

Kết quả phẫu thuật bắt vít qua vỏ xương trong bệnh lý mất vững cột sống thắt lưng

Result of transcortical bone screw surgery in lumbar spine instability

Lại Huỳnh Thuận Thảo*, Nguyễn Phong*,
Nguyễn Ngọc Khang*, Trần Huy Hùng**

*Bệnh viện Chợ Rẫy,
**Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

Tóm tắt

Mục tiêu: Đánh giá kết quả phẫu thuật bắt vít qua vỏ xương trong bệnh lý mất vững cột sống thắt lưng. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu hồi cứu mô tả 25 bệnh nhân mất vững cột sống thắt lưng 1 tầng được điều trị bằng phẫu thuật bắt vít qua vỏ xương kết hợp hàn xương liên thân đốt qua lỗ liên hợp tại Khoa Ngoại Thần kinh-Bệnh viện Chợ Rẫy từ 01/06/2018 đến 31/12/2018. **Kết quả:** Trung bình thời gian phẫu thuật $156,6 \pm 29,4$ phút, chiều dài vết mổ $4,86 \pm 0,55$ cm, lượng máu mất $190,6 \pm 26,93$ ml, thời gian phục hồi sau mổ 3,67 ngày. Mức độ đau theo thang điểm (Visual Analog Scale) VAS trước mổ, khi ra viện, sau 6 tháng lần lượt: VAS đau lưng $6,04 \pm 1,09$, $4,36 \pm 1,25$, $2,8 \pm 0,7$ VAS đau theo rễ $5,92 \pm 1,08$; $4 \pm 0,95$; $2,76 \pm 0,72$. Thang điểm (Japanese Orthopaedic Association Score) JOA trước mổ, khi ra viện, sau 6 tháng lần lượt $10 \pm 2,27$, $12,88 \pm 3$, $18 \pm 2,42$. Tỷ lệ hồi phục theo Hyrabayashi dựa trên JOA rất tốt và tốt đạt 76%. Mức độ nắn chỉnh di lệch (mm) trước mổ, khi ra viện, sau 6 tháng lần lượt là $17,5 \pm 2,2$, $4,5 \pm 1,7$, $5,5 \pm 0,78$, mức độ gập góc (o) $11,24 \pm 2,81$; $2,38 \pm 0,52$, $2,5 \pm 0,66$, chiều cao liên thân đốt (mm) $7,1 \pm 3,56$, $10,42 \pm 1,58$, $10,2 \pm 1,66$. Tỷ lệ liền xương đạt 96%, 4% lỏng vít và khả năng khớp giả, kết quả chung phẫu thuật đạt khá và tốt là 52%. Không có biến chứng sau mổ. **Kết luận:** Phẫu thuật bắt vít qua vỏ xương trong bệnh lý mất vững cột sống thắt lưng được xem như một dạng xâm lấn tối thiểu với tính an toàn và hiệu quả cao.

Từ khóa: vít qua vỏ xương, mất vững cột sống thắt lưng

Summary

Objective: To evaluate the results of transcortical bone screw surgery in lumbar spine instability. **Subject and method:** Retrospectively describe a series of 25 patients with single level degenerative lumbar spine instability who were treated by transcortical bone screw surgery combined with transforaminal lumbar interbody fusion at the Department of Neurosurgery, Cho-Ray Hospital on 01/06-31/12/2018. **Result:** Mean surgical time 156.6 ± 29.4 minutes, incision length 4.86 ± 0.55 cm, blood loss 190.6 ± 26.93 ml, post-operative recovery time 3.67 days. Pain level according to VAS scale pre-operative, at hospital discharge, and 6 months post-operative, respectively: VAS back pain 6.04 ± 1.09 ; 4.36 ± 1.25 ; 2.8 ± 0.7 VAS root pain 5.92 ± 1.08 , 4 ± 0.95 , 2.76 ± 0.72 . JOA score pre-operative, at discharge, 6 months post-operative were 10 ± 2.27 , 12.88 ± 3 , 18 ± 2.42 , respectively. The very good and good recovery rate according to Hyrabayashi based on JOA was 76%. The degree of displacement correction (mm) pre-

