**ĐÁNH GIÁ ĐIỀU TRỊ THOÁT VỊ ĐĨA ĐỆM CỘT SỐNG CỔ BẰNG PHẪU THUẬT LỐI TRƯỚC VÀ HÀN XƯƠNGVỚI LỒNG PEEK**

**BS. Lê Đăng Thanh**

# ĐẶT VẤN ĐỀ

Thoát vị đĩa đệm cột sống cổ khi có chèn ép thần kinh thì thường cần phải phẫu thuật để giải ép. 1955 Robinson và Smith đưa ra phương pháp phẫu thuật cắt đĩa lối trước và hàn xương liên thân đốt bằng mảnh ghép mào chậu đã trở thành tiêu chuẩn vàng trong nhiều thập niên qua[14]. Việc sử dụng xương ghép mào chậu để hàn xương có tỉ lệ hàn xương cao nhưng các biến chứng từ vị trí lấy ghép: đau chỗ ghép, máu tụ, gãy mào chậu, tê bì chỗ lấy ghép cũng đã được ghi nhận[5]. Để ngăn ngừa các biến chứng này, lồng được nghiên cứu và sử dụng để thay thế cho xương ghép tự thân. Lồng được chế tạo từ nhiều vật liệu khác nhau như titanium, sợi carbon, polyetheretherketone (PEEK). Lồng titanium, sợi carbon đã được sử dụng để hàn xương liên thân đốt tuy nhiên hiện tượng lún, di chuyển, hư cấu hình xảy ra.[21] PEEK là loại vật liệu polymer sinh học không tiêu gần đây được sử dụng trong vật liệu chấn thương chỉnh hình vì có tính chất tương thích sinh học, thấu quang, và có module đàn hồi tương tự xương[7]. Bên cạnh đó, xương ghép xốp đồng loại đã được sử dụng thành công trong phẫu thuật chấn thương chỉnh hình trong thời gian dài.[20]Việc phối hợp lồng PEEK có nhồi xương xốp đồng loại đã mở ra một lựa chọn trong điều trị thoát vị đĩa đệm cột sống cổ. Trong thời gian qua, khoa Cột Sống B – Bệnh viện Chấn Thương Chỉnh Hình đã sử dụng lồng PEEK có nhồi xương xốp đồng loại trong phẫu thuật cắt đĩa lối trước và hàn xương. Vì vậy chúng tôi tiến hành đề tài này để góp phần đánh giá kết quả một khuynh hướng mới trong điều trị phẫu thuật cột sống.

# ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

## Đối tượng nghiên cứu

Từ 01/2009 đến 10/2013,chúng tôi hồi cứu được 41 bệnh nhân thoát vị đĩa đệm cột sống cổ từ một đến ba tầng, đã được phẫu thuật cắt đĩa lối trước và hàn xương với lồng PEEK nhồi xương xốp đồng loại không đặt nẹp ốc tại khoa Cột Sống B – Bệnh viện Chấn Thương Chỉnh Hình – TP. Hồ Chí Minh. Thời gian theo dõi tối thiểu 12 tháng.

## Phương pháp nghiên cứu: nghiên cứu hồi cứu

### Tiêu chuẩn đánh giá kết quả điều trị

* **Đánh giá lâm sàng:**

*Đánh giá mức độ đau:* theo thang điểm VAS (Visual Analog Scale)

*Đánh giá chức năng thần kinh*: theo thang điểm của Hiệp hội Chấn Thương Chỉnh Hình Nhật Bản (JOA)

*Tính tỉ lệ phục hồi (theo Hirabayashi)*

RR>75%: rất tốt, RR>50%: tốt, RR>20%: trung bình, RR<20%: xấu

* **Đánh giá liền xương trên XQuang**

***Hàn xương thành công***[1, 8, 10]: (1) không thấy đường thấu quang giữa lồng và tấm tận, (2) có bè xương bắt cầu trong khoang đĩa đệm tầng hàn xương, (3) XQ cột sống cổ động cúi và ngửa ở tầng hàn xương: sự khác biệt của góc Cobb nhỏ hơn 20 HOẶC khoảng cách giữa 2 đỉnh mấu gai nhỏ hơn 2mm. Trong nghiên cứu, chúng tôi sử dụng cách đo khoảng cách giữa các mấu gai.Chụp cắt lớp vi tính trong các trường hợp không chắc chắn về tình trạng liền xương.

