

学位論文題名

Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging
for detecting posterior ligamentous complex injury
associated with thoracic and lumbar fractures

(胸椎・腰椎骨折に合併する後方靱帯複合体損傷に対する
MRI の診断精度)

学位論文内容の要旨

【はじめに】胸椎および腰椎の後方靱帯複合体(posterior ligamentous complex;以下 PLC と略す)は、棘上靱帯、棘間靱帯、関節包靱帯、黄色靱帯からなり、脊柱の安定性に重要な役割を担っている。したがって、胸椎・腰椎外傷の不安定性を評価するには、PLC 損傷の有無を的確に診断することが必要である。従来、PLC 損傷の診断に関して、Emery(1989)、Terk(1997)などの報告があり、いずれも MRI の有用性が指摘されている。しかし、実際に系統立てて MRI 所見と術中所見を対比して検討した報告はなく、PLC 損傷に対する MRI の診断精度は、明らかではない。本研究の目的は、胸椎・腰椎外傷に伴う PLC の MRI 所見と、実際の脊椎後方手術中に観察された PLC の状態を比較することにより、MRI の PLC 損傷に対する診断精度について検討することである。

【対象・方法】当科および関連病院で治療した胸椎・腰椎外傷のうち、受傷後 3 週以内に MRI を撮像し、かつ脊椎後方手術により後方要素損傷の有無・部位を直視下に確認し得た 35 例(男性 31 例、女性 4 例)を対象とした。受傷時年齢は 17-67(平均 37.4)歳であった。MRI 以外の画像情報に基づいて診断・分類した損傷タイプの内訳は、破裂骨折 17 例、屈曲伸延損傷 6 例、脱臼骨折 12 例である。全例に対して、術中に損傷椎の後方要素の骨傷、棘上・棘間靱帯の断裂・出血・瘢痕形成の有無を確認した。一方、術前に撮像された MRI 矢状断像で、A)棘上靱帯部を示す black line の途絶、B)棘間部の高信号の存在、の 2 つの所見について、3 人の放射線科医が独立してその有無を判定した。MRI 所見と術中の靱帯損傷の有無とを比較し、MRI の診断精度を分析した。また、kappa 統計量より、interobserver error について検討した。統計学的解析には、Mann-Whitney U 検定を用いた。

【結果】脊椎後方手術における術中所見によって、35 例中 23 例(65.7%)に後方靱帯複合体損傷が認められた。棘上靱帯損傷、棘間靱帯損傷に対する MRI の診断精度(accuracy)はそれぞれ 90.5%、94.3%であった。棘上靱帯損傷を検出する特異度は、T1 強調画像のみを使用する方が T2 強調画像のみを使用するものより有意に高かった($p < 0.05$)。後方靱帯複合体損傷全体に対する MRI 診断の kappa 統計量は 0.803 であり、これは interobserver error が少ない

ことを示している。また、棘間靭帯損傷のみに対する MRI 診断の kappa 統計量は 0.915 であり、これは棘上靭帯損傷における 0.69 と比較して有意に高かった($p < 0.05$)。

MRI 以外の画像情報より破裂骨折と診断された 17 例のうち、MRI で所見 A 及び B が認められ、かつ術中に棘上・棘間靭帯損傷の存在が確認された症例は 3 例であった。

【考察】本研究で、後方靭帯複合体損傷に対する MRI 検査は、高い診断精度と高い interobserver reliability を持つことが明らかとなった。PLC 損傷に対する MRI の偽陽性および偽陰性の原因として、骨折部由来の出血、不適切なスライス面（靭帯に平行に切られていない）などが考えられる。したがって、後方要素に骨傷がある場合、損傷部に側弯を伴う場合などには、MRI 所見の解釈には注意を要すると思われる。今回の対象症例の中には、後方要素の骨傷や棘間の開大がなく、棘上・棘間靭帯損傷の診断は、MRI の画像情報がなければ術前には不可能であろうと考えられた症例が 3 例存在した。これらはすべて、破裂骨折と診断されていたが、実際は、屈曲伸延損傷と破裂骨折の複合損傷であった。このように、破裂骨折に後方要素損傷を伴っているか否かの鑑別、すなわちその破裂骨折が安定型か不安定型かの診断には、MRI 所見が重要な判断材料となると考えられた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 安 田 和 則
副 査 教 授 三 浪 明 男
副 査 教 授 宮 坂 和 男

学 位 論 文 題 名

Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging for detecting posterior ligamentous complex injury associated with thoracic and lumbar fractures

(胸椎・腰椎骨折に合併する後方靱帯複合体損傷に対する MRI の診断精度)

