

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ WALLIS

Θ. ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ
Α. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ

Η πρόοδος στην αντικατάσταση αρθρώσεων του υπόλοιπου κινητικού μας συστήματος οδήγησε στη σκέψη ότι αργά ή γρήγορα θα έβρισκε εφαρμογή και στις αρθρώσεις της σπονδυλικής στήλης.

Οι συνεχιζόμενες μέχρι και σήμερα τεχνικές σπονδυλοδεσίας, που καταργούν τελείως την κίνηση, δεν μπορούν ασφαλώς να προσφέρουν φυσιολογική εμβιομηχανική και κινηματική στην ανακατασκευασμένη σπονδυλική στήλη.

Οι χειρουργοί σπονδυλικής στήλης συνεχίζουν όμως να χρησιμοποιούν τη σπονδυλοδεσία λόγω της ιδιόμορφης και ξεχωριστής ανατομίας των σπονδύλων, που σχηματίζουν μεταξύ τους μια κινούμενη πολυαρθρωτή αλυσίδα. Το πολυαρθρωτό αυτό σύστημα προσφέρει τη δυνατότητα της αντιστάθμισης της κατάργησης της κίνησης σε μια σπονδυλική μονάδα, παραβλέποντας όμως τις εκφυλιστικές βλάβες που ανακλύπουν από το επίπεδο σπονδυλοδεσίας και γύρω από αυτό.

Μια κινητή δυναμική σταθεροποίηση της σπονδυλικής μονάδας θα μπορούσε να είναι αποτελεσματική σε πολλές περιπτώσεις, επιτρέποντας μεγαλύτερη φυσιολογική λειτουργία και παρακάμπτοντας τα αναπόφευκτα μειονεκτήματα της ακινητοποίησης των σπονδύλων.

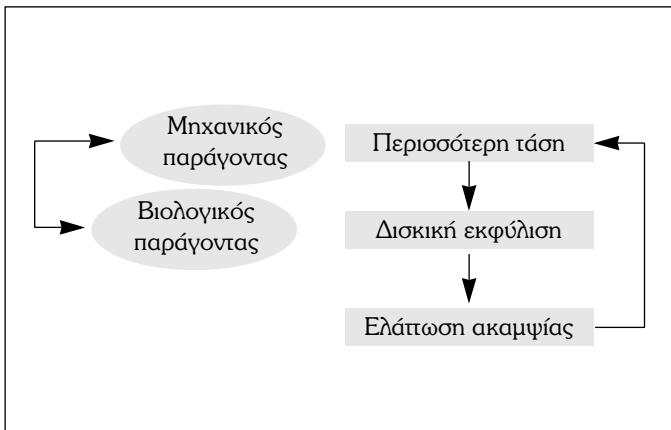
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 1984 ξεκίνησε από τον Jacques Sénégas (Bordeaux, France) η μελέτη και ανάπτυξη ενός συστήματος δυναμικής σταθεροποίησης της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης. Μέχρι το 1986 διεξήχθησαν εμβιομηχανικές μελέτες σε πωματικά μοντέλα, για διάφορα συστήματα δυναμικής σταθεροποίησης των οσφυϊκών σπονδυλικών μονάδων.

Τελικά ξεχώρισε ένα «πλωτό» σύστημα χωρίς σταθερή οστική σύνδεση με ελεγχόμενη κινητική των σπονδυλικών μονάδων, πλησιάζοντας περισσότερο προς την κινητική της φυσιολογικής σπονδυλικής στήλης.

Το σύστημα αυτό, η εμφύτευση του οποίου άρχισε το 1986, περιελάμβανε μια μεσακάνθια πρόθεση κατασκευασμένη από τιτάνιο και έναν συνθετικό σύνδεσμο από dactron. Τα αποτελέσματα της αρχικής μελέτης δημοσιεύθηκαν το 1988 και το 1991. Στη συνέχεια ακολούθησε μια προοπτική μελέτη κατά την οποία από το 1988 έως το 1993 περισσότεροι από 300 ασθενείς με εκφυλιστικές βλάβες της οσφυϊκής μοίρας αντιμετωπίστηκαν με αυτή την πρόθεση. Παρά τα ικανοποιητικά αποτελέσματα και την απουσία σημαντικών επιπλοκών, η πρόθεση αυτή με τον αρχικό σχεδιασμό δεν κυκλοφόρησε ποτέ σε εμπορική μορφή, προκειμένου να τεκμηριωθεί με μακροχρόνια αποτελέσματα.

