

STUDIO MEDIANTE GAIT ANALYSIS DEI RISULTATI A BREVE TERMINE DEL TRATTAMENTO DELLA STENOSI DEL CANALE VERTEBRALE LOMBARE MULTILIVELLO MEDIANTE DECOMPRESSIONE E DISTRAZIONE INTERSPINOSA

Short term results and gait analysis in multivel lumbar spinal stenosis treated with decompression and interspinous distraction

R. SINIGAGLIA¹, A. MOMOLI¹,
E. CASTAMAN², C.P. TREVISAN³,
D.A. FABRIS MONTERUMICI⁴

¹ U.O.C. Ortopedia e Traumatologia, Ospedale Civile "San Bortolo", Vicenza; ² U.O.C. Ortopedia e Traumatologia, Ospedale Civile di Montebelluna Maggiore (VI); ³ Dipartimento di Neuroscienze, Università di Padova; ⁴ U.O.C. Chirurgia del Rachide, Azienda Ospedaliera, Università di Padova

Indirizzo per la corrispondenza:

Riccardo Sinigaglia
U.O.C. Ortopedia e Traumatologia
Ospedale Civile "San Bortolo"
viale F. Rodolfi 37, 36100 Vicenza (VI)
Tel. +39 0444 752822
E-mail: riccardo.sinigaglia@ulssvicenza.it

Ricevuto il 22 luglio 2011
Accettato il 26 aprile 2012

Riassunto

La stenosi del canale vertebrale lombare (LSS) è la principale causa di chirurgia vertebrale nei pazienti oltre i 65 anni.

Scopo del nostro lavoro clinico prospettico non randomizzato è stato studiare risultati, efficacia, e complicanze a breve termine del trattamento della LSS mediante recalibraggio decompressivo associato ad artrorisi interspinosa, analizzando mediante la *gait analysis* il reale effetto su equilibrio e motilità della colonna segmentale lombare e globale.

Tra marzo 2009 e marzo 2010 sono stati selezionati per il nostro studio 12 pazienti, 4 (33,3%) femmine, 8 (66,7%) maschi. L'età media era $63,50 \pm 15,23$ (range 39-82) anni. Sono stati trattati in media $2,50 \pm 0,80$ (range 1-4) livelli stenotici sintomatici per paziente. Il tempo operatorio medio è stato $90,42 \pm 18,40$ minuti. Il ritorno alla deambulazione autonoma è avvenuto dopo una media di $1,83 \pm 0,58$ giorni dall'intervento.

Tutti i pazienti erano soddisfatti dell'intervento (media $8,83 \pm 1,11$ su scala 0-10). Dopo l'intervento si ha un miglioramento statisticamente significativo del dolore ($p_v = 0,000$), della funzionalità lombare ($p_v = 0,000$), e dello stato di salute ($p_v = 0,000$). La *gait analysis* ha dimostrato un miglioramento della funzionalità e delle capacità dei pazienti non solo legato a questionari clinici soggettivi, ma rilevato oggettivamente. Si ha un miglioramento della motilità della colonna su tutti i 3 piani dello spazio ($p_v = 0,001$) sia per la flessione-estensione, che per la deviazione laterale, che per la rotazione assiale), una ridistribuzione dei carichi sull'asse antero-posteriore ed una migliorata distribuzione delle pressioni plantari durante le prove statiche,

segno di maggiore equilibrio, una riduzione degli atteggiamenti posturali attuati per prevenire il dolore, un miglioramento delle capacità deambulatorie.

I risultati del nostro studio clinico prospettico non randomizzato a breve termine dimostrano come l'intervento di recalibraggio associato a distrazione interspinosa Coflex sia procedura efficace e sicura nel trattamento della stenosi del canale vertebrale lombare multilivello. Questo intervento, oltre alla risoluzione dei sintomi, porta ad un miglioramento della funzionalità e delle capacità dei pazienti. Sarà importante tenere seguito nel tempo questo gruppo di pazienti, implementando sia il campione che il follow-up, per verificare l'effettiva tenuta nel tempo dei risultati, nodo cruciale nella scelta del trattamento.

Parole chiave: stenosi lombare, trattamento chirurgico, interspinoso, risultati, gait analysis

Summary

The clinical syndrome of neurogenic claudication due to lumbar spinal stenosis (LSS) is the most frequent indication for spinal surgery in patients older than 65 years of age.

Aim of our prospective non-randomized clinical study was to analyze short term results, efficacy, and complications after decompression and interspinous distraction surgery for severe multilevel LSS, and to analyze difference in body and spine balance and movement using gait analysis.

Between March 2009 and March 2010 12 patients were selected for our study. 4 (33.3%) were female, 8 (66.7%) were male. Mean age at surgery was 63.50 ± 15.23 (range 39-82) years. A mean of 2.50 ± 0.80 (range 1-4) symptomatic levels were treated for patient. Mean operative time was 90.42 ± 18.40 minutes. There was a mean return to walk after 1.83 ± 0.58 days.

All patients were satisfied for the procedure, with a personal satisfaction rate (0-10) of 8.33 ± 1.53 . After surgery there were significant statistical improvement in VAS pain ($p_v = 0.000$), in

ODI lumbar function ($p_v = 0.000$), and in SF36 health status ($p_v = 0.000$).

Gait analysis showed an objective, and not just subjective, improvement in patient functionality and capacity. Trials proved a global improvement in spinal range of motion after surgery ($p_v = 0.001$) both on flexion-extension, and on lateral bending, and on axial rotation), with re-distribution of plantar anterior-posterior loading, and better plantar loading distribution on static trials, signs of improved balance. There were reduction of postures to prevent pain. There was a statistical improvement in walking capacity.

Results of our short term prospective nonrandomized clinical study shown that decompressive recalibrage plus interspinous distraction is an effective and safe procedure for severe multilevel LSS. Patients had improvement both on symptoms and on functionality and capacity. It will be important to continue follow-up of patients, implementing sample, in order to verify long-term follow-up, real focus on treatment choice.

Key words: lumbar stenosis, surgical treatment, interspinous distraction, results, gait analysis

INTRODUZIONE

La stenosi del canale vertebrale (LSS) è un restringimento del canale vertebrale con conseguente intrappolamento delle strutture neurali dall'osso e dai tessuti molli circostanti. I pazienti tipicamente si presentano con radicoliti agli arti inferiori e/o claudicatio neurogena (dolore alle cosce o alle gambe in piedi o durante il cammino, che si risolve sedendosi o riposandosi a schiena flessa). La patogenesi di questo disturbo è generalmente degenerativa¹⁻⁶. La stenosi del canale vertebrale lombare è un fenomeno in espansione, a causa dell'aumento dell'età media, in continuo incremento nelle ultime due decadi. Sebbene l'incidenza e la prevalenza delle forme sintomatiche di stenosi del canale vertebrale lombare non sia stata ancora bene stabilita⁷, questa condizione è la principale causa di chirurgia vertebrale nei soggetti al di sopra dei 65 anni^{8,9}. Dal punto di vista anatomico-patologico e radiografico la stenosi del canale vertebrale lombare, come dice il nome, è caratterizzata da un restringimento del canale vertebrale a livello del rachide lombare. Il restringimento può essere centrale, subarticolare (nell'area al di sotto delle faccette posteriori), o foraminale. La patologia diventa sintomatica quando tale restringimento arriva a causare compressione delle radici dei nervi spinali. La classificazione tutt'oggi in uso per la stenosi del canale lombare è quella di Arnoldi del 1976 (Tab. I)¹⁰, che suddivide le stenosi in congenite (idiopatiche o acondroplasiche), acquisite (degenerative o combinate congenite-degenerative), iatrogene (esiti laminectomia o artrodesi), spondilolitiche, postraumatiche, miscelanee (corticosteroidi, Paget, acromegalia, ecc.). Tra le varie forme, quella acquisita degenerativa è di gran lunga la più frequente, e si manifesta

TABELLA I.

La classificazione di Arnoldi del 1976 è ad oggi il sistema classificativo maggiormente utilizzato per le stenosi del canale vertebrale lombare.

Classificazione di Arnoldi	
Categoria	Commenti
Stenosi congenita	Peduncoli congenitamente corti, 20-40 anni
Idiopatica	
Acondroplastica	Frequente nei fenotipi acondroplastici
Stenosi acquisita	
Degenerativa	
Del canale centrale	Degenerazione discale e zigoapofisaria, ipertrofia
Periferica, del canale laterale	Presentazione come lombosciatalgia
Spondilolistesi	Può predominare lombalgia
Combinata congenita-degenerativa	
Iatrogena	
Postlaminectomia	> livelli adiacenti, < quelli operati
Postartrodesi	
Spondilolitica	< 20 anni, associata con spondilolistesi
Post-traumatica	
Miscelanea	
Eccesso corticosteroidi	
Malattia di Paget, acromegalia	

in età avanzata con il progredire della degenerazione vertebrale a livello discale e posteriore. Questa porta a progressiva compressione del canale vertebrale per protrusione posteriore del disco degenerato, ipertrofia del legamento flavum, ipertrofia delle faccette con osteofitosi, ispessimento capsulare, e cisti capsulari.

Le indicazioni alla chirurgia nella LSS non sono univoche, e una vasta gamma di procedure chirurgiche variano nelle differenti aree geografiche^{11 12}. La scelta del trattamento nei pazienti con stenosi del canale vertebrale lombare dipende dalle sue manifestazioni cliniche, dal tipo e dalla gravità della stenosi, e da ogni associata instabilità o disabilità^{13 14}.

Generalmente il trattamento inizia conservativamente. Le terapie conservative si basano su esercizi in flessione lombare (come la bicicletta-cyclette), esercizi di rinforzo della muscolatura addominale in modo da contrastare l'estensione lombare, utilizzo di corsetto (comunque limitato per evitare ipotonia muscolare), utilizzo di farmaci antiinfiammatori non steroidei, o leggeri analgesici narcotici, fino alle iniezioni epidurali lombari di corticosteroidi¹⁵. Sebbene il trattamento non chirurgico sia spesso utile, la maggior parte dei pazienti non riporta sostanziali cambiamenti a lungo termine^{16 17}. Questo perché il trattamento conservativo non modifica la storia naturale della patologia, caratterizzata da progressione variabile della compressione degenerativa^{13 14}. Dopo fallimento delle iniziali terapie conservative, diversi autori consigliano il trattamento chirurgico¹⁸.

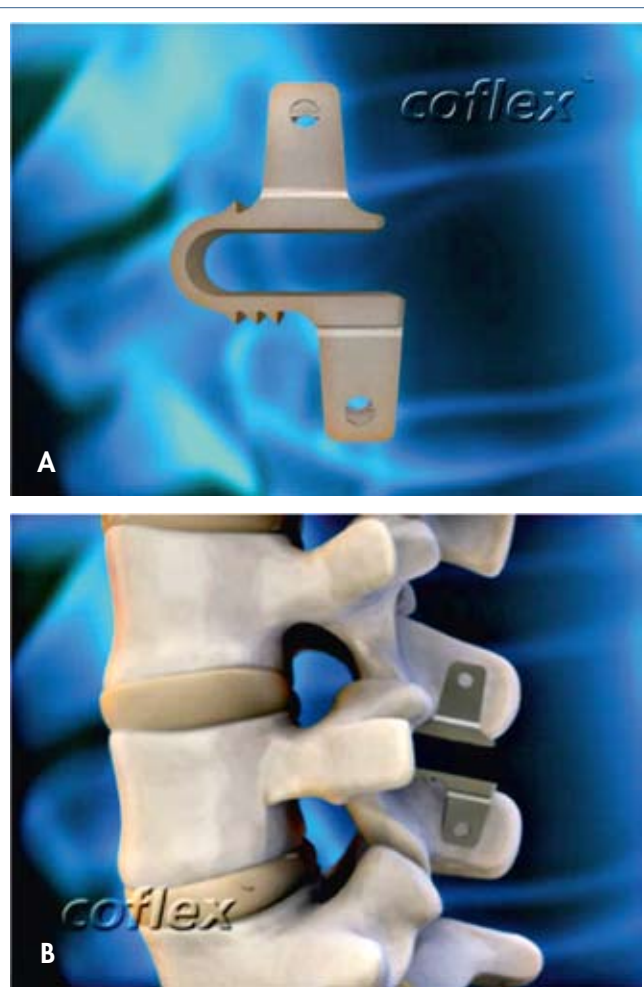
L'obiettivo del trattamento chirurgico deve essere la decompressione del canale vertebrale e dei forami di coniugazione, eliminando la compressione delle radici spinali. Il trattamento chirurgico decompressivo si basa generalmente sulla laminectomia, su laminoplastica o su recalcibraggio, da associare ad artrodesi in caso di associata spondilolistesi^{19 20}. Per ridurre i rischi operatori di questi interventi maggiori, la chirurgia vertebrale si è spinta verso risposte chirurgiche di decompressione meno invasive, come l'artrodesi interspinosa^{21 22}, o tecniche mini-invasive²³. Il razionale dell'artrodesi interspinosa è imporre una situazione di flessione del segmento stenotico mediante distrazione posteriore dei processi spinosi adiacenti, impiantando un dispositivo fisso con buona risoluzione dei sintomi^{21 22 24}. Le tecniche di chirurgia mini-invasiva utilizzano mini incisioni e minor demolizione delle lamine e delle faccette articolari per produrre decompressione, con risultati iniziali decisamente incoraggianti^{23 25 26}.

