Motion Graph Deviation Index (MGDI): Ένας δείκτης που επαυξάνει την αντικειμενικότητα στην κλινική ανάλυση των γραφημάτων κίνησης

ΔΑΡΡΑΣ Ν.¹, ΤΖΙΟΜΑΚΗ Μ.¹, ΠΑΣΠΑΡΑΚΗΣ Δ.²

¹Κέντρο Ανάλυσης Βάδισης & Κίνησης, ΕΛΕΠΑΠ Αθηνών, ²2ⁿ Ορθοπαιδική Κλινική Νοσοκομείου Παίδων Αγλαΐα Κυριακού, Αθήνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην Τρισδιάστατη Κλινική Ανάλυση Κίνησης τα δεδομένα που συλλέγονται, παρουσιάζονται με τη μορφή γραφημάτων. Στα γραφήματα προβάλλονται τα δεδομένα του ασθενή μαζί με τα αντίστοιχα δεδομένα των φυσιολογικών ατόμων. Τα δεδομένα των φυσιολογικών ατόμων χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των αποκλίσεων που εμφανίζει η κίνηση του εξεταζόμενου από τις αντίστοιχες φυσιολογικές τιμές. Ένας μεγάλος αριθμός γραφημάτων χρησιμοποιείται κατά την ανάλυση για την αξιολόγηση της κίνησης των μελών και των αρθρώσεων που συμμετέχουν στην κίνηση στα τρία επίπεδα (οβελιαίο, μετωπιαίο και εγκάρσιο). Η ανάγκη της σύνοψης της συνοθικής κατάστασης του εξεταζόμενου ασθενή, έχει οδηγήσει σε διάφορες προσπάθειες ποσοτικοποίησης της απόκλισης από τα φυσιολογικά με τον υπολογισμό δεικτών απόκλισης. Το Κέντρο Ανάλυσης Βάδισης & Κίνησης της ΕΛΕΠΑΠ έχει αναπτύξει και εφαρμόζει τα τελευταία χρόνια, έναν ειδικά κατασκευασμένο δείκτη για την ποσοτικοποίηση της απόκλισης που καταγράφεται στα γραφήματα κίνησης με την οvouggíg Motion Graph Deviation Index (MGDI). Ο δείκτης αυτός μετατρέπει την απόκλιση των γραφημάτων κίνησης από μοίρες σε μονάδες Τυπικών Αποκηίσεων Φυσιολογικών Δεδομένων. Το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο στηρίζεται η δημιουργία του δείκτη, καθώς και τα βήματα για τον υπολογισμό του, παρουσιάζονται αναλυτικά. Επίσης, παρουσιάζονται στοιχεία από τον έλεγχο εγκυρότητας της εφαρμογής του δείκτη στην Ανάλυση Βάδισης αλλά και στην ανάλυση του Άνω άκρου. Τέλος, παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα του MGDI σε σχέση με άλλους δείκτες που χρησιμοποιούνται στη βιβλιογραφία, καθώς και οι περιορισμοί που θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν κατά τη χρήση των δεικτών.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Τρισδιάστατη Κλινική Ανάλυση Κίνησης βασίζεται στην ποσοτικοποίηση και την αξιολόγηση της απόκλισης από τις φυσιολογικές τιμές. Τα δεδομένα της κίνησης που συλλέγονται, παρουσιάζονται με τη μορφή γραφημάτων, που περιέχουν τις τιμές της κίνησης του εξεταζόμενου μαζί με τα αντίστοιχα φυσιολογικά δεδομένα. Οι τιμές των φυσιολογικών δεδομένων ορίζονται από το εύρος τιμών, που βρίσκονται εντός συν-πλην μιας τυπικής απόκλισης από τη μέση τιμή των φυσιολογικών ατόμων για την παράμετρο που αναλύεται. Έτσι, μία κίνηση θεωρείται Φυσιολογική, αν όλες οι τιμές που συλλέχθηκαν από τον εξεταζόμενο εμπίπτουν εντός του φυσιολογικού εύρους τιμών.

Στην κλινική ανάλυση κίνησης χρησιμοποιείται ένας μεγάλος αριθμός γραφημάτων για την περιγραφή της κίνησης που αναλύεται. Η ανάγκη της σύνοψης της συνολικής κατάστασης του εξεταζόμενου ασθενή, έχει οδηγήσει σε διάφορες προσπάθειες να ποσοτικοποιηθεί η απόκλιση από τα φυσιολογικά, με τον υπολογισμό δεικτών απόκλισης.^{1,2,3,4,5}

Το εργαστήριο μας έχει αναπτύξει και εφαρμόζει, τα τελευταία χρόνια, έναν ειδικά κατασκευασμένο δείκτη για την αξιολόγηση της απόκλισης. Αυτός ο δείκτης έχει προστεθεί σαν ένα βασικό εργαλείο αξιολόγησης στο εργαστήριο μας. Ο δείκτης αυτός είχε ανακοινωθεί το 2007 με την ονομασία Gait Graph Deviation Index.⁶ Μέσα σε αυτό το δι-

Διεύθυνση αλληλογραφίας: Δημήτριος Πασπαράκης Καραϊσκάκη 16, 16673 Βούλα



Σχήμα 1. Η δεξιά (μπλε) & η αριστερή (κόκκινη) απόκλιση καθορίζονται από την απόσταση της αντίστοιχης καμπύλης κίνησης του εξεταζόμενου με την καμπύλη της μέσης τιμής των φυσιολογικών ατόμων.



Σχήμα 2. Γράφημα ανάλυσης βάδισης για την κίνηση του γόνατος στο οβελιαίο επίπεδο. Αποκλίσεις μέσα στα όρια μιας τυπικής απόκλισης πάνω ή κάτω από την καμπύλη της μέσης τιμής των φυσιολογικών ατόμων αξιολογούνται ως εντός των φυσιολογικών ορίων. Η αύξηση της απόκλισης πέραν των ορίων της μιας τυπικής απόκλισης των φυσιολογικών δεδομένων αξιολογείται ως αυξανόμενα παθολογική.

άστημα έχει δοκιμασθεί και έχει αποδείξει την κλινική του εφαρμοσιμότητα.

Πρόσφατα επεκτείναμε τις κλινικές εφαρμογές του εργαστηρίου μας και συμπεριλάβαμε το Πρωτόκολλο Ανάλυons Kívnons του Άνω Άκρου της ΕΛΕΠΑΠ.⁷ Η εφαρμογή των δεικτών, που προηγουμένως είχαν δοκιμασθεί στην Ανάλυση Βάδισης, αποδείχθηκε πολύ περισσότερο χρήσιμη για την ανάλυση των άνω άκρων.⁸ Το γεγονός αυτό μας οδήγησε στο να μετονομάσουμε το δείκτη από Gait Graph Deviation Index σε Motion Graph Deviation Index (MGDI) για να ανταποκρίνεται η ονομασία του δείκτη στο εύρος των εφαρμογών του.

Σκοπός του άρθρου είναι να παρουσιαστούν αναλυτικά οι πληροφορίες σχετικά με το θεωρητικό υπόβαθρο που εφαρμόζεται στον MGDI, να παρουσιασθούν οι διαδικασίες υπολογισμού του δείκτη και τέλος να αναφερθούν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των ιδιοτήτων του, καθώς και οι περιορισμοί του.

ΜΕΘΟΔΟΣ

Θεωρητικό υπόβαθρο

Οι Αποκήίσεις Γραφημάτων Κίνησης (Motion Graph Deviations) ορίζονται από τη διαφορά (απόσταση) κάθε καμπύθης κίνησης του εξεταζόμενου με την αντίστοιχη καμπύθη κίνησης της μέσης τιμής των φυσιοθογικών δεδομένων. Ένα παράδειγμα παρουσιάζεται στο Σχήμα 1. Οι καμπύθες κίνησης του δεξιού γόνατος (μπθε καμπύθη) και του αριστερού γόνατος (κόκκινη καμπύθη) του εξεταζόμενου συγκρίνονται με την καμπύθη της μέσης τιμής των φυσιοθογικών ατόμων (πράσινη καμπύθη).

Η κλινική ανάλυση βάδισης βασίζεται σε αυτή τη σύγκρι-



Σχήμα 3. Γράφημα φυσιολογικών δεδομένων ανάλυσης βάδισης για την κίνηση του ισχίου στο οβελιαίο επίπεδο. Σε κάθε στιγμή του κύκλου βάδισης υπάρχουν διαφορετικές τιμές τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση τιμή των φυσιολογικών δεδομένων. Στο 18% του κύκλου βάδισης, η τυπική απόκλιση είναι σχεδόν στο ήμισυ αυτής στο 56%, όπως είναι ευκρινές από τη σύγκριση του μήκους των κόκκινων ράβδων.

ση των τριών καμπυλών για κάθε στιγμή του κύκλου βάδιons. Στο Σχήμα 1 για παράδειγμα, ο κάθετος άξονας εμφαvíζει την παράμετρο της κίνησης (γωνία γόνατος) και ο οριζόντιος άξονας τον χρόνο σαν ποσοστό του κύκλου βάδιons. Η αυξημένη απόκλιση (απόσταση) των καμπυλών του δεξιού και του αριστερού σκέλους από τη φυσιολογική καμπύλη αποτελεί το βασικό κριτήριο για την τεκμηρίωση της παθολογίας της κίνησης για την παράμετρο που αναλύεται.

Αν, όμως, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, η απόκλιση εμπίπτει στα όρια της Τυπικής Απόκλισης των Φυσιολογικών Δεδομένων (ΤΑΦΔ), τότε τα δεδομένα του εξεταζόμενου ασθενή αξιολογούνται ως μη παθολογικά και εντός των φυσιολογικών ορίων. Αντίθετα, αποκλίσεις μεγαλύτερες από μία ΤΑΦΔ αξιολογούνται ως αυξανόμενα παθολογικές.

Πολύ σημαντική παράμετρος είναι το γεγονός ότι σε κάθε στιγμή της κίνησης που αναλύεται, η τιμή της ΤΑΦΔ είναι διαφορετική. Αυτό σημαίνει ότι το φυσιολογικό εύρος στα γραφήματα ανάλυσης κίνησης αυξομειώνεται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, όπως είναι διακριτό στο Σχήμα 3.

Στο Σχήμα 3, απεικονίζεται η φυσιολογική καμπύλη της κίνησης του ισχίου κατά τη βάδιση. Οι δύο κόκκινες κάθετες γραμμές που εκτείνονται επάνω και κάτω από τη μέση τιμή έχουν σημαντικά διαφορετικό μήκος. Η δεύτερη είναι σχεδόν διπλάσια της πρώτης. Και οι δύο κάθετες γραμμές ορίζουν το φυσιολογικό εύρος που αντιστοιχεί στην τυπική απόκλιση που εμφανίζουν τα φυσιολογικά άτομα στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή του κύκλου βάδισης. Είναι προφανές ότι η αυξομείωση αυτή μπορεί να είναι σημαντική στη διάρκεια ενός κύκλου βάδισης.

Το παρακάτω παράδειγμα αναδεικνύει τη σημαντικότητα της παραπάνω συνθήκης.



Σχήμα 4. a) Κόκκινες ράβδοι - Τιμές στιγμιαίας απόκλισης σε μοίρες, μεταξύ της καμπύλης κίνησης του ασθενή και της καμπύλης της μέσης τιμής των φυσιολογικών ατόμων για τρεις διαδοχικές χρονικές στιγμές. β) Πράσινες ράβδοι - Τιμές τυπικής απόκλισης των φυσιολογικών ατόμων που αντιστοιχούν στις τρεις διαδοχικές χρονικές στιγμές.

Στο Σχήμα 4, στην πρώτη χρονική στιγμή του κύκλου βάδισης, η απόκλιση της καμπύλης του εξεταζόμενου μετρήθηκε να είναι 20 μοίρες από την καμπύλη των φυσιολογικών ατόμων. Στην ίδια χρονική στιγμή η ΤΑΦΔ είναι ίση με 5 μοίρες.

Αυτό σημαίνει ότι η τιμή που εμφανίζει η καμπύλη του εξεταζόμενου στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή βρίσκεται σε μία απόσταση 4 ΤΑΦΔ από τη φυσιολογική μέση τιμή αφού: απόκλιση 20 μοιρών/5 μοίρες ΤΑΦΔ = 4.

Μια απόκλιση τέσσερις φορές μεγαλύτερη από την ΤΑΦΔ αξιολογείται κλινικά ως πολύ μεγάλη αφού γνωρίζουμε από την στατιστική, ότι μέσα σε τρεις τυπικές αποκλίσεις περιλαμβάνεται το 99% του φυσιολογικού πληθυσμού. Επομένως, η απόκλιση του εξεταζόμενου ξεπερνά κατά πολύ το αναμενόμενο εύρος της φυσιολογικής κίνησης.

Στη δεύτερη χρονική στιγμή του κύκλου βάδισηs, η απόκλιση της καμπύλης του εξεταζόμενου παραμένει στις 20 μοίρες από την καμπύλη των φυσιολογικών ατόμων. Στην ίδια χρονική στιγμή, όμως, τα φυσιολογικά δεδομένα εμφανίζουν μια τυπική απόκλιση ίση με 10 μοίρες.

Τούτο σημαίνει ότι η τιμή που εμφανίζει η καμπύλη του εξεταζόμενου στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή βρίσκεται σε μία απόσταση 2 ΤΑΦΔ από τη φυσιολογική μέση τιμή αφού απόκλιση 20 μοιρών/10 μοίρες ΤΑΦΔ = 2.

Μια απόκλιση δύο φορές μεγαλύτερη από την ΤΑΦΔ μπορεί να αξιολογηθεί κλινικά ως μέτρια.

Τέλος, στην τρίτη χρονική στιγμή του κύκλου βάδισης, η απόκλιση της καμπύλης του εξεταζόμενου παραμένει στις 20 μοίρες από την καμπύλη των φυσιολογικών ατόμων. Σε αυτή τη χρονική στιγμή τα φυσιολογικά δεδομένα εμφανίζουν μια ΤΑΦΔ (ση με 15 μοίρες, δηλαδή 1.33 ΤΑΦΔ (20/15=1.33).

Μια απόκλιση 1.33 φορές μεγαλύτερη από την τυπική απόκλιση των φυσιολογικών ατόμων μπορεί να αξιολογηθεί κλινικά ως ήπια.

Με το παραπάνω παράδειγμα γίνεται κατανοητό ότι η ίδια απόλυτη τιμή απόκλισης μπορεί να λάβει διαφορετική κλινική ερμηνεία στην αξιολόγηση της βαρύτητας στην παθολογία της κίνησης, αφού εξαρτάται από την αντίστοιχη ΤΑΦΔ που εμφανίζουν τα φυσιολογικά άτομα.

Ο MGDI είναι ένα μέγεθος που συνοψίζει σε έναν αριθμό, όλες τις παρατηρούμενες στιγμιαίες αποκλίσεις ενός γραφήματος ανάλυσης κίνησης με μονάδα μέτρησης την ΤΑΦΔ.

Οι μεθοδολογίες που έχουν αναπτυχθεί και αναφέρονται στη βιβλιογραφία για τον υπολογισμό αντίστοιχων δεικτών δε λαμβάνουν υπόψη τη σημαντικότητα των παραπάνω στοιχείων.

Έτσι, η κανονικοποίηση των αποκλίσεων του εξεταζόμενου σε μονάδες ΤΑΦΔ, είναι η καινοτομία του MGDI στην κλινική αξιολόγηση των γραφημάτων ανάλυσης κίνησης. Επομένως, ο δείκτης αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κλινική ανάλυση βάδισης, αλλά και σε οποιοδήποτε άλλο πρωτόκολλο κλινικής ανάλυσης κίνησης.

Η μέτρηση του MGDI σε μονάδες ΤΑΦΔ είναι ένα σοβαρό πλεονέκτημα του δείκτη σε σχέση με τους άλλους δημοσιευμένους δείκτες, δεδομένου ότι το επιστημονικό προσωπικό είναι πολύ εξοικειωμένο με την έννοια και τις ιδιότητες της ΤΑΦΔ.

Η εφαρμογή του δείκτη προϋποθέτει μια σειρά από υπολογιστικά βήματα.

ΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ ΤΟΥ MGDI

Οι διαδικασίες για τον υπολογισμό του MGDI θα παρουσιαστούν χρησιμοποιώντας σαν παράδειγμα την Ανάλυση Βάδισης η οποία θεωρείται περισσότερο σύνθετη, αφού τα γραφήματα ανάλυσης βάδισης περιλαμβάνουν δεδομένα από το δεξιό και αριστερό ημιμόριο του εξεταζόμενου. Τα υπολογιστικά βήματα του MGDI είναι ακριβώς τα ίδια για κάθε ημιμόριο. Στην Ανάλυση Βάδισης, οι υπολογισμοί καταλήγουν στον υπολογισμό δύο δεικτών, το δείκτη R MGDI για την καμπύη του δεξιού ημιμορίου του εξεταζόμενου και τον δείκτη L MGDI για την καμπύη του αριστερού ημιμορίου.

Bήμα 1°: Υπολογισμός της στιγμιαίας απόκλισης -Instant Motion Graph Deviation IMGDy(t)

Στο πρώτο βήμα απαιτείται ο υπολογισμός όλων των στιγμιαίων αποκλίσεων που περιλαμβάνονται στο γράφημα της Ανάλυσης Βάδισης -Instant Motion Graph Deviation IMGDy(t)- για κάθε ημιμόριο (δεξιό και αριστερό). Η τιμή της IMGDy(t) υπολογίζεται από την αφαίρεση της μέσης τιμής Υ των φυσιολογικών ατόμων από την τιμή Υ που καταγράφηκε για το εξεταζόμενο άτομο. Έτσι, από τους υπολογισμούς προκύπτει μια τιμή για κάθε στιγμή του κύκλου βάδισης.

Στην ανάλυση βάδισης οι υπολογισμοί καταλήγουν σε δύο σειρές τιμών, μία για το δεξί ημιμόριο (αποκλίσεις δεξιάς καμπύλης - R IMGDy(t)) και μία για το αριστερό (αποκλίσεις αριστερής καμπύλης - L IMGDy(t)).

(Right) R IMGDy(t) = R y(t)- Normal y(t) (Left) L IMGDy(t) = L y(t)- Normal y(t)

t=1 to 100% of the gait cycle

Παρατήρηση: Θετικές τιμές IMGDy+(t) και αρνητικές τιμές IMGDy-(t).

Οι τιμές των IMGDly(t) μπορεί να είναι θετικές ή αρνητικές. Το πρόσημο των τιμών δείχνει τη φορά της απόκλισης και εξαρτάται από το αν οι τιμές του εξεταζόμενου είναι μεγαλύτερες ή μικρότερες από τη μέση τιμή των φυσιολογικών ατόμων. Θετικές τιμές προκύπτουν όταν οι τιμές του εξεταζόμενου είναι μεγαλύτερες από τη μέση τιμή των φυσιολογικών και αρνητικές όταν είναι μικρότερες.

Αν για παράδειγμα οι τιμέs IMGDy(t) στην κίνηση του γόνατος του εξεταζόμενου είναι όλες θετικές, αυτό σημαίνει ότι το γόνατο του εξεταζόμενου είναι σε ολόκληρο τον κύκλο βάδισης περισσότερο καμητικό από τις τιμές που εμφανίζουν τα φυσιολογικά δεδομένα. Αν, όμως, κάποιες τιμές είναι αρνητικές, τότε το γόνατο του εξεταζόμενου είναι λιγότερο καμητικό ή περισσότερο εκτατικό από το φυσιολογικό στις συγκεκριμένες στιγμές του κύκλου βάδισης.

Bήμα 2°: Υπολογισμός δείκτη στιγμιαίας απόκλισης - Instant Motion Graph Deviation Index IMGDI(t)

Ο υπολογισμός του δείκτη στιγμιαίας απόκλισης γίνεται με τους παρακάτω τύπους:

(Right) Instant Motion Graph Deviation Index

R IMGDI(t) = R IMGDy(t) / Normal SD(t)

(Left) Instant Motion Graph Deviation Index

L IMGDI(t) = L IMGDy(t) / Normal SD(t)

t=1 to 100% of the gait cycle

Με τον παραπάνω υπολογισμό, κάθε IMGDy(t) τιμή του γραφήματοs της ανάλυσης βάδισης μετατρέπεται σε μονάδες ΤΑΦΔ. Με αυτή τη διαδικασία, οι μοίρες της κάθε στιγμιαίας απόλυτης τιμής απόκλισης κανονικοποιούνται και εκφράζονται σε μονάδες ΤΑΦΔ. Αυτές οι τιμές αποτελούν τις δομικές μονάδες του τελικού δείκτη.

Παρατήρηση: Θετικές τιμές IMGD+(t) και αρνητικές τι-

μέs IMGD-(t)

Το πρόσημο σε κάθε IMGDI(t) τιμής μπορεί να είναι θετικό ή αρνητικό αφού υπάρχει μεταφορά πρόσημου από την τιμή του IMGDy(t) από το οποίο υπολογίζεται.

Bήμα 3°: Υπολογισμόs του Weighted Instant Motion Graph Deviation Index WIMGDI(t)

Έχοντας κανονικοποιήσει τις στιγμιαίες αποκλίσεις σε ΤΑΦΔ, το επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός της συνολικής απόκλισης του γραφήματος. Η συνδρομή της κάθε τιμής IMGDI(t) στη συνολική απόκλιση που παρατηρείται στο γράφημα της ανάλυσης βάδισης μπορεί να υπολογιστεί με την εφαρμογή ενός συντελεστή βαρύτητας σε κάθε μια από τις στιγμιαίες τιμές.

Υπολογισμός του συντελεστή βαρύτητας

Ο συντελεστής βαρύτητας (Weight Factor) που θα εφαρμοστεί εξαρτάται από τον αριθμό των δειγμάτων που xpnσιμοποιούνται για τη δημιουργία των καμπυλών των γpaφημάτων και υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο: Weight Factor = 1/αριθμός σημείων γραφήματος

Για παράδειγμα, σε ένα γράφημα όπου για την απεικόνιση ενός κύκλου βάδισης χρησιμοποιούνται 50 σημεία (δηλαδή ένα σημείο για κάθε 2% του κύκλου βάδισης), τότε ο συντελεστής βαρύτητας είναι το 1/50=0.02. Αν το γράφημα περιλαμβάνει 100 σημεία, τότε ο συντελεστής βαρύτητας είναι το 1/100=0.01.

Μετά τον πολλαπλασιασμό κάθε τιμής IMGDI(t) με το συντελεστή βαρύτητας, παράγεται ο Weighted IMGDI(t) - (WIMGDI(t)).

Και πάλι έχουμε δύο σειρές τιμών, μία σειρά για τη δεξιά πλευρά και μία για την αριστερή.

(Right) Weighted IMGDI(t R WIMGDI(t) = R IMGDI(t) * Weight Factor

(Left) Weighted IMGDI(t) L WIMGDI(t) = L IMGDI(t) * Weight Factor

t=1 to 100% of the gait cycle

Παρατήρηση: Θετικές τιμές WIMGD+(t) και αρνητικές τιμές WIMGD-(t).

Όπως περιγράφηκε παραπάνω, το πρόσημο των τιμών IMGDI(t) μπορεί να είναι θετικό ή αρνητικό, έτσι και το αποτέλεσμα της εφαρμογής του συντελεστή βαρύτητας μεταφέρει το ίδιο πρόσημο στις τιμές WIMGDI(t).

Bήμα 4°: Υπολογισμόs του Motion Graph Deviation Index Negative (MGDI-) και του Motion Graph Deviation Index Positive (MGDI+)

Aθροίζοντας ξεχωριστά όλες τις αρνητικές τιμές WIMGDI-(t) και όλες τις θετικές τιμές WIMGDI+(t), δημιουργούμε τον Motion Graph Negative Deviation Index (MGDI-) και τον Motion Graph Positive Deviation Index (MGDI+).

(Right) R MGDI- = sum (R WIMGDI-(t)) R MGDI+ = sum (R WIMGDI+(t))

(Left) L MGDI- = sum (L WIMGDI-(t)) L MGDI+ = sum (L WIMGDI+(t))

t=1 to 100% of the gait cycle



Σχήμα 5. Η παρουσίαση των MGDI στα γραφήματα ανά*η*υσης βάδισης γίνεται συνήθως στην επάνω αριστερή γωνία του αντίστοιχου γραφήματος. Στην επάνω δεξιά γωνία παρουσιάζονται οι τιμές των αρνητικών και θετικών στοιχείων της απόκηισης.

Παρατήρηση: Οι τιμές MGDI+ και MGDI- μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τεκμηρίωση του μεγέθους της απόκλισης που βρίσκεται πάνω από την καμπύλη των φυσιολογικών δεδομένων και του μεγέθους της απόκλισης που βρίσκεται κάτω από την καμπύλη των φυσιολογικών δεδομένων.

Bήμα 5°: Υπολογισμόs του Motion Graph Deviation Index total MGDItot (MGDI).

Το τελευταίο βήμα είναι η άθροιση των απόλυτων τιμών

των δύο επιμέρους δεικτών που προέκυψαν από την παραπάνω διαδικασία για τη δημιουργία του συνολικού δείκτη απόκλισης Motion Graph Deviation Index total (MGDI). (Right) R MGDItot = ABS (R MGDI-) + ABS (R MGDI+) (Left) L MGDItot = ABS (L MGDI-) + ABS (L MGDI+)

Ο δείκτης MGDItot ή απλιώς MGDI συνοψίζει σε μια τιμή την απόκηιση της καμπύητης του εξεταζόμενου από την αντίστοιχη καμπύητη των φυσιοπογικών δεδομένων σε μονάδες ΤΑΦΔ. Λαμβάνονται υπόψη όπες οι κανονικοποιημένες στιγμιαίες αποκηίσεις σε ΤΑΦΔ. Με αυτό το βήμα οπο-

GMFCS	Param	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
I	Height	50	98	183	143.7	16.9
	Weight	50	13	82	40.0	14.3
	Age	50	5	27	10.6	3.9
II	Height	50	107	175	152.2	15.8
	Weight	50	18	72	48.2	12.4
	Age	50	7	45	17.2	8.1
II	Height	50	105	172	147.9	17.3
	Weight	50	16	88	46.7	16.6
	Age	50	6	43	16.2	7.6

Πίνακας 1. Δημογραφικά στοιχεία ασθενών με εγκεφαλική παράλυση.

