

平成 30 年 8 月 27 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K10408

研究課題名(和文) 未固定遺体を用いた有限要素モデルの作成および妥当性の検討

研究課題名(英文) A cadaveric biomechanical study designed to test between the pullout strength and the finite element method (FEM)

研究代表者

東野 恒作 (HIGASHINO, Kosaku)

徳島大学・大学院医歯薬学研究部(医学系)・徳島大学専門研究員

研究者番号：80380129

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：手術中に誤挿入が確認されたり、術後神経症状が出現したことが判明すると通常抜去後再挿入を試みるが、再度挿入された椎弓根スクリューの強度は不明である。我々は未固定遺体を用いて椎弓根スクリューに対する力学的強度を万能試験機と有限要素法を用いて検討した。外側に誤挿入し同じ径のスクリューを再挿入した場合、引き抜き強度は24%低下していた。2.外側に誤挿入後再挿入に際しスクリュー径をサイズアップした場合引き抜き強度は46%上昇していた。3.内側に誤挿入し再挿入した場合の強度は21%低下していた。4.内側に誤挿入後再挿入に際しスクリュー径をサイズアップした場合、27%増加していた

研究成果の概要(英文)：Screw malposition is one of the main pitfalls of inserting pedicle screws. Intraoperatively a malpositioned screw is re-directed and inserted along the correct axis. To evaluate the pullout strength of redirected pedicle screws with a larger diameter following lateral wall breach, redirected pedicle screws of the same diameter following medial wall breach, and redirected pedicle screws with a larger diameter following medial wall breach. The pullout strength of re-directed pedicle screws after either a lateral pedicle breach or medial pedicle breach is significantly less than the pullout strength of correctly aligned screw. Redirected pedicle screws of larger diameter after a lateral or medial pedicle breach show recovery of pullout strength.

研究分野：医歯薬学

キーワード：pedicle screw biomechanics re-directed screw thoracolumbar spine pullout strength

1. 研究開始当初の背景

脊椎椎弓根スクリューは脊椎固定術において強固な固定が得られ、脊椎不安定を認める場合に第一選択される手技である。さまざまなスクリュー固定法が開発、考案されているが、我が国での椎弓根スクリューのバイオメカニクス研究=生体力学的研究を事実上施行できる施設は乏しく多くは海外のデータを参考にしていた。固定椎体では骨髄、骨皮質の性状、強度が変化しているため、バイオメカニクスの研究は不向きであり未固定遺体での研究が必要である。また、椎体の形状は種によって異なり、人以外の動物種の結果では実際に臨床応用するのは難しいと考えられる。

わが国では未固定遺体を使用できる研究施設はわずかしかないが、徳島大学病院では未固定遺体によるクリニカルアトミー教育・研究センターを有しており、未固定遺体の脊椎を用い生体力学的研究が可能となった。有限要素法 Finite Element Method (以下 FEM) は CT 画像から構築されたモデルで、多くの病態について解析が施行されてきた。未固定遺体を用い万能試験機でバイオメカニクスの手法を用い実測するとともに有限要素法の妥当性を検証することが可能となった。

2. 研究の目的

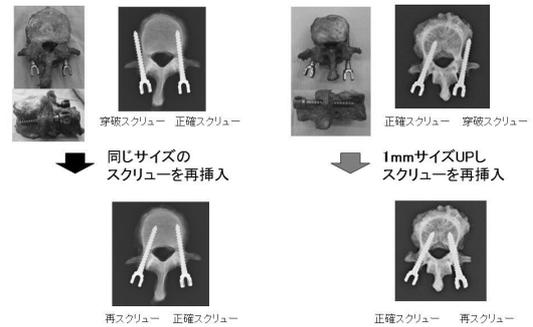
脊椎椎弓根スクリューの誤挿入は一定の頻度で生じると報告されている (1.7% ~ 10.5%)。近年の経皮的椎弓根スクリュー症例では外側および内側穿破率が増加していると報告もある。手術中に誤挿入が確認されれば、誤挿入スクリューを抜去し再挿入を試みる。我々は外側穿破後、再度挿入された椎弓根スクリューの強度は約 24% の強度低下を導くことを報告した¹⁾。この結果からさらに、外側または内側を穿破した椎弓根スクリューを抜去後、スクリューの径を大きくした再挿入スクリューの強度を計測、比較検討した。