Ngày nhận bài: 12/10/2022, ngày chấp nhận đăng: 12/1/2023

Người phản hồi: Lại Huỳnh Thuận Thảo, Email: thuanthaocr@gmail.com - Bệnh viện Chợ Rẫy

operative, at hospital discharge, and 6 months post-operative were 17.5 ± 2.2 , 4.5 ± 1.7 , 5.5 ± 0.78 , respectively; degree of folding angle (θ) 11.24 ± 2.81 , 2.38 ± 0.52 , 2.5 ± 0.66 , interbody height (mm) 7.1 ± 3.56 , 10.42 ± 1.58 , 10.2 ± 1.66 . The rate of bone healing reached 96%, 4% screw loose and the possibility of pseudarthrosis; the good overall surgical outcome was 52%. There were no postoperative complications. *Conclusion:* Transcortical bone screw surgery in degenerative lumbar spine instability is considered as a minimally invasive surgery with safety and effectiveness.

Keywords: Transcortical bone screw, lumbar instability.

1. Đặt vấn đề

Cố định vít qua chân cung được xem như phương pháp truyền thống trong phẫu thuật cột sống, là cách thức chính để duy trì tính bền vững và các đặc trưng sinh cơ học của cột sống trong nhiều bệnh lý. Bắt vít chân cung đang được sử dụng để điều trị thành công trong biến dạng, các bệnh lý thoái hóa hoặc chấn thương cột sống... Tuy nhiên có một số biến chứng liên quan đến phẫu thuật này, và lỗi hệ thống vít là một trong những biến chứng quan trọng nhất. So với hướng vít truyền thống, vít vỏ xương có ưu thế hơn trong việc tăng cường sức kéo giữ, cung cấp sức tải tốt hơn theo chiều dọc giữa và bên của cơ thể, và chỉ ra sự dễ kháng vượt trội với gập uốn, tăng cường độ bám dính của các vít trong lỗ xương và ngăn ngừa sự thất bại của việc đặt dụng cụ. Trong các nghiên cứu lâm sàng, bắt vít qua vỏ xương đã cho kết quả khả quan hơn như ít mất máu, thời gian nằm viện ngắn, thời gian phẫu thuật ngắn, cũng như điểm số lâm sàng hậu phẫu cải thiện, và không gây biến chứng thần kinh do hệ thống vít cố định theo hướng lên trên và ra bờ ngoài. Hơn nữa, những ưu điểm như hạn chế bộc lộ sang bên cho phép vít vỏ xương được xem như một kỹ thuật ít xâm lấn. Ở Việt Nam, hiện tại chưa có công trình nghiên cứu nào về phẫu thuật bắt vít qua vỏ xương. Tại Bệnh viện Chợ Rẫy đã ứng dụng kỹ thuật này trong một số trường hợp bệnh lý mất vững cột sống thắt lưng, bước đầu đã thu được những kết quả khả quan. Do đó, chúng tôi tiến hành nghiên cứu nhằm mục tiêu: *Đánh giá kết quả phẫu thuật bắt vít qua vỏ xương cứng trong bệnh lý mất vững cột sống thắt lưng.*

2. Đối tượng và phương pháp

Gồm 25 bệnh nhân được chẩn đoán mất vững cột sống thắt lưng một tầng do thoái hóa được phẫu thuật bắt vít qua vỏ xương cứng tại Khoa Ngoại thần kinh, Bệnh viện Chợ Rẫy từ ngày 01/06/2018 tới ngày 31/12/2018.

Tiêu chí mất vững trên X-quang động theo Dupuis gồm:

$AO > 4\text{mm}$ hoặc $AO/Wx100\% > 15\%$ hoặc.

$(\theta+) - (\theta-) > 15^\circ$ mất vững tầng tầng L1-L2, L2-L3, L3-L4.

$(\theta+) - (\theta-) > 20^\circ$ mất vững tầng L4-L5.

$(\theta+) - (\theta-) > 25^\circ$ thì mất vững ở tầng L5-S1.

2.2. Phương pháp

Nghiên cứu: hồi cứu mô tả hàng loạt ca.