***Không liền xương*** được định nghĩa khi sự chênh lệch giữa khoảng cách mấu gai trên XQ cột sống cổ cúi và ngửa cổ lớn hơn 2mm ở lần khám cuối cùng với thời gian theo dõi trên 1năm.[11]

* **Đánh giá độ ưỡn cột sống**

Đo góc Cobb tầng hàn xương trước mổ, ngay sau mổ và lần tái khám cuối:là góc tạo bởi đường thẳng đi qua tấm tận trên đốt sống trên và tấm tận dưới đốt sống dưới trên XQ cột sống cổ nghiêng**[9]**, độ mất sửa gù (độ) = góc Cobb (lần tái khám) – góc Cobb (ngay sau mổ).Đo góc Cobb C2 – C7 trước mổ và lần tái khám cuối cùng:là góc tạo bởi đường thẳng đi qua bờ dưới C2 và đường thẳng đi qua bờ dưới C7 trên XQ cột sống cổ nghiêng[2]Trong nghiên cứu chúng tôi quy ước ở cột sống cổ: góc ưỡn có giá trị dương, góc gù có giá trị âm.

* **Đánh giá độ lún của lồng xương:** Theo Ha [6] lún của lồng vào thân đốt được tính như sau: chiều cao liên thân đốt tầng hàn xương sau mổ sớm trừ cho chiều cao liên thân đốt tầng hàn xương lần tái khám, nếu giá trị này lớn hơn 3mm được xem như là có lún. Các thông số này được đo trên XQ cột sống cổ nghiêng.
* **Vật liệu đã sử dụng**: lồng PEEK: lồng Ayers Rock (Spineway) và lồng Fidji (Zimmer). Xương ghép: xương đồng loại của Ngân hàng Mô – Bộ môn Mô Phôi – Đại học Y Khoa Phạm Ngọc Thạch.
* **Phương tiện đo:** Các thông số trên XQ được đo bằng phần mềm Surgimap Spine.

# KẾT QUẢ

**Kết quả lâm sàng**

Nghiên cứu hồi cứu 41 trường hợp, trong đó tuổi trung bình là 49,44 tuổi, trẻ nhất 31, lớn nhất 69. Nam 21 trường hợp, nữ 20 trường hợp. Thời gian theo dõi trung bình là 35,5 tháng, ngắn nhất 12 tháng, dài nhất 62 tháng. Phân bố bệnh theo số tầng thoát vị:20 bệnh nhân thoát vị một tầng (48,8%), 13 bệnh nhân thoát vị hai tầng (31,7%), 8 bệnh nhân thoát vị ba tầng (19,5%). Phân bố theo vị trí thoát vị: 41 bệnh nhân có 70 vị trí thoát vị:20 trường hợp (40%) ở C5-6, 24 (34,3%) trường hợp ở C4-5, 16 trường hợp (22,9%) ở C3-4, 2 trường hợp (2,8%) ở C6-7. Phân bố theo bệnh lý tủy và rễ: tủy 36 (88%), tủy + rễ: 5 (12%)**.**Thời gian mổ ngắn nhất là 60 phút, dài nhất là 190 phút, trung bình là 115,12phút. Lượng máu mất ít nhất là 30 ml, nhiều nhất là 300ml, trung bình là 100,5ml. VAS cổ trung bình trước mổ là7,07 ± 2,38, sau mổ trung bình là 0,66 ± 0,76 (p< 0,05). VAS tay trung bình trước mổ là 5,54 ± 3,218, trung bình sau mổ là 5,7 ± 3 (p<0,05). Điểm JOA trung bình trước mổ là 10,95 ± 2,48, điểm JOA trung bình lần khám cuối 15,63 ± 1,42. (p<0,01).Tỉ lệ phục hồi trong lô nghiên cứu của chúng tôi kết quả rất tốt là 61%, tốt 34,1%, trung bình 4,9%, kém 0%, 14 trường hợp phục hồi hoàn toàn 100%, tỉ lệ phục hồi trung bình là 79,33 %.

