

DOI: 10.58490/ctump.2024i81.3081

KẾT QUẢ ĐIỀU TRỊ MẤT VỮNG CỘT SỐNG CỔ THẤP BẰNG PHƯƠNG PHÁP CỐ ĐỊNH ỐC CHÂN CUNG LỐI SAU TẠI BỆNH VIỆN ĐA KHOA TRUNG ƯƠNG CẦN THƠ

Nguyễn Hữu Thuyết^{1}, Huỳnh Thông Em¹, Lâm Khải Duy¹, Nguyễn Hoàng Thuận¹,
Lê Công Danh¹, Nguyễn Hoàng Duy Tiến¹, Võ Văn Thành²,
Nguyễn Thành Tấn³, Nguyễn Lê Hoan³, Đặng Phước Giàu³*

1. Bệnh viện Đa khoa Trung Ương Cần Thơ

2. Bệnh viện Chấn thương Chỉnh hình Thành phố Hồ Chí Minh

3. Trường Đại học Y Dược Cần Thơ

**Email: bsnguyenhuuthuyet@gmail.com*

Ngày nhận bài: 21/8/2024

Ngày phản biện: 29/9/2024

Ngày duyệt đăng: 25/10/2024

TÓM TẮT

Đặt vấn đề: Mất vững cột sống cổ là một tình trạng bệnh lý hoặc chấn thương do sự mất ổn định của hệ thống dây chằng, gân cơ, xương xung quanh cột sống cổ có thể dẫn đến tổn thương của những cấu trúc thần kinh gây nên triệu chứng đau, tê, yếu hoặc liệt tứ chi. **Mục tiêu nghiên cứu:** 1. Mô tả đặc điểm lâm sàng, cận lâm sàng ở bệnh nhân mất vững cột sống cổ thấp; 2. Đánh giá kết quả phẫu thuật điều trị mất vững cột sống cổ thấp bằng phương pháp cố định ốc chân cung lối sau. **Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:** Mô tả cắt ngang trên 43 trường hợp mất vững cột sống cổ thấp có chỉ định phẫu thuật đặt ốc chân cung cột sống cổ sau. **Kết quả:** Độ tuổi trung bình là 52,8 tuổi, giới nam chiếm 95%, nguyên nhân chủ yếu là do chấn thương chiếm 57,6%, vị trí tổn thương thường gặp là C4-5-6 chiếm 58,2%. Thời gian phẫu thuật trung bình là 211,8 phút. Lượng máu mất trung bình trong mổ là 235,8 mL, góc Cobb C2-7 sau mổ là $17,05^\circ \pm 1,25^\circ$ thời điểm theo dõi cuối cùng là $15,91^\circ \pm 0,75^\circ$. Độ chính xác của ốc chân cung cổ theo phân độ Dae Jean Jo với độ chính xác là 92,2% và 7,8% ốc đặt sai vị trí. **Kết luận:** Điều trị mất vững cột sống cổ thấp bằng phương pháp cố định với ốc chân cung cổ lối sau giúp cố định vững chắc cột sống cổ và cho phục hồi thần kinh tốt.

Từ khóa: mất vững cột sống cổ thấp, bệnh lý tủy cổ, ốc chân cung cột sống cổ.

ABSTRACT

RESULTS OF THE SURGICAL MANAGEMENT FOR SUBAXIAL INSTABILITY BY POSTERIOR CORRECTION FIXATION IN USING THE CERVICAL PEDICLE SCREW METHOD AT CAN THO CENTRAL GENERAL HOSPITAL

Nguyen Huu Thuyet^{1}, Huynh Thong Em¹, Lam Khai Duy¹, Nguyen Hoang Thuan¹,
Le Cong Danh¹, Nguyen Hoang Duy Tien¹, Vo Van Thanh²,
Nguyen Thanh Tan³, Nguyen Le Hoan³, Dang Phuoc Giàu³*

