

# ỨNG DỤNG CẢNH BÁO THẦN KINH TRONG PHẪU THUẬT ÍT XÂM LẤN ĐIỀU TRỊ TRƯỢT ĐÓT SỐNG ĐƠN TẦNG CỘT SỐNG VÙNG THẮT - LƯNG CÙNG

Trần Trung Kiên<sup>1,✉</sup>, Kiều Đình Hùng<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Bệnh viện Đại học Y Hà Nội

<sup>2</sup>Trường Đại học Y Hà Nội

Phẫu thuật cột sống ít xâm lấn có sử dụng cảnh báo thần kinh với độ an toàn cao hiện nay đang là xu thế phát triển và được mở rộng chỉ định, đặc biệt trong các bệnh lý trượt đốt sống thắt lưng - cùng phức tạp. 50 bệnh nhân trượt đốt sống đơn tầng vùng cột sống thắt lưng - cùng được phẫu thuật MIS TLIF có sử dụng cảnh báo thần kinh từ tháng 11/2022 đến tháng 12/2024. Các bệnh nhân được gây mê không giãn cơ, lấy baseline và theo dõi theo quy trình dựa trên các chỉ số EMG, MEP và TrEMG. Độ nhạy và độ đặc hiệu tương ứng: EMG, MEP và EMG/MEP lần lượt là: 33,3% và 95,7%, 66,7% và 95,7% và 66,7% và 97,8%. Chỉ số TrEMG sử dụng ở 10 bệnh nhân, ở vùng an toàn. Có 2 trường hợp biến đổi sóng kèm đau rễ sau mổ, đáp ứng với điều trị bảo tồn. Mức độ cải thiện lâm sàng của nhóm âm tính là tương đồng và có sự khác biệt giữa nhóm dương tính và dương tính giả. Sự cải thiện triệu chứng sau mổ 6 tháng có liên quan đến mức cải thiện chỉ số khi theo dõi qua các phương thức cảnh báo thần kinh, từ 6 tháng đến 12 tháng, không có sự khác biệt. Không ghi nhận biến chứng hay tổn thương thần kinh vận động sau mổ. Sử dụng cảnh báo thần kinh đa mô thức trong mổ đảm bảo sự an toàn với độ nhạy cũng như độ đặc hiệu cao. Mức độ cải thiện biên độ sóng sau mổ tương đương tiến triển của triệu chứng sau mổ 6 tháng.

**Từ khóa:** Cảnh báo thần kinh trong mổ, EMG, MEP, TrEMG.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phẫu thuật cột sống ít xâm lấn có nguy cơ tổn thương thần kinh do trường phẫu thuật nhỏ và rất khó đánh giá được tiêu chuẩn giải ép rễ thần kinh.<sup>1,2</sup> Đặc biệt trong trượt đốt sống vùng thắt lưng - cùng, với những thay đổi giải phẫu qua thời gian, những tổn thương như vậy có thể không được phát hiện bằng mắt thường, chúng có thể xảy ra và tiến triển mà phẫu thuật viên không biết. Vì vậy, các công nghệ mới luôn được phát triển và hoàn thiện, đặc biệt là hệ thống cảnh báo thần kinh trong mổ.<sup>2,3</sup> Để có thể khẳng định phẫu thuật nắn trượt ít xâm lấn có an toàn hay không, hoặc giải ép thần kinh bao

hiều là đủ thì việc ứng dụng cảnh báo thần kinh đa mô thức là vô cùng quan trọng.<sup>2,4,5</sup> Vì vậy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu này với mục tiêu: Đánh giá hiệu quả của hệ thống cảnh báo thần kinh đa mô thức trong phẫu thuật MIS TLIF điều trị trượt đốt sống đơn tầng vùng thắt lưng - cùng tại Bệnh viện Đại học Y Hà Nội.

## II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 1. Đối tượng

50 bệnh nhân trượt đốt sống đơn tầng vùng cột sống thắt lưng - cùng được phẫu thuật MIS TLIF tại Bệnh viện Đại học Y Hà Nội từ tháng 11/2022 đến tháng 12/2024.

