ΠΟΝΟΣ- ΑΣΤΑΘΕΙΑ ΣΣ

ΠΑΘΟΚΙΝΗΣΙΟΛΟΓΙΑ Της Σ.Σ. –
Διαταραχές κίνησης και μυϊκής ενεργοποίησης σε φυσιολογικές δραστηριότητες (βάδιση, προσγείωση , άρση βάρους)

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΝΕΥΡΙΚΟΥ-ΜΥΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ Σ.Σ.

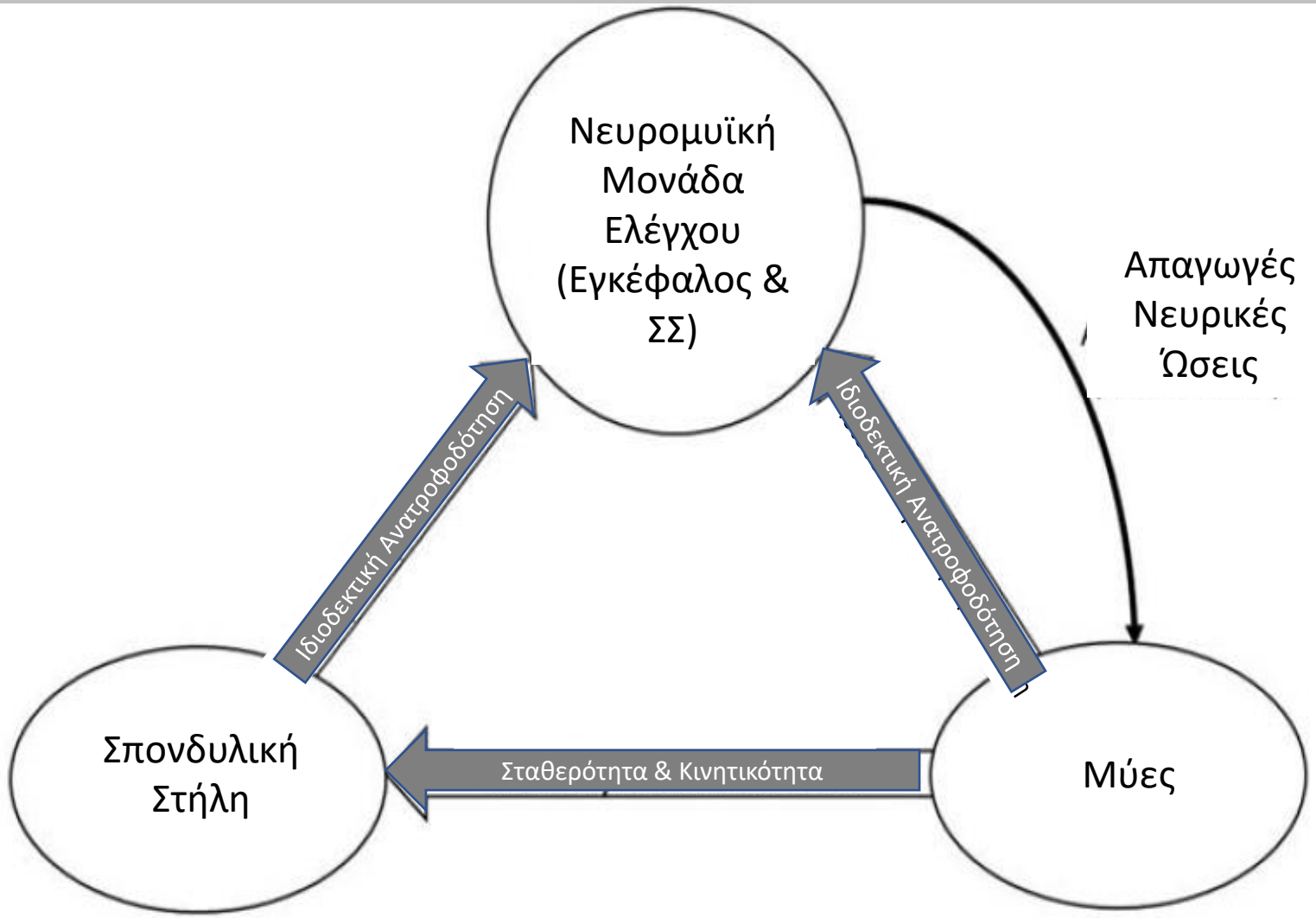
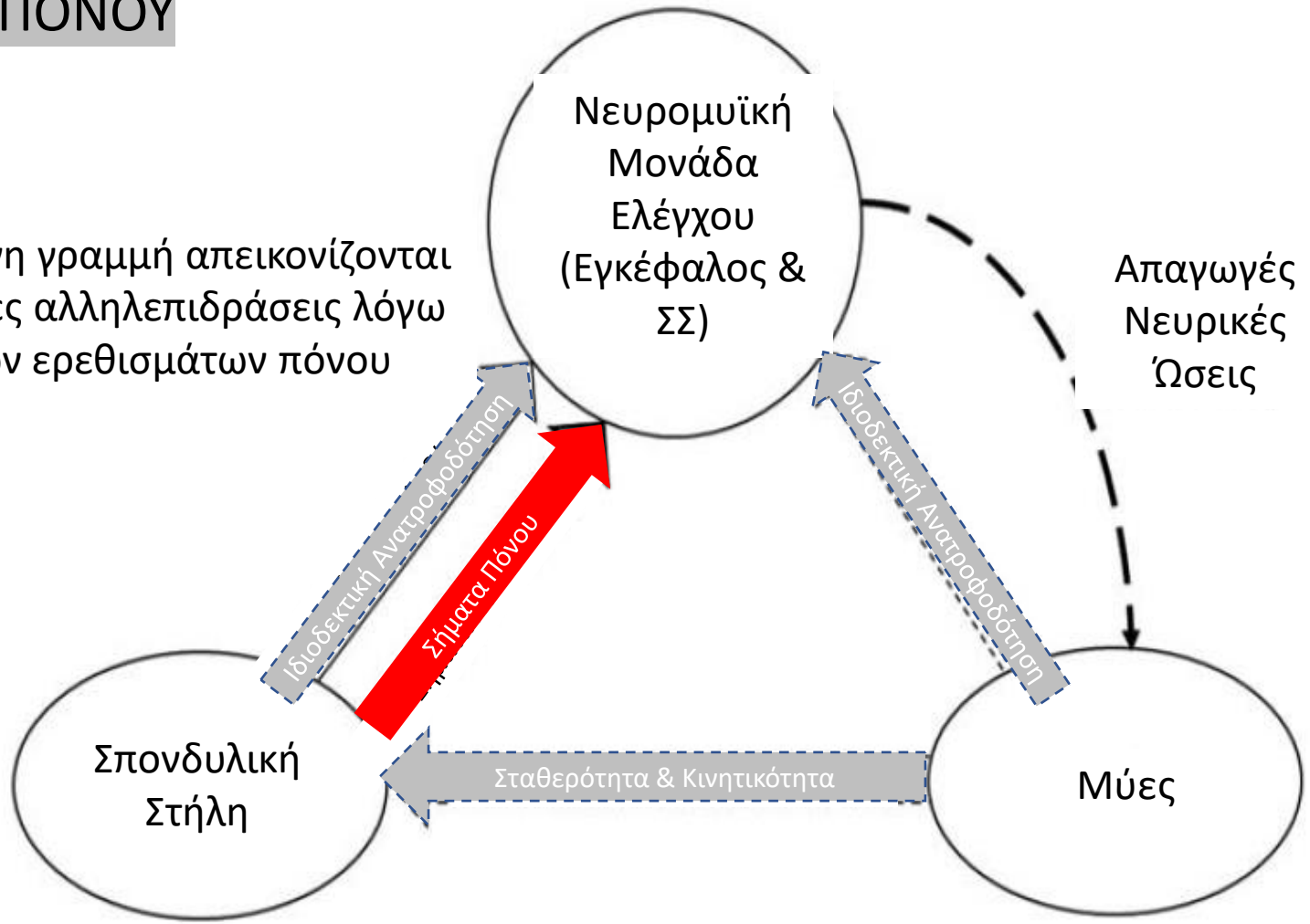