1. Can Tho Central General Hospital

2. Hospital For Trauma and Orthopedics Ho Chi Minh city

3. Can Tho University of Medicine and Phamarcy

Background: Cervical spine instability is a medical condition or injury caused by the instability of the ligaments, tendons, and bones around the spine, which can result in nerve damage, numbness, tingling, weakness, or quadriplegia might result from being nearby. **Objectives:** 1. To describe clinical and subclinical characteristics in patients with lower cervical spine instability; 2. To

evaluate of the results of surgery to treat instability of the lower cervical spine by Cervical Pedicle Screw. **Materials and methods:** A cross-sectional on 43 cases lower cervical spine instability with indications for surgery Cervical Pedicle Cervical. **Results:** Their mean age was 52.8 years, male accounted for 95%, the most common causes of trauma (57.6%), the most common spine level of C4-5-6, accounting for 58.2%. The average surgery time was 211.8 minutes. The mean intraoperative blood loss was 235.8 mL, the average Cobb C2-7 angle right after surgery was $17.05^{\circ} \pm 1.25^{\circ}$, with a value of $15.9^{\circ} \pm 0.75^{\circ}$ at the last follow-up. According to Dae Jean Jo's grading, the accuracy level of the cervical pedicle screws was 92.19% (grade 0 had 80.51%, grade 1 had 11.68%), and 7.81% of the screws were put incorrectly (grade 2 had 6.49% and grade 3 accounted for 1.2%). **Conclusions:** The treatment of lower cervical spine instability through posterior cervical pedicle screw fixation ensures solid stabilization of the cervical spine and supports effective neurological recovery.

Keywords: Lower Cervical instability, Cervical myelopathy, Cervical Pedicle Screws.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cột sống cổ thấp kéo dài từ C3 đến C7, là một trong những cấu trúc giải phẫu quan trọng vì có chứa một phần của hệ thống thần kinh trung ương đó là tủy sống. Mất vững cột sống cổ gây nên tổn thương tủy cổ và/hoặc rễ thần kinh cổ. Những tổn thương của tủy và rễ có thể gây nên triệu chứng lên 2 tay, 2 chân hoặc cả tứ chi. Bệnh nhân sẽ có cảm giác đau, tê, thậm chí nếu tổn thương lâu và nặng nề có thể mất cảm giác và liệt vận động.

Để tiếp cận với bệnh nhân có mất vững cột sống cổ nguyên nhân do bệnh lý hoặc chấn thương thì phương pháp can thiệp có đặt dụng cụ cố định cần được thực hiện, có thể sử dụng phương pháp cố định bằng ốc chân cung, ốc khối bên, ốc bản sống và ốc liên khối bên,... Trong số đó, thì ốc chân cung cột sống cổ cung cấp độ vững chắc cột sống theo cơ chế cơ sinh học tốt nhất, chỉ với cấu hình ngắn nhất vẫn có thể bảo tồn được tầm vận động của các tầng khác, bệnh nhân có thể vận động và tập vật lý trị liệu sớm; và cho thấy kết quả lâm sàng sau phẫu thuật tốt hơn so với những phương pháp khác [1]. Tuy nhiên giải phẫu chân cung cột sống cổ thường nhỏ (từ 3-5mm), góc hội tụ lớn nên nguy cơ cao trong việc gây ra tổn thương động mạch đốt sống và rễ cổ - tủy cổ đã làm giới hạn sự phổ biến của phương pháp đặt ốc chân cung cột sống cổ [2].

Hiện tại trong nước có rất ít nghiên cứu về phương pháp điều trị mất vững cột sống cổ thấp bằng phương pháp cố định ốc chân cung lõi sau mặc dù nó đã được chứng minh tính hiệu quả [3], [4]; chính vì thế nghiên cứu “Đánh giá kết quả điều trị mất vững cột sống cổ thấp bằng phương pháp cố định ốc chân cung lõi sau” được thực hiện với mục tiêu: 1) Mô tả đặc điểm lâm sàng, cận lâm sàng ở bệnh nhân mất vững cột sống cổ thấp; 2) Đánh giá kết quả phẫu thuật điều trị mất vững cột sống cổ thấp bằng phương pháp cố định ốc chân cung lõi sau.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Tất cả bệnh nhân mất vững cột sống cổ thấp do bệnh lý và chấn thương được phẫu thuật điều trị bằng phương pháp ốc chân cung lõi sau tại Trung tâm Chấn thương chỉnh hình – Bệnh viện Đa khoa Trung Ương Cần Thơ trong thời gian năm 2021-2022.