κληρώνεται η διαδικασία υπολογισμού του MGDI.

Η αναγραφή των δεικτών MGDI στην επάνω αριστερή γωνία των γραφημάτων κίνησης (Σχήμα 5), επαυξάνει την αντικειμενικότητα κατά την ανάλυσή τους, αφού επιτρέπει την άμεση ποσοτική σύγκριση και αξιολόγηση της συνολικής απόκλισης που παρατηρείται στις καμπύλες κίνησης του εξεταζόμενου ασθενή.

Επίσης, η αναγραφή των δύο επιμέρους δεικτών (Apvnτικής Απόκλισης MGDI- & Θετικής Απόκλισης MGDI+) στην επάνω δεξιά γωνία των γραφημάτων κίνησης εντός παρενθέσεων (Σχήμα 5), τεκμηριώνει την κατανομή της απόκλισης επάνω και κάτω από την καμπύλη της μέσης τιμής των φυσιολογικών ατόμων. Αυτή η πληροφορία δίνει περισσότερα στοιχεία για τα χαρακτηριστικά της απόκλισης που καταγράφεται από τον MGDI. Οι τιμές αυτές μπορούν να διαχωρίσουν δύο ίσους MGDI που προκύπτουν όμως από διαφορετικές κατανομές Αρνητικής & Θετικής Απόκλισης.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

Αξιολόγηση των ιδιοτήτων του MGDI

500 δείκτες MGDI από γραφήματα ανάλυσης βάδισης γραφημάτων ισχίων και γονάτων χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση των ιδιοτήτων των δεικτών. Από την ανάλυση των 500 δεικτών MGDI από γραφήματα ανάλυσης βάδισης γραφημάτων ισχίων και γονάτων προκύπτει ότι η μέτρηση των αποκλίσεων με όρους διασποράς είναι R-πρότυπο και άρα δακτύλιος.⁹ Το γεγονός αυτό επιτρέπει τη χρήση των δεικτών σε αλγεβρικές πράξεις, καθώς και τη στατιστική ανάλυση με τη χρήση παραμετρικών τεστ.

Κ*λινικ*ή Συγκρισιμότητα

Η κανονικοποίηση κάθε στιγμιαίας απόκλισης σε ΤΑΦΔ προσδίδει στον MGDI μια πολύ σημαντική ιδιότητα, τη συγκρισιμότητα. Είναι η δυνατότητα της άμεσης σύγκρισης κάθε MGDI με οποιοδήποτε δείκτη άλλου γραφήματος κίνησης. Αυτό γίνεται δυνατόν γιατί όλοι οι δείκτες έχουν κοινό παρονομαστή την τυπική απόκλιση των φυσιολογικών δεδομένων που είναι οικεία και εύκολα κατανοητή. Από όσον γνωρίζουμε, αυτή η δυνατότητα δεν υφίσταται σε οποιονδήποτε άλλο δείκτη, που έχει δημιουργηθεί μέχρι σήμερα.

Επίσης, η ιδιότητα αυτή επιτρέπει τον υπολογισμό της μέσης τιμής οποιουδήποτε συνδυασμού MGDI. Για παράδειγμα, είναι δυνατός ο υπολογισμός της μέσης απόκλισης των γραφημάτων σε ένα επίπεδο (π.χ. στο οβελιαίο επίπεδο), ή της μέσης τιμής των αποκλίσεων σε μια άρθρωση (π.χ. στα γραφήματα του ισχίου στο οβελιαίο, το μετωπιαίο και το εγκάρσιο επίπεδο), ή ακόμα της μέσης τιμής των καμπυλών κίνησης του δεξιού σκέλους και των καμπυλών του αριστερού σκέλους για την αξιολόγηση της κατανομής της βαρύτητας της παθολογίας της κίνησης κλη.

Αξιολόγηση Εγκυρότητας

Πραγματοποιήθηκε μελέτη της εγκυρότητας των δεικτών απόκλισης (MGDI), συσχετίζοντας την κλίμακα GMFCS¹⁰ με το Μέσο Όρο των MGDI όλων των γραφημάτων της Ανάλισης Βάδισης του κάθε ασθενή. Σκοπός της μελέτης ήταν η τεκμηρίωση της συσχέτισης μεταξύ της παθολογίας στην κίνηση των ασθενών και των τιμών MGDI. Ο μέσος όρος όλων των γραφημάτων ονομάζεται Global Gait Graph Deviation Index (Global GGDI) και προκύπτει από τη μέση τιμή των δεικτών των γραφημάτων των τριών επιπέδων (οβελιαίο, μετωπιαίο και εγκάρσιο) για τα γραφήματα της πυέλου, των ισχίων, των γονάτων και των ποδοκνημικών και από τις δύο πλευρές (δεξιάς και αριστερής).

Στην ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από 50 ασθενείς για κάθε κατηγορία GMFCS από I-III (σύνολο 150 ασθενείς - Πίνακας 1). Οι ασθενείς επιλέχθηκαν με τυχαία σειρά από τα άτομα που έχουν πραγματοποιήσει ανάλυση βάδισης στο Κέντρο μας και έχουν δώσει την συγκατάθεσή τους για τη χρήση των δεδομένων τους για επιστημονικούς σκοπούς.

Τα αποτελέσματα του ελέγχου έδειξαν μια στατιστικά σημαντική συσχέτιση (0.583, p <0.001) μεταξύ του Global MGDI και του GMFCS. Η συσχέτιση αυτή ενισχύει την εγκυρότητα της χρήσης των MGDI για την αξιολόγηση της παθολογίas της κίνησης των εξεταζόμενων, αφού η αυξημένη απόκλιση αντιστοιχεί σε αυξημένο σκορ στην κλίμακα GMFCS.

ΑΛΛΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Η χρήση του MGDI γα την Ανάλυση του Άνω Άκρου έχει πρόσφατα διερευνηθεί σε μελέτη που περιελάμβανε 8 διπληγικά άτομα με εγκεφαλική παράλυση και 8 φυσιολογικά.¹¹ Η ανάλυση του άνω άκρου έγινε με την αξιολόγηση τεσσάρων κινήσεων σύλληψης και τεσσάρων λειτουργικών κινήσεων. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης ήταν να δημιουργηθεί ένας πολύ μεγάλος αριθμός γραφημάτων τα οποία ήταν δύσκολο να συνοψισθούν. Γι' αυτό το λόγο, χρησιμοποιήθηκε ο MGDI και δημιουργήθηκε ο δείκτης Global Upper Limb Deviation Index (GULDI), ο οποίος αποτελεί τη μέση τιμή όλων των MGDIs από όλα τα γραφήματα και τις κινήσεις που μετρήθηκαν. Όπως και ο Global MGDI, έτσι και ο δείκτης GULDI έδειξε στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με τέσσερα συστήματα κατάταξης της παθολογίας των εξεταζομένων MACS (0.78, p <0.05), GMFCS (0.87, p <0.05), Modified Ashworth scale (0.70, p <0.05), Δυστοvíα Fahn-Marsden (0.70, p <0.05). Αυτά τα ευρήματα ενισχύουν ακόμα περισσότερο την εγκυρότητα της χρήσης του MGDI για την ποσοτικοποίηση της παθολογίας της κίνησης και ειδικότερα στην ανάλυση του Άνω Άκρου.

Η ίδια μεθοδολογία με τον MGDI εφαρμόσθηκε για τη δημιουργία και ενός ακόμα δείκτη που αφορά στην Ανάλυση Βάδισης, ο οποίος μετρά την Ασυμμετρία που παρατηρείται στα γραφήματα.¹² Ο δείκτης συνοψίζει τις διαφορές μεταξύ της δεξιάς και της αριστερής καμπύλης του εξεταζόμενου σε ΤΑΦΔ. Ο δείκτης αυτός ονομάσθηκε Motion Graph Asymmetry Index (MGAI) και παρουσιάζεται μαζί με τους R MGDIs και L MGDIs, ώστε να είναι ολοκληρωμένη η ποσοτικοποίηση όλων των αποκλίσεων που παρατηρούνται στα γραφήματα Ανάλυσης Βάδισης.

Σε μια άλλη εφαρμογή οι Δείκτες Απόκλισης (MGDI) και οι Δείκτες Ασυμμετρίας (MGAI) συνδυάζονται και δημιουργείται ένα νέο εργαλείο, που ονομάζεται Asymmetry vs Deviation plot (ADplot).¹³ Το εργαλείο αυτό, καθιστά εμφανή τη βαρύτητα της παθολογίας των γραφημάτων Ανάλυσης Βάδισης και απλουστεύει τη διαδικασία εκτίμησής τους.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρήση του MGDI αναβαθμίζει την κηινική ανάηυση κίνησης. Η χρήση των δεικτών παρέχει επιπηέον ποσοτική πηροφόρηση για την ακριβέστερη αποτίμηση της παθοηογίας που παρατηρείται στα γραφήματα ανάηυσης κίνησης.

Ο δείκτης MGDI έχει κοινό υπόβαθρο με το Gait Profile Score (GPS).³ Και οι δύο δείκτες υπολογίζουν την απόκλιση των εξεταζόμενων από τη μέση τιμή των φυσιολογικών ατόμων. Το GPS χρησιμοποιεί τη μέση τιμή των ριζών των τετραγωνισμένων αποκλίσεων των εξεταζομένων από τη μέση τιμή των φυσιολογικών ατόμων σε μοίρες. Όμως, με τον τρόπο αυτό, δε λαμβάνεται υπόψιν το γεγονός ότι η απόλυτη τιμή της απόκλισης σε μοίρες, μπορεί να αντιστοιχεί σε διαφορετικής βαρύτητας παθολογία ανάλογα με την τυπική απόκλιση των φυσιολογικών δεδομένων σε κάθε στιγμή του κύκλου βάδισηs. Ενώ, ο MGDI είναι ειδικά σχεδιασμένος για να ανταποκρίνεται σε αυτό το θέμα, μέσα από τη διαίρεση της απόλυτης τιμής της κάθε στιγμιαίας απόκλισης με την αντίστοιχη τυπική απόκλιση των φυσιολογικών δεδομένων, μεταφέροντας έτσι την πληροφορία στην τελική τιμή του MGDI.

Ο Gait Deviaton Index (GDI) χρησιμοποιεί ένα σύνθετο μαθηματικό μοντέλο από το οποίο προκύπτει ένα σκορ όπου το 100 αφορά ένα εξεταζόμενο, που η βάδιση του βρίσκεται τουλάχιστον στα ίδια επίπεδα με ένα τυχαία επιλεγμένο φυσιολογικό άτομο. Με άλλα λόγια ένας δείκτης 100 ή υψηθότερος δείχνει την απουσία της βαδιστικής παθολογίας. Για κάθε 10 βαθμούς μείωσης του σκορ κάτω από το 100, αυτό αντιστοιχεί σε μια ΤΑΦΔ από τη μέση τιμή των φυσιολογικών. Έτσι, για παράδειγμα. εάν ο GDI=75 αυτό σημαίνει ότι το εξεταζόμενο άτομο αποκλίνει 2.5 SDs από τη μέση τιμή των φυσιολογικών δεδομένων. Αντιθέτως, ο Global GGDI εκφράζει απευθείας τη συνολική απόκλιση σε ΤΑΦΔ. Έτσι, δεν απαιτείται καμία μετατροπή. Μια τιμή Global GGDI=2.5 σημαίνει απευθείαs 2.5 ΤΑΦΔ. Επίσης, το γεγονός ότι ο Global GGDI προκύπτει από τον απλό υπολογισμό της μέσης τιμής των MGDIs, που έχουμε υπολογίσει προηγουμένως για κάθε γράφημα, μας επιτρέπει την κατανόηση καθώς και την παρακολούθηση των πηγών της απόκλισης, ώστε να εντοπισθεί από πού προέρχεται η απόκλιση. Η δυνατότητα αυτή δεν υφίσταται στον GDI.

Συμπερασματικά, n χρήση του MGDI μπορεί να αναβαθμίσει την κλινική ανάλυση κίνησης. Προσφέρει νέες δυνατότητες στην κλινική ανάλυση αλλά, επίσης, και στην έρευνα αφού διαθέτει μεγάλη ευελιξία και μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλά διαφορετικά πρωτόκολλα.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΟΥ MGDI

Ο MGDI είναι η συνοπτική τιμή της παρατηρούμενης απόκλισης μεταξύ των καμπυλών της ανάλυσης κίνησης, έτσι δεν παρέχει την ποσότητα της πληροφορίας που περιέχεται στην πηγή του δείκτη, που είναι οι ίδιες οι καμπύλες της κίνησης. Διαφορετικές μορφές καμπυλών μπορεί να μοιράζονται την ίδια τιμή δείκτη. Έτσι, θα πρέπει να μην αγνοούμε τις καμπύλες των γραφημάτων και να μη χρησιμοποιούμε μόνο τους δείκτες για την αξιολόγηση της κίνησης.

Η καμπύλη της μέσης τιμής των φυσιολογικών ατόμων και η αντίστοιχη τυπική απόκλιση, αποτελούν σημαντικότατους παράγοντες στην εφαρμογή του MGDI. Φυσικά αυτές οι τιμές είναι εξίσου σημαντικές και για οποιονδήποτε άλλο δείκτη, που αναφέρεται στη βιβλιογραφία και μετρά διαφορές από τα φυσιολογικά δεδομένα. Η προσεκτική επιλογή των χαρακτηριστικών της ομάδας των φυσιολογικών ατόμων καθώς και ένας ικανοποιητικός αριθμός ατόμων (>25) είναι σημαντικότατα στοιχεία για τη δημιουργία αξιόπιστων και αντιπροσωπευτικών φυσιολογικών τιμών.

Τέλος, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι οι φυσιολογικές τιμές διαφοροποιούνται από εργαστήριο σε εργαστήριο, μεταξύ συγκεκριμένων ηλικιακών ομάδων κλπ. Αυτά θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν όταν πρόκειται να γίνουν συγκρίσεις δεικτών από διαφορετικά εργαστήρια ή μεταξύ διαφορετικών ηλικιακών ομάδων κλπ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Schutte, L.M.; Narayanan, U.; Stout, J.L.; Selber, P.; Gage, J.R.; Schwartz, M.H. An index for quantifying deviations from normal gait. Gait & Posture, ISSN: 0966-6362, Volume: 11, Issue: 1, Date: February, 2000, Pages: 25-31
- Schwartz, M. H., & Rozumalski, A. (2008). The Gait Deviation Index: a new comprehensive index of gait pathology. Gait & posture, 28(3), 351–7.
- Baker R, McGinley JL, Schwartz MH, Beynon S, Rozumalski A, Graham HK, Tirosh O.The gait profile score and movement analysis profile. Gait Posture. 2009 Oct;30(3):265-9. Epub 2009 Jul 24.
- Barton GJ, Hawken MB, Scott M, Schwartz MH (2012) Movement Deviation Profile: A measure of distance from normality using a self-organizing neural network. Invited paper in Special Issue on Network Approaches in Complex Environments, Human Movement Science. 31: 284-294. http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2010.06.003
- Barton GJ, Hawken MB, Holmes G, Schwartz MH (2012) A gait index may underestimate changes of gait: a comparison of the Movement Deviation Profile and the Gait Deviation Index. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering. In Press. http://dx.doi.org/10.1080/10255842.2013.776549
- 6. Darras N, Pasparakis D, Tziomaki M, Papavasiliou A, Dimitriadis D, Nestoridis C, Pentarakis M. Deviation

graphs and deviation indexes for clinical gait evaluation. Gait and Posture, Vol 26 Supl 1, 26S (2007)

- Vanezis A, Tziomaki M, Nestoridis C, Pentarakis M, Pasparakis D, Darras N. Reliability of ELEPAP upper limb 3D kinematics clinical protocol. Accepted for presentation in the 19th Congress of the European Society of Biomechanics (2013 Aug).
- Darras N, Vanezis A, Pasparakis D, Nestoridis C, Pons R. Global upper limb deviation index. A new method for quantifying movement pathology. Accepted for presentation in the 22nd Annual Meeting of the European Society for Movement Analysis in Adults and Children (2013 Sep).
- Maliokas M, Talelli O. 2009. Protypes over areas of principal ideals and applications. Publisher (Sofia – Wisdom), Thessaloniki, Greece.
- Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., & Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology, 39, 214-223.
- Darras, N, Vanezis, A, Pasparakis, D, Nestoridis, C, Pons, R. Global Upper Limb Deviation Index. A new method for quantifying movement pathology. Proceedings of 22nd Conference of ESMAC, Galsgow (2013) p58 O31.
- Darras N., Pasparakis D., Tziomaki M., Papavasiliou A., Dimitriadis D., Pentarakis M., Nestoridis C. Gait asymmetry graphs and indexes. Gait and Posture, ISSN: 0966-6362, Volume: 30, Issue: 2, Date: 2009-11-01
- Darras, N, Pasparakis, D, Tziomaki M, Nestoridis, C, Pentarakis M., Papandreou N. Asymmetry vs. Deviation Plot: A new Gait Analysis Data Reduction Tool. Proceedings of 20th Conference of ESMAC, Vienna (2011).

61

Θεραπεία της σπονδυλολίσθησης με TLIF

Α. ΠΛΟΥΜΗΣ,^{1,2} Π. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ²

^{1,2}Ορθοπαιδικός Χειρουργός-Χειρουργός Σπονδυλικής Στήλης, Επίκ. Καθηγητής Φυσικής Ιατρικής και Αποκατάστασης Χειρουργικού Τομέα Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, ²Ορθοπαιδικός Χειρουργός-Χειρουργός Σπονδυλικής Στήλης, 424 Γενικό Στρατιωτικό Νοσοκομείο Εκπαιδεύσεως, Θεσσαλονίκη

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σπονδυλολίσθηση εξ ορισμού σημαίνει ανεπάρκεια της οπίσθιας ταινίας ελκυσμού. Με την ηλικιακή γήρανση ο μεσοσπονδύλιος δίσκος μεταξύ του ολισθαίνοντος σπονδύλου και του υποκείμενου σπονδύλου χάνει την ομοιομορφία/ακεραιότητά του και αποτυγχάνει στην παροχή υποστήριξης της πρόσθιας κολώνας. Η χειρουργική θεραπεία της σπονδυλολίσθησης της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης (Ο.Μ.Σ.Σ.) απαιτεί μία μέθοδο που αποκαθιστά την οπίσθια ταινία ελκυσμού και παρέχει υποστήριξη στην πρόσθια κολώνα (Suk και συν., 1997).

Η διατρηματική διαμεσοσπονδύλια οσφυϊκή σπονδυλοδεσία (TLIF), όπως περιγράφηκε από τον Harms (Harms JG, 1998), αντιπροσωπεύει μια μέθοδο διαμεσοσπονδύhias σπονδυλοδεσίας με μονόπλευρη προσπέλαση. Συνδυάζεται με οπίσθια σπονδυλοδεσία με υλικά για σπονδυλοδεσία 360 μοιρών και ετερόπλευρη αποσυμπίεση. Η τεχνική TLIF αποκαθιστά επαρκώς την οσφυϊκή λόρδωση και το ύψος του τρήματος αποφεύγοντας εκτεταμένο χειρισμό της μήνιγγας και της νευρικής ρίζας. Έχει χρησιμοποιηθεί σαν χειρουργική θεραπεία σε περιπτώσεις μικρού βαθμού (βαθμού Ι και ΙΙ) σπονδυλολίσθησης, εκφυλιστικής δισκικής νόσου και υποτροπιάζουσας δισκοκήλης (Schwender και συν., 2005). Οπισθιοπλάγιες ελάχιστης επεμβατικότητας προσπελάσεις έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν για μικροδισκεκτομή ή οπισθιοπλάγια σπονδυλοδεσία. Ο Schwender (Schwender και συν., 2005) δημοσίευσε τα αποτελέσματά του με τη χρήση της ελάχιστης επεμβατικότητας TLIF σε ασθενείς με ποικίθες διαγνώσεις. Σκοπός αυτής της μεθέτης είναι να παρουσιάσει τα μετεγχειρητικά αποτελέσματα ασθενών με μικρού βαθμού σπονδυλολίσθηση

Διεύθυνση αλληλογραφίας:

Αβραάμ Πλούμης, Μητροπόλεως 25, Θεσσαλονίκη 54624 Φαξ: 2310 240738, E-mail: aploumis@cc.uoi.gr που αντιμετωπίσθηκαν με την τεχνική της μικρής παρεμβατικότητας TLIF και να συγκρίνει τα αποτελέσματά μας με παρόμοιες μελέτες της βιβλιογραφίας.

Σχεδιασμός μελέτης: Κλινική μελέτη ασθενών με μικρού βαθμού σπονδυλολίσθηση οσφυϊκής μοίρας σπονδυλικής στήλης (Ο.Μ.Σ.Σ.) που αντιμετωπίσθηκαν με την τεχνική της ελάχιστης επεμβατικότητας διατρηματικής διαμεσοσπονδύλιας σπονδυλοδεσίας (TLIF).

Σκοπός μελέτης: Να εκτιμήσει τα αποτελέσματα της χειρουργικής αντιμετώπισης μικρού βαθμού σπονδυλολίσθησης στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης με την χρήση της τεχνικής της ελάχιστης επεμβατικότητας διατρηματικής διαμεσοσπονδύλιας σπονδυλοδεσίας.

Περίληψη υπάρχουσας βιβλιογραφίας: Διάφορες τεχνικές έχουν περιγραφεί για οσφυϊκή σπονδυλοδεσία και αποσυμπίεση σε ασθενείς με οσφυϊκή σπονδυλολίσθηση σταδίου Ι και ΙΙ.

Μέθοδος: Κατά τη διάρκεια των ετών 2007-2010, 16 ασθενείς (ετών από 26-72) με σπονδυλολίσθηση Ο.Μ.Σ.Σ. χειρουργήθηκαν με την τεχνική της επάχιστης επεμβατικότητας TLIF. Ενδείξεις για την παραπάνω χειρουργική αντιμετώπιση ήταν είτε η ριζίτιδα, είτε η ψευδής διαλείπουσα χωλότητα, που είναι ανθεκτικές στη συντηρητική θεραπεία. Οι ασθενείς ομαδοποιήθηκαν σε 2 ομάδες, με την ομάδα Α (11 ασθενείς) με εκφυλιστική σπονδυλολίσθηση και την ομάδα B (5 ασθενείs) με ισθμική σπονδυλολίσθηση. Οι δύο ομάδες είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά (p >0.05) (κάπνισμα, φύλο, βαθμονόμηση VAS, βαθμονόμηση ODI, ποσοστό ολίσθησης) εκτός της ηλικίας η οποία ήταν σημαντικά υψηλότερη (p <0.001) στην ομάδα της εκφυλιστικής σπονδυλολίσθησης. Η διεγχειρητική απώλεια αίματος, ο χειρουργικός χρόνος, η διάρκεια νοσηλείας εκτιμήθηκαν για κάθε ασθενή. Η ανάταξη της ολίσθησης, το ποσοστό της επιτυχούς σπονδυλοδεσίας και το λειτουργικό αποτέλεσμα υπολογίσθηκαν και εκτιμήθηκαν στη διάρκεια των 2 ετών παρακολούθησης.

Αποτελέσματα: Το επίπεδο της ολίσθησης ήταν στα 03-04. 04-05 ή στο 05-11. Οι περισσότεροι ασθενείς είχαν σταδίου Ι σπονδυλολίσθηση και μόνο 3 είχαν σταδίου 2. Η μέση προεγχειρητική σπονδυλολίσθηση ήταν 16% (εύρος 5-32%) και ανατάχθηκε σε 6% (εύρος 1-15%) μετεγχειρητικά, διαφορά στατιστικά σημαντική (p <0.001). Τα επίπεδα της σπονδυλοδεσίας ήταν 1 σε 13 ασθενείς και 2 σε 3 ασθενείς. Η σπονδυλοδεσία ολοκληρώθηκε εντός 2 ετών μετά το χειρουργείο σε όλους τους ασθενείς εκτός εvós. Η διεγχειρητική απώλεια αίματος κατά μέσο όρο ήταν 250cm³, ο μέσος χειρουργικός χρόνος ήταν 150 λεπτά και ο μέσος χρόνος παραμονής στο νοσοκομείο ήταν 1.9 nμέρες. Οι δείκτες VAS και ODI βεητιώθηκαν σημαντικά (p <0.001) μετεγχειρητικά. Οι επιπλοκές περιελάμβαναν 1 κακή τοποθέτηση βίδας η οποία χρειάσθηκε επανατοποθέτηση, 1 περίπτωση ασυμπτωματικής ψευδάρθρωσης και 1 περίπτωση νευροαπραξίας νευρικής ρίζας.

Όταν οι δύο ομάδες συγκρίθηκαν, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική (p >0.05) διαφορά σε απώλεια αίματος, χειρουργικό χρόνο, παραμονή στο νοσοκομείο, ανάταξη της σπονδυλολίσθησης και δείκτες λειτουργικού αποτελέσματος (VAS, ODI).

Συμπεράσματα: Η τεχνική ελάχιστης επεμβατικότητας TLIF για τη θεραπεία της μικρού βαθμού σπονδυλολίσθησης Ο.Μ.Σ.Σ. είναι μια επαρκής τεχνική που επιφέρει ανακούφιση των συμπτωμάτων και επίτευξη σπονδυλοδεσίας με τα συνοδά πλεονεκτήματα των τεχνικών ελάχιστης επεμβατικότητας.Το αίτιο της σπονδυλολίσθησης (εκφυλιστικό ή σπονδυλολυτικό) δεν επηρέασε τα μετεγχειρητικά αποτελέσματα.

Λέξεις κλειδιά: TLIF, σπονδυλολίσθηση, ελάχιστης επεμβατικότητας

ΥΛΙΚΟ -ΜΕΘΟΔΟΣ

Μελετήθηκαν αναδρομικά 16 συνεχόμενοι ασθενείς με σπονδυλολίσθηση Ο.Μ.Σ.Σ. μικρού βαθμού που αντιμετωπίσθηκαν με την τεχνική της ελάχιστης επεμβατικότητας TLIF. Στη μελέτη συμπεριλήφθηκαν 10 γυναίκες και 6 άνδρες με μέση ηλικία των ασθενών τα 46 έτη (εύρος 22–80) και μέσο χρόνο παρακολούθησης τους 35 μήνες (εύρος 25-48 μήνες). Κριτήρια εισαγωγής στη μελέτη αποτέλεσαν η ριζίτιδα με/χωρίς οσφυαλγία, σπονδυλολίσθηση οσφυϊκής μοίρας λιγότερο από 50% και απουσία προηγούμενου χειρουργείου στην οσφυϊκή μοίρα.