### Tiêu chuẩn lựa chọn

(i) các bệnh nhân có trượt đốt sống đơn tầng vùng thắt lưng - cùng, được phẫu thuật MIS TLIF

Tác giả liên hệ: Trần Trung Kiên

Bệnh viện Đại học Y Hà Nội

Email: dr.trantrungkien@gmail.com

Ngày nhận: 06/01/2026

Ngày được chấp nhận: 30/01/2026

- (ii) độ trượt < độ III,
- (iii) có tín hiệu baseline đầy đủ.

**Tiêu chuẩn loại trừ**

- (i) các bệnh nhân đã từng mổ cột sống thất bại,
- (ii) không ghi nhận được baseline,
- (iii) các bệnh nhân có chống chỉ định phẫu thuật chung.

**2. Phương pháp**

**Thiết kế nghiên cứu**

Nghiên cứu mô tả.

**Hệ thống sử dụng trong phẫu thuật**

Hệ thống cảnh báo thần kinh NVM5 của Nuvasive cùng với các hệ thống điện cực kim gắn trên bệnh nhân và TrEMG.



**Hình 1. Hệ thống NVM5 và TrEMG kiểm tra sự toàn vẹn của cuống sống**

**Các bước tiến hành:**

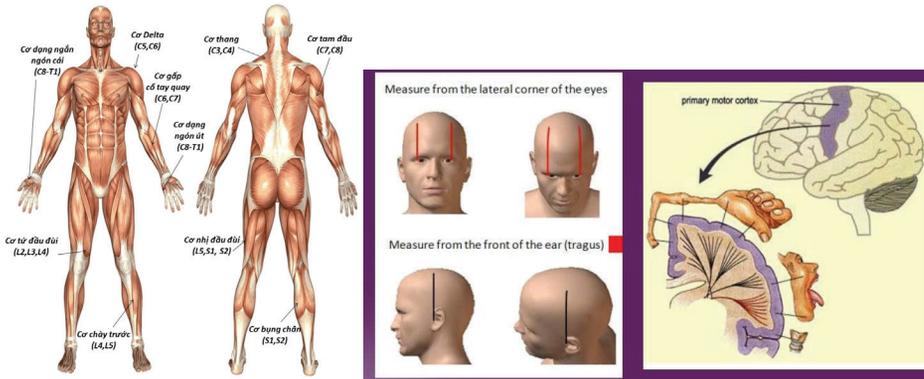
- Bệnh nhân được sử dụng thuốc giãn cơ ngắn để đặt nội khí quản (NKQ).
- Mắc điện cực tại các vị trí theo sơ đồ và lấy baseline trước rạch da.

**Quy trình theo dõi thần kinh trong mổ: theo dõi đa mô thức**

- Điện cơ tự phát hoặc chạy tự do (EMG) được áp dụng rộng rãi để theo dõi chức năng rễ thần kinh chọn lọc trong phẫu thuật tủy sống.
- Điện thế gọi vận động (MEP): được gọi lên bằng các điện cực xuyên sọ được đặt trên da đầu trên khu vực vỏ não vận động của hộp sọ. MEP cơ cho phép phân tích chọn lọc và cụ thể về tính toàn vẹn chức năng của các vùng vận động đi xuống, từ vỏ não vận động đến cơ chi phối.

- TrEMG được kích hoạt để đánh giá tính toàn vẹn của các cuống thất lưng: một clip điện cực được kẹp vào dụng cụ tương ứng: kim vào cuống, taro và tay bắt vít. Các bước vào cuống được đánh giá dựa trên thông số trên màn hình, theo đó: chỉ số màu xanh là an toàn, màu vàng là cuống bị vỡ vỏ xương nhưng chưa chạm thần kinh, màu đỏ là đã chạm thần kinh.