Figure 1. Μοντέλο σπονδυλικής σταθερότητας. Αλληλεπίδραση παραγόντων

Russo et al 2017

ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΝΕΥΡΙΚΟΥ-ΜΥΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ Σ.Σ. ΛΟΓΩ ΠΟΝΟΥ

Με διακεκομμένη γραμμή απεικονίζονται οι διαταραγμένες αλληλεπιδράσεις λόγω των προσαγωγών ερεθισμάτων πόνου



Russo et al 2017

Figure 4. Μειωμένη σταθερότητα λόγω παρεμβολής του πόνου στην αλληλεπίδραση μεταξύ ιδιοδεκτικής πληροφόρησης και ελέγχου της σταθερότητας & κινητικότητας της ΣΣ

Διαφοροποιημένος οσφυοπυελικός ρυθμός σε σκύψιμο οσφυαλγικών ασθενών (Άνω διάγραμμα)

-Καθυστέρηση κίνησης της πυέλου

-μικρότερο συνολικό ROM κίνησης

Επίσης, παρουσιάζεται μικρότερη ταχύτητα κίνησης και μεγαλύτερη ενεργοποίηση ραχιαίων στη θέση κάμψης

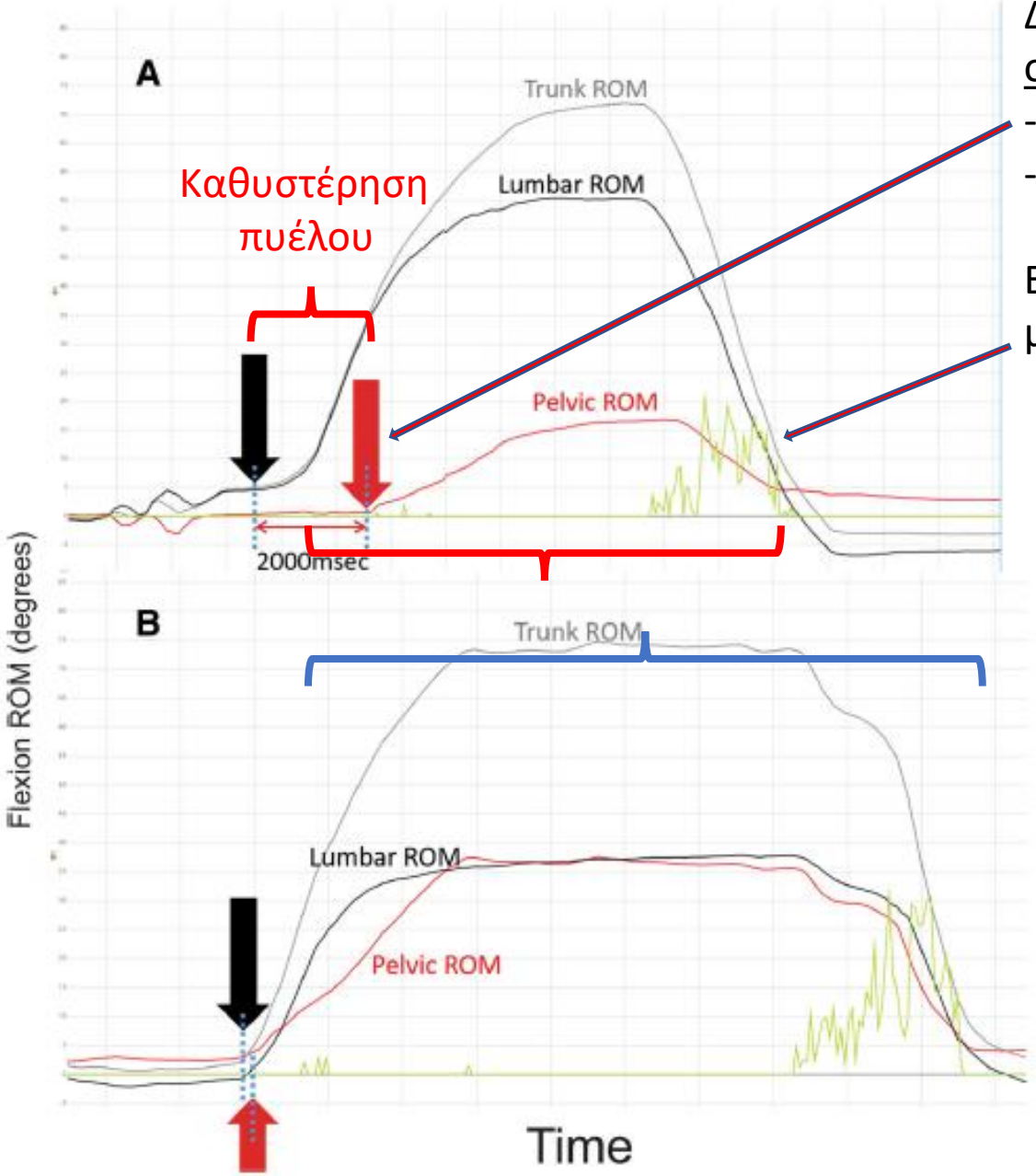


Fig. 3 Delay (lag) of pelvic compared to lumbar movement. These graphs show ROM (Y axis) changes over time (X axis). Graph **a** was from a subject who moved their lumbar spine into flexion with a two second delay before the pelvis started moving. Graph **b** shows a more typical pattern with a synchronous start of movement of the lumbar spine and pelvis

Laird *et al. BMC Musculoskeletal Disorders* (2019) 20:28

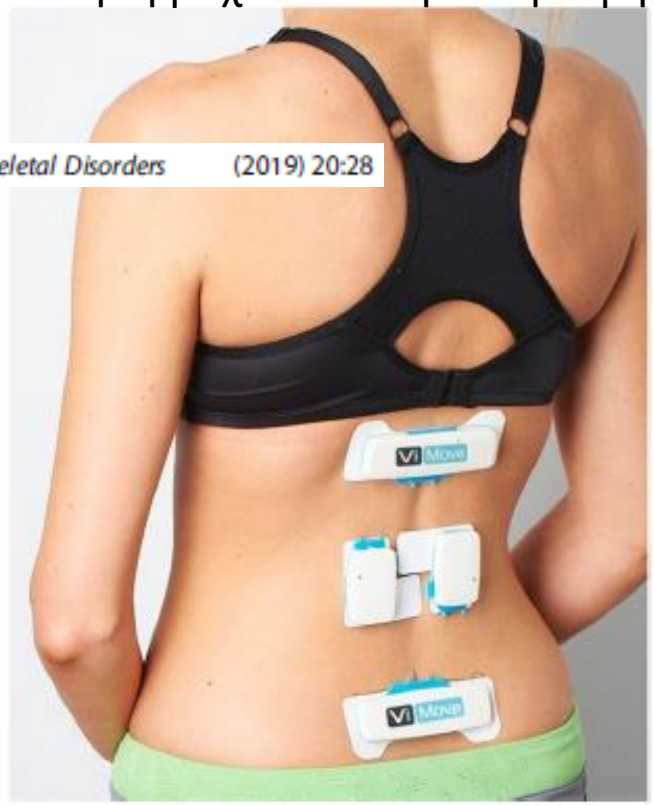
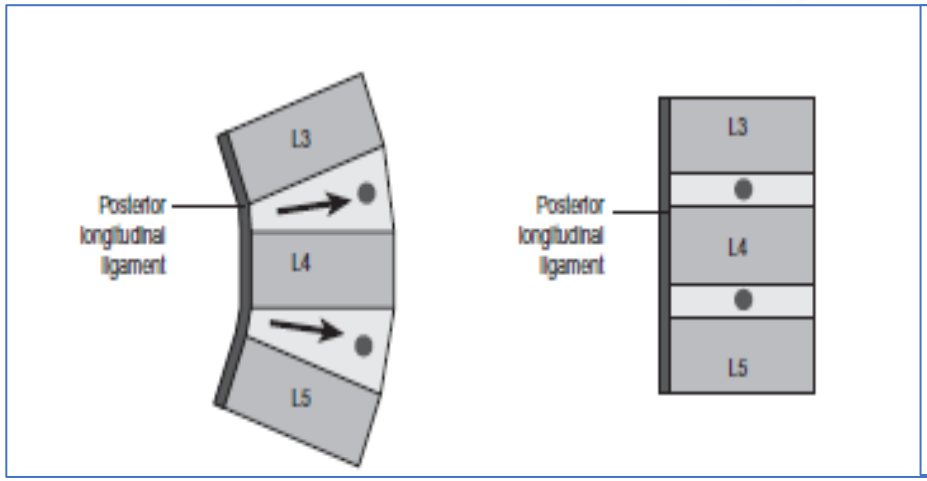


