

# L'ALLINEAMENTO SAGITTALE SEGMENTALE COME FATTORE PREDITTIVO DI DEGENERAZIONE DEI LIVELLI ADIACENTI DOPO PROCEDURA DI CLOWARD

## Sagittal segmental alignment as predictor of adjacent-level. Degeneration after a Cloward procedure

C. FALDINI, M.T. MISCIONE, F. ACRI,  
C. GALANTE, C. PUNGETTI, R. BORGHINI,  
L. RAMPONI, S. GIANNINI

*Università di Bologna, Istituto Ortopedico Rizzoli*

### **Indirizzo per la corrispondenza:**

Cesare Faldini  
Istituto Ortopedico Rizzoli  
via Pupilli 1, 40136 Bologna  
Tel. +39 051 6366368  
Email: cesare.faldini@ior.it

Ricevuto il 27 ottobre 2011

Accettato il 21 novembre 2011

### **Riassunto**

In seguito ad intervento di artrodesi intersomatica anteriore secondo Cloward, alcuni Autori hanno notato un aumento dell'incidenza di degenerazione dei dischi intervertebrali cervicali adiacenti al livello di artrodesi.

Scopo di questo studio è valutare se l'allineamento sagittale post-operatorio delle due vertebre fuse possa essere considerato come un fattore predittivo della degenerazione degli spazi cervicali adiacenti al livello operato.

È stato condotto uno studio retrospettivo su 107 pazienti trattati mediante la procedura di Cloward.

Sono stati misurati: l'allineamento segmentale sagittale delle vertebre fuse (ASS) nel pre-operatorio, nel post-operatorio e all'ultimo controllo disponibile e inoltre la degenerazione dei livelli adiacenti ad un follow-up minimo di 10 anni.

L'ASS medio riscontrato pre-operatoriamente era di  $0,6 \pm 2,0^\circ$ , nel post-operatorio era di  $1,9 \pm 4,2^\circ$ , mentre all'ultimo follow-up disponibile era di  $1,8 \pm 4,1^\circ$ . La degenerazione dei livelli adiacenti è stata riscontrata nel 60% dei casi con un ASS di  $0^\circ$  o meno (allineamento cifotico), e nel 27% dei casi con un ASS maggiore di  $0^\circ$  (allineamento lordotico).

Nei casi in cui risulti necessario eseguire l'artrodesi intersomatica anteriore del rachide cervicale, si raccomanda un corretto allineamento segmentale sagittale, al fine di prevenire la degenerazione degli spazi vertebrali adiacenti.

**Parole chiave:** spondilosi cervicale, ernia del disco cervicale, singolo livello, trattamento chirurgico, tecnica di Cloward, allineamento segmentale sagittale

### **Summary**

After Cloward anterior interbody fusion various authors have noted adjacent-cervical segment degeneration.

The aim of this study was to determine whether the postoperative sagittal segmental alignment of the fused vertebrae could be used as a predictor of adjacent-level degeneration. We retrospectively studied 107 patients operated by Cloward procedure.

In standard radiographs of the cervical spine in lateral view, the alignment of the involved intervertebral space (ASS) was measured and the adjacent-level degeneration was assessed at a minimum follow-up of 10 years.

Preoperatively, mean ASS was  $0.6 \pm 2.0^\circ$ , post-operative was  $1.9 \pm 4.2^\circ$ , while at last follow-up was  $1.8 \pm 4.1^\circ$ . Adjacent level degeneration was present in 60% of cases with postoperative ASS of  $0^\circ$  or less (kyphotic alignment) and in 27% of cases with postoperative ASS of more than  $0^\circ$  (lordotic alignment).

To prevent adjacent-level degeneration, we recommend proper lordotic sagittal segmental alignment when anterior interbody fusion of the cervical spine is indicated.

**Key words:** cervical spondylosis, cervical disc herniation, single level, Surgical treatment, Cloward procedure, sagittal segmental alignment

## INTRODUZIONE

L'ernia del disco e la spondilosi cervicale di un singolo livello sono patologie di frequente riscontro nella pratica clinica. Queste condizioni possono essere spesso causa di cervicalgia, di radicolopatie, o di mielopatia cervicale e possono portare ad importanti quadri di disabilità<sup>1</sup>. In presenza di ernia del disco o spondilosi cervicale, il trattamento chirurgico è indicato in caso di severo peggioramento della radicolopatia e/o della mielopatia o di fallimento del trattamento conservativo<sup>2,3</sup>. Le tecniche chirurgiche utilizzate in questi casi sono molte: la decompressione anteriore, la laminectomia, la laminoplastica e l'artrodesi anteriore o posteriore con placca e viti<sup>4-14</sup>.

La tecnica chirurgica di decompressione anteriore del midollo spinale, associata all'artrodesi intersomatica cervicale, è stata descritta per la prima volta da Robinson & Smith, nel 1955<sup>14</sup>, e poi da Cloward nel 1958, ed è utilizzata ancora oggi<sup>4,15-18</sup>. Secondo la tecnica di Cloward l'artrodesi intersomatica cervicale è realizzata inserendo nello spazio intervertebrale degenerato un innesto osseo bicorticale prelevato dalla cresta iliaca del paziente<sup>17,19-22</sup> (Fig. 1A, B).

L'artrodesi intersomatica cervicale determina la perdita del movimento dello spazio coinvolto, e conseguentemente, un sovraccarico funzionale dei segmenti adiacenti<sup>23-28</sup>; pertanto, possono presentarsi alterazioni degenerative a carico dei dischi intervertebrali superiore ed inferiore al segmento fuso con una frequenza che va dal 10 all'89% ad un controllo a lungo termine<sup>18,27,29-31</sup>. Molti Autori hanno analizzato la progressione della degenerazione dei dischi adiacenti al livello di artrodesi mettendoli in relazione a diversi fattori, come ad esempio: gli ampi gradi di movimento, la predisposizione individuale, lo stile di vita, l'aumentato stress da carico degli spazi discali adiacenti al livello fuso, la riduzione dell'apporto nutrizionale al disco a causa dell'aumentato stress sulle limitanti superiore ed inferiore, l'aumento del movimento a carico dei livelli adiacenti e l'instabilità<sup>30,32-34</sup>.