Όλοι οι ασθενείς έτυχαν ακτινολογικού προεγχειρητικού ελέγχου και μαγνητικής τομογραφίας στην Ο.ΜΣ.Σ. Οι ασθενείς αντιμετωπίζονταν χειρουργικά όταν οι μη εγχειρητικές μέθοδοι (φαρμακευτική αγωγή, φυσικοθεραπείες, επισκληρίδιος έγχυση κορτικοειδών, έγχυση κορτικοειδών στον ισθμό) απέτυχε να τους ανακουφίσει από τα ενοχλήματά τους για 6 συνεχόμενους μήνες. Σε ασθενείς με μέτρια ή βαριά εκφύλιση του μεσοσπονδύλιου δίσκου στο γειτονικό κεφαλικώς ή ουραίως διάστημα με την ολίσθηση (3 ασθενείς), πραγματοποιούνταν σπονδυλοδεσία 2 επιπέδων μετά από θετικό δισκογράφημα.

Πίνακας 1.
Χαρακτηριστικά ασθενών της ομάδας Α (εκφυλιστική
σπονδυλολίσθηση) και της ομάδας Β (ισθμικού τύπου
σπονδυλολίσθηση)

Χαρακτηριστικά	Ομάδα Α (11 ασθενείs)	Ομάδα Β (6 ασθενείs)	p-value
Ηλικία	59	38	<0.001
Γένος	0 6 A5	0 3 A3	>0.05
Καπνιστής	5	4	>0.05
% ολίσθηση (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	14.28±8.6	17.9±9.5	>0.05
VAS (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	8.2±0.9	8.3±1.0	>0.05
ODI (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	56.9±5.0	57.6±8.0	>0.05

μ.ο. ± σταθ. απόκλ.= μέσος όρος ± σταθερά απόκλιση

Οι ασθενείς ομαδοποιήθηκαν αναλόγως του τύπου της σπονδυλολίσθησης. Έντεκα ασθενείς με εκφυλιστική σπονδυλολίσθηση αποτέλεσαν την ομάδα Α και 6 ασθενείς με ισθμική σπονδυλολίσθηση αποτέλεσαν την ομάδα Β. Και οι δύο ομάδες είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά (p <0.05) όσον αφορά στο φύλο, στο κάπνισμα, στο βαθμό σπονδυλολίσθησης, στην προεγχειρητική βαθμονόμηση του Visual Analog Scale (VAS) (Bodian και συν., 2001) και Oswestry Disability Index (ODI) (Little & MacDonald, 1994).Η μόνη διαφορά (p <0.001) ήταν στην ηλικία με μέσο όρο τα 59 έτη στην ομάδα Α και τα 38 έτη στην ομάδα Β (Πίνακας 1).

Ο χειρουργικός χρόνος, η διεγχειρητική απώλεια αίματος, η διάρκεια παραμονής στο νοσοκομείο, οι τυχόν επιπλοκές, η βαθμονόμηση κλινικών αποτελεσμάτων και οστικής σπονδυλοδεσίας και οι επανεξετάσεις πραγματοποιούνταν στους 3, 6, 12 μήνες και ετησίως μετά τον 1° χρόνο και περιελάμβαναν κλινικό και ακτινολογικό έλεγχο. Τα κλινικά αποτελέσματα ελέγχονταν με το Visual Analog Scale (VAS) και το Oswestry Disability Index (ODI). Ο ακτινολογικός έλεγχος πραγματοποιούνταν προς εκτίμηση του ποσοστού της σπονδυλολίσθησης με τη μέθοδο του Taillard (Taillard, 1969) και η εκτίμηση της οστικής σπονδυλοδεσίας με τα κριτήρια του Lenke (Lenke και συν., 1992) για οπισθιοπλάγια σπονδυλοδεσία και διαμεσοσπονδύλια σπονδυλοδεσία.

Τα στοιχεία εισήχθησαν και αναλύθηκαν στο στατιστικό πακέτο SPSS (SPSS 10.0;SPSS Inc, Chicago, IL). Το ανεξάρτητο τεστ Mann-Whitney χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική ανάλυση.

Χειρουργική τεχνική

Με τον ασθενή σε πρηνή θέση σε ακτινοδιαπερατή χειρουργική τράπεζα, οι αυχένες των σπονδύλων που θα σπονδυλοδεθούν πρέπει να απεικονίζονται επαρκώς με τη χρήση ακτινοσκοπικού μηχανήματος. Διενεργείται μία τομή περίπου 2,5cm στο επίπεδο της ολίσθησης 40-45mm πλαγίως της μέσης γραμμής και στις δύο πλευρές. Με τη χρήση ενός σύρματος K-W γίνεται τρώση της περιτονίας και

Πίνακας 2.

Σύγκριση μεταξύ της ομάδας Α (εκφυλιστική σπονδυλολίσθηση) και της ομάδας Β (ισθμικού τύπου σπονδυλολίσθηση) σε διεγχειρητική απώλεια αίματος, διάρκεια χειρουργείου, παραμονή στο νοσοκομείο και βελτίωση (διαφορά προεγχειρητικής εξέτασης από τελευταία μετεγχειρητική εξέταση) σε βαθμό σπονδυλολίσθησης, VAS και ODI.

	Ομάδα Α (11 ασθενείs)	Ομάδα Β (6 ασθενείs)	p-value
Απώλεια αίματος (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	264±115	225±110	>0.05
Διάρκεια (λεπτά) χειρουργείου (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	148±21	153±19	>0.05
Ημέρεs παραμονήs στο νοσοκομείο (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	2.0±0.6	1.8±0.6	>0.05
% βελτίωση της ολίσθησης (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	7.8±5.3	11.3±6.4	>0.05
Βελτίωση VAS (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	4.9±1.1	4.5±0.7	>0.05
Βελτίωση ΟDΙ (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	21.4±7.5	18.9±6.0	>0.05

Πίνακας 3. Βαθμός ολίσθησης, VAS and ODI προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά (τελευταία εξέταση) στην ομάδα Α

	Προεγχειρητικά	Μετεγχειρητικά	p-value
% ολίσθηση (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	14.3±8.6	6.3±4.6	<0.001
VAS (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	8.2±0.9	3.4±1.0	<0.001
ODI (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	56.9±5.0	35.4±7.4	<0.001

Πίνακας 4. Βαθμός ολίσθησης, VAS and ODI προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά (τελευταία εξέταση) στην ομάδα Β

	Προεγχειρητικά	Μετεγχειρητικά	p-value
% ολίσθηση (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	17.9±9.6	6.6±4.5	<0.005
VAS (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	8.3±1.0	3.8±0.8	<0.005
ODI (μ.ο. ± σταθ. απόκλ.)	57.6±8.0	38.7±6.1	<0.005

στη συνέχεια με τη χρήση διαστολέων προοδευτικά ευρύτερων δημιουργείται χειρουργική οδός προς τις μικρές αρθρώσεις με αποφυγή καταστροφής μυϊκών στοιχείων. Ένας σωληνωτός διαστολέας διαμέτρου 22-26mm με ινοοπτικό φωτισμό ασφαλίζεται άνωθεν των μικρών αρθρώσεων και με τη χρήση μεγεθυντικών γυαλιών ή μικροσκοπίου διενεργείται επαρκής επισκόπηση του χώρου. Χρησιμοποιούνται ειδικά γωνιώδη εργαλεία καθ' όλη τη διάρκεια της επέμβασης.

Οι διαυχενικές βίδες (Legacy screw system, Medtronic Sofamor Danek or Denali screw system, K2M) και στις δύο πλευρές εισάγονται με ακτινοσκοπικό έλεγχο. Στην πλευρά της ριζίτιδας ή της χειρότερης ριζίτιδας σε σχέση με την άλλη πλευρά, πραγματοποιείται ολική εκτομή της άρθρωons. Το εκταμένο οστούν μικροτεμαχίζεται και φυλάσσεται νια χρήση σαν μόσχευμα διαμεσοσπονδυλίως αργότερα. Μέρος του ωχρού συνδέσμου εκτέμεται για ευχερή πρόσβαση στη ρίζα που εξέρχεται και στη ρίζα που διασχίζει το πεδίο. Στις περιπτώσεις ισθμικής σπονδυλολίσθησης, η περιοχή του ισθμού καθαρίζεται από τον ουλώδη ιστό και τοποθετούνται μοσχεύματα. Στις περιπτώσεις συνοδής κεντρικής στένωσης ή στένωσης στην περιοχή της μικρής άρθρωσης ετερόπλευρα από την εκταμείσα, όπως σε εκφυλιστικές περιπτώσεις, διενεργείται αποσυμπίεση με λοξά κατευθυνόμενεs kerrison με είσοδο από την περιοχή της προσπέλασης και με υποπετάλια διαδρομή. Η σχολαστική αιμόσταση βοηθά στην ευχερή προσπέλαση του δίσκου με προστασία της ρίζας. Στη συνέχεια, ακολουθεί μερική δισκεκτομή και παρασκευή των τελικών πλακών με διαστολείς και γλύφανα (curretes). Ακολουθεί η εισαγωγή ενδο-

δισκικά διαστολέων και η συστροφή τους κατά 90 μοίρες. Η κίνηση αυτή σε συνδυασμό με την πρηνή θέση και την απελευθέρωση των μαλακών στοιχείων οδηγεί σε ανάταξη της ολίσθησης κατά μεγάλο ποσοστό. Η διάταση που επιτυγχάνεται με τους διαστολείς διατηρείται με την ασφά-*Πιση των βιδών στις ράβδους στην απέναντι πλευρά από* αυτήν της προσπέλασης. Ακολουθεί η υπολειπόμενη δισκεκτομή και παρασκευή τελικών πλακών και η εισβίβαση δοκιμαστικού κλωβού σε σχήμα σφαίρας για έλεγχο του μενέθους αυτού. Αυτομόσχευμα από την εκταμείσα μικρή άρθρωση και την αποσυμπίεση τοποθετείται έμπροσθεν του κλωβού στο μεσοσπονδύλιο διάστημα. Κατόπιν, το κατάλληλο μένεθος TLIF κλωβού από PEEK (Capstone. Medtronic Sofamor Danek or Aleutian, K2M), με συνοδό σπογγώδες αλλομόσχευμα (Osteotech Medtronic Sofamor Danek) εντός του κλωβού, τοποθετείται όσο το δυνατόν κοιλιακώς μεσοσπονδυλίως. Μετά το στάδιο αυτό, ακολουθεί η τοποθέτηση μοσχεύματος (αυτομοσχεύματος και σπογγώδους αλλομοσχεύματος πίσω από τον κλωβό και πλαγίως αυτού), με προσοχή ώστε αυτό να μην προέχει του περιγράμματος του δισκικού διαστήματος. Στην απέναντι μικρή άρθρωση γίνεται αποφησίωση αυτής, με σκοπό την οστική σπονδυλοδεσία. Αλλομόσχευμα τοποθετείται στην κοιλότητα που σχηματίζεται με χειρουργικό γλύφανο (Mummaneni και συν., 2004).

Οι διαυχενικές βίδες κλειδώνουν στις ράβδους άμφω υπό συμπίεση. Προ της αφαίρεσης των διαστολέων γίνεται έλεγχος των ριζών. Η περιτονία συγκλείεται με vicryl 0 και το δέρμα με ενδοδερματική ραφή 3-0.

Πίνακαs 5.

Αποτελέσματα μελετών (με παρακολούθηση πάνω από 1 έτοs) στη βιβλιογραφία για θεραπεία της σπονδυλολίσθησης με μικρής επεμβατικότητας TLIF

Εργασία	Αριθμόs ασθενών	Διάγνωση	Ηλικία (μ.ο.)	Μήνεs παρακολούθησηs (μ.ο.)	Απώλεια αίματοs (ml) (μ.ο.)
Dhall και συν., 2008	21	DDD Spondy		24	194
*Jang & Lee, 2005	23	DS	59	19	310
Kim και συν., 2012	44	19 DS, 25 IS		60	
Pan και συν., 2011	21	IS	47	17	435
Park and Foley, 2008	40	10 IS, 30 DS, 32 Grade I, 8 Grade II	56	35	
Park και συν., 2011	66	23 IS, 24 DS, 19 DDD	57	36	
Parker каі συν., 2012	15	DS	51	24	
*Peng каı συν., 2009	29	DS, DDD	54	24	150
Roben και συν., 2011	169	19 DDD, 35 DS, 115 Stenosis	45	49	171
Schizas και συν., 2009	18	16 IS, 2 DDD	45	22	551
Schwender каı συν., 2005	49	26 DDD, 22Spondy, 1 Chance	23-80	22	240
Villvicencio και συν., 2010	76	DDD, Spondy, Stenosis	55	37.5	163
*Wang каі συν., 2009	42	24 DS, 18 IS	48	26	303
Zairi και συν., 2013	40	DDD or low grade spondy	48	24	170

*προοπτική μελέτη, DDD=εκφυλιστική δισκική νόσος, IS=ισθμική σπονδυλολίσθηση, DS=εκφυλιστική σπονδυλολίσθηση

Spondy=σπονδυλολίσθηση, ASD= νόσος παρακειμένου διαστήματος, Stenosis=στένωση σωλήνα, Grade=βαθμός ολίσθησης κατά Meyerding

Μετεγχειρητική φάση αποκατάστασης

Μετεγχειρητικά οι ασθενείς έλαβαν αναλγησία μέσω αντλίας μορφίνης και κινητοποιούνταν την 1ⁿ μετεγχειρητική ημέρα. Η μετεγχειρητική αναλγησία μετά την έξοδό τους από το νοσοκομείο περιελάμβανε ναρκωτικά αναλγητικά χάπια. Σπάνια, συνταγογραφούνταν ζώνη οσφύος μετεγχειρητικά για εφαρμογή μετά την έγερση για περισσότερη ανακούφιση του ασθενούς.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ο μέσος όρος (Μ.Ο.) της διεγχειρητικής απώλειας αίματος έφθασε στα 250±112ml, ο μέσος χειρουργικός χρόνος ήταν 150±20 λεπτά και η μέση διάρκεια παραμονής στο νοσοκομείο ήταν 1.9±0.6 μέρες. Οι παραπάνω μέσοι όροι ήταν μεγαλύτεροι κατά τις πρώτες επεμβάσεις, αλλά μειώθηκαν ραγδαία αργότερα καθώς η καμπύλη εκμάθησης της επέμβασης ήταν σχετικά απότομη.

Ξεχωριστά για τις ομάδες Α και Β, οι αντίστοιχες τιμές φαίνονται στον Πίνακα 2.

Σπονδυλοδεσία

Βασισμένοι σε κλινικά και ακτινολογικά σημεία [σύμφωνα με τα κριτήρια κατά Lenke (Lenke και συν., 1992)], όλοι οι ασθενείs, εκτός ενός (97%) είχαν πιθανή ή οριστική σπονδυλοδεσία (οπισθοπλάγια ή/και διασωματική) στο 1° έτος μετεγχειρητικά.

Ανάταξη της σπονδυλολίσθησης

Το ποσοστό της σπονδυλολίσθησης (μ.ο.) προεγχειρητικά ήταν 16±9% και μειώθηκε στο 6±4% στον τελευταίο μετεγχειρητικό έλεγχο, διαφορά στατιστικά σημαντική (p <0.001). Οι αντιστοιχες τιμές ξεχωριστά για την ομάδα Α και Β φαίνονται στους πίνακες 3 και 4.

Η βεητίωση της οηίσθησης μεταξύ των ομάδων Α και Β δεν ήταν στατιστικά σημαντική (Πίνακας 2).

ΚΛΙΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όλοι οι ασθενείς ανέφεραν βελτίωση των συμπτωμάτων εντός 3 μηνών μετεγχειρητικά και επέστρεψαν στην εργασία τους με περιορισμούς στην άρση βάρους 6 μήνες με-

Χειρουργικόs χρόνοs (min) (μ.ο.)	Μέρες παραμονής στο νοσοκομείο (μ.ο.)	Επιτυχής σπονδυλοδεσία (%)	Βελτίωση VAS σκέλους (μ.ο.)	Βε λτίωση Ο DI (μ.ο.)	Επιπλοκές εκτός ψευδάρ- θρωσns (αριθμός ασθενών)
199	3	95			Άστοχη θέση βίδας (1), μετανάστευση κλωβού (1), παροδική ριζίτιδα Ο5 (2)
150		91	6.7	25.6	
		98	4.2	39	ASD, DS 64%, IS 40%
190		100	5.7	36.3	
		100	5.7	39	
		77	6.5	34.3	ASD (2), λοίμωξη (1)
	3		3	21	
216		80	3.3	29	Λοίμωξη δότριας περιοχής μοσχεύματος (2)
183	1	96	4.5	38	Κακή θέση βίδας (12), ASD(3), ဂិοίμωξη (1)
340	6.1		4.2	22	Διατομή μήνιγγαs (1)
140	1.9		5.1	28	Κακή θέση βίδαs (2), ριζίτιδα (2)
223	3	100	4.2		Κακή θέση βίδας (3), μετανάστευση μοσχεύματος (4), λοίμωξη (1), νευρολογικό έλλειμμα (5)
156	10	99	6.3	30.4	
148			4.3	30	

τεγχειρητικά. Διέκοψαν δε τη συστηματική Λήψη αναλγητικών τον 1° μήνα μετεγχειρητικά. Προεγχειρητικά, το VAS ήταν 8.2±0.9 και το ODI έφθανε στο 57.1±6.0 και βελτιώθηκαν σε 3.5±0.9 και 36.5±0.9, αντίστοιχα, στην τελευταία μετεγχειρητική μέτρηση. Οι μεταβολές αυτές ήταν στατιστικά σημαντικές (p <0.001). Οι αντίστοιχες τιμές για τις ομάδες A και B ξεχωριστά φαίνονται στους Πίνακες 3 και 4.

Επιπλοκές

Οι επιπλοκές που παρατηρήθηκαν περιελάμβαναν 1 περίπτωση άστοχης θέσης βίδας με συνοδό ριζίτιδα (χρειάσθηκε επανατοποθέτηση σε 1 μήνα από το αρχικό χειρουργείο). Μια περίπτωση με αντίστοιχη με το TLIF απραξία της ρίζας Ο5 υφέθηκε αυτόματα στους 4 μήνες μετεγχειρητικά. Δε διαπιστώθηκαν ρήξεις μήνιγγος ή λοιμώξεις. Το ποσοστό επιπλοκών έφτασε στο 12.5% (2 από τους 16 ασθενείς). Παρατηρήθηκε 1 περίπτωση πιθανής ψευδάρθρωσης, αλλά λόγω της απουσίας συμπτωμάτων δεν καταγράφηκε σαν επιπλοκή.

Σύγκριση με άλλεs μελέτεs με χρήση μικρήs επεμβατικότηταs TLIF

Τα αποτελέσματά μας, ως προς τη διεγχειρητική απώλεια αίματος, χειρουργικό χρόνο, διάρκεια παραμονής στο νοσοκομείο, ποσοστά σπονδυλοδεσίας, ποσοστό ανάταξης σπονδυλολίσθησης και αποτελέσματα πόνου και λειτουργικότητας, είναι συγκρίσιμα με τα αποτελέσματα μελετών της βιβλιογραφίας που χρησιμοποιούν ελάχιστα επεμβατική μέθοδο TLIF σε ασθενείς με σπονδυλολίσθηση (Πίνακας 5).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η θεραπεία της συμπτωματικής μικρού βαθμού σπονδυλολίσθησης Ο.Μ.Σ.Σ. είναι χειρουργική όταν οι μη χειρουργικές μέθοδοι αποτύχουν. Η χειρουργική θεραπεία συνίσταται σε αποσυμπίεση των νευρικών ριζών που πιέζονται και η σπονδυλοδεσία των παρακείμενων σπονδύλων (McAfee και συν., 2005). Συνήθως προστίθεται και διασωματική σπονδυλοδεσία, γιατί προσφέρει καλύτερη στήριξη της πρόσθιας κολώνας, αποκαθιστά τη λόρδωση, οδηγεί σε έμμεση αποσυμπίεση των νευρικών στοιχείων και ε-



Εικόνα 1. Γυναίκα-ασθενής 51 ετών πάσχουσα από ριζίτιδα ήόγω ισθμικής σπονδυήοηἰσθησης και εκφυηιστικής δισκοπάθειας O5-I1, η οποία χειρουργήθηκε με τη μέθοδο επάχιστης επεμβατικότητας TLIF. Στη μετεγχειρητική (τεπευταία επανεξέταση στα 2.4 έτη μετεγχειρητικά) (Α) προσθιοπίσθια και (Β) ππάγια ακτινογραφία φαίνεται η διασωματική σπονδυποδεσία O5-I1. Υπάρχει υποπειπόμενη σπονδυπολίσθηση 5% στο επίπεδο O5-I1. (Γ) Εικόνα CT με οβεπιαία ανασύνθεση κατά το χρόνο της τεπευταίας επανεξέτασης της ασθενούς, όπου διαπιστώνεται η οστική γέφυρα μεταξύ σωμάτων O5 και I1 σπονδύπων. Η ασθενής ήταν ασυμπτωματική και επέστρεψε ππήρως στις δραστηριότητές της.

λαχιστοποιεί το δισκογενή πόνο που προέρχεται από την εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου του επιπέδου ολίσθησης. (Suk και συν., 1997; Harms JG, 1998)

Το γεγονός ότι οι χειρουργικές επιπλοκές οφείλονται κυρίως στη χειρουργική προσπέλαση και όχι στους μεσοσπονδυλίους κλωβούς καθαυτούς, είναι βεβαίως ένα σημαντικό εύρημα (Weiner & Fraser, 1998). Η παροδική νευροαπραξία και η ρήξη μήνιγγος, λόγω έλξης του μηνιγγικού σάκου, είναι αναγνωρισμένες επιπλοκές της οπισθιοπλάγιας διασωματικής σπονδυλοδεσίας με αυξημένη συχνότητα εμφάνισης (Okuyama και συν., 1999; Molinari & Gerlinger, 2001). Επίσης, έχουν αναφερθεί αγγειακές επιπλοκές σχετιζόμενες με την πρόσθια προσπέλαση, μερικές από τις οποίες οδηγούν σε μόνιμα αποτελέσματα, αλλά η παλίνδρομη εκσπερμάτιση είναι μια ακόμη συχνότερη επιπλοκή σε άρρενες ασθενείς.

Επίσπς, όταν συγκρίνουμε τη διασωματική σπονδυλοδεσία TLIF με την PLIF σχετικά με την απώλεια αίματος, τον χειρουργικό χρόνο και τη διάρκεια παραμονής στο νοσοκομείο, σημαντικά λιγότερη απώλεια αίματος βρέθηκε σε ασθενείς που χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος TLIF σε σπονδυλοδεσίες 2 επιπέδων και όχι σε αυτές ενός επιπέδου. Παρ' όλα αυτά, οι επιπλοκές ήταν περισσότερες στην ομάδα που χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος PLIF (Humphreys και συν., 2001).

Οι Harms και Jeszenszky (Harms JG, 1998) ήταν οι πρώτοι που δημοσίευσαν τη χρήση της μεθόδου TLIF στη χειρουργική της σπονδυλικής στήλης. Ανέφεραν άριστα αποτελέσματα από ασθενείς με εκφυλιστική και ισθμική σπονδυλολίσθηση που χειρουργήθηκαν με τη μέθοδο TLIF. Αρκετές άλλες μελέτες ακολούθησαν την προαναφερόμενη και δημοσίευσαν τα αποτελέσματά τους (σχετικά με τον εγχειρητικό χρόνο, την απώλεια αίματος, την παραμονή στο νοσοκομείο, τα λειτουργικά αποτελέσματα και τις επιπλοκές) και μετεγχειρητικές ακτινολογικές μετρήσεις (σε σχέση με ποσοστά σπονδυλοδεσίας και ανάταξης σπονδυλολίσθησης) σε ασθενείς με σπονδυλολίσθηση που αντιμετωπίσθηκαν με την μέθοδο TLIF (Lowe και συν., 2002; Salehi και συν., 2004; Hackenberg και συν., 2005; Jang & Lee, 2005; McAfee και συν., 2005; Potter και συν., 2005).

Η ελάχιστα επεμβατική προσπέλαση για την οπισθιοπλάγια οσφυϊκή σπονδυλοδεσία πρωτοπεριγράφηκε από τον Wiltse (Wiltse και συν., 1968). Χρησιμοποίησε την παρασπονδυλική μεσομύια προσπέλαση για να επιτύχει την σπονδυλοδεσία, ενώ αργότερα η ίδια προσπέλαση υιοθετήθηκε από τουs Foley and Smith για δισκεκτομή (Foley KT, 1997). Ο Boden χρησιμοποίησε μια διαφορετική μεσομύια προσπέλαση, μεταξύ του πολυσχιδή μυόs και του μήκιστου λαγονοπλευρικού μυόs, για να διενεργήσει τη σπονδυλοδεσία (Boden και συν., 1996). Περισσότερο εξελιγμένεs χειρουργικές μέθοδοι προσπέλασης αναπτύχθηκαν αργότερα (Foley & Gupta, 2002, Foley και συν., 2003) και παρόμοιες τεχνικές εφαρμόσθηκαν και στους ασθενείς της

Ελάχιστα επεμβατικές (MIS) τεχνικές οπίσθιας σπονδυλοδεσίας Ο.Μ.Σ.Σ. έχουν βελτιώσει περαιτέρω τα αποτελέσματα των ασθενών με την ελάττωση της νοσηρότητας που προέρχεται από τους μαλακούς ιστούς. Ο στόχος είναι να επιτευχθούν αποτελέσματα παρόμοια με αυτά των ανοικτών μεθόδων με λιγότερο τραυματική προσπέλαση. Πολυάριθμες παθολογοανατομικές εργασίες έχουν δείξει τις ισχαιμικές αλλοιώσεις των παρασπονδυλικών μυών λόγω αποκόλλησης κατά την προσπέλαση και υπερβολικής έλξης από τα άγκιστρα (Sihvonen και συν., 1993; Kawaguchi και συν., 1994, 1996; Styf & Willen, 1998). Τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα των ανοικτών μεθόδων σε σχέση με τους μαλακούς ιστούς περιλαμβάνουν ακατάπαυστο μυϊκό άλγος, φλεγμονή και μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα των ασθενών ακόμα και σε μακροπρόθεσμη βάση. Η τεχνική MIS TLIF οδηγεί σε βραχύτερη παραμογή στο νοσοκομείο και πρωιμότερη επιστροφή στην εργασία. (Parker και συν., 2012). Αντιθέτως, η έκθεση σε ακτινοβο-Αία είναι μεγαλύτερη στις ελάχιστα επεμβατικές σε σχέση με τις ανοικτές τεχνικές TLIF.(Wang και συν., 2009). Βεβαίως λείπουν προοπτικές τυχαιοποιημένες μελέτες που συγκρίνουν τις 2 τεχνικές, ανοικτή και ελάχιστα επεμβατική TLIF (Habib και συν.).