Τελικά, μετά από προσεκτική ανάλυση των σημείων που έρχονταν βελτίωσης, δημιουργήθηκε η δεύτερης γενιάς πρόθεση με το όνομα Wallis. Αυτή τη στιγμή βρίσκεται σε εξέ-

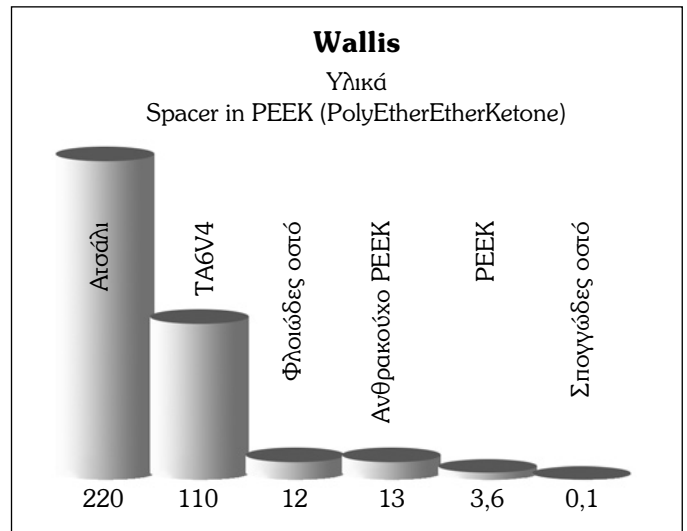


Εικόνα 1. Η δημιουργία αστάθειας της σπονδυλικής μονάδας έχει βιο-μηχανική βάση.

λιξη μεγάλη πολυκεντρική κλινική μελέτη, σε συνεργασία με μεγάλα ευρωπαϊκά κέντρα.

ΑΡΧΕΣ ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

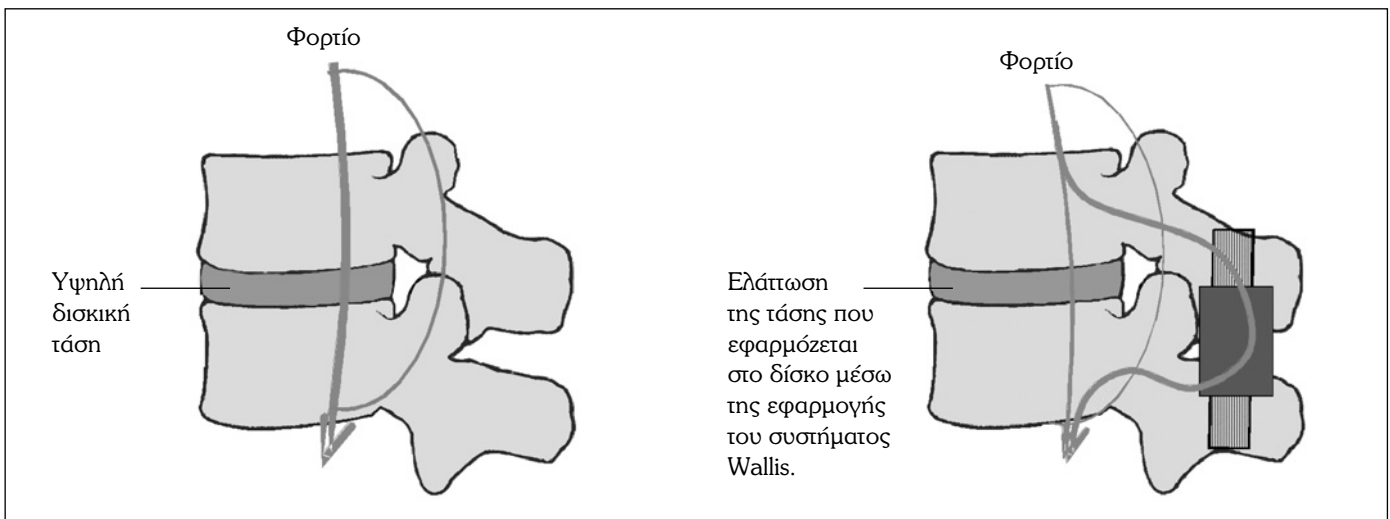
Όπως κάθε δυναμικό σύστημα, το κινητικό τμήμα της σπονδυλικής στήλης υπόκειται σε επιτάχυνση αντίστροφα ανάλογη της ροπής αδράνειας, όταν εφαρμόζεται μία δύναμη. Η ακαμψία του συστήματος περιορίζει τη μετατόπιση. Αυτή η περιοριστική δράση παρέχει ένα περιθώριο ασφάλειας και προστατεύει το δίσκο και τους συνδέσμους από ιστικές βλάβες. Η «ακαμψία» είναι μια μηχανική παράμετρος που ορίζεται σε σχέση με το εφαρμοζόμενο βάρος για συγκεκριμένη μετατόπιση. Αποδίδεται με την