Lo scopo di questo studio è stato valutare: se la chirurgia avesse ripristinato l'allineamento lordotico del segmento operato, se l'allineamento segmentale sagittale delle vertebre fuse (ASS) fosse un fattore predittivo della degenerazione degli spazi adiacenti al livello operato ad un follow-up minimo di dieci anni, se l'ASS post-operatorio delle vertebre fuse fosse mantenuto all'ultimo controllo disponibile e se vi fosse una relazione tra il livello della fusione e la degenerazione dei livelli adiacenti.

## MATERIALI E METODI

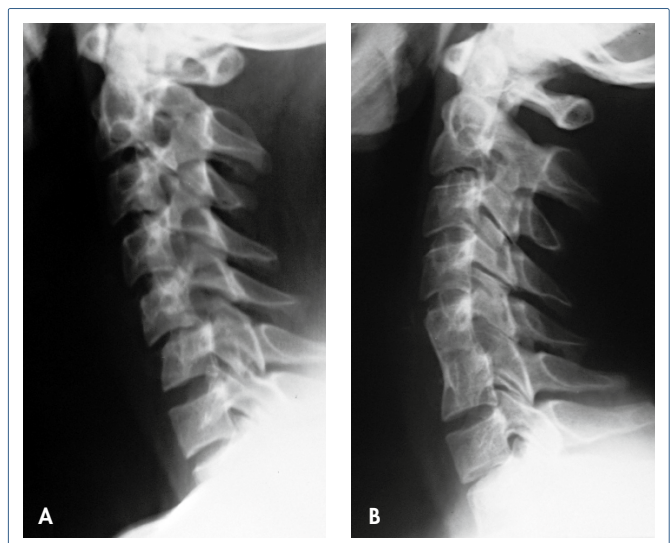
È stata condotta una revisione retrospettiva su 143 pazienti operati dal 1985 al 1995 mediante discectomia e artrodesi intersomatica cervicale per via anteriore utilizzando la tecnica chirurgica descritta da Cloward, tutti i pazienti erano affetti da patologia discale a carico di un singolo livello compreso tra C4 e C7<sup>35</sup>.

I criteri d'inclusione sono stati: 1) età compresa tra i 35 e i 55 anni; 2) pazienti operati ad un singolo spazio compreso tra C4 e C7 mediante la procedura di Cloward; 3) al momento dell'intervento i pazienti non presentavano segni radiografici di degenerazione a carico dei livelli adiacenti allo spazio intervertebrale operato (Grado 0 e 1 nella scala descritta da Kellgren e Lawrence<sup>31,36</sup>).

I criteri di esclusione sono stati: 1) ernia cervicale e spondilosi post-traumatica; 2) storia di patologie reumatiche;

### FIGURA 1.

Aspetti radiografici pre-operatori di spondilosi cervicale interessanti il livello tra C5-C6 con un allineamento cifotico del rachide cervicale, in un paziente di 48 anni (A). Radiografia effettuata al controllo a 12 anni dall'intervento chirurgico che mostra il ripristino della fisiologica cifosi cervicale e di una completa osteointegrazione dell'innesto osseo. Non si evidenziano, inoltre, degenerazioni a carico dei livelli adiacenti al livello operato (B).



3) diabete; 4) artrite; 5) patologie neurodegenerative ed infiammatorie; 6) radiografie in AP e laterale pre-operatorie e post-operatorie incomplete o nelle quali non erano visibili tutti i corpi vertebrali compresi tra C2 e C7. Durante il periodo analizzato, la procedura di Cloward a carico di un singolo livello è stata eseguita in 271 casi. Sono stati esclusi 128 pazienti che non rispondevano ai criteri di inclusione.

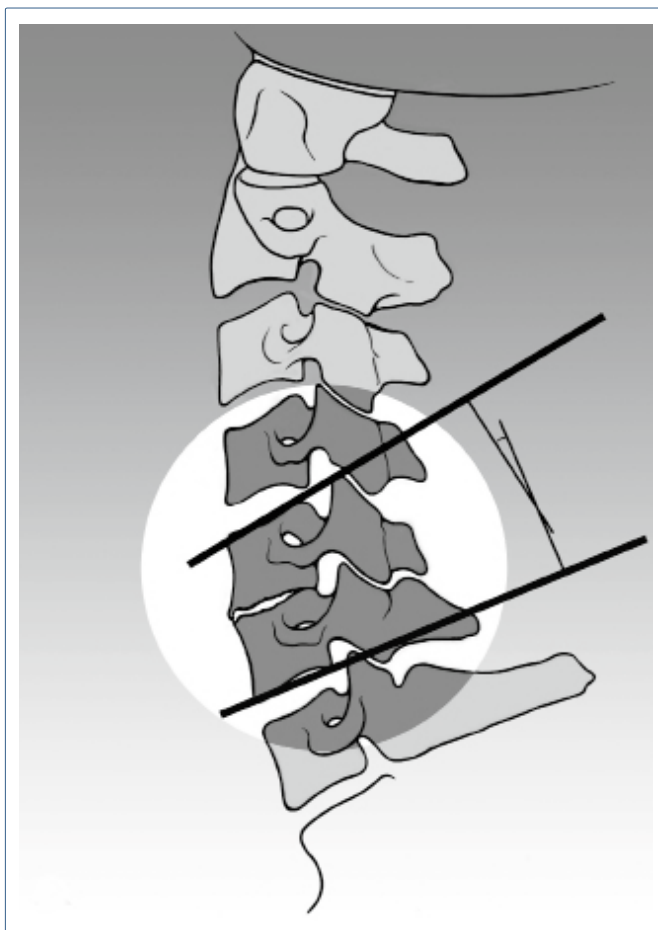
Dei 143 rimasti, 36 sono stati persi prima del follow-up a dieci anni: i pazienti disponibili per lo studio finale sono stati pertanto 107. Tra questi, 14 erano donne e 93 uomini. L'età media ( $\pm$  SD) era di  $46 \pm 7$  anni. Il livello tra C4 e C5 era coinvolto in 46 casi, il livello tra C5 e C6 in 34 casi e il livello tra C6 e C7 in 27 casi. Tutti i pazienti avevano manifestato, nelle ultime 12 settimane, una cervicalgia refrattaria ai trattamenti conservativi associata a radicolopatia e/o mielopatia da meno di 12 settimane. Nessun paziente è stato richiamato per questo studio; tutti i dati sono stati ricavati dalle cartelle cliniche e dalle radiografie. Il follow-up minimo è stato di 10 anni (media 16 anni; range 10-23 anni).