## Kết quả XQuang

### Kết quả liền xương

*Theo số tầng hàn xương:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Thoát vị 1 tầng** | **Tần số** | **Tỉ lệ %** |
| **Liền xương** | 19 | 95% |
| **Không liền** | 1 | 5% |
| **Tổng số** | 20 | 100% |
|  |  |  |

*Kết quả liền xương tính theo số lượng bệnh nhân:*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Số tầng** | **Tần số** | | **Tỉ lệ %** | |
| **Liền xương** | **Không liền** | **Liền xương** | **Không liền** |
| **1 tầng**  **2 tầng**  **3 tầng** | 19  9  2 | 1  4  6 | 46,3%  21,9%  4,8% | 2,4%  9,7%  14,6% |
| **Tổng số** | **30** | **11** | **73,2%** | **26,8%** |
| 41 (trường hợp) | | 100% | |

Khi kiểm bằng phép kiểm Kruskal – Wallis chúng tôi nhận thấy có sự khác biệt về tỉ lệ liền xương giữa nhóm thoát vị đĩa đệm cột sống cổ một tầng và nhiều tầng (p<0,05).

*Kết quả liền xương theo vị trí thoát vị:*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vị trí** | **Tần số** | | **Tỉ lệ %** | |
| **Liền xương** | **Không liền** | **Liền xương** | **Không liền** |
| **C3-4**  **C4-5**  **C5-6**  **C6-7** | 16  17  22  1 | 0  7  6  1 | 22,9%  24,3%  31,4%  1,4% | 0%  10%  8,6%  1,4% |
| **Tổng số** | **56** | **14** | **80%** | **20%** |
| 70 (tầng) | | 100% | |
|  |  | |  | |

*Liên quan giữa kết quả liền xương và điểm JOA ở lần khám cuối:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Đánh giá**  **JOA** | **Liền xương** | |  |
| **Không** | **Có** | **Tổng cộng** |
| **0 - 7** | 0 | 0 | 0 (0%) |
| **8 - 11** | 0 | 0 | 0 (0%) |
| **12 - 15** | 6 | 10 | 16 (39,0%) |
| **16 - 17** | 5 | 20 | 25 (61,0%) |
| **Tổng cộng** | 11(26,8%) | 30(73,2%) | 41 (100%) |

Khi kiểm bằng phép kiểm Kruskal - Wallis chúng tôi nhận thấy không có mối liên quan có ý nghĩa thống kê giữa 2 nhóm liền xương và không liền xương với kết quả lâm sàng cuối cùng (p = 0,24).

*Liên quan giữa kết quả liền xương và tỉ lệ phục hồi (RR):*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Đánh giá**  **RR** | **Liền xương** | | **Tổng cộng** |
| **Không** | **Liền** |
| **Xấu** | 0 | 0 | 0 (0%) |
| **Trung bình** | 1 | 1 | 2 (4,9%) |
| **Tốt** | 3 | 11 | 14 (34,1%) |
| **Rất tốt** | 7 | 18 | 25 (61,0%) |
| **Tổng cộng** | 11(26,8%) | 30(73,2%) | 41 (100%) |

Khi kiểm bằng phép kiểm Kruskal – Wallis chúng tôi nhận thấy không có mối liên quan có ý nghĩa thống kê giữa 2 nhóm liền xương và không liền xương với tỉ lệ phục hồi (p = 0,94).

