

原 著

## 4頭の馬における locking compression plate と 5.5mm 皮質骨スクリューによる近位指節間関節及び 近位趾節間関節固定手術

樋口 徹<sup>†</sup> 井上 哲 佐藤正人 後藤忠広

日高地区農業共済組合家畜診療センター（〒059-3105 日高郡新ひだか町三石東蓬萊200）

（2015年7月23日受付・2015年12月15日受理）

### 要 約

近位指（趾）節間関節固定術は重度の変形性関節症、亜脱臼、関節部での骨折に適応される。今回、4頭の馬において3穴ナローlocking compression plate（LCP）と関節貫通スクリューとして3～4本の5.5mm皮質骨スクリューを用いた内固定を行った。症例馬は、3頭がサラブレッド繁殖雌馬、1頭はサラ系障害飛越競技馬であった。1頭は前肢の近位指節間関節の亜脱臼、1頭は後肢の近位趾節間関節の亜脱臼、2頭は変形性関節症で、前肢と後肢が1頭ずつであった。手術は吸入麻酔下で仰臥位で行い、関節を開けてできる限り関節軟骨を除去し、関節貫通スクリューが関節の掌（底）側を引き寄せるように挿入し、次いでLCPを軸側に置いて関節全体を圧着させるように5.5mm皮質骨スクリューとlocking head screw（LHS）で固定した。術後はハーフリムキャストを3～4週間装着した。この方法は強度に優れ、安定した関節固定が可能であった。症例馬の疼痛は徐々に緩和し、10～12週間後には放牧あるいは速歩運動が可能であった。——キーワード：関節固定術、LCP、近位指節間関節。

-----日獣会誌 69, 133～137 (2016)

馬の関節固定術は重度の変形性関節症、関節を支持する腱や靭帯の損傷による脱臼あるいは亜脱臼、関節部での骨折に適応される。遠位指（趾）節間関節、近位指（趾）節間関節、中手指節関節、中足趾節関節、手根関節、肩関節、足根関節などについて報告されている [1]。手根関節や中手指節関節などの高可動関節に関節固定術を行うと肢の動きが著しく制限されるので、その目的は救命や繁殖供用に限られる。しかし、近位指（趾）節間関節などの低可動関節ではその馬本来の運動能力を著しく損なうことはないので、関節の骨癒合が達成されたあとは競走や高度の競技以外の運動には復帰することができる。関節固定術の方法には、ドリルや鋭匙による関節軟骨の外科的除去、化学物質の関節内注入、レーザーの関節腔への適応、そして整形外科器具による内固定があげられる。いずれの方法も外科的に関節を破壊して機能を失わせることになるので、適応症例の判断には慎重さが必要で、医原性の疼痛が少なく、できるだけ早期に骨癒

合が達成される方法が望ましい。残念ながら、わが国において馬の臨床例での関節固定術の成功例の報告はない。近年、馬用のlocking compression plate（LCP）や5.5mmスクリューが市販され、以前より強固な内固定が可能となった。今回、4症例においてLCPと5.5mm皮質骨スクリューを用いた近位指（趾）節間関節固定術を行い、良好な結果を得たので報告する。

### 材料及び方法

症例1はサラブレッド種、雌、6歳、右前繋部が背側へ膨隆し、X線撮影を行ったところ近位指節間関節が過屈曲（肢軸の前方破折）した亜脱臼が認められた（図1）。繁殖供用前の競馬出走時に靭帯を損傷しており、その悪化によると思われる。妊娠月齢6カ月であったが、跛行のため放牧できず、出産後も子馬と運動させることができないと予測されたので関節固定手術を要望された。

症例2はサラブレッド系の17歳の障害飛越競技馬で、

<sup>†</sup> 連絡責任者：樋口 徹（日高地区農業共済組合家畜診療センター）



図1 症例1の外貌と外—内 X線画像



図2 症例2の外—内 X線画像

障害飛越後に左後肢が負重困難となり、X線撮影により近位趾節間関節が過伸展（肢軸の後方破折）した亜脱臼が認められた（図2）。浅屈腱と底側靭帯の損傷によると思われる。関係者の都合により発症から3カ月後に関節固定手術を行った（手術時18歳）。