- Các điện cực được mắc tương ứng ở nhóm cơ bụng chân (L5 - S1), cơ chày trước (L4 - L5), cơ tứ đầu đùi (L2, L3, L4), cơ nhị đầu đùi (L5, S1, S2), cơ dạng ngón út (C8, T1), cơ dạng ngón cái (C8, T1), cơ gấp cổ tay quay (C6, C7), cơ Delta (C5, C6) và hai điện cực kích thích vỏ não ở vùng C3 - 4.



Hình 2. Sơ đồ mắc các điện cực ở chi trên, chi dưới và điện cực kích thích vỏ não

**Các dấu hiệu cảnh báo**

- **MEP:** Dấu hiệu nguy hiểm khi sóng MEP không đáp ứng hoặc giảm 80% biên độ so với ban đầu.
- **EMG:** khi có độ trễ kéo dài > 5 giây, lúc đó cần kích thích chủ động bằng MEP.

**Định nghĩa tổn thương thần kinh**

- Đánh giá sự hoạt động của thần kinh được thực hiện trước và sau phẫu thuật, bao gồm đánh giá những thay đổi về sức mạnh và cảm giác cơ tứ chi.

- **Biến chứng thần kinh:** là bất kỳ triệu chứng và/hoặc dấu hiệu thần kinh mới nào hoặc tình trạng xấu đi của triệu chứng và/hoặc dấu hiệu đã có trước đó xảy ra ngay sau khi phẫu thuật và có tính chất thoáng qua hoặc vĩnh viễn.

- **Dương tính:** Thay đổi tín hiệu sóng trong phẫu thuật và xuất hiện tổn thương thần kinh tương ứng thể hiện qua triệu chứng lâm sàng sau mổ.

- **Âm tính:** Tín hiệu sóng hằng định trong mổ và không xuất hiện tổn thương thần kinh tương ứng sau mổ.

- **Âm tính giả:** Tín hiệu sóng hằng định trong mổ, nhưng sau mổ lại xuất hiện tổn thương thần kinh tương ứng.

- **Dương tính giả:** Thay đổi tín hiệu sóng trong mổ, nhưng sau mổ không xuất hiện tổn

thương thần kinh tương ứng.

- **Tổn thương tức thì:** xuất hiện cảnh báo thần kinh ở một thao tác, tiến hành thay đổi thao tác và sóng cảnh báo trở về bình thường trong mổ, sau mổ cũng không xuất hiện thêm tổn thương thần kinh tương ứng.

$$\text{Độ nhạy} = \frac{\text{Dương tính}}{\text{Dương tính} + \text{Âm tính giả}}$$

$$\text{Độ đặc hiệu} = \frac{\text{Âm tính}}{\text{Âm tính} + \text{Dương tính giả}}$$

**Đột ngột phát hiện mất tín hiệu:**

- Tạm dừng thủ thuật, kiểm tra huyết áp, duy trì huyết áp tối đa > 90mmHg.

- Kiểm tra lại lượng khí mê và đối chiếu với các chỉ số trên monitor IONM.

- Kiểm tra lại vị trí các điện cực.

- Kiểm tra sự nguyên vẹn của rễ thần kinh hoặc vị trí của vít: có thể giải phóng chèn ép thêm ở bên gợi ý tổn thương; đối với vít: cần tháo hoặc kiểm tra lại vị trí trên Carm hai bình điện hoặc sử dụng TrEMG hoặc thay đổi hướng vít cho đến khi sóng xuất hiện lại trên máy.

- Khi đã làm tất cả các thao tác trên mà sóng vẫn không xuất hiện thì sẽ tiếp tục hoàn thành ca phẫu thuật và đánh giá lại triệu chứng sau phẫu thuật.

**Phân tích số liệu**

Dựa trên phần mềm thống kê SPSS 23

**3. Đạo đức nghiên cứu**

Nghiên cứu tuân thủ các quy định về đạo đức trong nghiên cứu y sinh. Các xét nghiệm trong nghiên cứu tuân thủ theo đúng các quy

trình, quy tắc phòng xét nghiệm. Người bệnh và gia đình được giải thích về ưu nhược điểm của phương pháp phẫu thuật có sử dụng cảnh báo thần kinh, các thông tin được mã hóa, đảm bảo tính bảo mật.

