

# 整形外科疾患への最新の治療法 その1

## ～骨折について～

麻布大学獣医学部獣医学科 外科学第二研究室 講師 石原 章和

### はじめに

骨折とは骨の連続性が失われた状態を指し、その病因に応じて、「外傷性骨折」、「疲労骨折」、「病理性骨折」などに分類されます。また骨折には、起こる場所やその形態によって様々な分類法がありますが、多くの骨片に分断されてしまった「粉碎骨折」、骨片の断端が体外へ逸脱してしまった「開放性骨折」、骨折線が関節内に達してしまっている「関節骨折」などの場合には、特に治療が難しく、予後が悪くなりやすいことが知られています。馬は人間が騎乗して運動をさせるという使役形態であるため、運動器における骨折を発症しやすい動物であり、競走馬における四肢の長骨骨折は、レースに1,000頭出走するごとに1.4～1.7頭の確率で発症し、その半数近くが安楽死処置となってしまう事が報告されています。

このように、馬の骨折が人間や犬猫と違って、非常に治療が難しい理由としては、馬は体重が重い、肢に痛みがあると寝起きをしなくなる気性である（その結果、対側肢の負重性蹄葉炎を続発しやすい）、骨密度が高いため治癒に長時間を要する骨が多い（管骨、種子骨、蹄骨など）、競走馬

では経済的な面から高価な外科的療法を選択できない場合もある、などが挙げられます。このため近年では、馬の骨折に対して、骨治癒の過程を効率的かつ経済的に加速および促進して、予後を向上させる新たな治療法が試みられています。（図1）

### ロッキング・コンプレッション・プレート固定術

馬の長骨骨折における外科的療法では、骨が完全には分断されていない亀裂骨折に対しては、螺子固定術によって良好な治療成績が示されていますが、完全骨折に対しては、プレート固定術が必要とされる症例がほとんどです。この際に使用される固定具として、近年では、ロッキング・コンプレッション・プレート（LCP）と呼ばれる、螺子がプレート内に保持される構造を持った金属製インプラント（図2の上）が用いられるようになってきました。

このLCPの利点としては、(1)従来プレートに比べて強度や硬度が優れている、(2)骨折片の完全な解剖学的再構築を要しない（骨片間に隙間があっても、堅固なプレート固定が可能になる）、(3)プレートと骨表面が完全に接触しなくても、整復強度が落ちない、(4)螺子を締める際に骨折片がずれる危険が無い、(5)プレートの両端が先細りの形状をしているため、周囲の軟部組織を傷付けにくい、(6)螺子のタッピングのための時間を節約できる、などが挙げられます。このうち、(1)～(3)の利点は、体重の重い馬における粉碎骨折のように、不安定な骨折部への大きな荷重を要する場合には、非常に有用な特徴であると言えます。

LCPには螺子を挿入する角度を調整することが困難である、値段が高額である、などの欠点もありますが、強固な骨折部の整復を達成できるという利点を持つことから、多く



図1 球関節固定術のイラスト図

の馬の骨折に対する外科的療法に応用されています。その結果、成馬における、管骨、基節骨、種子骨などの重度骨折のように、従来法では治療選択が難しかった骨折の治療が試みられるようになり(図2の下)、重篤な変位性骨折などのように、従来法による治療では予後が芳しくなかった骨折に対して、治療成績を大幅に向上させることができるようになってきました。



図2 ロッキング・コンプレッション・プレート(上)と、それを用いた球節固定術の症例

## 最小侵襲性プレート固定術

もう一つ、馬の長骨骨折における新しい外科的療法としては、最小侵襲性プレート固定術という手法があります。これは、皮下に開けたトンネルを通してプレートを押し込んだり、皮膚に開けた小さな穴から螺子を挿入したり、X線透視装置を使いながら折れた骨を元通りに整復するというように、骨折している肢に対する外科的侵襲を最小限に抑えようとする治療法です(図3の左)。この場合には、骨折している部位を切り開いたり、外界に晒す必要が無いため、骨折箇所が生じた血腫組織を温存できる(速やかな骨治癒を誘導できる場合が多い)だけでなく、骨折箇所への十分な血液循環を維持したり、細菌感染の危険性を下げる事ができる、などの利点があります。

しかし、最小侵襲性のプレート固定術は、開放性骨折に対してはその利点が十分に生かされず、また骨折片の破砕が重篤であり、骨片が大きすぎてしまっている症例には応用することができない、という欠点があります。その一方で、この手法におい



図3 最小侵襲性プレート固定術を介した、管骨長軸骨折の整復例

ては、皮膚を大きく切り開かないため、馬を立たせた状態で手術できる症例もあり(管骨の顆状突起における亀裂骨折などに対して:図3の右)、この場合には、高価な全身麻酔を要することなく、麻酔覚醒の時に馬がフラついて骨折を悪化してしまう危険を避けられる、などのメリットがあります。最小侵襲性プレート固定術は、手技的な熟練を要する外科的療法ではありますが、適切なタイプの骨折に対して応用していくことで、治療効果が大きく向上できる手法であると言えます。