症例3はサラブレッド種、雌、13歳、妊娠月齢4カ月に左前肢の重度の跛行を示し、X線撮影を行ったところ、近位指節間関節の軽度の過伸展と基節骨遠位部の骨増勢が認められた（図3）。変形性関節症による跛行が著しく、さらなる悪化が予想されたため関節固定適応と判断した。

症例4はサラブレッド種、雌、7歳、数カ月前から右後脛部が硬く腫脹し、跛行は徐々に悪化した。その間、分娩し、受胎したがX線撮影により重度の変形性関節症と外側関節面の崩壊による肢軸の外反を近位趾節間関節に認め、関節固定術適応と判断した（図4）。

いずれの症例も手術はイソフルレン—酸素の吸入麻酔下で仰臥位で行った。脛部背側で蹄冠から1.5cmの皮膚を横方向に切開し、続いて脛部正中皮膚を縦に15cm切開した。総指（趾）伸筋腱はV状に切開し近位指（趾）節間関節を開いた。内外の側副靭帯を切断し、関節を屈曲方向へ完全脱臼させた。症例2、4では関節周囲組織



図3 症例3の背—掌（左）及び外—内（右）X線画像  
近位指節間関節の軽度の過伸展と変形性関節症を示す。



図4 症例4の背—底（左）及び外—内（右）X線画像  
近位趾節間関節の外反と重度の変形性関節症を示す。

の硬化のため完全に脱臼させることはできなかった。中節骨と基節骨の関節軟骨を鋭匙で可能な限り搔爬した。関節面に3.2mmスクリューで深さ1~3mmの穴を8~10mm間隔で多数開けた。

プレートはいずれも4.5/5.0mm 3穴ナローLCP（VP-LCPナロープレート4.5/5.0 3穴、ジョンソン・エンド・ジョンソン株、東京）を用いた。症例2~4に用いたLCPは馬の近位指節間関節固定術用に改良されたもので、蹄関節に干渉しないように遠位端を丸くし、遠位側のスクリュー穴はロッキングホールのみとなっている。さらに、この遠位側のスクリュー穴と中央のスクリュー穴の距離が通常LCPより長く作られており、近位指節間関節の固定に使用した場合に、関節をまたいで基節骨と中節骨にスクリューを挿入しやすい。症例1は旧式のLCPを用いたので、蹄関節を障害しないように遠位側端をグラインダーで削切して使用した。中節骨近位の背側正中から伸腱を剥がして、その部にLCPを置き、掌側皮質を貫く長さの5.0mm locking head screw（LHS）で仮止めた。

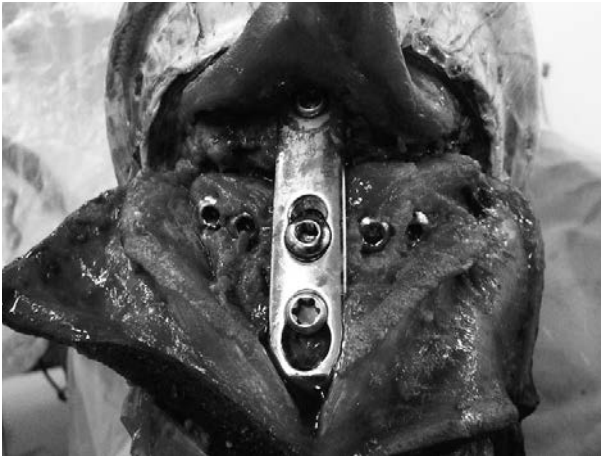


図5 症例3の手術中写真  
4本の関節貫通スクリーとLCPを装着した。



図6 症例1の術後3週間、キャスト除去後のX線画像

基節骨遠位背側に、LCPと当たらないように注意しながら、5.5mmドリル孔を近位背側一遠位掌側方向へ開けた。基節骨の関節面の掌（底）側よりへ穿孔した。LCPの内外に4カ所穿孔した。症例4ではLCPの固定位置がやや内寄りになったため、内側には1カ所しか穿孔できなかった。近位指（趾）節間関節を閉じた状態で、5.5mmドリル孔にドリルガイドを挿入し、中節骨に4.0mmドリルで穿孔した。カウンターシンクし、デプスゲージでスクリー長を測り、タップを切って、5.5mm皮質骨スクリーをラグ法で適用し近位指節間関節の掌側を圧着させた。