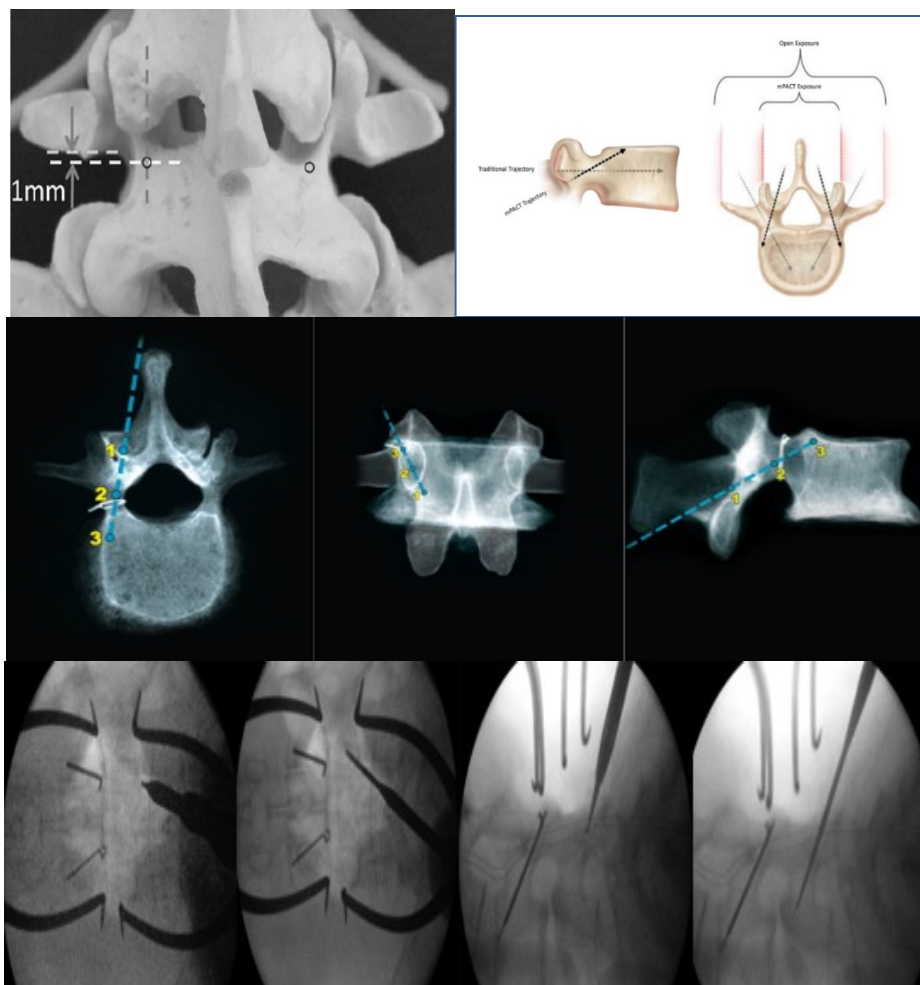
Các số liệu được phân tích và xử lý bằng chương trình SPSS statistics 22.0.

Tất cả các khác biệt có ý nghĩa thống kê với giá trị $p < 0,05$.

2.3. Kỹ thuật mổ

Chọn điểm vào 1mm dưới và trong so với điểm nổi bờ dưới mỏm ngang và phần eo bản sống. Sử dụng khoan mài để lấy điểm vào ban đầu. Dùng C arm chụp trước sau để định vị từng chân cung muốn tiếp cận, xem chân cung như mặt đồng hồ. Định vị điểm bắt đầu tiếp cận trên C arm: Với chân cung bên trái là điểm 5 giờ chân cung bên phải là điểm 7 giờ. Sau khi đã có điểm tiếp cận ban đầu, dùng khoan mài theo hướng sang bên ra ngoài $8-10^\circ$, chéo lên 25° . Điểm kết thúc vít tại vị trí 1/3 sau trên thân sống.

Những khó khăn của phẫu thuật: Phải dùng C arm định vị hai bình diện, không sử dụng được kỹ thuật "free-hand" và cần có khoan mài cao tốc.



