

ĐÁNH GIÁ BAN ĐẦU VỀ TÍN HIỆU SÓNG THEO DỠI THẦN KINH TRONG PHẪU THUẬT GÙ VẠO CỘT SỐNG NẶNG KHÔNG SỬ DỤNG ĐỤC XƯƠNG SỬA TRỤC LẮY BỎ THÂN ĐÓT SỐNG TẠI BỆNH VIỆN CHẤN THƯƠNG CHÍNH HÌNH

Đậu Thế Canh*, Võ Quang Đình Nam
Bệnh viện Chấn thương Chính hình
*Email: dauthecanh@gmail.com

TÓM TẮT

Đặt vấn đề: Tổn thương tủy sống là một biến chứng hiếm gặp gây di chứng nặng nề trong phẫu thuật biến dạng cột sống. **Mục tiêu nghiên cứu:** Mô tả mối tương quan giữa thay đổi tín hiệu theo dõi thần kinh với các yếu tố lâm sàng và cận lâm sàng trong phẫu thuật gù vẹo cột sống nặng không sử dụng đục xương sửa trục lấy bỏ thân đốt sống tại Bệnh viện Chấn thương chính hình. **Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:** Hồi cứu mô tả loạt bệnh nhân bị gù vẹo cột sống nặng được điều trị bằng đặt dụng cụ ốc chân cung và hàn xương lồng sau không sử dụng kỹ thuật đục xương sửa trục lấy bỏ thân đốt sống từ năm 2013 đến năm 2022. Tiêu chí loại trừ là bệnh nhân có đặt dụng cụ từ trước, không sử dụng IONM và dữ liệu hình ảnh học không đầy đủ. DAR mặt phẳng trán (C-DAR), DAR mặt phẳng đứng dọc (S-DAR), DAR tổng (T-DAR), góc Cobb, gù, tuổi, nguyên nhân được thu thập và phân tích giữa nhóm bệnh nhân bị mất tín hiệu IONM và không. **Kết quả:** Có 32 bệnh nhân đáp ứng các tiêu chí. 15,6% bệnh nhân (5/32) có tín hiệu IONM bất thường. Trong nghiên cứu của chúng tôi, bất thường tín hiệu IONM không liên quan đến độ gù lưng ($p=0,27$), góc Cobb ($p=0,16$), S-DAR ($p=0,84$), T-DAR ($p=0,27$), C-DAR ($p=0,19$) và nguyên nhân gù vẹo ($p=0,16$). Độ tuổi ($p=0,009$) và loại đường cong (ngược) ($p=0,046$) có liên quan đáng kể đến việc mất tín hiệu IONM. **Kết luận:** Biến dạng gù vẹo cột sống nặng có nguy cơ bất thường tín hiệu IOM cao. Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy các tín hiệu IOM bất thường có liên quan chặt chẽ với tuổi phẫu thuật và loại đường cong. Tuy nhiên, chỉ số DAR lớn hơn không liên quan đến nguy cơ chấn thương thần kinh cao hơn. Nghiên cứu cần cỡ mẫu lớn hơn để giảm sai số thống kê.

Từ khóa: Intraoperative neuromonitoring (IONM), Deformity angular ratio (DAR), non vertebrae column resection (non-VCR).

ABSTRACT

INITIAL EVALUATION OF INTRA-OPERATIVE NEUROMONITORING SIGNAL CHANGES DURING SEVERE KYPHOSCOLIOSIS SURGERY WITHOUT VERTEBRAL COLUMN RESECTION AT HOSPITAL FOR TRAUMATOLOGY AND ORTHOPAEDICS

Dau The Canh*, Vo Quang Dinh Nam
Hospital for Traumatology and Orthopedics
*Email: dauthecanh@gmail.com