Η πρώτη μελέτη που αναφερόταν στην ελάχιστα επεμβατική τεχνική TLIF για την αντιμετώπιση της σπονδυλολίσθησης δημοσιεύθηκε από τους Jang και Lee (Jang & Lee, 2005). Τα υλικά οπίσθιας σπονδυλοδεσίας ήταν διαυχενικές βίδες από την πλευρά του TLIF και βίδες οπισθίων διαρθρώσεων στην άλλη πλευρά. Οι συγγραφείς ανέφεραν μικρότερη απώλεια αίματος και κάκωση των μαλακών ιστών σε σχέση με την κλασσική ανοικτή μέθοδο TLIF.

Σε μια πρόσφατη μελέτη με το μεγαλύτερο αριθμό μελετούμενων ασθενών (169) που αντιμετωπίσθηκαν με τη μέθοδο MIS TLIF (Rouben και συν.), δεν υπήρχαν διαφορέs στα αποτελέσματα τελικής επανεξέτασης (μέσος όρος 49 μήνες) μεταξύ των περιπτώσεων με 1 ή 2 επίπεδα. Επιπροσθέτως, οι μεγαλύτερης πλικίας (60 χρόνων και πάνω) ασθενείς ανέχθηκαν την επέμβαση ελάχιστης επεμβατικότητας το ίδιο καλά με τους νεότερους ασθενείς.

Η παρούσα μελέτη αναφέρει τα αποτελέσματα ασθενών με σπονδυλολίσθηση μικρού βαθμού που αντιμετωπίσθηκαν με ελάχιστα επεμβατική μέθοδο TLIF και αμφοτερόπλευρες διαυχενικές βίδες. Το ποσοστό επιπλοκών (12.5%) στην μελέτη μας είναι συγκρίσιμο με τα χαμηλότερα των MIS TLIF μελετών στην διεθνή βιβλιογραφία (Πίνακας 5).

Σχετικά με τη διαφορά των αποτελεσμάτων μεταξύ των περιπτώσεων εκφυλιστικής και ισθμικής σπονδυλολίσθηons, υπάρχουν 2 μελέτες που συγκρίνουν τα αποτελέσματα της ανοικτής μεθόδου TLIF, αλλά αναφέρουν ανόμοια αποτελέσματα. Η πρώτη από τον Potter και συν. (Potter και συν., 2005) ανέφερε καλύτερα αποτελέσματα στους ασθενείς με εκφυλιστικού τύπου σπονδυλολίσθηση και αυτό αποδόθηκε στις υψηλότερες προεγχειρητικές προσδοκίες και τις μετεγχειρητικές απαιτήσεις των νεότερων ασθενών με ισθμικού τύπου σπονδυλολίσθηση. Η δεύτερη μελέτη από τον Hackenberg και συν. (Hackenberg και συν., 2005) δε βρήκε σημαντικές διαφορές στα μετεγχειρητικά αποτελέσματα οποιασδήποτε χρονικής στιγμής. Στην παρούσα μελέτη δε βρέθηκε διαφορά στα χαρακτηριστικά των ασθενών μεταξύ της ομάδας εκφυλιστικής και ισθμικής σπονδυλολίσθησης, πλην της ηλικίας. Τα μετεγχειρητικά αποτελέσματα μας έδειξαν ότι αν και δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων, η ομάδα ισθμικής σπονδυλολίσθησης είχε μικρότερη απώλεια αίματος και διάρκεια παραμονής στο νοσοκομείο, ενώ η ομάδα εκφυλιστικής σπονδυλολίσθησης είχε λίγο καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τη διάρκεια χειρουργείου, ποσοστά ανάταξης σπονδυλολίσθησης και βελτίωση δεικτών VAS και ODI. Τα αποτελέσματά μας συμβαδίζουν με τα αποτελέσματα της εργασίας του Hackenberg και συν. (Hackenberg και συν., 2005) σχετικά με τη βελτίωση των δεικτών VAS και ODI μεταξύ των ασθενών 1 και 2 επιπέδων TLIF.

Αδυναμία της μεθέτης μας είναι η απουσία μιας ομάδας με συγκρίσιμα χαρακτηριστικά στην οποία θα μεθετούνταν τα ίδια αποτεθέσματα με τη χρήση της ανοικτής (κθασικής) μεθόδου TLIF. Η ανασκόπησή μας καταδεικνύει, όμως, ότι οι εθάχιστα επεμβατικές μέθοδοι υπερέχουν των ανοικτών μεθόδων.

Συμπερασματικά, η ελάχιστα επεμβατική μέθοδος διατρηματικής σπονδυλοδεσίας Ο.Μ.Σ.Σ. (TLIF) για τη θεραπεία ασθενών με μικρού βαθμού σπονδυλολίσθηση είναι μια ασφαλής και αποτελεσματική μέθοδος με πλεονεκτήματα την ελάττωση απώλειας αίματος, χειρουργικού χρόνου και διάρκειας παραμονής στο νοσοκομείο. Δεν παρατηρήθηκε διαφορά στα μετεγχειρητικά αποτελέσματα μεταξύ των ασθενών με εκφυλιστική ή ισθμική σπονδυλολίσθηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Boden SD, Moskovitz PA, Morone MA, Toribitake Y (1996) Video-assisted lateral intertransverse process arthrodesis. Validation of a new minimally invasive lumbar spinal fusion technique in the rabbit and nonhuman primate (rhesus) models. Spine 21:2689-2697
- Bodian CA, Freedman G, Hossain S, Eisenkraft JB, Beilin Y (2001) The visual analog scale for pain: clinical significance in postoperative patients. Anesthesiology 95:1356-1361
- Foley KT, Gupta SK (2002) Percutaneous pedicle screw fixation of the lumbar spine: preliminary clinical results. J Neurosurg 97:7-12
- Foley KT, Holly LT, Schwender JD (2003) Minimally invasive lumbar fusion. Spine 28:S26-35
- Foley KT SM (1997) Microendoscopic discectomy. Techn Neurosurg 3:301-307
- Habib A, Smith ZA, Lawton CD, Fessler RG Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: a perspective on current evidence and clinical knowledge. Minim Invasive Surg 2012:657342
- Hackenberg L, Halm H, Bullmann V, Vieth V, Schneider M, Liljenqvist U (2005) Transforaminal lumbar interbody fusion: a safe technique with satisfactory three to five year results. Eur Spine J 14:551-558
- Harms JG JD (1998) The unilateral transforaminal approach for posterior intebody fusion. Orthop Traumatol 6:88-99
- Humphreys SC, Hodges SD, Patwardhan AG, Eck JC, Murphy RB, Covington LA (2001) Comparison of posterior and transforaminal approaches to lumbar interbody fusion. Spine 26:567-571

- Jang JS, Lee SH (2005) Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with ipsilateral pedicle screw and contralateral facet screw fixation. J Neurosurg Spine 3:218-223
- Kawaguchi Y, Matsui H, Tsuji H (1994) Back muscle injury after posterior lumbar spine surgery. Part 2: Histologic and histochemical analyses in humans. Spine 19:2598-2602
- Kawaguchi Y, Matsui H, Tsuji H (1996) Back muscle injury after posterior lumbar spine surgery. A histologic and enzymatic analysis. Spine 21:941-944
- Lenke LG, Bridwell KH, Bullis D, Betz RR, Baldus C, Schoenecker PL (1992) Results of in situ fusion for isthmic spondylolisthesis. J Spinal Disord 5:433-442
- Little DG, MacDonald D (1994) The use of the percentage change in Oswestry Disability Index score as an outcome measure in lumbar spinal surgery. Spine 19:2139-2143
- Lowe TG, Tahernia AD, O'Brien MF, Smith DA (2002) Unilateral transforaminal posterior lumbar interbody fusion (TLIF): indications, technique, and 2-year results. J Spinal Disord Tech 15:31-38
- McAfee PC, DeVine JG, Chaput CD, Prybis BG, Fedder IL, Cunningham BW, Farrell DJ, Hess SJ, Vigna FE (2005) The indications for interbody fusion cages in the treatment of spondylolisthesis: analysis of 120 cases. Spine 30:S60-65
- Molinari RW, Gerlinger T (2001) Functional outcomes of instrumented posterior lumbar interbody fusion in activeduty US servicemen: a comparison with nonoperative management. Spine J 1:215-224
- Mummaneni PV, Pan J, Haid RW, Rodts GE (2004) Contribution of recombinant human bone morphogenetic protein-2 to the rapid creation of interbody fusion when used in transforaminal lumbar interbody fusion: a preliminary report. Invited submission from the Joint Section Meeting on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves, March 2004. J Neurosurg Spine 1:19-23
- Okuyama K, Abe E, Suzuki T, Tamura Y, Chiba M, Sato K (1999) Posterior lumbar interbody fusion: a retrospective study of complications after facet joint excision and pedicle screw fixation in 148 cases. Acta Orthop Scand 70:329-334
- Parker SL, Adogwa O, Bydon A, Cheng J, McGirt MJ (2012) Cost-effectiveness of minimally invasive versus open

transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative spondylolisthesis associated low-back and leg pain over two years. World Neurosurg 78:178-184

- Potter BK, Freedman BA, Verwiebe EG, Hall JM, Polly DW, Jr., Kuklo TR (2005) Transforaminal lumbar interbody fusion: clinical and radiographic results and complications in 100 consecutive patients. J Spinal Disord Tech 18:337-346
- Rouben D, Casnellie M, Ferguson M Long-term durability of minimal invasive posterior transforaminal lumbar interbody fusion: a clinical and radiographic follow-up. J Spinal Disord Tech 24:288-296
- Salehi SA, Tawk R, Ganju A, LaMarca F, Liu JC, Ondra SL (2004) Transforaminal lumbar interbody fusion: surgical technique and results in 24 patients. Neurosurgery 54:368-374; discussion 374
- Schwender JD, Holly LT, Rouben DP, Foley KT (2005) Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF): technical feasibility and initial results. J Spinal Disord Tech 18 Suppl:S1-6
- Sihvonen T, Herno A, Paljarvi L, Airaksinen O, Partanen J, Tapaninaho A (1993) Local denervation atrophy of paraspinal muscles in postoperative failed back syndrome. Spine 18:575-581
- Styf JR, Willen J (1998) The effects of external compression by three different retractors on pressure in the erector spine muscles during and after posterior lumbar spine surgery in humans. Spine 23:354-358
- Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Lee JH, Cho KJ, Kim HG (1997) Adding posterior lumbar interbody fusion to pedicle screw fixation and posterolateral fusion after decompression in spondylolytic spondylolisthesis. Spine 22:210-219; discussion 219-220
- Taillard W (1969) [Trauma and spondylolisthesis]. Acta Orthop Belg 35:703-716
- Wang J, Zhou Y, Zhang ZF, Li CQ, Zheng WJ, Liu J (2009) Minimally invasive or open transforaminal lumbar interbody fusion as revision surgery for patients previously treated by open discectomy and decompression of the lumbar spine. Eur Spine J 20:623-628
- Weiner BK, Fraser RD (1998) Spine update lumbar interbody cages. Spine 23:634-640
- Wiltse LL, Bateman JG, Hutchinson RH, Nelson WE (1968) The paraspinal sacrospinalis-splitting approach to the lumbar spine. J Bone Joint Surg Am 50:919-926

Προκαταρκτικά αποτελέσματα από την Ολική Αρθροπλαστική Ισχίου με πρόσθια προσπέλαση ελάχιστης επεμβατικότητας (AMIS)

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α. ΜΑΧΑΙΡΑΣ, MD, PHD, ΣΠΥΡΙΔΩΝ Π. ΓΑΛΑΝΑΚΟΣ, MD, PHD, ΣΤΕΦΑΝΟΣ ΚΟΥΤΣΟΣΤΑΘΗΣ, MD, PHD, ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΛΕΠΕΤΣΟΣ, MD, ΣΤΑΜΑΤΗΣ ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ, MD, PHD, ΚΩΣΤΑΣ ΚΑΤΕΡΟΣ, MD, ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΧΡΙΣΤΟΦΙΛΟΠΟΥΛΟΣ, MD.

Δ΄ Κλινική Ορθοπαιδικής και Τραυματολογίας, Γενικό Νοσοκομείο "ΚΑΤ", Νίκης 2, Κηφισιά, Αθήνα, Ελλάς

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ολική αρθροπλαστική θεωρείται επιτυχημένη επέμβαση για την αντιμετώπιση της επώδυνης αρθρίτιδας του ισχίου. Ένας τεράστιος όγκος βιβλιογραφίας είναι αφιερωμένος στην εξέλιξη της υγείας των ασθενών, καθώς και στις επιπλοκές που παρουσιάζονται στις συχνότερες εν χρήσει χειρουργικές επεμβάσεις, με στόχο τη βελτίωση της τεχνικής, την ενίσχυση της βειτουργικότητας του ασθενή και τη μείωση του κόστους και της θνησιμότητας. Περιγράφονται τα προκαταρκτικά αποτελέσματα από τη χρήση της ολικής αρθροπλαστικής ισχίου με πρόσθια προσπέλαση ελάχιστης επεμβατικότηταs (AMIS) που επιτρέπει την εμφύτευση προθέσεων κεφαλής μηριαίου και κοτύλης, χωρίς απόσπαση ή διατομή των μυών και των τενόντων που περιβάλλουν το ισχίο. Η τεχνική AMIS επιτρέπει την τοποθέτηση των προθέσεων και την αποκατάσταση του μήκους του σκέλους με ακρίβεια και καλή επαναληψιμότητα, εγγυάται ταχύτερη αποκατάσταση και βραχύτερη νοσηλεία του ασθενούs, χωρίs να αυξάνει τη συχνότητα εμφάνισης εξαρθρήματος του ισχίου. **Λέξεις κλειδιά:** Ολική αρθροπλαστική ισχίου, τεχνική με πρόσθια προσπέλαση ελάχιστης επεμβατικότητας (AMIS)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ολική αρθροπλαστική του ισχίου (THA) είναι μια επιτυχημένη χειρουργική επέμβαση σε επώδυνες παθήσεις του ισχίου, με υψηλό ποσοστό λειτουργικής αποκατάστασης των ασθενών μετεγχειρητικά.¹ Παρά τις επιτυχίες που έχουν καταγραφεί τις τελευταίες δεκαετίες, υπάρχει μια διαρκής τάση τροποποίησης της τεχνικής με στόχο τη βελτίωση της

Διεύθυνση αλληλογραφίας: Γεώργιος Α. Μαχαιράς Παπαδιαμάντη 8, 15126 Μαρούσι έκβασηs, τη μείωση των ποσοστών εμφάνισηs επιπλοκών και την αύξηση της χειρουργικής απόδοσης.

Οι 4 κύριες χειρουργικές τεχνικές για την ολική αρθροπλαστική του ισχίου χρησιμοποιούν διαφορετικές προσπελάσεις και, κατ' επέκταση, συνεπάγονται διαφορετικούς κινδύνους και οφέλη σε συνάρτηση με τις ανατομικές δομές που εμπλέκονται σε κάθε μία από αυτέs.^{2,3} Για παράδειγμα, η συχνότητα εμφάνισης μετεγχειρητικού εξαρθρήματος του ισχίου, η μετεγχειρητική χωλότητα, ο τραυματισμός νεύρων, η θειτουργικότητα του ισχίου και η ικανοποίηση του ασθενούs, τα ποσοστά μετεγχειρητικής φηεγμονής, αληά και η έκτοπη οστεοποίηση, είναι παράγοντες που αξιολογούνται για να συγκρίνουν τις διαφορετικές τεχνικές στο ισχίο. Αν και υπάρχουν άρθρα που υποστηρίζουν τη στατιστική συσχέτιση μεταξύ είδους τεχνικής και έκβασης, οι περισσότερες μελέτες θεωρούν ως σημαντικότερους δείκτες επιτυχίας την προσωπική άνεση του χειρουργού και την εξοικείωσή του με μια συγκεκριμένη προσπέλαση.

Η πρόσθια προσπέλαση στην ολική αρθροπλαστική του ισχίου θεωρείται ιδιαίτερα δημοφιλής τα τελευταία χρόνια ανάμεσα σε χειρουργούς και ασθενείς για πολυάριθμους λόγους. Χρησιμοποιεί πρόσθια ενδομυϊκά και ενδονευρικά μεσοδιαστήματα, ενώ περιγράφεται ως μια τροποποιημένη εκδοχή της προσπέβασης του Hueter, όπως αυτή χρησιμοποιήθηκε το 1950 από τουs Judet και Judet.⁴ Εξαιτίαs της προσπέλασης ανάμεσα στους μύες, θεωρείται ότι επιτρέπει την ταχύτερη βάδιση του ασθενούς, τη φυσιολογική δύναμη των απαγωγών μυών και τη μείωση της συχνότητας μετεγχειρητικού εξαρθρήματος. Παρέχει, εξάλλου, αμεσότερη θέαση της κοτύλης, με αναγνώριση της πρόσθιας λαγόνιας ακρολοφίας, με αποτέλεσμα την ασφαλή τοποθέτηση της κοτυλιaías πρόθεσης. Ωστόσο, η προετοιμασία του μυελικού auλού και η τοποθέτηση της μηριαίας πρόθεσης κρίνονται δύσκολες μέσω αυτής της προσπέλασης. Οι προσπάθειες πρό-

Factor Investigated	Studies	Results	
	Berend <i>et al.</i> ⁸	Anterior approach (73 min) longer than standard approach (56 min) (p <0.01). First 3 month cases (99 min) longer than third 3 month cases (69 min) (p <0.05) then plateau	
Operative Time	Masonis <i>et al.⁹</i>	Cases 1-100 (132.8 min); Cases 100-200 (109 min); Cases 200-300 (106 min) (p <0.0001)	
	Woolson <i>et al.</i> ¹⁰	Avg surgical time 164 min	
	Matta <i>et al.</i> 11	Operative time averaged 75 minutes (range 40-150 minutes)	
Fluoro Time	Masonis <i>et al.</i> 9	Cases 1-100 (32.1 sec); Cases 100-200 (14.5 sec); Cases 200-300 (14.5 sec) (p < 0.0001)	
Component	Matta <i>et al.</i> ¹¹	accurate component positioning overall with 96% of acetabular prostheses within the target abduction range, and 93% within range of anteversion	
positioning	Woolson <i>et al.</i> ¹⁰	average cup abduction angle 44°, ranging from 33–63°, but 21% to be outliers with cup angles greater than 50° despite using fluoroscopy, 18 of 247 (8%) of femoral components placed in more than 5° of varus.	
	Sariali <i>et al.</i> ¹²	27 dislocations out of 1764 hips (1.5%)	
Dislocation rate	Siguier <i>et al.</i> ¹³	10 of 1037 (0.96%)	
	Matta <i>et al.</i> ¹¹	3 patients sustained dislocations for an overall dislocation rate of 0.61%	
	Woolson <i>et al.</i> ¹⁰	Intraop proximal femur fracture rate 6.5%	
	Berend <i>et al.</i> ⁸	2 intraoperative femoral perforations 2 postop periprosthetic fractures (6 weeks and 3 months)	
Fractures	Masonis <i>et al.⁹</i>	3 calcar fractures in group 1, cable and protected wt bearing, all healed	
	Matta <i>et al.</i> ¹¹	4 fractures involving the proximal calcar region and 3 fractures of the greater trochanter. 2 fractures occurred at the distal stem and 3 nondisplaced ankle fractures	
	Jewett <i>et al.</i> ¹⁴	19 trochanteric fractures (2.3%) and 3 femoral shaft perforations (0.37%)	
	Jewett <i>et al.</i> ¹⁴	37 wound complications in 800 cases (4.6%)	
Infaction	Matta <i>et al.</i> ¹¹	1 deep infection, 3 wound infections	
	Masonis <i>et al.⁹</i>	3 wound complications requiring irrigation and debridement and wound closure	
	Berend <i>et al.</i> ⁸	2 wound complications requiring irrigation and debridement and wound closure	
Neuropraxia	Matta <i>et al.</i> ¹¹	1 transient lateral femoral nerve palsy	

σθιας ανάσυρσης του κεντρικού μηριαίου έχουν ενοχοποιηθεί ότι οδηγούν σε κατάγματα μηριαίου στο άνω τριτημόριο ή στη διάφυση.⁵ Η απαιτούμενη διατομή των μυών στο κεντρικό άκρο του μηριαίου αναιρεί το βασικό πλεονέκτημα της παράκαμψης του μυϊκού ιστού που η προσπέλαση υπόσχεται. Η χρήση του ορθοπεδικού τραπεζιού έλξης έλυσε τα περισσότερα από αυτά τα προβλήματα, καθώς βοήθησε στην τοποθέτηση του μηριαίου με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπεται η επαρκής προσπέλασή του και, κατ' επέκταση, η ακριβής τοποθέτηση της μηριαίας πρόθεσης.

Τα μέχρι στιγμής δεδομένα παρέχουν μια εικόνα αυτής της επέμβασης, θεωρώντας την ως την πλέον αποτελεσματική για έμπειρους χειρουργούς, με πιθανά οφέλη τη μετεγχειρητική αποκατάσταση και τη μείωση της συχνότητας εμφάνισης εξαρθρήματος. Ανασκοπούμε την τεχνική, όπως εφαρμόσθηκε στην κλινική μας, καθώς και τα αποτελέσματα της πρόσφατης βιβλιογραφίας που αναφέρεται στην πρόσθια προσπέλαση και τη χρήση ειδικού χειρουργικού τραπεζιού για THA.

Η καμπύλη εκμάθησης γι' αυτήν την τεχνική περιλαμβάνει κυρίως την απόκτηση εμπειρίας εκ μέρους του χειρουργού. Βασικά σημεία είναι η εξοικείωση με την ανατομία του κεντρικού άκρου του μηριαίου, ώστε να αναγνωρίζεται εύκολα n θέση της τομής του αυχένα, η εκμάθηση της επαρκούς κινητοποίησης του θυλάκου από το κεντρικό άκρο του μηριαίου, καθώς και η απόκτηση γνώσης για την επαρκή μετατόπιση προς τα έξω του κεντρικού μηριαίου κατά την προετοιμασία της μηριαίας πρόθεσης, ώστε να αποφευχθεί ραιβοποίηση και κάταγμα στο calcar.

Περιγράφουμε την πρόσθια ελάχιστα επεμβατική χειρουργική τεχνική (AMIS) με τη μεμονωμένη πρόσθια τομή και εκτιμούμε τα ακτινογραφικά δεδομένα για την αξιολόγηση της θέσης των προθέσεων και του μήκους των σκελών. Παρουσιάζουμε τα πρώιμα αποτελέσματα, τη συχνότητα εξαρθρήματος και τα χειρουργικά δεδομένα, με σκοπό να προσδιορίσουμε τα ποσοστά άμεσων επιπλοκών με αυτή την τεχνική.

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Στην κλινική μas, η άμεση πρόσθια προσπέλαση του ισχίου ετέθη για πρώτη φορά σε εφαρμογή τον Αύγουστο του 2011. Η βάση δεδομένων από το αρχείο του πρώτου συγγραφέα χρησιμοποιήθηκε για να ταυτοποιήσει μια σειρά μη επιλεγμένων ασθενών με προηγούμενη THA που είχε πραγματοποιηθεί με απλή πρόσθια τομή στο διάστημα μεταξύ Αυγούστου 2011 και Μαΐου 2013. Ασθενείς με





Εικόνα 1. Τοποθέτηση ασθενούς (βραχίονας έλξης, πρόσθια θέση επιγονατίδας, κάμψη ισχίου 10°, ουδέτερη θέση σκέλους αναφορικά με προσαγωγή-απαγωγή).

προηγούμενες επεμβάσεις στο ισχίο αποκλείστηκαν από τη μελέτη, όπως και ασθενείς με αρθροπλαστική εξαιτίας κατάγματος στο μηριαίο ή στην κοτύλη.

Χειρουργική τεχνική

Οι ασθενείς τοποθετούνται σε ύπτια θέση σε κατάλληλο ορθοπαιδικό τραπέζι έλξης. Το ορθοπαιδικό τραπέζι διαθέτει ένα μικρό στύλο στην περιοχή του περινέου για τη σταθεροποίηση του ασθενή και ως ισχυρό αντέρεισμα για την ήπια έλξη τού προς εγχείρηση σκέλους. Για την πρόληψη συμπίεσης νεύρων στην περιγεννητική περιοχή κατά την έλξη του σκέλους στην ύπτια θέση, ο στύλος ενισχύεται με μαλακό υλικό. Καλυμμένες με μαλακό υλικό ειδικές μπότες τοποθετούνται επίσης στα πόδια του ασθενούς, στερεωμένες σφιχτά στους βραχίονες έλξης του τραπεζιού (Εικόνα 1).

Το σκέλος δεν είναι ελεύθερο, αλλά συνδεδεμένο με μία κινητή δοκό που μπορεί να ασκεί έλξη, περιστροφή και γωνίωση στο κάτω άκρο προς όλες τις κατευθύνσεις. Το άλλο σκέλος τοποθετείται σε ουδέτερη θέση αναφορικά με στροφή, έκταση, απαγωγή και προσαγωγή, για τη διευκόλυνση του ακτινολογικού ελέγχου στο υπό εγχείρηση σκέλος. Το σκέλος αυτό φέρεται σε ελαφρά έσω στροφή για την αναγνώριση της φυσικής προπέτειας από τη γαστέρα του τείνοντα την πλατεία περιτονία μυός.