*Khảo sát liền xương trên cắt lớp vi tính:*

Cắt lớp vi tính được thực hiện ở 18 bệnh nhân với 40 tầng thoát vị, 3 trường hợp không đánh giá được do xảo ảnh kim loại, 15 trường hợp cho kết quả không khác với kết quả Xquang.

### Sự thay đổi góc Cobb trung bình cột sống cổ trước mổ và lần khám cuối cùng:

*Trị số trung bình góc Cobb ở tầng hàn xương:*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tầng hàn xương | Trước mổ | Sau mổ sớm | Lần khám cuối | Mất sửa gù |
| Góc Cobb (độ) | 6,9 ± 6,40 | 11,7 ± 5,70 | 9,7 ± 4,70 | -2 ± 2,40 |

Ở lần khám cuối cùng, sự mất chỉnh sửa trung bình là -2 ± 2,40, tuy nhiên tầng hàn xương vẫn còn độ ưỡn, với góc Cobb có trị số trung bình là 9,7 ± 4,70 (mất sửa gù được tính bằng góc Cobb ở lần khám cuối trừ cho góc Cobb sau mổ sớm).

Khi kiểm bằng phép kiểm T, chúng tôi nhận thấy có sự khác biệt giữa: góc Cobb trước mổ và sau mổ sớm (p < 0,05), góc Cobb lần khám cuối và sau mổ sớm (p < 0,05), góc Cobb lần khám cuối và trước mổ (p < 0,05)

*Trị số trung bình góc Cobb C2 – C7:*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **C2-C7** | **Trước mổ** | **Lần khám cuối** | **P (t-test)** |
| **Góc Cobb** | 20,3 ± 9,90 | 22,4 ± 6,90 | 0,65 |

Ở lần khám cuối cùng cột sống cổ giữ được độ ưỡn với trị số trung bình của góc Cobb là 22,4 ± 6,90.

*Lún và di chuyển lồng PEEK trên XQ*

Trên XQ quan sát được 4 trường hợp di chuyển lồng PEEK ra trước, trong đó có 1 trường hợp vừa có lún + không liền xương, 2 trường hợp di chuyển ra trước + không liền xương và 1 trường hợp di chuyển ra trước có liền xương. Tất cả các bệnh nhân này không có than phiền gì về các triệu chứng nuốt nghẹn hay khó nuốt ở lần khám cuối.

## Biến chứng

11 trường hợp khàn tiếng sau mổ, trong đó 3 bệnh nhân có kèm nuốt sặc. Các triệu chứng này tự thuyên giảm và hết sau vài tuần đến vài tháng.12 trường hợp nuốt đau sau mổ, các triệu chứng này tự hết sau 3 – 6 ngày.

# BÀN LUẬN

## Đánh giá kết quả về mặt lâm sàng

Độ tuổi thường gặp trong nghiên cứu của chúng tôi từ 40 – 59 tuổi, trung bình là 49 tuổi. Đây là lứa tuổi hiện tượng thoái hóa biểu hiện rõ, tần suất xảy ra thoát vị đĩa đệm cột sống cổ nhiều hơn. Vị trí thoát vị gặp nhiều nhất là C5 – 6, có thể do tầng C5- 6 đóng vai trò như điểm tựa của một đòn bẩy trong cử động của cột sống cổ, có tầm vận động nhiều nhất do đó dễ bị thoái hóa sớm và gây ra thoát vị.[18]

92,7% bệnh nhân có đau cổ trước mổ trong đó 75,6% đau nặng đến đau dữ dội. Đau là triệu chứng chính yếu khiến bệnh nhân đi khám bệnh. Điểm VAS trung bình trước mổ trong nghiên cứu chúng tôi là 7,07 và trong lần khám cuối là 0,66 (p < 0,05). JOA trung bình trước mổ từ 10,95 tăng lên 15,63 sau mổ (p<0,05).Điều này chứng tỏ phẫu thuật cắt đĩa lối trước có hiệu quả đối với bệnh lý thoát vị đĩa đệm cột sống cổ.