Nel pre-operatorio, nel post-operatorio e all'ultimo controllo disponibile l'ASS è stato calcolato sulle radiografie in proiezione laterale da tre tra gli Autori non coinvolti nell'intervento chirurgico. Ognuno dei tre osservatori ha valutato indipendentemente ogni radiografia, e in caso di differenti opinioni tra i tre osservatori, è stata eseguita una valutazione combinata ed è stato raggiunto un accordo. L'ASS è stato misurato come l'angolo compreso tra la linea parallela alla limitante superiore del corpo vertebrale prossimale al disco coinvolto e la linea parallela alla limitante inferiore del corpo vertebrale sottostante<sup>32</sup> (Fig. 2). Questo valore è positivo se vi è un allineamento lordotico e negativo in caso di allineamento cifotico. Per descrivere la degenerazione degli spazi adiacenti al livello operato sono stati utilizzati i parametri descritti da Kellgren e Lawrence<sup>36</sup>: il Grado 0 indica una chiara assenza di segni radiografici di alterazioni degenerative; il Grado 1 indica una dubbia presenza di degenerazione; il Grado 2 indica la presenza di chiari segni di degenerazione sebbene di lieve entità; il Grado 3 indica una moderata degenerazione; il Grado 4 una degenerazione severa. Kellgren & Lawrence<sup>36</sup> hanno considerato come evidenza di degenerazione la formazione di osteofiti, il restringimento della rima articolare con sclerosi dell'osso subcondrale, la presenza di aree pseudocistiche e l'alterata forma ossea. Tutti i pazienti sono stati operati in anestesia generale e in decubito supino. Il primo tempo chirurgico ha previsto il prelievo di un innesto osseo bicorticale dalla cresta iliaca anteriore. Successivamente è stata eseguita una incisione cutanea a livello della superficie anteriore del collo con direzione obliqua. La trachea e l'esofago sono stati retratti medialmente, mentre il muscolo sternocleido-

mastoideo e il fascio vasculo-nervoso sono stati retratti lateralmente. È stato eseguito un controllo intra-operatorio con l'amplificatore di brillantezza per confermare il livello vertebrale coinvolto. Dopo aver effettuato una completa discectomia, raggiunto il legamento longitudinale posteriore, è stato posizionato all'interno dello spazio vertebrale precedentemente preparato l'innesto osseo, ed è stata effettuata una accurata emostasi. La ferita è stata chiusa mediante una sutura continua con filo riassorbibile e la cute mediante una sutura con filo di seta. È stato posizionato un piccolo drenaggio, mantenuto per le prime 24 ore. La ferita infine è stata medicata con una sottile garza sterile.

## FIGURA 2.

L'illustrazione mostra l'allineamento segmentale sagittale. L'ASS è stato misurato come l'angolo compreso tra la linea parallela alla limitante superiore del corpo vertebrale prossimale al disco coinvolto e la linea parallela alla limitante inferiore del corpo vertebrale sottostante.

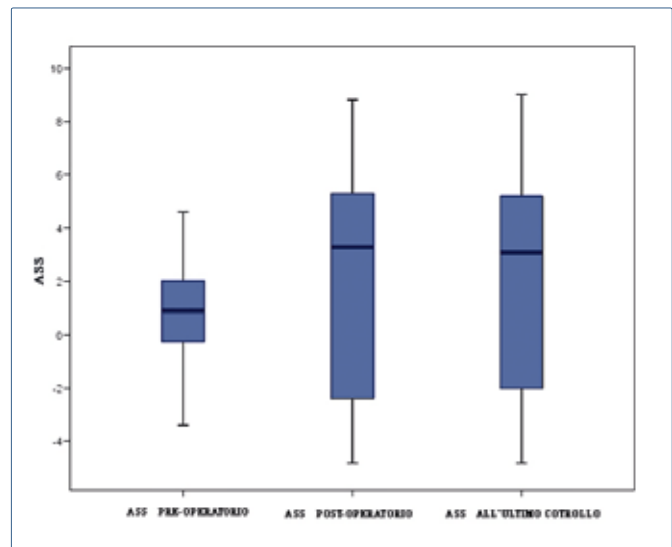


Nell'immediato post-operatorio a tutti i pazienti è stato indicato l'uso di un collare semirigido, che hanno indossato in maniera continuativa per due mesi. Al paziente è stato permesso di alzarsi dal letto il giorno dopo l'intervento. I pazienti sono stati dimessi da 3 a 5 giorni dopo l'intervento chirurgico, in relazione alle condizioni cliniche.

Tutti i pazienti sono stati rivisti in ambulatorio dopo due settimane, e dopo 2, 6 e 12 mesi dall'intervento, ed ancora all'ultimo follow-up. Sono state inoltre eseguite delle radiografie standard del rachide cervicale in posizione neutra in due proiezioni.