3. 研究の方法

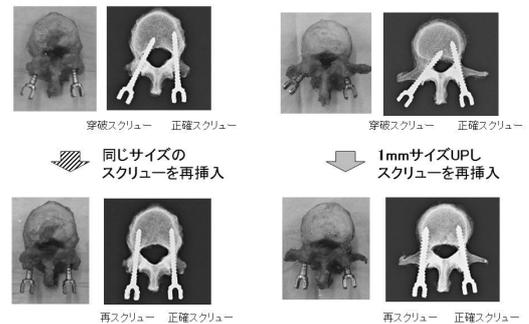
未固定遺体、を用いた。第 9 胸椎から第 5 腰椎までの椎体摘出し実験を行った。同一椎体に対し、ランダムに左右椎弓根スクリュー挿入した。方法として同一椎体に、(1) 椎弓根の外側に誤挿入し (外側穿破スクリュー) 同サイズのスクリューを椎体内に正しく再挿入した場合の強度の変化、(2) 外側に誤挿入し再挿入する際スクリュー径を 1mm サイズアップした場合の強度の変化、(3) 椎弓根の内側に誤挿入し、同サイズのスクリューを椎体内に正しく再挿入した場合の強度の変化、(4) 内側に誤挿入し再挿入する際スクリュー径を 1mm サイズアップした場合の強度の変化につき検討してきた。

X 線、CT で逸脱を確認後、SHIMADZU オ

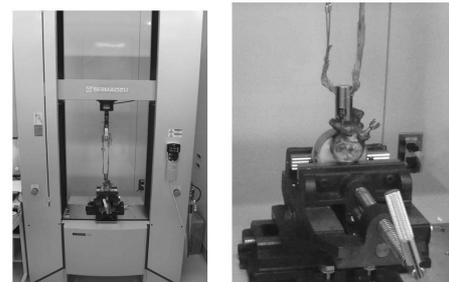
ートグラフ AG シリーズに椎体を設置しスクリュー引き抜き強度を計測した。



外側穿破スクリューを同じサイズで再挿入した場合と 1mm サイズを UPL 挿入した場合との比較



内側穿破スクリューを同じサイズで再挿入した場合と 1mm サイズを UPL 挿入した場合との比較

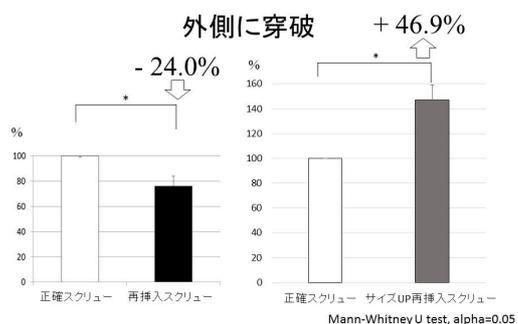


SHIMADZU オートグラフ AG シリーズに椎体を設置しスクリュー引き抜き強度を計測

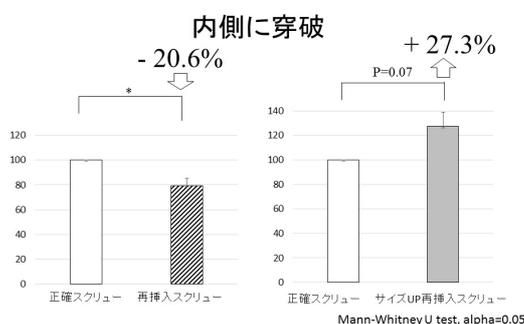
4. 研究成果

1. 椎弓根径を超えるオーバーサイズのスクリューを刺入した場合の引き抜き強度はオーバーサイズ率が 25% 以下の場合、強度は低下せず、むしろ強度が上昇する傾向がみられた。
2. 外側に誤挿入し同じ径のスクリューを再挿入した場合、引き抜き強度は 24% 低下していた。
3. 外側に誤挿入後再挿入に際しスクリュー径をサイズアップした場合引き抜き強度は 46% 上昇していた。
4. 頭側に誤挿入し頭側終板を穿破した場合誤挿入のままでは引き抜き強度は 7.6% の低下に留まっており、再挿入した場合は 23.3% 低下していた。
5. 内側に誤挿入し再