- **Tiêu chuẩn chọn mẫu:** Bao gồm tất cả những bệnh nhân có chỉ định phẫu thuật mất vững cột sống cổ dựa trên hình ảnh x quang cúi ngửa theo tiêu chuẩn của Panjabi [5] và mất vững cột sống cổ do chấn thương theo tiêu chuẩn của Denis [6], cộng hưởng từ và cắt lớp điện toán được chụp trong mỗi trường hợp và điều trị bằng phương pháp cố định dụng cụ với ốc chân cung đường sau do bệnh lý hoặc sau chấn thương.

- **Tiêu chuẩn loại trừ:** Những người bệnh có bệnh lý viêm thân sống đĩa đệm, u cột sống cổ, viêm thấp khớp, đường gãy xuyên qua chân cung và những trường hợp chân cung < 3,5 mm đều bị loại trừ [7].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- **Thiết kế nghiên cứu:** Mô tả cắt ngang.

- **Cỡ mẫu và phương pháp chọn mẫu:**

$$n = Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 \frac{p \times (1-p)}{d^2} = 31,64$$

Trong đó: $Z_{(1-\alpha/2)} = 1,96$: Là trị số của phân phối chuẩn tương ứng với độ tin cậy áp dụng cho nghiên cứu này là 95%.

$d=0,065$: Sai số chấp nhận.

$p = 0,96$: Tỷ lệ thành công trong phương pháp điều trị, chọn $p = 0.96$ là kết quả đặt ốc chính xác của tác giả người Nhật Yukawa [8]

Cỡ mẫu tính được là $n = 31,64$ bệnh nhân. Trên thực tế nghiên cứu chúng tôi ghi nhận được **43 bệnh nhân** bằng phương pháp chọn mẫu thuận tiện.

- **Nội dung nghiên cứu:**

Biến số thông tin chung của đối tượng nghiên cứu: Tuổi, giới, nghề nghiệp

Đặc điểm lâm sàng và phẫu thuật: Vị trí tầng mắc bệnh, thời gian phẫu thuật, lượng máu mất, số tầng được giải áp, mức độ đau theo thang điểm VAS.

Kết quả cận lâm sàng sau mổ: Góc Cobb C2-7, phân độ chính xác của ốc chân cung theo Dae Jean Jo trên lát cắt ngang CT Scan.

- **Phương pháp xử lý và phân tích số liệu:** Dữ liệu được phân tích dựa vào phần mềm SPSS 20.0, mức độ phân tích ý nghĩa thống kê được đặt ở giá trị $p < 0,05$.

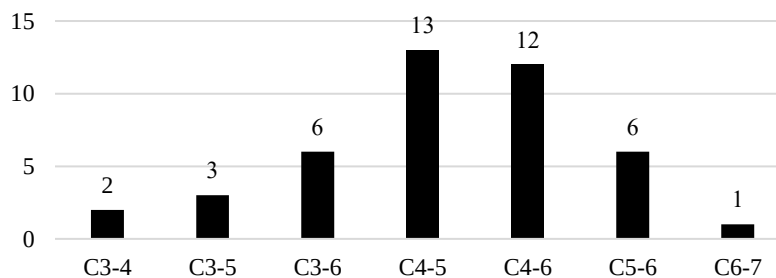
III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Đặc điểm chung nhóm nghiên cứu

Độ tuổi thường gặp nhất của nhóm nghiên cứu là 51-60 tuổi, trong đó độ tuổi trung bình là $52,81 \pm 13,92$; tuổi nhỏ nhất là 20 và tuổi lớn nhất là 74. Trong nghiên cứu của chúng tôi có 41/43 (95%) bệnh nhân là nam. Nhóm bệnh nhân là nông dân chiếm 24/43 (55,81%) các trường hợp mất vững cột sống cần được can thiệp phẫu thuật.