Al fine di valutare se l'intervento fosse stato in grado di ripristinare l'allineamento lordotico del tratto operato, è stato paragonato l'angolo ASS misurato nelle radiografie post-operatorie con quello del pre-operatorio; questa relazione è stata valutata mediante il test di Wilcoxon per dati appaiati. Per valutare se l'ASS post-operatorio delle vertebre fuse potesse essere un fattore predittivo di degenerazione dei livelli cervicali adiacenti al livello operato, i pazienti sono stati divisi in due gruppi: il gruppo A comprendeva i pazienti con ASS post-operatorio neutro o cifotico ( $ASS \leq 0^\circ$ ), mentre il gruppo B includeva pazienti con un ASS post-operatorio lordotico ( $ASS > 0^\circ$ ). Il tasso di degenerazione degli spazi adiacenti al livello operato nel gruppo A (ASS cifotico) e nel gruppo B (ASS lordotico) è stato comparato usando il test del Chi quadro. Il tasso di degenerazione dei livelli adiacenti al livello operato è stato valutato mediante i parametri descritti da Kellgren & Lawrence<sup>36</sup>. La correlazione tra l'angolo ASS e il tasso di degenerazione dei livelli adiacenti al livello operato è stata valutata utilizzando la regressione logistica e la correlazione per ranghi di Spearman. Per analizzare se il valore post-operatorio di ASS delle vertebre fuse fosse stato mantenuto all'ultimo controllo, è stato comparato il valore dell'ultimo controllo con il valore nel post-operatorio utilizzando il test di Wilcoxon per dati appaiati. Per valutare se vi fosse una relazione tra il livello di artrodesi e la presenza di degenerazioni dei livelli cervicali adiacenti, è stato utilizzato il test del Chi quadro. Tutte le variabili continue sono state espresse come media  $\pm$  DS. L'analisi dei dati è stata condotta mediante SPSS 9.0.

**FIGURA 3.** Il grafico mostra i valori dell'allineamento sagittale segmentale delle vertebre fuse (ASS) misurato pre-operatorivamente, post-operatoriamente e all'ultimo controllo disponibile.



**RISULTATI**

La tecnica chirurgica ha restituito un valore lordotico dell'angolo ASS in 66 su 107 pazienti (62%) (Fig. 3). L'angolo ASS è aumentato ( $p < 0,001$ ) passando da un valore medio pre-operatorio di  $0,6 \pm 2,0^\circ$  ad un valore medio post-operatorio di  $1,9 \pm 4,2^\circ$  (Tab. I). L'ASS post-operatorio era uguale o inferiore a  $0^\circ$  (allineamento cifotico) in 41 pazienti (Gruppo A) e maggiore di  $0^\circ$  (allineamento lordotico) in 66 pazienti (Gruppo B). Nel gruppo A, l'ASS post-operatorio medio era di  $-3,0 \pm 1,2^\circ$ , mentre nel Gruppo B, era di  $5,0 \pm 1,9^\circ$ . All'ultimo follow-up, la degenerazione dei livelli adiacenti al livello operato era presente complessivamente nel 40% dei pazienti (Tab. II). In particolare la degenerazione si è verificata più frequentemente nel Gruppo A: 61% contro il 27% nel Gruppo B (Fig. 4). Le modifiche dell'ASS nel postoperatorio ( $r = -0,428$ ;  $p < 0,001$ ) e all'ultimo follow-

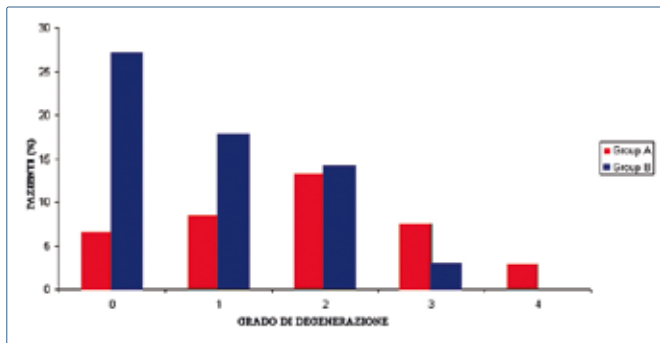
**TABELLA. I.**  
Angolo ASS.

	Pre-operatorio	Post-operatorio	Controllo	Post-operatorio		Controllo	
	ASS	ASS	ASS	ASS		ASS	
				A	B	A	B
<b>N di pazienti</b>	107	107	107	41	66	41	66
<b>Media</b>	0,6	1,9	1,8	-3,0	5,0	-2,8	4,8
<b>SD</b>	2,0	4,2	4,1	1,2	1,9	1,2	2,3

**TABELLA. II.**  
Grado di degenerazione dei livelli adiacenti nei due gruppi.

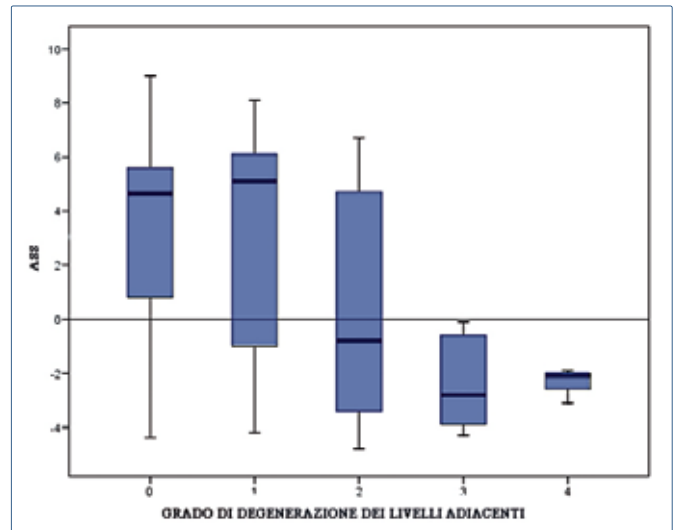
Grado di degenerazione dei livelli adiacenti	0	1	2	3	4
N di pazienti del gruppo A	7	9	14	8	3
N di pazienti del gruppo B	29	19	15	3	0
Totale pazienti	64		43		
% di pazienti	60		40		

**FIGURA 4.**  
Numero di pazienti appartenenti al gruppo A e B i quali mostrano una degenerazione dei livelli adiacenti dal Grado 0 al 4. Il grado di degenerazione viene classificato secondo quanto proposto da Kellgren-Lawrence.