Hình 1. Điểm vào và quỹ đạo vít vỏ xương

3. Kết quả

3.1. Đặc điểm chung

Thời gian mổ: Ngắn nhất 90 phút, dài nhất: 210 phút, trung bình: $156,6 \pm 29,4$ phút. Chiều dài vết mổ: Ngắn nhất 4cm dài nhất: 6cm trung bình: $4,86 \pm$

0,55cm. Lượng máu mất: Ít nhất: 150ml, nhiều nhất: 250ml, trung bình: $190,6 \pm 26,93$ ml.

3.2. Biến chứng trong mổ

Ghi nhận 1 bệnh nhân rách màng tủy và được vá kín trong mổ, không ghi nhận rò dịch não tủy qua vết mổ khi xuất viện.

Bảng 1. Thang điểm đau VAS, JOA trước mổ, khi xuất viện và sau 6 tháng

	Trước mổ	Ra viện	Sau mổ 6 tháng
VAS đau lưng	$6,04 \pm 1,09$	$4,36 \pm 1,25$	$2,8 \pm 0,7$
VAS đau theo rễ	$5,92 \pm 1,08$	$4 \pm 0,95$	$2,76 \pm 0,72$
điểm JOA	$10 \pm 2,27$	$12,88 \pm 3$	$18 \pm 2,42$
T-Test Paired Sample	p<0,05		

Sau mổ mức độ đau trung bình của đau chân và đau lưng ở mức đau vừa. So sánh với mức độ đau

trung bình trước mổ với thời điểm sau mổ thấy có cải thiện chưa rõ rệt mặc dù mối tương quan này có ý nghĩa thống kê.

So sánh với mức độ đau trung bình trước mổ với JOA trước mổ đồng thời JOA sau mổ 6 tháng cao hơn JOA khi ra viện có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Điểm JOA khi ra viện và JOA sau mổ 6 tháng cao hơn

Bảng 2. Mức độ nắn chỉnh di lệch và vòng sáng thấu tia sau mổ 6 tháng

	Trước mổ	Sau mổ	Sau mổ 6 tháng
Độ di lệch AO (%)	17,5 ± 2,2	4,5 ± 1,7	5,5 ± 0,78
Độ gập góc (°)	11,24 ± 2,81	2,38 ± 0,52	2,57 ± 0,6
Chiều cao liên thân đốt (mm)	7,1 ± 3,56	10,42 ± 1,58	10,2 ± 1,66
Dấu hiệu vòng sáng Halo		n = 0	n = 1
Paired sample T Test	p < 0,05		

3.3. Men CPK

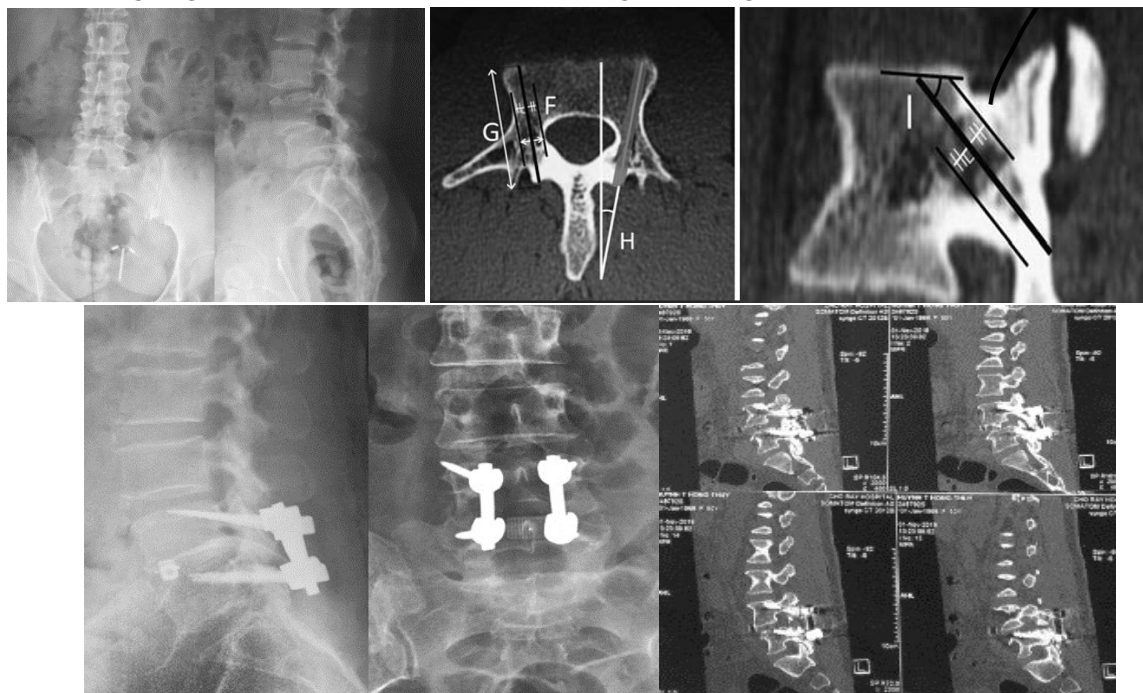
Men CPK ngay sau mổ nhỏ nhất 104UI/L, lớn nhất 223UI/L, trung bình: 161,2 ± 6,2UI/L.