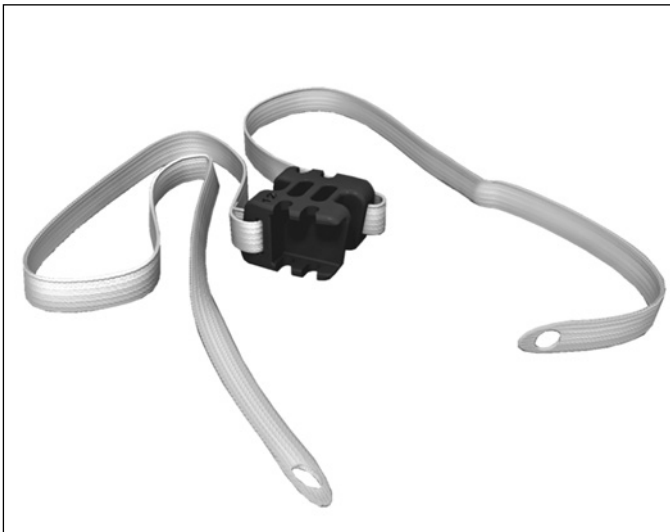
Εικόνα 2. Σύγκριση της ελαστικότητας του PEEK με διάφορα υλικά.

κλίση της καμπύλης βάρος/παραμόρφωση.

Η επιμήκυνση των στοιχείων μιας άρθρωσης έχει ως αποτέλεσμα μια δύναμη αντίθετη στη μετατόπιση. Στη διάχυση της κινητικής ενέργειας υπό μορφή θερμότητας συμβάλλουν οι κολλώδεις-ελαστικές ιδιότητες του συνδετικού ιστού (παθητική απορρόφηση). Βέβαια, αυτή η ιδιότητα δίσκου αν δεν είχε τη διαρκή υποστήριξη μιας πολύ πιο αποτελεσματικής, ενεργούς απορρόφησης, που παρέχεται από την αντανακλαστική σύσπαση των ισχυρών παρασπονδυλικών μυών. Αν και το δυναμικό ισοζύγιο μιας σπονδυλικής άρθρωσης εξαρτάται από έναν συνδυασμό μυϊκής δράσης και παθητικής τάσης των στοιχείων της άρθρωσης, οι μύες διαρκώς προστατεύουν τα υπόλοιπα



Εικόνα 3. Η εφαρμογή μεσακάνθιας πρόθεσης μειώνει την τάση που ασκείται στο μεσοσπονδύλιο δίσκο δρώντας ως «αμορτισέρ» στην οπίσθια κολόνα.

