

## 子牛の骨折

誌名	産業動物臨床医学雑誌 = Japanese journal of large animal clinics
ISSN	1884684X
巻/号	93
掲載ページ	p. 123-127
発行年月	2018年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 子牛の骨折～内固定法～

後藤忠広

北海道NOSAI連合会 研修所 (〒069-0805 北海道江別市新栄台92番地)

---

連絡責任者：後藤忠広 (北海道NOSAI連合会 研修所)  
〒069-0805 北海道江別市新栄台92番地 ☎011-382-5233 FAX011-382-2782  
E-mail : tadahiro\_gotou@hkdnosai.or.jp

2006年 酪農学園大学獣医学部獣医学科 卒業  
2006年 NOSAI日高 (現NOSAIみなみ)

2018年10月～ 北海道NOSAI連合会 研修所

## 子牛の骨折～内固定法～

後藤忠広

北海道NOSAI連合会 研修所（〒069-0805 北海道江別市新栄台92番地）

（2018年10月9日受付・2018年10月16日受理）

**要約** 子牛の骨折は、非常に優秀な治癒成績であると多くの成書に記載されている。最も一般的な治療法はキャストによる外固定であるが、体幹近位部、特に脛骨、大腿骨、上腕骨骨折に対する治療は多くの場合不可能である。しかしながら、近年ではそのような症例に対する内固定による治癒報告も増え、従来治療の対象とならなかった症例を治癒に導く大きな可能性が示されている。NOSAIみなみ日高支所 家畜高度医療センター（IHNOSAI日高 家畜診療センター）では、15年前から子牛に対する内固定を行い非常に良好な成績を得ているが、その技術は手術室の確保や医療器具、技術者の問題などから敬遠されがちで、道内はもちろん全国的にも普及していない。それゆえ、手技確立のための十分な症例数を確保できず、未完成な技術であると考えられる。今後、多くの獣医師が内固定による骨折整復に挑戦し更なる情報を集積することによる手技確立を目標とするため、本稿では内固定を実践するための手技について解説する。

——キーワード：子牛、骨折、内固定、DCP

子牛の骨折に対する内固定は、施設、医療器具、技術者の問題から、普及しているとは言い難い。そのため症例数も少なく情報が不足しており、完成した技術となるには程遠いと考えられる。一方馬では、内固定を行うにあたり基本理念としてAOvetによる骨折整復法があり、欧州をはじめ世界的に良好な成果を挙げている。残念ながらAOvetで牛の骨折整復法に関する記載はないが、同じ大動物である馬の理念は決して無視できないと考える。The AO principles of fracture managementでは、完全な整復と血行の維持、安定した固定、早期の運動回復が基本とされている。今回は、AOvetの基本に則した骨折内固定法、その技術に必要な医療器具、麻酔を具体的に解説する。

### 1. 内固定に必要な医療器具

表1に骨折内固定を行うにあたり必要な医療器具とおおよその価格を記載する。

①～⑥に記載した器具は、内固定を行う際に必須となる。プレートは、小動物や馬で主流となっているLocking Compression Plate (LCP) よりも、Dynamic Compression Plate (DCP) を推奨する。と言うのも、LCPは、プレートそのものが高価であることに加え、表記器具以

外にも必須の器具が増えるため、さらに多くの経費が必要となるからである。また、対象とする症例の大きさや骨折部位により、NarrowとBroadの2種類のサイズのDCPを準備する。スクリューは、4.5mmの皮質骨スクリュー（セルフタップ）と、6.5mmの海綿骨スクリューの2種類用意する。

ドリルは、整形外科用の非常に高価なものもあるが、ホームセンターで市販されているコードレスドリルでも十分対応可能である。ドリルビットは、3.2mmと4.5mmの2種類が必要である。劣化するとドリリングが困難となるため、予備を用意しておくことが望ましい。骨鉗子は、2本あることが望ましく、より大きな症例に対処するのであれば、¥60000前後の大きめの骨鉗子も必要となる場合がある。プレートベンダーは、NarrowサイズのDCPであれば対応可能であるが、Broadを使用する際にはベンディングプレス（¥300000程度）を用意しておく必要がある。⑦～⑨は、可能であれば用意した方が良い器具を記載してある（なくても内固定は可能）。カウンターシンクは、ラグ法を行う際に使用する。デプスゲージは、あると便利だが、キルシュナーワイヤー等で代用しドリル孔の深さを測ることも可能である。ドリルガイドは、ドリリングの際に軟部組織を巻き込まないように

表1 骨折内固定に必要な医療器具

器具名	価格	備考
① プレート	¥7000～¥8000	DCP
② スクリュー	¥2500	2種類
③ ドリル	¥10000	DIY用
④ ドリルビット	¥10000	4.5mm/3.2mm
⑤ 骨鉗子	¥40000～¥50000	2本
⑥ プレートベンダー	¥50000	2本
⑦ カウンターシンク	¥30000	ラグ法
⑧ デプスゲージ	¥60000	キルシュナーで代用可
⑨ ドリルガイド	¥60000～¥65000	4.5mm/3.2mm