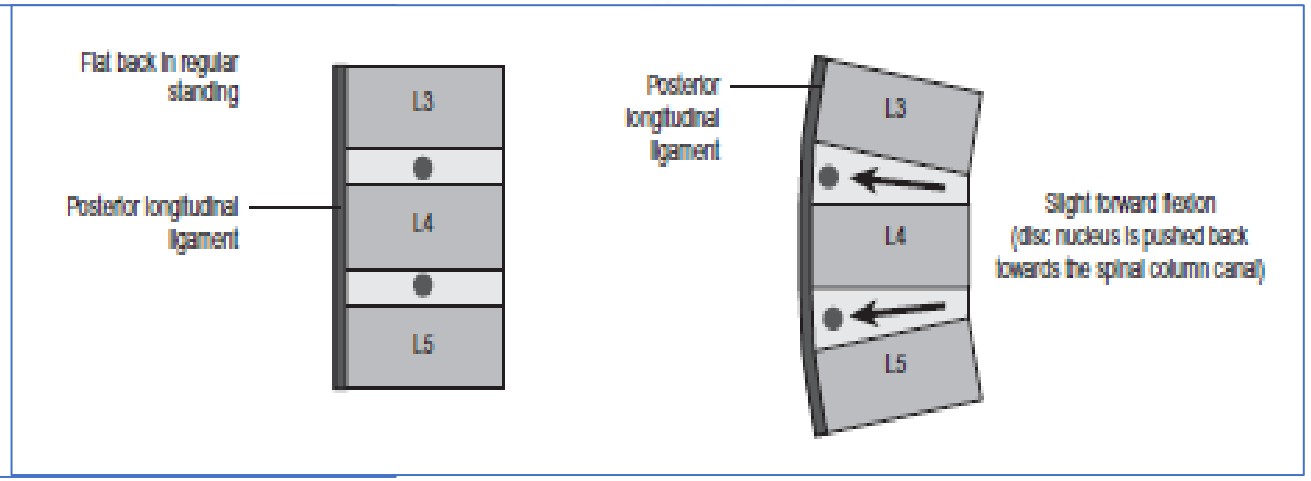
Fig. 1 Device Placement. An example of sensor placement with the lower border of the upper sensor placed at the T12 level, the upper border of the lower sensor level with S1 and the EMG sensors placed over lumbar extensor muscles at the level of L3

Η λόρδωση ως μηχανισμός ασφάλειας

Δίνει περιθώρια κατά την κάμψη διατήρησης του μεσοσπονδυλίου δίσκου στο μέσον του δίσκου.
Δίχως λόρδωση με τις πρώτες μοίρες κάμψης κορμού ο ΜΔ πιέζεται προς τα πίσω



