

## 跛行診断における最近の進歩

Sue Dyson, Centre for Equine Studies, Animal Health Trust, Lanwades Park,  
Kentford, Newmarket, Suffolk CB8 7UU, England

### 局所麻酔技術に関する新たな知見

#### 掌側神経周辺への注射後の造影剤の拡散：インビボ研究とインビトロ研究

神経周囲の麻酔後の局所麻酔薬の近位拡散が、意図した部位以外の構造の知覚麻痺をもたらす可能性があることが示唆されてきた。しかし、肢遠位における神経周囲麻酔後の局所麻酔薬の分布と拡散の可能性を示す、エビデンスに基づく研究はない。我々の目的は、X線造影モデルを用いて局所麻酔薬の拡散の可能性を実証し、注射後に安定的に動作を制限された状態と比較して歩行の影響を評価することであった。

健康な6頭の成熟したウマの種子骨近位部基部の掌側神経に対してX線造影剤を皮下注射した。ウマは注射後に静止して立っている群と歩かせる群とに無作為に割り当てられた。注射後0、5、10、15、20、および30分にX線写真を撮影し、造影剤の分布と近位拡散と遠位拡散の可能性を測定するために主観的および客観的に解析を行った。

89%の注射において造影剤の長細いパターンが認められ、神経血管束に沿った分布が観察された。49%の注射で造影「パッチ」から細いX線不透過性の線が近位に伸展し、25%の注射ではその線は遠位に伸展していた。各肢の連続X線写真を比較したところ、時間とともに近位および遠位への有意な拡散が認められた ( $p < 0.01$ )。拡散が最大であったのは最初の10分間であった ( $p < 0.01$ )。歩行は近位および遠位のどちらの拡散範囲にも有意な影響を与えなかった。

肢の遠位面の神経周囲への注射後、最初の10分間に著しい近位拡散が生じることが結論づけられた。神経ブロックを解釈する場合には、この拡散を考慮すべきである。神経血管束を取りまく筋膜外側またはリンパ管における局所麻酔薬の分布は、神経ブロック効果の遅延または低下の理由の可能性はある。

#### 掌側神経および掌側中手神経周囲への注射 (Low-4 point 神経ブロック) 後のX線不透過造影剤の分布

中手部の遠位面における掌側神経および掌側中手神経周囲麻酔 (Low-4 point 神経ブロック) 後の局所麻酔薬の分布に関するエビデンスに基づく情報はない。我々の目的は、X線造影モデルを用いて Low-4 point 神経ブロック後の局所麻

酔薬の分布の可能性を示すこと、および注射中の肢の非体重負荷姿勢と体重負荷姿勢が局所麻酔薬の分布の可能性に及ぼす影響を評価することであった。

跛行のない 10 頭の成熟したウマの両前肢の中手部の近位 3/4 および遠位 1/4 の関節の内側および外側掌側神経（掌側注射）に対して、また第二または第四中手骨の遠位面のすぐ遠位の同側掌側中手神経（掌側中手注射）に対して、皮下に X 線不透過造影剤を注射した。注射後 0、10、20 分に X 線写真を撮影し、造影剤の分布と近位拡散と遠位拡散を測定するために主観的および客観的に解析を行った。メチレンブルーと X 線不透過造影剤を混合し、生きたウマと同じ手法を用いてウマの死体の 20 肢に注射した。X 線写真を撮影して肢の解剖を行った。

40 中 31（77.5%）掌側注射において、造影剤が長細いパターンを示し、神経血管束への分布を示唆した。時間と共に著しい近位拡散があったが、造影剤の主要パッチは中央中手部の近位には決して進まなかった。2 肢の X 線像は、造影剤が深指屈筋腱鞘（DFTS）に存在することを示唆した。掌側中手注射後、造影剤は大多数の肢で検査を行った 3 ヶ所で注射部位の周囲に拡散して分布し、神経血管束に沿った近位方向の移動に関する X 線写真でのエビデンスはなかった。死体の肢では、造影剤と染料は掌側注射後に、20 頭中 8 頭（40%）の肢で神経血管束に、20 頭中 6 頭（30%）の肢で DFTS に分布した。掌側中手注射後、造影剤と染料は 20 頭中 9 頭（45%）の肢で注射部位の周囲に拡散して、また 20 頭中 11 頭（55%）の肢は拡散と管状の分布も示した。

掌側神経の神経ブロックの効果の遅延または低下は、神経血管束の外側の局所麻酔薬の分布に起因する可能性があるという結論づけられた。*Low-4 point* 神経ブロック後の局所麻酔薬の近位拡散は、中手部近位における疼痛に起因する跛行の低下に関与する可能性は低い。*Low-4 point* 神経ブロックを行う場合、認識されていない不慮の DFTS の穿孔の可能性はある。