**III. KẾT QUẢ****Bảng 1. Giá trị của từng phương thức cảnh báo thần kinh trong mổ**

	EMG	MEP	EMG/MEP
Dương tính	1	2	2
Âm tính	45	45	45
Dương tính giả	2	2	1
Âm tính giả	2	1	1
Tức thì	0	1	1

- 5 trường hợp có báo động thay đổi sóng MEP, trong đó có 2 ca dương tính, 2 ca dương tính giả và 1 ca có tổn thương thần kinh tức thì, xuất hiện cảnh báo khi đặt cage sát rễ thần kinh, sau khi điều chỉnh hướng kèm theo vén nhẹ rễ thì sóng trở về bình thường.

- 3 trường hợp báo động EMG, có 1 trường

hợp có triệu chứng ngay sau phẫu thuật.

- EMG: độ nhạy 33,3%, độ đặc hiệu 95,7%.

- MEP: độ nhạy 66,7%, độ đặc hiệu 95,7%.

- EMG/MEP: độ nhạy 66,7%, độ đặc hiệu 97,8%.

- Chỉ số TrEMG được đánh giá trên 10 bệnh nhân và hoàn toàn ở trong vùng xanh.

**Bảng 2. Trường hợp có thay đổi sóng và lâm sàng sau mổ**

Vị trí	Tổn thương trong mổ	Tổn thương trước mổ	Thời gian	IONM	Tính chất	Phục hồi
1	L45	L4	-	120	EMG/MEP	Cảm giác 3 ngày
2	L45	L5	+	110	EMG/MEP	Cảm giác 5 ngày

- 02 trường hợp biến đổi sóng kèm theo biểu hiện chèn ép thần kinh sau mổ.

- Trường hợp thứ 1: giải ép hai bên L45 và tổn thương L4 bên đối diện, gây buốt sau mổ, sau 3 ngày triệu chứng cải thiện.

- Trường hợp thứ 2: phá khớp L45 và tổn

thương L5 cùng bên, sau mổ đau rễ L5, sau 5 ngày triệu chứng cải thiện.

- Đánh giá dựa trên các nhóm bệnh nhân cho cảnh báo thần kinh âm tính trong phẫu thuật so sánh mức cải thiện triệu chứng qua các thời điểm.

**Bảng 3. Mức thay đổi triệu chứng so với trước mổ dựa trên các mô thức cảnh báo thần kinh**

Các phương thức cảnh báo thần kinh				
Các thời điểm		EMG	MEP	EMG/MEP
Sau mổ	VAS lưng	4,1 ± 1,1	4,2 ± 1,2	4,2 ± 1,2
	VAS chân	5,4 ± 1,2	5,4 ± 1,2	5,4 ± 1,2
	ODI	13 ± 4,1	13,1 ± 4	13 ± 4
Sau 6 tháng	VAS lưng	5,5 ± 0,9	5,5 ± 0,9	5,5 ± 0,9
	VAS chân	5,6 ± 0,9	5,6 ± 0,9	5,6 ± 0,9
	ODI	16,9 ± 4,3	17,2 ± 4,3	17,1 ± 4,3
Sau 12 tháng	VAS lưng	6,4 ± 0,9	6,4 ± 0,9	6,4 ± 0,9
	VAS chân	5,8 ± 1,1	5,8 ± 1,1	5,8 ± 1,1
	ODI	19,2 ± 4,9	19,4 ± 4,9	19,3 ± 4,9

Các phương thức cảnh báo thần kinh cho mức cải thiện khác biệt qua các thời điểm sau phẫu thuật và sau phẫu thuật 6 tháng.

Từ 6 tháng đến 12 tháng, mức cải thiện không có sự khác biệt dựa trên các phương thức cảnh báo thần kinh.

