

平成21年5月19日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2008

課題番号：19591728

研究課題名（和文）新しい環軸椎固定術の開発と生体力学的検証。致命的合併症根絶のために。

研究課題名（英文）New surgical technique in atlanto-axial fixation for eradicating lethal vascular complications. - Biomechanical and anatomical evaluation -

研究代表者

水谷 潤（MIZUTANI JUN）

名古屋市立大学・大学院医学研究科・助教

研究者番号：70326156

研究成果の概要：

近年普及してきた環椎外側塊スクリューにおける致命的合併症を根絶し、さらに安全で強固な環軸椎固定術を可能とするために、従来から着目してきた環椎外側塊スクリューの後弓刺入法の有用性に関して、解剖学的、生体力学的に検討を行った。

環椎外側塊スクリューの刺入方法は、十分に内方刺入角度を確保すれば、致命的合併症なく安全に刺入しうることを明らかとしたが、同時に、術中刺入誤差や術前存在する環軸椎の回旋角度など種々の要因から、意図した刺入角度は決して保証されないため、術中刺入に際して十分注意する必要があることを解明した。

生体力学試験では直接刺入法と後弓刺入法とを比較検討し、後弓刺入法が生体力学的にきわめて強固であり、有用性が高いことを解明した。

またリウマチ頸椎固定術において3次元実体モデルを用いた術前計画を検討し、術後長期間装着を余儀なくされていたハローベスト装着を回避しうる可能性に関して報告した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・整形外科

キーワード：

環軸椎固定術、椎弓根スクリュー、外側塊スクリュー、致命的合併症、内頸動脈、椎骨動脈
生体力学強度

1. 研究開始当初の背景

環軸椎不安定性は環軸椎の構築及び脊髄保護作用が破綻し、堪え難い痛みと脊髄症状が生じる。そのため、安定な環軸椎塊再建と脊髄保護作用再獲得の為、安全かつ強固な固定術が必要である。環椎外側塊スクリューを用いた環軸椎固定術は、従来広く行われてきたトランスアーティキュラー法に比べて種々の利点を有し中でも椎骨動脈に対する安全性がすぐれていることから近年普及してきた。しかしながら、その一方で、内頸動脈損傷等の致命的合併症の可能性も明らかとなり、より安全なスクリュー刺入経路の解明など手術方法の改良や、安全な刺入法そのものの開発などが期待されてきた。

我々は従来から環椎外側塊スクリューを後弓から刺入する後弓刺入法の有用性に着目してきたが、それらの生体力学強度は明らかでなく、なかでも環軸椎固定術の最もよい適応とされる関節リウマチ脊椎病変では付随する骨粗鬆の問題などがあり、そのような骨粗鬆を有する患者に対する手術における、スクリュー刺入の力学強度は現在まで明らかとされていなかった。

2. 研究の目的

(1) 外側塊スクリューを **bi-cortical** 刺入した時の重大な合併症である内頸動脈損傷を根絶するためのスクリュー刺入角度を検討する。

(2) 後弓からスクリューを刺入した際の、生体力学強度及び、刺入に関連した解剖学的検討を行う。

(3) 上位頸椎固定術における、3次元実体モデルを利用した術前計画の重要性を検討する。

3. 研究の方法

新鮮凍結屍体を用いて、外側塊スクリューを刺入し生体力学試験を遂行して力学強度を明らかにする。

頸椎 CT 画像を用いて、スクリュー刺入をシミュレーションして内頸動脈とスクリュー刺入経路との解剖学的関係を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 内頸動脈とスクリュー刺入経路との関係
頸椎造影 CT147 例を用いてスクリュー刺入経路と内頸動脈との位置的関係の検討を行った。

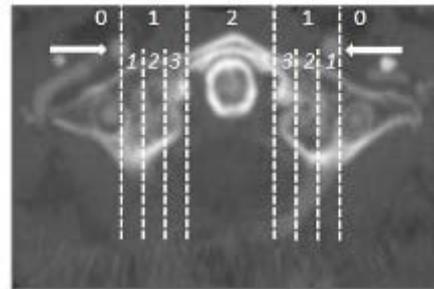


Figure 1. Classification Categories of Classification Area 0: outside of outer edge of lateral mass Area 1: 0: lateral 0: 2 of lateral mass Area 1-1: middle 0: 2 of lateral mass Area 1-2: middle 0: 2 of lateral mass Area 1-3: inside of inner edge of lateral mass Area 2: inside of inner edge of lateral mass White arrows indicate the C2.