LCPの中央のスクリー穴はユニバーサルドリルガイドを用いてロードポジションに4.0mmドリルで穿孔し、5.5mm皮質骨スクリーを挿入した。この状態で、仮止めしておいた遠位側LHSを完全に締め、さらに中央穴の5.5mm皮質骨スクリーを完全に締めて近位指（趾）節間関節の背側を圧着させた。LCPの近位の穴には掌（底）側皮質を貫く長さの5.0mm LHSを挿入した（図5）。

症例1は近位指節間関節の屈曲方向への亜脱臼が慢性

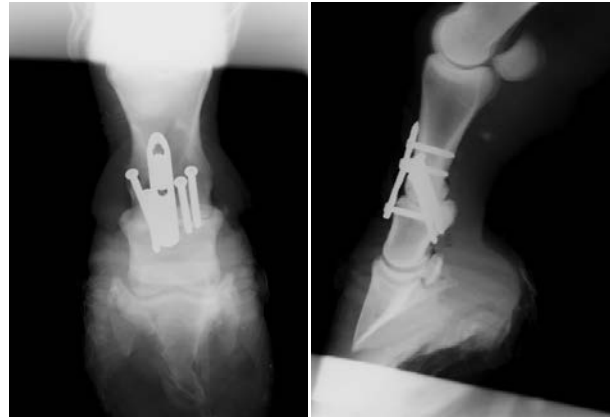


図7 症例2の手術中X線画像



図8 症例3の手術中X線画像



図9 症例4の手術中X線画像

化していたため、基節骨と中節骨が直線状になるよう整備することが困難であった。そのため、テンションデバイスを用いて中節骨の背側を牽引した状態でLCPを装着し、その後に関節を穿孔するスクリーを挿入して関節掌側を圧着させた（図6）。

操作中はX線透視装置とDR装置で撮影することで位置と角度を確認しながら行った（図7～9）。閉創は、伸腱を0モノフィラメント吸収糸で十字縫合し、皮下織を2-0モノフィラメント吸収糸で縫合し、皮膚は0

モノフィラメント縫合糸で単結紮縫合した。手術時間は2時間10～36分であった。下肢がほぼ直線状になるように腕節あるいは飛節以下にハーフリムキャストを装着し、ヒールブロックを付けた。麻酔覚醒までは患肢を上にした状態で横臥させた。覚醒起立は頭部と尾に付けたロープを牽引して介助した。いずれの症例馬も落ち着いて起立し、問題は起こらなかった。

手術前と、手術後1週間は抗生物質投与を行った。手術時と手術後数日は消炎鎮痛剤としてフルニキシメグルミンも投与した。ハーフリムキャストは3～4週間後に除去した。

## 成 績

手術後は強い疼痛を認め負重困難であったが、徐々に疼痛は緩和した。10～12週間後には放牧あるいは速歩での運動が可能となった。繁殖雌馬であった症例1, 3, 4は妊娠維持し、分娩と哺育に問題なく、その後も繁殖供用された。障害飛越競技馬であった症例2は乗馬として軽運動が可能となった。