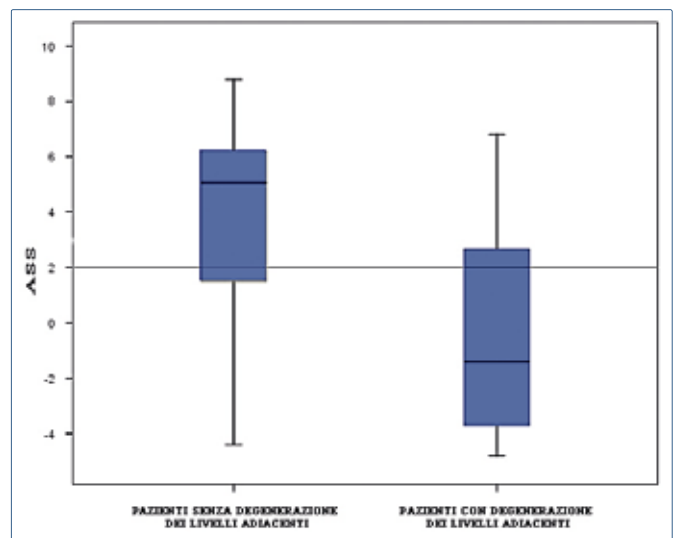


up è correlato con la degenerazione dei livelli cervicali adiacenti al livello dell'artrosi ( $r = 0,432$ ;  $p < 0,001$ ) (Fig. 5). La regressione logistica per il valore di ASS postoperatorio e la degenerazione dei livelli cervicali adiacenti presenta un indice pari a 0,788 (intervallo di confidenza del 95%, 0,708-0,877;  $p < 0,001$ ) e  $+2,0^\circ$  è stato calcolato come il valore limite che prediceva la maggiore incidenza di comparsa della degenerazione (Fig. 6). Prendendo in considerazione la totalità dei pazienti, 64 (60%) non mostravano degenerazione dei livelli adiacenti al livello operato, all'ultimo controllo disponibile, 18 tra questi avevano un ASS inferiore a  $2,0^\circ$ , e 46 un ASS maggiore di  $2,0^\circ$ . Dei rimanenti 43 pazienti (40%) che mostravano degenerazioni a carico dei livelli adiacenti al livello operato, all'ultimo controllo disponibile 30 avevano un valore di ASS inferiore a  $2,0^\circ$  e 13 un ASS maggiore ai  $2,0^\circ$ . Il valore post-operatorio di ASS delle vertebre fuse è stato mantenuto all'ultimo follow-up: l'angolo ASS misurato post-operatoriamente ( $1,9 \pm 4,2^\circ$ ) e all'ultimo follow-up ( $1,8 \pm 4,1^\circ$ ) era sovrapponibile ( $p = 0,639$ ). La degenerazione dei livelli cervicali adiacenti al livello operato era presente in 20 pazienti (40%) sottoposti ad artrosi di C4-C5, in 13 pazienti sottoposti ad artrosi

**FIGURA 5.**  
Il grafico mostra la relazione tra l'allineamento sagittale segmentale (ASS) delle vertebre fuse (ASS) e il grado di degenerazione dei livelli cervicali adiacenti al livello operato.



**FIGURA 6.**  
Il grafico mostra il valore dell'allineamento sagittale segmentale delle vertebre fuse (ASS) in pazienti senza degenerazione dei livelli adiacenti al livello operato e in pazienti con la degenerazione dei livelli adiacenti.



di C5-C6 (39%), e in 10 (37%) tra i pazienti con artrosi di C6-C7 (Tab. III). Non sono state trovate delle correlazioni tra il livello dell'artrosi e la degenerazione degli spazi vertebrali adiacenti.

## DISCUSSIONE

Il trattamento chirurgico delle ernie cervicali o delle spondilosi è frequente in caso di fallimento del trattamento conservativo. Tra i diversi tipi di trattamento chirurgico la procedura di Cloward è un'eccellente tecnica per il trattamento delle mielopatie o delle compressioni delle radici nervose in un singolo livello<sup>37</sup>. Le principali complicanze di questa tecnica possono essere: la pseudoartrosi e il collasso dell'impianto, che producono una deformità in cifosi del segmento interessato<sup>32 36 38-40</sup>. Inoltre, la letteratura riporta frequentemente, ad un lungo follow-up, la degenerazione radiografica dei dischi vertebrali adiacenti all'artrosi cervicale<sup>30 32 41-43</sup>. Hilibrand et al.<sup>30</sup> hanno osservato sintomi riconducibili alla degenerazione degli spazi adiacenti dopo artrosi intersomatica anteriore nel 12% dei pazienti a 5 anni e nel 19% a 10 anni, con una media di incidenza annua del 3%. È interessante notare come abbiano riportato un rischio inferiore di degenerazione nei casi di fusioni multilivello, rispetto ai casi di fusione di un singolo livello. Tuttavia non è stata analizzata la possibile correlazione tra la degenerazione dei livelli vertebrali adiacenti e l'allineamento segmentale sagittale. Katsura et al.<sup>32</sup>, ad una media di 10 anni di follow-up dopo artrosi intersomatica anteriore del rachide cervicale, hanno riportato una incidenza di degenerazioni a carico dei livelli adiacenti a quello operato superiore al 50%. Tuttavia non risultava chiaro cosa promuovesse le alterazioni radiografiche e come fossero correlate con i sintomi clinici<sup>15 21 26 31</sup>. La degenerazione dei dischi cervicali potrebbe dipendere esclusivamente dalla storia naturale della degenerazione legata all'età<sup>1 44</sup>. In questo studio si è cercato di determinare: se vi fosse il ripristino dell'allineamento lordotico del segmento operato, se l'ASS post-operatorio delle vertebre fuse fosse un valore predittivo della successiva degenerazione dei livelli adiacenti a quello operato ad un follow-up minimo di 10 anni, se l'ASS post-operatorio del segmento fuso fosse stato mantenuto all'ultimo follow-up, e se ci fossero delle correlazioni tra il livello dell'artrosi e la comparsa di degenerazione agli spazi adiacenti.