Η προεγχειρητική εκτίμηση των ακτινογραφιών εξασφαλίζει έναν αρχικό σχεδιασμό για το μέγεθος της κοτύλης, το σημείο οστεοτομίας του μηριαίου αυχένα, το μέγεθος του μηριαίου stem και το μήκος κεφαλής-αυχένα.

Η τομή αρχίζει περί τα 2εκ. οπίσω και 1εκ. περιφερικά από την πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα και συνεχίζει επί τα εκτός, σε μια νοητή γραμμή που συνδέει την πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα με το φύμα του Gerdy. Η επιμήκης αυτή τομή επεκτείνεται περιφερικά με ελαφρώς οπίσθια κατεύθυνση, απολήγουσα περιφερικότερα από την κατακόρυφο που διασχίζει την κορυφή του μείζονα τροχαντήρα (Ει-

Εικόνα 2. Τα οδηγά σημεία της χειρουργικής τομής και η τομή επί τον τείνοντα την πλατεία περιτονία μυ, παράλληλα με την τομή του δέρματος.

κόνα 2) σε μήκος 8 έως 10εκ. Η τομή επικεντρώνεται στον τείνοντα την πλατεία περιτονία μυ και κατευθύνεται προς τον έξω μηριαίο κόνδυλο. Η τομή αυτή φέρεται περισσότερο προς τα έξω από όσο η κλασική τομή που περιγράφει ο Smith-Peterson.

Ο πλατεία περιτονία διανοίγεται στην ίδια ευθεία με την τομή του δέρματος. Ακολουθεί αμβλεία διίνιση επί τα εντός του τείνοντος την πλατεία περιτονία μυός και είσοδος ανάμεσα σε αυτόν και τον ραπτικό. Το έσω χείλος του μυός κατασπάται επί τα εκτός με προσοχή να διαφυλαχθεί η απονεύρωση του ραπτικού και το μηροδερματικό νεύρο. Η συνέχιση της αμβηείας διίνισης κατά μήκος του έσω χείhous του τείνοντα την πλατεία περιτονία μυόs, προs τα oπίσω και κεντρικά, επιτρέπει την ψηλάφηση του αρθρικού θυλάκου. Ένα αμβλύ άγκιστρο (τύπου Cobra) τοποθετείται κατά μήκος του άνω-έξω χείλους του θυλάκου. Ένα άλλο άγκιστρο (Hibbs ń Beckmann) χρησιμοποιείται επίσης για να κατασπαστεί ο ραπτικός και ο ορθός μηριαίος μυς επί τα εντός, αποκαλύπτοντας την ανεστραμμένη κεφαλή του ορθού μηριαίου που συνέχεται με το χείλος της κοτύλης. Ένας μικρός αποκολλητήρας περιοστέου τοποθετείται περιφερικά της ανεστραμμένης κεφαλής και κατευθύνεται έτσι ώστε να αποσπάσει το λαγονοψοΐτη και τον ορθό μηριαίο από τον πρόσθιο θύλακο. Ο αποκολλητήρας δημιουργεί χώρο για τη τοποθέτηση δεύτερου αγκίστρου τύπου Cobra στην εσωτερική πλευρά του θυλάκου (Εικόνα 3).

Οι κλάδοι της έξω περισπωμένης αρτηρίας ελέγχονται καθώς διασχίζουν το περιφερικό τμήμα της τομής. Αυτοί οι κλάδοι απολινώνονται. Μια πρόσθετη περιφερική σχάση της περιτονίας που καλύπτει τον πρόσθιο θύλακο, μαζί με εξαίρεση του λιπώδους ιστού που συνυπάρχει στην ίδια περιοχή, παρέχουν εναργέστερη θέα του θυλάκου και της έκφυσης του έξω πλατέος μυός.

Ακολουθεί διάνοιξη του θυλάκου με τομή παράλληλη προς τον λαγονοψοΐτη μυ, με κατεύθυνση από την περι-

Ε.Ε.Χ.Ο.Τ., Τόμος 67, Τεύχος 2, 2015



Εικόνα 3. Reaming της κοτύλης και εισαγωγή της κοτυλιαίας πρόθεσης υπό ακτινοσκοπικό έλεγχο.

φέρεια προς το κέντρο. Στο άνω της άκρο, η τομή εφάπτεται του πρόσθιου χείλους της κοτύλης, πλην όμως πρέπει να το ακολουθεί ελαφρώς καθώς προχωρά επί τα εκτός. Περιφερικά, η τομή διατρέχει το κάτω-έσω όριο του θυλάκου και στη συνέχεια ακολουθεί τη μεσοτροχαντήρια γραμμή κατά μήκος των ινών του έξω πλατέος μυός. Τοιουτοτρόπως, κατασπάται τριγωνικός κρημνός πάνω από τις ίνες του μικρού γλουτιαίου μυός, παράλληλα με τον τείνοντα την πλατεία περιτονία.

Μετά τη θυλακοτομή, πραγματοποιείται οστεοτομία του μηριαίου αυχένα με την κεφαλή in situ, χρησιμοποιώνταs παλινδρομικό πριόνι, προκειμένου να αποφευχθεί κάταγμα στη διάρκεια της εξάρθρωσης του μηριαίου. Πριν τη διενέργεια της οστεοτομίας, απαιτούνται πρόσθετη έλξη κατά 1 εκατοστό με τη βοήθεια μανιβέλας του ορθοπαιδικού τραπεζιού που στρέφεται δεξιόστροφα δυο φορές, καθώς και μια ελαφρά στροφή του σκέλους επί τα εκτός. Για την εξαίρεση της μηριαίας κεφαλής χρησιμοποιείται ειδικό τιρμπουσόν.

Στον επόμενο χειρουργικό χρόνο, η έλξη αναιρείται στρέφοντας τη μανιβέλα δυο φορές αριστερόστροφα. Το κάτω άκρο έχει ήδη περιστραφεί 45° επί τα εκτός για την εξάρθρωση της μηριαίας κεφαλής. Αυτή η θέση χαλαρώνει το λαγονοψοΐτη μυ και επιτρέπει την επαρκή τοποθέτηση ενός αγκίστρου τύπου AMIS® Charnley. Η κοτύθη εθέγχεται και προετοιμάζεται για τον επόμενο χειρουργικό χρόνο. Εξωτερική στροφή του μηριαίου κατά 45° εξασφαλίζει την επιθεώρηση της κοτύλης. Ένα κυρτό άγκιστρο τύπου Hohmann τοποθετείται πάνω από το πρόσθιο χείλος της κοτύλης για να απομακρύνει τον πρόσθιο μυ με προσοχή και να αποφευχθεί διάτρηση των μαλακών ιστών της περιοχής. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η διεύρυνση του μυελού (reaming). Η κοτυλιαία πρόθεση τοποθετείται σε όλους τους ασθενείς υπό ακτινοσκοπικό έλεγχο και το μήκος των σκελών εκτιμάται διεγχειρητικά με ακτινογραφία που πραγματοποιείται αμέσως μετά την ανάταξη του ισχίου (Εικόνα 3). Η κοτυλιαία πρόθεση εφαρμόζεται με τη χρήση χειροκίνητου κυρτού εισολκέα, ο οποίος μειώνει την πίεση στο περιφερικό άκρο της τομής. Μετά την εφαρμογή της κοτυλιαίas πρόθεσης, απομακρύνονται τα οστεόφυτα της κοτύλης.

Για την προσπέλαση του κεντρικού μηριαίου, την προ-

παρασκευή του και την τοποθέτηση της πρόθεσης, προαπαιτείται έξω στροφή και έκταση αυτού. Το μηριαίο στρέφεται προς τα έξω με προοπτική να διαταθούν οι προσφύσεις των μαλακών ιστών. Η έλξη του σκέλους χαλαρώνει. Η έξω στροφή διευκολύνεται συχνά με την ελαφρά κάμψη και στροφή του γόνατος μετά τη χαλάρωση της έλξης. Στη συνέχεια, το ισχίο φέρεται σε έκταση και προσαγωγή για την ευκολότερη προσέγγιση του διατμηθέντος αυχένα. Το ορθοπαιδικό τραπέζι έρχεται σε ανάρροπη θέση Trendelenburg (εφόσον τούτο δεν έχει ήδη γίνει από πριν), προκειμένου να αυξηθεί η έκταση. Κυρτό άγκιστρο τοποθετείται στο έσω χείλος του calcar και ένα άλλο παρόμοιο στην έξω επιφάνεια του μείζονα τροχαντήρα (Εικόνα 4). Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην εξασφάλιση επαρκούς έξω στροφής του κεντρικού μηριαίου, ώστε να αποφευχθεί η ραιβή τοποθέτηση του στελέχους. Μόλις διασφαλισθεί επαρκής αυλός με τη χρήση διαστολέων και προετοιμαστεί το κεντρικό τμήμα του μηριαίου, τα άγκιστρα απομακρύνονται και το οστό επανατοποθετείται σε πλήρη έκταση.

Με έλξη του τραπεζιού και ελαφρά έσω στροφή του σκέhous, το ισχίο ανατάσσεται. Στη συνέχεια, όλη η έλξη χαλαρώνει. Προσεκτική ακτινοσκόπηση, στο σημείο αυτό, θα εγγυηθεί την επάρκεια του αυλού πριν δεχθεί την πρόθεση, καθώs και τη θέση στο σύνολό της. Μετά τον έλεγχο, το ισχίο εξαρθρώνεται με έλξη και έξω στροφή. Το σκέλος επαναφέρεται σε πλήρη έξω στροφή. Το ισχίο ανατοποθετείται σε υπερέκταση και προσαγωγή. Η πρόθεση εφαρμόζεται στην τελική της θέση. Τα άγκιστρα απομακρύνονται, το σκέλος επανατοποθετείται στην προηγούμενη θέση και το ισχίο ανατάσσεται. Η τελική ακτινοσκοπική εικόνα απαιτείται για την εκτίμηση της ακριβούς τοποθέτησης των προθέσεων. Επιβεβαιώνεται εξ άλλου η σταθερότητα του ισχίου.

Το τραύμα ελέγχεται για το ενδεχόμενο αιμορραγίας και τα ράμματα στο πρόσθιο και έξω χείλος του θυλάκου συρράπτονται μαζί. Αν κριθεί σκόπιμο, n συρραφή του θυλάκου ολοκληρώνεται με επιπλέον ράμματα. Η πλατειά περιτονία συγκλείεται με συνεχόμενα ράμματα ενώ ακολουθεί συρραφή υποδορίου και δέρματος (Εικόνα 5).

Οι ασθενείs επιτρέπεται να φορτίσουν το σκέλος σε ανεκτά επίπεδα, ελάχιστες ώρες μετά την επέμβαση και εφόσον



Εικόνα 4. Προετοιμασία μηριαίου. Ο χειρουργός στέκεται δίπλα στο μηρό του ασθενούς και επιτείνει την προσαγωγή αυτού, με τον δικό του μηρό να πιέζει το σκέλος.

δεν υφίστανται περιορισμοί που να το απαγορεύουν. Η βάδιση με τη βοήθεια βακτηριών, μπαστουνιού ή περιπατητήρα, εξαρτάται από την ικανότητα του ίδιου του ασθενούς, ενώ οι φυσικοθεραπευτές βοηθούν για την εξοικείωση με τη βάδιση και τη χρήση σκάλας στη διάρκεια της νοσηλείας.

Ακτινογραφίες λεκάνης-ισχίων, σε προβολές προσθιοπίσθια και πλάγια, λαμβάνονται την πρώτη μετεγχειρητική ημέρα, στις 6 εβδομάδες και μετά από ένα έτος. Στη συνέχεια, λαμβάνονται κάθε 2 έτη. Η προσθοπίσθια ακτινογραφία της δεκάνης στις 6 εβδομάδες χρησιμεύει για την εκτίμηση της θέσης της κοτυλιαίας πρόθεσης και του μήκους των σκελών. Η μέτρηση του μήκους των σκελών πραγματοποιείται με τη μέτρηση της κατακορύφου που συνδέει τη σταγόνα δακρύου με ένα συγκεκριμένο σημείο-ορόσημο που αντιστοιχεί στον ελάσσονα τροχαντήρα άμφω. Η διαφορά ανάμεσα στις δυο κατακόρυφες αντιστοιχεί με τη διαφορά μήκους των σκελών.⁶ Η απόκλιση του κυπελλίου εκτιμάται με τη μέτρηση της γωνίας που σχηματίζεται από τη σταγόνα δακρύου και τη μέγιστη διάμετρο της έλλειψης που αντιπροσωπεύει το χείλος της κοτυλιαίας πρόθεσης.

Κατά τη διάρκεια της επέμβασης αναγράφονται η διάρκεια χειρουργείου, η απώλεια σε αίμα και το μήκος της τομής, ενώ οι πληροφορίες αυτές μπορούν να ανακτηθούν αργότερα από τη βάση δεδομένων. Η διάρκεια νοσηλείας λαμβάνεται από την κάρτα νοσηλείας του ασθενούς. Εξαρθρήματα που απαιτούν ιατρική παρέμβαση αναγράφονται στη βάση δεδομένων, όπως επίσης οι τυχόν μετεγχειρητικές επιπλοκές.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τον Αύγουστο 2011 έως τον Μάιο 2013, 165 ασθεvείς αντιμετωπίστηκαν με την τεχνική AMIS. Ενδείξεις για ολική αρθροπλαστική ισχίου ήταν η ιδιοπαθής οστεοαρθρίτιδα σε 111 περιπτώσεις, η οστεονέκρωση σε 34, η μετατραυματική αρθρίτιδα σε 10 ή η ρευματοειδής αρθρίτιδα σε 10. Ο μέσος όρος ηλικίας των ασθενών ήταν 68 έτη (εύρος 48-77 έτη). Για τις πρώτες 100 περιπτώσεις ασθενών, ως κριτήρια αποκλεισμού θεωρήθηκαν οι προηγούμενες επεμβάσεις ισχίου, ο δείκτης μάζας σώματος >35 και οι συγγενείς ανωμαλίες του ισχίου. Για τις περιπτώσεις 101 - 165, το μόνο κριτήριο αποκλεισμού ήταν το υψηλό εξάρθρημα του ισχίου.

Για τις 50 πρώτες περιπτώσεις, η μέση διάρκεια χειρουργείου ήταν 118 λεπτά (εύρος 78-142 λεπτά) και η μέση απώθεια αίματος 550mL. Ο μέσος χρόνος παραμονής στο voσοκομείο ήταν 4,2 μέρες. Ακτινοσκοπικό μηχάνημα χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του reaming, τόσο στην κοτύη όσο και στο μηριαίο, ενώ ο μέσος χρόνος ακτινοσκόπησης ήταν 35 δευτερόβεπτα. Αναφέρθηκαν 6 χειρουργικές επιπλοκές που περιελάμβαναν 1 περιπροσθετικό κάταγμα το οποίο αντιμετωπίστηκε με σύρμα, 1 πρώιμο εξάρθρημα εξαιτίας της υπερβολικής πρόσθιας απόκλισης της κοτυλιαίas πρόθεσης το οποίο αντιμετωπίστηκε με κλειστή ανάταξη, 2 περιπτώσεις διάτρησης του πυθμένα της κοτύλης στις οποίες τοποθετήθηκαν αυτομοσχεύματα και στηρικτικός δακτύλιοs Muller, ενώ 2 περιπτώσεις νευροαπραξίας του έξω μηροδερματικού νεύρου αποκαταστάθηκαν αυτόματα σε 2 και 3 μήνες αντίστοιχα. Υπήρξαν 2 περιπτώσεις μετεγχειρητικής ανισοσκελίας της τάξης των 0,4εκ. και 0,6εκ. αντίστοιχα.



Εικόνα 5. Σύγκλειση τραύματος. Η απονεύρωση της πλατειάς περιτονίας συρράπτεται με συνεχόμενο ράμμα, προσέχοντας να μην εγκλωβιστεί το μηροδερματικό νεύρο.

Για τις περιπτώσεις 51-100, η μέση διάρκεια χειρουργείου ήταν 91 λεπτά (εύρος 68-130 λεπτά) και η μέση εκτιμώμενη απώλεια αίματος 461mL. Η μέση διάρκεια νοσηλείας ήταν 3,8 ημέρες. Ακτινοσκοπικό μηχάνημα χρησιμοποιήθηκε μόνο κατά τη διάρκεια του reaming στην κοτύλη και ο μέσος χρόνος ακτινοσκόπησης ήταν 20 δευτερόλεπτα. Υπήρξαν 3 χειρουργικές επιπλοκές που περιελάμβαναν 1 νευροαπραξία του έξω μηροδερματικού νεύρου η οποία αποκαταστάθηκε αυτόματα εντός 2 μηνών, 1 επιπολής δερματική νέκρωση που αντιμετωπίστηκε συντηρητικά και 1 μερική απόσπαση του μείζονα τροχαντήρα που αντιμετωπίστηκε ομοίως συντηρητικά. Παρατηρήθηκε 1 περίπτωση ανισοσκελίας της τάξης των 0,5εκ.

Για τις περιπτώσεις 101-165, η μέση διάρκεια χειρουργείου ήταν 77 λεπτά (εύρος 65-99 λεπτά) και η μέση απώλεια αίματος 354mL. Ο μέσος χρόνος νοσηλείας ήταν 3,6 ημέρες. Ακτινοσκοπικό μηχάνημα χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του reaming στην κοτύλη μόνο, ενώ ο μέσος χρόνος ακτινοσκόπησης ήταν 14 δευτερόλεπτα. Δεν υπήρξαν επιπλοκές.

Η μέση γωνία απαγωγής ήταν 42° (εύρος 34-54°). Η μέση πρόσθια απόκλιση (anteversion) ήταν 19,4° με εύρος από 0° έως 30°. Αν και μερικοί ασθενείς ανέφεραν αιμωδίες γύρω από την τομή αμέσως μετά την επέμβαση, ουδείς επέστρεψε με ενοχλήσεις ή συμπτώματα που να σχετίζονται με δυσλειτουργία του έξω μηροδερματικού νεύρου.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σε αυτή τη μελέτη, αναφέραμε τα προκαταρκτικά αποτελέσματα από την εφαρμογή της τεχνικής AMIS, σε περιπτώσεις ολικής αρθροπλαστικής ισχίου. Η πρόσθια THA έχει χαρακτηριστεί ως ελάχιστα επεμβατική επέμβαση που ταυτόχρονα διαφυλάσσει τους μύες. Οι δημοσιεύσεις επικεντρώνονται κυρίως στα υψηλά ποσοστά διεγχειρητικών και μετεγχειρητικών επιπλοκών, στον αυξημένο κίνδυνο μετάγγισης αίματος και στα αμφισβητήσιμα κλινικά της οφέλη.⁷

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα αυτής της τεχνικής είναι: μειωμένος χρόνος νοσηλείας, συντομότερη αποκατάσταση, μειωμένος κίνδυνος εξαρθρήματος, άμεση μετεγχειρητική διατήρηση του μυϊκού τόνου, μειωμένος μετεγχειρητικός πόνος, μικρότερη απώλεια αίματος, γρηγορότερη επιστροφή στις καθημερινές δραστηριότητες και ελάττωση δύσμορφων ουλών.

Το μειονέκτημα αυτήs της προσπέλασης είναι το γεγονός ότι απαιτείται ειδικό ορθοπαιδικό τραπέζι για έλξη. Πιθανές επιπλοκές περιλαμβάνουν τα διεγχειρητικά κατάγματα μηριαίου και ποδοκνημικής, τα οποία μπορούν να αποφευχθούν με τους προσεκτικούς χειρισμούς του άκρου. Σε περίπτωση κατάγματος στο μηριαίο, η τομή μπορεί να επεκταθεί περιφερικά προς τα κάτω και κατά μήκος της προσθίας-έξω επιφανείας του μηρού, με είσοδο ανάμεσα σε ορθό μηριαίο και έξω πλατύ μυ. Αυτή η επέκταση προσφέρει εξαιρετική οπτική στη διάφυση του μηριαίου για την εφαρμογή περίδεσης με σύρμα ή άλλη επέμβαση. Σε παχύσαρκους ή μυώδεις ασθενής, όπου η προσπέλαση του μηριαίου καθίσταται δυσχερής, η αύξηση του μήκους της τομής παρέχει στον χειρουργό την απαιτούμενη οπτική που χρειάζεται.

Πολυάριθμοι συγγραφείς έχουν κατά καιρούς αναφερθεί σε διάφορα αποτελέσματα από την εφαρμογή της τεχνικής, θεωρώντας την ως ανεκτίμητη προσπέλαση για THA και προσδοκώντας βελτίωση της μετεγχειρητικής έκβασης. Ο σχετικός κατάλογος με τις δημοσιευμένες μελέτες εμπεριέχεται στον παρακείμενο Πίνακα, με τις διάφορες μεταβλητές που επηρεάζουν την έκβαση, όπως περιγράφονται σε κάθε μελέτη.⁸⁻¹⁵

Η οπίσθια προσπέλαση παραμένει δημοφιλής για την ολική αρθροπλαστική. Τα πλεονεκτήματα αυτής περιλαμβάνουν την εξοικείωση του χειρουργού, την επαρκή αποκάλυψη του μηριαίου και τη διαφύλαξη των μέσου και μικρού γλουτιαίων μυών. Ωστόσο, η υψηλή συχνότητα οπισθίων εξαρθρημάτων έχει καταγραφεί από πολλούς συγγραφείς. Η υψηλή αυτή συχνότητα έχει αποδοθεί στη διάνοιξη του οπίσθιου θυλάκου και στη λανθασμένη τοποθέτηση της κοτυλιαίας πρόθεσης.^{3,16-18}

Οι εξωτερικές προσπελάσεις περιλαμβάνουν την απαραίτητη απόσπαση τουλάχιστον ενός τμήματος των μέσου και μικρού γλουτιαίων μυών από τον μείζονα τροχαντήρα. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνεται στο ελάχιστο το ενδεχόμενο εξαρθρήματος που κυμαίνεται από 0% έως 2%, ενώ στη βιβλιογραφία κυμαίνεται γύρω από το 0,55%.^{3,19,20} Ω- στόσο, η συχνότητα μετεγχειρητικής χωλότητας αναφέρεται σε ποσοστά 4% έως 20,4% των ασθενών και αποδίδεται στη διατομή του τένοντα των απαγωγών ή στον τραυματισμό του άνω γλουτιαίου νεύρου.^{17,19-21}

Οι Matta και συνεργάτες¹¹ επισημαίνουν ότι το κύριο πλεονέκτημα της πρόσθιας προσπέλασης είναι το γεγονός πως πραγματοποιείται χωρίς αποσπάσεις μυών από τη λεκάνη ή το μηριαίο. Υποστηρίζουν επίσης ότι τα οπίσθια ανατομικά στοιχεία, τα οποία απελευθερώνονται στις οπίσθιες προσπελάσεις και είναι υπεύθυνα για αστάθεια, παραμένουν ακέραια, παρέχοντας θεωρητικά άμεση σταθερότητα στο ισχίο και προθαμβάνοντας την ανάγκη χειρισμών για την αποφυγή εξαρθρήματος. Επιπλέον, υπογραμμίζουν το ρόλο του μεγάλου γλουτιαίου και του τείνοντα την πλατεία περιτονία, ως απαγωγούς και σταθεροποιητές της λεκάνης. Οι δύο αυτοί μύες καταλήγουν στην πλατεία περιτονία/λαγονοκνημιαία ταινία, η οποία τους συνδέει, σχηματίζοντας ένα ισχυρό "δέλτα" γύρω από την περιοχή του ισχίου. Η προστασία του "δελτοειδούς" του ισχίου και των απαγωγών μπορεί να συνεισφέρει στην αποφυγή επιπλοκών που συνδέονται με τη διατομή αυτών των ανατομικών στοιχείων. Από την άλλη μεριά, η τεχνική AMIS επιτρέπει τη σωστή τοποθέτηση της κοτυλιαίας πρόθεσης και την αποκατάσταση του μήκους των σκελών.

Όπως έχουν υποδείξει οι Matta και συνεργάτες¹¹, n τεχνική αυτή έχει πολυάριθμα πλεονεκτήματα, συγκριτικά με άλλες ελάχιστα επεμβατικές τεχνικές για THA. Αντίθετα με ό,τι συμβαίνει σε τεχνικές μικρής τομής, n AMIS μπορεί να πραγματοποιηθεί σε κάθε ασθενή, χωρίς διάκριση αναφορικά με τις σωματικές συνήθειες.^{22,23} Η πρόσθια προσπέλαση πλεονεκτεί εξάλλου σε ασθενείς με αμφοτερόπλευρη νόσο.²⁴ Η τοποθέτηση του ασθενούς σε ύπτια θέση επιτρέπει βραχύ χρόνο αναισθησίας, εξουδετερώνοντας την ανάγκη ανατοποθέτησής του στη διάρκεια του χειρουργείου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η τεχνική AMIS για την ολική αρθροπλαστική ισχίου έχει γίνει δημοφιλής τα τελευταία χρόνια. Η χρήση ορθοπαιδικού τραπεζιού επιτρέπει την τοποθέτηση των προθέσεων σε πραγματικό χρόνο υπό ακτινοσκοπικό έλεγχο. Το τραπέζι διευκολύνει την επέμβαση γιατί βοηθά στην ανατοποθέτηση του ασθενούς. Όπως ισχύει με τις άλλες τεχνικές, έτσι κι εδώ η επιδεξιότητα και η εμπειρία του χειρουργού είναι οι κύριες και βασικές προϋποθέσεις που εγγυώνται μια επιτυχή έκβαση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ethgen O, Bruyère O, Richy F, Dardennes C, Reginster JY. Health-related quality of life in total hip and total knee arthroplasty. A qualitative and systematic review of the literature. J Bone Joint Surg Am. 2004;86-A(5):963–74.
- Jolles BM, Bogoch ER. Posterior versus lateral surgical approach for total hip arthroplasty in adults with osteoarthritis. Cochrane Database Syst Rev. 2006;3:CD003828.
- Masonis JL, Bourne RB. Surgical approach, abductor function, and total hip arthroplasty dislocation. Clin Orthop Relat Res. 2002;405:46–53.
- 4. Judet J, Judet R. The use of an artificial femoral head for arthro-

plasty of the hip joint. J Bone Joint Surg Br. 1950;32:166–73.