表2 プロポフォールによるTIVA

麻酔前処置	キシラジン0.1～0.2mg (iv or im)
麻酔導入	プロポフォール2～3mg/kg (to effect)
麻酔維持	プロポフォール0.16～0.22mg/kg/min, キシラジン0.24mg/kg/h

するために使用する。3.2mm/4.5mmのドリルビットに対応した物であれば良いが、DCPの場合、ユニバーサルドリルガイドの方がスクリューのポジショニングが容易である。

## 2. 麻酔

術中の体動は、手術そのものの大きな妨げとなることはもちろん、術創の汚染なども招き大きな問題である。牛の麻酔は、非常に感受性の高い鎮静剤のキシラジンが最も一般的に選択されている。しかし、キシラジンのみでの処置では、演者自身も突然大きな体動を示す症例を数多く経験しており、長時間に及ぶ骨折内固定には対応できない。キシラジンは、いくら感受性が高いと言えあくまで鎮静剤であり、麻酔の3原則（意識の消失、筋弛緩、無痛覚）を満たすことはできず、厳密には麻酔と呼ぶことも不適格である。国内の牛を対象とする手術室（診療室）で吸入麻酔が使用可能である施設は、大学をはじめ一部のNOSAI診療所のみで、国内すべての骨折内固定症例に対応することは不可能である。新たに吸入麻酔を行うには、高価な麻酔器一式（麻酔器、ベンチレーター、気化器など）を購入しなければならず現実的には難しい。そこでTIVA（Total Intravenous Anesthesia：全静脈麻酔）で行うことが最も現実的である。演者が推奨するのは、プロポフォールを用いたTIVAである。演者らは、プロポフォールとキシラジンを併用したダブルドリップを主に使用しており、表2にプロトコールを記載する。しかしこのTIVAでは、無痛覚が不十分であると考えられ、更なる改良が必要だとも考える。一方、山下ら（酪農学園大学）の提唱するMLBP-TIVA（メデトミジン、

リドカイン、ブトルファノール、プロポフォールによるTIVA）は、演者らが行っているTIVAと比較し、より大きな鎮痛効果と筋弛緩作用が得られると推察され、より優れた調剤であると考えられる。一方、プロポフォールは強い呼吸抑制作用を示す場合があるので、気道確保のための気管チューブ挿管と酸素吸入の準備も必要となる。酸素吸入に関しては、呼吸停止時に即対応できるよう、陽圧換気も可能なデマンドバルブを用意する必要がある。

## 3. 骨折内固定の手技・注意点

まず初めに、骨折内固定の流れを表3に示す。

初めに行うのは、完全な変位の整復である。これは、外固定ではほとんどの場合不可能であり、内固定の最大のメリットである。しかし、骨折から経過時間が長ければ長いほど筋萎縮などにより整復が困難となるため可能な限り早期の手術が望まれる。整復後は骨鉗子で支持し、ラグスクリューを挿入する。ラグスクリューは、4.5mmドリルビットで手前の皮質骨、次いで3.2mmドリルビットに変えて奥の皮質骨にドリル穴をあけ皮質骨スクリューを挿入する（図1）。ラグスクリューは、骨折面に対し垂直に挿入することが望ましいが、短斜骨折や横骨折の場合は、非常に困難となる。続いて固定する骨の全長に近いプレートを選択し、プレートベンダーを用いて固定する骨と可能な限り密着するようにプレートの形状を整える。DCPは、骨に隙間なく密着することで固定力を発揮するので、この工程は非常に重要となる。その後のポジショニングスクリューは、3.2mmドリル穴をあけ、スクリューを挿入する。スクリューは、基本的に

表3 骨折内固定の大きな流れ

① 変位の整復	骨鉗子で支持
② ラグスクリュー	シャフトスクリューでも可
③ プレートContour調整とポジショニング	骨に密着するように
④ 残りのプレート穴へのスクリュー挿入	はじめはロードポジション