## Đánh giá kết quả liền xương trên XQ

Việc đánh giá liền xương cho hàn xương cột sống cổ cho đến nay vẫn chưa có một tiêu chuẩn thống nhất.Hơn 50 năm trước, Robinson là người đầu tiên đưa ra tiêu chuẩn đánh giá liền xương khi hàn xương liên thân đốt cột sống cổ, đó là *“có bè xương bắt cầu và không thấy sự cử động trên XQ cột sống cổ nghiêng cúi và ngửa”*[12]. Sethi[13] nhận thấy từ từ năm 2000, các báo cáo đã có khuynh hướng hướng đến một sự đồng thuận về tiêu chuẩn đánh giá liền xương. Để khẳng định chắc chắn tình trạng liền xương trong phẫu thuật hàn xương liên thân đốt cột sống cổ thì tiêu chuẩn vàng là phẫu thuật thám sát. Tuy nhiên đây là phương pháp xâm nhập và không thể thực hiện được trong thực tế. Do đó, việc dựa vào tiêu chuẩn kể trên đế đánh giá liền xương được xem phương pháp chặt chẽ và dễ thực hiện[10, 13]. Chúng tôi chọn cách đo khoảng cách mấu gai với mốc 2mm làm một yếu tố trong tiêu chuẩn đánh giá liền xương. Theo Cannada[1] thì cách đo khoảng cách mấu gai chính xác hơn cách đo góc Cobb.

Để đạt được hàn xương thành công, chất liệu nhồi trong lồng cũng là một điểm quan trọng. Cho[3] sử dụng lồng PEEK nhồi xương xốp đồng loại cho 60 bệnh nhân với 70 tầng hàn xương đã đạt được tỉ lệ liền xương là 100%.Cho[4] so sánh kết quả điều trị của 40 trường hợp sử dụng lồng PEEK nhồi xương xốp mào chậu tự thân với 40 trường hợp sử dụng mảnh ghép mào chậu tự thân nhận thấy tỉ lệ liền xương ở nhóm dùng PEEK là 100% và nhóm dùng mảnh ghép mào chậu là 93%, biến chứng thấp hơn ở nhóm dùng PEEK. Tuy vậy, dù có kết quả lâm sàng tốt, ở nhóm sử dụng PEEK vẫn phải mở một vết mổ dù nhỏ, để lấy xương xốp ở mào chậu.Tỉ lệ liền xương trong nghiên cứu chúng tôilà 72%. Sự khác biệt này có thể do sự khác nhau về vật liệu nhồi vào lồng PEEK. Tuy vậy, theo Yang[19] tỉ lệ liền xương trong một số nghiên cứu có thể bị đánh giá cao do sai sót trong đo đạc.

Wang[16, 17]nhận thấy rằng đặt nẹp ốc đối với hàn xương nhiều tầng đạt được liền xương đạt tỉ lệ cao hơn, tuy nhiên đối với hàn xương ba tầng vẫn có tỉ lệ không liền xương cao (18%), mặc dù sử dụng nẹp ốc có làm giảm tỉ lệ không liền xương. Do đó đểgiảm biến chứng từ nẹp ốc và việc lấy ghép, một số tác giả như Cho[3], Chen[2] Liu[8]đã sử dụng lồng PEEK đơn thuần kết hợp với xương tự thân hoặc xương khử khoáng trong các trường hợp hàn xương ba tầng, tỉ lệ liền xương đạt được từ 72% - 100%. Riêng với các trường hợp ba tầng, trong nghiên cứu chúng tôi 25% bệnh nhân liền xương (2/8 bệnh nhân). Tỉ lệ này thấp hơn so với nghiên cứu của Cho[3], Chen[2] Liu[8], Wang[17]. Sự khác biệt này theo chúng tôi có thể là do sự khác biệt về vật liệu nhồi vào PEEK và việc có sử dụng thêm nẹp ốc hay không. Các nghiên cứu sử dụng xương mào chậu đều đạt được tỉ lệ liền xương cao.

