

氏名	羽山 祥生
(ふりがな)	(はやま さちお)
学位の種類	博士(医学)
学位授与番号	甲 第 1133 号
学位審査年月日	令和2年1月29日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題名	The evaluation of indirect neural decompression after lateral lumbar interbody fusion using intraoperative computed tomography myelogram (ハイブリッド手術室における術中脊髓造影後 CT を用いた側方進入腰椎椎体間固定術のみによる間接 除圧効果の検討)
論文審査委員	(主) 教授 佐浦 隆一 教授 大須賀 慶悟 教授 鰐淵 昌彦

## 学位論文内容の要旨

### 《背景》

低侵襲な側方進入腰椎椎体間固定術(LLIF)は後方からの従来法に代わる術式として、近年普及している。腰椎椎体間固定術においてLLIFを選択する最大の利点は、横幅の広いケージを挿入することで狭小化した椎体間をより効果的に持ち上げることにある。その結果、後縦靭帯や黄色靭帯の牽引(ligamentotaxis)による脊柱管狭窄の間接除圧効果も期待できる。しかし、LLIFのケージ挿入による間接除圧効果が不十分で、結果として脊柱管狭窄が残存し再手術を余儀なくされる症例も報告されており、LLIFのケージ挿入による間接除圧効果に関しては未だ議論の余地がある。

当院では2016年から自走式CTを配備したハイブリッド手術室が稼働し、精度の高い術

中 CT 画像を得ることが可能となった。術中に撮影した脊髓造影 CT (CTM) 画像により ケージ挿入直後の硬膜管の除圧状況を詳細に評価できるため、LLIF のケージ挿入による間接除圧効果が不十分と判断した症例では後方からの直接除圧術を追加してきた。本研究の目的は、術前およびケージ挿入直後の CTM 画像を比較検討することで、LLIF のケージ挿入による間接除圧の真の効果を調査すること、また、後方からの直接除圧術の追加を決定するための独自プロトコールの有用性を評価することである。

### 《対象と方法》

ハイブリッド手術室で腰部脊柱管狭窄症に対し LLIF を施行した 28 例 53 椎間を対象とした。術前とケージ挿入後に CTM を撮影し両画像を比較した。検討項目は 1) 硬膜管横断面積 (C-CSA)、2) 椎間孔縦断面積 (F-CSA)、3) 椎間孔高 (FH)、4) 椎間板高 (DH)、5) 椎間板角 (SDA) とした。脊柱管狭窄の重症度は改良 Schizas 分類 (grade A : 馬尾の識別可+造影剤の貯留あり、B : 馬尾の識別可+造影剤の貯留なし、C : 馬尾の識別不可) を用いて評価した。ケージ挿入後も grade C の場合、術前 grade B がケージ挿入後も不変の場合、またはケージ挿入後に grade A または B に改善したが、外側陥凹狭窄や椎間孔狭窄の残存などの理由で術者が LLIF のケージ挿入による間接除圧効果が不十分と判断した場合には、該当椎間に後方からの直接除圧術を追加した。なお、臨床成績は術前、術後 3 ヶ月の Oswestry Disability Index (ODI) を用いて評価した。

### 《結 果》

ケージ挿入後の C-CSA、F-CSA、FH、DH、SDA は術前と比して全て有意に改善した。LLIF のケージ挿入による間接除圧効果は 42 椎間 (79%) で十分に得られていたが、11 椎間 (21%) は除圧効果が不十分であると判断したため後方からの直接除圧術を追加した。その内訳は、改良 Schizas 分類がケージ挿入後も grade C のままであったものが 10 椎間、grade B のまま不変であった椎間はなく、grade C から A に改善したが外側陥凹狭窄が残存したものが 1 椎間であった。ODI で示される術後臨床成績は、直接除圧術が不要であっ

た群と必要であった群間に有意差は認めず、後方からの直接除圧追加の必要性の決定に用いている独自プロトコルの有用性が示唆された。なお、術後観察期間は最短 3 ヶ月、最長 17 ヶ月（平均 10.5 ヶ月）であるが、現在までのところ再手術を要した症例はない。