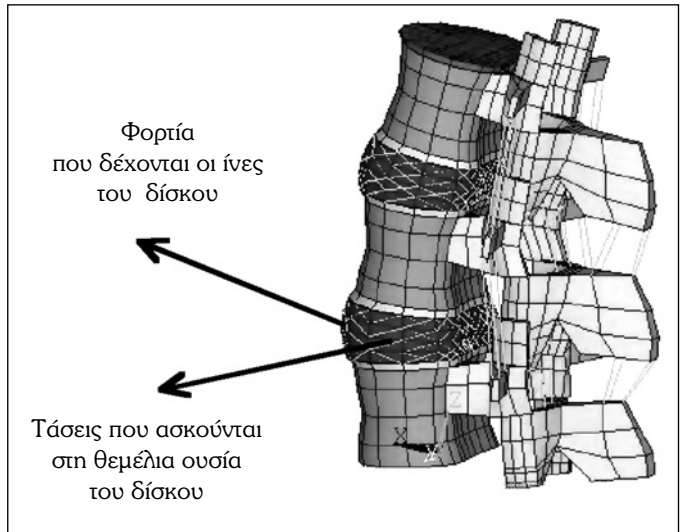


Εικόνα 4. Η μεσακάνθια πρόθεση Wallis με τους δύο συνδέσμους της από dacron, οι οποίοι δένουν γύρω από τις ακανθώδεις αποφύσεις.

στοιχεία, με αποτέλεσμα αυτά να μη φθάνουν στα όρια της ελασικότητάς τους υπό φυσιολογικές συνθήκες.

Υπό συγκεκριμένες μηχανικές συνθήκες, τα κύτταρα του δίσκου που παράγουν εξωκυτταρική ουσία παρουσιάζουν φυσιολογική λειτουργία. Τα κύτταρα όμως αυτά είναι μηχανοεξαρτώμενα². Λειτουργούν φυσιολογικά μόνο σε συγκεκριμένα όρια ασκούμενης πίεσης. Πέρα από αυτά τα όρια αρχίζει η διαδικασία της απόπτωσης των κυττάρων.

Όταν λοιπόν υπάρχουν αυξημένα φορτία ή ο ενεργός μηχανισμός απορρόφησης, που συνιστούν οι μύες, δεν ανταποκρίνεται, ο παθητικός μηχανισμός απορρόφησης, που συνίσταται από το δίσκο και τους συνδέσμους, υπερφορτώνεται και ρήγνυται. Αν η ρήξη δεν είναι μεγάλης βαρύτητας, η δράση των κυττάρων μπορεί να επιδιορθώσει τη βλάβη όπως και σε κάθε άλλο συνδετικό ι-

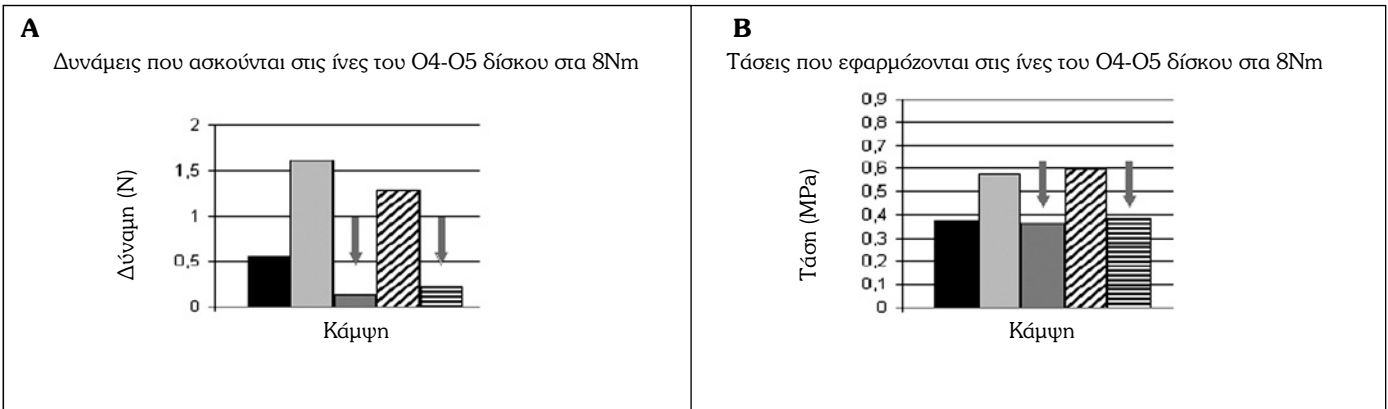


Εικόνα 5.