## CT画像の併用

次に、馬の骨折の内固定において、画像診断法を併用することで、より正確かつ堅固な骨折整復を達成させる手法も試みられています。例えば、近年、馬の獣医学領域でも頻繁に使われるようになったCT検査は、通常のレントゲン検査と異なり、骨折の状態を三次元的に解析することができるため、術前に骨折部の立体的構造を把握して、プレート固定術や螺子固定術の方法を綿密に計画を立てることができ、摘出する必要のある小さな骨片の位置を発見する事が可能になります。また、手術が始まり骨折箇所の整復が終わった後、またはある程度まで進んだ段階で、再びCT撮影を行って、折れた骨がどこまでの確につなぎ合わされているのかを確認することで、非常に綿密に骨折部位を整復することができ、骨折後の治癒度合いを向上できる(骨折部位を大きく切開して、きちんと整復できているかを視認する必要がないため)などの利点が期待できます。

さらに、術前のCT検査で得た立体画像をコンピューターに読み込み、それに基づいて、骨片とドリルの位置を三次元的に計算することで、骨折部を開くことなく、まるで肢を透視しているかのように、コンピューター画面を見ながらインプラントを挿入していく手法も試みられています。これはコンピューター補助整復法とも呼ばれ、骨折部への直接的な外科的切開が困難である蹄骨の骨折に対して、蹄壁に穴を開けながら、ピンポイントで螺子固定を行うために応用されています。これらのいずれの手法も、従来のX線検査よりも大きく進歩した、鮮明なCT画像のデータを駆使して、正確な内固定を達成する技術であり、今後は様々な種類の骨折に対する外科的療法に応用されていくと考えられます。

## 局所の薬物療法

そして、骨折の整復法に併せて、局所的な抗生物質療法を実施するという治療方針もあります。馬の下肢（特に腕節や飛節よりも下部）には大きな筋肉が存在しないため、骨折の際には、鋭い骨折片の断端で皮膚が切り裂かれて、開放性骨折に至ってしまうケースが多々あります。そうなると、骨折箇所には細菌が侵入して感染を起こし、いくらいいねいに設置したプレートや螺子であっても、細菌による骨融解によって緩んでしまい、十分な骨折治療が起これなくなってしまう。このため、開放性骨折の症例に対しては、内固定と抗生物質療法を併用することが必須になりますが、血流が減退している骨折部位に対しては、全身的投与された薬剤は十分には行き届かないケースもあります。そこで、骨折部への細菌感染を防ぐ、または、起こった細菌感染を抑えるために、高濃度の抗生物質を骨折箇所に重点的に作用させる方法が必要になってきます。具体的な手法としては、まず、骨セメントと抗生物質を混ぜた状態で固めたものを（図4）、整復箇所の皮下に埋め込み、骨とプレートの隙間に充填させることで、骨セメントが吸収されていく過程で、混入されている抗生物質が溶け出して局所的に作用する、という方法があります。

また、骨折した肢を、骨折箇所の上下で駆血して、血流を一時的にせき止めて、その部位の皮下静脈内に多量の抗生物質を灌流させることで、駆血されて血流が遮断された肢の領域（外科的整復された骨折箇所も含まれる）に対して、高濃度の薬剤を到達させる方法も試みられています（図5）。この場合には、手術後に数日間おきで実施されることが一般的です。このような、いずれの局所投与方法においても、治療効果が高く、治療費が安価に抑えられ、全身投与よりも副作用が少ないという利点があるため、多くの開放性骨

折の症例に対して、予後を大きく向上させる効能が期待できると考えられています。

## 負重性蹄葉炎への対処

最後に、馬の長骨骨折における最大の合併症とも言える、負重性蹄葉炎への対処法も検討され始めています。骨折の治療後における負重性蹄葉炎は、半肢ギプスよりも全肢ギプスのほうが起こりやすく、その発症率は、馬の体重および罹患肢への不荷重期間の長さにも正比例することが知られています。つまり、特に体格の大きい馬においては、できるだけ早期に全肢ギプスから半肢ギプスへと交換し、ギプスから通常のバンテージ装着に切り替えることで、対側肢の蹄葉炎の危険を抑える事ができると推測されます。

また、他の治療方針としては、対側肢の蹄に対して蹄叉支持具を装着する、吊起帯で馬体を持ち上げることで対側肢への体重負荷を減らす、蹄の寒冷療法によって蹄葉組織を破壊する酵素の働きを抑制する（細菌毒素に起因する蹄葉炎に対しては有効であることが証明されている）、などが試みられています。今後は、これらの手法によって、対側肢の負重性蹄葉炎がどの程度予防できるのかを、より詳細に検討していく必要があると言えます。

## おわりに

以上のように、馬の難治性の骨折に対しては、数多くの新しい治療法が応用され始めており、良好な治療成績が示されているケースもありますが、いかなる外科的および内科的療法を使っても助からない、という患馬は常に存在します。そのため、将来的には、各々の治療法をより多くの臨床症例に応用していき、蓄積された治療成績を数理的に評価し

ていくことで、どのような治療法をどんなタイプの骨折に実施していくべきなのか？という、適切な治療指針の判断指標を確立させていく事が重要なかもしれません。



図4 抗生物質を含有させた骨セメント（棒状または数珠状）



図5 起立位での抗生物質の局所灌流の臨床応用例