Bảng 3. Đánh giá tỷ lệ hồi phục RR-JOA theo Hirabayashi

RR	Rất tốt	Tốt	Trung bình	Xấu	n
n	3	16	6	0	25
%	12	64	24	0	100

3.4. Mức độ hàn xương

Theo phân loại LEE chúng tôi thu được kết quả sau ghép xương 6 tháng: 11 BN (44%) can xương tốt chắc chắn hàn xương, miếng ghép không di lệch và xương can dính liền hai thân đốt, 13 BN (52%) có thể hàn xương với miếng ghép không di lệch nhưng chưa có bề xương bắt qua, 1 BN (4%) khả năng khớp giả có xuất hiện khoảng thấu quang giữa xương ghép và thân đốt và ghi nhận bệnh nhân này có chỉ số T score < 2,5. Độ di lệch và gập góc khi ra viện so với sau mổ 6 tháng thì không khác biệt ($p > 0,05$).



Hình 2. Hình ảnh học X-quang thẳng nghiêng và CT scan đa lát cắt dựng hình trước và sau phẫu thuật

4. Bàn luận

4.1. Đặc điểm chung

Thời gian phẫu thuật trong nghiên cứu ngắn nhất là 90 phút và dài nhất là 210 phút, trung bình $156,6 \pm 29,4$ phút. Chiều dài vết mổ trong nghiên cứu ngắn nhất là 4cm, dài nhất là 6cm, trung bình là $4,86 \pm 0,55$ cm. Takata (2014) ghi nhận chiều dài vết mổ trong nhóm truyền thống là 8 đến 10cm, trong khi trong nhóm vít vỏ xương là 5 đến 6cm.

Lượng máu mất trong nghiên cứu ít nhất là 150ml, nhiều nhất là 250ml, trung bình $190,6 \pm 26,93$ ml. Ivan Gonchar (2018) cho kết quả tương tự với lượng máu mất trung bình trong nhóm vít vỏ xương là 177ml so với 334ml trong nhóm bắt vít truyền thống, Okudaira (2014) thì 132ml trong nhóm vít vỏ xương so với 182ml trong nhóm bắt vít truyền thống [4].

Rất nhiều nghiên cứu so sánh 2 kỹ thuật bắt vít đều cho kết quả đồng nhất là thời gian mổ ít hơn, chiều dài vết mổ ngắn hơn, giảm lượng máu mất trong nhóm bắt vít vỏ xương.

4.2. Biến chứng trong mổ

Trong nghiên cứu chúng tôi ghi nhận 1 trường hợp (4%) rách màng cứng trong mổ xảy ra khi giải phóng rễ và lỗ liên hợp. Bệnh nhân này có tình trạng hẹp ống sống nặng, thoát vị lớn trung tâm, dây chằng vàng dày và dính nhiều vào màng tủy nên việc bóc tách khó khăn. Rách màng cứng lúc phẫu thuật cột sống TL-cùng có tần suất 0,3-13% (nguy cơ gia tăng 18% nếu phẫu thuật lại). Nghiên cứu Patel 2016 cho kết quả tương tự. Trong khi rất nhiều nghiên cứu như Pacione (2015), Rodriguez (2014), Ohkawa (2014), Okudaira (2014), Ureno (2013) thì không ghi nhận biến chứng trong mổ nào. Các tác giả này đều nhận định bắt vít vỏ xương có tính an toàn và hiệu quả [4, 9].