- Barton C, Kim PR. Complications of the direct anterior approach for total hip arthroplasty. Orthop Clin North Am. 2009;40(3):371–5.
- Woolson ST, Hartford J, Sawyer A: Results of a method of leglength equalization for patients undergoing primary total hip replacement. J Arthroplasty 14:159–164, 1999.
- Berend KR, Kavolus JJ, Morris MJ, Lombardi AV Jr. Primary and revision anterior supine total hip arthroplasty: an analysis of complications and reoperations. Instr Course Lect. 2013;62:251-63.
- Berend KR, Lombardi AV Jr, Seng BE, Adams JB. Enhanced early outcomes with the anterior supine intermuscular approach in primary total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 2009 Nov;91 Suppl 6:107-20.
- Masonis J, Thompson C, Odum S. Safe and accurate: learning the direct anterior total hip arthroplasty. Orthopedics. 2008 Dec;31(12 Suppl 2).
- Woolson ST, Pouliot MA, Huddleston JI. Primary total hip arthroplasty using an anterior approach and a fracture table: short-term results from a community hospital. J Arthroplasty. 2009 Oct;24(7):999-1005.
- 11. Matta JM, Shahrdar C, Ferguson T. Single-incision anterior approach for total hip arthroplasty on an orthopaedic table. Clin Orthop Relat Res. 2005 Dec;441:115-24.
- Sariali E, Leonard P, Mamoudy P. Dislocation after total hip arthroplasty using Hueter anterior approach. J Arthroplasty, 2008. 23(2): p. 266–72.
- Siguier, T., M. Siguier, and B. Brumpt, Mini-incision anterior approach does not increase dislocation rate: a study of 1037 total hip replacements. Clin Orthop Relat Res, 2004(426): p. 164–73.
- Jewett, B.A. and D.K. Collis, High complication rate with anterior total hip arthroplasties on a fracture table. Clin Orthop Relat Res, 2011. 469(2): p. 503–7.
- Sprague S, Matta JM, Bhandari M; Anterior Total Hip Arthroplasty Collaborative (ATHAC) Investigators, Dodgin D, Clark CR, Kregor P, Bradley G, Little L. Multicenter collaboration in observational research: improving generalizability and efficiency. J Bone Joint Surg Am. 2009 May;91 Suppl 3:80-6
- DeWal H, Su E, DiCesare PE: Instability following total hip arthroplasty. Am J Orthop 32:377–382, 2003.
- Vicar AJ, Coleman CR: A comparison of the anterolateral, transtrochanteric, and posterior surgical approaches in primary total hip arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 188:152–159, 1984.
- Yuan L, Shih C: Dislocation after total hip arthroplasty. Arch Orthop Trauma Surg 119:263–266, 1999.
- Frndak PA, Mallory TH, Lombardi Jr AV: Translateral surgical approach to the hip: The abductor muscle "split". Clin Orthop Relat Res 295:135–141, 1993.
- Moskal JT, Mann III JW: A modified direct lateral approach for primary and revision total hip arthroplasty: A prospective analysis of 453 cases. J Arthroplasty 11:255–266, 1996.
- Baker AS, Bitounis VC: Abductor function after total hip replacement: An electromyographic and clinical review. J Bone Joint Surg Br 71:47–50,1985
- 22. Berger RA: Total hip arthroplasty using the minimally invasive two-incision approach. Clin Orthop Relat Res 417:232–241, 2003.
- 23. Woolson ST, Mow CS, Syquia JF, Lannin JV, Schurman DJ: Comparison of primary total hip replacements performed with a standard incision or a mini-incision. J Bone Joint Surg Am. 2004;86:1353–1358.
- 24. Matta JM: Bilateral THA. Orthopedics 25:1224, 2002.

ENGLISH ISSUES

77

Motion Graph Deviation Index (MGDI): An index that enhances objectivity in clinical motion graph analysis

DARRAS N.¹, TZIOMAKI M.¹, PASPARAKIS D.²

¹ELEPAP Gait & Motion Analysis Center, Athens ²2nd Orthopaedic Department "Aglaia Kyriakou: Children' s Hospital", Athens

ABSTRACT

3D Clinical Motion Analysis collected data are presented with graphs. These graphs contain the collected data from the patient together with the normal subjects' data. The normal subjects' data are used for the evaluation of the deviations that the patient's data exhibits from the respective normal values. A large number of graphs are used for the evaluation of the body segments and the joints that participate in the motion for the three planes (sagittal, frontal & transverse). The need to summarize the overall condition of the patient has driven various efforts to quantify the deviation from normal values by calculating deviation indices. The Gait & Motion Analysis Center of ELEPAP has developed and applied, for several years, a specially constructed index for the quantification of the deviation that is recorded in motion graphs which was named Motion Graph Deviation Index (MGDI). The index transforms the deviation of motion graphs from degrees to units of Normal Standard Deviations (NSD). The theoretical background that the construction of the index is based and the calculation steps needed, are presented in detail. Also the documentation of the validity assessment of the index for Gait Analysis and Upper Limb analysis are presented. Finally the advantages of the MGDI in comparison to other indices that are used in the literature together with the limitations that must be taken into account when the indices are used are also presented.

Correspondence to: Dimitrios Pasparakis Karaiskaki 16, 16673 Voula

INTRODUCTION

3D Clinical Motion Analysis is based on the quantification and evaluation of deviations from normal values. The collected motion data are presented in graphs that contain the subject's motion values together with their respective normal graphs. Normal Graph values are defined from the range of values located plus or minus one Standard Deviation around the normal subjects' mean of the parameter analyzed. Thus, a motion is considered Normal if all values of the subject fall inside this normal range.

Clinical motion analysis uses a large number of graphs to describe the motion analyzed. The need to summarize the overall condition of the patient analyzed, lead to various attempts to measure the deviation from normal by calculating deviation indices.^{1,2,3,4,5}

Our lab has been developing and applying a custom index for assessing these deviations for a number of years. This index has been included as an essential gait analysis evaluation tool in our laboratory. The tool was introduced in 2007 as Gait Graph Deviation Index.⁶ Over the years it has been tested and has proved its clinical applicability.

Recently we expanded our lab's clinical applications by including the ELEPAP Upper Limb Motion Analysis Protocol.⁷ The application of these indices, that were previously developed for gait analysis, in the upper limb analysis was found to be even more useful.⁸ Thus the Gait Graph Deviation Index was renamed to Motion Graph Deviation Index (MGDI) to reflect appropriately the range of applications of the tool.

The aim of this article is to present in detail, information about the theoretical background implemented in the MGDI, to present in detail the calculation procedures and



Figure 1. Right (blue) & Left (red) curve deviation is defined as the distance of the respective motion curve from the mean curve of the normal subjects.



Figure 2. Sagittal plane knee motion gait analysis graph. Deviations within the limits of one Normal Standard Deviation from the mean normal curve are considered within normal range. Any further increase of deviation is considered increasingly pathological.

finally to present the results of the properties assessment and the limitations of the index.

METHODS

Theoretical background

Motion Graph Deviation has been defined as the observed difference (distance) between the subject's curves and the normal subjects' mean value curve. An example is illustrated in Figure 1. The Gait Analysis right side (blue) and left side (red) graph curves of the measured subject are compared with normal subject group mean curve (green).

Clinical Gait Analysis is based on the comparison of these three curves at each moment of the gait cycle. In Figure 1, for example, the vertical axis shows the motion parameter (knee angle in degrees) and the horizontal axis shows time as percentage of the gait cycle. The increased deviation (distance) of the right and left curves of the subject from the normal mean curve is the main criterion for the clinical documentation of pathological motion for the parameter analyzed.

However, as shown in Figure 2, if deviation from the normal mean curve falls within the normal subjects' Standard Deviation, the patient's deviation is considered non pathological or within the normal range. Contrary, deviations larger than one NSD, are interpreted increasingly pathological.

A very important clinical consideration is the fact that at each instance of the motion analyzed, a different value of NSD exists around the normal subjects' mean curve values. This fact indicates that normal range in a motion graph fluctuates throughout the gait cycle as shown in Figure 3.



Figure 3. Normal subjects' sagittal plane hip motion gait graph. At each instance of the gait cycle, a different value of Standard Deviation exists around the normal subjects' mean curve. The instance at 18% of the gait cycle shows a Standard Deviation almost half of that shown at the 56% of the gait cycle as can be observed by comparing the two red lines shown above.

In the above normal subjects' gait graph, the two red lines around the mean normal curve are of significantly different length. The second is almost double the size of the first. Both lines are showing the normal range which is defined by one standard deviation at the specific instance of the gait cycle. It is obvious that this range can fluctuate significantly throughout the gait cycle.

The following example illustrates the importance of the above consideration.



Figure 4. a) Red bars - Example values of patients' curves instant deviation from normal subjects' mean curve in degrees for three consecutive instances of the motion. b) Green bars - Example values of normal subjects' standard deviation for each of the three consecutive instances.

In Figure 4 example, at the first instance of the gait cycle, deviation of the subject curve from the normal mean curve value is 20 degrees. At the same instance the NSD is 5 degrees.

This means that the value of the patient's curve is located in a distance equal to 4 NSDs from the Mean Normal Subjects' curve because: deviation of 20 degrees/5 degrees NSD = 4.

A deviation value of four times the NSD is clinically evaluated as severe, since it is known from statistics that within three NSDs the 99% of the normal population is contained. Thus the patient's deviation is exceeding by far the expected range of normal movement.

At the second instance of the gait cycle, deviation is again 20 degrees and at that instance the NSD is 10 degrees.

This means that the value of the patient's curve is located in a distance equal to 2 NSDs from the Mean Normal Subjects' curve because: deviation of 20 degrees/10 degrees NSD = 2 NSDs.

A deviation value of two times the NSD may be clinically evaluated as moderate.

Finally at the third instance of the gait cycle, deviation is again 20 degrees and at that instance the NSD is 15 degrees, which means that patients deviation is equal to 1.33 NSDs (20/15=1.33).

A deviation value of 1.33 times the NSD may be clinically evaluated as mild.

In the above example, it was illustrated that equal deviation values may reflect different interpretations in clinical severity, depending on the respective values of NSD. Thus the above described procedure of the ratio calculation generates the required clinical measure for more accurate evaluation. This ratio is very useful to clinicians because they are concerned more about the severity of a deviation from normal rather than an absolute deviation value.

This ratio for the clinical evaluation of the deviation

observed in the motion analysis graphs is an innovation that the MGDI is bringing in Clinical Gait Analysis and may be applied in any other Clinical Motion Analysis protocol.

MGDI is a measure that summarizes all the observed instant deviations in a motion analysis graph in a single number using as units of measurement the NSD.

The methodologies that have been developed and reported in the literature for calculating corresponding indexes do not take into account the significance of the above concept.

The normalization of deviations in NSD units is the innovation of MGDI in the clinical evaluation of motion analysis graphs. Thus, MGDi can be used in clinical gait analysis and any other motion analysis protocol as well.

Measuring MGDI in NSD units is the strongest advantage of this index in comparison to other published indexes, since the clinical personnel are very familiar with NSD properties.

For the implementation of the index, a series of calculation steps are required.

MGDI CALCULATION STEPS

The calculation steps needed to create the MGDI are explained in the following section.

The procedures for the calculation of the MGDI will be demonstrated using a Gait Analysis example which is considered as more complex, since the Gait Graph contains data from both Left and Right side of the subject. The calculation steps of MGDI are the same each side. In Gait Analysis, the calculations result in the calculation of two indices, the R MGDI for the right side curve and the L MGDI for the left side curve respectively.

Step 1: Calculation of the Instant Motion Graph Deviation IMGDy(t)

The first step demands the calculation of all the IMGDy(t) of the gait cycle for the Right and Left limb of the Gait Analysis Graph.

Instant Motion Graph Deviation in Y axis IMGDy(t) numerical values derive from the subtraction of the measured subjects' Y values from the respective mean Normal Subjects' Y values at each moment of the gait cycle (t).

Two series of values that define the Right and Left limb curves must be calculated for the Right and Left limb gait curves.

(Right) R IMGDy(t) = R y(t)- Normal y(t)

(Left) L IMGDy(t) = L y(t)- Normal y(t)

t=1 to 100% of the gait cycle

Note: Positive IMGDy+(t) and Negative IMGDy-(t) values.

The values of the IMGDIy(t) may be positive or negative. Their sign indicates the direction of the deviation which depends on whether the patient's values are higher or lower than the normal subjects' mean values. Positive values are recorded if the patient's values are higher and negative if the patient's values are lower.

If, for example, all sagittal plane knee IMGDy(t) values throughout the gait cycle are positive (+), then the subject's

knee is moving in a more flexed position than the Normal Subjects' mean at all instances. If some of the values are negative (-) then the subject's knee is moving in a less flexed or more extended position than normal at these instances of the gait cycle.

Step 2: Calculation of the Instant Motion Graph Deviation Index IMGDI(t)

The next step is to proceed in the calculation of the Instant Motion Graph Deviation Index IMGDI(t) for the Right and Left limb gait curves.

The formulas to calculate the IMGDI(t) are: (Right) Instant Motion Graph Deviation Index R IMGDI(t) = R IMGDy(t) / Normal SD(t) (Left) Instant Motion Graph Deviation Index L IMGDI(t) = L IMGDy(t) / Normal SD(t)

t=1 to 100% of the gait cycle

This calculation transforms each IMGDy(t) value of the gait graph into NSD units. This procedure normalizes the degrees of each absolute deviation value to NSDs. These values are the building blocks of the MGDI.

Note: Positive IMGDI+(t) and Negative IMGDI-(t) values.

The sign of each IMGDI (t) value can be positive or negative carrying the sign of the IMGDy(t) that was derived.

Step 3: Calculating the Weighted Instant Motion Graph Deviation Index WIMGDI(t)

Each IMGDI(t), has a partial contribution to the overall observed deviation on a gait graph.

Having normalized the instant deviation in units of NSDs, the next step is to calculate for the overall Motion Graph Deviation. The contribution of each IMGDI(t) to the total deviation observed in the gait graph curve can be calculated by applying a weight factor to each instance value.

Weight Factor calculation

The weight factor to be applied depends on the sampling frequency used to create the gait curves and can be calculated from the following formula:

Weight Factor = 1/number of graph points

For example in a graph of a gait cycle that uses 50 points for the plot (i.e. one point every 2% of the gait cycle) the calculated weight factor is 1/50=0.02. If the graph is plotted using 100 points then the weight factor is 1/100=0.01 etc.

After multiplying each IMGDI(t) with the weight factor we end up with the Weighted IMGDI(t) values (WIMGDI(t)).

Again, the series of values are calculated for the Right and Left limb gait curves.

(Right) Weighted IMGDI(t) R WIMGDI(t) = R IMGDI(t) * Weight Factor

(Left) Weighted IMGDI(t) L WIMGDI(t) = L IMGDI(t) * Weight Factor

t=1 to 100% of the gait cycle

Note: Positive WIMGDI+(t) and Negative WIMGDI-(t) values.

As explained above, the sign of the IMGDI(t) series of values can be positive or negative, the resulted WIMGDI(t) values are also carrying the sign of the IMGDI(t) thus being positive or negative

Step 4: Calculating the MGDI+ and MGDI-

Summing separately all negative (WIMGDI-(t)) and all positive (WIMGDI+(t)) values, the Gait Graph Negative Deviation Index (MGDI-) and Gait Graph Positive Deviation Index (MGDI+) are created.

(Right) R MGDI- = sum(R WIMGDI-(t)) R MGDI+ = sum(R WIMGDI+(t))

(Left) L MGDI- = sum(L WIMGDI-(t)) L MGDI+ = sum(L WIMGDI+(t))

t=1 to 100% of the gait cycle

Note: The MGDI + and MGDI - values may be reported to document the amount of the deviation that is located above and the amount of the deviation that is located bellow the normal mean curve.

Step 5: Calculating the MGDItot or MGDI

The final step is to combine the absolute values of the two sub-indices to create the Motion Graph Deviation Index total MGDItot

(Right) R MGDItot = ABS(R MGDI-) + ABS(R MGDI+)

(Left) L MGDItot = ABS(L MGDI-) + ABS(L MGDI+)

MGDItot or MGDI number represents in a single value the overall deviation observed in the gait graph curve of a patient from the Normal Mean curve, expressed in units of NSDs by taking in account all instances of deviations. This step concludes the procedure of the MGDI calculation.

The presentation of the MGDI values on the top left corner of the motion analysis graph (Figure 5) enhances the objectivity in the analysis since it allows the direct quantitative comparison and assessment of the overall observed deviation of the patient's curves.

Also the presentation of the Positive and Negative component values on the top right side of the graphs in brackets (Figure 5) documents the distribution of deviation above and bellow the Normal Subject's mean curve. This information gives more details on the characteristics of deviation summarized by that MGDI. These values discriminate deviations of equal MGDIs which can be derived from different distributions of Negative and Positive deviations.

PROPERTIES ANALYSIS

Numerical Properties Assessment of the MGDI

500 MGDIs of the hip and knee gait graphs were used for the assessment of the mathematical properties of the indices. It was concluded by the analysis of the 500 MGDIs of the hip and knee gait graphs that the indices consist R-Ideals, and therefore Rings.⁹ The numerical analysis of MGDIs proved that the numerical representation of deviation in units of dispersion consists a Ring algebraic structure, so these two indices have all the properties of a Ring set. This fact allows the use of MGDIs in statistical



Figure 5. The presentation of the MGDI in the gait analysis graphs is located at the top-left corner of the respective graph. At the top right side, the values of the Negative and Positive components of the deviation are presented.

analysis with parametric tests. Clinical Comparability Property

Normalization of every instant deviation in NSDs provides MGDI the Comparability which is a very significant property. Comparability is the ability to directly compare the indices of any motion graph. This is feasible because all indices are reported in NSD units which are familiar and easy to understand. To our knowledge, this option is not available in any other index that has been developed until now.

This property also allows to average any combination of

graphs to quantify for example the deviation observed in a plane (i.e. all the sagittal plane graphs), or a body level (i.e. the Hip graphs of the sagittal, frontal and transverse planes) or separately all the Left side graphs and the Right side graphs to assess the distribution of the involvement on both sides of the patient etc.

MGDI Face Validity Assessment

The face validity of the deviation indices (MGDI) for the evaluation of the movement pathology of the patients,

GMFCS	Param	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
I	Height	50	98	183	143.7	16.9
	Weight	50	13	82	40.0	14.3
	Age	50	5	27	10.6	3.9
II	Height	50	107	175	152.2	15.8
	Weight	50	18	72	48.2	12.4
	Age	50	7	45	17.2	8.1
II	Height	50	105	172	147.9	17.3
	Weight	50	16	88	46.7	16.6
	Age	50	6	43	16.2	7.6

Table 1. CP Patient Demographics.

was performed by assessing the correlation of the GMFCS¹⁰ score values with the mean value of all the MGDIs of all the Gait Analysis graphs of each patient. The mean value of all the graphs was named Global Gait Graph Deviation Index (Global GGDI) and is derived from the mean value of the indices of all the graphs of the three planes of motion (sagittal, frontal and transverse) and the pelvis, hip, knee and ankle levels of both sides (Left and Right).

The data of 50 patients for each GMFCS levels I, II & III (150 patients in total - Table 1) were used. A random selection from the patients that have been assessed by Gait Analysis in our laboratory was applied, from the group of patients who have given their consent to use their data for scientific research.

The results of the correlation assessment showed a statistical significant correlation (0.583, p <0.001) between the Global GGDI and the GMFCS. This correlation supports the validity of the use of MGDI for the assessment of movement pathology of the patients, since an increased Global GGDI relates to an increased GMFCS score.

OTHER APPLICATIONS

The use of MGDI in the Upper Limb Analysis has been assessed recently by comparing 8 Diplegic CP patients with 8 Typically Developing Controls.¹¹ The upper Limb analysis was conducted by analyzing four Reach to Grasp and four Functional Tasks. The analysis resulted in a very large data-set of graphs that were very complex to summarize. For this reason, the use of the MDGI was employed and a Global Upper Limb Deviation Index (GULDI) was created by averaging all the MGDIs of all the graphs and all motions measured. Again, the GULDI index showed significant correlation with four different qualitative scoring systems MACS (0.78, p <0.05), GMFCS (0.87, p <0.05), Dystonia Fahn-Marsden (0.70, p <0.05), Modified Ashworth Scale (0.71, p <0.05). These results accumulated more evidence of the validity of the MGDI index to quantify pathology, particularly for the Upper Limb analysis.

The concept of MGDI was also used for the creation of another gait graph index that measures the inherent Asymmetry contained in gait graphs.¹² This index summarizes the observed difference between the Left and Right gait analysis curves of the patient, normalized in NSDs. This index was named Motion Graph Asymmetry Index (MGAI) and may be reported together with the R MGDIs and the L MGDIs in order to have a more conclusive quantification of all the deviations observed on the Gait Analysis graphs.

In another application the MGDIs and the MGAI are combined to form a new instrument the Asymmetry vs Deviation plot which is used to simplify the pathology evaluation of the gait graphs.¹³

DISCUSSION & CONCLUSIONS

The use of MGDI enhances clinical motion analysis. The use of the index provides extra quantitative information for accurate evaluation of the pathology observed in motion analysis graphs.

MGDI shares common ground with Gait Profile Score (GPS).³ Both indices are measuring subject's deviation from the Normal Subjects' mean values. However, GPS calculates the root mean square deviation of the right and left subject's curves from the normal mean curves measured in degrees. Therefore, it does not address the fact that absolute deviation in degrees might be of different pathological severity, depending on the degrees that SD of Normal Subjects' are showing at that specific instance.

MGDI is specially designed to address this issue by dividing at each instance the observed deviation with the Normal Subjects' SD and transferring this information to the final value of the MGDI.

The Global GGDI has common ground with the Gait Deviation Index (GDI).² Both are summarizing in a single value the global deviation observed in the gait graphs of the patient analyzed.

GDI is using a complex mathematical model which derives a score of 100 to indicate a subject whose gait is at least as close to the normal average as that of a randomly selected normal individual. In other words, a GDI of 100 or higher indicates the absence of gait pathology. Every 10 points that the GDI falls below 100 corresponds one standard deviation away from the Normal mean. So, for example, GDI=75 means that the gait of subject is 2.5 SDs away from the Normal mean.

On the other hand, the Global GGDI is expressing directly the deviation in NSDs. So there is no need for conversions. A Global GGDI of 2.5 means directly a deviation of 2.5 NSDs. The fact that Global GGDI is derived by simply averaging all the previously calculated MGDIs, facilitates locating sources of deviation. This is not possible when using the GDI.

In conclusion, the use of the MGDI can enhance clinical evaluation, adding new possibilities to the clinical analysis. Due to its flexibility, it can be applied in various motion analysis projects as well.

MGDI LIMITATIONS

MGDI is a summary value of the observed deviation in a motion analysis graph. Thus, MGDI does not provide the amount of information that the source graph contains. Different curve forms may share the same value of MGDI. Thus, caution must be taken to include the source graphs in the analysis together with indices.

The Normal Subjects' mean curve values and the respective Standard Deviation values are very important factors for MGDI. These values are equally important to any of the indices in the literature that assess the differences from normal values. Careful selection of normal subjects' characteristics and adequate number of subjects must be used to establish reliable and representative normal values.

It is important to note that normal values vary among laboratories, age groups etc. Caution must be taken when comparing indices from different laboratories or when comparing different populations.

REFERENCES

- Schutte, L.M.; Narayanan, U.; Stout, J.L.; Selber, P.; Gage, J.R.; Schwartz, M.H. An index for quantifying deviations from normal gait. Gait & Posture, ISSN: 0966-6362, Volume: 11, Issue: 1, Date: February, 2000, Pages: 25-31
- Schwartz, M. H., & Rozumalski, A. (2008). The Gait Deviation Index: a new comprehensive index of gait pathology. Gait & posture, 28(3), 351–7.
- 3. Baker R, McGinley JL, Schwartz MH, Beynon S, Rozumalski A, Graham HK, Tirosh O.The gait profile score

and movement analysis profile. Gait Posture. 2009 Oct;30(3):265-9. Epub 2009 Jul 24.

- Barton GJ, Hawken MB, Scott M, Schwartz MH (2012) Movement Deviation Profile: A measure of distance from normality using a self-organizing neural network. Invited paper in Special Issue on Network Approaches in Complex Environments, Human Movement Science. 31: 284-294. http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2010.06.003
- Barton GJ, Hawken MB, Holmes G, Schwartz MH (2012) A gait index may underestimate changes of gait: a comparison of the Movement Deviation Profile and the Gait Deviation Index. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering. In Press. http://dx.doi.org/10.1080/10255842.2013.776549
- Darras N, Pasparakis D, Tziomaki M, Papavasiliou A,. Dimitriadis D, Nestoridis C, Pentarakis M. Deviation graphs and deviation indexes for clinical gait evaluation. Gait and Posture, Vol 26 Supl 1, 26S (2007)
- Vanezis A, Tziomaki M, Nestoridis C, Pentarakis M, Pasparakis D, Darras N. Reliability of ELEPAP upper limb 3D kinematics clinical protocol. Accepted for presentation in the 19th Congress of the European Society of Biomechanics (2013 Aug).
- Darras N, Vanezis A, Pasparakis D, Nestoridis C, Pons R. Global upper limb deviation index. A new method for quantifying movement pathology. Accepted for presentation in the 22nd Annual Meeting of the European Society for Movement Analysis in Adults and Children (2013 Sep).
- Maliokas M, Talelli O. 2009. Protypes over areas of principal ideals and applications. Publisher (Sofia – Wisdom), Thessaloniki, Greece.
- Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., & Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology, 39, 214-223.
- Darras, N, Vanezis, A, Pasparakis, D, Nestoridis, C, Pons, R. Global Upper Limb Deviation Index. A new method for quantifying movement pathology. Proceedings of 22nd Conference of ESMAC, Galsgow (2013) p58 O31.
- Darras N., Pasparakis D., Tziomaki M., Papavasiliou A., Dimitriadis D., Pentarakis M., Nestoridis C. Gait asymmetry graphs and indexes. Gait and Posture, ISSN: 0966-6362, Volume: 30, Issue: 2, Date: 2009-11-01
- Darras, N, Pasparakis, D, Tziomaki M, Nestoridis, C, Pentarakis M., Papandreou N. Asymmetry vs. Deviation Plot: A new Gait Analysis Data Reduction Tool. Proceedings of 20th Conference of ESMAC, Vienna (2011).