Questo studio ha presentato numerose limitazioni. La prima, e forse la principale, si riferisce alla selezione dei pazienti; sono stati esclusi i pazienti che all'ultimo follow-up avevano 65 o più anni a causa della difficoltà nel distinguere tra una degenerazione correlata con l'età e una degenerazione correlata con la pregressa artrosi vertebrale. Tuttavia, basandoci sui dati, crediamo che il campione utilizzato in questo studio sia sufficientemente eterogeneo da rappresentare una valutazione attendibile del risultato che si sarebbe ottenuto valutando la popolazione generale. Secondo, le valutazioni radiografiche sono soggette a variabili correlate agli osservatori. Questi però non erano coinvolti direttamente nel trattamento chirurgico, il che consente di rendere la valutazione meno soggetta a errore. Terzo, le misurazioni sono state effettuate sulle radiografie, le quali non sono affidabili allo stesso modo della TC e della RMN. Quarto, è stato valutato esclusivamente l'aspetto radiografico e non quello clinico.

L'allineamento cifotico del rachide cervicale e delle vertebre fuse è una comune complicanza nei pazienti trattati mediante la tecnica di Cloward. In una revisione della vasta letteratura sulla procedura di Cloward, Chauten et al.<sup>45</sup> hanno riportato un tasso di allineamento cifotico del 20%. Vavruch et al.<sup>21</sup> segnalano un aumento dell'ASS ad un anno di follow-up dalla procedura di Cloward. Nella nostra casistica è stato ugualmente osservato un aumento dell'angolo ASS confrontando il valore pre-operatorio ( $0,6 \pm 2,0^\circ$ ) e il post-operatorio ( $1,9 \pm 4,2^\circ$ ). In particolare la tecnica da noi usata è stata in grado di ripristinare un ASS lordotico in 66 pazienti su 107 (62%).

Come suggerito da molti Autori<sup>15 21 31 32</sup>, il mantenimento o il ripristino del fisiologico allineamento sagittale potrebbe essere un fattore protettivo contro la progressione della degenerazione dei livelli adiacenti al livello operato. In uno studio sull'analisi cinematica, Miyzaki et al.<sup>31</sup> hanno dimostrato che i cambiamenti nell'allineamento sagittale del rachide cervicale influenzano la cinematica e il contributo di ogni singolo segmento sulla mobilità di tutto il rachide cervicale. Conseguentemente l'Autore ha supposto che questi cambiamenti potrebbero causare un'anormale

**TABELLA. III.**  
Tasso di degenerazione dei livelli adiacenti.

Livello di artrosi	Numero di pazienti totali	Degenerazione dei livelli adiacenti	Non degenerazione dei livelli adiacenti	Gruppo A			Gruppo B		
				Pazienti	Degenerazione dei livelli adiacenti	Non degenerazione dei livelli adiacenti	Pazienti	Degenerazione dei livelli adiacenti	Non degenerazione dei livelli adiacenti
C4-C5	46	20 (43,5%)	26 (56,5%)	20	11 (55,0%)	9 (45,0%)	26	9 (34,6%)	17 (65,4%)
C5-C6	34	13 (38,3%)	21 (61,8%)	11	8 (72,7%)	3 (27,3%)	23	5 (21,7%)	18 (78,3%)
C6-C7	27	10 (37,1%)	17 (62,9%)	10	6 (60,0%)	4 (40,0%)	17	4 (23,5%)	13 (76,5%)
Total	107			41	25 (61,0%)	16 (39,0%)	66	18 (27,2%)	48 (72,7%)

distribuzione del carico che potrebbe con il tempo promuovere dei processi degenerativi. Ciononostante, non è stata dimostrata una chiara correlazione tra la perdita della fisiologica lordosi cervicale e la comparsa di processi degenerativi. Baba et al.<sup>15</sup>, sebbene non abbiano trovato delle evidenze che la cifosi della colonna cervicale sia correlata con il recupero neurologico, suggeriscono, quando si effettuano interventi chirurgici sul rachide cervicale, di cercare di mantenere la fisiologica lordosi. Vavruch et al.<sup>21</sup> hanno asserito che la cifosi cervicale potrebbe essere svantaggiosa a lungo termine poiché aumenta i processi degenerativi a carico dei livelli adiacenti a quello operato. Katsura et al.<sup>32</sup> hanno osservato un aumento dell'incidenza di alterazioni degenerative a carico dei dischi cervicali adiacenti al livello operato in pazienti con allineamento post-operatorio del rachide cervicale cifotico rispetto a quelli con un allineamento lordotico. L'indice OR di 0,788 tra l'ASS post-operatorio e la degenerazione dei livelli adiacenti a quello operato osservato nel corso del nostro studio, suggerisce che un angolo ASS lordotico può essere considerato un fattore protettivo contro l'insorgenza di fenomeni degenerativi. In particolare, per ogni grado positivo dell'angolo ASS, c'è stata una riduzione del rischio di degenerazione a carico dei livelli adiacenti del 20%. Inoltre, abbiamo osservato che i valori cifotici dell'angolo ASS sono correlati con la degenerazione dei livelli adiacenti e che il valore limite di ASS post-operatorio che predice la comparsa di degenerazione a carico dei livelli cervicali adiacenti è +2,0° (Fig. 6).