#### IV. BÀN LUẬN

Trong quá trình gây mê toàn thân, phẫu thuật viên không thể theo dõi cảm giác và vận động của chi dưới liên tục, trong nghiên cứu, các bệnh nhân được theo dõi EMG liên tục, MEP được theo dõi qua từng thao tác phẫu thuật và TrEMG được theo dõi để đánh giá sự toàn vẹn của cuống sống trong quá trình đặt vít. Theo kết quả nghiên cứu, khi sử dụng IONM đa mô thức: sử dụng EMG/MEP thì độ nhạy và độ đặc hiệu tương ứng là 66,7% và 97,8% với tỷ lệ âm tính giả là 2%. MEP chủ yếu đánh giá chức năng và tính toàn vẹn của đường dẫn truyền vận động đi xuống từ vỏ não. Chúng tôi lựa chọn theo dõi MEP theo từng bước của phẫu thuật đặc biệt khi bắt đầu có sự biến động của EMG, chính việc này đã làm giảm đáng kể những rối loạn vận động sau mổ nếu chỉ theo dõi đơn

thuần trên EMG. Trong nghiên cứu, chúng tôi ghi nhận có 1 trường hợp xuất hiện tổn thương ngay trong phẫu thuật và thể hiện trên MEP. Kết quả này khá tương đồng với nghiên cứu của Zhuang và cs, tuy nhiên trong những trường hợp tổn thương tức thì thì rất khó đánh giá là do các điều chỉnh kỹ thuật ngay trong mổ hay do dương tính giả.<sup>1</sup> Một số nghiên cứu khác phân loại đây là dương tính thật, tuy nhiên chúng tôi cho rằng còn rất nhiều yếu tố có thể ảnh hưởng đến thay đổi MEP, như huyết áp, nhiệt độ bệnh nhân, thời gian phẫu thuật, thời gian gây mê.<sup>2</sup> Các tác giả trên thế giới đều thống nhất về việc, các thuốc tiền mê và mê ảnh hưởng rất nhiều đến kết quả này, hầu hết các thuốc gây mê dạng khí đều gây ức chế sự dẫn truyền từ vỏ não, sừng trước tủy sống đến các đầu tận thần kinh... dẫn đến việc giảm biên độ và kéo dài thời gian tiềm vận động.<sup>3</sup> Tiêu chuẩn đặt rao báo động của MEP dựa trên nghiên cứu của Macdonald, được định nghĩa là có tổn thương với mức giảm biên độ lớn hơn 80% trong khi ở các vị trí khác có thể hơn 50%.<sup>4</sup> Tuy nhiên, đây là tiêu chuẩn dành cho cá bệnh nhân vẹo cột sống chứ chưa có nghiên cứu nào cụ thể về

ngưỡng thay đổi cho các phẫu thuật MIS TLIF. Vì vậy, chúng tôi sử dụng ngưỡng giảm 80% trên MEP và coi là tiêu chuẩn trong đánh giá tổn thương thần kinh khi sử dụng IONM.<sup>5</sup>