Vị trí các tầng bị tổn thương thường gặp nhất ở tầng cột sống cổ C4-5-6 chiếm 25/43 (58,15%) trường hợp.

Bệnh nhân trước mổ đau nhiều, với mức độ đau có giá trị trung bình $7,84 \pm 1,11$ (trong khoảng 5-9). Góc Cobb của C2-7 trước phẫu thuật ở nhóm mất vững cột sống do bệnh lý trước mổ có giá trị trung bình là $9,40 \pm 1,95$. Và giá trị nhỏ nhất là 5^0 , giá trị lớn nhất là 11^0 .



Biểu đồ 1. Phân bố vị trí tầng cột sống bị tổn thương.

3.2. Kết quả phẫu thuật

Tất cả 43 bệnh nhân được phẫu thuật có thời gian mổ trung bình là $211,86 \pm 50,39$ phút. Lượng máu mất trung bình ghi nhận được là $235,81 \pm 115,68$ ml. Trong đó số lượng tăng cột sống cổ được giải áp trung bình là $2,63 \pm 0,75$. Chỉ số góc Cobb C2-7 nhằm đánh giá sự ổn định của dụng cụ sau phẫu thuật 1 tuần, 1 tháng và tháng thứ 3 sau mổ lần lượt là $17,050 \pm 1,250$, $16,070 \pm 0,790$ và $15,910 \pm 0,750$.

Dựa vào phân độ của Dae Jean Jo trên lát cắt ngang CT Scan ghi nhận có 92,2% trường hợp ốc đặt đúng vị trí. Và số trường hợp ốc đặt không đúng vị trí là 7,8%.

Bảng 1. Phân loại độ chính xác của ốc chân cung cột sống cổ theo Dae Jean Jo

		CHÍNH XÁC		KHÔNG CHÍNH XÁC		Tổng	
		Độ 0	Độ 1	Độ 2	Độ 3		
C3	T	18	2	2	1	23	47
	P	15	5	3	1	24	
C4	T	26	2	4		32	65
	P	24	3	5	1	33	
C5	T	31	5	2	1	39	77
	P	31	4	3		38	
C6	T	33	2			35	71
	P	26	9	1		36	
C7	T	22	2			24	48
	P	22	2			24	
Tổng		248 (80,51%)	36 (11,68%)	20 (6,49%)	4 (1,22%)	308 (100%)	
		284 (92,2%)		24 (7,8%)			

Nhận xét: Trong 60 ốc chân cung được ghi nhận làm thùng chân cung từ độ 1, độ 2 và độ 3 chúng tôi ghi nhận hướng gây thùng chân cung theo bảng 1.

Bảng 2. Bảng phân loại hướng ốc bị thùng

Hướng ốc bị thùng	Số lượng
Vào trong	16/60 (26,67%)
Ra ngoài	44/60 (73,33%)
Hướng lên đầu	0 (0%)
Hướng xuống chân	0 (0%)

Nhận xét: Vị trí hướng ốc làm thùng chân cung phía ngoài chiếm 44/60 trường hợp (73,33%), vị trí ốc hướng vào và làm thùng chân cung phía trong là 16/60 trường hợp (26,60%). Tất cả các vị trí ốc làm thùng chân cung hướng lên đầu và hướng xuống chân đều là 0/60 trường hợp (0%).

IV. BÀN LUẬN

4.1. Đặc điểm chung của nhóm nghiên cứu

Nhóm nghiên cứu có độ tuổi trung bình là $52,81 \pm 13,92$; tuổi nhỏ nhất là 20 và tuổi lớn nhất là 74. Bởi vì lứa tuổi 51-60 là lứa tuổi lao động và cũng thuộc giai đoạn đỉnh cao của sự lão hoá và thoái hoá cơ xương khớp, trong khi đó nghiên cứu của chúng tôi dựa trên sự mất vững cột sống do chấn thương và bệnh lý nên phần lớn cỡ mẫu nằm trong độ tuổi trên. Chúng tôi ghi nhận trong nhóm nghiên cứu có 41/43 (95%) trường hợp bệnh nhân là nam và nữ có 2/43 (5%). Có 56% bệnh nhân là nông dân, trong khi số còn lại có nhiều

ngành nghề khác. Bệnh nhân đa số sinh sống các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long chuyển đến bệnh viện chúng tôi hầu hết trong tình trạng bệnh nặng, cho thấy sự phát triển của y tế trong khu vực chưa được đồng đều.