Minimally invasive transforaminal interbody fusion for the surgical treatment of low-grade spondylolisthesis: a case series

A. PLOUMIS,^{1,2} P. CHRISTODOULOU²

^{1,2}MD, PhD, Assistant Professor of PMR, Orthopaedic Spine Surgeon, University of Ioannina Medical School ²MD, PhD, Orthopaedic Spine Surgeon, 424 General Army Hospital

INTRODUCTION

Spondylolisthesis by definition means inadequate posterior tension band. With aging, the intervertebral disc between the slipped vertebra and the vertebra below loses its integrity and fails to perform the anterior column support. Surgical treatment for spondylolisthesis requires a method that reconstructs the posterior tension band and provides support in the anterior column (Suk *et al.*, 1997).

Transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) technique, as described by Harms (Harms and JG, 1998) represents a method of interbody fusion through a unilateral approach. It is combined with posterior instrumented fusion to offer 360° fusion and ipsilateral decompression. TLIF technique restores adequately the lumbar lordosis and foraminal height avoiding excessive dura or nerve root manipulation. It has been used as surgical treatment in cases of low-grade (grade I and II) spondylolisthesis, degenerative disc disease and recurrent disc herniation (Schwender *et al.*, 2005).

Posterolateral minimal invasive approaches have been used in the past for either microdiscectomy or posterolateral fusion. Schwender *et al.* (Schwender *et al.*, 2005) published their results using the minimally invasive TLIF technique in patients with various diagnosis. The purpose of this study is to present the postoperative results of patients with low-grade lumbar spondylolisthesis treated with minimally invasive TLIF technique and to compare our results with results of similar studies in the medical literature.

Study Design: Clinical study of patients treated for low-grade spondylolisthesis with minimally invasive transforaminal interbody fusion technique.

Objectives: To evaluate the results of the surgical treatment of low-grade spondylolisthesis in the lumbar spine using the minimally invasive tranforaminal interbody fu-

Correspondence to:

sion technique.

Summary of background data: Various techniques have been described for the lumbar fusion and decompression of patients with grade I and II lumbar spondylolisthesis.

Methods: During the years 2007-2010, 16 patients (age 26-72y) with spondylolisthesis were operated using the minimally invasive TLIF procedure. Indication for surgery was either radiculopathy or pseudoclaudication resistant to non-operative treatment. The patients were divided in two groups, group A (11 patients) with degenerative spondylolisthesis and group B (5 patients) with isthmic spondylolisthesis. The two groups had similar (p >0.05) characteristics (smoking, gender, Visual Analogue Score (VAS), Oswestry Disability Index (ODI), percentage of olisthesis) except age that was significantly higher (p <0.001) in the degenerative group. The estimated blood loss, operating time, hospital stay were monitored for each patient. The reduction of olisthesis, fusion rate and functional outcome evaluation were estimated in the two-year follow-up examination.

Results: The level of olisthesis was at the L3-L4, L4-L5 or L5-S1. Most of the patients had grade 1 spondylolisthesis and only 3 had grade 2. The average preoperative olisthesis was 16% (range 5-32%) and was reduced to 6% (range 1-15%) postoperatively, difference statistically significant (p <0.001). The levels of fusion were one in 13 patients and two in 3 patients. Fusion was completed within the 1 year after the surgery in all patients but one. The estimated blood loss averaged 250ml, the mean operative time was 150 minutes and the average hospital stay was 1,9 days. The Visual Anlogue Score and the Oswestry Disability Index were significantly improved (p <0.001) postoperatively. Complications included 1 case of screw malposition that required screw reposition, 1 case of asymptomatic pseudoarthrosis and 1 case with nerve root apraxia.

When the two groups were compared, there was no statistically significant (p > 0.05) difference in blood loss,

Avraam Ploumis, MD, 25 Mitropoleos Str., Thessaloniki 54624 Greece E-mail: aploumis@cc.uoi.gr

 Table 1.

 Patient's characteristics of group A (degenerative spondylolisthesis) and group B (isthmic spondylolisthesis).

Characteristics	Group A (11 pts)	Group B (6pts)	p-value
Age	59	38	<0.001
Gender	F6 M5	F3 M3	>0.05
Smoker	5	4	>0.05
% olisthesis (mean±SD)	14.28±8.6	17.9±9.5	>0.05
VAS (mean±SD)	8.2±0.9	8.3±1.0	>0.05
ODI (mean±SD)	56.9±5.0	57.6±8.0	>0.05

operating time, hospital stay, reduction of spondylolisthesis and functional outcome tests (VAS, ODI).

Conclusions: Minimally invasive TLIF procedure is an adequate technique for the treatment of low-grade spondy-lolisthesis providing resolution of symptoms and fusion completion with the advantages of minimally invasive techniques. The aetiology of spondylolisthesis (degenerative versus isthmic) did not affect the postoperative results.

Key words: TLIF; spondylolisthesis; minimally invasive

MATERIALS-METHODS

16 consecutive patients with low-grade lumbar spondylolisthesis who were treated with minimally invasive TLIF procedure were studied retrospectively. There were 10 women and 6 men with average age of 46 years (range 22-80) and average follow-up time 35 months (range 25-48 months). Inclusion criteria were radiculopathy and/or back pain, spondylolisthesis in the lumbar spine less than 50% and absence of previous lumbar surgery.

All patients had a preoperative radiographic examination and magnetic tomography of the lumbar spine. Patients were treated surgically when nonoperative methods (medication, physical therapy, epidural steroid injections, pars steroid injection) did not succeed to provide relief for at least six consecutive months. In patients with moderate or severe disc degeneration of the cephalad or caudal level to the olisthesis level (3 patients), a two-level fusion was performed following a positive discogram study.

The patients were divided into groups according to the type of spondylolisthesis. Eleven patients with degenerative spondylolisthesis were included in Group A and 6 patients with isthmic spondylolisthesis were included in group B. Both groups had similar characteristics (p >0.05) regarding gender, smoking habit, degree of spondylolisthesis, preoperative Visual Analog Scale (VAS) (Bodian *et al.*, 2001) and Oswestry Disability Index (ODI) (Little & MacDonald, 1994).

Table 2.

Comparison between group A (degenerative) and B (isthmic) in blood loss, operative time, hospital stay and improvement (difference between preoperative and last follow-up) in spondylolisthesis. VAS and ODI.

	Group A (11 pts)	Group B (6pts)	p-value
Blood loss (mean±SD)	264±115	225±110	>0.05
Operative time (mean±SD)	148±21	153±19	>0.05
Hospital stay (mean±SD)	2.0±0.6	1.8±0.6	>0.05
% olisthesis improvement (mean±SD)	7.8±5.3	11.3±6.4	>0.05
VAS improvement (mean±SD)	4.9±1.1	4.5±0.7	>0.05
ODI improvement (mean±SD)	21.4±7.5	18.9±6.0	>0.05

 Table 3.

 Preoperative and postoperative percentage of olisthesis,

 VAS and ODI in group A.

	Preoperative	Postoperative	p-value
% olisthesis (mean±SD)	14.3±8.6	6.3±4.6	<0.001
VAS (mean±SD)	8.2±0.9	3.4±1.0	<0.001
ODI (mean±SD)	56.9±5.0	35.4±7.4	<0.001

 Table 4.

 Preoperative and postoperative percentage of olisthesis,

 VAS and ODI in group B.

	Preoperative	Postoperative	p-value
% olisthesis (mean±SD)	17.9±9.6	6.6±4.5	<0.005
VAS (mean±SD)	8.3±1.0	3.8±0.8	<0.005
ODI (mean±SD)	57.6±8.0	38.7±6.1	<0.005

The only difference (p < 0.001) was the age with average 59 years in group A and 38 years in group B (Table 1).

Operating time, amount of blood loss, duration of hospital stay, complications, clinical outcomes' rate, fusion rate and radiological measurements were recorded. Follow-up was performed at 3, 6 and 12 months, and every year thereafter and included clinical and radiographic control.

Clinical outcomes were assessed using the Visual Analog Scale and Oswestry Disability Index. Radiological assessment was performed to evaluate the percentage of spondylolisthesis using Taillard's method (Taillard, 1969) and bone fusion using Lenke's criteria (Lenke *et al.*, 1992) for posterolateral fusion and interbody fusion.

Data were introduced and analysed using the SPSS statistical program (SPSS 10.0; SPSS Inc, Chicago, IL).

Table 5.

Results from literature (studies with follow-up more than a year) for patients with spondylolisthesis treated with MIS TLIF.

Paper	Number of patients	Diagnosis	Average age	Average follow- up (months)	Mean blood loss (ml)
Dhall <i>et al</i> , 2008	21	DDD Spondy		24	194
*Jang & Lee, 2005	23	DS	59	19	310
Kim <i>et al</i> , 2012	44	19 DS, 25 IS		60	
Pan <i>et al</i> , 2011	21	IS	47	17	435
Park and Foley, 2008	40	10 IS, 30 DS, 32 Grade I, 8 Grade II	56	35	
Park <i>et al</i> , 2011	66	23 IS, 24 DS, 19 DDD	57	36	
Parker <i>et al</i> , 2012	15	DS	51	24	
*Peng <i>et al</i> , 2009	29	DS, DDD	54	24	150
Roben <i>et al</i> , 2011	169	19 DDD, 35 DS, 115 Stenosis	45	49	171
Schizas et al, 2009	18	16 IS, 2 DDD	45	22	551
Schwender <i>et al</i> , 2005	49	26 DDD, 22Spondy, 1 Chance	23-80	22	240
Villvicencio <i>et al</i> , 2010	76	DDD, Spondy, Stenosis	55	37.5	163
*Wang <i>et al</i> , 2009	42	24 DS, 18 IS	48	26	303
Zairi <i>et al</i> , 2013	40	DDD or low grade spondy	48	24	170

*prospective study, DDD=degenerative disc disease, IS=isthmic spondylolisthesis, DS=degenerative spondylolisthesis

Spondy=spondylolisthesis, ASD= adjacent segment disease, Stenosis=lumbar canal stenosis, Grade= Meyerding grade of spondylolisthesis

The independent Mann-Whitney test was used for the statistical analysis.

Surgical technique

With the patient in the prone position on a radiolucent table, the pedicles of the vertebrae intended to be fused were adequately visualized. A 2.5cm incision was centered over the olisthetic level, 40-45mm lateral to midline, on both sides. Using a K-wire to penetrate the fascia, serial dilators were used to create muscle sparing surgical route to the facet joint. An appropriate length 22 or 26mm diameter tubular retractor with fiberoptic illumination was secured over the facet joint and loupe or microscope magnification was used for better visualization in all the cases. Special bayonette instruments were utilized throughout the procedure.

The pedicles screws (Legacy screw system, Medtronic Sofamor Danek or Denali screw system, K2M) on both sides were inserted under fluoroscopic control. On the side with radiculopathy or worse radiculopathy than the other side, a total facetectomy was performed. The excised bone was morselised and saved to be used for interbody fusion later. Part of the ligamentum flavum was excised to gain access to the exiting and traversing nerve roots. In isthmic cases, the pars area was cleaned from scar tissue and grafted. In case of additional central stenosis or subarticular stenosis on the contralateral side of facet joint excision, like in degenerative cases, decompression was carried out with obliguely directed curved kerrisons entering from the working port and routing under the lamina. Meticulous coagulation was performed to gain access to the disc preserving the nerve root. An optimized subtotal discectomy and preparation of the endplates with curretes and distractors was then performed. After the insertion of the first distractors intradiscally and 90° rotation of the instrument most of the reduction was succeeded adding forces to the indirect reduction caused by the prone position and soft tissue release. The distraction was stabilized by provisionally tightening the screws on the rod in the opposite side. The rest of discectomy and endplate preparation for fusion was concluded and various templates of the bullet-shaped implant were tested for the appropriate size. Autograft from the facetectomy and the decompression site was packed anteriorly in the

Mean operative time (min)	Mean hospital stay (days)	Levels fused %	Mean improvement in leg VAS	Mean improvement in ODI	Complications other than nonunion (number of patients)
199	3	95			Misplaced screw (1), cage migration (1), transient L5 sensory loss (2)
150		91	6.7	25.6	
		98	4.2	39	ASD, DS 64%, IS 40%
190		100	5.7	36.3	
		100	5.7	39	
		77	6.5	34.3	ASD (2), Infection (1)
	3		3	21	
216		80	3.3	29	lliac bone graft site infection (2)
183	1	96	4.5	38	Misplaced screw (12), ASD(3), infection (1)
340	6.1		4.2	22	Dural tear (1)
140	1.9		5.1	28	Misplaced screw (2) Radiculit is (2)
223	3	100	4.2		Misplaced screw (3), misplaced graft (4), infection (1), neuro deficit (5)
156	10	99	6.3	30.4	
148			4.3	30	

intervertebral space and then the appropriate smaller-sized peek TLIF spacer (Capstone, Medtronic Sofamor Danek or Aleutian, K2M) with cancellous bone graft (Osteotech Medtronic Sofamor Danek) was inserted as far anteriorly as possible. More autograft and cancellous allograft was pushed posteriorly and laterally to the spacer but always not protruding from the posterior vertebral rim. On the contralateral side, facet decortication was performed aiming fusion. Allograft and Infuse bone graft (Mummaneni *et al.*, 2004) were packed within the formed with the burr cavity of the facet joint in all cases.

The rods were tightened under compression of the screws on both sides. Final inspection of the nerves was conducted before tube's removal. The fascia was closed with 0 Vicryl and the skin was sutured with subcuticular 3-0 suture.

Rehabilitation

Postoperatively, patients were started on morphine pump and were mobilized on the first postoperative day. They were discharged on narcotic analgesic tablets. Only rarely a lumbo softec was prescribed postoperatively to be worn out of bed for additional comfort.

RESULTS

The estimated blood loss averaged 250 ± 112 ml, the mean operative time was 150 ± 20 minutes and the average hospital stay was 1.9 ± 0.6 days. The corresponding values were during the initial surgeries higher and lowered with time quickly as the learning curve of the procedure was literally steep.

Separately for group A and B, the respective values are shown in table 2.

Union

Based on clinical evaluation and plain x-rays assessment (according to Lenke's criteria (Lenke *et al.*, 1992), all the patients, except one (97%) had probable or definite fusion (posterolateral and/or interbody) within the 1 year after the surgery.

Reduction of spondylolisthesis

The average preoperative olisthesis was $16\pm9\%$ and was reduced to $6\pm4\%$ in the last radiographic control post-

operatively, difference statistically significant (p <0.001). The respective values for group A and B are shown in Table 3 and 4.

The improvement in olisthesis between group A and B was not statistically significant (Table 2).

CLINICAL OUTCOMES

All the patients reported improvement of their symptoms within 3 months postoperatively and returned to work with weight lift restrictions at 6 months and unrestricted at one year postoperatively. They stopped taking regularly narcotic analgesics within one month postoperatively. The average preoperative VAS was 8.2 ± 0.9 and preoperative ODI was 57.1 ± 6.0 and were improved to 3.5 ± 0.9 and 36.5 ± 0.9 , respectively, in the last follow-up. These changes were statistically significant (p <0.001). The respective values for group A and B are shown in Table 3 and 4.

Complications

Complications included 1 case of screw malposition with radiculopathy that required screw reposition within one month following the first surgery. A case with ipsilateral to the TLIF L5 nerve root apraxia resolved spontaneously within 4 weeks postoperatively. There was no dural tear or infection. The total complication rate was 12.5% (2 out of 16 patients). There was a case of questionable bone union but the patient was asymptomatic and, therefore, not entered as complication.

Comparison with mini open TLIF studies

Our results regarding average blood loss, operative time, hospital stay, fusion, reduction of olisthesis, functional and pain outcomes are comparable to the results reported by other studies using minimally invasive TLIF procedures for patients with spondylolisthesis (Table 5).

DISCUSSION

Symptomatic low-grade spondylolisthesis of the lumbar spine has traditionally been treated with operative methods when non-operative treatment fails. Operative treatment consists of decompression of the compressed nerve roots and fusion of the adjacent vertebrae (McAfee *et al.*, 2005). Interbody fusion is added as it provides anterior column support, restores lordosis, decompresses indirectly the neural elements and eliminates discogenic pain originating from degenerative disc disease of the olisthetic level (Suk *et al.*, 1997; Harms and JG, 1998).

The fact that surgical complications are mainly related to surgical approach, not to the interbody devices themselves, is certainly a very important topic (Weiner & Fraser, 1998). Transient neurapraxia and dural tears due to dural sac traction are well-recognized complications of posterolateral interbody fusion, with reported incidence rates as high (Okuyama *et al.*, 1999; Molinari & Gerlinger, 2001). Vascular complications related to anterior approach have also been reported, some of them leading to permanent sequelae, but retrograde ejaculation is an even more significant complication in male patients.

Also, when comparing the TLIF with the PLIF procedure regarding blood loss, operative time and length of stay, significantly less blood loss of the TLIF patients was found only in the two-level fusions but not in one-level fusions. However, complications were more common in the PLIF group (Humphreys *et al.*, 2001).

Harms and Jeszenszky (Harms and JG, 1998) were the first who published the use of the TLIF procedure in spine surgery. They treated patients with degenerative and isthmic spondylolisthesis using the TLIF technique and reported excellent results. Several other studies followed and reported surgical results (regarding operative time, blood loss, hospital length of stay, complications) and postoperative radiographic (regarding fusion and olisthesis reduction) and functional outcomes from patients with spondylolisthesis treated with TLIF procedures (Lowe *et al.*, 2002; Salehi *et al.*, 2004; Hackenberg *et al.*, 2005; Jang & Lee, 2005; McAfee *et al.*, 2005; Potter *et al.*, 2005).

Minimally invasive approach for posterolateral lumbar arthrodesis has been first described by Wiltse (Wiltse *et al.*, 1968). He used this paraspinal transmuscular approach to achieve fusion and was later adapted by Foley and Smith for microdiscectomy (Foley KT, 1997). Boden used a different intermuscular approach, between the multifidus and longissimus muscles, to perform arthrodesis (Boden *et al.*, 1996). More advanced minimal access surgical techniques have evolved since then (Foley & Gupta, 2002; Foley *et al.*, 2003) and these have been applied in our patients as well.

Minimally invasive (MIS) posterior fusion techniques have further improved the patient outcomes by reducing the soft tissue morbidity. The goal is to achieve the same objectives as the comparable open procedure via a less traumatic approach. Numerous pathology studies have shown the ischemic changes on the paraspinous muscle due to stripping during exposure and excessive traction by the retractor blades (Sihvonen et al., 1993; Kawaguchi et al., 1994, 1996; Styf & Willen, 1998). The deleterious effects of the open approaches on the soft tissues involve unrelievable muscle pain and infection and may affect the patient's outcomes more than strictly short-term. MIS TLIF procedure leads to shorter hospital stay, les narcotic usage and earlier return to work (Parker et al., 2012). However, xray exposure in MIS cases exceeds the exposure than open cases (Wang et al., 2009). Prospective randomized studies comparing the two approaches are lacking though (Habib et al.).

The first study that refers to minimally invasive TLIF procedures for only spondylolisthesis cases was the published by Jang and Lee (Jang & Lee, 2005). The posterior instrumentation was pedicle screws on one side and facet screws on the other side via one incision. They reported decreased blood loss and diminished soft-tissue injury compared to conventional TLIF.

In a recent study with the largest number (169) of



Figure 1. A 51 year old female patient suffering from sciatica due to L5-S1 spondylolytic spondylolisthesis and disc degeneration underwent a minimally invasive TLIF procedure at L5-S1. Postoperative (last follow-up 2.4 years postop) (A) anteroposterior and (B) lateral radiography showing intervertebral L5-S1 fusion. There is 5% residual spondylolisthesis at L5-S1. (C) Sagittal reconstruction CT image at the time of last follow-up visit showing interbody bridging bone at L5-S1. The patient was symptomless and returned to the same level of her activities.

patients treated with MIS TLIF (Rouben *et al.*), one -or two- level procedures did show different outcomes at the last follow-up (average 49 months). In addition, older patients (60 years or more) tolerated MIS surgery equally well to younger patients.

Our study reports results on patients with spondylolisthesis treated with minimally invasive TLIF procedure with bilateral transpedicular screws. The complication rate (9.3%) in our study was among the lowest of the MIS TLIF studies (Table 5).

Concerning the difference in outcomes between the degenerative and spondylolytic spondylolisthesis, there are two studies that compare these two groups treated with TLIF procedures but exhibit dissimilar results. The first one by Potter et al. (Potter et al., 2005) reported better outcomes in patients with degenerative spondylolisthesis and this was attributed to higher preoperative expectations and postoperative functional demands of the isthmic youngaged group of patients. The second study by Hackenberg et al. (Hackenberg et al., 2005) did not find any significantly different results in the postoperative evaluation at any time. In the present study, there was no preoperative difference in patients' characteristics between the degenerative and isthmic spondylolisthesis group except age. Postoperative outcomes showed that even though the isthmic group had less blood loss and duration of hospital stay and degenerative group had slightly superior results in terms of operative time, spondylolisthesis reduction and VAS and ODI improvement, there was no significant difference in any of the aforementioned variables. Our results coincide with those from the study of Hackenberg et al.(Hackenberg et al., 2005) regarding the improvement of VAS and ODI between the one-level and two-level TLIF patients.

A weakness of our study is the lack of a matched group with spondylolisthesis treated with open TLIF procedure. However, the review of mini open TLIF studies proves the superiority of minimally invasive procedures compared to open techniques.

In conclusion, minimally invasive TLIF technique for the treatment of patients with low-grade spondylolisthesis is a safe and effective method with the advantages of reduced blood loss, operative time and hospital time. There was no difference in postoperative outcomes between the patients with degenerative and isthmic spondylolisthesis.

REFERENCES

- Boden SD, Moskovitz PA, Morone MA, Toribitake Y (1996) Video-assisted lateral intertransverse process arthrodesis. Validation of a new minimally invasive lumbar spinal fusion technique in the rabbit and nonhuman primate (rhesus) models. Spine 21:2689-2697
- Bodian CA, Freedman G, Hossain S, Eisenkraft JB, Beilin Y (2001) The visual analog scale for pain: clinical significance in postoperative patients. Anesthesiology 95:1356-1361
- Foley KT, Gupta SK (2002) Percutaneous pedicle screw fixation of the lumbar spine: preliminary clinical results. J Neurosurg 97:7-12
- Foley KT, Holly LT, Schwender JD (2003) Minimally invasive lumbar fusion. Spine 28:S26-35
- Foley KT SM (1997) Microendoscopic discectomy. Techn Neurosurg 3:301-307
- Habib A, Smith ZA, Lawton CD, Fessler RG Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: a perspective

on current evidence and clinical knowledge. Minim Invasive Surg 2012:657342

- Hackenberg L, Halm H, Bullmann V, Vieth V, Schneider M, Liljenqvist U (2005) Transforaminal lumbar interbody fusion: a safe technique with satisfactory three to five year results. Eur Spine J 14:551-558
- Harms JG JD (1998) The unilateral transforaminal approach for posterior intebody fusion. Orthop Traumatol 6:88-99
- Humphreys SC, Hodges SD, Patwardhan AG, Eck JC, Murphy RB, Covington LA (2001) Comparison of posterior and transforaminal approaches to lumbar interbody fusion. Spine 26:567-571
- Jang JS, Lee SH (2005) Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with ipsilateral pedicle screw and contralateral facet screw fixation. J Neurosurg Spine 3:218-223
- Kawaguchi Y, Matsui H, Tsuji H (1994) Back muscle injury after posterior lumbar spine surgery. Part 2: Histologic and histochemical analyses in humans. Spine 19:2598-2602
- Kawaguchi Y, Matsui H, Tsuji H (1996) Back muscle injury after posterior lumbar spine surgery. A histologic and enzymatic analysis. Spine 21:941-944
- Lenke LG, Bridwell KH, Bullis D, Betz RR, Baldus C, Schoenecker PL (1992) Results of in situ fusion for isthmic spondylolisthesis. J Spinal Disord 5:433-442
- Little DG, MacDonald D (1994) The use of the percentage change in Oswestry Disability Index score as an outcome measure in lumbar spinal surgery. Spine 19:2139-2143
- Lowe TG, Tahernia AD, O'Brien MF, Smith DA (2002) Unilateral transforaminal posterior lumbar interbody fusion (TLIF): indications, technique, and 2-year results. J Spinal Disord Tech 15:31-38
- McAfee PC, DeVine JG, Chaput CD, Prybis BG, Fedder IL, Cunningham BW, Farrell DJ, Hess SJ, Vigna FE (2005) The indications for interbody fusion cages in the treatment of spondylolisthesis: analysis of 120 cases. Spine 30:S60-65
- Molinari RW, Gerlinger T (2001) Functional outcomes of instrumented posterior lumbar interbody fusion in activeduty US servicemen: a comparison with nonoperative management. Spine J 1:215-224
- Mummaneni PV, Pan J, Haid RW, Rodts GE (2004) Contribution of recombinant human bone morphogenetic protein-2 to the rapid creation of interbody fusion when used in transforaminal lumbar interbody fusion: a preliminary report. Invited submission from the Joint Section Meeting on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves, March 2004. J Neurosurg Spine 1:19-23
- Okuyama K, Abe E, Suzuki T, Tamura Y, Chiba M, Sato K (1999) Posterior lumbar interbody fusion: a retrospec-

tive study of complications after facet joint excision and pedicle screw fixation in 148 cases. Acta Orthop Scand 70:329-334

- Parker SL, Adogwa O, Bydon A, Cheng J, McGirt MJ (2012) Cost-effectiveness of minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative spondylolisthesis associated low-back and leg pain over two years. World Neurosurg 78:178-184
- Potter BK, Freedman BA, Verwiebe EG, Hall JM, Polly DW, Jr., Kuklo TR (2005) Transforaminal lumbar interbody fusion: clinical and radiographic results and complications in 100 consecutive patients. J Spinal Disord Tech 18:337-346
- Rouben D, Casnellie M, Ferguson M Long-term durability of minimal invasive posterior transforaminal lumbar interbody fusion: a clinical and radiographic follow-up. J Spinal Disord Tech 24:288-296
- Salehi SA, Tawk R, Ganju A, LaMarca F, Liu JC, Ondra SL (2004) Transforaminal lumbar interbody fusion: surgical technique and results in 24 patients. Neurosurgery 54:368-374; discussion 374
- Schwender JD, Holly LT, Rouben DP, Foley KT (2005) Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF): technical feasibility and initial results. J Spinal Disord Tech 18 Suppl:S1-6
- Sihvonen T, Herno A, Paljarvi L, Airaksinen O, Partanen J, Tapaninaho A (1993) Local denervation atrophy of paraspinal muscles in postoperative failed back syndrome. Spine 18:575-581
- Styf JR, Willen J (1998) The effects of external compression by three different retractors on pressure in the erector spine muscles during and after posterior lumbar spine surgery in humans. Spine 23:354-358
- Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Lee JH, Cho KJ, Kim HG (1997) Adding posterior lumbar interbody fusion to pedicle screw fixation and posterolateral fusion after decompression in spondylolytic spondylolisthesis. Spine 22:210-219; discussion 219-220
- Taillard W (1969) [Trauma and spondylolisthesis]. Acta Orthop Belg 35:703-716
- Wang J, Zhou Y, Zhang ZF, Li CQ, Zheng WJ, Liu J (2009) Minimally invasive or open transforaminal lumbar interbody fusion as revision surgery for patients previously treated by open discectomy and decompression of the lumbar spine. Eur Spine J 20:623-628
- Weiner BK, Fraser RD (1998) Spine update lumbar interbody cages. Spine 23:634-640
- Wiltse LL, Bateman JG, Hutchinson RH, Nelson WE (1968) The paraspinal sacrospinalis-splitting approach to the lumbar spine. J Bone Joint Surg Am 50:919-926

91

Preliminary Results Using Anterior Minimally Invasive Surgery for Total Hip Arthroplasty

GEORGE A. MACHERAS, MD, PHD, SPYRIDON P. GALANAKOS, MD, PHD, STEFANOS KOUTSOSTATHIS, MD, PHD, PANAGIOTIS LEPETSOS, MD, STAMATIS PAPADAKIS, MD, PHD, KOSTAS KATEROS, MD, PANAYIOTIS CHRISTOFILOPOULOS, MD

Fourth Department of Orthopaedics and Traumatology, "KAT" General Hospital,

2 Nikis Street, 145 6, Kifisia, Athens, Greece.

ABSTRACT

Total hip arthroplasty is a successful procedure for treatment of painful hip arthritis. A large volume of literature is devoted to the patient outcomes and complication profiles of the commonly used surgical approaches to help refine the technique, enhance patient function, and limit cost and patient morbidity. We describe our preliminary results using the anterior minimally invasive surgery (AMIS) technique for total hip arthroplasty that allows implantation of the femoral and acetabular components without detaching or sectioning any of the muscles and tendons around the hip joint. The AMIS technique allows accurate and reproducible component positioning and leg-length restoration, offers faster rehabilitation and shorter hospitalization of the patient and does not increase the rate of hip dislocation. Key words: Total hip arthroplasty; anterior minimally invasive surgery (AMIS) technique

INTRODUCTION

Total hip arthroplasty (THA) is a successful surgical treatment for painful hip conditions with high return of function for patients post operatively.¹ Despite the successes that have been reported over multiple decades, there is a constant push to refine the technique to allow improvement in patient outcome, complication rate, and increase efficiency in surgical throughput.