4.3. Kết quả lâm sàng ngay sau mổ

Trước mổ mức độ đau lưng trung bình là $6,04 \pm 1,09$ giảm xuống $4,36 \pm 1,25$. Đau vẫn tồn tại trên tất cả các BN vì trong quá trình mổ khối cơ lưng bị co kéo bóc tách, xương cung sau và diện khớp 1 bên bị

lấy bỏ khiến cho BN đau vùng mổ mặc dù có sử dụng thuốc giảm đau trong quá trình nằm viện.

Đau theo rễ trong nghiên cứu của chúng tôi còn gặp 16 BN (64%) với mức độ trung bình. Biểu hiện đau vẫn tồn tại vì đa số bệnh nhân có chèn ép rễ thần kinh lâu ngày, tất cả các bệnh nhân này đều có thời gian khởi phát trên 6 tháng đau rễ tái đi tái lại, khối thoát vị lớn, mặt khớp phì đại và dây chằng vàng dày làm rễ bị chèn ép lâu ngày dẫn đến xơ hóa và kém hồi phục [3, 8].

Trong nghiên cứu này, thời gian đi lại được sau mổ trung bình là 3,67 ngày, sớm nhất là 2 ngày, chậm nhất là 6 ngày. Nghiên cứu của Poh SY và cộng sự (2011), cho thấy BN đi lại được sau mổ trung bình sau 3,7 ngày.

4.4. Khả năng nắn chỉnh di lệch sau mổ

Đánh giá mức độ nắn chỉnh di lệch, chúng tôi nhận thấy có 84% BN được nắn chỉnh tốt không còn di lệch, 16% BN còn di lệch và không có BN nào có mức độ di lệch trên 3 mm. Độ gập góc được đo trên X quang và CT scan cho thấy trước mổ là $11,24^{\circ} \pm 2,81^{\circ}$ đã giảm xuống sau mổ là $2,38^{\circ} \pm 0,52^{\circ}$. Kết quả này cho thấy nắn chỉnh di lệch trong nghiên cứu của chúng tôi đã được thực hiện khá tốt. Takata (2014) ghi nhận mức độ nắn chỉnh di lệch từ 19,8% trước mổ xuống còn 3,9% sau phẫu thuật. Kết quả này không khác biệt so với Ninomiya K (2016). Các tác giả nhận thấy vít vỏ xương cho hiệu quả hình ảnh học tương đương vít truyền thống [10].

Việc nắn chỉnh di lệch có vai trò quan trọng tuy nhiên cố gắng nắn di lệch sẽ phải đổi mặt với nguy cơ tổn thương thần kinh thứ phát sau mổ. Một nghiên cứu của Audat Z và CS (2011) cho thấy rằng mất vững cột sống thắt lưng do thoái hóa ở mức độ nhẹ (độ 1, độ 2) vẫn đề quan trọng là giải ép rễ và làm cứng, còn việc cố gắng nắn chỉnh di lệch là không cần thiết [1].

4.5. Cải thiện chiều cao liên thân đốt ngay sau phẫu thuật

Cải thiện và duy trì ổn định chiều cao liên thân sau mổ là rất quan trọng, có ảnh hưởng lớn đến kết quả điều trị. Cải thiện chiều cao liên thân đốt giúp

cải thiện chiều cao lỗ liên hợp, gián tiếp giải ép rễ thần kinh trong lỗ liên hợp. Nghiên cứu của chúng tôi, tất cả các BN đều được cắt đĩa và ghép xương liên thân đốt bằng đĩa đệm nhân tạo có nhồi xương. Kết quả cho thấy chiều cao liên thân đốt đã được cải thiện một cách đáng kể ngay sau phẫu thuật từ 7,1mm trước mổ lên 10,4mm sau mổ ($p < 0,05$). Các nghiên cứu của Kepler CK, Lee HJ, Phạm Vô Kỳ cũng cho thấy hiệu quả của vít vỏ xương không khác biệt với vít chân cung [5, 7].