Ciononostante, è sempre da tener presente che il rischio di recidiva conseguente a ricrescita ossea è tanto maggiore quanto più ristretta è la decompressione chirurgica ossea operata²⁷. Di qui il razionale della nostra scelta chirurgica con chirurgia aperta tradizionale con recalcibraggio decompressivo associato a distrazione interspinosa con Coflex, al fine sia di aumentare il potenziale de compressivo, senza però destabilizzare il segmento, che di ridurre il rischio di recidiva sia a breve che a lungo

termine. Proprio per ottenere tale scopo la nostra scelta dello strumentario interspinoso è caduta sul Coflex (Fig. 1), inteso più come stabilizzatore dinamico che come interspinoso semplice classico, grazie agli elementi di presa zigrinati e alle alette laterali sui processi spinosi superiore e inferiore (Fig. 1). Elementi che bloccano il segmento in lieve flessione, impedendone l'estensione, e riducono i movimenti di deviazione laterale e rotazione assiale.

FIGURA 1.

Il dispositivo interspinoso Coflex (1a) è stato da noi selezionato come strumentario per le sue caratteristiche di stabilizzatore dinamico e non solo Interspinoso semplice, grazie agli elementi di presa zigrinati e alle alette laterali sui processi spinosi superiore e inferiore. Elementi che bloccano la motilità del segmento di moto ove impiantato in lieve flessione, impedendone l'estensione, e riducendo i movimenti di deviazione laterale e rotazione assiale (1b).



Scopo del nostro lavoro clinico prospettico non randomizzato è stato studiare risultati, efficacia, e complicanze a breve termine del trattamento della stenosi del canale lombare mediante recalibraggio decompressivo associato ad artrorisi interspinosa, analizzando mediante la *gait analysis* il reale effetto su equilibrio e motilità della colonna segmentale lombare e globale.

MATERIALI E METODI

Per il nostro studio clinico prospettico non randomizzato sono stati arruolati tutti i pazienti arrivati alla nostra attenzione dopo settembre 2008 per LSS sintomatica multilivello con claudicatio neurogena < 50 metri e/o deficit neurologici cronici agli arti inferiori. Tra marzo 2009 e marzo 2010 sono stati selezionati per il nostro studio 12 pazienti sottoposti ad intervento di recalibraggio decompressivo associato a artrorisi interspinosa, dopo fallimento di terapie conservative per almeno 6 mesi (corsetto lombosacrale, farmaci, varie terapie fisiche, manipolative e riabilitative). L'età media al momento dell'intervento era $63,50 \pm 15,23$ (range 39-82) anni. Dei nostri 12 pazienti, 4 (33,3%) erano femmine, 8 (66,7%) erano maschi. La media di livelli stenotici sintomatici trattati per paziente è stata $2,50 \pm 0,80$ (range 1-4).

La diagnosi preoperatoria è stata eseguita sulla base dei segni e sintomi clinici, delle radiografie del rachide lombosacrale standard e dinamiche (antero-posteriore, laterale, flessione-estensione), e sui risultati di RMN e/o TC lombosacrale. I risultati clinici sono stati studiati sia con questionari clinici che con la *gait analysis*. Mediante questionari clinici, autocompilati dai pazienti, sono stati valutati il dolore lombosacrale utilizzando scala VAS (*Visual Analogue Scale*), la funzionalità lombare con scala ODI (*Oswestry Disability Index*), e la qualità di vita generale con questionario SF36 (*Short-Form Health Survey*). Mediante *gait analysis* sono stati studiati l'equilibrio e la motilità nello spazio dei pazienti, sia a livello della colonna, che a livello più generalizzato dell'individuo. Per questo studio a breve termine, tutti i pazienti sono stati valutati prima dell'intervento e ad un follow-up di 6 mesi dall'intervento.

I dati operatori e riabilitativi analizzati sono stati il tempo operatorio, le perdite ematiche intraoperatorie, il ritorno alla deambulazione autonoma, la durata dell'ospedalizzazione. I dati clinici demografici e perioperatori sono raggruppati in Tabella II.

I test di *gait analysis* sono stati effettuati da un laboratorio indipendente non coinvolto nella cura dei pazienti (Lab3 Cube - Biomeccanica e Medicina per lo Sport, via Lussemburgo 4, 35127 Padova Z.I., Italy), usando sistema per analisi del movimento *Eagle Analysis Motion*, piattaforma di carico 3D AMTI, e piattaforma baropodometrica/stabilometrica Loran Engineering. La *gait analysis* è stata effettuata posizionando 31 *marker points* corporei (Fig.

TABELLA II.
Dati clinici demografici e perioperatori.

Età (anni)	$63,50 \pm 15,23$ (82-39)
Maschi	8 (66,7%)
Femmine	4 (33,3%)
Livelli operati	$2,50 \pm 0,80$ (range 1-4)
Tempo operatorio (minuti)	$90,42 \pm 18,40$ (range 60-120)
Ritorno alla deambulazione (giorni)	$1,83 \pm 0,58$ (range 1-3)
Ospedalizzazione (giorni)	$3,08 \pm 1,08$ (range 1-5)

2). Mediante la *gait analysis* (Tab. III) sono state effettuate misurazioni di baropodometria, cinematica del cammino, e motilità della colonna. Le analisi baropodometriche sono state divise in posizione fisiologica e in allineamento calcaneare. Come cinematica del cammino sono stati valutati la lunghezza e la velocità del passo. Come motilità della colonna sono stati studiati i suoi movimenti nei tre piani dello spazio, intesi come flessione-estensione, deviazione laterale e rotazione assiale.

I risultati dei questionari clinici (SF36, ODI, VAS), le prove di *gait analysis*, e eventuali complicanze sono stati i dati collezionati nel postoperatorio, per un periodo di 6 mesi. I dati dei pazienti sono stati accumulati prospetticamente. È stata valutata anche la soddisfazione personale dei pazienti, sia tramite domanda diretta se rifarebbero/raccomanderebbero l'intervento subito per lo stesso tipo di problema, che con una valutazione soggettiva della propria soddisfazione su una scala visiva da 0 a 10.

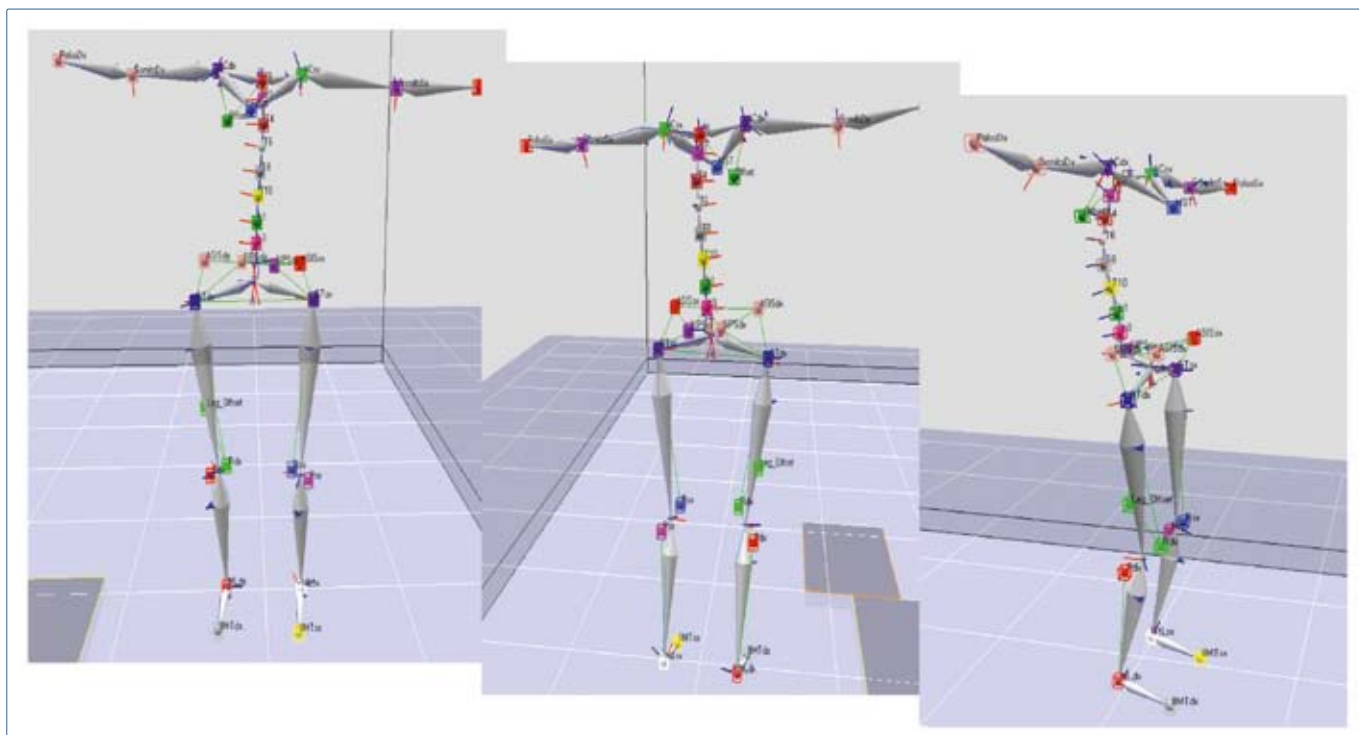
TABELLA III.

I test di *gait analysis* sono stati effettuati usando sistema per analisi del movimento *Eagle Analysis Motion*, piattaforma di carico 3D AMTI, e piattaforma baropodometrica/stabilometrica Loran Engineering.

Gait analysis
Analisi baropodometriche
Statiche
Fisiologiche
In allineamento calcaneare
Cinematica del passo
Motilità della colonna
Flessione-estensione
Deviazione laterale
Rotazione assiale

FIGURA 2.

Per effettuare la *gait analysis* sono stati posizionati e utilizzati 31 *marker points*: 1) acromion destro; 2) acromion sinistro; 3) sterno; 4) processo spinoso C6; 5) processo spinoso T1; 6) processo spinoso T4; 7) processo spinoso T6; 8) processo spinoso T8; 9) processo spinoso T10; 10) processo spinoso L1; 11) processo spinoso L3; 12) spina iliaca antero-superiore destra; 13) spina iliaca antero-superiore sinistra; 14) spina iliaca postero-superiore destra; 15) spina iliaca postero-superiore sinistra; 16) gran trocantere destro; 17) gran trocantere sinistro; 18) rotula destra; 19) rotula sinistra; 20) testa del perone destro; 21) testa del perone sinistro; 22) malleolo peroneale destro; 23) malleolo peroneale sinistro; 24) 2° metatarso piede destro; 25) 2° metatarso piede sinistro; 26) offset del tronco; 27) offset arti inferiori; 28) gomito destro; 29) gomito sinistro; 30) polso destro; 31) polso sinistro.