Background: Spinal cord injury is a rare complication that causes serious sequelae in spinal deformity surgery. **Objective:** To describe the relation of intra-operative neuromonitoring (IONM) signal changes during posterior spinal fusion (PSF) without vertebral column resection (VCR) to other factors in severe kyphoscoliosis surgery at Hospital for Traumatology and Orthopedic. **Materials and methods:** Retrospective review of severe pediatric spinal deformity patients treated with PSF without VCR or three-column osteotomy from 2013 to 2022. Exclusion criteria were prior instrumentation, lack of IONM, and incomplete radiographic data. Coronal DAR(C-DAR), sagittal DAR (S-DAR), total DAR (T-DAR), Cobb' Angle, kyphosis, age, and etiology

were collected and compared between patients with IONM signal loss and those without. **Results:** Thirty-two patients met the inclusion criteria. Five of thirty-two (15.6%) patients had abnormal IONM signal. In our study, IONM signals loss was not associated with increased kyphosis ($p=0.27$), or Cobb's angle ($p=0.16$). S-DAR ($p=0.84$), T-DAR ($p=0.27$), C-DAR ($p=0.19$) and etiology ($p=0.16$). The age ($p=0.009$), curve types (thoracic) ($p=0.046$) were significantly associated with IONM signal loss. **Conclusion:** Severe rigid spinal deformity carries a high risk of IOM signals loss. Our study found that abnormal IOM signals were closely related to preoperative age, curve types. However, a greater DAR was not associated with a higher risk of neurological injury. The study needs more cases to reduce bias statistics.

Keywords: Intraoperative neuromonitoring (IOMN), Deformity angular ratio (DAR), non vertebrae column resection (non-VCR).

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tổn thương tủy sống là một biến chứng hiếm gặp gây di chứng nặng nề trong phẫu thuật biến dạng cột sống. Theo dõi thần kinh trong phẫu thuật (IONM) giảm thiểu nguy cơ tổn thương thần kinh và cho phép đánh giá liên tục chức năng tủy sống của bệnh nhân, đưa ra cảnh báo theo thời gian thực về tổn thương tủy sống tiềm ẩn. Những thay đổi trong tín hiệu IONM có độ nhạy và độ đặc hiệu cao trong xác định tổn thương thần kinh [1], [2].

Tỷ lệ biến chứng thần kinh đối với phẫu thuật biến dạng cột sống đã được Hiệp hội nghiên cứu vẹo cột sống quốc tế ước tính là 1%, đặc biệt tỷ lệ này tăng lên 1,87% khi phẫu thuật hai lối. Các yếu tố có thể liên quan đến nguy cơ biến chứng thần kinh cao bao gồm vẹo cột sống bẩm sinh, do rối loạn phát triển, độ nặng của đường cong (góc Cobb trên 90 độ), phẫu thuật hai lối kết hợp, phẫu thuật lại và giảm tưới máu tủy sống do hạ huyết áp, chảy máu đáng kể. Các kỹ thuật gây nguy cơ cao hơn bao gồm đục xương sửa trục lấy bỏ thân đốt sống và nắn chỉnh gù. Nhu cầu cấp thiết có một phương pháp để cảnh báo cho phẫu thuật viên cột sống về những tổn thương thần kinh có thể xảy ra trong lúc mổ. Trước khi IOM ra đời, phương pháp đánh giá chức năng tủy sống duy nhất hiện có là nghiệm pháp thức tỉnh Stagnara: các nhược điểm là cần dùng gây mê toàn thân trong phẫu thuật để quan sát được cử động của hai chân. Nghiệm pháp này cho phép đánh giá toàn vẹn chức năng đường vận động tủy sống nhưng có nhiều hạn chế: thời điểm chính xác của tổn thương thần kinh không rõ ràng và ảnh hưởng bởi các biến chứng khác như vô tình rút ống nội khí quản, thuyên tắc khí hoặc gãy cung đốt sống. Đôi khi đánh thức bệnh nhân mắc một số bệnh nền trong khi mổ có thể gây nguy hiểm. Một số bệnh nhân có thể không hợp tác với nghiệm pháp này vì tuổi tác, rào cản ngôn ngữ hoặc tình trạng tâm thần [3].