4.6. Men CPK

Men CPK ngay sau mổ nhỏ nhất 104UI/L, lớn nhất 223UI/L, trung bình: $161,2 \pm 6,2$ UI/L. Sau phẫu thuật cột sống nồng độ CPK tăng cao do cơ bị tổn thương vì nguyên nhân bóc tách rộng, kéo vén, đốt. Nghiên cứu của Ivan Gonchar so sánh 160 BN bắt vít vỏ xương với 60 BN bắt vít chân cung trong phẫu thuật cột sống. Nhận thấy vít vỏ xương ít xâm lấn hủy hoại cơ hơn vít chân cung dựa trên chỉ số CPK. Điều này cho thấy ưu điểm rõ rệt của vít vỏ xương [3].

4.7. Kết quả sau mổ 6 tháng

Đánh giá mức độ đau sau mổ 6 tháng theo VAS

Nghiên cứu của chúng tôi có điểm VAS đau lưng trung bình trước mổ là $6,04 \pm 1,09$ sau mổ 6 tháng đã giảm xuống còn $2,8 \pm 0,68$ điểm. VAS đau theo rễ trung bình trước mổ là $5,92 \pm 1,08$ sau 6 tháng là $2,76 \pm 0,72$.

Nicola Marengo (2018) đưa ra nhận định bắt vít qua vỏ xương đạt hiệu quả lâm sàng tốt sau mổ và vượt trội hơn vít chân cung [8].

Đánh giá sau mổ 6 tháng theo thang điểm JOA

Điểm JOA trung bình sau mổ 6 tháng trong nghiên cứu của chúng tôi là: $18 \pm 2,42$ với tỷ lệ hồi phục trung bình là $43,48 \pm 10,7\%$. So sánh với thời điểm trước mổ điểm JOA trung bình là: $12,49 \pm 3,67$, chúng tôi nhận thấy có sự hồi phục đáng kể điểm JOA sau mổ 6 tháng, sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê.

Sakaura (2016) nhận thấy tỷ lệ hồi phục ở nhóm vít vỏ xương cao hơn nhóm vít chân cung mang ý nghĩa thống kê. Tác giả cho rằng đây là nghiên cứu

so sánh đầu tiên có cỡ mẫu tương đối lớn, các chỉ số lâm sàng và JOA cải thiện rất ý nghĩa.

Đánh giá mức độ hàn xương sau mổ 6 tháng

Mức độ hàn xương được đánh giá bằng chụp XQ và CT tại thời điểm sau mổ 6 tháng. Kết quả trong nghiên cứu này cho thấy tỷ lệ liền xương đạt 96% (độ 1, độ 2), 1 BN (chiếm 4%) liền xương độ 3, bệnh nhân này có tình trạng loãng xương với T score $< -2,5$. Sakura thì cho tỷ lệ hàn xương ở nhóm vít vỏ xương thấp hơn nhóm vít truyền thống nhưng lại không mang ý nghĩa thống kê [5].

Như vậy, vít vỏ xương cung cấp sự hàn xương sau mổ 6 tháng tương đương vít chân cung truyền thống cho thấy đây là một phương pháp an toàn và hiệu quả.

Đánh giá mức độ di lệch và gập góc trên X-quang sau mổ 6 tháng

Độ di lệch và gập góc sau mổ 6 tháng so với trước mổ cải thiện rõ có ý nghĩa. Độ di lệch và gập góc khi ra viện so với sau mổ 6 tháng thì không khác biệt chứng tỏ vít vỏ xương đã cung cấp tính ổn định cơ học tốt sau mổ và duy trì bền vững ở thời điểm theo dõi 6 tháng. Yoichiro Takata (2014) ghi nhận không có khác biệt so với phương pháp TLIF + 4 vít chân cung [14]. Kết quả trên là tương tự với nghiên cứu của Ninomiya K [10].