Tutti i dati perioperatori (demografici e operatori), e postoperatori sono stati organizzati in tabelle Excel, poi analizzati mediante software statistici STATA versione 9.2 (Stata Corp.) e SPSS versione 12.0 (SPSS Inc.).

I dati continui sono stati espressi come media \pm deviazione standard. Le differenze tra variabili continue sono state analizzate con test t o Mann-Whitney.

Il livello di significatività statistica è stato definito al 95%, con un $p_v < 0,05$.

RISULTATI

I dati demografici e perioperatori sono riassunti in Tabella II, i principali risultati clinici in Tabella IV, eccetto i risultati delle analisi baropodometriche riassunti nelle Tabelle V e VI. In un periodo di 12 mesi sono stati operati di recalibraggio decompressivo con artrorisi interspinosa multilivello un totale di 12 pazienti. 4 (33,3%) erano fem-

mine, 8 (66,7%) erano maschi. L'età media al momento dell'intervento era $63,50 \pm 15,23$ (range 39-82) anni. La media dei livelli stenotici sintomatici trattati per paziente è stata $2,50 \pm 0,80$ (range 1-4).

Il tempo operatorio medio è stato $90,42 \pm 18,40$ (range 60-120) minuti. Le perdite ematiche intraoperatorie sono state trascurabili in tutti gli interventi (< 200 mL). Il ritorno medio alla deambulazione autonoma è avvenuto dopo una media di $1,83 \pm 0,58$ (range 1-3) giorni dall'intervento. La durata media dell'ospedalizzazione è stata $3,08 \pm 1,08$ (range 1-5) giorni. Tutti i pazienti sono stati dimessi abili di camminare, con la prescrizione di un corsetto lombosacrale in tela armata per 30 giorni.

Tutti i pazienti erano soggettivamente soddisfatti dell'intervento effettuato, con un indice di soddisfazione personale medio di $8,83 \pm 1,11$ (range 7-10) su una scala da 0 a 10.

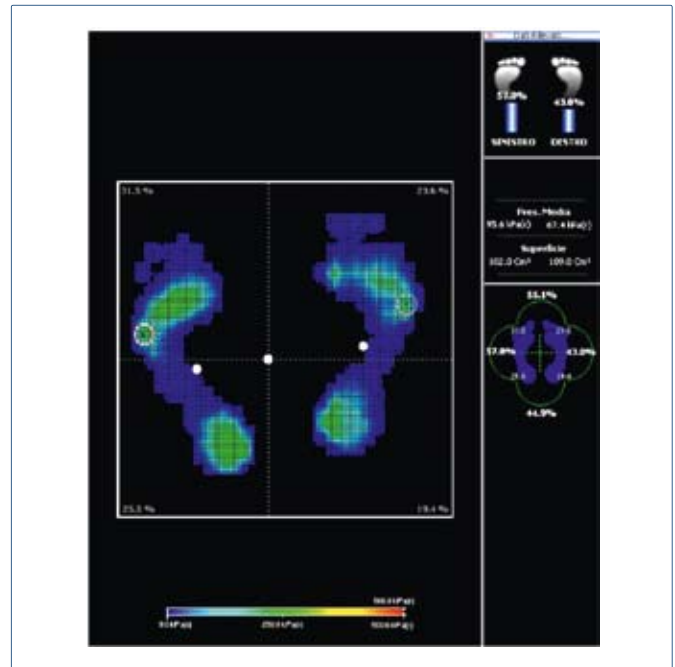
Lo stato di salute SF36 medio prima dell'intervento era $17,17 \pm 9,90$ (range 8-39), 6 mesi dopo l'intervento era $45,17 \pm 7,74$ (31-56). La differenza dello stato di salute SF36 dopo intervento era statisticamente significativa ($p = 0,000$). Il dolore medio VAS preoperatorio era $7,92 \pm 1,08$ (6-9), quello a 6 mesi di follow-up $1,33 \pm 0,89$ (0-3). La differenza di dolore con scala VAS dopo intervento era statisticamente significativa ($p = 0,000$). La funzionalità lombare ODI preoperatoria era $46,50 \pm 17,52$ (28-78), quella 6 mesi dopo l'intervento $13,00 \pm 10,07$ (2-36). La differenza della funzionalità lombare ODI dopo intervento era statisticamente significativo ($p = 0,000$). Il soggetto presentatosi al test pre-intervento con stampelle ha eseguito la prova di controllo senza alcun ausilio.

È stata segnalata una complicanza intraoperatoria (8,3%), nessuna postoperatoria. La complicanza intraoperatoria è stata una lesione durale, subito suturata e senza conseguenti perdite liquorali o sintomi associati.

La gait analysis si è basata su baropodometria (Fig. 3), cinematica del cammino, e motilità della colonna (Fig. 2). La motilità in flessione-estensione della colonna era in media $100,25^\circ \pm 26,03^\circ$ (54° - 138°) preoperatoria. Quella postoperatoria $114,08^\circ \pm 22,45^\circ$ (62° - 149°). La motilità media della colonna in deviazione laterale era $41,16^\circ \pm 8,54^\circ$ (28° - 55°) preoperatoria. Quella postoperatoria $50,83^\circ \pm 10,10^\circ$ (37° - 69°). La motilità media della colonna in rotazione assiale era $54,83^\circ \pm 17,18^\circ$ (20° - 84°) preoperatoria. Quella postoperatoria $68,08^\circ \pm 18,01^\circ$ (21° - 95°). Dopo intervento vi è stato un miglioramento statisticamente significativo della motilità spinale su tutti e 3 i piani dello spazio ($p_v = 0,001$ sia per la flessione-estensione, che per la deviazione laterale, che per la rotazione assiale) (Tab. IV, Fig. 4).

La lunghezza media del passo preoperatoria era $85,93 \pm 3,91$ (82,2-90) cm. Quella postoperatoria $88,57 \pm 14,53$ (72,5-100,8) cm. La velocità media del passo preoperatoria era $0,91 \pm 0,20$ (0,68-1,06) cm/s. Quella postoperatoria $1,05 \pm 0,24$ (0,77-1,22) cm/s. Dopo chirurgia

FIGURA 3.
Esempio di baropodometria.



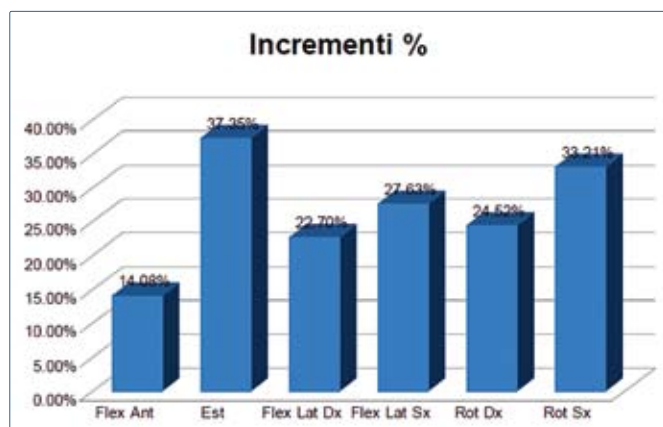
non si è notata una differenza statisticamente significativa nella lunghezza del passo ($p_v = 0,715$), ma vi è stato un aumento statisticamente significativo della velocità del passo ($p_v = 0,031$) (Tab. IV).

Nelle analisi baropodometriche statiche (Fig. 3), in posizione fisiologica, la percentuale di carico anteriore media (Tab. V) era $39,55 \pm 8,58$ (31,60-61,70)% preoperatoria, e $47,64 \pm 4,01$ (42,30-55,10)% postoperatoria. E la percentuale di carico posteriore media è passata da un $60,45 \pm 8,59$ (38,30-68,4)% preoperatorio ad un $52,39 \pm 4,06$ (44,90-57,70)% postoperatorio. Vi è

TABELLA IV.
Risultati clinici.

	Pre-op	6 mesi FU	p_v
Dolore (VAS)	$7,92 \pm 1,08$ (6-9)	$1,33 \pm 0,89$ (0-3)	0,000
Funzionalità lombare (ODI)	$46,50 \pm 17,52$ (28-78)	$13,00 \pm 10,07$ (2-36)	0,000
Stato di salute (SF36)	$17,17 \pm 9,90$ (8-39)	$45,17 \pm 7,74$ (31-56)	0,000
Soddisfazione personale (0-10)		$8,83 \pm 1,11$ (7-10)	
Raccomanderebbe/ripeterebbe (sì-no)		100% sì (12/12)	
Flessione-estensione colonna ($^\circ$)	$100,25 \pm 26,03$ (54-138)	$114,08 \pm 22,45$ (62-149)	0,001
Deviazione laterale colonna ($^\circ$)	$41,16 \pm 8,54$ (28-55)	$50,83 \pm 10,10$ (37-69)	0,001
Rotazione assiale colonna ($^\circ$)	$54,83 \pm 17,18$ (20-84)	$68,08 \pm 18,01$ (21-95)	0,001
Lunghezza del passo (cm)	$85,93 \pm 3,91$ (82,2-90)	$88,57 \pm 14,53$ (72,5-100,8)	0,715
Velocità del passo (m/s)	$0,91 \pm 0,20$ (0,68-1,06)	$1,05 \pm 0,24$ (0,77-1,22)	0,031

FIGURA 4.
Percentuali di incremento nel postoperatorio della motilità della colonna nei tre piani dello spazio: flessione-estensione, deviazione laterale, rotazione assiale.



stata una redistribuzione statisticamente significativa delle percentuali di carico antero-posteriori dopo intervento ($p_v = 0,010$). Con allineamento calcaneare (Tab. V), la percentuale di carico anteriore media era $40,58 \pm 9,01$ (29,80-63,80)% preoperatoria, e $47,08 \pm 6,23$ (32,20-55,40)% postoperatoria. La percentuale di carico posteriore media in allineamento calcaneare è passata

da un $59,42 \pm 9,01$ (36,20-70,20)% preoperatorio ad un $52,92 \pm 6,23$ (44,60-67,80)% postoperatorio. Vi è stata una redistribuzione statisticamente significativa delle percentuali di carico antero-posteriori in allineamento calcaneare dopo intervento ($p_v = 0,004$).

Le percentuali di carico sull'asse antero-posteriore sono state riviste dopo correzione per lato dominante antero-posteriore (Tab. VI), e non lato naturale anteriore o posteriore. In posizione fisiologica, la percentuale di carico nel lato antero-posteriore dominante media era $62,40 \pm 5,01$ (51,10-68,40)% preoperatoria, e $52,14 \pm 4,20$ (44,90-57,70)% postoperatoria. E la percentuale di carico nel lato minoritario media è passata da un $37,60 \pm 5,01$ (31,60-48,90)% preoperatoria, ad un $47,89 \pm 4,16$ (42,30-55,10)% postoperatoria. Vi è stata una redistribuzione statisticamente significativa delle percentuali di carico antero-posteriori dopo intervento ($p_v = 0,000$). In allineamento calcaneare (Tab. VI), la percentuale di carico nel lato antero-posteriore dominante media era $61,72 \pm 5,31$ (52,70-70,20)% preoperatoria, e $53,82 \pm 5,68$ (45,50-67,80)% postoperatoria. E la percentuale media di carico nel lato minoritario in allineamento calcaneare è passata da $38,28 \pm 5,31$ (29,80-47,30)% preoperatoria, a $46,18 \pm 5,68$ (32,20-54,50)% postoperatoria. Vi è stata una redistribuzione statisticamente significativa delle percentuali di carico antero-posteriori in allineamento calcaneare dopo intervento ($p_v = 0,000$).

TABELLA V.

Le analisi baropodometriche statiche sono state effettuate in posizione naturale e in allineamento calcaneare.