#### 4 種類の手法による近位中手部の麻酔後の造影剤の拡散：インビボ研究とインビトロ研究

我々の目的は、近位中手部の診断的麻酔に用いた以下の 4 手法を用いた施術後の局所麻酔薬の分布の可能性を実証することであった。成熟した 8 頭のウマにおいて、異なる 4 種類の手法を用いて X 線不透過造影剤を側部掌側神経または掌側中手神経の周囲に注射した。注射後、0、10、20 分に X 線写真を撮影し、主観的に解析した。X 線不透過造影剤とメチレンブルーを 4 本の死体の肢に注射し、造影剤と染料の局在を X 線写真と解剖により比較した。

掌側中手神経周囲への注射後、造影剤の大部分が第二および第四中手骨の軸方向に長細いパターンで分布した。内側および側方アプローチから掌側中手神経の注射後、手根中手関節の不慮の穿孔が 8 肢中 4 肢に、また、両方の注射を

側方アプローチで行った場合には 8 肢中 1 肢に生じていた。側方アプローチからの側部掌側神経周囲への注射後、手根腱鞘に不慮の穿孔が生じた 1 肢を除く全ての肢で造影剤は拡散して分布していた。8 肢中 5 肢に、内側アプローチによる側部掌側神経周囲への注射後、造影剤は前腕遠位 1/3 の近位に拡散して分布していた。

手根中手関節の不慮の穿孔は側部掌側神経周囲への注射後によく見られたが、側方アプローチを用いる場合には少ないと結論づけられた。内側アプローチからの側部掌側神経周囲への注射後、手根骨の掌側全体が知覚鈍麻状態になる可能性がある。側部掌側神経に側方アプローチから注射を行い手根腱鞘に不慮の穿孔が生じる場合には、偽陰性の結果が生じる可能性がある。

### 深指屈筋腱副靭帯の近位部損傷

前肢の深指屈筋腱支持靭帯 (ALDDFT) の前肢支持靭帯は、遠位延長部分として記載されてきたが、最近、死体の磁気共鳴画像研究において、第三手根骨掌側に発生する線維組織が、検査を行った全てのウマ (n=30) において掌側手根靭帯と融合していることが示された。前肢の ALDDFT 損傷についてはよく報告されており、通常、跛行の急性発現と掌側中手部の特徴的な軟組織の腫れと関連している。しかし、損傷は手根部または近位中手部に生じる場合もある。

手根部または中手部の疼痛の履歴のない対照のウマの両前肢 ALDDFT の基部から、手根中手関節に向かって 10cm 遠位の近位面に、共に横断および縦断平面での超音波検査を行った。ALDDFT の近位面の大部分で、確実に評価できるのは縦断像のみであった。第三手根骨掌側の靭帯の基部に平滑な骨輪郭が認められた。この靭帯は、規則正しい線維パターンを持つ均一なエコー源性があり、整然とした手掌プロファイルを示した。第三手根骨の掌側からの ALDDFT の基部は掌側手根靭帯と融合していた。遠位手根部および近位中手部では、ALDDFT は横断像ではエコー源性が均一であり、ほぼ長方形であった。手根腱鞘内の液体量が増加しやすいことから、深指屈筋腱 (DDFT) の遠位縁からは離れていた。副手根骨の約 9cm 遠位から、掌側縁は凹形となり、靭帯は内側よりも外側が厚くなり始める。その背側縁と掌側縁は、明確な輪郭を示していた。ALDDFT は全てのウマで左右対称と思われた。基部と副手根骨から 8cm 遠位の背掌側の厚さは、それぞれ 0.78~0.95cm (平均 0.86cm、中央値 0.90cm) および 0.52~0.77cm (平均 0.61cm、中央値 0.64cm) の範囲であった。

ALDDFT の近位面損傷に関連した跛行がある 8 頭のウマを 2006 年から 2012 年までの間検討した。ウマの年齢は 8 歳から 9 歳の範囲であり、馬術競技会 (n=4)、馬場馬術 (n=2)、一般的目的 (n=1)、および競馬 (n=1) に用いられるウマであった。何らかの明らかな異常があるウマは皆無であった。5 頭

は片側跛行であり、3頭は両側跛行であった。跛行の度合いは8頭中4頭がグレード2であり、跛行の状態が総じて最も悪かったのは、サークルの外側を歩行困難な肢でロンジグや乗馬をしたときであった。2頭は、掌側神経ブロック（中手部の近位3/4と遠位1/4の分岐合流点）および掌側中手神経ブロック（低四点神経ブロック）（メピバカインを各部位に2ml）後に跛行の軽度の改善を示した。跛行は、掌側中手（手根下）神経ブロック（メピバカイン2×2ml）により大分部のウマ（n=6）で改善または消失した。1頭はその後、反対側の前肢の跛行を示したが、やはり掌側中手（手根下）神経ブロックで消失した。2頭で、手根下の麻酔後に跛行の軽度の改善があり、正中神経ブロックおよび尺骨神経ブロック後にはかなりの改善があった。手根中央関節の関節内麻酔は、いずれのウマでも跛行を改善しなかった。