挿入した場合の強度は 21%低下していたが、サイズアップした場合、27%増加していた。



同一椎体にスクリューを挿入、一方を正確に挿入し片方を外側に穿破させ抜去後再挿入。正確スクリューを100と比較した。同サイズでは引き抜き強度は低下するが、1mmサイズUPでは逆に強度が増大していた。



同一椎体にスクリューを挿入、一方を正確に挿入し片方を内側に穿破させ抜去後再挿入。正確スクリューを100と比較した。同サイズでは引き抜き強度は低下するが、1mmサイズUPでは逆に強度が増大していた。

椎弓根スクリューが外側および内側に誤挿入され再挿入を試みる場合は、神経への影響を考慮することは必須であるが、スクリュー径を大きくすることにより強度低下を防げることが示唆された2)。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3 件)

1) 脊椎脊髄ジャーナル 腰椎 pedicle screw の誤挿入とその対策

Prevention and revision strategies for malpositioning pedicle screws

東野恒作、前田徹、合田有一郎 眞鍋裕昭 鶴尾吉宏 西良浩一 VOL.31 NO.4 345-369 2018

DOI 10.11477/mf.5002200847

2) Maeda T, Higashino K, Manabe H, Yamashita K, Hayashi F, Goda Y, Tsuruo Y, Sairyo K. Pullout Strength of Pedicle Screws Following Redirection After Lateral or Medial Wall Breach

Spine (Phila Pa 1976). 2018 Feb 21.

DOI 10.1097/BRS.0000000000002611

3) Goda Y, Higashino K, Toki S, Toki S, Suzuki D, Kobayashi T, Matsuura T, Fujimiya M, Hutton WC, Fukui Y, Sairyo K. The pullout strength of pedicle screws following redirection after lateral wall breach or end-plate breach. Spine (Phila Pa 1976) 2016;41:1218-1223. DOI 10.1097//BRS.0000000000001600

〔学会発表〕(計 3 件)

1) 前田徹 東野恒作 眞鍋裕昭 山下一太 林二三男 合田有一郎 福井義浩 西良浩一

脊椎椎弓根スクリュー誤挿入後、スクリュー径を増大した再挿入スクリュー強度につ

いての検討

第 43 回臨床バイオメカニクス学会

札幌市 2016 年 10 月 8 日～9 日

2) 前田徹 東野恒作 眞鍋裕昭 山下一太 林二三男 合田有一郎 福井義浩 西良浩一

脊椎椎弓根スクリュー外側または内側誤挿入後、スクリュー径を増大したスクリューを再挿入した際の強度解析

第 47 回脊椎脊髄病学会

神戸市 2018 年 4 月 12 日～14 日

3) 前田徹 東野恒作 眞鍋裕昭 山下一太 林二三男 合田有一郎 福井義浩 西良浩一

脊椎椎弓根スクリュー強度の生体力学的解析

第 44 回臨床バイオメカニクス学会

松山市 2017 年 11 月 24 日～25 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

東野 恒作 (HIGASHINO, Kosaku)

徳島大学・大学院医歯薬学研究部・徳島大学専門研究員

研究者番号：80380129

(2) 研究分担者

福井 義浩 (FUKUI, Yoshihiro)

徳島大学・大学院医歯薬学研究部・教授

研究者番号：50144168

(平成 29 年 4 月 6 日 削除)

西良 浩一 (SAIRYO, Koichi)

徳島大学・大学院医歯薬学研究部・教授

研究者番号：10304528

酒井 紀典 (SAKAI, Toshinori)

徳島大学・大学院医歯薬学研究部・准教授

研究者番号：80403731

高田 洋一郎 (Takata, Yoichiro)
徳島大学・大学院医歯薬学研究部・特任講師
研究者番号：20420549

森本雅俊 (MORIMOTO, Masatoshi)
徳島大学・病院・医員
研究者番号：20748701