	Pre-op	6 mesi FU	p_v
Posizione naturale			
% carico lato anteriore	$39,55 \pm 8,58$ (31,60-61,70)	$47,64 \pm 4,01$ (42,30-55,10)	0,010
% carico lato posteriore	$60,45 \pm 8,59$ (38,30-68,4)	$52,39 \pm 4,06$ (44,90-57,70)	0,010
% carico lato destro	$46,84 \pm 4,59$ (37,00-55,20)	$46,75 \pm 4,25$ (39,10-53,20)	0,963
% carico lato sinistro	$53,16 \pm 4,59$ (44,80-63,00)	$53,25 \pm 4,25$ (46,80-60,90)	0,963
Pressione media lato destro (Kpa)	$84,15 \pm 18,28$ (57,20-118,60)	$91,37 \pm 24,78$ (60,60-153,30)	0,308
Pressione media lato sinistro (Kpa)	$89,82 \pm 20,97$ (54,20-130,40)	$96,27 \pm 24,30$ (65,00-151,10)	0,109
Area di carico media lato destro (cm ²)	$117,5 \pm 35,54$ (60,00-187,00)	$107,58 \pm 22,70$ (67,00-154,00)	0,307
Area di carico media lato sinistro (cm ²)	$121,17 \pm 34,31$ (63,00-187,00)	$111,92 \pm 27,55$ (69,00-169,00)	0,252
Allineamento calcaneare			
% carico lato anteriore	$40,58 \pm 9,01$ (29,80-63,80)	$47,08 \pm 6,23$ (32,20-55,40)	0,004
% carico lato posteriore	$59,42 \pm 9,01$ (36,20-70,20)	$52,92 \pm 6,23$ (44,60-67,80)	0,004
% carico lato destro	$49,32 \pm 3,22$ (45,80-56,30)	$48,17 \pm 5,06$ (41,60-58,40)	0,476
% carico lato sinistro	$50,68 \pm 3,22$ (43,70-54,20)	$51,83 \pm 0,062$ (41,80-58,40)	0,476
Pressione media lato destro (Kpa)	$84,55 \pm 14,67$ (69,30-118,20)	$89,18 \pm 20,36$ (61,60-126,00)	0,374
Pressione media lato sinistro (Kpa)	$85,14 \pm 24,41$ (51,80-131,80)	$93,05 \pm 23,48$ (61,9-131,90)	0,017
Area di carico media lato destro (cm ²)	$106,83 \pm 16,90$ (81,00-132,00)	$107,75 \pm 22,02$ (75,00-146,00)	0,846
Area di carico media lato sinistro (cm ²)	$110,42 \pm 22,32$ (66,00-156,00)	$112,42 \pm 26,06$ (70,00-163,00)	0,682

TABELLA VI.

Tabella delle analisi baropodometriche statiche corrette per lato dominante.

	Pre-op	6 mesi FU	p _v
Posizione naturale			
% carico lato dominante AP	62,40 ± 5,01 (51,10-68,40)	52,14 ± 4,20 (44,90-57,70)	0,000
% carico lato minoritario AP	37,60 ± 5,01 (31,60-48,90)	47,89 ± 4,16 (42,30-55,10)	0,000
% carico lato dominante DS	54,24 ± 3,51 (50,30-63,00)	50,62 ± 5,40 (39,10-57,00)	0,042
% carico lato minoritario DS	45,76 ± 3,51 (37,00-49,70)	49,38 ± 5,40 (43,00-60,90)	0,042
Pressione media lato dominante DS (Kpa)	91,95 ± 20,58 (57,20-130,40)	95,24 ± 25,24 (60,60-151,10)	0,600
Pressione media lato minoritario DS (Kpa)	82,02 ± 17,73 (54,20-118,60)	92,40 ± 24,00 (66,20-153,30)	0,040
Area di carico media lato dominante DS (cm ²)	122,75 ± 33,61 (63,00-187,00)	111,67 ± 27,83 (69,00-169,00)	0,187
Area di carico media lato minoritario DS (cm ²)	115,92 ± 35,96 (60,00-187,00)	107,83 ± 22,41 (67,00-145,00)	0,390
Allineamento calcaneare			
% carico lato dominante AP	61,72 ± 5,31 (52,70-70,20)	53,82 ± 5,68 (45,50-67,80)	0,000
% carico lato minoritario AP	38,28 ± 5,31 (29,80-47,30)	46,18 ± 5,68 (32,20-54,50)	0,000
% carico lato dominante DS	52,72 ± 1,67 (50,80-56,30)	50,50 ± 5,39 (41,80-58,40)	0,154
% carico lato minoritario DS	47,28 ± 1,67 (43,70-49,20)	49,50 ± 5,39 (41,60-58,20)	0,154
Pressione media lato dominante DS (Kpa)	90,81 ± 19,47 (69,30-131,80)	93,90 ± 23,27 (61,60-131,90)	0,340
Pressione media lato minoritario DS (Kpa)	78,88 ± 18,83 (51,80-118,20)	88,33 ± 20,38 (61,9-126,00)	0,069
Area di carico media lato dominante DS (cm ²)	112,50 ± 21,39 (81,00-156,00)	113,58 ± 24,86 (72,00-163,00)	0,829
Area di carico media lato minoritario DS (cm ²)	104,75 ± 17,34 (66,00-132,00)	106,58 ± 23,03 (70,00-146,00)	0,689

AP = antero-posteriore; DS = destra-sinistra.

Nelle analisi baropodometriche (Tab. V, Fig. 3), in posizione fisiologica, la percentuale di carico destro media era 46,84 ± 4,59 (37,00-55,20)% preoperatoria, e 46,75 ± 4,25 (39,10-53,20)% postoperatoria. E la percentuale di carico sinistro media è passata da 53,16 ± 4,59 (44,80-63,00)% preoperatoria, a 53,25 ± 4,25 (46,80-60,90)% postoperatoria. Vi è stata una ridistribuzione statisticamente significativa delle percentuali di carico di lato destro-sinistro dopo intervento (p_v = 0,963). In allineamento calcaneare, la percentuale di carico destro media era 49,32 ± 3,22 (45,80-56,30)% preoperatoria, e 48,17 ± 5,06 (41,60-58,40)% postoperatoria. E la percentuale di carico sinistro media in allineamento calcaneare è passata da 50,68 ± 3,22 (43,70-54,20)% preoperatoria a 51,83 ± 0,062 (41,80-58,40)% postoperatoria. Non si evidenzia ridistribuzione statisticamente significativa delle percentuali di carico di lato destro-sinistro in allineamento calcaneare dopo intervento (p_v = 0,476).

Le percentuali di carico di lato destro-sinistro sono state riviste dopo correzione per lato dominante destro-sinistro (Tab. VI), e non lato naturale destro o sinistro. In posizione fisiologica, la percentuale di carico nel lato destro-sinistro dominante media era 54,24 ± 3,51 (50,30-63,00)% preoperatoria, e 50,62 ± 5,40 (39,10-57,00)% postoperatoria. E la percentuale di carico media nel lato minoritario è passata da 45,76 ± 3,51 (37,00-49,70)% preoperatoria, a 49,38 ± 5,40 (43,00-

60,90)% postoperatoria. Vi è stata una ridistribuzione statisticamente significativa delle percentuali di carico destro-sinistro fisiologiche dopo intervento (p_v = 0,042). In allineamento calcaneare, la percentuale di carico nel lato destro-sinistro dominante media era 52,72 ± 1,67 (50,80-56,30)% preoperatoria, e 50,50 ± 5,39 (41,80-58,40)% postoperatoria. La percentuale di carico media nel lato minoritario in allineamento calcaneare è passata da 47,28 ± 1,67 (43,70-49,20)% preoperatori, a 49,50 ± 5,39 (41,60-58,20)% postoperatoria. Non si è evidenziata ridistribuzione statisticamente significativa delle percentuali di carico destro-sinistro in allineamento calcaneare dopo intervento (p_v = 0,154).

In posizione fisiologica, la pressione media destra era 84,15 ± 18,28 (57,20-118,60) Kpa preoperatoria, e 91,37 ± 24,78 (60,60-153,30) Kpa postoperatoria (Tab. V). Non si è evidenziata differenza statisticamente significativa di pressione media destra dopo intervento (p_v = 0,308). La pressione media sinistra è passata da 89,82 ± 20,97 (54,20-130,40) Kpa preoperatoria, a 96,27 ± 24,30 (65,00-151,10) Kpa postoperatoria. Non si è evidenziata differenza statisticamente significativa sulla pressione media sinistra dopo intervento (p_v = 0,109). In allineamento calcaneare, la pressione media destra era 84,55 ± 14,67 (69,30-118,20) Kpa preoperatoria; 89,18 ± 20,36 (61,60-126,00) Kpa postoperatoria. Non si è evidenziata differenza statisticamente significativa

sulla pressione media destra in allineamento calcaneare dopo intervento ($p_v = 0,374$). La pressione media sinistra è passata da $85,14 \pm 24,41$ (51,80-131,80) Kpa preoperatoria, a $93,05 \pm 23,48$ (61,9-131,90) Kpa postoperatoria. Non si è evidenziata differenza statisticamente significativa sulla pressione media sinistra in allineamento calcaneare dopo intervento ($p_v = 0,682$).

La pressione destra-sinistra è stata rivista dopo correzione per lato dominante destro-sinistro, e non lato naturale destro o sinistro (Tab. VI). In posizione fisiologica, la pressione media nel lato destro-sinistro dominante era $91,95 \pm 20,58$ (57,20-130,40) Kpa preoperatoria, e $95,24 \pm 25,24$ (60,60-151,10) Kpa postoperatoria. Non si è evidenziata differenza statisticamente significativa nel lato destro-sinistro dominante in posizione fisiologica dopo intervento ($p_v = 0,600$). E la pressione media nel lato destro-sinistro minoritario è passata da $82,02 \pm 17,73$ (54,20-118,60) Kpa preoperatoria, a $92,40 \pm 24,00$ (66,20-153,30) Kpa postoperatoria. Vi è stata una ridistribuzione statisticamente significativa della pressione media destro-sinistro dopo intervento ($p_v = 0,040$). In allineamento calcaneare, la pressione media nel lato destro-sinistro dominante era $90,81 \pm 19,47$ (69,30-131,80) Kpa preoperatoria, e $93,90 \pm 23,27$ (61,60-131,90) Kpa postoperatoria. Non si è evidenziata ridistribuzione statisticamente significativa della pressione media destro-sinistro dopo intervento ($p_v = 0,340$). E la pressione media nel lato minoritario in allineamento calcaneare è passata da $78,88 \pm 18,83$ (51,80-118,20) Kpa preoperatoria, a $88,33 \pm 20,38$ (61,9-126,00) Kpa postoperatoria. Non si è evidenziata ridistribuzione statisticamente significativa della pressione media destro-sinistro sul lato minoritario in allineamento calcaneare dopo intervento ($p_v = 0,069$).

In posizione fisiologica, l'area di carico destra (cm^2) era $117,5 \pm 35,54$ (60,00-187,00) preoperatoria, e $107,58 \pm 22,70$ (67,00-154,00) postoperatoria (Tab. V). Non si è evidenziata differenza statisticamente significativa sull'area di carico destra (cm^2) dopo intervento ($p_v = 0,307$). L'area di carico sinistra (cm^2) è passata da $121,17 \pm 34,31$ (63,00-187,00) preoperatoria, a $111,92 \pm 27,55$ (69,00-169,00) postoperatoria. Non si è evidenziata differenza statisticamente significativa sull'area di carico sinistra (cm^2) dopo intervento ($p_v = 0,252$). In allineamento calcaneare, l'area di carico destra (cm^2) era $106,83 \pm 16,90$ (81,00-132,00) preoperatoria, e $107,75 \pm 22,02$ (75,00-146,00) postoperatoria. Non si è evidenziata differenza statisticamente significativa sull'area di carico destra (cm^2) in allineamento calcaneare dopo intervento ($p_v = 0,846$). L'area di carico sinistra (cm^2) è passata da $110,42 \pm 22,32$ (66,00-156,00) preoperatorio, a $112,42 \pm 26,06$ (70,00-163,00) postoperatorio. Non si è evidenziata differenza statisticamente significativa sull'area di carico sinistra (cm^2) in allineamento calcaneare dopo intervento ($p_v = 0,682$).