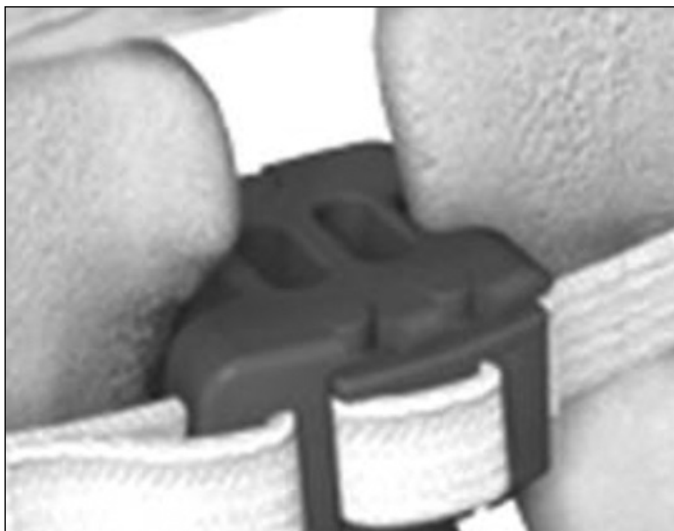
στό. Όμως, όταν η διαταραχή επιμένει, η διαδικασία ανάπλασης υποσκελίζεται και προκύπτουν μη αναστρέψιμες εκφυλιστικές αλλοιώσεις, όσο εξακολουθεί να υπάρχει «αστάθεια». Χαλάρωση ή ελάττωση της σταθερότητας ενός σπονδυλικού τμήματος αποτελεί μέρος της εκφυλιστικής διαδικασίας^{1,3}. Αυτό αληθεύει ανεξάρτητα από το στάδιο του εκφυλισμού.

Σε πρώιμο στάδιο εκφυλισμού, πριν τη διαφοροποίηση του ύψους του μεσοσπονδύλιου δίσκου, παρατηρείται μια αύξηση του εύρους κίνησης στις δυναμικές ακτινογραφίες, λόγω αστάθειας. Όταν ο εκφυλισμός (του δίσκου) είναι πιο προχωρημένος, μειώνεται η κινητικότητα του επιπέδου, λόγω απώλειας ύψους του δίσκου. Οι μηχανικές όμως δείχνουν ότι το σύστημα είναι και πάλι πιο ασταθές από το φυσιολογικό (εικόνα 1).

Τελικά όντως ο δίσκος και κυρίως ο ινώδης δακτύλιος



Εικόνα 6. A. Μέγιστο φορτίο που δέχονται οι ίνες του O4-O5 δίσκου. **B.** Μέγιστη τάση που ασκείται στη θεμέλια ουσία του O4-O5 δίσκου



Εικόνα 7. Τοποθέτηση της πρόθεσης στο μεσακάνθιο διάστημα. Οι σύνδεσμοι εφαρμόζουν επίπεδοι πάνω στις ακανθώδεις αποφύσεις.

έχει ικανότητα ανάπλασης, όπως και όλοι οι συνδετικοί ιστοί. Είναι γεγονός ότι παρατηρείται, χωρίς αμφισβήτηση, μια διαδικασία ανάπλασης του μεσοσπονδύλιου δίσκου, με δημιουργία νέου ιστού και επαναγγείωσης, τουλάχιστον στα πρώτα στάδια εκφυλισμού. Η συνέχιση όμως της ύπαρξης αστάθειας στην περιοχή και οι αυξημένες πιέσεις που ασκούνται για μεγάλη διάρκεια οδηγούν σε εκτεταμένες αλλοιώσεις, όμοιες με τις ψευδαρθρώσεις στα μακρά οστά ή τις αλλοιώσεις του μνίσκου.

Η αρχή της μηχανικής συμπληρωματικής στήριξης από ένα δυναμικό σύστημα έχει ως στόχους τη σταθεροποίηση του επιπέδου και τον περιορισμό του εύρους κίνησης κοντά στα φυσιολογικά όρια, ώστε να περιοριστεί η αιτία εκφυλισμού του δίσκου και σε κάποιες περιπτώσεις να επέλθει κάποια ανάπλαση του δίσκου, σε πρώιμα στάδια εκφυλισμού.