EMG ít ảnh hưởng bởi các tác nhân gây mê và là một trong những phương thức sớm nhất để theo dõi thần kinh trong mổ cột sống, theo dõi EMG liên tục giúp ghi nhận trạng thái tác động lên rễ thần kinh trong suốt quá trình phẫu thuật.<sup>6,7</sup> Theo đó, khi rễ thần kinh bị vén căng, chèn ép hoặc tác động mạnh trong khi phẫu thuật, sóng cũng sẽ biến đổi theo và cảnh báo về nguy cơ tổn thương thần kinh. Trong nghiên cứu của chúng tôi khi theo dõi EMG liên tục trong mổ, có các thời điểm rất hay gặp biến đổi sóng, cụ thể khi dùng khoan mài hoặc búa và đục xương để mở diện khớp hoặc khi tách dây chằng vàng... tuy nhiên khi hết gian đoạn thao tác đó, sóng lại trở về bình thường. Chúng tôi phân tích và cho rằng, sự biến đổi này chỉ là tác động lực xung kích tạm thời và không gây ra tổn thương thần kinh tương ứng nào. Có 3 ca thay đổi sóng trên EMG, những thay đổi sóng này khác với thay đổi do lực xung kích vì nó kéo dài bất thường trên 3 giây, cả 3 ca này đều xuất hiện và thời điểm vén rễ và đặt cage. Tuy nhiên, sau khi chỉnh hướng và bơm rửa nhẹ bằng nước muối sinh lý ấm 9% thì sóng có cải thiện về bình thường khi kết thúc cuộc mổ. Có 2 ca xuất hiện âm tính giả, hiện tượng này cũng đã được nhiều tác giả mô tả và đưa ra 3 lý do có liên quan: (1) tổn thương hoàn toàn và lặp đi lặp lại trên 1 vị trí của thần kinh, gây ra những ngắt đoạn hoặc mất hoàn toàn tín hiệu trên EMG; (2) tổn thương rễ thần kinh nặng và (3) EMG không được phát hiện tức thì khi cầm máu bằng đầu đốt lưỡng cực, vì khi tiến hành đốt cầm máu, có rất nhiều các yếu tố ảnh hưởng gây nhiễu lên sóng.<sup>2,8,9</sup> Trong nghiên cứu của chúng tôi không gặp lý do 1 và 2, và khi sử dụng đầu đốt thì hình dạng và biên độ thay đổi sóng thay đổi rất lớn, tuy nhiên, rất

khó xác định các chỉ số đó sẽ về bình thường khi kết thúc thao tác đốt cầm máu hay không vì còn nhiều yếu tố nhiễu. Nhìn chung, EMG đơn thuần cho kết quả khách quan và phản ánh tình trạng chèn ép thần kinh, giúp hạn chế các biến chứng tổn thương thần kinh sau mổ do va chạm hoặc giãn ép quá mức.

Ứng dụng của TrEMG trong đặt vít đã được ghi nhận trong nhiều nghiên cứu, kể cả các nghiên cứu phẫu thuật mở và phẫu thuật nẹp vít qua cuống qua da.<sup>10-12</sup> Các ứng dụng kết hợp giữa EMG liên tục cùng với kiểm tra vị trí đặt kim qua cuống dưới sự dẫn đường của Carm trong mổ cũng đã được báo cáo, cho thấy tỷ lệ vỡ cuống sống là 15%.<sup>12,13</sup> Ngoài ra, cũng có nhiều báo cáo nói đến tỷ lệ sai lệch của EMG và TrEMG khi đặt kim Jamshidi, vì vậy các tác giả khuyến cáo nên sử dụng taro tạo đường vào trước, kiểm tra sự toàn vẹn của cuống qua TrEMG trên taro, sau đó mới đặt vít.<sup>12,14</sup> Trong nghiên cứu của chúng tôi, TrEMG được theo dõi trên 10 bệnh nhân, có 40 vít được đặt qua cuống qua da và tất cả các chỉ số đều ở ngưỡng xanh sau khi đặt vít. Chúng tôi nhận thấy, sau khi đặt kim dẫn đường và guide wire, cần thiết phải đặt hệ thống ống nóng, sau đó mới đến các thao tác như taro và đặt vít qua cuống qua da qua hệ thống ống nóng để tránh làm tổn thương thêm cơ và phần mềm do bị xoắn vào chân vít, có thể gây sai lệch các chỉ số trên IONM.

Sau phẫu thuật, dựa trên IONM đa mô thức và đối chiếu với triệu chứng lâm sàng, chúng tôi thu được có 45/50 trường hợp âm tính, 2 trường hợp dương tính và 1 trường hợp âm tính giả.

Khi đánh giá 2 trường hợp biến đổi sóng dương tính, có 1 trường hợp xuất hiện triệu chứng khi chúng tôi nghiêng ống nóng sang giải ép bên đối diện, trường hợp còn lại xuất hiện khi đục phá khớp dưới của đốt sống L4. Có 1 trường hợp âm tính giả, xuất hiện triệu chứng đau bên đối diện, mặc dù cả 3 ca đều xuất hiện triệu chứng đau rễ tương ứng, tuy

nhiên đều đáp ứng với điều trị bảo tồn, không có ca nào phải phẫu thuật lại, cũng như không có ca nào tổn thương rễ vận động sau mổ.