図 1：内頸動脈と外側塊との位置関係の検討領域 0,1,2 に分け、さらに、1-1 から 1-3 の亜群に分けて検討した。

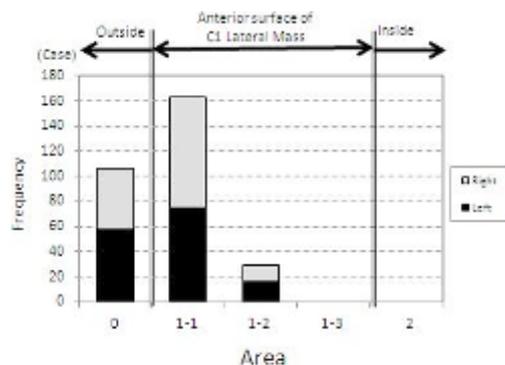


Figure 2. Location of CA. Line 0: outside of outer edge of lateral mass Area 0: 0: lateral 0: 2 of lateral mass Area 1: 0: middle 0: 2 of lateral mass Area 1-1: middle 0: 2 of lateral mass Area 1-2: middle 0: 2 of lateral mass Area 1-3: inside of inner edge of lateral mass Line 2: inside of inner edge of lateral mass

図 2：領域 1 に内頸動脈は約 70 パーセント集中していたが 1-3 領域には存在せず、スクリューを 10 度内方に振って刺入すれば内頸動脈損傷は理論的には生じ得ないことが明らかとなった。

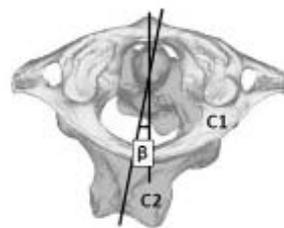


Figure 3. The angle of C1 (Common angle).

図 3：術前存在する環軸椎回旋角度の検討

しかしながら、図の如く術前に環軸椎の回旋が約5度存在し、かつ、手術症例からの検討で意図したスクリュー刺入角度と実際の刺入角度の間にも約5度の解離が生じていたことも明らかとなった。

以上から、十分な内振り角度を意図しても必ずその角度は保証され得ないことが同時に明らかとなり、bi-cortical 刺入で外側塊スクリューを刺入する際には致命的合併症回避のため十分注意することが必要であると結論づけられた。