L'area di carico destra-sinistra è stata rivista dopo correzione per lato dominante destro-sinistro, e non lato naturale destro o sinistro (Tab. VI). In posizione fisiologica, l'area di carico media nel lato destro-sinistro dominante era $122,75 \pm 33,61$ (63,00-187,00) cm^2 preoperatoria, e $111,67 \pm 27,83$ (69,00-169,00) cm^2 postoperatoria. Non si è evidenziata differenza statisticamente significativa dell'area di carico destro-sinistro dominante in posizione fisiologica dopo intervento ($p_v = 0,187$). L'area di carico media nel lato destro-sinistro minoritario è passata da $115,92 \pm 35,96$ (60,00-187,00) cm^2 preoperatoria, a $107,83 \pm 22,41$ (67,00-145,00) cm^2 postoperatoria. Non si è evidenziata una ridistribuzione statisticamente significativa dell'area di carico destro-sinistro nel lato minoritario dopo intervento ($p_v = 0,390$). In allineamento calcaneare, l'area di carico media nel lato destro-sinistro dominante era $112,50 \pm 21,39$ (81,00-156,00) cm^2 preoperatoria, e $113,58 \pm 24,86$ (72,00-163,00) cm^2 postoperatoria. Non si è evidenziata ridistribuzione statisticamente significativa dell'area di carico media destro-sinistro dopo intervento ($p_v = 0,829$). E l'area di carico media nel lato minoritario in allineamento calcaneare è passata da $104,75 \pm 17,34$ (66,00-132,00) cm^2 preoperatoria, a $106,58 \pm 23,03$ (70,00-146,00) cm^2 postoperatoria. Non si è evidenziata ridistribuzione statisticamente significativa dell'area di carico media destro-sinistro sul lato minoritario in allineamento calcaneare dopo intervento ($p_v = 0,689$).

DISCUSSIONE

La stenosi del canale vertebrale lombare è una patologia tipica dell'età avanzata che si manifesta classicamente con claudicatio neurogena, o spinale, caratterizzata da disabilità progressiva nella deambulazione associata o meno a lombalgia/lomboradicolite, o altre forme di disabilità nell'anziano^{16 28-30}. Tra i nostri pazienti l'età media all'intervento era $63,5 \pm 15,23$ anni, a dimostrare come questa sia una patologia tipica dell'età avanzata. La maggior parte dei nostri pazienti erano maschi (66,7%), meno frequente il riscontro tra le femmine (33,3%). Anche in letteratura l'età media riportata alla chirurgia è tra i 60-65 anni, ma viene maggiormente descritta nel sesso femminile^{3 13 31}.

La lombalgia è causata dalla degenerazione spondilodiscoartrosica. Il meccanismo causale della claudicatio neurogena non trova ancora una spiegazione univoca. La tesi più confermata vede nell'aumento del ritorno venoso al plesso venoso di Batson (o plesso venoso spinale) durante la deambulazione la causa della compressione ischemica dei nervi spinali. L'aumento del ritorno sarebbe alla base dell'aumento della pressione e delle dimensioni delle venule dei nervi spinali, con conseguente ulteriore restringimento del canale vertebrale già stenotico

e riduzione dell'apporto vascolare perineurale. Ed ecco quindi il perché del peggioramento della sintomatologia all'estensione della colonna (che porta a riduzione del canale vertebrale), e sua risoluzione alla flessione della colonna (aumento del diametro del canale)³².

Come detto la LSS si manifesta generalmente con dolore lombare o agli arti inferiori, a cui si possono accompagnare sintomi neurologici. Nonostante il continuo aumento dell'impatto socioeconomico della LSS, con costi e disabilità correlati, rimane tutt'oggi difficile fare un'accurata diagnosi. Nel processo clinico decisionale, il medico si deve basare sull'esame obiettivo, la storia di claudicatio neurogena, e le indagini strumentali per formulare una corretta diagnosi della patologia, cui risponderanno le scelte terapeutiche. Sebbene le indagini strumentali come radiografie e/o risonanza magnetica nucleare giochino un ruolo fondamentale nel processo decisionale, non sempre si trova correlazione tra sintomi clinici e riscontri morfologici, che a tutt'oggi non trovano una spiegazione certa^{1 5 33 34}. Spesso all'evidenza radiografica di stenosi non corrispondono stati patologici^{35 36}. Inoltre sembra che anche fattori come obesità e depressione giochino un ruolo fondamentale in questo tipo di manifestazioni^{33 37 38}.

All'esame obiettivo, la manovra di Romberg, in cui il paziente a occhi chiusi è osservato nel mantenimento della postura diritta in piedi, può rivelare una base di appoggio allargata e instabile. Questo riscontro riflette coinvolgimento delle fibre propriocettive delle colonne posteriori. È stata provata un correlazione di oltre il 90% tra il riscontro di una base di appoggio allargata e la LSS³⁹. L'estensione lombare attiva provoca dolori/fastidi, che migliorano alla flessione. Deficit neurologici sensitivi o motori possono colpire circa metà dei pazienti con LSS, con una specificità dell'80%. I deficit possono essere bilaterali o poliradicolari³⁹. I riscontri motori sono spesso lievi, e una affaticabilità funzionalmente non è comune.

Alcune semplici manovre durante l'esame obiettivo e un'attenta storia clinica possono spesso distinguere una LSS sintomatica da altre condizioni che causano sintomi simili, come la coxartrosi, la borsite trocanterica, neuropatie periferiche, o la claudicatio vascolare. La coxartrosi si associa generalmente a dolore inguinale, esacerbato dall'intra-extrarotazione dell'anca. La borsite trocanterica è associata a tumefazione e dolore sopra al gran trocantere. La claudicatio vascolare non è influenzata dalla flessione-estensione lombare, o dall'alzarsi, ma è esacerbata dal cammino, soprattutto in salita. Il processo per distinguere queste condizioni può essere complicato dalla loro stessa frequente coesistenza. Artrosi e vasculopatie periferiche, come la LSS, colpiscono generalmente gli anziani, essendo processi degenerativi, e la borsite trocanterica è di frequente riscontro in pazienti con LSS. Infiltrazioni selettive della borsa trocanterica o dell'anca con anestetico

e corticosteroidi possono essere determinanti nel capire la priorità dei disturbi ed in che grado essi possano coesistere.

Generalmente attente anamnesi ed esame obiettivo danno sufficienti evidenze nel porre una diagnosi presuntiva di stenosi del canale vertebrale lombare sintomatica. L'iter strumentale da seguire nella conferma diagnostica non è unico. Sebbene le radiografie tradizionali possano essere utili, non sono routinariamente utilizzate. Alla radiografia si possono evidenziare spondilolistesi, una frequente lesione predisponente. Le radiografie inoltre evidenziano l'ampiezza degli spazi discali, la sclerosi delle corticali dei piatti vertebrali, l'ipertrofia delle faccette articolari o zigoapofisi. Sui forami intervertebrali si possono evidenziare osteofiti, suggestivi per una stenosi foraminale. Sia la RMN che la TC possono confermare la presenza di LSS, ed entrambe possono dimostrare i punti cardine della stenosi: riduzione dell'area di diametro del canale centralmente o nei forami di coniugazione conseguente al processo degenerativo cronico che vede concorrere protrusione discale anteriormente, ridondanza e ipertrofia del *ligamentum flavum* o giallo e delle faccette articolari posteriormente, con formazione di osteofiti. La presenza di cisti zigoapofisarie (sinoviali degenerative) può ulteriormente compromettere lo spazio disponibile per la dura e gli elementi neurali. Riscontri ossei come artropatia zigoapofisaria sono meglio visibili con la TC, mentre lesioni o alterazioni dei tessuti molli come ligamenti o dischi sono meglio evidenziabili con la RMN. Le indagini strumentali sono particolarmente utili nel determinare quando la chirurgia o le iniezioni epidurali di corticosteroidi possono essere opzioni terapeutiche, guidando l'implementazione di queste procedure. È però sempre da tenere presente che, sebbene la sensibilità di TC e RMN nella LSS superi il 70%^{40 41}, più del 20% della popolazione anziana oltre i 60 anni presenti un riscontro strumentale di stenosi del canale vertebrale lombare alle indagini radiologiche, nonostante sia completamente asintomatica. Molti studi focalizzati sullo studio del diametro del sacco durale canalare hanno dimostrato che pazienti con restringimento del canale spinale possono anche rimanere asintomatici, concludendo che il restringimento in sé deve essere visto come semplice dato radiologico, senza conseguenze cliniche o prognostiche. È quindi difficile stimare la specificità di queste indagini radiologiche^{35 36}. La qualità degli studi valutanti l'utilizzo di *imaging* o altri test diagnostici per la LSS è relativamente scarso, quindi i loro risultati devono essere presi cautamente⁴⁰. La mielografia, studio utile alla visualizzazione sia dei dettagli ossei che della compressione neurologica, oggi, a causa della sua invasività e della necessità di iniezione di materiale di contrasto intratecale, non è più routinariamente utilizzata, soppiantata dalla RMN⁴². La mielo-TC gioca un ruolo importante nei pazienti con controindicazioni alla RMN (ad esempio

per claustrofobia o impianti metallici), ed in altre rare e specifiche situazioni cliniche.

Anche altri test, come l'elettromiografia (EMG), non sono routinariamente utilizzati. Questo può occasionalmente essere utile in pazienti con il diabete o altri tipi di neuropatia. Ma la sua utilità è limitata dal fatto che la LSS può spesso coesistere con neuropatie periferiche, ed in questi casi la EMG non ci aiuta a determinare la causa del sintomo⁴².

Le indagini strumentali scelte nel processo decisionale per il nostro studio sono state la radiografia tradizionale, da considerarsi sempre in prima istanza, cui facevano seguito TC o RMN. La TC veniva utilizzata nelle forme classiche di claudicatio, la RMN veniva utilizzata in quei pazienti con sintomi anche radicolari. L'EMG non è stata routinariamente utilizzata, anche questa riservata ai pazienti con irradiazione radicolare o franchi segni di deficit neurologici agli arti inferiori.

In linea generale come condotta sembra ragionevole iniziare con trattamento conservativo. Tutti nostri pazienti sono arrivati alla chirurgia dopo fallimento di iniziale terapia conservativa per almeno 6 mesi. Riferire il paziente ad un fisioterapista che insegni come modificare le attività quotidiane in modo da ridurre l'estensione lombare, nonché esercizi di rinforzo della muscolatura addominale. Se la fisioterapia da sola non si rivelava sufficiente, si passava all'utilizzo di farmaci antiinfiammatori, fino alle iniezioni cortisoniche epidurali, sebbene i dati sulla loro efficacia siano limitati e inconsistenti.

La possibilità dell'intervento chirurgico deve essere affrontata bene con il paziente. I pazienti devono essere preparati al fatto che i trattamenti conservativi danno miglioramenti limitati, quando la chirurgia tipicamente consente un più rapido sollevamento dai sintomi con miglioramento clinico. In ogni caso i sintomi possono recidivare. Studi clinici prospettici hanno messo in evidenza un miglioramento clinico significativo dopo chirurgia nell'80% dei pazienti, con tanto maggiori risultati quanto più severa era la stenosi preoperatoria³¹. Ciononostante, non sempre il risultato dell'intervento chirurgico permane nel tempo, specialmente nel lungo periodo, con un rischio di recidiva della sintomatologia a 7-10 anni in circa un terzo dei casi, e di reintervento nel 10-23%. Il tutto a fronte dei rischi di una chirurgia vertebrale maggiore^{43 44}. Il rischio di mortalità per interventi decompressivi lombari è inferiore all'1%^{8 24 44}, così come il rischio di infezioni profonde⁴⁴. Il rischio di complicanze è tanto maggiore tanto i pazienti sono anziani o presentano patologie multiple concomitanti⁷.