4.2. Kết quả phẫu thuật

Đa số các ca mổ của chúng tôi cần nhiều thời gian, ngắn nhất cần 120 phút, kéo dài nhất 370 phút. Những cuộc mổ trung bình thường cần 211,86 phút để hoàn thành. Đa số các trường hợp cần phải nắn trật, giải áp và cố định dụng cụ để có thể đạt được hiệu quả điều trị cao nhất cho người bệnh. Việc đặt ốc chân cung cố chính xác sẽ đem lại hiệu quả cố định vững chắc cho cột sống cổ, cho nên việc bộc lộ phẫu trường cần được thực hiện tốt, thao tác phải cẩn thận và chính xác, việc làm lệch hướng ốc có thể ảnh hưởng đến tính mạng của người bệnh nên rất nguy hiểm.

Lượng máu mất trung bình là 235,81 (70 ml-500ml). Trong 43 trường hợp cần phải phẫu thuật, chúng tôi ghi nhận được 4/43 (9,3%) trường hợp cần phải truyền máu trong mổ, vì đây là những trường hợp gây trật cổ nặng, cần phải có thời gian phẫu thuật nắn chỉnh kéo dài, cần thận trọng trong từng thao tác tránh tạo ra những biến chứng chảy máu.

Việc phẫu thuật nắn chỉnh và giải áp là một bước cần phải thực hiện sau khi đã đặt ốc chân cung cột sống cổ. Chúng tôi ghi nhận số tầng trung bình cần được giải áp chung là $2,63 \pm 0,75$ tầng. Các trường hợp giải áp ít nhất được ghi nhận là 1 tầng, còn số tầng được giải áp nhiều nhất là 4 tầng. Trong đó, vị trí tầng cột sống cổ cần được giải áp gặp nhiều nhất ở mức C4-5-6 chiếm đến 58% các trường hợp.

Qua thực hiện phẫu thuật cho 43 bệnh nhân mất vững cột sống cổ thấp với 308 ốc chân cung cổ được đặt và đánh giá phim CT Scan cột sống cổ có cản quang sau mổ chúng tôi ghi nhận có 248/308 (80,51%) ốc chân cung đi đúng hướng được phân theo độ 0, và có 36/308 vít có tổn thương vỏ chân cung < 25% đường kính ốc được phân theo độ 1, có 20/308 (6,49%) ốc chân cung làm tổn thương vỏ xương từ 25 đến <50% đường kính ốc được phân theo độ 2 và cuối cùng có 4/308 (1,22%) ốc làm tổn thương vỏ chân cung >50 % đường kính ốc được phân theo độ 3.

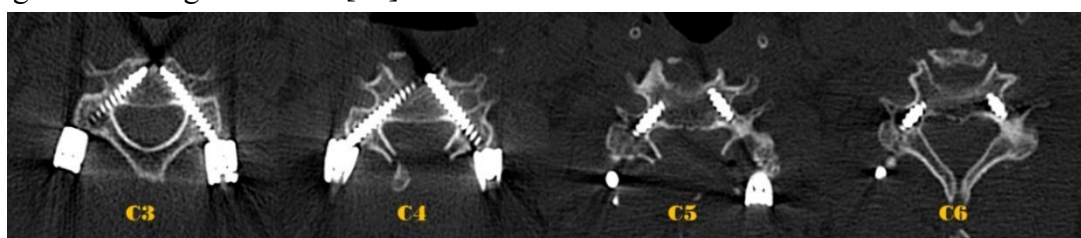
Tổng quan chung chúng tôi ghi nhận kết quả ốc chân cung cột sống cổ được đặt chính xác là 284/308 (92,2%) và số ốc chân cung còn lại là 24/308 (7,8%) ốc chân cung được đặt chưa chính xác vào chân cung cột sống cổ.