Cloward<sup>19</sup> ha riportato un basso tasso (1%) di riassorbimenti dell'innesto osseo. Tuttavia, Vavruch et al.<sup>21</sup> ripor-

tano un aumento dell'allineamento cifotico dell'angolo di ASS a due anni di controllo dopo la procedura di Cloward, attribuendo questo problema al collasso dell'innesto. Nel nostro studio non sono state trovate differenze statisticamente significative tra l'angolo ASS postoperatorio ( $1,9 \pm 4,2^\circ$ ) e l'angolo ASS misurato all'ultimo follow-up ( $1,8 \pm 4,1^\circ$ ). La mancanza di modificazioni dell'angolo ASS suggerisce che non vi è un vero collasso osseo ma solo un modesto riassorbimento.

Hilibrand et al.<sup>30</sup> hanno riportato un maggiore rischio di sviluppare degenerazione al livello adiacente all'interspazio tra la quinta e la sesta vertebra cervicale e tra la sesta e la settima; mentre hanno riscontrato un rischio minore tra la seconda e la terza vertebra cervicale e all'interspazio cervicotoracico. Nella nostra casistica non è stata trovata nessuna correlazione tra il livello dell'artrosi (C4-C5, C5-C6, C6-C7) e il tasso di degenerazione dei livelli adiacenti; da questo s'ipotizza che un appropriato allineamento dell'artrosi vertebrale è più importante del livello dell'artrosi nel determinare la probabilità di degenerazioni a carico dei livelli adiacenti.

## CONCLUSIONI

L'artrosi intersomatica anteriore del rachide cervicale mediante procedura di Cloward è una tecnica efficace per il trattamento dell'ernia e della spondilosi cervicale. Al fine di prevenire la degenerazione dei livelli cervicali adiacenti a quello operato, si raccomanda di stabilire un angolo sagittale segmentale del livello sottoposto ad artrosi lordotico.

## Bibliografia

- Bernard TN Jr, Whitecloud TS 3rd. *Cervical spondylotic myelopathy and myeloradiculopathy. Anterior decompression and stabilization with autogenous fibula strut graft.* Clin Orthop Relat Res 1987;221:149-60.
- Iwamura Y, Onari K, Kondo S, et al. *Cervical intradural disc herniation.* Spine (Phila Pa 1976) 2001;26:698-702.
- Martins AN. *Anterior cervical discectomy with and without interbody bone graft.* J Neurosurg 1976;44:290-5.
- Bartolozzi P, Salvi M. *Anterior surgery of the lower cervical spine.* Chir Organi Mov 1992;77:81-5.
- Bohlman HH, Emery SE, Goodfellow DB, et al. *Robinson anterior cervical discectomy and arthrodesis for cervical radiculopathy. Long-term follow-up of one hundred and twenty-two patients.* J Bone Joint Surg Am 1993;75:1298-307.
- Boni M, Denaro V. *Surgical treatment of cervical arthrosis. Follow-up review (2-13 years) of the 1st 100 cases operated on by anterior approach.* Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1982;68:269-80.
- Clements DH, O'Leary PF. *Anterior cervical discectomy and fusion.* Spine (Phila Pa 1976) 1990;15:1023-5.
- Davey JR, Rorabeck CH, Bailey SI, et al. *A technique of posterior cervical fusion for instability of the cervical spine.* Spine (Phila Pa 1976) 1985;10:722-8.
- Edwards CC, 2<sup>nd</sup>, Heller JG, Silcox DH, 3<sup>rd</sup>. *T-Saw laminoplasty for the management of cervical spondylotic myelopathy: clinical and radiographic outcome.* Spine (Phila Pa 1976) 2000;25:1788-94.
- Herkowitz HN, Kurz LT, Overholt DP. *Surgical management of cervical soft disc herniation. A comparison between the anterior and posterior approach.* Spine (Phila Pa 1976) 1990;15:1026-30.
- Lunsford LD, Bissonette DJ, Zorub DS. *Anterior surgery for cervical disc disease. Part 2: Treatment of cervical spondylotic myelopathy in 32 cases.* J Neurosurg 1980;53:12-9.
- Hirabayashi K, Watanabe K, Wakano K, et al. *Expansive open-door laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy.* Spine (Phila Pa 1976) 1983;8:693-9.
- Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, et al. *Long term outcome of laminoplasty for cervical myelopathy due to disc herniation.* Spine (Phila Pa 1976) 2005;30:756-9.
- Tan J, Zheng Y, Gong L, et al. *Anterior cervical discectomy and interbody fusion by endoscopic approach: a preliminary report.* J Neurosurg Spine 2008;8:17-21.
- Baba H, Furusawa N, Imura S, et al. *Late radiographic findings after anterior cervical fusion for spondylotic myeloradiculopathy.* Spine (Phila Pa 1976) 1993;18:2167-73.
- Cloward RB. *Creation and operation of a bone bank.* J Neurosurg 1970;33:682-8.
- Samartzis D, Shen FH, Goldberg EJ, et al. *Is autograft the gold standard in achieving radiographic fusion in one-level anterior cervical discectomy and fusion with rigid anterior plate fixation?* Spine (Phila Pa 1976) 2005;30:1756-61.