I risultati a breve termine (6 mesi) tra i nostri pazienti sono stati decisamente incoraggianti (Tabb. IV e V). Basandoci sui risultati dei questionari clinici, sia il dolore con scala VAS da 0 a 10 ($p_v = 0,000$), che la funzionalità lombare con scala ODI ($p_v = 0,000$), che lo stato di salute generale

con questionario SF36 ($p_v = 0,000$) riportano un miglioramento statisticamente significativo a 6 mesi dall'intervento. Il dolore infatti passa da una media preoperatoria di $7,92 \pm 1,08$ ad una postoperatoria di $1,33 \pm 0,89$. La funzionalità lombare passa da una media preoperatoria di $46,50 \pm 17,52$ ad una postoperatoria di $13,00 \pm 10,07$. E la qualità di vita generale passa da una media preoperatoria di $17,17 \pm 9,90$ ad una postoperatoria di $45,17 \pm 7,74$ (Tab. IV). Ed il trattamento è da considerarsi complessivamente sicuro e con pochi rischi, essendo riportata tra le complicanze una (8,3%) singola lesione durale, subito suturata e senza conseguenti perdite liquorali o sintomi associati.

Tutti i pazienti sono stati soddisfatti dall'intervento effettuato (12/12), con una soddisfazione media da 0 a 10 di $8,83 \pm 1,11$ a 6 mesi dall'intervento (Tab. IV). I nostri risultati mostrano risultati chirurgici leggermente superiori alla media degli studi clinici, dove la chirurgia riporta miglioramenti nel 70-80% dei pazienti^{4 13 18 20 28 31 38 42-45}. Ma questi risultati non devono sorprendere in quanto sono a breve termine e su pazienti selezionati per stenosi severe multilivello, ed è riportato che i risultati sembrano essere tanto più soddisfacenti quanto più severa è la stenosi preoperatoria³¹, oltre al fatto che tendono a ridursi nel tempo^{4 13 43 44}. Una Cochrane review del 2005 evidenziò una paucità ed eterogeneità di conclusioni legate all'evidenza circa l'efficacia del trattamento chirurgico nella LSS. Gli studi che comparano risultati di trattamenti chirurgici con quelli dei trattamenti non chirurgici hanno generalmente campioni esigui, ed includono pazienti con stenosi senza distinzione di gravità^{13 16 45-48}.

Con le prove di *gait analysis* si osservava in tutti i pazienti un miglioramento statisticamente significativo nella distribuzione dei carichi sull'asse antero-posteriore ed una migliorata distribuzione delle pressioni plantari durante le prove statiche (Tab. V). Aumentano anche le pressioni medie rilevate ed le superfici di appoggio plantare, segno di una migliore distribuzione dei carichi e del peso corporeo, anche se in maniera non statisticamente significativa. Le pressioni medie rilevate in atteggiamento fisiologico passavano infatti a destra da $84,15 \pm 18,28$ Kpa preoperatoria a $91,37 \pm 24,78$ Kpa postoperatoria ($p_v = 0,308$); e a sinistra da $89,82 \pm 20,97$ Kpa preoperatoria a $96,27 \pm 24,30$ Kpa postoperatoria ($p_v = 0,109$). Non si evidenziavano differenze statisticamente significativa tra pressioni medie rilevate al suolo nei lati destro e sinistro sia nel pre- che nel post-operatorio ($p_v = 0,154$ pre op e $p_v = 0,392$ post-op) (Tab. V). La superficie di appoggio media rilevata in atteggiamento fisiologico a destra di $117,5 \pm 35,54$ cm² preoperatoria e $107,58 \pm 22,70$ cm² postoperatoria ($p_v = 0,307$); mentre a sinistra passava da $121,17 \pm 34,31$ cm² preoperatoria a $11,92 \pm 27,55$ cm² postoperatoria ($p_v = 0,109$). Anche per quanto riguardava le superfici di

appoggio plantare medie tra i lati destro e sinistro non si evidenziavano differenze statisticamente significativa sia nel pre- che nel post-operatorio ($p_v = 0,166$ pre op e $p_v = 0,210$ post-op) (Tab. V). Riguardo a pressioni medie e superfici di carico medie rilevate, i risultati rimanevano simili anche in allineamento calcaneare (Tab. V). Analizzando i dati corretti per lato dominante (analizzando cioè i dati non per lato naturale destro-sinistro, ma per lato destro-sinistro dominante e minoritario) si evidenzia invece per un riequilibrio delle pressioni esercitate al suolo ($p_v = 0,004$ pre-op e $p_v = 0,623$ post-op in posizione fisiologica; e $p_v = 0,001$ pre op e $p_v = 0,214$ post-op in allineamento calcaneare) e delle superfici di carico medie tra lato dominante e minoritario nel post-operatorio ($p_v = 0,003$ pre op e $p_v = 0,272$ post-op in posizione fisiologica; e $p_v = 0,018$ pre op e $p_v = 0,019$ post-op in allineamento calcaneare), con conseguente aumento statisticamente significativo della pressione di carico sul lato minoritario in posizione fisiologica ($p_v = 0,040$) e significativo ma non statisticamente in allineamento calcaneare ($p_v = 0,069$) (Tab. VI).

Il miglioramento della distribuzione dei carichi sull'asse antero-posteriore è risultato statisticamente significativo già alle prove statiche in atteggiamento fisiologico ($p_v = 0,010$), migliorando ulteriormente in allineamento calcaneare ($p_v = 0,004$) (Tab. V). La distribuzione dei carichi invece sull'asse destro-sinistro è rimasta invariata dopo l'intervento ($p_v = 0,963$ alle prove statiche in atteggiamento fisiologico, e $p_v = 0,476$ in allineamento calcaneare), comunque già equamente distribuite prima dell'intervento ($46,84 \pm 4,59\%$ a destra e $53,16 \pm 4,59\%$ a sinistra prima dell'intervento in atteggiamento fisiologico) (Tab. V). Abbiamo constatato che la ridistribuzione dei carichi plantari è ancora maggiore analizzando gli stessi dati non dal punto di vista del lato naturale (anteriore-posteriore o destro-sinistro) ma corretti per lato dominante sugli assi antero-posteriore o destro-sinistro ($p_v = 0,000$ nell'asse antero-posteriore, $p_v = 0,042$ nell'asse destro-sinistro) (Tab. VI). La percentuale di carico sull'asse antero-posteriore dominante passava infatti da $62,40 \pm 5,01\%$ pre-operatorio a $52,14 \pm 4,20\%$ postoperatorio; quella sull'asse destro-sinistro dominante passava da $54,24 \pm 3,51\%$ pre-operatorio a $50,62 \pm 5,40\%$ postoperatorio. Con risultati simili anche in allineamento calcaneare per l'asse antero-posteriore ($p_v = 0,000$), ma non per l'asse destro-sinistro ($p_v = 0,154$) (Tab. VI).

Le prove effettuate in movimento ed acquisite attraverso sistemi di analisi di *motion capture* individuano un miglioramento complessivo nel post-intervento con incremento dei *range* di movimento. Nelle prove di camminata (Tab. IV) si osserva un aumento statisticamente significativo delle velocità di avanzamento del baricentro corporeo ($p_v = 0,001$), ed un lieve incremento non statisticamente significativo dell'ampiezza del passo ($p_v = 0,715$), imputabile

ad una maggiore stabilità ed a una riduzione del dolore. La lunghezza del passo passava infatti da una media preoperatoria di $85,93 \pm 3,91$ cm ad una postoperatoria di $88,57 \pm 14,53$ cm; mentre la velocità del passo passava da una media preoperatoria di $0,91 \pm 0,20$ m/s ad una postoperatoria di $1,05 \pm 0,24$ m/s (Tab. IV). Le prove di camminata denotano inoltre una riduzione dei compensi adottati da parte di tronco e spalle per favorire il movimento. Il soggetto presentatosi al test pre-intervento con stampelle ha eseguito la prova di controllo senza alcun ausilio. Tra i nostri pazienti si evidenziava un miglioramento statisticamente significativo della motilità della colonna su tutti i 3 piani dello spazio ($p_v = 0,001$ sia per la flessione-estensione, che per la deviazione laterale, che per la rotazione assiale). Il miglioramento evidenziato in tutte le prove effettuate variava dal 14 al 37% (Tab. IV, Fig. 4). La flessione-estensione della colonna passava da una media preoperatoria di $100,25 \pm 26,03^\circ$ ad una postoperatoria di $114,08 \pm 22,45^\circ$. La deviazione laterale della colonna passava da una media preoperatoria di $41,16 \pm 8,54^\circ$ ad una postoperatoria di $50,83 \pm 10,10^\circ$. La rotazione assiale della colonna passava da una media preoperatoria di $54,83 \pm 17,18^\circ$ ad una postoperatoria di $68,08 \pm 18,01^\circ$.

CONCLUSIONI

I risultati del nostro studio clinico prospettico non randomizzato a breve termine dimostrano come l'intervento di recalibraggio associato a distrazione interspinosa Coflex sia procedura efficace e sicura nel trattamento della stenosi del canale vertebrale lombare multilivello. Questo intervento, oltre alla risoluzione dei sintomi, porta ad un miglioramento della funzionalità e delle capacità dei pazienti.

Dopo l'intervento si ha un miglioramento statisticamente significativo del dolore ($p_v = 0,000$), della funzionalità lombare ($p_v = 0,000$), e dello stato di salute ($p_v = 0,000$). La *gait analysis* ha dimostrato un miglioramento della funzionalità e delle capacità dei pazienti non solo legato a questionari clinici soggettivi, ma rilevato oggettivamente. Si ha un miglioramento della motilità della colonna su tutti i 3 piani dello spazio ($p_v = 0,001$ sia per la flessione-estensione, che per la deviazione laterale, che per la rotazione assiale), una ridistribuzione dei carichi sull'asse antero-posteriore ed una migliorata distribuzione delle pressioni plantari durante le prove statiche, segno di maggiore equilibrio e riduzione degli atteggiamenti posturali attuati per prevenire il dolore, un miglioramento delle capacità deambulatorie.

Sarà importante tenere seguito nel tempo questo gruppo di pazienti, implementando sia il campione che il follow-up, per verificare l'effettiva tenuta nel tempo dei risultati, nodo cruciale nella scelta del trattamento.