Từ thập niên 1970, sự ra đời của SEP để theo dõi phẫu thuật vẹo cột sống đã làm giảm đáng kể tỷ lệ tổn thương tủy sống trong phẫu thuật. Năm 1992, một nghiên cứu của Hiệp hội Nghiên cứu vẹo cột sống thế giới đã kết luận rằng việc theo dõi sinh lý thần kinh tủy sống trong phẫu thuật, bao gồm cả khi đặt dụng cụ, nên được coi là "một giải pháp thay thế khả thi cho nghiệm pháp thức tỉnh trong quá trình phẫu thuật cột sống". Tuy nhiên, chỉ sử dụng SEP có thể không hiệu quả trong việc phát hiện tình trạng thiếu hụt đường vận động. Kết quả là, nhiều phương pháp khác nhau để theo dõi đường vận động của tủy sống đã được phát triển. Kỹ thuật kích thích được sử dụng phổ biến nhất là kích thích điện xuyên sọ (TES) của vỏ não vận động sơ cấp bằng các điện cực xoắn ốc đặt trong da đầu để tạo ra điện thế gọi lên vận động cơ (TES-MEP). Các bản ghi được thực hiện từ các điện cực kim ghim dưới da hoặc đặt trong nhiều cơ ở cánh tay và chân. Sự kết hợp giữa SEP và TES-

MEP giúp giám sát toàn diện chức năng tủy sống. Nhiều tác giả đã đánh giá hồi cứu kết quả của IOM được thực hiện với SEP đơn lẻ hoặc kết hợp SEP và TES-MEP trong một nhóm lớn bệnh nhân [2], [3], [4], [5].

Ở Việt Nam, IOM mới được sử dụng, chưa có nghiên cứu nào về mối liên quan giữa đặc điểm lâm sàng và hình ảnh học với các bất thường tín hiệu IOM. Nghiên cứu của chúng tôi nhằm mục đích mô tả mối tương quan giữa thay đổi tín hiệu theo dõi thần kinh với các yếu tố lâm sàng và cận lâm sàng trong phẫu thuật gù vẹo cột sống nặng không sử dụng đục xương sửa trục lấy bỏ thân đốt sống tại Bệnh viện Chấn thương Chỉnh hình (HTO).

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Bệnh nhân gù vẹo cột sống nặng đã phẫu thuật đặt dụng cụ ốc chân cung và hàn xương lồi sau từ tháng 1-2015 đến tháng 12-2022 tại HTO

- **Tiêu chuẩn chọn mẫu:** Tiêu chuẩn là góc Cobb đường cong chính cao hơn hoặc bằng 80° , hình ảnh học đầy đủ trước phẫu thuật và có sử dụng IONM. Bệnh nhân với đường cong cao hơn hoặc bằng 80° được chọn vì những đường cong này đại diện cho những đường cong nghiêm trọng hơn, sử dụng đục xương sửa trục cột sau (SPO) cho tất cả các trường hợp.

- **Tiêu chuẩn loại trừ:** Các trường hợp sử dụng kỹ thuật lấy bỏ thân đốt sống, góc vẹo nhỏ hơn 80° và không sử dụng IONM.