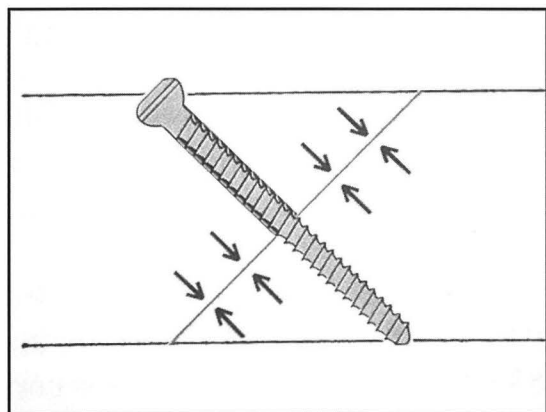


図1 ラグスクリュー

骨折部から近いプレート孔の遠位から近位の順に骨折部をはさんで交互に挿入する。ポジショニングスクリューの次に挿入するスクリュー(つまり2本目のスクリュー)は、ロードポジションにドリル孔をあけてスクリューを挿入する。DCPでは、このことにより骨折部を1mm圧迫することができる。ポジショニングスクリューもロードポジションにすることで、最大2mm骨折部を圧迫可能である。その後のスクリューは、すべてニュートラルポジションに挿入する。DCPでは、すべてのプレート穴にスクリューを挿入することが推奨されている。プレートの装着部位も非常に重要となる。プレートは、基本的にテンションサイド、つまり張力側に装着する。そうすることで、骨折部の離開やプレートの破綻のリスクを低減することができる。また、斜骨折に対しては、騎乗変位を抑制する面にプレートを装着することも推奨される(図2)。1枚のDCPでは強度が不足する症例に対しては、ダブルプレートとする場合もあるが、その際には2枚のプレートが同じ部位で終わることは避ける。スクリューの選択に関して、牛の骨は若齢であればあるほど、そして、骨端へ近いほどに骨組織が軟弱である。4.5mm皮質骨スクリューで十分な固定を得られるのであれば問題はないが、骨端部では、ねじ山が崩壊しやすい。そのため、骨端に近い(プレートの端)部のスクリューは、海綿骨スクリューを選択することを推奨する。プレートスクリューであっても、骨折線を貫通するスクリューはプレートラグとすることが望ましい。また、可能な限り成長板を跨ぐ固定は避けるべきである。もし成長板を跨いだ固定をすると、プレートを抜くために再手術が必

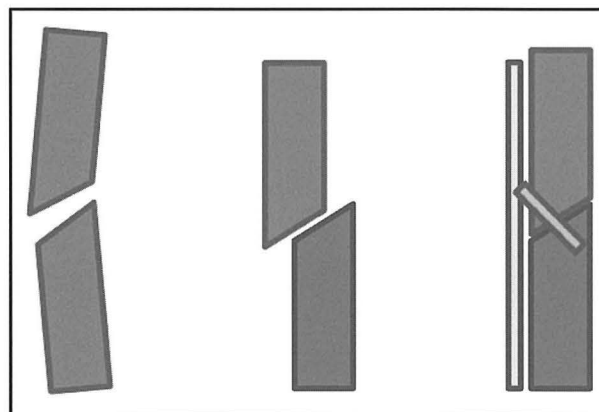


図2 テンションサイド

要となり、経費の負担が増えることはもちろん、肢軸異常や成長阻害などの不具合の可能性があるからである。

#### おわりに

冒頭でも記述したように内固定の普及には、多くの課題があると考ええる。しかし、我々の経験からAO法に則した子牛の骨折内固定は、従来ならば即淘汰対象であった症例を治癒に導く可能性を大いに有すると考えられる。今後、一人でも多くの獣医師がこの技術に取り組み環境を得て、情報を集積することで、より確実な子牛の骨折内固定法の手技が確立され、1頭でも多くの症例が治癒の転機を取れるようになることを願う。

#### 謝辞

本稿の推敲にあたり、多大なご助言、資料を提供してくださいましたNOSAIみなみ家畜高度医療センターの樋口徹先生および同診療センター井上哲先生、佐藤正人先生、宮越大輔先生に厚くお礼申し上げます。

#### 参考文献

1. Karl Nuss : Plate, Pins, and Inerlocking Nails, Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practis 30: 1 91-126 (2014)
2. Pierre-Yves Mulon and Andre Desrochers : Indications and Limitations of Splints and Casts, Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practis 30: 1 55-76 (2014)
3. HuiChu Lin : Injectable anesthetics and field anes-

- thetia, Farm Animal Anesthesia 60-87 (2014)
4. HuiChu Lin : Pain management for farm animals, Farm Animal Anesthesia 174-214
  5. Waterman, A : Use of propofol in sheep. The Veterinary Record 122, 260 (1988)
  6. Karl Nuss : Internal Fixtation. Farm Animal Surgery 384-400 (2017)
  7. Rakestraw PC, Nixon AJ, Kaerly RE, et al : Clinical approach to the humerus for repair of fracture in horse and cattle, Vet Surg 20: 1-8 (1991)
  8. Jean G, Anderson DE : Decision analysis for fracture management in cattle, Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practis 30: 1-10 (2014)
  9. 田村倫也 : Dynamic Compression Plateによる内固定を実施した黒毛和種子牛における上腕骨骨折の1例, 平成28年度 第47回日本家畜臨床学会学術集会一般講演抄録

---

## Internal fixation in calf

Calf is described in many text books that it is a very good orthopedic patient. Although the most common treatment is external fixation by casting, it is often impossible to treat the trunk proximal part, especially the tibia, femur and humeral fractures. However, the healing report of internal fixation for such cases has increased, and these suggest a possible beneficial effect of leading to cure cases that have not been the target of treatment in the past. We have provided internally fixation to calves since 15 years ago in The Domestic Animal Referral Medical Center (South Hokkaidoh AMAA Hidaka branch) and got very good results, but the technique is often avoided due to the difficulty for securing the operating room, preparation of medical instruments and technicians, etc. So, it tends to not spread widely throughout the country as well as in the Hokkaido. Therefore, we can not secure a sufficient number of cases to establish the procedure, then it is considered to be incomplete technology. In the future, in order to establish the procedure, this paper explains the procedure of internal fixation to encourage many veterinarians trying to fix the fracture by internal fixation and then to accumulate a lot of case reports.