Bibliografia

- 1 Amundsen T, Weber H, Lilleas F, et al. *Lumbar spinal stenosis: clinical and radiologic features*. Spine 1995;20:1178-86.
- 2 Herno A, Airaksinen O, Saari T. *Computed tomography after laminectomy for lumbar spinal stenosis. Patients' pain patterns, walking capacity, and subjective disability had no correlation with computed tomography findings*. Spine 1994;19:1975-8.
- 3 Katz JN, Dalgas M, Stucki G, et al. *Diagnosis of lumbar spinal stenosis*. Rheum Dis Clin North Am 1994;20:471-83.
- 4 Katz JN, Lipson SJ, Larson MG, et al. *The outcome of decompressive laminectomy for degenerative lumbar stenosis*. J Bone Joint Surg Am 1991;73:809-16.
- 5 Santiago FR, Milena GL, Herrera RO, et al. *Morphometry of the lower lumbar vertebrae in patients with and without low back pain*. Eur Spine J 2001;10:228-33.
- 6 Schonstrom NS, Bolender NF, Spengler DM. *The pathomorphology of spinal stenosis as seen on CT scans of the lumbar spine*. Spine 1985;10:806-11.
- 7 Ciol MA, Deyo RA, Howell E, et al. *An assessment of surgery for spinal stenosis: time trends, geographic variations, complications, and reoperations*. J Am Geriatr Soc 1996;44:285-90.
- 8 Deyo RA, Ciol MA, Cherkin DC, et al. *Lumbar spinal fusion: a cohort study of complications, reoperations, and resource use in the Medicare population*. Spine 1993;18:1463-70.
- 9 Deyo RA, Gray DT, Kreuter W, et al. *United States trends in lumbar fusion surgery for degenerative conditions*. Spine 2005;30:1441-5.
- 10 Arnoldi CC, Brodsky AE, Cauchoix J, et al. *Lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndrome: definition and classification*. Clin Orthop Relat Res 1976;115:4-5.
- 11 Weinstein JN, Lurie JD, Olson PR, et al. *United States' trends and regional variations in lumbar spine surgery: 1992-2003*. Spine 2006;31:2707-14.
- 12 Weinstein J, Birkmeyer J. *The Dartmouth atlas of musculoskeletal health care*. Chicago: American Hospital Association Press 2000.
- 13 Atlas SJ, Keller RB, Robson D, et al. *Surgical and nonsurgical management of lumbar spinal stenosis: four-year outcome from the Maine Lumbar Spine Study*. Spine 2000;25:556-62.
- 14 Simotas AC, Dorey FJ, Hansraj KK, et al. *Nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis: clinical and outcome results and a 3-year survivorship analysis*. Spine 2000;25:197-204.
- 15 Armon C, Argoff CE, Samuels J, et al. *Assessment: use of epidural steroid injection to treat radicular lumbosacral pain: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology*. Neurology 2007;68:723-9.
- 16 Johnsson KE, Rosén I, Udén A. *The natural course of lumbar spinal stenosis*. Clin Orthop Relat Res 1992;279:82-6.
- 17 Wedge JH. *The natural history of spinal degeneration*. In: Kirkaldy-Willis WH, ed. *Managing low back pain*. New York: Churchill Livingstone 1983, pp. 3-8.
- 18 Weinstein JN, Tosteson TD, Lurie JD, et al. *Surgical versus nonsurgical therapy for lumbar spinal stenosis*. N Engl J Med 2008;358:794-810.
- 19 Herkowitz HN, Kurz LT. *Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective study comparing decompression and intertransverse process arthrodesis*. J Bone Joint Surg Am 1991;73:802-8.
- 20 Niggemeyer O, Strauss JM, Schulitz KP. *Comparison of surgical procedures for degenerative lumbar spinal stenosis: a meta-analysis of the literature from 1975 to 1995*. Eur Spine J 1997;6:423-9.
- 21 *Interspinous distraction procedures for spinal stenosis causing neurogenic claudication in the lumbar spine*. National Institute for Clinical Excellence, IPG 165, March 22, 2006.
- 22 Zucherman JF, Hsu KY, Hartjen CA, et al. *A multicenter, prospective, randomized trial evaluating the X stop interspinous process decompression system for the treatment of neurogenic intermittent claudication: two-year follow-up results*. Spine 2005;30:1351-8.
- 23 Podichetty VK, Spears J, Isaacs RE, et al. *Complications associated with minimally invasive decompression for lumbar spinal stenosis*. J Spinal Disord Tech 2006;19:161-6.
- 24 Zucherman JF, Hsu KY, Hartjen CA, et al. *A prospective randomized multi-center study for the treatment of lumbar spinal stenosis with the X STOP interspinous implant: 1-year results*. Eur Spine J 2004;13:22-31.
- 25 Iwatsuki K, Yoshimine T, Aoki M. *Bilateral interlaminar fenestration and unroofing for the decompression of nerve roots by using a unilateral approach in lumbar canal stenosis*. Surg Neurol 2007;68:487-92.
- 26 Rosen DS, O'Toole JE, Eichholz KM, et al. *Minimally invasive lumbar spinal decompression in the elderly: outcomes of 50 patients aged 75 years and older*. Neurosurgery 2007;60:503-9; discussion 509-10.
- 27 Postacchini F, Cinotti G. *Bone regrowth after surgical decompression for lumbar spinal stenosis*. J Bone Joint Surg Br 1992;74:862-9.
- 28 Sanderson PL, Getty CJ. *Long-term results of partial undercutting facetectomy for lumbar lateral recess stenosis*. Spine (Phila Pa 1976) 1996;21:1352-6.
- 29 Verbiest H. *A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal*. J Bone Joint Surg Br 1954;36-B:230-7.
- 30 Verbiest H. *Results of surgical treatment of idiopathic developmental stenosis of the lumbar vertebral canal. A review of twenty-seven years' experience*. J Bone Joint Surg Br 1977;59:181-8.
- 31 Katz JN, Lipson SJ, Chang LC, et al. *7- to 10-year outcome of decompressive surgery for degenerative lumbar spinal stenosis*. Spine 1996;21:92-8.
- 32 Jespersen SM, Hansen ES, Hoy K, et al. *Two-level spinal stenosis in minipigs: hemodynamic effects of exercise*. Spine 1995;20:2765-73.
- 33 Fanuele JC, Abdu WA, Hanscom B, et al. *Association between obesity and functional status in patients with spine disease*. Spine 2002;27:306-12.
- 34 Sasaki K. *Magnetic resonance imaging findings of the lumbar root pathway in patients over 50 years old*. Eur Spine J 1995;4:71-6.
- 35 Boden SD, McCowin PR, Davis DO, et al. *Abnormal magnetic-resonance scans of the cervical spine in asymptomatic subjects: a prospective investigation*. J Bone Joint Surg Am 1990;72:1178-84.
- 36 Jensen MC, Brant-Zawadzki MN, Obuchowski N, et al. *Magnetic resonance imaging of the lumbar spine in people without back pain*. N Engl J Med 1994;331:69-73.
- 37 Hasenbring M, Marienfeld G, Kuhlendahl D, et al. *Risk factors of chronicity in lumbar disc patients. A prospective investigation of biologic, psychologic, and social predictors of therapy outcome*. Spine 1994;19:2759-65.
- 38 Junge A, Frohlich M, Ahrens S, et al. *Predictors of bad and good outcome of lumbar spine surgery. A prospective clinical study with 2 years' follow-up*. Spine 1996;21:1056-64.
- 39 Katz JN, Dalgas M, Stucki G, et al. *Degenerative lumbar spinal stenosis: diagnostic value of the history and physical examination*. Arthritis Rheum 1995;38:1236-41.
- 40 de Graaf I, Prak A, Bierma-Zeinstra S, et al. *Diagnosis of lumbar spinal stenosis: a systematic review of the accuracy of diagnostic tests*. Spine 2006;31:1168-76.
- 41 Kent DL, Haynor DR, Larson EB, et al. *Diagnosis of lumbar spinal stenosis in adults: a metaanalysis of the accuracy of CT, MR, and myelography*. AJR Am J Roentgenol 1992;158:1135-44.
- 42 Katz JN, Harris MB. *Lumbar spinal stenosis*. N Engl J Med 2008;358:818-25.

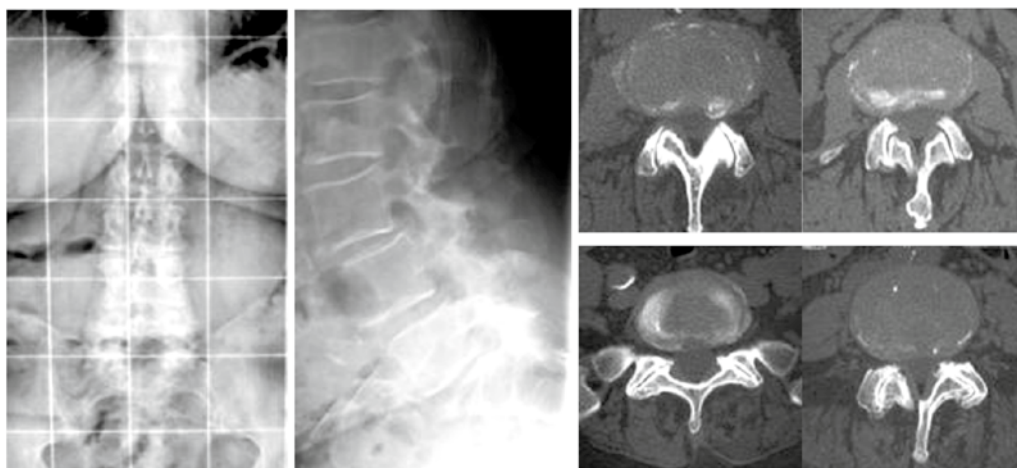
- ⁴³ Herno A. *Surgical results of lumbar spinal stenosis*. Ann Chir Gynaecol Suppl 1995;210:1-969.
- ⁴⁴ Turner JA, Ersek M, Herron L, et al. *Surgery for lumbar spinal stenosis: attempted meta-analysis of the literature*. Spine 1992;17:1-8.
- ⁴⁵ Malmivaara A, Statis P, Heliovaara M, et al. *Surgical treatment for moderate lumbar spinal stenosis: a randomized controlled trial*. In: Proceedings of the International Society for Study of the Lumbar Spine, Porto, Portugal, May 30 - June 5, 2004.
- ⁴⁶ Atlas SJ, Deyo RA, Keller RB, et al. *The Maine Lumbar Spine Study, Part III: 1-year outcomes of surgical and nonsurgical management of lumbar spinal stenosis*. Spine 1996;21:1787-94.
- ⁴⁷ Malmivaara A, Statis P, Heliovaara M, et al. *Surgical or nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis? A randomized controlled trial*. Spine 2007;32:1-8.
- ⁴⁸ Mariconda M, Fava R, Gatto A, et al. *Unilateral laminectomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis: a prospective comparative study with conservatively treated patients*. J Spinal Disord Tech 2002;15:39-46.

CASI CLINICI**Caso clinico 1**

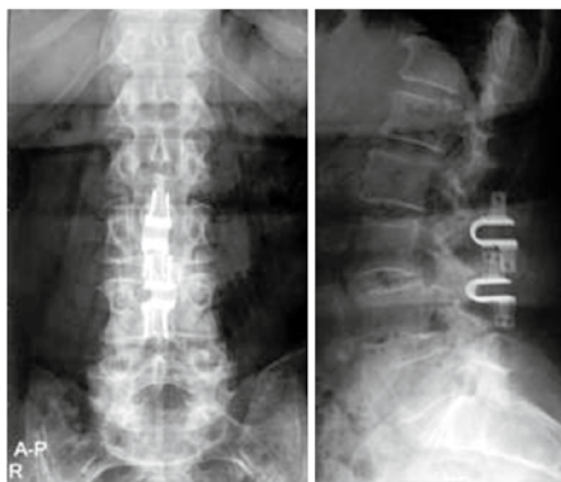
Paziente: Femmina, 81 anni

Claudicatio neurogena < 20 metri, deficit neurologici cronici agli arti inferiori

Preoperatorio: VAS: 8/10 ODI: 48/100 SF36: 9



Diagnosi: Stenosi del canale vertebrale lombare L2-L3-L4.



Intervento: decompressione e artroresi interspinosa L2-L3 e L3-L4.

Completa remissione dei sintomi clinici. A sei mesi di follow-up la paziente non lamentava né lombalgia né claudicatio neurogena.