## 《考 察》

腰部脊柱管狭窄症に対する LLIF において、ケージ挿入による間接除圧効果がどの程度得られるかを術前に予測することが困難な症例は少なくない。今回の検討では、53 椎間全てでケージ挿入により計測項目全てが有意に改善していたが、独自プロトコルに従い個々の椎間で脊柱管狭窄の重症度を評価したところ、11 椎間（21%）でケージ挿入による間接除圧効果が不十分であると判断され、後方からの直接除圧術が追加された。その結果、ケージ挿入による間接除圧効果が不十分なために症状が残存し、再手術を要した症例はなく、全例十分な臨床成績を得ている。すなわち、ハイブリッド手術室での手術という限られた環境下ではあるが、術中 CTM により LLIF のケージ挿入後の硬膜管の除圧状況を正確に評価することができた。また、独自プロトコルに従い、必要な症例では後方からの直接除圧術を追加することにより、腰部脊柱管狭窄症に対する LLIF の安定した術後成績が得られるようになった。

## 《結 論》

術中 CTM を用いた本研究により、LLIF のケージ挿入のみで得られる真の間接除圧効果を初めて計測することができた。すべての計測項目はケージ挿入により平均して改善したが、全椎間で十分な間接除圧効果が得られる訳ではないことも示された。そして、そのような場合には独自プロトコルに従い後方からの直接除圧術を追加することで良好な術後成績が得られることが明らかとなった。ハイブリッド手術室での術中 CTM 評価とその結果に基づく直接除圧術追加のための独自プロトコルは、腰部脊柱管狭窄症に対する LLIF 単独手術後の症状遺残や再発による再手術のリスクを軽減させ、手術成績の向上に役立つことが示唆された。ただ、ハイブリッド手術室での手術という限られた環境下での画

像診断と評価法であるので、今後は一般的な手術室でも実施と評価が可能な画像診断法の開発が必要である。

(様式 甲 6)

## 論 文 審 査 結 果 の 要 旨

側方進入腰椎椎体間固定術 (LLIF) は、狭小化した椎体間に横幅の広い大きなケージを挿入することで、間接的に脊髄を除圧することが可能であり、後方からの従来法に代わる術式として近年普及している。しかし、LLIF のケージ挿入後の間接除圧効果が不十分で再手術を要する報告もあり、その効果は未だ定まっていない。

申請者はハイブリッド手術室での術中脊髄造影後 CT (CTM) 撮影により LLIF ケージ挿入による真の間接除圧効果を検討した。また、術中 CTM で間接除圧効果が不十分と判断した症例には直接除圧術を追加するという申請者独自のプロトコールを作成し、その独自プロトコールの有用性も評価した。

LLIF ケージを挿入することで、検討項目は術前と比して全て有意に改善した。しかし、11 椎間 (21%) で間接除圧効果が不十分と判断され、独自プロトコールに従って直接除圧術が追加された。その結果、全例で良好な術後臨床成績が得られ、間接除圧効果十分群と不十分群の間に術後臨床成績の有意な差は認めなかった。

申請者は術中 CTM を用いて LLIF ケージ挿入による間接除圧効果を詳細に評価して限界を明らかにし、また、その結果に基づく追加の直接除圧術の必要性を術中に判断するために作成された独自プロトコールの有用性を示した。

本研究は LLIF ケージ挿入による間接除圧効果を術中に評価した初めての報告である。ハイブリッド手術室という環境下には限られるが、術中 CTM 評価と独自プロトコールは腰部脊柱管狭窄症に対する LLIF 後の再手術のリスクを軽減させ、手術成績の向上に役立ち、今後の脊椎外科診療に貢献するものと考えられる。

以上により、本論文は本学大学院学則第 11 条第 1 項に定めるところの博士 (医学) の学位を授与するに値するものと認める。

(主論文公表誌)

World Neurosurgery 120: e710-e718, 2018 Dec

doi: 10.1016/j.wneu.2018.08.146.