## 考 察

海外では近位指（趾）節間関節の関節固定術について多くの研究がなされており、成書にも記載がある [1, 2]。エタノールや、モノヨード酢酸の関節内注入による方法が研究されているが、関節癒合の進行は遅く、確実性に欠ける [3-5]。内固定による方法では、関節を貫通させるスクリューをラグ法で挿入して基節骨と中節骨を圧着させる方法が研究されており、スクリュー3本、あるいは2本でも一定の固定力が得られるとする報告がある [6, 7]。このスクリューによる近位指（趾）節間関節固定や、スクリュー固定に関節内のレーザー焼灼を組み合わせた方法は関節を大きく開く必要がないため外科侵襲が小さいという利点があり、臨床応用され成果をあげている [8, 9]。しかし、スクリューによる内固定では固定力に限界があり、ラグ法で関節を貫通するように皮質骨スクリューを3本入れた内固定より、dynamic compression plate (DCP) とその内外両側の2本のスクリューによる内固定の方が優れていると報告されている [10, 11]。近年開発されたLCPは、それにLHSを挿入すればプレートとスクリューの角度が安定し、より強固な固定が可能となる。近位指（趾）節間関節の関節固定術においてもDCPやlimited contact-DCPとスクリューを組み合わせるより、LCPとスクリューによる関節固定の方がより頑強な内固定が可能になる [12, 13]。掌（底）側をラグ法によるスクリューで圧迫し、かつ関節面全体を背側に当てたプレートで圧迫できること、及びねじれに対する強さが利点である。特に近年開発された馬用の3穴ナローLCPは近位指（趾）節間関

節の固定に用いやすいように改良されており、遠位のロッキングホールと中央の穴の間隔が他のLCPより長く作られている。そのことで、近位指（趾）節間関節の近位と遠位にスクリューを挿入しやすい。またこのLCPの遠位側端は、蹄関節に干渉しにくいように丸く造られている。

われわれは、3穴ナローLCPの反軸側に5.5mm皮質骨スクリューを内外に2本ずつ関節面を貫き掌（底）側を圧迫できるようにラグ法で挿入した。4.5mm皮質骨スクリューの芯は径3.2mm、5.5mm皮質骨スクリューでも芯は4.0mmに過ぎない。従来報告されてきた4.5mm皮質骨スクリューを2本用いる方法より、さらに強固な固定が達成できたと思われる。DCPと関節貫通スクリューを用いた近位指節間関節固定手術後に跛行が消失した率は、これまでの報告では前肢で50%、81%、後肢では87.5%、95%である [10, 14]。LCPと3本以上の関節貫通スクリューを用いる今回の内固定方法は、堅牢な固定がより完全に関節の動きを抑えることで手術後の疼痛が少なく、金属疲労による内固定の崩壊のリスクが少なく、キャスト固定の期間が短くなり、骨癒合が早期に達成されることで良好な結果が得られたと考えられる。いずれの馬も3～4週間でキャストを除去し、2～3カ月で放牧が可能であった。

稿の最後に、有益な助言をいただいたペンシルベニア大学Dean W. Richardson教授、各症例の担当獣医師、症例2の手術機会を与えていただいた全国公営競馬獣医師協会に深謝する。

## 引 用 文 献

- [1] Lischer CJ, Auer JA : *Arthrodesis Techniques, Equine Surgery*, Auer JA, Stick J eds, 4<sup>th</sup> ed, 1130-1147, Elsevier, St Louis (2012)
- [2] Watkins JP : *Proximal Interphalangeal Arthrodesis, Equine Fracture Repair*, Nixon AJ eds, 133-136, Saunders, Philadelphia (1996)
- [3] Wolker RR, Wilson DG, Allen AL, Carmalt JL : Evaluation of ethyl alcohol for use in a minimally invasive technique for equine proximal interphalangeal joint arthrodesis, *Vet Surg*, 40, 291-298 (2011)
- [4] Penraat JH, Allen AL, Fretz PB, Bailey JV : An evaluation of chemical arthrodesis of the proximal interphalangeal joint in the horse by using monoiodoacetate, *Can Vet J*, 64, 212-221 (2000)
- [5] Caston S, McClure S, Beug J, Kersh K, Reinerstone E, Wang C : Retrospective evaluation of facilitated pattern ankyloses using intra-articular ethanol injections: 34 cases (2006-2012), *Equine Vet J*, 45, 442-447 (2013)
- [6] Carmalt JL, Delaney L, Wilson DG : Arthrodesis of the proximal interphalangeal joint in the horse: a cyclic biomechanical comparison of two and three parallel cortical screws inserted in lag fashion, *Vet Surg*, 39, 91-94 (2010)