Trong nghiên cứu, chúng tôi đánh giá mức cải thiện triệu chứng dựa trên thang điểm VAS tại lưng, tại chân và ODI và đối chiếu với các phương thức cảnh báo thần kinh. Nhận thấy với các bệnh nhân không ghi nhận tổn thương thần kinh trong mổ, phương thức MEP, EMG/MEP có mức cải thiện triệu chứng tương đồng nhất. Đối với mức cải thiện VAS lưng, MEP ở nhóm dương tính giả có sự khác biệt rõ ràng so với các nhóm khác. Tương tự với mức cải thiện VAS ở chân, MEP đơn thuần ở nhóm dương tính giả không có sự khác biệt nhiều với nhóm âm tính. Với mức cải thiện ODI, MEP, EMG/MEP có mức cải thiện sau mổ là tương đồng. Trong nghiên cứu, mức cải thiện triệu chứng của người bệnh sau phẫu thuật và sau phẫu thuật 6 tháng có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, kể cả thang điểm VAS lẫn thang điểm ODI. Khi so sánh mức cải thiện lâm sàng ngay sau mổ, sau mổ 6 tháng và sau mổ 12 tháng, nhận thấy mức cải thiện triệu chứng là khác biệt khi đối chiếu với từng phương thức cảnh báo thần kinh. Tuy nhiên, từ 6 - 12 tháng thì mức cải thiện này không có sự khác biệt. Một số tác giả đưa ra các yếu tố tiên lượng liên quan đến việc tồn tại triệu chứng, bao gồm thời gian chịu triệu chứng > 16 tháng, triệu chứng đau lưng và tê bì > 5 điểm, theo nhận định của nhóm nghiên cứu thì các triệu chứng tê bì có thể cải thiện ngay sau mổ 2 tuần, tuy nhiên để hoàn toàn không ảnh hưởng đến sinh hoạt hàng ngày của người bệnh thì cũng cần ít nhất 6 tháng cho đến 24 tháng. Kết quả này cũng tương đồng với các nghiên cứu của Oba và cs.<sup>15</sup>

## V. KẾT LUẬN

Hệ thống cảnh báo thần kinh trong phẫu thuật cột sống nói chung và đặc biệt phẫu thuật cột sống thắt lưng ít xâm lấn đã có những cải

tiến rõ rệt từ trong thiết bị đến các cảnh báo đa mô thức. Việc kết hợp các mô thức cho phép tăng độ nhạy, độ đặc hiệu trong cảnh báo nguy cơ tổn thương thần kinh giúp tăng độ an toàn và hạn chế biến chứng cho người bệnh.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Zhuang Q, Wang S, Zhang J, et al. How to make the best use of intraoperative motor evoked potential monitoring? Experience in 1162 consecutive spinal deformity surgical procedures. *Spine*. 2014; 39(24): E1425-E1432.
2. Macdonald D, Skinner S, Shils J, Yingling C. Intraoperative motor evoked potential monitoring-a position statement by the American Society of Neurophysiological Monitoring. *Clinical Neurophysiology*. 2013; 124(12): 2291-2316.
3. Shida Y, Shida C, Hiratsuka N, Kaji K, Ogata J. High-frequency stimulation restored motor-evoked potentials to the baseline level in the upper extremities but not in the lower extremities under sevoflurane anesthesia in spine surgery. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*. 2012; 24(2): 113-120.
4. MacDonald DB, Al Zayed Z, Khoudeir I, Stigsby B. Monitoring scoliosis surgery with combined multiple pulse transcranial electric motor and cortical somatosensory-evoked potentials from the lower and upper extremities. *Spine*. 2003; 28(2): 194-203.
5. Traba A, Romero JP, Arranz B, Vilela C. A new criterion for detection of radiculopathy based on motor evoked potentials and intraoperative nerve root monitoring. *Clinical Neurophysiology*. 2018; 129(10): 2075-2082.
6. Voulgaris S, Karagiorgiadis D, Alexiou GA, et al. Continuous intraoperative electromyographic and transcranial motor evoked potential recordings in spinal stenosis surgery. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2010;

17(2): 274-276.