(2)環椎外側塊スクリューの生体力学強度
新鮮凍結屍体を用いて、後弓刺入法と直接刺入法との2群間で力学強度に差があるか否かを検討した。

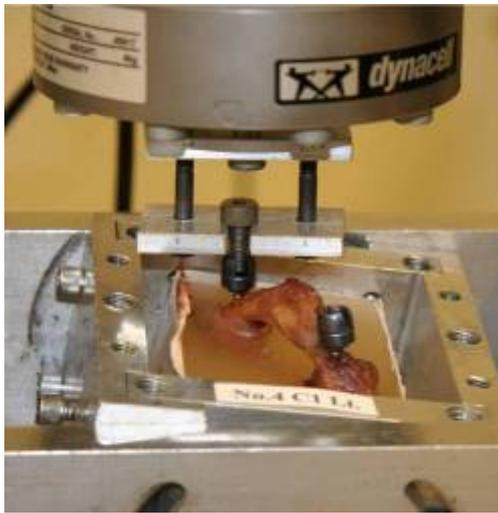


図4：生体力学試験
図の如く新鮮凍結屍体を用いてスクリューの引き抜き強度を検討した。

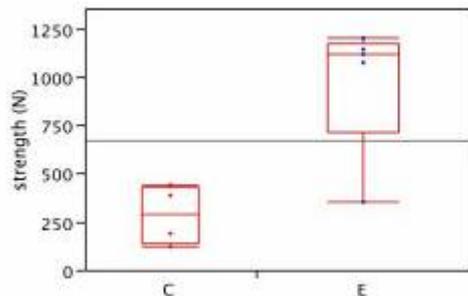


図5：引き抜き強度試験の結果
図の如く、後弓刺入法が直接刺入法に比べて統計学的に有意に引き抜き強度において優れていることが明らかとなった。

(3)我々が着目し、生体力学的妥当性を明らかとした環椎外側塊スクリュー後弓刺入法であるが、解剖学的検討から、解剖学的に後弓刺入が不可能な症例が全体の約三分の一程度存在することも明らかとなった。かかる場合には3次元実体モデル等を用いた綿密な術前計画が必要であり、また、十分有用であることが明らかとなった。具体的には、頚椎固定術後長期にわたり装着が必要であるハローバストの装着が3次元モデルを利用した術前計画により、不要となる可能性が示唆され、今後の更なる研究が待たれるところである。



図6：3次元実体モデルは患者のCTを用いて作成され、実物と同じ状態で再現される。このモデルで模擬手術を行うことで有用な術前計画を立脚することが可能である。

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2件)

① Mizutani J, Matsubara T, Fukuoka M, et al. Application of full-scale three-dimensional models in patients with rheumatoid cervical spine

Eur Spine J. 2008;17:644-9 査読有

② Murakami S, Mizutani J, Fukuoka M, et al. Relationship between screw trajectory of C1 lateral mass screw and internal carotid artery. Spine 2008;33:2581-5

査読有

〔学会発表〕（計 7 件）

① Mizutani J, Fukuoka M, Ogikubo O, et al. Biomechanical strength of novel half purchase lateral mass screw of the atlas via posterior arch. 36th annual meeting of cervical spine research society. 2008. 12. 04. Austin, USA.

② 水谷 潤、福岡宗良、荻久保修、林良美、井上望、柴山元英、堀田功一、長谷川伸一、大塚隆信。環椎外側塊スクリューの有用性と問題点。-臨床成績、生体力学試験、解剖学的分析-。第 8 1 回日本整形外科学会総会。2008. 5. 22. 札幌

③ Mizutani J, Murakami S, Inoue N, et al. Anatomical and biomechanical feasibility of mono-cortically inserted lateral mass screw of the atlas via posterior arch. 35th annual meeting of Cervical Spine Research Society. 2007. 11. 29, San Francisco, USA.

④ 水谷 潤、福岡宗良、荻久保修、林良美、大塚隆信。環椎スクリュー固定の三次元実体モデルを用いた術前評価。第 22 回日本整形外科学会基礎学術集会。2007. 10. 25. 浜松

⑤ 村上里奈、水谷 潤、福岡宗良、荻久保修、小島 洋、大塚隆信。環椎外側塊スクリューにおける内頸動脈損傷の可能性。-解剖学的画像解析-。第 22 回日本整形外科学会基礎学術集会。2007. 10. 25. 浜松

⑥ Murakami S, Mizutani J, Jamie Williams, et al. Biomechanical and anatomical analysis fo monocortical insertion of C1 lateral mass screws. 23rd annual meeting of Cervical spine Research Society European Section. 2007. 5. 30 Belgium

⑦ 水谷 潤、福岡宗良、荻久保修、林良美、大塚隆信。軸椎椎弓内 screw あるいは軸椎椎弓根 screw に環椎外側塊 screw を組み合わせた環軸椎固定術。第 3 5 回日本脊椎脊髄病学会。2007. 4. 26 金沢

6. 研究組織

(1) 研究代表者

水谷 潤 (MIZUTANI JUN)
名古屋市立大学・大学院医学研究科・助教
研究者番号：70326156

(2) 研究分担者

井上 望 (INOUE NOZOMU)
同志社大学・工学部・教授
研究者番号：30193600

鏡 邦芳 (ABUMI KUNIYOSHI)
北海道大学・保健管理センター・教授
研究者番号：00159419

(3) 連携研究者
なし