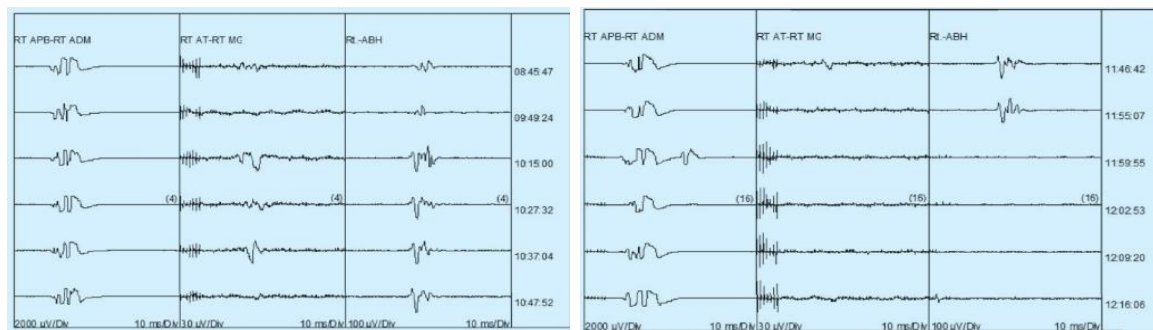
2.2. Phương pháp nghiên cứu

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

- **Cỡ mẫu:** 32 trường hợp.

- **Nội dung nghiên cứu:** Trong nghiên cứu của chúng tôi, các phép so sánh đã được thực hiện giữa những bệnh nhân bị mất tín hiệu IONM và không. Các nhóm được phân tích về sự khác biệt về tuổi, nguyên nhân vẹo cột sống, góc Cobb trước phẫu thuật, loại đường cong, gù kèm theo, và các chỉ số C-DAR, S-DAR, T-DAR.

- **Định nghĩa mất tín hiệu IONM:** Điện thế gọi theo dõi thần kinh trong phẫu thuật đa phương thức (điện thế gọi cảm giác thân thể [SSEP], điện thế gọi vận động xuyên sọ [MEP], điện thế gọi thần kinh giảm dần [DNEP]) đã được áp dụng như mô tả trước đây. Trong nghiên cứu này, các tiêu chí báo động của EP như sau: 1) MEP: biên độ biến mất ở chi dưới một bên hoặc hai bên và không phục hồi trong vòng 10 phút; 2) SSEP: biên độ giảm $> 50\%$ và/hoặc độ trễ kéo dài $> 10\%$ so với mức chuẩn. Các bước xử trí cụ thể khi có bất thường EP xảy ra: 1. Dừng phẫu thuật và kiểm tra tình trạng gây mê và sinh lý hiện tại bao gồm hiệu lực gây mê, thuốc giãn cơ, gây mê hơi và huyết áp: tăng huyết áp đúng cách và giảm độ sâu gây mê. 3. Nên tháo ốc chân cung ngay lập tức nếu có bất thường sóng khi bắt ốc. Hoạt động nên được dừng lại và giảm độ nắn, tình trạng của tủy sống nên được kiểm tra liên tục trong quá trình đục xương và nắn chỉnh. 4. Nghiệm pháp thức tỉnh nên được thực hiện ngay sau phẫu thuật [2], [3], [4], [5].



Hình 1. Một trường hợp mất tín hiệu IOM.

Tỷ lệ góc biến dạng (DAR)

Tỷ lệ góc biến dạng (DAR) là góc Cobb chia cho số đốt sống liên quan đến đường cong: DAR mặt phẳng trán (C-DAR), DAR mặt phẳng đứng dọc (S-DAR) và DAR tổng (T-DAR). Một số nhóm đã chỉ ra rằng các ngưỡng T-DAR và S-DAR cụ thể liên quan đến việc tăng nguy cơ tổn thương thần kinh. Các nghiên cứu bổ sung đã chỉ ra rằng S-DAR và C-DAR có thể giúp dự đoán mức độ cắt xương cần thiết trong việc lập kế hoạch phẫu thuật. Bên cạnh đó, DAR lớn hơn có liên quan đến nguy cơ tổn thương thần kinh cao hơn: khi S-DAR > 15°, tỷ lệ biến chứng thần kinh và bất thường sóng theo dõi tủy sống cao hơn so với khi S-DAR < 15°, khi T-DAR > 45° và S-DAR > 22°, tỷ lệ “báo động MEP” là 75% và khi S-DAR > 28°, tỷ lệ báo động MEP là 90% [6], [7]. Mặc dù các nguyên tắc về DAR có từ thời Harrington, nơi ông mô tả DAR là yếu tố liên quan đến nguy cơ tiến triển đường cong ở bệnh nhân vẹo cột sống chưa trưởng thành, độ tin cậy về DAR chưa được các phẫu thuật viên áp dụng nhiều [8], [9]. Các phân tích thống kê được thực hiện trên phần mềm SPSS phiên bản 19 (SPSSCorp LLC; College Station, TX). Nghiệm pháp Chi bình phương, Nghiệm pháp chính xác của Fisher và nghiệm pháp t-test được sử dụng để đánh giá sự khác biệt giữa các nhóm. Ý nghĩa thống kê được xác định là $p < 0,05$.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Trong nghiên cứu của chúng tôi, 32 bệnh nhân đáp ứng được các tiêu chí lựa chọn.