Σχ. 1 Μηχανισμός ασφαλείας



Σχ. 2 Έλλειψη μηχανισμού ασφαλείας

ROM σε οσφυαλγικούς ασθενείς (LBP) σε οσφυϊκή έκταση και οσφυϊκή κάμψη

Laird *et al. BMC Musculoskeletal Disorders* 2014, **15**:229

Study or Subgroup	LBP Mean	LBP SD	LBP Total	Control Mean	Control SD	Control Total	Weight	Std. Mean Difference IV, Random, 95% CI
Hultman 1993	10.3	4.6	21	17.2	5.6	38	8.2%	-1.29 [-1.88, -0.71]
McGregor 1997	16.8	8.3	138	23.8	18.2	203	12.1%	-0.47 [-0.68, -0.25]
McGregor 2000	8	8	15	20.5	7	15	5.8%	-1.62 [-2.46, -0.78]
Mellin 1990 Female	43	8	29	40	8	19	8.2%	0.37 [-0.21, 0.95]
Mellin 1990 Male	39	8	26	44	9	29	8.6%	-0.58 [-1.12, -0.04]
Ng 2002	16	7	15	19	8	15	6.8%	-0.39 [-1.11, 0.34]
Tsai 2010	26	7	16	28	8	16	7.1%	-0.26 [-0.96, 0.44]
Waddell 1992	18.4	8	120	26.5	8.9	70	11.2%	-0.97 [-1.28, -0.66]
Wong 2004 LBP & +ive SLR	14.9	7.7	24	15.5	7.4	10	6.7%	-0.08 [-0.81, 0.66]
Wong 2004 LBP only	12.7	5.9	21	15.5	7.4	10	6.5%	-0.43 [-1.19, 0.34]
Youdas 2000 Female	56	12	30	56.5	10.4	45	9.5%	-0.04 [-0.51, 0.42]
Youdas 2000 Male	42.7	8.8	30	50.1	9.2	45	9.3%	-0.81 [-1.29, -0.33]
Total (95% CI)			**485**			**515**	**100.0%**	**-0.54 [-0.81, -0.27]**

Heterogeneity: Tau² = 0.15; Chi² = 37.67, df = 11 (P < 0.0001); I² = 71%
Test for overall effect: Z = 3.91 (P < 0.0001)

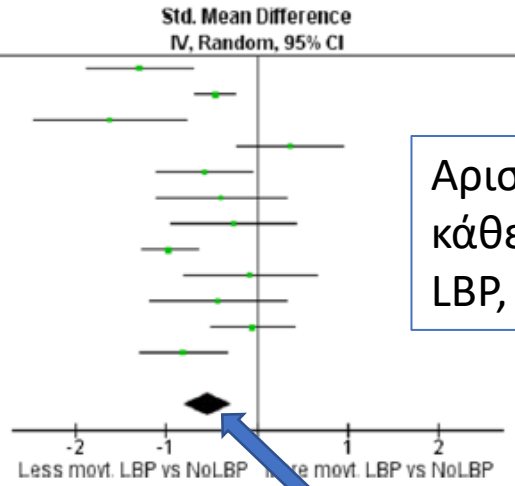


Figure 4 Extension ROM meta-analysis.

Αριστερά της κάθετης γραμμής LBP, δεξιά υγιείς

Study or Subgroup	LBP Mean	LBP SD	LBP Total	Control Mean	Control SD	Control Total	Weight	Std. Mean Difference IV, Random, 95% CI
Crosbie 2013	48	20	19	50	20	19	5.8%	-0.10 [-0.73, 0.54]
Esola 1996	40.3	14.1	20	43	10.3	21	5.9%	-0.22 [-0.83, 0.40]
Hidalgo 2012	69.4	16.8	25	92.2	14.9	25	5.9%	-1.41 [-2.04, -0.79]
Hultman 1993	41	7	21	48.7	8	38	6.1%	-0.99 [-1.56, -0.43]
Marras 1995	31.4	13.4	339	36	15	171	7.4%	-0.33 [-0.51, -0.14]
McGregor 1997	49.3	17.3	138	56.7	11.2	203	7.3%	-0.53 [-0.75, -0.31]
McGregor 2000	32	19	15	73	13	15	4.5%	-2.45 [-3.43, -1.47]
Mellin 1990 Female	43	8	29	40	8	19	6.0%	0.37 [-0.21, 0.95]
Mellin 1990 Male	27	6	26	27	8	29	6.3%	0.00 [-0.53, 0.53]
Ng 2002	51	13	15	50	10	15	5.5%	0.08 [-0.63, 0.80]
Porter 1997	57.5	9.1	15	68.6	9.2	17	5.3%	-1.18 [-1.94, -0.42]
Tsai 2010	56	12	16	55	11	16	5.6%	0.08 [-0.61, 0.78]
Waddell 1992	48.7	14.9	120	42.4	10.7	70	7.1%	0.46 [0.17, 0.76]
Wong 2004 LBP & +ive SLR	33.2	8.7	24	61.9	9.9	10	4.1%	-3.10 [-4.17, -2.02]
Wong 2004 LBP only	29.8	11.9	21	61.9	9.9	10	4.2%	-2.76 [-3.82, -1.71]
Youdas 2000 Female	20.7	8.9	30	23	10.1	45	6.5%	-0.24 [-0.70, 0.23]
Youdas 2000 Male	28.6	6.6	30	31	5.7	45	6.5%	-0.39 [-0.86, 0.08]
Total (95% CI)			**903**			**768**	**100.0%**	**-0.62 [-0.94, -0.29]**