Η ΠΡΟΘΕΣΗ WALLIS

Επειδή δεν υπάρχει δυνατότητα σταθεροποίησης όλων των στοιχείων που εμπεριέχονται σε μια σπονδυλική μονάδα, το σύστημα Wallis σχεδιάστηκε με σκοπό να συμβάλει στην απορρόφηση δυνάμεων κατά τις κινήσεις κάμψης και έκτασης της σπονδυλικής μονάδας. Έτσι, περιορίζοντας την έκταση με τη τοποθέτηση μιας πρόθεσης μεταξύ των ακανθωδών αποφύσεων, η πρόθεση αυτή δρα και ως «αμορτισέρ» (απορρόφηση κραδασμών) στην οπίσθια κολόνα.

Αυτή η μεσακάνθιος πρόθεση, που στον αρχικό της σχεδιασμό ήταν από τιτάνιο, κατασκευάζεται πλέον από ΡΕΕΚ (Poly Ether Ether Ketone). Χάρη στο σχήμα της και τις ιδιότητες του υλικού ΡΕΕΚ, η νέα αυτή πρόθεση έχει

αυξημένη ελαστικότητα. Έτσι η πρόθεση Wallis είναι 30 φορές πιο εύκαμπτη από ό,τι η προηγούμενη από τιτάνιο (εικόνα 2).

Επιπλέον, η χρήση μιας μεσακάνθιας πρόθεσης παρέχει σημαντικά μηχανικά πλεονεκτήματα⁴, όταν η σπονδυλική στήλη υπόκειται σε φόρτιση. Η μεσακάνθια πρόθεση κατανέμει τα φορτία, μειώνοντας τη φόρτιση του μεσοσπονδύλιου δίσκου και των ζυγοαπορροφητικών αρθρώσεων μέχρι και 50% για πρόθεση πάχους 12mm (εικόνα 3).

Η πρόθεση περιέχει επίσης δύο συνδέσμους από συνθετικό dacron ειδικής ύφανσης, οι οποίοι δένουν γύρω από τις ακανθώδεις αποφύσεις και ασφαλίζουν σε τάση με τη πρόθεση. Αυτό επιτυγχάνεται από το σχεδιασμό της πρόθεσης και από τη σειρά των εργαλείων τοποθέτησης. Οι σύνδεσμοι έχουν αντοχή 200dN και όταν διαταθούν επιμηκύνονται περίπου 20% πριν από τη μηχανική τους αποτυχία.

Το συνολικό εμφύτευμα αποτελεί ένα «πλωτό» σύστημα χωρίς μόνιμη στερέωση στο σπόνδυλο, η οποία θα αποτελούσε παράγοντα ενδεχόμενης μηχανικής χαλάρωσης με την πάροδο του χρόνου.

Όπως δείχνουν μη δημοσιευμένες εμβιομηχανικές μελέτες που έγιναν σε πωματικές σπονδυλικές στήλες, το Wallis παρέχει μείωση του εύρους κίνησης στο σπονδυλικό τμήμα που έχει αστάθεια ύστερα από επέμβαση δισκεκτομής και επιτυγχάνει την επαναφορά της σταθερότητας του στα φυσιολογικά όρια (εικόνες 5, 6).

Επιπλέον, μελέτες σε πειραματόζωα έδειξαν πως είναι δυνατόν να επιτευχθεί ανάπλαση του ινώδους δακτυλίου μετά από πλήρη δισκεκτομή με τη χρήση δυναμικού συστήματος σταθεροποίησης, ενώ χωρίς στήριξη παρατηρείται πλήρης καταστροφή του μεσοσπονδύλιου ιστού.

ΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

1. Τοποθέτηση του ασθενούς

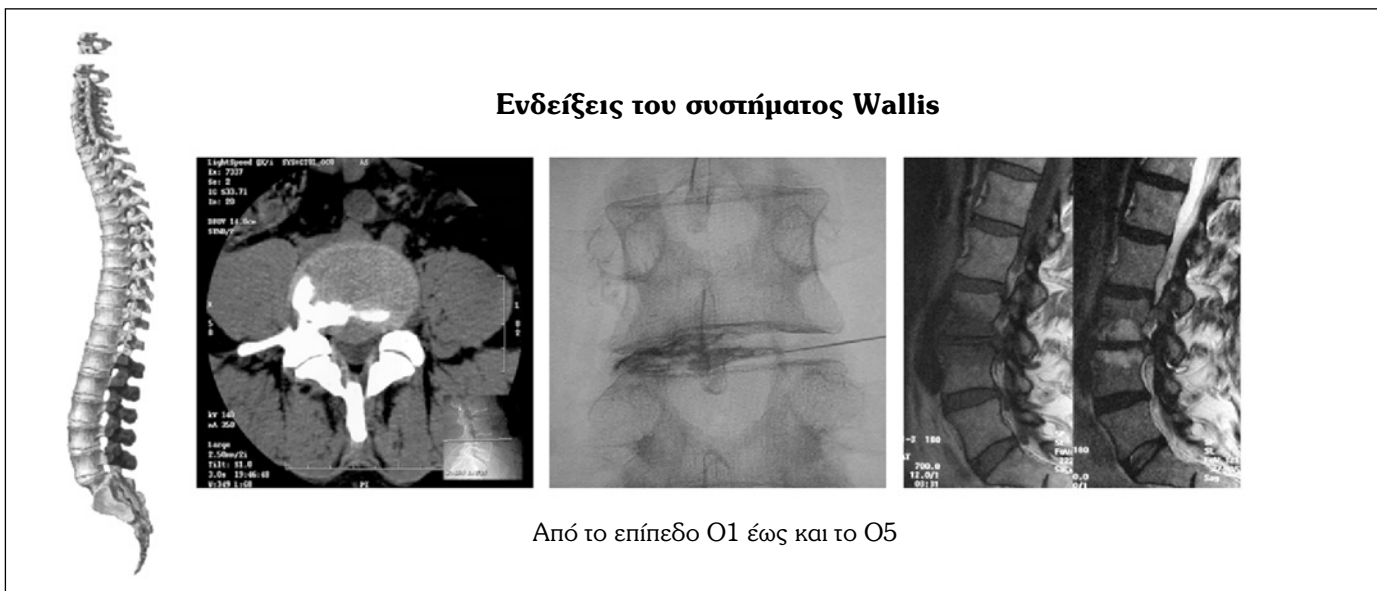
Ο ασθενής τοποθετείται πρηνής σε πλαίσιο ή μαξιλάρια με επίτευξη φυσιολογικής οσφυϊκής λόρδωσης για τη σωστή επιλογή του πάχους της πρόθεσης.

2. Παρασκευή της ακανθώδους απόφυσης και αποκόλληση του επακάνθιου συνδέσμου

Με έναν οστεοτόμο αποκολλούμε τον επακάνθιο σύνδεσμο από τις δύο ακανθώδεις αποφύσεις. Ο σύνδεσμος παρεκτοπίζεται πλαγίως χωρίς να διαταμεί.

3. Προετοιμασία του μεσακάνθιου διαστήματος

Ο μεσακάνθιος σύνδεσμος αφαιρείται. Επίσης διαμορφώνεται η κάτω και άνω επιφάνεια της άνω και κάτω ακανθώδους απόφυσης ώστε να υποδεχθούν την πρόθεση.



Εικόνα 8.

4. Τοποθέτηση δοκιμαστικής πρόθεσης

Χρησιμοποιώντας τις δοκιμαστικές προθέσεις, επιλέγουμε το πάχος της πρόθεσης. Μεταξύ δύο μεγεθών επιλέγουμε το μικρότερο για καλύτερη εφαρμογή της πρόθεσης.

5. Τοποθέτηση της πρόθεσης και προώθηση των συνδέσμων γύρω από τις ακανθώδεις αποφύσεις

Η πρόθεση τοποθετείται όσο το δυνατόν πρόσθια στο μεσακάνθιο διάστημα. Προσέχουμε ώστε οι σύνδεσμοι να μην περιστρέφονται αλλά να εφαρμόζουν επίπεδα πάνω στις ακανθώδεις αποφύσεις. Το όλο σύστημα ασφαλίσει σε τάση με τα κατάλληλα εργαλεία (εικόνα 7).

6. Επανατοποθέτηση του επακάνθιου συνδέσμου

Ο επακάνθιος σύνδεσμος επιστρέφει στη θέση του και καθλώνεται στις ακανθώδεις αποφύσεις με διοστικά ράμματα.

