

椎間板ヘルニアに対する片側椎弓切除術実施後の 補填材による脊髄への影響についての基礎的研究

清水 純一郎

連合獣医学研究科獣医学専攻臨床獣医学講座（博士課程3年）

1. 目 的

イヌの胸腰部椎間板ヘルニアの外科的治療法の一つとして椎弓切除術が挙げられる。これは椎弓の一部を切除して作成した骨切除窓から Herniated な椎間板物質を摘出するのが主な目的の一つである。しかしながら、この椎弓切除術の後遺症として骨切除窓周囲に線維症が生じ、硬膜と周囲組織との癒着が形成されることがある。この癒着にともなって、手術部位で疼痛が発生し、術前よりも症状が悪化することがあると報告されている。そこで、この線維症および癒着を防ぐ目的で、硬膜と脊椎周囲の筋肉組織とを隔てる保護膜として自家遊離脂肪片（FFG）を設置することが有効とされている。しかしながら、欠点として、FFG が脊柱管内に侵入し、神経症状を悪化させるという報告もなされている。ただし、これら椎弓切除術後の線維症および FFG に関する報告は全て背側椎弓切除術を実施したケースにおけるものであり、片側椎弓切除術を実施したケースでの報告はいまだない。そこで今回、イヌの胸腰部椎間板ヘルニアで選択されることが多い術式である片側椎弓切除術を実施したイヌにおいて、大きさの異なる FFG を設置および無設置した場合の周囲組織と脊髄硬膜の関係を、CT 検査および病理組織学的検査を実施して検討した。

2. 方 法

本研究では供試動物として臨床上健康な同腹の3頭のビーグル犬を用いた。年齢はすべて10.7歳齢、平均体重10.3kg（9.8–11.2kg）であった。なお、本研究は帯広畜産大学実験動物委員会により承認を受けたものである。それぞれの供試犬に対して3ヶ所の片側椎弓切除術を実施し、大きさの異なる2種類の FFG を設置した部位および Control として無設置の部位を作成した。その直後に CT 撮像を実施し、脊髄造影後に再度 CT 撮像を実施した。脊髄造影前後の CT 撮像はその後術後14, 28, 42および56日目に実施した。56日目の CT 撮像後に供試犬を安楽死させ、脊髄および周囲組織の病理組織学的検索を実施した。以下にそれらの詳細を述べる。

手術方法：

供試犬にプロポフォル（ラピノベット[®]、シェリング・プラウアニマルヘルス株式会社、大阪、日本）8.0mg/kg を静脈内投与し、イソフルラン（フォーレン[®]、アボットジャパン、大阪、日本）で麻酔を維持した。また、鎮痛を目的として術前にメロキシカム（メタカム[®]、大日本住友製薬株式会社、大阪、日本）0.2mg/kg を皮下注射した。さらに、抗生剤としてセファゾリンナトリウム（ラセナゾリン[®]、マルコ製薬株式会社、愛知、日本）30mg/kg を静脈内に投与した。一般的な方

法で T13-L1 の左側片側椎弓切除術，L1-2 の右側片側椎弓切除術，L2-3 の左側片側椎弓切除術を実施した。骨切除窓の大きさは Scale を使用して，すべて 5×10mm の大きさに統一した。FFG は術創周囲の皮下脂肪を用い，厚さはすべて 5mm に統一し，7×14mm：骨切除窓面積の 2 倍（Small FFG）と 10×20mm：骨切除窓面積の 4 倍（Large FFG）の 2 種類の大きさに整形した。FFG の設置部位の違いによる実験結果への影響を考慮して，FFG 設置および無設置部位（Control）は規則的に選択した。

CT 撮像：

FFG の状態を観察するために，胸腰椎領域の CT 撮像を実施した。CT 装置は 4 列マルチスライス CT（Asteion™ Super 4，東芝メディカルシステムズ株式会社，東京，日本）を使用した。また，FFG による脊髄への圧迫の有無を評価するために単純 CT 撮像後ただちに脊髄造影を実施した。その後，脊髄造影前と同じ条件で再び CT 撮像を実施した。

術後管理：

鎮痛を目的にメロキシカム 0.2mg/kg を 1 日 1 回，3 日間皮下注射した。また，感染予防を目的にエンロフロキサシン（バイトリル®，バイエル薬品株式会社，東京，日本）5.0mg/kg を 1 日 1 回，7 日間経口投与した。供試犬はそれぞれ同型のケージにて個別に飼育した。また，実験期間中，臨床症状の観察は毎日実施した。

CT 画像解析：

CT 撮像により得られた画像データから，手術部位の脊髄硬膜内横断面積および FFG の体積を算出した。脊髄硬膜内横断面積の算出には同一断面を毎回使用した。なお，この算出は脊髄造影後の CT 画像を Bone Window で表示して実施した。また，FFG の体積の算出は脊髄造影前の CT 画像を Soft Tissue Window で表示して実施した。これらの解析はすべて同一の観察者が実施した。画像解析によって得られた値を用いて，経時的な脊髄硬膜内横断面積の変化を Control，Small FFG および Large FFG 間で統計学的に比較した。また，Small FFG および Large FFG の体積の経時的な変化についても統計学的に比較した。統計処理には多重比較検定および Student's t 検定を用い，危険率は 5 % 以下とした。