## Mối liên quan giữa kết quả lâm sàng và kết quả liền xương:

Với sự phát triển của những vật liệu mới và kỹ thuật mổ hiện đại, tỉ lệ không liền xương khi hàn xương cột sống cổ lối trước có vẻ đã giảm. Tuy nhiên, tình trạng không liền xương có triệu chứng chiếm khoảng 60%[15]. Ở những bệnh nhân không có triệu chứng có thể do tình trạng khớp giả đang ở trạng thái ổn định vì cấu trúc xương ghép hoặc vật liệu ghép (lồng, nẹp ốc) còn nguyên vẹn đã duy trì được chiều cao đĩa, độ ưỡn của tầng hàn xương. Bệnh nhân có thể không có triệu chứng khoảng 2 năm sau lần mổ đầu, thậm chí đến 6 năm.[11, 15] Ngược lại, khi tình trạng tiêu mảnh ghép, lún, hư cấu hình gây ra tình trạng giảm chiều cao đĩa, gù, mất vững, hẹp lỗ liên hợp và có thể xuất hiện triệu chứng ở bệnh nhân không liền xương không có triệu chứng trước đó. Vì vậy, để đánh giá ảnh hưởng lâm sàng ở những bệnh nhân không liền xương không triệu chứng cần thời gian theo dõi lâu dài. Trong nghiên cứu chúng tôi với 41 trường hợp có kết quả lâm sàng từ tốt đến rất tốt là 95% và tỉ lệ liền xương là 73%, thời gian theo dõi trung bình là 35,5 tháng. Riêng với các trường hợp không liền xương có thời gian theo dõi trung bình 27 tháng, 10/11 trường hợp có kết quả lâm sàng từ tốt đến rất tốt, 1 trường hợp kết quả lâm sàng trung bình. Trong nghiên cứu không thấy mối liên quan giữa sự liền xương và kết quả lâm sàng sau cùng. Với những hạn chế là nghiên cứu hồi cứu, cỡ mẫu nhỏ và thời gian theo dõi ngắn, chúng tôi chỉ có thể nhận xét phẫu thuật cắt đĩa lối trước và hàn xương có hiệu quả đối với bệnh lý thoát vị đĩa đệm cột sống cổ có chèn ép thần kinh và việc đánh giá ảnh hưởng lâm sàng của tình trạng không liền xương khi hàn xương với lồng PEEK cần có thời gian theo dõi dài hơn với cỡ mẫu lớn hơn.

# KẾT LUẬN

Phẫu thuật cắt đĩa lối trước và hàn xương với lồng PEEK đơn thuần nhồi xương xốp đồng loại là một phương pháp hiệu quả và an toàn đối với bệnh lý thoát vị đĩa đệm cột sống cổ. Mặc dù tỉ lệ liền xương không đạt tuyệt đối nhưng kỹ thuật này có thể cải thiện triệu chứng lâm sàng, duy trì được độ ưỡn của cột sống cổ và tránh được các biến chứng từ việc lấy ghép mào chậu và cố định nẹp ốc. Cần chú ý đối với các trường hợp hàn xương từ hai tầng trở lên để đạt được sự hàn xương thành công. Để đánh giá ảnh hưởng lâm sàng của tình trạng không liền xương khi hàn xương với lồng PEEK cần thời gian theo dõi lâu hơn và cỡ mẫu lớn hơn.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Cannada, L. K., et al. (2003), "Pseudoarthrosis of the cervical spine: a comparison of radiographic diagnostic measures*"*, *Spine (Phila Pa 1976)*. 28(1), pp. 46-51.

2. Chen, Y., et al. (2013), "Comparison of titanium and polyetheretherketone (PEEK) cages in the surgical treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy: a prospective, randomized, control study with over 7-year follow-up*"*, *Eur Spine J*. 22(7), pp. 1539-1546.

3. Cho, D. Y., Lee, W. Y., and Sheu, P. C. (2004), "Treatment of multilevel cervical fusion with cages*"*, *Surg Neurol*. 62(5), pp. 378-385, discussion 385-386.