7. Garces J, Berry JF, Valle-Giler EP, Sulaiman WA. Intraoperative neurophysiological monitoring for minimally invasive 1-and 2-level transforaminal lumbar interbody fusion: does it improve patient outcome? *Ochsner Journal*. 2014; 14(1): 57-61.

8. Gavranic B, Lolis A, Beric A. Train-of-four test in intraoperative neurophysiologic monitoring: differences between hand and foot train-of-four. *Journal of Clinical Neurophysiology*. 2014; 31(6): 575-579.

9. Berjano P, Lamartina C. Minimally invasive lateral transpsoas approach with advanced neurophysiologic monitoring for lumbar interbody fusion. *European spine journal*. 2011; 20(9): 1584.

10. Min W-K, Lee H-J, Jeong W-J, et al. Reliability of triggered EMG for prediction of safety during pedicle screw placement in adolescent idiopathic scoliosis surgery. *Asian spine journal*. 2011; 5(1): 51.

11. Toleikis JR, Skelly JP, Calvin AO, et

al. The usefulness of electrical stimulation for assessing pedicle screw placements. *Clinical Spine Surgery*. 2000; 13(4): 283-289.

12. Futakawa H, Nogami S, Seki S, Kawaguchi Y, Nakano M. Evaluation of triggered electromyogram monitoring during insertion of percutaneous pedicle screws. *Journal of Clinical Medicine*. 2022; 11(5): 1197.

13. Rampersaud YR, Pik JH, Salonen D, Farooq S. Clinical accuracy of fluoroscopic computer-assisted pedicle screw fixation: a CT analysis. *Spine*. 2005; 30(7): E183-E190.

14. Malham GM, Goss B, Blecher C. Percutaneous pedicle screw accuracy with dynamic electromyography: the early experience of a traditionally open spine surgeon. *Journal of Neurological Surgery Part A: Central European Neurosurgery*. 2015; 76(04): 303-308.

15. Oba H, Tsutsumimoto T, Yui M, et al. A prospective study of recovery from leg numbness following decompression surgery for lumbar spinal stenosis. *Journal of orthopaedic science*. 2017; 22(4): 670-675.

## Summary

# INTRAOPERATIVE NEUROMONITORING IN SINGLE-LEVEL MINIMALLY INVASIVE SURGERY TRANSFORAMINAL LUMBAR INTERBODY AND FUSION

Minimally invasive surgery (MIS) with application of high level safety intraoperative neuromonitoring in spine is currently a growing trend and expanding its indications, especially in the management of severe lumbo-sacral spondylolisthesis. 50 patients with single-level lumbo-sacral spondylolisthesis underwent MIS TLIF surgery using intraoperative neuromonitoring from November 2022 to December 2024. Patients were anesthetized without muscle relaxation, baseline was taken and follow by protocol based on EMG, MEP and TrEMG. The corresponding sensitivities and specificities between the IONM modalities: EMG, MEP and EMG/MEP were: 33.3% and 95.7%, 66.7% and 95.7% and 66.7% and 97.8%, respectively. The TrEMG was used in 10 patients, all signal was in the safe zone. 2 cases with signal change appear with radicular pain post operative which improved to conservative treatment. The clinical improvement in the negative group was similar and there was a difference between the positive and false positive groups. The clinical symptom post operative 6 months is related to the improvement of IONM modal; from 6 to 12 months. No complications or nerve function were recorded post operative. Using multimodal neuromonitoring during surgery ensures safety with high sensitivity and specificity. The degree of improvement in wave amplitude post operative is equivalent to the progression of symptoms after 6 months.

**Keywords:** Intraoperative neurological monitoring, EMG, MEP, TrEMG.