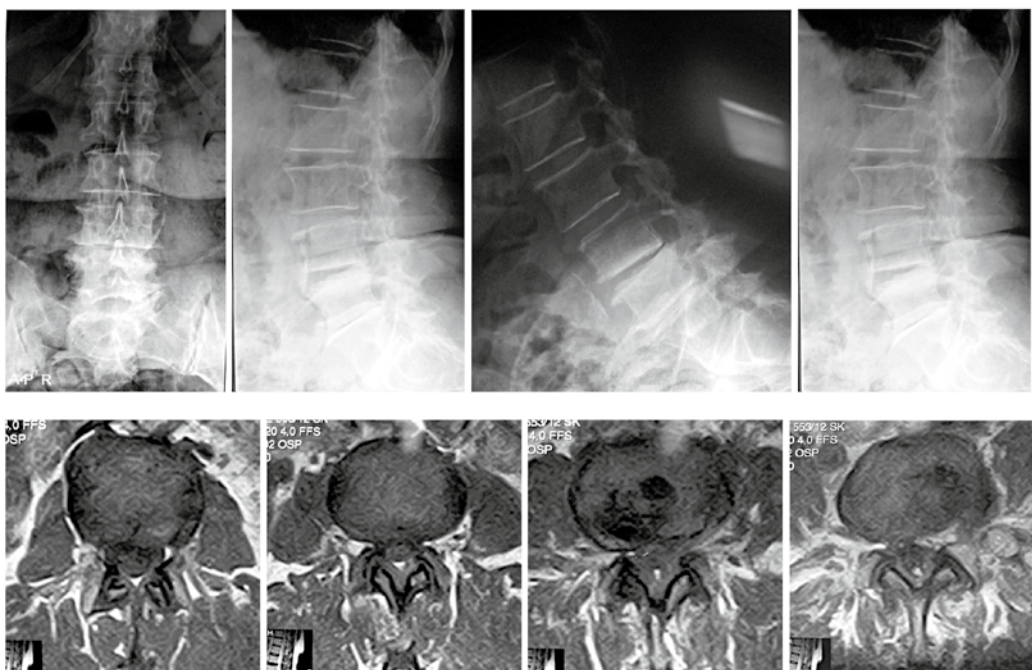
Postoperatorio: VAS: 1/10 ODI: 36/100 SF36: 31

Caso clinico 2

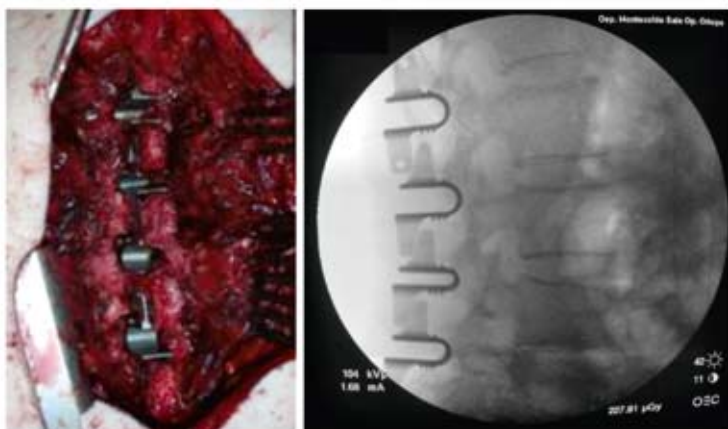
Paziente: Femmina, 76 anni

Claudicatio neurogena < 10 metri, lombalgia

Preoperatorio: VAS: 9/10 ODI: 46/100 SF36: 16

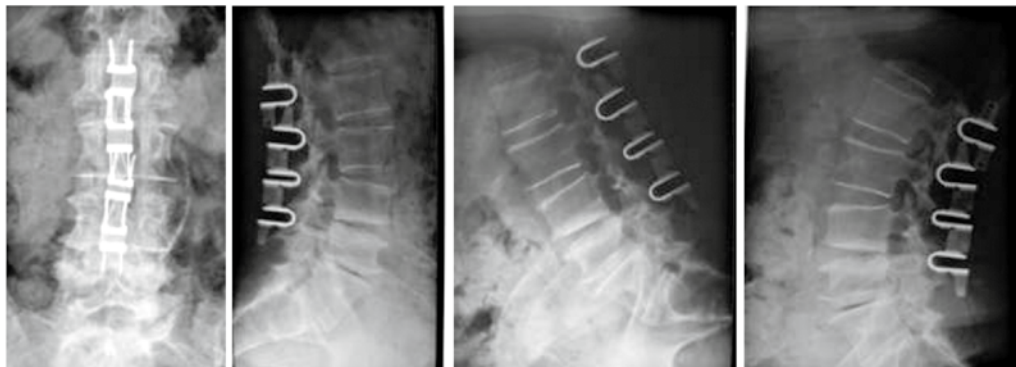


Diagnosi: Stenosi del canale vertebrale lombare T12-L1-L2-L3-L4



Intervento: decompressione e artroresi interspinosa T12-L1, L1-L2, L2-L3 e L3-L4.

Netto miglioramento dei sintomi clinici. A sei mesi di follow-up la paziente non lamentava lombalgia, né claudicatio neurogena.



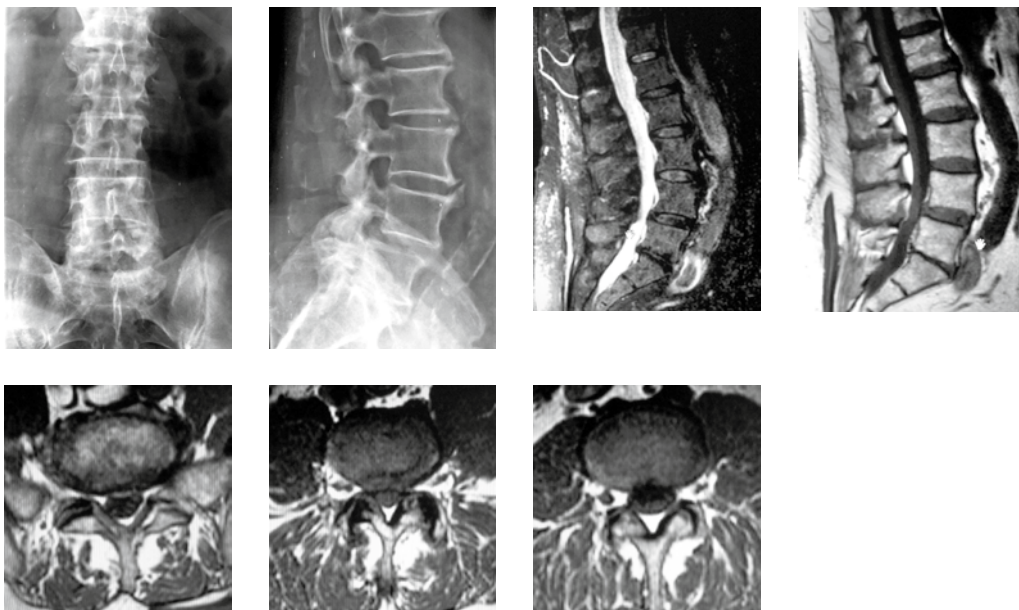
Postoperatorio: VAS: 1/10 ODI: 46/100 SF36: 43

Caso clinico 3

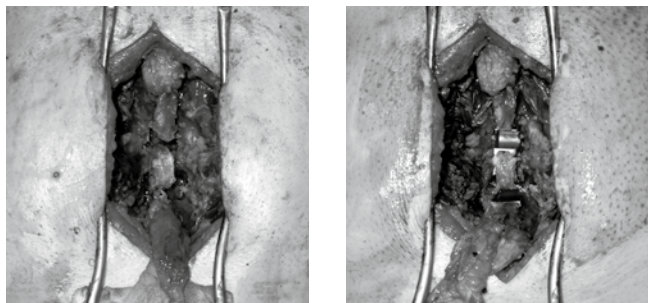
Paziente: Maschio, 71 anni

Claudicatio neurogena < 20 metri, lombosciatalgia sx

Preoperatorio: VAS: 9/10 ODI: 76/100 SF36: 8

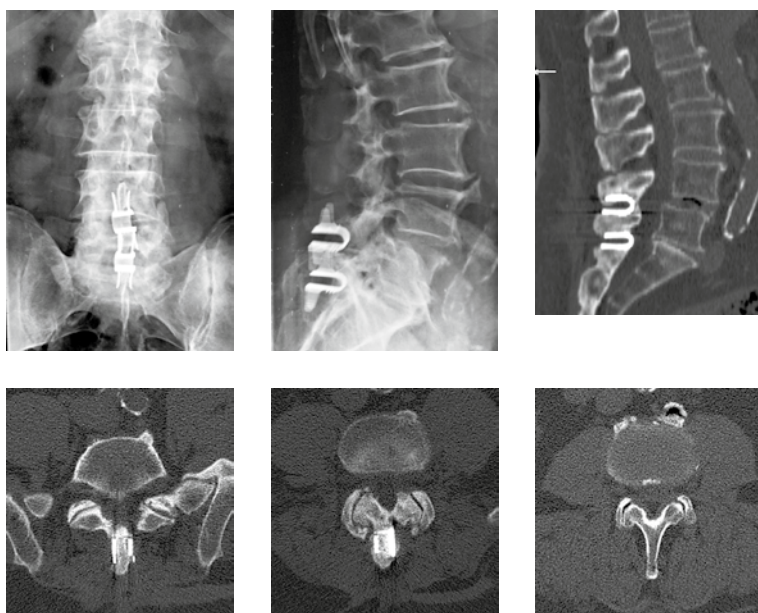


Diagnosi: Stenosi del canale vertebrale lombare L4-L5 e L5-S1.



Intervento: decompressione e artrorisi interspinosa L4-L5 e L5-S1.

Netto miglioramento dei sintomi clinici. A sei mesi di follow-up il paziente non lamentava più lombosciatalgia, né claudicatio neurogena.



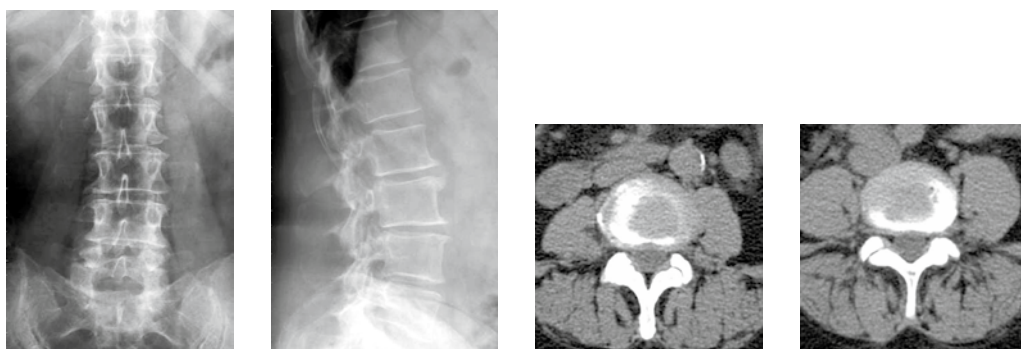
Postoperatorio: VAS: 1/10 ODI: 16/100 SF36: 38

Caso clinico 4

Paziente: Femmina, 64 anni

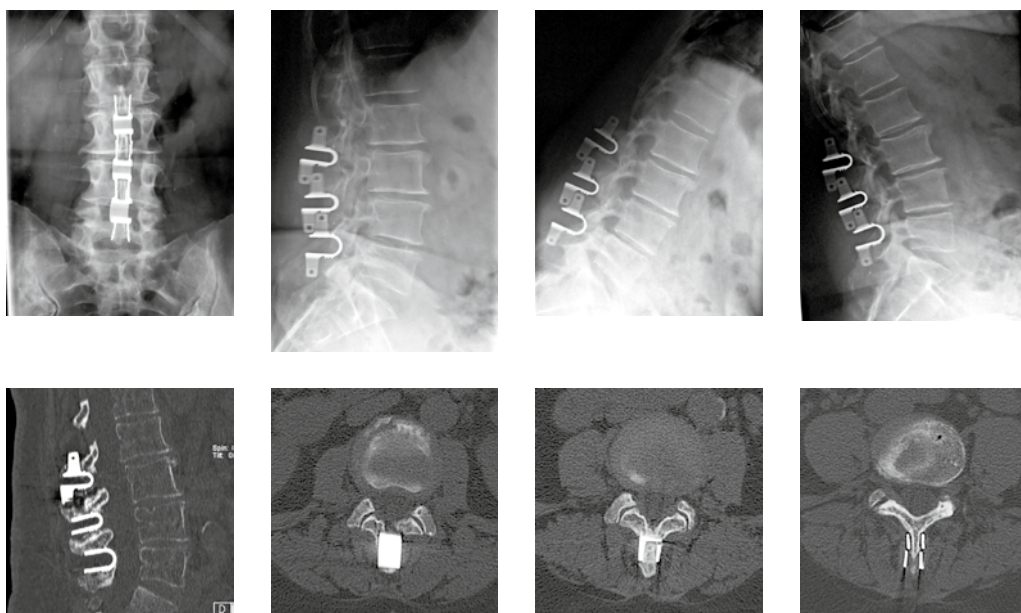
Claudicatio neurogena < 50 metri, lombosciatalgia sx

Preoperatorio: VAS: 9/10 ODI: 78/100 SF36: 9



Diagnosi: Stenosi del canale vertebrale lombare L2-L3, L3-L4, L4-L5.

Intervento: decompressione e artroresi interspinosa L2-L3, L3-L4, L4-L5.



Netto miglioramento dei sintomi clinici. A sei mesi di follow-up il paziente non lamentava più lombosciatalgia, né claudicatio neurogena.

Postoperatorio: VAS: 0/10 ODI: 8/100 SF36: 42