

**ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ PHẪU THUẬT ÍT XÂM LẤN CHẤN THƯƠNG
CỘT SỐNG NGỰC - THẮT LƯNG MẮT VỮNG BẰNG NẸP VÍT QUA DA
TẠI BỆNH VIỆN QUÂN Y 103**

Hoàng Thanh Tùng¹, Nguyễn Mạnh Hùng^{1}*

Bùi Tuấn Anh¹, Hoàng Tiến Mạnh¹

Tóm tắt

Mục tiêu: Đánh giá kết quả phẫu thuật cố định bằng nẹp vít qua da trong điều trị gãy cột sống ngực - thắt lưng mất vững. **Phương pháp nghiên cứu:** Nghiên cứu hồi cứu và tiến cứu, mô tả, không đối chứng thực hiện trên 35 bệnh nhân (BN) gãy cột sống ngực - thắt lưng mất vững được phẫu thuật bằng nẹp vít qua da tại Bệnh viện Quân y 103 từ tháng 7/2021 - 5/2024. **Kết quả:** Tuổi trung bình là $45,06 \pm 11,39$, nam giới chiếm 77,1%. Tai nạn lao động là nguyên nhân chủ yếu (62,9%), vị trí tổn thương thường gặp nhất là L1 (48,6%). Thời gian mổ trung bình là $86,26 \pm 13,78$ phút, lượng máu mất ước tính là 112,6mL. Hemoglobin giảm trung bình 3,8 g/L, không BN nào cần truyền máu. Điểm đau VAS giảm từ 7,49 xuống 1,83 sau mổ. Góc gù giảm từ $15,8^\circ$ xuống $5,68^\circ$ ($p < 0,05$) và duy trì ổn định. Không ghi nhận biến chứng nhiễm trùng, tổn thương thần kinh hay thất bại dụng cụ trong theo dõi xa. **Kết luận:** Phẫu thuật cố định cột sống bằng nẹp vít qua da là phương pháp hiệu quả, an toàn, ít xâm lấn, giúp giảm đau, hạn chế mất máu và phục hồi hình thái cột sống tốt trong điều trị gãy cột sống ngực - thắt lưng mất vững.

Từ khóa: Chấn thương cột sống; Cố định cột sống; Nẹp vít qua da; Phẫu thuật xâm lấn tối thiểu.

¹Khoa Chấn thương chỉnh hình Cột sống, Bộ môn Chấn thương chỉnh hình, Bệnh viện Quân y 103, Học viện Quân y

*Tác giả liên hệ: Nguyễn Mạnh Hùng (bsnguyenmanhhung1210@gmail.com)

Ngày nhận bài: 16/8/2025

Ngày được chấp nhận đăng: 27/10/2025

<http://doi.org/10.56535/jmpm.v50si4.1568>

**ASSESSMENT OF OUTCOMES OF MINIMALLY INVASIVE SURGERY
FOR UNSTABLE THORACOLUMBAR SPINE FRACTURES USING
PERCUTANEOUS PEDICLE SCREW FIXATION
AT MILITARY HOSPITAL 103**

Abstract

Objectives: To evaluate the surgical outcomes of percutaneous pedicle screw fixation for treating unstable thoracolumbar spine fractures. **Methods:** A retrospective and prospective, descriptive study was conducted on 35 patients with unstable thoracolumbar spine fractures who underwent percutaneous pedicle screw fixation at Military Hospital 103 from July 2021 to May 2024. **Results:** The mean patient age was 45.06 ± 11.39 years, with 77.1% males. Occupational accidents were the main cause (62.9%), and L1 was the most frequently affected vertebra (48.6%). The mean operative time was 86.26 ± 13.78 minutes, with an estimated blood loss of 112.6 mL and a hemoglobin drop of 3.8 g/L, and no patient required blood transfusion. Pain scores (VAS) decreased from 7.49 preoperatively to 1.83 postoperatively. The kyphotic angle decreased from 15.8° to 5.68° ($p < 0.05$) and remained stable. No complications, including infection, neurological injury, or implant failure, were observed during long-term follow-up. **Conclusion:** Percutaneous pedicle screw fixation is a safe, minimally invasive, and effective technique that reduces pain and blood loss while restoring spinal alignment in the treatment of unstable thoracolumbar spine fractures.

