.
- Strand E., Braathen L.C., Hellsten M.C., Huse-Olsen L., Bjornsdottir S. (2007). Radiographic closure time of appendicular growth plates in the Icelandic horse. *Acta Veterinaria Scandinavica* 49, 19.
- Witte S., Thorpe P.E., Hunt R.J., Spirito M.A., Rodger-son D.H. (2004). A lag-screw technique for bridging of the medial aspect of the distal physis in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 225, 1581-1583.