Tác giả Hang Shi [9] thực hiện đặt ốc chân cung cột sống cổ với việc sử dụng một thước đo góc đặt biệt do tác giả thiết kế đặt vào khối bên cột sống cổ như là 1 tài liệu tham khảo chính yếu. Qua 36 bệnh nhân bệnh lý tuỷ cổ và 177 ốc chân cung được đặt; qua phân tích tác giả ghi nhận 119/177 (67,2%) ốc chân cung được phân độ 0, có 43/177 (24,3%) ốc độ 1, có 12/177 (6,8%) ốc độ 2 và 3/177 (1,7%) ốc được phân ở độ 3. Với tỉ lệ ốc đặt đúng vị trí là 91,5% và đặt chưa đúng vị trí là 8,5%. Trong đó ghi nhận thêm, tác giả thấy có 11/15 ốc làm thủng bờ ngoài chân cung, 3/15 ốc làm thủng bờ trên và 1/15 ốc làm thủng bờ dưới chân cung.

Tác giả Qiang Wang [10] dùng dụng cụ tự chế để tiến hành đặt ốc chân cung cổ thấp cho 10 xác tươi được chia làm 2 nhóm: nhóm thực hiện kỹ thuật free-hand và nhóm có dùng dụng cụ định hướng góc hội tụ của ốc chân cung. Tác giả ghi nhận, ở nhóm thực hiện kỹ thuật free-hand có 16/50 (32%) trường hợp thủng chân cung cột sống cổ; trong đó có 2/50 (4%) trường hợp bị tổn thương động mạch đốt sống cổ, 4/50 (8%) trường hợp tổn thương rễ thần kinh và 2/50 (4%) trường hợp tổn thương tuỷ cổ. Còn ở nhóm được thực hiện đặt ốc chân cung dưới sự hướng dẫn của dụng cụ định vị góc có 2/50 (4%) trường hợp thủng chân

cung, trong đó lần lượt có 1/50 (2%) tổn thương động mạch đốt sống cổ và 1/50 (2%) trường hợp tổn thương rễ thần kinh.

Trong nghiên cứu của mình, chúng tôi đã sử dụng hình ảnh CT Scan trước mổ để tái tạo lại cột sống cổ theo 3 chiều, qua đó khảo sát được hình ảnh cột sống cổ trước khi phẫu thuật. Chúng tôi có thể ghi nhận lại điểm vào của ốc chân cung cột sống cổ lý tưởng nhất nhằm đạt được góc ngã trong an toàn, ghi nhận gần như chính xác nhất độ dài của ốc chân cung cổ trước phẫu thuật nhằm hạn chế những biến chứng không mong muốn có thể xảy ra. Việc áp dụng thước đo góc được thiết kế riêng bởi chúng tôi cũng đã làm gia tăng sự chính xác của vị trí ốc. Chi tiết những vị trí ốc đặt sai vị trí được phân độ 1, độ 2 và độ 3 theo tác giả Dae Jean Jo chúng tôi ghi nhận có 44/60 (73,3%) các trường hợp ốc làm thủng chân cung ở phía ngoài, và có 16/60 (26,6%) các trường hợp thủng chân cung còn lại làm tổn hại bờ trong chân cung. Chúng tôi đã sử dụng hệ thống màn huỳnh quang ở tư thế chếch 45 độ trong lúc mổ, ở tư thế này chúng tôi có thể nhìn rõ ràng hướng của chân cung theo chiều dài tối đa của nó, quan sát rất rõ lỗ liên hợp phía trên và phía dưới chân cung, điều quan trọng hơn nữa qua góc nhìn này chúng tôi có thể quan sát được điểm vào lý tưởng của ốc chân cung cổ theo tác giả Yukawa [13].