Keywords: Spine trauma; Spinal fixation; Percutaneous pedicle screw; Minimally invasive surgery.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Chấn thương cột sống (CTCS) là cấp cứu thường gặp trong thực hành lâm sàng, chủ yếu do tai nạn giao thông hoặc ngã từ độ cao [1]. Trong đó, vùng ngực - thắt lưng là đoạn chuyển tiếp giữa cột sống ngực cố định và cột sống thắt lưng di động, nên dễ bị tổn thương nhất khi chịu lực tác động mạnh [2]. Những

trường hợp gãy cột sống ngực - thắt lưng mất vững thường cần can thiệp phẫu thuật nhằm phục hồi hình thái giải phẫu và chức năng nâng đỡ của cột sống, đồng thời phòng ngừa biến chứng thần kinh thứ phát.

Trong điều trị phẫu thuật gãy cột sống mất vững, nhiều phương pháp đã được áp dụng, bao gồm cố định cột sống

(CĐCS) bằng nẹp vít mô mỡ, cố định ngoài, hoặc kết hợp các kỹ thuật nắn chỉnh gián tiếp dưới màn tăng sáng C-arm. Trong đó, phương pháp CĐCS bằng nẹp vít mô mỡ là kỹ thuật cổ điển, cho phép nắn chỉnh và ổn định tốt, tuy nhiên đi kèm với nhược điểm là xâm lấn rộng, mất máu nhiều, nguy cơ nhiễm trùng cao và kéo dài thời gian nằm viện.

Gần đây, phương pháp CĐCS bằng nẹp vít qua da được phát triển như giải pháp ít xâm lấn, giúp duy trì khả năng nắn chỉnh và CĐCS tương tự như mô mỡ, đồng thời giảm thiểu mất máu, tổn thương phần mềm, nguy cơ nhiễm khuẩn và rút ngắn thời gian hồi phục sau mổ. Các chỉ định của kỹ thuật này bao gồm gãy thân đốt sống mất vững, trật đốt sống hoặc chấn thương kèm nguy cơ tổn thương thần kinh. Nhiều nghiên cứu cho thấy phương pháp này cho phép BN phục hồi chức năng sớm, cải thiện đáng kể mức độ đau, đồng thời đảm bảo sự ổn định lâu dài của cột sống sau chấn thương [3].

Tại Bệnh viện Quân y 103, phương pháp CĐCS bằng nẹp vít qua da đã được triển khai từ năm 2019. Tuy nhiên, hiện nay chưa có nghiên cứu hệ thống nào đánh giá kết quả điều trị bằng kỹ thuật này tại đơn vị. Xuất phát từ thực tiễn đó, chúng tôi tiến hành nghiên cứu

này nhằm: *Đánh giá hiệu quả của phương pháp phẫu thuật CĐCS ngực - thắt lưng mất vững bằng nẹp vít qua da.*

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

Gồm 35 BN có CTCS ngực - thắt lưng mất vững, được điều trị bằng phẫu thuật nẹp vít qua da tại Bệnh viện Quân y 103 từ tháng 7/2021 - 5/2024.

* *Tiêu chuẩn lựa chọn*: BN có CTCS ngực - thắt lưng mất vững được xác định qua hình ảnh chụp X-quang, cắt lớp vi tính.

* *Tiêu chuẩn loại trừ*: Trường hợp CTCS có tổn thương thần kinh, gãy xương do bệnh lý, loãng xương T-score $\leq -2,5$ hoặc không đồng ý tham gia nghiên cứu.

2. Phương pháp nghiên cứu

* *Thiết kế nghiên cứu*: Nghiên cứu hồi cứu kết hợp tiền cứu, mô tả không đối chứng.

* *Cỡ mẫu và chọn mẫu*: Thỏa mãn tiêu chuẩn lựa chọn.

* *Chỉ tiêu nghiên cứu*:

Đặc điểm chung: Tuổi, giới tính, nguyên nhân CTCS, đốt sống tổn thương.

Đặc điểm cận lâm sàng: Số lượng hồng cầu, hemoglobin, đặc điểm hình ảnh

học trước và sau phẫu thuật (góc gù vùng tổn thương, góc gù thân đốt sống tổn thương, độ giảm chiều cao bờ trước thân đốt sống).

Đặc điểm lâm sàng: Thời gian phẫu thuật, số lượng vít, mức độ đau theo thang điểm VAS.

* *Xử lý số liệu*: Số liệu được ghi nhận vào mẫu bệnh án nghiên cứu cho từng BN và xử lý bằng phần mềm SPSS 22.0.

3. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu được thông qua Hội đồng xét duyệt của Học viện Quân y theo Quyết định số 2817/QĐ-HVQY ngày 17/7/2023. Các BN tham gia nghiên cứu đều tự nguyện và có sự đồng thuận bằng văn bản. Số liệu nghiên cứu được Bệnh viện Quân y 103 cho phép sử dụng và công bố. Nhóm tác giả cam kết không có xung đột lợi ích trong nghiên cứu.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Đặc điểm đối tượng nghiên cứu

Bảng 1. Phân bố đặc điểm chung BN.

Đặc điểm	Giá trị
Tuổi	45,06 ± 11,39
Giới tính (nam/nữ)	27/8
Nguyên nhân chấn thương (%)	
Tai nạn lao động	62,9
Tai nạn giao thông	22,9
Khác	14,2
Đốt sống tổn thương (%)	
L1	48,6
L2	22,9
D12	20
Khác	8,5

Độ tuổi trung bình là 45,06, tỷ lệ nam/nữ là 3,38/1. Nguyên nhân chấn thương hay gặp nhất là tai nạn lao động (62,9%); tiếp theo là tai nạn giao thông (22,9%),

5 BN (14,2%) do các nguyên nhân khác như trượt cầu thang, vật nặng đè vào... Vị trí tổn thương hay gặp nhất ở đốt L1 (48,6%), sau đó lần lượt là L2 và D12 với tỷ lệ 22,9% và 20%.

2. Đặc điểm phẫu thuật

Bảng 2. Đặc điểm phẫu thuật.

Đặc điểm	Giá trị
Thời gian phẫu thuật (phút)	$86,26 \pm 13,78$
Số lượng vít được bắt (vít)	244

Thời gian phẫu thuật trung bình là 86,26 phút, ít nhất là 60 phút và nhiều nhất là 120 phút. Với 35 BN chấn thương cột sống, nhóm nghiên cứu đã thực hiện bắt 244 vít.

Bảng 3. Đặc điểm số lượng hồng cầu và hemoglobin trước và sau mổ.

Đặc điểm	Trước mổ	Sau mổ	Thay đổi trước và sau mổ	p
	$\bar{X} \pm SD$ [min; max]	$\bar{X} \pm SD$ [min; max]	$\bar{X} \pm SD$ [min; max]	
Số lượng hồng cầu (T/L)	$4,584 \pm 0,125$ [3,655; 5,132]	$4,413 \pm 0,155$ [3,421; 5,024]	$0,168 \pm 0,023$ [-0,024; 0,346]	0,062
Hemoglobin (g/L)	$134,9 \pm 12,4$ [109; 164]	$131,0 \pm 11,7$ [105; 161]	$3,8 \pm 9,7$ [-13; 21]	0,056

Số lượng hồng cầu trung bình trước mổ là $4,584 \pm 0,125$ T/L, sau mổ giảm trung bình $0,168 \pm 0,023$ T/L, sự thay đổi không có ý nghĩa thống kê ($p = 0,062$).

Sự thay đổi hemoglobin trước và sau mổ trung bình là 3,8 g/L, thay đổi không có ý nghĩa thống kê ($p = 0,056$). Sau mổ, giá trị hemoglobin trung bình là $131,0 \pm 11,7$ g/L, không có BN nào cần truyền máu.

3. Mức độ cải thiện triệu chứng sau mổ

Bảng 4. Mức cải thiện trên lâm sàng và cận lâm sàng trước và sau mổ.

Đặc điểm	Trước mổ	Sau mổ	p
Mức độ đau (VAS)	7,49 ± 0,65	1,83 ± 0,62	< 0,05
Góc gù vùng tổn thương (độ)	15,83 ± 7,57 (1,29 - 33,67)	5,68 ± 3,66 (0,44 - 15,03)	< 0,05
Góc gù thân đốt sống tổn thương (độ)	16,03 ± 4,9 (6,34 - 29,91)	6,74 ± 4,00 (0,04 - 18,46)	< 0,05
Độ giảm chiều cao bờ trước thân đốt sống (%)	32,64 ± 13,96 (0,49 - 63,09)	10,67 ± 8,6 (0,07 - 30,14)	< 0,05

Các BN có mức độ giảm đau nhanh sau phẫu thuật, được đánh giá qua thang điểm VAS, từ trung bình 7,49 trước mổ xuống còn 1,83 sau mổ. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về mức độ nắn chỉnh, mức độ cải thiện góc gù vùng và góc gù thân đốt sống và độ giảm chiều cao thân đốt sống với $p < 0,05$.