- [7] Read EK, Chandler D, Wilson DG : Arthrodesis of the equine proximal interphalangeal joint: a mechanical comparison of 2 parallel 5.5mm cortical screws and 3 parallel 5.5mm cortical screws, *Vet Surg*, 34, 142-147 (2005)
- [8] MacLellan KN, Crawford WH, MacDonald DG : Proximal interphalangeal joint arthrodesis in 34 horses using two parallel 5.5-mm cortical bone screws, *Vet Surg*, 30, 454-459 (2001)
- [9] Watts AE, Fortier LA, Nixon AJ, Ducharme ND : A technique for laser-facilitated equine pastern arthrodesis using parallel screws inserted in lag fashion, *Vet Surg*, 40, 244-253 (2010)
- [10] Schaer TP, Bramlage LR, Embertson RM, Hance S : Proximal interphalangeal joint arthrodesis in 22 horses, *Equine Vet J*, 33, 360-365 (2001)
- [11] Sod GA, Riggs LM, Mitchell CF, Hubert JD, Martin GS : An in vitro biomechanical comparison of equine proximal interphalangeal joint arthrodesis techniques: an axial positioned dynamic compression plate and two abaxial transarticular cortical screws inserted in lag fashion versus three parallel transarticular cortical screws inserted in lag fashion, *Vet Surg*, 39, 83-90 (2010)
- [12] Ahern BJ, Showalter BL, Elliott DM, Richardson DW, Getman LM : In vitro biomechanical compression of a 4.5mm narrow locking compression plate construct versus a 4.5mm limited contact dynamic compression plate construct for arthrodesis of the equine proximal interphalangeal joint, *Vet Surg*, 42, 335-339 (2013)
- [13] Sod GA, Riggs LM, Mitchell CF, Martin GS : A mechanical compression of equine proximal interphalangeal joint arthrodesis techniques: an axial locking compression plate and two abaxial transarticular cortical screws versus an axial dynamic compression plate and two abaxial transarticular cortical screws, *Vet Surg*, 40, 571-578 (2011)
- [14] Knox PM, Watkins JP : Proximal interphalangeal joint arthrodesis using a combination plate-screw technique in 53 horses (1994-2003), *Equine Vet J*, 38, 538-542 (2006)

## Arthrodesis of the Proximal Interphalangeal Joint Using Locking Compression Plate and 5.5 mm Cortical Screws in Four Horses

Tohru HIGUCHI<sup>†</sup>, Satoshi INOUE, Masato SATOH and Tadahiro GOTOH

\*NOSAI Hidaka Mitsubishi Animal Medical Center, 200 Mitsubishi-Higashi-horai, Shin-Hidaka-cho, Hidaka-gun, 059-3105, Japan

### SUMMARY

The arthrodesis of the proximal interphalangeal (PIP) joint is an indication of severe degenerative joint disease, traumatic subluxation, and articular fracture. Internal fixation using a 3-hole narrow locking compression plate (LCP) and three to four trans-articular 5.5 mm cortical screws was performed in four horses. The affected horses were three Thoroughbred broodmares and one show jumping horse. One of the horses had subluxation on the PIP joint in the front limb, one had subluxation on the PIP joint in the hind leg, and two had degenerative joint disease on the PIP joint in the front and hind limbs. Surgery was performed on dorsal recumbence under inhalation anesthesia to open the joint and remove as much articular cartilage as possible, insert trans-articular screws to compress the palmar or plantar aspect of the joint, and then fix LCP using 5.5 mm cortical screws axially on the dorsal surface and LHS to compress the entire joint space. All the horses were kept in a half limb cast for 3 to 4 weeks after the operation. The PIP arthrodesis method used in this report was extremely stable and strong. All the horses exhibited signs of gradually decreasing pain and lameness, and were back to go out to pasture and perform trot exercises within 10 to 12 weeks of the operation.

— Key words : arthrodesis, LCP, proximal interphalangeal joint.

<sup>†</sup> Correspondence to : Tohru HIGUCHI (NOSAI Hidaka Mitsubishi Animal Medical Center)

200 Mitsubishi-Higashi-horai, Shin-Hidaka-cho, Hidaka-gun, 059-3105, Japan

TEL 0146-32-3111 FAX 0146-37-2005 E-mail : hig@cocoa.ocn.ne.jp

— *J. Jpn. Vet. Med. Assoc.*, 69, 133~137 (2016)