胸椎・腰椎における後方靱帯複合体(以下 PLC と略す)は、重要な安定化要素の一つである。損傷脊柱の不安定性の評価には PLC 損傷の正確な診断が重要である。従来、PLC 損傷の診断には MRI が有用であると報告されてきた。しかし、PLC 損傷に対する MRI の診断精度は不明のままであった。本研究の目的は、術前の MRI 所見と術中の直視下での PLC 損傷の観察所見を比較することによって、胸椎・腰椎骨折に合併する PLC 損傷に対する MRI の診断精度を明らかにすることである。

急性期胸椎・腰椎骨折を有する 35 症例を対象とした。内訳は、破裂骨折 17 例、屈曲伸延損傷 6 例、脱臼骨折 12 例であった。全例が受傷後 3 週間以内に損傷脊柱に対して MRI 検査を受けていた。3 人の放射線科医が、独立して、MRI 以外の情報は知らされずに、MRI の矢状断像 (T1 強調像、T2 強調像) を評価した。PLC 損傷に関する情報は、それぞれの手術記録から retrospective に収集した。MRI の診断精度は、MRI 所見と術中所見の比較により分析した。脊椎後方手術時における直視下の観察で、PLC 損傷は 23 例(65.7%)に認めた。棘上靱帯 (以下 SSL と略す) 損傷および棘間靱帯 (以下 ISL と略す) 損傷に対する MRI の診断精度(diagnostic accuracy)は、それぞれ 90.5%、94.3%であった。SSL 損傷の MRI 診断において、T1 強調画像のみによる特異度は、T2 強調画像のみによる特異度よりも有意に高かった($p < 0.05$)。MRI 所見の診断一致率に関して、平均 kappa 係数は 0.803 であり、inter-observer error が少ないことが示された。また、ISL 損傷における kappa 係数(0.915)は、SSL 損傷における kappa

係数(0.690)よりも有意に高かった($p<0.05$)。

MRI 所見と術中所見の不一致の原因として、以下の2つの点が考えられた。

- (1) 後方要素に骨傷がある場合、骨折部からの出血によって棘間部に信号変化をきたすことがあり、特に ISL 損傷と誤診されやすい。
- (2) 前額断における脊柱配列に乱れがある場合、矢状断の MRI では靭帯部が適切に描出されず偽陰性になることがあること。

(2) は、特に SSL 損傷について顕著である。いずれも MRI だけによる診断には限界があり、単純 X 線、CT、断層撮影など他の画像所見も合わせて総合的に診断する必要があると考えた。一方、胸椎・腰椎損傷の不安定性の評価には、PLC 損傷の正確な診断が重要である。例えば、破裂骨折の不安定型損傷(three-column injury)と安定型損傷(two-column injury)を鑑別する上で、特に後方要素に骨傷がない場合、PLC 損傷の正確な診断が必須である。本研究により、PLC 損傷に対する MRI の診断には、高い精度と信頼性のあることが実証された。したがって、MRI は胸椎・腰椎骨折に合併する PLC 損傷を評価する上で、有力な診断方法であると考えた。

審査にあたり、主査安田和則教授から、骨傷の部位より損傷メカニズムが推定されるので靭帯損傷を診断する上で bias がかからなかったかどうかに関して質問があった。申請者は、MRI 以外の画像情報を秘匿することによりできるだけ bias がかからないように配慮した、と回答した。続いて、副査宮坂和男教授から、T2 強調画像における脂肪抑制画像に関しての質問があった。申請者は、35 例中 5 例に脂肪抑制画像が撮像されていたが、靭帯損傷に伴う血腫などをより鮮明に描出できる利点がある、と回答した。次に、保健管理センター鑑邦芳教授から、PLC 損傷による脊柱不安定性に関して質問があった。申請者は、椎体破壊の程度など他の骨傷も考慮する必要があると回答した。次に、整形外科伊東学講師から、PLC 損傷における MRI 所見の経時的変化に関する質問があった。申請者は、本研究では検討されていないが、今後調査する必要があると回答した。最後に、副査三浪明男教授から、本研究がもたらす臨床での有用性、発展性に関する質問があった。申請者は、脊柱外傷の不安定性評価において今後は MRI 所見も重要な情報を与える可能性がある、と回答した。

本論文は、PLC 損傷に対する MRI の診断精度について、MRI 所見と術中所見と対比させることによって分析した最初の報告であり、この結果から PLC 損傷の診断において MRI の信頼性が高いことを実証した。胸椎・腰椎外傷における不安定性の評価方法は未だ定まったものがないのが実情であるが、今後症例の蓄積により、MRI 所見を加味した脊柱不安定性の評価方法の確立が期待できる。審査員一同は、これらの成果を高く評価し、申請者が博士(医学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。