4. Theo dõi sau phẫu thuật

Kết quả gần được đánh giá sau 3 tháng phẫu thuật. Kết quả xa được đánh giá tối thiểu 12 tháng sau mổ. Có 24/35 BN được theo dõi xa với thời gian tái khám trung bình là 21,9 tháng (12 - 33 tháng).

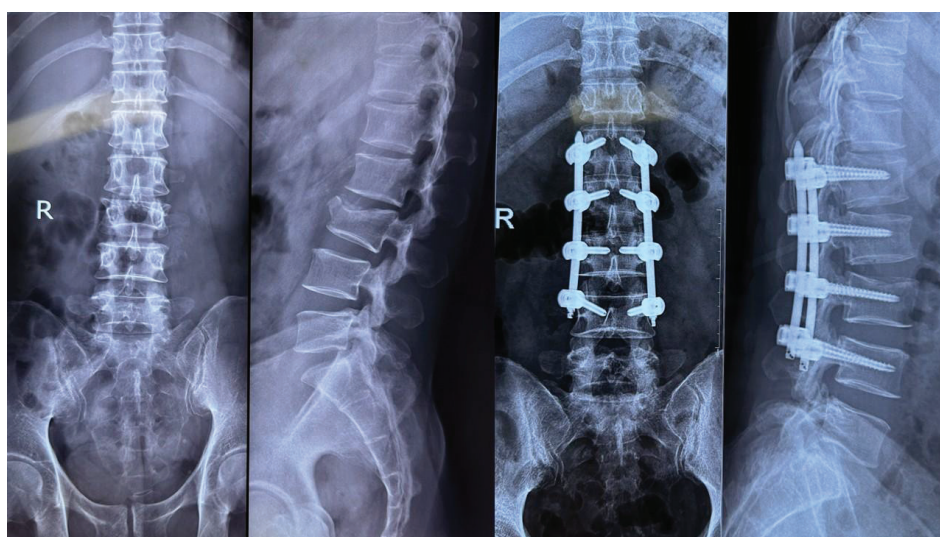
Bảng 5. Kết quả gần và kết quả xa sau phẫu thuật.

Đặc điểm	Sau mổ (n = 35)	Kết quả gần (n = 35)	Kết quả xa (n = 24)
Mức độ đau (VAS)	1,83 ± 0,62	1,34 ± 0,83	0,91 ± 0,72
Góc gù vùng tổn thương (độ)	5,68 ± 3,66	6,56 ± 3,94	6,58 ± 3,84
Góc gù thân đốt sống tổn thương (độ)	6,74 ± 4,00	7,07 ± 3,15	7,25 ± 3,59
Độ giảm chiều cao bờ trước thân đốt sống (%)	10,67 ± 8,6	12,56 ± 10,83	11,77 ± 11,31

Sau phẫu thuật, điểm VAS giảm từ $1,83 \pm 0,62$ xuống còn $0,91 \pm 0,72$ sau 12 tháng, phản ánh hiệu quả giảm đau duy trì lâu dài. Góc gù thân đốt sống tổn thương cải thiện rõ rệt từ $16,03 \pm 4,9^\circ$ trước mổ xuống $6,74 \pm 4,00^\circ$ sau mổ và duy trì ổn định trong theo dõi ($7,25 \pm 3,59^\circ$ sau 12 tháng), sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Góc gù vùng tổn thương tăng nhẹ từ $5,68 \pm 3,66^\circ$ sau mổ lên $6,56 \pm 3,94^\circ$ sau 3 tháng (mức tăng trung bình $0,91^\circ$, $p < 0,05$), tuy nhiên không ghi nhận trường hợp gù tiến triển. Tỷ lệ giảm chiều cao

bờ trước thân đốt sống thay đổi nhẹ, không có sự khác biệt có ý nghĩa.

Theo dõi sau thời gian tái khám, BN có mức độ phục hồi lao động tốt, với điểm ODI chủ yếu ở mức 1 và mức 2, không có BN nào mức ≥ 3 . Về tình trạng phương tiện kết xương, với 244 vít được cố định, không thấy trường hợp nào không đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn Lonstein [4]. Theo dõi trong thời gian tái khám, không có trường hợp nào có tình trạng thất bại dụng cụ như gãy vít, gãy nẹp hoặc mất góc gù thân đốt trên 10° .



Hình 1. Hình minh họa một BN trước và sau phẫu thuật.