Bảng 1. Tương quan sóng IOM với độ tuổi

| | IOM bất thường | IOM bình thường | Tổng |
|-----------------|----------------|-----------------|-----------|
| Tuổi trung bình | 21±4.8 | 13.6±0.4 | |
| n (%) | 5 (15.6%) | 27 (84.4%) | 32 (100%) |

Nhận xét: Tuổi có liên quan đến IOM bất thường ($p = 0.009$).

Tuổi trung bình của các bệnh nhân có sóng theo dõi thần kinh bất thường là $21 \pm 4,8$ tuổi, trong khi tuổi trung bình của nhóm sóng theo dõi thần kinh bình thường là $13,6 \pm 0,38$ tuổi. Nhóm có sóng theo dõi thần kinh bất thường có 5 trong tổng số 32 bệnh nhân (15,6%), trong khi nhóm sóng theo dõi thần kinh bình thường bao gồm 27 trong tổng số 32 bệnh nhân (84,4%). (Bảng 1)

Bảng 2. Tương quan sóng IOM và các loại đường cong

| | IOM bất thường | IOM bình thường | Tổng n=32 |
|--------------------------|----------------|-----------------|-----------|
| Đường cong ngực | 5 | 14 | 19 |
| Các loại đường cong khác | 0 | 13 | 13 |

Nhận xét: IOM bất thường có liên quan chặt chẽ với đường cong ngực ($p=0.046$).

Trong nhóm sóng theo dõi thần kinh bất thường, có 5 bệnh nhân có đường cong ở ngực, và không có bệnh nhân nào có các loại đường cong khác. Trong nhóm sóng theo dõi thần kinh bình thường, có 14 bệnh nhân có đường cong ở ngực, cao hơn một chút so với 13 bệnh nhân có các loại đường cong khác. Tổng cộng có 32 bệnh nhân với 19 bệnh nhân có đường cong ở ngực và 13 bệnh nhân ở các loại đường cong khác (Bảng 2).

Bảng 3. Tương quan sóng IOM và nguyên nhân vẹo

| | IOM bất thường | IOM bình thường | Tổng n=32 |
|---------|----------------|-----------------|-----------|
| AIS | 4 | 20 | 24 |
| Non-AIS | 1 | 7 | 8 |

Nhận xét: IOM bất thường không liên quan với nguyên nhân vẹo ($p=0.157$).

Hơn nữa, nghiên cứu của chúng tôi cho thấy trong số bệnh nhân vẹo cột sống vô căn ở tuổi vị thành niên (AIS), có 4 trường hợp có sóng IOM không bình thường và 20 trường hợp với kết quả IOM bình thường. Trong nhóm không phải AIS, có 1 bệnh nhân với kết quả IOM không bình thường và 7 bệnh nhân với kết quả IOM bình thường. Tóm lại, nhóm AIS bao gồm 24 bệnh nhân, trong khi nhóm không phải AIS bao gồm tổng cộng 8 bệnh nhân (Bảng 3).