手根部または近位中手部のX線上の著しい異常はどのウマにも検出されなかった。超音波画像での異常は、noishida no大、凸状の掌側輪郭、およびエコー反射性の一般的低下の特徴があった。1頭には、副手根骨の遠位8cmの遠位の範囲に広がる近位部損傷があった。8頭には、副手根骨の遠位9cmの遠位の範囲に広がる中手部近位に限局した損傷があった。

## 新しい形の舟囊炎

舟囊炎であれば、舟状骨の掌側皮質の浸食および、あるいは深指屈筋腱の癒着を特徴とする。これには通常、骨芽細胞活性の増加を反映した放射性薬剤の取り込み（IRU）の増加を伴う。磁気共鳴映像法（MRI）の出現により、X線上では検出できなかった他の形の舟状骨病変が認められるようになった。そのような病変の一つは、T1強調（W）グラジェントエコー（GRE）画像においてはSIの低下を伴い、舟状骨の海綿質の脂肪抑制画像におけるシグナル強度（SI）増大の拡散を特徴としている。12頭のウマにおいて舟状骨の海綿質で、T1W像において脂肪抑制画像におけるSI増大とSI低下が認められた。これらはいずれも、X線で検出可能な異常はなかった。12頭中8頭は放射性薬品取り込みRUが正常であり、12頭中4頭は軽度のIRUが認められた。

我々は、比較的最近に跛行を発症したウマにおいて、舟状骨の相関MRIと剖検による研究を行った。中でも特に調査したかったのは、舟状骨の海綿質の脂肪抑制画像におけるシグナル増大と組織病理学的変化との間の関係であった。虫食い状態の不規則で尖った縁を伴う骨の減少を示す、間質の毛細血管増生、血管周囲または間質の浮腫、線維増殖、海綿質の骨小腔の拡大、および骨梁の減少の付随的発生、また脂肪細胞の細胞質の境界の輪郭の明瞭さが欠如した脂肪萎縮などの多数の様々な変化を見いだした。

一次舟状骨病変に関連した、舟状骨の海綿質の脂肪抑制画像におけるシグナル強度が増した拡散は、持続的跛行に関連して、追跡検査においても変わらずに持続することが多い。対照的に、舟状骨外傷が急性発現したウマの場合、跛行と高シグナル強度は解消する可能性がある。

破骨細胞活性を防止において、ビスホスホネートによる治療が有効である可能性があると我々は推測した。しかし、舟状骨の海綿質の脂肪抑制画像における増大した SI の拡散があった 12 頭中 12 頭のウマでは、チルドロネートの静脈内注射または局所かん流による 1 回または 2 回の治療が奏功しなかった。

この種の舟囊炎は、片側または両側で生じる恐れがある。持続的苦痛と跛行が骨内圧力の増大と関連するかどうかは、骨髓線維症と静脈還流が原因であるヒトの変形性関節症の関係を例に取ることができると我々は推測した。骨内の高圧は、骨梁の壁、洞様毛細血管および小静脈に付随する神経終末を伸ばすことで疼痛をもたらす可能性がある。

## 手関節におけるストレス関連の骨損傷

我々は、様々な調教を行うウマの第三手根骨の放射線学的所見とシンチグラフィによる所見を記録、比較し、跛行との関係を調査した。ウマの手根骨遠位列の近位背側・遠位背側斜位画像の取得および／または手根骨のシンチグラフィ検査を含む、手根骨の X 線写真撮影を行い、跛行の原因、品種、年齢、調教を記録した。第三手根骨の不透過度の増大を等級分けし、放射性薬品の取り込み (RU) を客観的に計算し、放射性薬剤の取り込み増大 (IRU) を主観的に算出した。放射線学的所見、シンチグラフィによる所見、および臨床知見間の関係を統計的に評価した。第三手根骨の不透過度の増大 ( $p=0.003$ ) と RU 比の増大 ( $p=0.015$ ) は、調教と関連していた。第三手根骨の不透過度の増大は、IRU グレード ( $p=0.002$ ;  $rs=0.59$ ) と RU 比 ( $p=0.015$ ) の両方と関連していた。手根中央関節と関連した跛行は、不透過度の増大 ( $p<0.001$ )、RU 比の増大 ( $p=0.037$ )、IRU グレード ( $p<0.001$ ) と関連していた。放射線学的所見およびシンチグラフィ所見での異常はあらゆる調教を行うウマにおいて認められ、高速での運動が第三手根骨の骨病変の発症における唯一の決定要因ではない可能性を示している。X 線撮影とシンチグラフィの併用は、第三手根骨の骨病変があるウマの検出を向上させる可能性はある。他の痛みの原因があるウマよりも、手根中央関節に関連した跛行があるウマでは、不透過度と IRU 両方の増加が認められる可能性が高い。