

脊椎腫瘍全摘術後の脊椎前柱再建におけるチタンメッシュケージ内部に充填した移植骨への荷重伝達について：有限要素法解析を用いての検討

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/19213

学位授与番号	乙第 1622 号
学位授与年月日	平成 18 年 4 月 19 日
氏 名	赤丸 智之
学位論文題目	The Transmission of Stress to Grafted Bone Inside a Titanium Mesh Cage Used in Anterior Column Reconstruction After Total Spondylectomy: A Finite-Element Analysis (脊椎腫瘍全摘術後の脊椎前柱再建におけるチタンメッシュケージ内部に充填した移植骨への荷重伝達について；有限要素法解析を用いての検討)
論文審査委員	主 査 教 授 藤原 勝夫 副 査 教 授 井関 尚一 山本 悦秀

内容の要旨及び審査の結果の要旨

目的：脊椎悪性腫瘍に対する根治手術である腫瘍脊椎骨全摘術は、病巣椎骨を周囲の靭帯組織を含めて一塊に切除するため、そこで脊柱の連続性は完全に破綻する。一方で本手術は悪性腫瘍であっても術後に長期生存が見込まれる患者に適応があり、脊柱の支持性を再獲得するための脊柱再建が重要な問題である。生物学的な骨性癒合が理想であるため、内部に自家移植骨を充填したチタンメッシュケージを、切除した椎骨の上下椎体間に設置して前柱の再建を行い、移植骨の骨癒合を期待している。その初期固定には脊椎インスツルメンテーションを用いた固定が必要であるが、臨床では、後方から上下の正常椎骨にインスツルメンテーションを設置する方法と、この後方固定に加えて前方椎体側面にインスツルメンテーションを追加設置する方法の 2 種類が行われている。両者ともに十分な初期固定力を有するが、後者のほうがより力学的に強固であると報告されている。一方、移植骨のリモデリングには力学ストレスが十分に加わることが必須であるが、強固な支持性を持ったチタンケージ内部の移植骨の力学的環境を検討した報告はない。そこで、腫瘍脊椎骨全摘術後の各種再建方法において、移植骨に生じる力学的応力を解析比較することを目的に研究を行った。

方法：死体脊椎標本を用いて第 12 胸椎の脊椎全摘術を行った後、切除した椎骨の上下椎体間にはチタンメッシュケージを設置し、下記 3 種の方法で再建した。(1) Multilevel posterior instrumentation (MPI)；上下 2 椎骨ずつに対する後方インスツルメンテーションによる固定、(2) MPI with anterior instrumentation (MPAI)；(1) の MPI に加え、上下 1 椎骨の前方椎体に対するインスツルメンテーションによる固定、(3) Short posterior and anterior instrumentation (SPAI)；上下 1 椎骨に対する後方+前方椎体に対する固定。これらの CT スキャン画像を元にコンピューター上で各再建方法の有限要素モデルを作製した。モデルには脊椎周囲の各種靭帯や椎間板などを付加して、文献よりそれぞれの材料定数を与えた。チタンケージの内部は臨床での移植骨の状態を想定して、海綿骨の材料定数を与えた。人体の上半身を想定して、圧迫(424.7N)、屈曲、伸展、左右屈(それぞれ 12.7Nm)の荷重条件を与え、チタンケージ内部の移植骨に生じる力学的応力を解析し、各種再建方法で比較した。

結果：圧迫、屈曲、伸展の条件下では、前方インスツルメンテーションを用いない MPI では、左右対称に応力が分布するのに対し、前方インスツルメンテーションを用いた MPAI や SPAI では、左右非対称であり、ほとんど応力が加わらない部位が存在した。屈曲条件下で、 3.0×10^{-5} Mpa 以上の応力が加わった部位は、MPI では移植骨全体の 73.0%であったのに対し、MPAI や SPAI ではそれぞれ、38.0%、43.3%であった。左右屈の荷重条件下では、MPI では左右対称に応力が加わるのに対し、MPAI や SPAI では、左屈時にはほとんど応力が加わらなかった。

結論：脊椎全摘術後再建において、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を追加することによって、チタンケージ内部の移植骨に加わる力学的応力は著しく減少することが明らかとなった。チタンケージ内部の移植骨が骨癒合を得るためには強固な固定はもちろん必要であるが、移植骨のリモデリングのためには適切な力学的ストレスが加わることも必要であり、この両者のバランスが脊椎固定術には最も重要である。後方インスツルメンテーションのみで再建する方法は、過去の研究で十分な力学的初期固定力を有することは証明されている。これに加えて、本研究ではチタンケージ内部の移植骨に応力が適切に加わることが証明された。すなわち、後方インスツルメンテーションのみによる再建方法は前方インスツルメンテーションを追加する方法に比べ、チタンケージ内部の移植骨に対する力学的ストレスの遮断効果が小さく、骨のリモデリングには有利であると考えられた。

本研究は脊柱固定術の力学的理論を検証した労作であり、学位論文に値するものと評価した。