- <sup>18</sup> Yue WM, Brodner W, Highland TR. *Long-term results after anterior cervical discectomy and fusion with allograft and plating: a 5- to 11-year radiologic and clinical follow-up study.* Spine (Phila Pa 1976) 2005;30:2138-44.
- <sup>19</sup> Cloward RB. *The anterior surgical approach to the cervical spine: the Cloward Procedure: past, present, and future. The presidential guest lecture, Cervical Spine Research Society.* Spine (Phila Pa 1976) 1988;13:823-7.
- <sup>20</sup> Silber JS, Anderson DG, Daffner SD, et al. *Donor site morbidity after anterior iliac crest bone harvest for single-level anterior cervical discectomy and fusion.* Spine (Phila Pa 1976) 2003;28:134-9.
- <sup>21</sup> Vavruch L, Hedlund R, Javid D, et al. *A prospective randomized comparison between the cloward procedure and a carbon fiber cage in the cervical spine: a clinical and radiologic study.* Spine (Phila Pa 1976) 2002;27:1694-701.
- <sup>22</sup> Hermansen A, Hedlund R, Vavruch L, et al. *A comparison between the carbon fiber cage and the cloward procedure in cervical spine surgery: a ten- to thirteen-year follow-up of a prospective randomized study.* Spine (Phila Pa 1976) 2011;36:919-25.
- <sup>23</sup> Chen CS, Cheng CK, Liu CL, et al. *Stress analysis of the disc adjacent to interbody fusion in lumbar spine.* Med Eng Phys 2001;23:483-91.
- <sup>24</sup> Eck JC, Humphreys SC, Lim TH, et al. *Bio-mechanical study on the effect of cervical spine fusion on adjacent-level intradiscal pressure and segmental motion.* Spine (Phila Pa 1976) 2002;27:2431-4.
- <sup>25</sup> Faldini C, Leonetti D, Nanni M, et al. *Cervical disc herniation and cervical spondylosis surgically treated by Cloward procedure: a 10-year-minimum follow-up study.* J Orthop Traumatol 2010;11:99-103.
- <sup>26</sup> Hukuda S, Mochizuki T, Ogata M, et al. *Operations for cervical spondylotic myelopathy. A comparison of the results of anterior and posterior procedures.* J Bone Joint Surg Br 1985;67:609-15.
- <sup>27</sup> Lopez-Espina CG, Amirouche F, Havalad V. *Multilevel cervical fusion and its effect on disc degeneration and osteophyte formation.* Spine (Phila Pa 1976) 2006;31:972-8.
- <sup>28</sup> Natarajan RN, Chen BH, An HS, et al. *Anterior cervical fusion: a finite element model study on motion segment stability including the effect of osteoporosis.* Spine (Phila Pa 1976) 2000;25:955-61.
- <sup>29</sup> Hunter LY, Braunstein EM, Bailey RW. *Radiographic changes following anterior cervical fusion.* Spine (Phila Pa 1976) 1980;5:399-401.
- <sup>30</sup> Hilibrand AS, Carlson GD, Palumbo MA, et al. *Radiculopathy and myelopathy at segments adjacent to the site of a previous anterior cervical arthrodesis.* J Bone Joint Surg Am 1999;81:519-28.
- <sup>31</sup> Miyazaki M, Hymanson HJ, Morishita Y, et al. *Kinematic analysis of the relationship between sagittal alignment and disc degeneration in the cervical spine.* Spine (Phila Pa 1976) 2008;33:E870-6.
- <sup>32</sup> Katsuura A, Hukuda S, Saruhashi Y, et al. *Kyphotic malalignment after anterior cervical fusion is one of the factors promoting the degenerative process in adjacent intervertebral levels.* Eur Spine J 2001;10:320-4.
- <sup>33</sup> Miyazaki M, Hong SW, Yoon SH, et al. *Kinematic analysis of the relationship between the grade of disc degeneration and motion unit of the cervical spine.* Spine (Phila Pa 1976) 2008;33:187-93.
- <sup>34</sup> Suk KS, Kim KT, Lee JH, et al. *Sagittal alignment of the cervical spine after the laminoplasty.* Spine (Phila Pa 1976) 2007;32:E656-60.
- <sup>35</sup> Cloward RB. *The anterior approach for removal of ruptured cervical disks.* 1958. J Neurosurg Spine 2007;6:496-511.
- <sup>36</sup> Kellgren JH, Lawrence JS. *Radiological assessment of osteo-arthritis.* Ann Rheum Dis 1957;16:494-502.
- <sup>37</sup> Macnab I. *Cervical spondylosis.* Clin Orthop Relat Res 1975;(109):69-77.
- <sup>38</sup> Cloward RB. *Complications of anterior cervical disc operation and their treatment.* Surgery 1971;69:175-82.
- <sup>39</sup> Flynn TB. *Neurologic complications of anterior cervical interbody fusion.* Spine (Phila Pa 1976) 1982;7:536-9.
- <sup>40</sup> Shinomiya K, Okamoto A, Kamikozuru M, et al. *An analysis of failures in primary cervical anterior spinal cord decompression and fusion.* J Spinal Disord 1993;6:277-88.
- <sup>41</sup> Löfgren H, Johannsson V, Olsson T, et al. *Rigid fusion after cloward operation for cervical disc disease using autograft, allograft, or xenograft: a randomized study with radiostereometric and clinical follow-up assessment.* Spine (Phila Pa 1976) 2000;25:1908-16.
- <sup>42</sup> Peolsson A, Peolsson M. *Predictive factors for long-term outcome of anterior cervical decompression and fusion: a multivariate data analysis.* Eur Spine J 2008;17:406-14.
- <sup>43</sup> Peolsson A, Hedlund R, Vavruch L, et al. *Predictive factors for the outcome of anterior cervical decompression and fusion.* Eur Spine J 2003;12:274-80.
- <sup>44</sup> Rao R. *Neck pain, cervical radiculopathy, and cervical myelopathy: pathophysiology, natural history, and clinical evaluation.* J Bone Joint Surg Am 2002;84:1872-81.
- <sup>45</sup> Cauthen JC, Kinard RE, Vogler JB, et al. *Outcome analysis of noninstrumented anterior cervical discectomy and interbody fusion in 348 patients.* Spine (Phila Pa 1976) 1998;23:188-92.