The four main surgical approaches to the hip for total hip arthroplasty utilize different intervals to the hip joint and therefore entail risk and benefit profile based on the

Correspondence to: George A. Macheras Papadiamanti 8, 15126 Marousi anatomic structures involved.^{2,3} For example, post-operative dislocation rate, post-operative limp, nerve injury, hip scores and patient satisfaction, infection rates, heterotopic ossification, are factors which have been used to evaluate and compare total hip approaches. While some studies have found statistical association between approach and outcome, most consider the individual surgeon's comfort and proficiency with a single approach the most important.³

The anterior approach to the hip for total hip arthroplasty has in the recent years become more popular with surgeons and patients for multiple reasons. It utilizes anterior internervous and intermuscular plane, and is described as a modified Hueter approach, as utilized by Judet and Judet in 1950.⁴ Due to the intermuscular nature, it is regarded as allowing faster patient recovery to ambulation, normal abductor strength, and decreased dislocation rate. This approach provides a direct view of the acetabulum with visualization of the anterior iliac spine landmarks to allow reference for appropriate cup positioning. However, the femur canal preparation and component placement is considered difficult with this approach. Attempts to retract the proximal femur anteriorly have been reported to contribute to proximal femur and femoral shaft fractures.⁵ This has also necessitated dissection of muscle from the proximal femur as well, compromising the intermuscular nature of the approach. The use of the orthopaedic traction table solved most of those problems as it allows positioning assistance of the femur to permit adequate exposure of the femur, which allows accurate femur component positioning as well.

The up-to-date results have provided a view of this procedure as an effective approach by experience surgeons with potential benefit in post-operative recovery and dislocation rates. Herein we review the technique as

Factor Investigated	Studies	Results	
Operative Time	Berend <i>et al.</i> ⁸	Anterior approach (73 min) longer than standard approach (56 min) (p <0.01). First 3 month cases (99 min) longer than third 3 month cases (69 min) (p <0.05) then platea	
	Masonis <i>et al.⁹</i>	Cases 1-100 (132.8 min); Cases 100-200 (109 min); Cases 200-300 (106 min) (p <0.0001)	
	Woolson et al. ¹⁰	Avg surgical time 164 min	
	Matta et al. ¹¹	Operative time averaged 75 minutes (range 40-150 minutes)	
Fluoro Time	Masonis <i>et al.</i> 9	Cases 1-100 (32.1 sec); Cases 100-200 (14.5 sec); Cases 200-300 (14.5 sec) (p < 0.0001)	
Component positioning	Matta <i>et al.</i> ¹¹	accurate component positioning overall with 96% of acetabular prostheses within the target abduction range, and 93% within range of anteversion	
	Woolson <i>et al.</i> ¹⁰	average cup abduction angle 44°, ranging from 33–63°, but 21% to be outliers with cup angles greater than 50° despite using fluoroscopy, 18 of 247 (8%) of femoral components placed in more than 5° of varus.	
Dislocation rate	Sariali et al. ¹²	27 dislocations out of 1764 hips (1.5%)	
	Siguier <i>et al.</i> ¹³	10 of 1037 (0.96%)	
	Matta <i>et al.</i> ¹¹	3 patients sustained dislocations for an overall dislocation rate of 0.61%	
	Woolson <i>et al.</i> ¹⁰	Intraop proximal femur fracture rate 6.5%	
Fractures	Berend <i>et al.</i> ⁸	2 intraoperative femoral perforations 2 postop periprosthetic fractures (6 weeks and 3 months)	
	Masonis et al. ⁹	3 calcar fractures in group 1, cable and protected wt bearing, all healed	
	Matta <i>et al.</i> ¹¹	4 fractures involving the proximal calcar region and 3 fractures of the greater trochanter. 2 fractures occurred at the distal stem and 3 nondisplaced ankle fractures	
	Jewett <i>et al.</i> ¹⁴	19 trochanteric fractures (2.3%) and 3 femoral shaft perforations (0.37%)	
Infection	Jewett <i>et al.</i> ¹⁴	37 wound complications in 800 cases (4.6%)	
	Matta <i>et al.</i> ¹¹	1 deep infection, 3 wound infections	
	Masonis et al. ⁹	3 wound complications requiring irrigation and debridement and wound closure	
	Berend <i>et al.</i> ⁸	2 wound complications requiring irrigation and debridement and wound closure	
Neuropraxia	Matta et al. ¹¹	1 transient lateral femoral nerve palsy	

performed at our institution, and outcome data in the context of recent literature using the anterior approach with a fracture table for total hip arthroplasty.

The learning curve for this technique consists primarily of the surgeon gaining experience with the surgical approach. The key aspects are becoming familiar with the proximal femoral anatomy to indentify the location for the femoral neck cut based on anatomic landmarks, learning to adequately mobilize the hip capsule from the proximal femur, and learning to adequately lateralize the proximal femur when preparing the stem to avoid varus and calcar fracture.

We describe the Anterior Minimally Invasive Surgery (AMIS) technique of this single incision anterior approach to the hip, and evaluate the radiographic data to assess component position and leg length. We present our early results and we evaluated the dislocation rate and the surgical data to identify the rate of early complication with this technique.

MATERIALS AND METHOD

In our institution, we started the direct anterior approach for the first time in August 2011. The senior author's patient database was used to identify a consecutive series of unselected patients who had primary THA through a single anterior incision between August of 2011 and May of 2013. Patients who had previous hip surgery were excluded from the study, as were patients having primary arthroplasty for femoral or acetabular fracture.

Surgical Technique

The patients were placed in supine position on an appropriate traction table. The surgical table requires a perineal post be used to stabilize the patient, and act as a counter point for gentle traction of the operative limb. A well-padded perineal post can avoid concerns for develop of pudenal nerve compression from traction in the supine position. Well padded boots are placed on the patient's feet which are secured to the traction arms of the table (Figure 1).

The leg was not draped free but was attached to a mobile spar that can apply traction, rotate, and angulation to the leg in all directions. The contralateral hip was placed in neutral rotation, extension, and abduction-adduction to serve as a radiographic control for the operated side. The operative leg was set in slight internal rotation to



Figure 1. Patient Positioning (Traction Arm Position, Patella Anterior, Hip 10° Flexion, Neutral Ab-Adduction.

enhance the landmark of the natural bulge of the tensor fascia lata muscle.

Preoperative templating of radiographs gave an initial plan for acetabular shell size, level of neck cut, femoral stem size, and head–neck length.

The incision started 2cm posterior and 1cm distal to the anterior superior iliac spine (ASIS) and runs lateral to a line connecting the anterior superior iliac spine to the Gerdy's tubercle. This straight incision extended in a distal and slightly posterior direction and normally ends slightly distal to the vertical going through the apex of the greater trochanter (Figure 2) for a total of 8 to 10cm. The incision is centered over the TFL and is directed laterally toward the lateral aspect of the distal femur. The placement of this incision makes it more lateral than the classic incision described by Smith-Peterson.

The fascia lata was incised over the tensor in line with the skin incision. Blunt dissection around the medial aspect of the tensor within the sheath of the incised aponeurosis developed the interval between the tensor and sartorious superficially. The medial side of the muscle is retracted laterally, sparing the aponeurosis of the sartorius in order not to injure the femoral cutaneous nerve. Continued blunt dissection along the medial tensor in the posterior and proximal directions allowed palpation of the lateral hip capsule. A cobra retractor was placed along the superolateral hip capsule. A Hibbs or a Beckmann retractor was used to retract the sartorius and rectus femoris medially, exposing the reflected head of the rectus that follows the lateral acetabular rim. A small periosteal elevator was placed just distal to the reflected head and was directed medial and distal to elevate the iliopsoas and rectus femoris muscles from the anterior capsule. The elevator opened a path for a second cobra retractor, which then was placed on the medial hip capsule (Figure 3).

Figure 2. The landmarks of surgical incision, and the incision of the fascia lata over the tensor in line with the skin incision.

The lateral femoral circumflex vessels were observed as they cross the distal portion of the wound. These vessels were clamped, cauterized, and transected. Additional distal splitting of the aponeurosis that overlies the anterior capsule, and at times excision of a fat pad, enhanced exposure of the capsule and the origin of the vastus lateralis muscle.

The joint capsule is incised following the iliocapsularis muscle edge from distally to proximally. At the top, the incision ends at the anterior edge of the acetabulum, but may follow very slightly the edge of the acetabulum outwards. Distally, the incision runs to the infero-medial insertion of the capsule, then laterally following the intertrochanteric line, along the vastus lateralis fibres. Thus, a triangular flap is detached laterally over the fibres of the gluteus minimus in the direction of the tensor fascia lata.

After the capsulotomy, the femoral neck osteotomy is made with the head in situ, using an oscillating saw in order to prevent a femoral fracture which could occur during coxofemoral dislocation. Before performing the femoral neck cut, an increasing of the traction about 1cm by turning the black wheel clockwise twice and slight external rotation, is necessary. The femoral head corkscrew was used to remove the head.

After that, the traction is released by turning the black wheel twice counterclockwise. The lower limb has already been externally rotated 45° for extracting the femoral head. This position relaxes the iliopsoas and allows adequate placement of the AMIS® Charnley retractor. The acetabulum was observed and prepared. External rotation of the femur of about 45° facilitates acetabular exposure. A bent Hohmann retractor was placed over the anterior rim of the acetabulum to retract the anterior muscle, with care taken to avoid perforation of the anterior musculature and soft tissues. Reaming was then done. The acetabular component was inserted under fluoroscopic guidance in all patients,



Figure 3. Reaming of the acetabulum and insertion of the component under fluoroscopic guidance.

and the leg lengths were compared intraoperatively using imaging after hip reduction with the trial components (Figure 3). The acetabular prosthesis was inserted with a curved handle inserter that reduces pressure on the distal wound. Once the prosthesis was inserted, the liner was inserted and any acetabular osteophytes were removed.

Access to the proximal femur for preparation and component placement is gained with external rotation and extension of the proximal femur. The femur is then maximally externally rotated to extent the soft tissue attachments allow. Axial traction is released. External rotation is often assisted by slight knee flexion and rotation after release of traction. The hip is then extended and adducted to allow access to the resected portion of the femoral neck. The table is placed into slight trendelenberg positioning at this point (if not already so positioned) to allow increase extension. A curved retractor on the medial aspect of the calcar, a curved retractor is placed on the lateral aspect of the greater trochanter to provide a path for the femoral broaches (Figure 4). Care must be taken to ensure the proximal femur is adequately lateralized to avoid varus positioning of the stem. Once an adequate canal fit is obtained with the broach, and the proximal femur prepared, the retractors are removed and the femur is repositioned to full extension.

With traction of the table and gentle internal rotation of the leg the hip is reduced. All traction is then released. Careful fluoroscopy can be used to evaluate canal fit of the femoral prosthesis and overall position. After assessing the trial components the hip is dislocated with traction and external rotation. The leg is again returned to a position of maximal external rotation. The hip is repositioned into hyper extension and adduction. The final components are placed and seated. The retractors are removed, the leg is repositioned, and the hip is reduced. Final fluoroscopic imaging is assessed to ensure accurate positioning. Stability of the hip is confirmed.

The wound was checked for bleeding and the anterior and lateral capsular tag sutures tied together. Additional capsular closure can be done if desired. The fascia lata was closed with a running suture followed by subcutaneous and skin closure (Figure 5).

Patients were allowed weightbearing as tolerated a few hours after surgery and there were no postoperative restrictions to movement or position. Walking with the aid of a crutch, cane, or walker was based on patient ability, and physical therapists instructed gait training and stair ambulation during the patients' hospital stay.

An anteroposterior (AP) pelvis xray for hips and a lateral hip radiograph were routinely obtained on postoperative day 1, at 6 weeks, at 1 year, and subsequently every 2 years. The 6-week low AP pelvic radiograph was used to evaluate the acetabular component position and leg lengths. Determination of leg length was done by measuring the vertical height from the teardrop line to a point chosen on the lesser trochanter considered a reproducible landmark on both sides. The vertical height to the same landmark was measured on the contralateral hip, and the difference considered the postoperative leg-length discrepancy.⁶ The cup abduction was measured as an angle between the teardrop line and the major diameter of the ellipse represented by the rim of the acetabular cup.

The surgical duration, estimated blood loss, and incision length were recorded at the time of surgery and retrieved through the patient database. The hospital stay was obtained from review of the patients' hospital charts. Dislocations requiring medical assistance were recorded in the database as they occurred. Operative complications were recorded as they occurred.

RESULTS

From August of 2011 to May of 2013, 165 patients were managed using AMIS technique. Indications for THA were idiopathic osteoarthritis in 111 cases, osteonecrosis in 34 and posttraumatic arthritis in 10, or rheumatoid arthritis in 10 during this time. The mean patient age was 68 years (range 48–77 years). For the first 100 cases, exclusion criteria were previous hip surgery, body mass index >35 and congenital hip abnormalities. For the cases 101–165 the



Figure 4. Preparation of the femur. The surgeon stands against the patient's thigh and accentuates the adduction effect with his/her own thigh pushing the limb in further adduction.

only exclusion criteria was high hip dislocation.

For the first 50 cases, the mean operating time was 118 minutes (range 78–142 minutes), and the average estimated blood loss was 550mL. The median hospital length of stay was 4.2 days. Image intensifier was used during the reaming for both the acetabular and femoral component and the mean fluoroscopy time was 35sec. There were 6 surgical complications, including 1 periprosthetic fracture treated with circlage wires, 1 early dislocation due to excessive anteversion of the acetabular floor perforations, treated with autografts and Muller reinforcement ring and 2 lateral cutaneous femoral nerve neurapraxia recovered in 2 and 3 months respectively. There were 2 cases with postoperative leg-length discrepancy of 0.4 and 0.6cm respectively.

For the cases 51–100, the mean operating time was 91 minutes (range 68–130 minutes) and the average estimated blood loss was 461mL. The median hospital length of stay was 3.8 days. Image intensifier was used only during the reaming of the acetabular component and the mean fluoroscopy time was 20sec. There were 3 surgical complications, including 1 lateral cutaneous femoral nerve neurapraxia recovered in 2 months, 1 superficial skin necrosis treated conservatively and 1 partial avulsion of the great trochanter treated conservatively. There was 1 case with postoperative leg-length discrepancy of 0.5cm.

For the cases 101–165, the mean operating time was 77 minutes (range 65–99 minutes) and the average estimated blood loss was 354mL. The median hospital length of

stay was 3.6 days. Image intensifier was used only during the reaming of the acetabular component and the mean fluoroscopy time was 14sec. There were no complications.

The mean abduction angle was 42° (range 34–54°). The average anteversion was 19.4° with a range of 0° to 30°. Although some patients report numbness around the incision immediately postoperatively, no patients have returned with complaints or symptoms related to lateral femoral cutaneous nerve dysfunction.

DISCUSSION

In this series we reported our preliminary results using the AMIS technique for THA. Anterior THA has been touted by some as a muscle-sparing, less invasive procedure. Reports have focused on the high intraoperative and postoperative complication rates, the increased transfusion risk, and its questionable clinical benefits.⁷

The main advantages of this technique are: shorter stays in the hospital, shorter rehabilitation, reduced risk of dislocation, immediate post-operative, muscle tone preservation, decreased post-operative pain, less blood loss, faster return to daily activities and reduction of scar tissues.

A disadvantage of this approach is the fact that a special operating table with traction is required. Potential complications include intra-operative femoral and ankle fractures. These can be avoided through careful manipulation of the limb. If a femoral fracture occurs, the incision can be extended distally by lengthening the skin incision downward along the anterolateral aspect of the thigh,



Figure 5. Wound closure. The superficial aponeurosis of the fascia lata is closed with a running suture, taking care not to catch a branch of the femoral cutaneous nerve.

and splitting the interval between the rectus femoris and the vastus lateralis. This extension gives an excellent view of the femoral shaft for application of cerclage wires or other necessary procedures. In obese or muscular patients, where visualization of the femur is in doubt, an increase in incision length will give the surgeon the required view.

Several outcomes have been reported by the various authors to allow careful consideration of this technique as a valuable approach to THA with the potential to enhance patient outcome. A list of reviewed studies is shown in Table, with the outcome variables described in each report.⁸⁻¹⁵

The posterior approach remains a popular exposure for THA. The benefits of the posterior approach include surgeon familiarity, good exposure of the femur, and preservation of the gluteus medius and minimus. However, a high incidence of posterior dislocation has been reported with this exposure by many authors. The increased incidence of dislocation has been attributed to the division of the posterior hip capsule and external rotators and acetabular component malposition.^{3, 16-18}

The lateral approaches involve the necessary detachment of at least a portion of the gluteus minimus and medius from the greater trochanter. This approach has the advantage of a decreased dislocation rate, ranging from 0% to 2% and reported in a literature review to average 0.55%.^{3, 19, 20} However, the incidence of postoperative limp is reported in 4% to 20.4% of patients and has been attributed to disruption of the abductor tendon or injury to the superior gluteal nerve.^{17, 19-21}

Matta *et al.*¹¹ noted that the main advantage of the anterior approach is that it generally is accomplished without detachment of any muscle from the pelvis or femur. Also, authors stated that the posterior structures, released in the posterior approaches and implicated in instability, are left intact and theoretically confer immediate stability to the hip, obviating the need for dislocation precautions. In addition, they consider the role of the gluteus maximus and tensor fascia lata muscles as abductors and pelvic stabilizers. These two muscles insert on the fascia lata/iliotibial band that joins them and together form a deltoid of the hip. Preserving the hip deltoid and the abductor tendons may avoid the risk of limp attributed to disruption of these structures. On the other hand, the AMIS technique allowed accurate acetabular component positioning and leg length restoration.

As Matta *et al.*¹¹ has already been noted, this technique has several advantages compared with other described minimally invasive approach for THA. Unlike many miniincision techniques, the procedure can be done on any patient, and there is no need to select qualified patients based on body habitus.^{22, 23} The anterior approach also is advantageous for the patient with bilateral hip disease.²⁴ The supine positioning allows a short anesthetic time because there is no need to reposition and re-drape during the surgery.

CONCLUSION

The AMIS technique for total hip replacement has gained popularity recently. The use of the fracture table allows for realtime assessment of component positioning with fluoroscopy. The table facilitates the procedure through assistance with positioning. As with all techniques, the skill and experience of the surgeon are critical to the success of the procedure.

REFERENCES

- Ethgen O, Bruyère O, Richy F, Dardennes C, Reginster JY. Health-related quality of life in total hip and total knee arthroplasty. A qualitative and systematic review of the literature. J Bone Joint Surg Am. 2004;86-A(5):963–74.
- Jolles BM, Bogoch ER. Posterior versus lateral surgical approach for total hip arthroplasty in adults with osteoarthritis. Cochrane Database Syst Rev. 2006;3:CD003828.
- Masonis JL, Bourne RB. Surgical approach, abductor function, and total hip arthroplasty dislocation. Clin Orthop Relat Res. 2002;405:46–53.

- Judet J, Judet R. The use of an artificial femoral head for arthroplasty of the hip joint. J Bone Joint Surg Br. 1950;32:166–73.
- Barton C, Kim PR. Complications of the direct anterior approach for total hip arthroplasty. Orthop Clin North Am. 2009;40(3):371–5.
- Woolson ST, Hartford J, Sawyer A: Results of a method of leglength equalization for patients undergoing primary total hip replacement. J Arthroplasty 14:159–164, 1999.
- Berend KR, Kavolus JJ, Morris MJ, Lombardi AV Jr. Primary and revision anterior supine total hip arthroplasty: an analysis of complications and reoperations. Instr Course Lect. 2013;62:251-63.
- Berend KR, Lombardi AV Jr, Seng BE, Adams JB. Enhanced early outcomes with the anterior supine intermuscular approach in primary total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 2009 Nov;91 Suppl 6:107-20.
- Masonis J, Thompson C, Odum S. Safe and accurate: learning the direct anterior total hip arthroplasty. Orthopedics. 2008 Dec;31(12 Suppl 2).
- Woolson ST, Pouliot MA, Huddleston JI. Primary total hip arthroplasty using an anterior approach and a fracture table: short-term results from a community hospital. J Arthroplasty. 2009 Oct;24(7):999-1005.
- Matta JM, Shahrdar C, Ferguson T. Single-incision anterior approach for total hip arthroplasty on an orthopaedic table. Clin Orthop Relat Res. 2005 Dec;441:115-24.
- 12. Sariali E, Leonard P, Mamoudy P. Dislocation after total hip arthroplasty using Hueter anterior approach. J Arthroplasty, 2008. 23(2): p. 266–72.
- Siguier, T., M. Siguier, and B. Brumpt, Mini-incision anterior approach does not increase dislocation rate: a study of 1037 total hip replacements. Clin Orthop Relat Res, 2004(426): p. 164–73.

- Jewett, B.A. and D.K. Collis, High complication rate with anterior total hip arthroplasties on a fracture table. Clin Orthop Relat Res, 2011. 469(2): p. 503–7.
- 15. Sprague S, Matta JM, Bhandari M; Anterior Total Hip Arthroplasty Collaborative (ATHAC) Investigators, Dodgin D, Clark CR, Kregor P, Bradley G, Little L. Multicenter collaboration in observational research: improving generalizability and efficiency. J Bone Joint Surg Am. 2009 May;91 Suppl 3:80-6
- 16. DeWal H, Su E, DiCesare PE: Instability following total hip arthroplasty. Am J Orthop 32:377–382, 2003.
- 17. Vicar AJ, Coleman CR: A comparison of the anterolateral, transtrochanteric, and posterior surgical approaches in primary total hip arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 188:152–159, 1984.
- 18. Yuan L, Shih C: Dislocation after total hip arthroplasty. Arch Orthop Trauma Surg 119:263–266, 1999.
- 19. Frndak PA, Mallory TH, Lombardi Jr AV: Translateral surgical approach to the hip: The abductor muscle "split". Clin Orthop Relat Res 295:135–141, 1993.
- Moskal JT, Mann III JW: A modified direct lateral approach for primary and revision total hip arthroplasty: A prospective analysis of 453 cases. J Arthroplasty 11:255–266, 1996.
- 21. Baker AS, Bitounis VC: Abductor function after total hip replacement: An electromyographic and clinical review. J Bone Joint Surg Br 71:47–50,1985
- 22. Berger RA: Total hip arthroplasty using the minimally invasive two-incision approach. Clin Orthop Relat Res 417:232–241, 2003.
- Woolson ST, Mow CS, Syquia JF, Lannin JV, Schurman DJ: Comparison of primary total hip replacements performed with a standard incision or a mini-incision. J Bone Joint Surg Am. 2004;86:1353–1358.
- 24. Matta JM: Bilateral THA. Orthopedics 25:1224, 2002.