Bảng 4. Tương quan sóng IOM và tỉ số biến dạng góc vẹo (DAR)

| | Trung bình | Trung bình IOM bất thường | Trung bình IOM bình thường | p |
|--------------|------------|---------------------------|----------------------------|------|
| Cobb's angle | 99±15 | 94.8±3.5 | 99.8±3.1 | 0.16 |
| C-DAR | 13±2.3 | 12.9±0.4 | 13±0.5 | 0.19 |
| S-DAR | 6.2±4 | 5.7±1.5 | 6.3±0.8 | 0.84 |
| T-DAR | 19.3±5.4 | 18.6±1.5 | 19.4±1.1 | 0.27 |

Nhận xét: Trong nghiên cứu của chúng tôi, góc Cobb trung bình được xác định là $99^\circ \pm 15^\circ$. Cụ thể, ở những bệnh nhân có kết quả theo dõi sóng thần kinh trong phẫu thuật (IOM) bất thường, góc Cobb trung bình là $94.8^\circ \pm 3.5^\circ$, trong khi ở những người có kết quả IOM bình thường, góc Cobb trung bình là $99.8^\circ \pm 3.1^\circ$. Ngoài ra, giá trị trung bình của C-DAR là $13^\circ \pm 2.3^\circ$, với giá trị $12.9^\circ \pm 0.4^\circ$ cho nhóm IOM không bình thường và $13^\circ \pm 0.5^\circ$ cho nhóm IOM bình thường. Đối với S-DAR, giá trị trung bình là $6.2^\circ \pm 4^\circ$, với $5.7^\circ \pm 1.5^\circ$ ở nhóm IOM không bình thường và $6.3^\circ \pm 0.8^\circ$ ở nhóm IOM bình thường. Hơn nữa, giá trị trung bình của T-DAR là $19.3^\circ \pm 5.4^\circ$, đo lường là $18.6^\circ \pm 1.5^\circ$ ở nhóm bệnh nhân IOM không bình thường và $19.4^\circ \pm 1.1^\circ$ ở những người có kết quả IOM bình thường (Bảng 4).

IV. BÀN LUẬN

Sóng theo dõi thần kinh IOM cung cấp cho phẫu thuật viên những thông tin quan trọng về trạng thái tổn thương thần kinh của bệnh nhân khi đang phẫu thuật, từ đó cảnh báo phẫu thuật viên về những tổn thương thần kinh tiềm tàng có thể xảy ra trong khi bệnh nhân đang được gây mê như đánh giá lại gây mê, tạm ngừng tiến trình phẫu thuật, hoặc các hành động can thiệp khác ngay lập tức khác.

Việc mất sóng IOM đã được báo cáo qua rất nhiều công trình lớn trên thế giới. Theo Jian Chen và cộng sự tuổi có sự liên quan chặt chẽ đến biến chứng thần kinh, điều này có thể do: áp lực không đối xứng lâu ngày ảnh hưởng của cột sống vẹo lên tủy sống, phì đại và cốt hóa của các khớp nhỏ, giảm độ mềm dẻo và co dãn của cơ-dây chằng cột sống, sự giảm dung nạp và khả năng tự điều chỉnh của tủy sống. [10] Trong nghiên cứu của chúng tôi, tuổi cũng cho thấy mối liên quan mật thiết đến mất tín hiệu IOM ($p=0,009$) (Bảng 1)

Bên cạnh đó, trong các nghiên cứu của Scott L. Zuckerman và cộng sự hay của Xiaobin Wang đều cho thấy tỉ lệ tổn thương thần kinh là 4.0% ~ 21.2% trong phẫu thuật cột sống [1], [6], điều này tương tự như nghiên cứu của chúng tôi (15,6%).