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

Επί του παρόντος το σύστημα Wallis δύναται να χρησιμοποιηθεί για βλάβες II, III και IV βαθμού σύμφωνα με την κατάταξη MRI και κατά Pfirrmann⁵ στις ακόλουθες ενδείξεις (εικόνα 8):

- Δισκοκήλη με μαζική προβολή του πηκτοειδούς πυρήνα σε νέο ασθενή
- Υποτροπή δισκοκήλης
- Δισκοκήλη σε μεταβατικό σπόνδυλο με ιεροποίηση του O5 σπονδύλου
- Εκφυλιστική νόσος του δίσκου σε γειτονικό επίπεδο από προηγούμενη σπονδυλοδεσία

- Μεμονωμένη βλάβη Modic I που οδηγεί σε χρόνια χαμηλή οσφυαλγία.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η χειρουργική αντιμετώπιση της εκφυλιστικής νόσου της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης υφίσταται μια μεταμόρφωση με κύριο άξονα τη λογική της «βήμα προς βήμα» (step-wise) χειρουργικής θεραπείας της οσφυαλγίας όταν η συντηρητική θεραπεία έχει αποτύχει. Η δυναμική συμπληρωματική στήριξη της σπονδυλικής στήλης εμφανίζεται ως μια χρήσιμη τεχνική στην αντιμετώπιση της εκφυλιστικής νόσου του οσφυϊκού μεσοσπονδύλιου δίσκου. Αυτή η μέθοδος καλείται να διαδραματίσει έναν ειδικό ρόλο, μαζί με τις προθέσεις ολικής αντικατάστασης δίσκου, στη νέα εγχειρητική «βήμα προς βήμα» στρατηγική, που στόχο έχει την αποφυγή της λύσης της σπονδυλοδεσίας στα εκφυλιστικά μεσοσπονδύλια διαστήματα.

Η ιδέα για το σχεδιασμό ενός μη άκαμπτου συστήματος σταθεροποίησης των οσφυϊκών κινητικών μονάδων άρχισε το 1984⁷. Τα κλινικά αποτελέσματα του συστήματος πρώτης γενιάς ήταν ενθαρρυντικά στην αντιμετώπιση της χαμηλής οσφυαλγίας λόγω της εκφυλιστικής αστάθειας και απαλλαγμένα από σοβαρές επιπλοκές.

Σήμερα η πρόθεση δεύτερης γενιάς έχει σχεδιαστεί μετά από προσεκτική ανάλυση των σημείων της πρώτης γενιάς που επιδέχονταν βελτίωση.

Το Wallis, η νέα πρόθεση, θεραπεύει τον πόνο που προκαλεί η εκφυλιστική αστάθεια της οσφυϊκής μοίρας, διατηρώντας παράλληλα το πλεονέκτημα του αναστρέ-

ψιμου της εγχείρησης και αφήνοντας όλες τις επακόλουθες εκδοχές ανοικτές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ebara S, Harada T, Hosono N et al. Intraoperative measurement of lumbar spinal instability. *Spine* 1992; 17(3 Suppl):44-50.
2. Lotz JC, Chin JR. Intervertebral disc cell death is dependent on the magnitude and duration of spinal loading. *Spine* 2000; 25:1477-1483.
3. Mimura M, Panjabi M, Oxland TR et al. Disc degeneration affects the multidirectional flexibility of the lumbar spine. *Spine* 1994; 19:1371-1380.
4. Minns RJ, Walsh WK. Preliminary design and experimental studies of a novel soft implant for correcting sagittal plane instability in the lumbar spine. *Spine* 1997; 22:1819-1825; discussion 1826-1827.
5. Pfirrmann CWA, Metzdorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N () Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine* 2001; 26:4873-4878.
6. S n gas J. La ligamentoplastie intervertebrale, alternative a l'arthrodèse dans le traitement des instabilités degeneratives. *Acta Orthop Belg* 1991; 57 (Suppl I):221-226.
7. Sénégas J, Etchevers JP, Baulny D, Grenier F. Widening of the lumbar vertebral canal as an alternative to laminectomy in the treatment of lumbar stenosis. *Fr J Orthop Surg* 1988; 2:93-99.
8. Sénégas J, Vital JM, Guerin J, Bernard P, M' Barek M, Loreiro M, Bouvet R. Stabilisation lombaire souple. In: GIEDA - Instabilit s vertebrales lombaires. Expansion Scientifique Française. Paris 1995, pp. 122-132.