病理組織学的検査：

供試犬は術後 56 日目の CT 撮像後に深麻酔で安楽死させた。その後ただちに供試犬の解剖を実施した。まずは T12 から L4 を周囲組織ごと採取した。その後は定法通りにホルマリン固定，パラフィン包埋を行い，薄切切片を作成した。染色はヘマトキシリン・エオジン染色とマッソントリクローム染色を実施し，骨切除窓から露出していた硬膜の Fibrosis の程度および周囲組織との癒着の程度について評価した。

3. 結 果

硬膜内横断面積：

手術直後に実施した脊髄造影後による CT 横断像では，全ての手術部位において脊髄への圧迫は認められなかった。実験期間中，骨切除窓の処置方法の違いによる硬膜内横断面積の有意な差は認められなかった。また，術後の時間経過にともなう硬膜内横断面積の有意な変化は，3 種類の処置方法全てにおいて認められなかった。

FFG 体積の変化：

手術直後および術後14日目では、Large FFG の体積は Small FFG に対して有意に大きかった。しかし、術後28日目以降は Small FFG と Large FFG の体積に有意な差は認められなかった。また、それぞれの FFG の体積は、術後の時間経過にともない有意に減少することが確認された。

病理組織学的検査所見：

全ての Control で硬膜と周囲組織の線維性癒着が認められた。しかし、その癒着の範囲は骨切除窓から露出した硬膜の一部に局限していた。また、硬膜の線維症による肥厚および傍脊柱筋群の線維化も認められた。Small FFG を処置した部位では、3頭中2頭で硬膜の軽度な肥厚が認められた。しかし、全頭で硬膜と傍脊柱筋群を隔離するのに十分な脂肪組織は残存しており、硬膜と傍脊柱筋群間の癒着は認められなかった。Large FFG を処置した部位では、全頭で硬膜の軽度な肥厚が認められた。しかし、硬膜と傍脊柱筋群を隔離するのに十分な脂肪組織は残存しており、硬膜と傍脊柱筋群間の癒着は全頭で認められなかった。

臨床症状：

全ての手術部位において、皮膚、皮下組織、筋膜および筋層の治癒経過は良好であった。また、すべての供試犬において、実験期間中臨床症状に変化は認められなかった。

4. 考 察

過去に、背側椎弓切除術において骨切除窓に保護膜を設置しなかった場合、硬膜と周囲組織筋群の間に重厚な癒着が認められると報告されている。本実験でも、骨切除窓に FFG を設置しなかった Control においては、硬膜と周囲組織筋群との間に線維性癒着が確認された。この結果は、片側椎弓切除術においても、手術後の硬膜の線維性癒着を考慮しなくてはならないことを示すものであった。その一方で、FFG を設置した部位では、硬膜と周囲組織筋群の間に癒着は認められなかった。このことから、片側椎弓切除術で FFG を骨切除窓の保護膜として使用した場合は、硬膜の癒着が抑制されることが明らかとなった。

また、片側椎弓切除術での FFG の大きさには、骨切除窓の2倍以上が推奨されている。しかし、これは背側椎弓切除術における FFG の報告を参考にしているに過ぎない。今回われわれは病理組織学的検査の結果から FFG の大きさの違い（Small FFG；骨切除窓面積の2倍、Large FFG；骨切除窓面積の4倍）による癒着の抑制効果に差はないことを確認した。さらに、CT 画像の解析により、FFG は時間経過にともない縮小していき、術後28日目以降では Small FFG と Large FFG の体積に有意な差はないことを確認した。このことから、骨切除窓に対して面積が2倍および4倍と大きく異なる FFG を保護膜として使用しても、時間経過にともない骨切除窓を物理的に保護する役割は同程度になると考えられた。以上のことから、片側椎弓切除術においても骨切除窓の2倍の面積を有する FFG であれば、癒着の抑制効果は十分に期待できると考えられた。

FFG の欠点として、保護膜として使用した FFG が脊柱管内へ侵入し、脊髄を圧迫して神経症状を引き起こす危険性があると過去に報告されている。しかし、これらは全て背側椎弓切除術での報告である。片側椎弓切除術を実施した本実験では、全ての手術部位において硬膜内横断面積に有意な差が認められず、FFG による脊髄への圧迫が生じなかったことが確認された。FFG による脊髄への圧迫の原因として最も可能性が高いのは、周囲組織筋群の動きによる脊柱管内への FFG の侵入

であると考えられている。したがって、FFGが侵入する骨切除窓の大きさを小さくすることができれば、FFGの侵入を物理的に抑制できる可能性がある。一般的に、片側椎弓切除術は背側椎弓切除術に対して骨切除窓が小さく、今回の研究で作成した骨切除窓の大きさも、これまでの背側椎弓切除術の報告における骨切除窓のサイズよりも小さいものであった。したがって、今回の結果は、片側椎弓切除術の場合、FFGによる脊髄への圧迫の可能性が背側椎弓切除術よりも低いことを示すものであった。

以上、片側椎弓切除術の骨切除窓に対する保護膜としてのFFGの設置は有用であることを明らかにした。

なお、本研究は J.Vet.Med.Sci. (10), 1291-1294, 2009 に掲載された。

キーワード：イヌ，片側椎弓切除術，自家遊離脂肪片，癒着