Bệnh nhân mất tín hiệu IONM liên quan đáng kể đến đường cong ngực ($p= 0,046$) so với các dạng đường cong khác ($p= 0,046$). Điều này cho thấy rằng đường cong ngực khi can thiệp dễ gây ra tổn thương thần kinh hơn so với các loại đường cong khác. Nhiều nghiên cứu hiện nay tập trung vào việc đánh giá mất sóng thay đổi thần kinh, nhưng chưa có nghiên cứu nào đưa ra mối liên quan giữa mất sóng IOM và các loại đường cong, điều này là một điểm mới trong nghiên cứu của chúng tôi.

Ngoài ra, nghiên cứu của chúng tôi cũng cho thấy bệnh nhân AIS và các nguyên nhân khác không liên quan đến tín hiệu IOM bất thường ($p = 0,157$). Điều này có vẻ khác với suy luận theo thói quen rằng các nguyên nhân như bẩm sinh hay bất thường tủy sống kèm theo thì dễ biến chứng thần kinh hơn.

Mối liên quan của mất sóng IOM và DAR, các tác giả trước đây cũng kết luận rằng S-DAR tăng cao là một yếu tố rủi ro đáng kể đối với việc mất tín hiệu IONM trong quá trình phẫu thuật cột sống; như Lee và cộng sự thấy rằng S-DAR cao hơn có liên quan đến khả năng xảy ra biến chứng cao hơn trong VCR [8]. Có sự liên quan trực tiếp giữa mất tín hiệu IONM và S-DAR cao trong VCR, cắt xương ba cột và trong hàn xương lõi sau thì đặc điểm của dị tật ảnh hưởng lớn hơn đến nguy cơ thay đổi sóng thần kinh so với cách phẫu thuật và vai trò của C-DAR trong việc dự đoán các thay đổi sóng IONM vẫn còn gây tranh cãi. Trong bản gốc Wang và cộng sự nghiên cứu về DAR, những bệnh nhân có C-DAR > 10 có tỷ lệ mất tín hiệu IONM trong VCR cao hơn đáng kể so với những bệnh nhân có C-DAR <10 (32,9% so với 12,3%) [11]. Các nghiên cứu bổ sung về VCR và bệnh nhân cắt xương ba cột của Lee, Lewis và cộng sự lại kết luận rằng C-DAR tăng lên không ảnh hưởng đến tỷ lệ mất tín hiệu [9], [12], [6], [7]. Tuy nhiên, nghiên cứu của chúng tôi với 32 bệnh nhân và cho thấy S-DAR ($p= 0,84$), T-DAR ($p= 0,27$) và C-DAR ($p=0,19$) không tương quan với tỷ lệ mất tín hiệu IONM, điều này không giống với các kết quả báo cáo trong các nghiên cứu trước đây là DAR càng lớn có liên quan đến nguy cơ chấn thương thần kinh cao hơn.

Hạn chế của nghiên cứu này là nghiên cứu hồi cứu. Việc hồi cứu có thể dẫn đến việc không chính xác hoặc thiếu sót trong việc thu thập các dữ liệu và diễn tiến bệnh đã diễn ra. Điều này có thể ảnh hưởng đến tính chính xác và độ tin cậy của dữ liệu nghiên cứu. Mặc khác, nghiên cứu được thực hiện tại một trung tâm duy nhất cũng là một hạn chế. Mặc dù có thể giúp giảm biến động do sự đa dạng dữ liệu giữa các trung tâm nghiên cứu, nhưng đồng thời cũng làm giảm khả năng tổng quát hóa kết quả cho cộng đồng lớn hơn. Do đó, việc thực hiện nghiên cứu đa trung tâm trong tương lai là việc cần thiết. Cuối cùng, nghiên cứu này cũng bị giới hạn bởi số lượng mẫu tham gia (32 trường hợp), do đó cần nhiều trường hợp hơn để giảm số liệu thống kê sai lệch.

V. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu của chúng tôi, IOM là một phương pháp đáng tin cậy để theo dõi chức năng tủy sống và dây thần kinh ngoại biên trong quá trình phẫu thuật biến dạng cột sống. Bất thường sóng IOM có sự liên quan chặt chẽ với tuổi trước phẫu thuật và loại đường cong. Tuy nhiên, DAR lớn hơn và nguyên nhân vẹo không liên quan đến nguy cơ tổn thương thần kinh cao hơn. Việc xác định và đánh giá các yếu tố rủi ro gây mất tín hiệu IOM và phát triển các kỹ thuật mới giúp phẫu thuật viên kiểm soát tốt các biến chứng này và giảm thiểu nguy cơ tổn thương thần kinh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Fehlings MG B D, Norvell DC, Dettori JR. The evidence for intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery: does it make a difference?, *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010. 35:S37–46, doi: 10.1097/BRS.0b013e3181d8338e.
2. Illingworth KD S A, Skaggs DL, Andras LM, Deformity angular ratio is associated with neuromonitoring changes without a vertebral column resection: spinal deformity is more influential than type of surgery., *Spine Deform*, 2023. 11(14):951-956, doi: 10.1007/s43390-023-00669-y.
3. Jian Chen, X-x S, Wen-yuan Sui, Jing-fan Yang, Yao-long Deng, et al. Risk factors for neurological complications in severe and rigid spinal deformity correction of 177 cases, *BMC Neurology*, 2020. 20(1):433. doi: 10.1186/s12883-020-02012-8.
4. Lee BH H S, Han S et al. Total deformity angular ratio as a risk factor for complications after posterior vertebral column resection surgery, *Korean Neurosurg Society*. 2018. 61:723–730, doi: 10.3340/jkns.2018.0125.
5. Lewis ND K S, Lenke LG et al. The deformity angular ratio: does it correlate with high-risk cases for potential spinal cord monitoring alerts in pediatric 3-column thoracic spinal deformity corrective surgery?, *Spine (Phila Pa 1976)*, 2015. 40:E879–E885, doi: 10.1097/BRS.0000000000000984.
6. Pastorelli F, Di Silvestre M, Plasmati R, Michelucci R, et al. The prevention of neural complications in the surgical treatment of scoliosis: the role of the neurophysiological intraoperative monitoring, *Eur Spine J*, 2011. 20 Suppl 1 (Suppl 1), S105-114, doi: 10.1007/s00586-011-1756-z.
7. Rajappa D K M, Masapu D, et al., Multimodal intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgeries: the experience at a spine centre through years. *Asian Spine J*, 15(6):728-738, doi: 10.31616/asj.2020.0400.
8. Seung Myung Wi S-M P, Sam Yeol Chang, Surgical Causes of Significant Intraoperative Neuromonitoring Signal Changes in Three-Column Spinal Surgery, *Asian Spine J*, 2021. 15(16): 831–839, doi: 10.31616/asj.2021.0078.
9. Wang S e a, The prediction of intraoperative cervical cord function changes by different motor evoked potentials phenotypes in cervical myelopathy patients, *BMC Neurology*, 2020. 20(1):221. doi: 10.1186/s12883-020-01799-w.
10. Xiao-Bin Wang L G L, Earl Thuet et al, Deformity Angular Ratio Describes the Severity of Spinal Deformity and Predicts the Risk of Neurologic Deficit in Posterior Vertebral Column Resection Surgery, *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016. 41(18):1447-1455, doi: 10.1097/BRS.0000000000001547.
11. Xie J W Y, Zhao Z et al. Posterior vertebral column resection for correction of rigid spinal deformity curves greater than 100 degrees, *Neurosurg Spine*. 2012. 17:540–551, doi: 10.3171/2012.9.SPINE111026.
12. Zuckerman S L, Lenke L G, Cerpa M, Kelly M P, et al, Interobserver and intraobserver reliability of determining the deformity angular ratio in severe pediatric deformity curves, *Spine Deform*, 2021. 9 (2), 435-440, doi: 10.1007/s43390-020-00239-6.