4. Cho, D. Y., et al. (2002), "Preliminary experience using a polyetheretherketone (PEEK) cage in the treatment of cervical disc disease*"*, *Neurosurgery*. 51(6), pp. 1343-1349; discussion 1349-1350.

5. Goulet, J. A., et al. (1997), "Autogenous iliac crest bone graft. Complications and functional assessment*"*, *Clin Orthop Relat Res*(339), pp. 76-81.

6. Ha, S. K., et al. (2008), "Radiologic Assessment of Subsidence in Stand-Alone Cervical Polyetheretherketone (PEEK) Cage*"*, *J Korean Neurosurg Soc*. 44(6), pp. 370-374.

7. Kurtz, S. M. and Devine, J. N. (2007), "PEEK biomaterials in trauma, orthopedic, and spinal implants*"*, *Biomaterials*. 28(32), pp. 4845-4869.

8. Liu, H., et al. (2012), "Polyetheretherketone cages alone with allograft for three-level anterior cervical fusion*"*, *ISRN Neurol*. 2012, p. 452703.

9. Oh, S. H., et al. (2013), "ACDF Using the Solis Cage with Iliac Bone Graft in Single Level: Clinical and Radiological Outcomes in Average 36 months Follow-up*"*, *Korean J Spine*. 10(2), pp. 72-77.

10. Ploumis, Avraam, et al. (2006), "Prospective assessment of cervical fusion status: plain radiographs versus CT-scan*"*, *Acta Orthopaedica Belgica*. 72(3), pp. 342-346.

11. Phillips, F. M., et al. (1997), "Anterior cervical pseudarthrosis. Natural history and treatment*"*, *Spine (Phila Pa 1976)*. 22(14), pp. 1585-1589.

12. Robinson, Robert A, et al. (1962), "The results of anterior interbody fusion of the cervical spine*"*, *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 44(8), pp. 1569-1587.

13. Sethi, N., et al. (2008), "Diagnosing cervical fusion: a comprehensive literature review*"*, *Asian Spine J*. 2(2), pp. 127-143.

14. Smith, G. W. and Robinson, R. A. (1958), "The treatment of certain cervical-spine disorders by anterior removal of the intervertebral disc and interbody fusion*"*, *J Bone Joint Surg Am*. 40-a(3), pp. 607-624.

15. Stauff, Michael P. and Knaub, Mark A. (2006), "Pseudoarthrosis Following Anterior Cervical Surgery: Diagnosis, Treatment Options, and Results*"*, *Seminars in Spine Surgery*. 18(4), pp. 235-244.

16. Wang, J. C., et al. (2000), "Increased fusion rates with cervical plating for two-level anterior cervical discectomy and fusion*"*, *Spine (Phila Pa 1976)*. 25(1), pp. 41-45.

17. Wang, J. C., et al. (2001), "Increased fusion rates with cervical plating for three-level anterior cervical discectomy and fusion*"*, *Spine (Phila Pa 1976)*. 26(6), pp. 643-646; discussion 646-647.

18. White, Augustus A. and Panjabi, Manohar M. (1990), "Kinematics of the Spine", *Clinical Biomechanics of the Spine 2nd Edition*, Lippincott Company, pp. 85 -125.

19. Yang, J. J., et al. (2011), "Subsidence and nonunion after anterior cervical interbody fusion using a stand-alone polyetheretherketone (PEEK) cage*"*, *Clin Orthop Surg*. 3(1), pp. 16-23.

20. Zdeblick, T. A. and Ducker, T. B. (1991), "The use of freeze-dried allograft bone for anterior cervical fusions*"*, *Spine (Phila Pa 1976)*. 16(7), pp. 726-729.

21. van der Haven, I., et al. (2005), "Anterior cervical interbody fusion with radiolucent carbon fiber cages: clinical and radiological results*"*, *Acta Orthopaedica Belgica*. 71(5), pp. 604-9.