Hình 1. Hình sau mổ ốc chân cung từ C3 đến C6 của bệnh nhân Võ Thị T. chẩn đoán gãy thân đốt sống cổ C5 và C6.

Trong nghiên cứu của chúng tôi có tỉ lệ đặt ốc đạt vị trí chính xác cao, giống như những nghiên cứu khác. Kết quả khả quan hơn khi chúng tôi không ghi nhận trường hợp nào bệnh nhân có tổn thương tủy, rễ thần kinh hoặc các dấu chứng tổn thương mạch máu liên quan đến những con ốc chân cung đặt ở những vị trí chưa chính xác.

V. KẾT LUẬN

Điều trị mất vững cột sống cổ thấp bằng phương pháp cố định với ốc chân cung cổ lõi sau là một phương pháp điều trị có hiệu quả tốt. Kết quả phục hồi chức năng thần kinh tốt và cố định dụng cụ vững chắc giúp cột sống cổ duy trì được tư thế cổ sinh lý giảm các di chứng sau mổ. Với tỉ lệ biến chứng sau mổ thấp và không có biến chứng liên quan đến thần kinh, mạch máu lớn cho thấy đây là một lựa chọn hiệu quả trong việc xử trí những trường hợp mất vững cột sống cổ do chấn thương hoặc bệnh lý gây ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Jung YG, Jung SK, Lee BJ, et al. The Subaxial Cervical Pedicle Screw for Cervical Spine Diseases: The Review of Technical Developments and Complication Avoidance. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2020. 60(5), 231-243, doi:10.2176/nmc.ra.2019-0189.
2. Park JH, Jeon SR, Roh SW, Kim JH, Rhim SC. The safety and accuracy of freehand pedicle screw placement in the subaxial cervical spine: a series of 45 consecutive patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014. 39(4), 280-285, doi:10.1097/BRS.0000000000000133.
3. Hojo Y, Ito M, Suda K, Oda I, Yoshimoto H, Abumi K. A multicenter study on accuracy and complications of freehand placement of cervical pedicle screws under lateral fluoroscopy in

- different pathological conditions: CT-based evaluation of more than 1,000 screws. *Eur Spine J.* 2014. 23(10), 2166-2174, doi:10.1007/s00586-014-3470-0.
4. Sugimoto Y, Hayashi T, Tokioka T. Minimally invasive cervical pedicle screw fixation via the posterolateral approach for metastatic cervical spinal tumors. *Spine Surg Relat Res.* 2017.1(4),218-221, doi:10.22603/ssrr.1.2016-0025.
 5. Panjabi MM, White AA 3rd. Basic biomechanics of the spine. *Neurosurgery.* 1980.7(1),76-93, doi:10.1227/00006123-198007000-00014.
 6. Denis F. Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. *Clin Orthop Relat Res.* 1984.(189), 65-76.
 7. Kwon J-W, Arreza EO, Suguitan AA, Lee S-B, Sung S. et al. Medial Pedicle Pivot Point Using Preoperative Computed Tomography Morphometric Measurements for Cervical Pedicle Screw Insertion: A Novel Technique and Case Series. *Journal of Clinical Medicine.* 2022. 11(2),396, <https://doi.org/10.3390/jcm11020396>.
 8. Yukawa Y, Kato F, Ito K, et al. Placement and complications of cervical pedicle screws in 144 cervical trauma patients using pedicle axis view techniques by fluoroscope. *Eur Spine J.* 2009.18(9),1293-1299, doi:10.1007/s00586-009-1032-7.
 9. Shi H, Zhu L, Ma J, Zhu YC, Wu XT. The accuracy of a novel pedicle screw insertion technique assisted by a special angular scale in the subaxial cervical spine using lateral mass as a reference marker. *J Orthop Surg Res.* 2020.15(1),551, doi:10.1186/s13018-020-02054-1.
 10. Wang Q, Xing R, Zeng Y. Design and application of subaxial cervical pedicle screw placement guide device. *Exp Ther Med.* 2019.17(6),4357-4362, doi:10.3892/etm.2019.7479.
-