BÀN LUẬN

Trong nghiên cứu của chúng tôi, tỷ lệ nam/nữ là 3,4/1 với tuổi trung bình là $45,06 \pm 11,39$, phần lớn thuộc độ tuổi lao động. Nguyên nhân chấn thương chủ yếu là tai nạn lao động (62,9%) tương đồng

với nhiều nghiên cứu của các tác giả khác [5 - 7]. Theo chúng tôi, kết quả này phù hợp với đặc thù của công việc và môi trường thường đòi hỏi nhân lực lao động chính là nam, phù hợp với công việc nặng, có tính nguy hiểm cao nên

thường đối diện với nguy cơ tai nạn lao động xảy ra. Bên cạnh đó, nguyên nhân tai nạn lao động chiếm đa số còn phản ánh đúng thực trạng trình độ nhân lực, trình độ phát triển và môi trường lao động của nước ta có trình độ thấp hoặc phổ thông thiếu kỹ năng nghề nghiệp, thiếu hiểu biết hoặc không được chú trọng đào tạo về các biện pháp bảo đảm an toàn lao động là chủ yếu.

Vị trí tổn thương thường gặp nhất ở bản lề ngực - thắt lưng (D12 - L2), đặc biệt là đốt L1. Xét trên phương diện cơ sinh học chấn thương, đoạn cột sống bản lề được coi như thẳng do góc gù vùng sinh lý dao động từ 0° - 10° , nên khi chịu lực tác động theo cơ chế nén ép dồn trực dọc thì tỷ lệ xảy ra tổn thương tại đây chiếm chủ yếu, đoạn cột sống thắt lưng hấp thụ lực theo kiểu lò xo nên ít tổn thương hơn.

Quá trình phẫu thuật, lượng máu mất ít, khó đánh giá bằng phương pháp đo đếm trực tiếp, vì vậy, chúng tôi áp dụng công thức ước tính lượng mất máu dựa trên sự thay đổi hemoglobin trước và sau mổ của Good và CS [8]:

$$\text{Hb}_{\text{loss}} = \text{BV} \times (\text{Hb}_i - \text{Hb}_e) \times 0,001 + \text{Hb}_t$$

$$\text{V}_{\text{loss}} = 1000 \times \text{Hb}_{\text{loss}} / \text{Hb}_i$$

Với BV là thể tích máu trung bình ở người trưởng thành, Hb_i và Hb_e là giá trị hemoglobin trước và sau mổ, Hb_t là lượng hemoglobin được truyền máu cho bệnh nhân.

Sự thay đổi hemoglobin trung bình trước và sau mổ là $3,8 \text{ g/L}$, với giá trị sau mổ đạt $131,0 \pm 11,7 \text{ g/L}$. Không có BN nào biểu hiện thiếu máu hay cần truyền máu. Theo công thức của Good, lượng máu mất ước tính khoảng $112,6 \text{ mL}$. Phẫu thuật bắt vít qua da sử dụng đường mổ nhỏ, không tách cơ, chỉ nong nhẹ bằng ống trocar để đặt vít vào chân cung, mỗi đường rạch da chỉ $1 - 1,5 \text{ cm}$. Nhờ đó, phương pháp này hạn chế tối đa tổn thương phần mềm và giảm mất máu trong mổ. Sau mổ, BN giảm đau rõ rệt, điểm VAS trung bình từ $7,49$ trước mổ xuống $2,34$ sau 24 giờ và $1,34$ sau 3 tháng. Kỹ thuật qua da giúp bảo tồn gần như toàn bộ khối cơ cạnh sống, vì quá trình bóc tách chỉ nong rộng theo lớp cơ, giúp tổn thương hồi phục nhanh. Nhiều nghiên cứu cũng khẳng định việc bảo tồn cơ cạnh sống trong phẫu thuật xâm lấn tối thiểu góp phần giảm đau sau mổ, rút ngắn thời gian phục hồi chức năng và giúp BN sớm trở lại sinh hoạt bình thường [9].

Kết quả nghiên cứu cho thấy góc gù vùng tổn thương sau mổ có sự cải thiện đáng kể, cụ thể góc gù vùng tổn thương sau mổ là $5,68 \pm 3,66^\circ$, trong khi trước mổ là $15,83 \pm 7,58^\circ$. Sự thay đổi góc gù vùng sau mổ giảm trung bình so với góc gù vùng trước mổ là $10,15 \pm 8,64^\circ$, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$.

