

脊椎全摘出後の再建方法に関する力学試験および有限要素法解析後方インスツルメンテーション Vs. 前方+後方インスツルメンテーション

著者	赤丸 智之, 川原 範夫, 坂本 二郎, 吉田 晃, 村上 英樹, 南部 浩史, 上田 康博, 富田 勝郎
雑誌名	日本脊椎脊髄病学会雑誌 = The journal of the Japan Spine Research Society
巻	13
号	1
ページ	350-350
発行年	2002-04-26
URL	http://hdl.handle.net/2297/3930

2-P1-10

脊椎全摘術後の再建方法に関する力学試験および有限要素法解析 後方インスツルメンテーション Vs. 前方+後方インスツルメンテーション

赤丸智之, 川原範夫, 坂本二郎*, 吉田 晃**, 村上英樹, 南部浩史, 上田康博, 富田勝郎
金沢大学整形外科, 金沢大学工学部人間・機械工学科*, 市立輪島病院整形外科**

【目的】脊椎悪性腫瘍に対する脊椎全摘術は、腫瘍学的見地に基づき腫瘍椎骨を一塊に切除し、脊柱の支持性が完全に失われるため、強固な再建が必要となる。しかし術後は長期生存が見込めるため、椎体間にバイオロジカルな骨性癒合を得ることが理想である。過去の脊椎全摘術後の再建方法に関する生体力学試験では、pedicle screw & rod system を用いた後方インスツルメンテーションに前方インスツルメンテーション(Kaneda SR)を追加することによって、より優れた力学強度が得られた。と報告されている。しかし、再建の最終目標は骨性癒合であり、強度を追求するあまり、椎体再建に用いる titanium cage 内の移植骨に対して、骨のリモデリングに必要な力学的ストレスが遮断されている可能性が否めない。本研究の目的は、骨性癒合を得るための最良の再建方法を明らかにするため、各再建方法において、椎体再建に用いた titanium cage にかかる応力の変化を比較することである。

【方法】(I)実験；ヒト屍体脊椎標本を用いた力学試験
90歳男性の解剖実習用ホルマリン固定ヒト屍体から抽出した脊椎標本(T10～L2)を用いた。T12の脊椎全摘術を行い、椎体欠損部にはスペーサーとして Harms titanium cage (DePuy-Motech) を挿入した。以下の方法で再建モデルを作製した。

- multilevel pedicle screws at T10-L2 (MP); T10, 11, L1, 2 左右に計 8 本の Moss-Miami pedicle screw (DePuy-Motech) を挿入し、rod で連結した。
- multilevel pedicle screws at T10-L2 with anterior instrumentation at T11-L1 (MA); モデル a) に加えさらに椎体左側に Kaneda SR system (Acromed) を用いて 2 本の rod による固定を追加した。
- short posterior pedicle screws with anterior instrumentation at T11-L1 (SA); T11, L1 左右に計 4 本の pedicle screw を挿入し、rod で連結した。さらに椎体左側に Kaneda SR system を用いて 2 本の rod による固定を追加した。

Load sharing of titanium cages with versus without anterior fixation in the reconstruction following total spondylectomy
T. Akamaru, et al.

Key words : total spondylectomy, biomechanics, finite element method

各モデルに対し 300 N の屈曲負荷を加え力学試験を行った。T11 椎体下方終板と Harms cage の間に load washer を設置し、負荷時の荷重を測定し、各再建方法間での違いを比較した。また、後方インスツルメンテーションの左右 rod の T11, L1 間にひずみゲージを設置し、負荷時のひずみを測定し比較した。

(II)解析；有限要素モデルを用いた力学解析
実験の各モデルの Computed Tomographic (CT) Scan 画像を用いて有限要素モデル(Finite Element Model)を作製し、それぞれに対し、実験と同様の屈曲負荷を与え、椎体再建に用いた Harms cage に加わる荷重とインスツルメンテーション各部に生じるひずみを計算し比較した。
【結果】実験、解析ともに同様の結果を示した。屈曲負荷時、Harms cage と T11 椎体間に生じた応力は、前方インスツルメンテーションを用いない場合 (MP で約 200N) は、用いた場合 (MA で約 50 N, SA で約 45 N) に比べ約 4 倍の応力が生じた。後方 rod に生じたひずみは MP (約 1000×10^{-6} strain) で MA (約 500×10^{-6} strain), SA (約 300×10^{-6} strain) の約 2～3 倍であった。

【考察および結論】本研究の結果、脊椎全摘術後の再建において pedicle screw & rod system に前方インスツルメンテーション(Kaneda SR)を追加することによって、椎体再建に用いた Harms cage に加わる力学的負荷は著しく減少することが明らかとなった。骨のリモデリングには適度な力学的ストレスが必須であることは良く知られている。その点で、後方 pedicle screw & rod system および前方 Harms cage のみで再建するほうが、前方インスツルメンテーションを追加する方法よりは Harms cage に対するストレスシールドが小さく骨のリモデリングに有利である可能性が示唆された。