Đánh giá tình trạng lỏng vít

Trong nghiên cứu chúng tôi ghi nhận có 32% BN xương bình thường, 44% có tình trạng thiếu xương, 24% có tình trạng loãng xương. Có 1 trường hợp có dấu hiệu Halo (+) ở thời điểm sau mổ 6 tháng, bệnh nhân này có tình trạng loãng xương với T score $< -2,5$, có tiền căn tiểu đường và cushing do sử dụng thuốc kéo dài, thời gian diễn tiến bệnh lâu.

Theo báo cáo của các tác giả khác như Fabio Galbusera, Yuan HA, Wu, Ohtori, Goncha đều cho thấy vít vỏ xương cho tỷ lệ lỏng vít thấp hơn vít chân cung có ý nghĩa thống kê [3].

Đánh giá kết quả chung sau mổ 6 tháng

Dựa vào mức độ đau lưng và đau chân theo thang điểm VAS, mức độ hồi phục theo JOA, mức độ

can xương chúng tôi tổng hợp thành bảng chung đánh giá kết quả cho thấy sau mổ 6 tháng thì hơn một nửa số bệnh nhân cho kết quả khá và tốt, một bệnh nhân cho kết quả kém bởi vì tình trạng loãng xương nặng và bệnh lý nội khoa đi kèm.

5. Kết luận

Phẫu thuật bắt vít qua vỏ xương trong bệnh lý mất vững cột sống thắt lưng được xem như một dạng xâm lấn tối thiểu với nhiều ưu điểm: Thời gian phẫu thuật trung bình ngắn, chiều dài vết mổ trung bình nhỏ, lượng máu mất ít, bệnh nhân đi lại được sớm sau mổ, tỷ lệ biến chứng trong và sau mổ thấp, tỷ lệ liền xương cao.

Kết quả chung phẫu thuật đạt khá và tốt là chủ yếu, hồi phục theo Hyrabayashi dựa trên JOA đạt tốt.

Tài liệu tham khảo

1. Audat Z, Darwish FT et al (2011) *Surgical management of low grade isthmic spondylolisthesis; a randomized controlled study of the surgical fixation with and without reduction*. Scoliosis Journal 6(14): 1-6.
2. Fabio G, David V et al (2015) *Pedicle screw loosening: A clinically relevant complication?*. Euro spine J 24: 1005-1016.
3. Gonchar I, Kotani Y, Iwasaki N (2018) *Comparison of Modified Cortical Bone Trajectory screw and Pedicle Screw for Spinal Reconstruction Surgery*. Clinics in surgery 3: 2276.
4. Gonchar I, Kotani Y, Matsui Y, Miyazaki T, Kasemura T, Masuko T (2014) *Experience of 100 consecutive spine reconstructions using cortical bone trajectory (CBT) screws vs traditional pedicle screws*. Proceeding of SMISS Global Forum: 19-21; Miami, FL, USA.
5. Karki S, Zhang S et al (2019) *Comparison of clinical outcomes of cortical bone trajectory and traditional pedicle screw fixation in posterior lumbar interbody fusion*. Open Journal of Orthopedics 9: 31-47.
6. Kepler CK, Rihn JA, Radcliff KE et al (2012) *Restoration of lordosis and disk height after single-level transforaminal lumbar interbody fusion*. Orthopaedic Surgery 4(1): 15-20.
7. Lee HJ, Kim JS, Ryu KS (2016) *Minimally Invasive TLIF Using Unilateral Approach and Single Cage at Single Level in Patients over 65*. BioMed Research International 12(2): 1-10.
8. Marengo N, Ajello M et al (2018) *Cortical bone trajectory screws in posterior lumbar interbody fusion: minimally invasive surgery for maximal muscle sparing-A prospective comparative study with the traditional open technique*. Biomed research international 7424568.
9. Mark S Greenberg (2016) *Handbook of Neurosurgery*. Eighth Edition, Thieme New York: 1489-1503.
10. Ninomiya K, Iwatsuki K, Ohnishi Y, Yoshimine T, (2016) *Radiological evaluation of the initial fixation between cortical bone trajectory and conventional pedicle screw technique for lumbar degenerative spondylo-listhesis*. Asian Spine J 10: 251-257.