Nghiên cứu của chúng tôi bắt tổng cộng 244 vít, tất cả đều đạt yêu cầu sau mổ (100%). Phương pháp bắt vít qua da có độ chính xác cao nhờ được kiểm soát liên tục bằng hệ thống chụp X-quang C-arm ở hai bình diện thẳng và nghiêng, đảm bảo hướng và vị trí vít chính xác. Việc sử dụng C-arm 2D đã được chứng minh giúp giảm thiểu nguy cơ sai lệch và biến chứng [10]. Cần chú ý tư thế BN và vị trí đặt máy để duy trì hình ảnh dẫn đường chuẩn xác. Trong 35 BN nghiên cứu, không ghi nhận biến chứng sau mổ như tổn thương thần kinh, nhiễm khuẩn, viêm phổi hay loét tỷ đè, cho thấy phương pháp này an toàn và hiệu quả.

Vấn đề hàn xương luôn được quan tâm trong phẫu thuật CTCS, đặc biệt về hiệu quả làm vững cột sống lõi sau nhằm duy trì cấu trúc ổn định và hạn chế gù tiến triển. Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu cho rằng không cần ghép xương trong mọi trường hợp. Khi đường gãy chủ yếu qua thân đốt và cung sau, các mặt gãy có thể áp sát sau nắn chỉnh và cố định, tạo điều kiện cho quá trình can xương tự nhiên, giúp đạt liền xương vững mà không cần ghép bổ sung. Trong phẫu thuật cố định qua da, mục tiêu là phục hồi hình thái và độ vững cơ học của cột sống mà vẫn bảo tồn vận động các khớp liên kề. Hệ thống nẹp vít qua da mang lại sự ổn định cao, giảm tổn thương mô mềm, mất máu và biến

chứng, đồng thời vẫn đảm bảo quá trình liền xương sinh lý.

KẾT LUẬN

Phẫu thuật CDCS ngực - thắt lưng mất vững bằng nẹp vít qua da cho thấy hiệu quả rõ rệt trong giảm đau, phục hồi hình thái và độ vững cột sống sau chấn thương. Kỹ thuật này ít xâm lấn, giúp giảm tổn thương phần mềm, mất máu và biến chứng hậu phẫu, đồng thời duy trì kết quả ổn định lâu dài. Đây là phương pháp điều trị an toàn và hiệu quả cho các trường hợp gãy cột sống ngực - thắt lưng mất vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hu R, Mustard CA, and Burns C. Epidemiology of incident spinal fracture in a complete population. *Spine*. 1996; 21(4):492-499.
2. Rajasekaran S, Kanna RM, Shetty AP. Management of thoracolumbar spine trauma: An overview. *Indian J Orthop*. 2015; 49(1):72-82.
3. Mobbs RJ, Sivabalan P, and Li J. Technique, challenges and indications for percutaneous pedicle screw fixation. *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas*. 2011; 18(6):741-749.
4. Lonstein JE, Denis F, Perra JH, et al. Complications associated with pedicle screws. *J Bone Joint Surg Am*. 1999; 81(11):1519-1528.

5. Vanek P, Bradac O, Konopkova R, et al. Treatment of thoracolumbar trauma by short-segment percutaneous transpedicular screw instrumentation: Prospective comparative study with a minimum 2-year follow-up. *J Neurosurg Spine*. 2014;20(2):150-156.

6. Kocis J, Kelbl M, Kocis T, et al. Percutaneous versus open pedicle screw fixation for treatment of type A thoracolumbar fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg Off Publ Eur Trauma Soc*. 2020; 46(1):147-152.

7. Hoàng Thanh Tùng. Nghiên cứu đặc điểm thương tổn giải phẫu và kết quả phẫu thuật điều trị gãy cột sống ngực thấp và thắt lưng không vững do chấn thương bằng nẹp vít. *Luận án Tiến sĩ Y học*. Học viện Quân y. Hà Nội. 2019.

8. Good L, Peterson E, Lisander B. Tranexamic acid decreases external blood loss but not hidden blood loss in total knee replacement. *Br J Anaesth*. 2003; 90(5):596-599.

9. Pannu CD, Farooque K, Sharma V, et al. Minimally invasive spine surgeries for treatment of thoracolumbar fractures of spine: A systematic review. *J Clin Orthop Trauma*. 2019; 10(Suppl 1): S147-S155.

10. Winder MJ and Gilhooly PM. Accuracy of minimally invasive percutaneous thoracolumbar pedicle screws using 2D fluoroscopy: A retrospective review through 3D CT analysis. *J Spine Surg*. 2017; 3(2):193-203.