Heterogeneity: Tau² = 0.36; Chi² = 126.26, df = 16 (P < 0.00001); I² = 87%
Test for overall effect: Z = 3.75 (P = 0.0002)

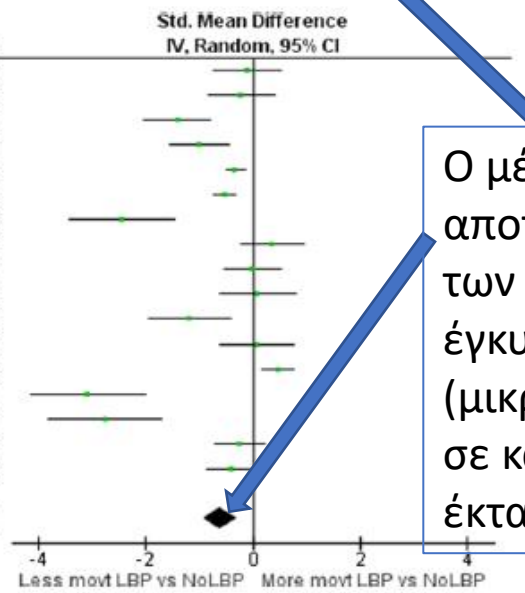


Figure 3 Flexion ROM meta-analysis.

Ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων των πλέον έγκυρων μελετών (μικρότερο ROM σε κάμψη & έκταση)

ROM σε LBP σε οσφυϊκή πλάγια κάμψη και στροφή

Laird *et al. BMC Musculoskeletal Disorders* 2014, **15**:229

Study or Subgroup	LBP Mean	LBP SD	LBP Total	Control Mean	Control SD	Control Total	Weight	Std. Mean Difference IV, Random, 95% CI
Barrett 1999	24.5	6	23	28	5	31	10.1%	-0.63 [-1.19, -0.08]
Crosbie 2013	23	11	19	28	13	19	9.5%	-0.41 [-1.05, 0.24]
Marras 1995	3.5	2.8	339	3.3	2.7	171	12.1%	0.07 [-0.11, 0.26]
McGregor 1997	25.7	7.6	138	31.9	6.4	203	12.0%	-0.90 [-1.12, -0.67]
Mellin 1990	42.2	11.4	55	43.8	10	48	11.2%	-0.15 [-0.54, 0.24]
Ng 2002	29.5	5.5	15	31	15	55	10.0%	-0.11 [-0.68, 0.46]
Tsai 2010	37	6.5	16	41	6	16	9.0%	-0.62 [-1.34, 0.09]
Waddell 1992	22.7	7.6	120	29.4	6.5	70	11.6%	-0.92 [-1.23, -0.62]
Wong 2004 LBP & +ive SLR	11.8	4.3	24	23.7	5.4	10	7.2%	-2.51 [-3.48, -1.53]
Wong 2004 LBP only	12.8	4.7	21	23.7	5.4	10	7.4%	-2.15 [-3.10, -1.21]
Total (95% CI)			**770**			**633**	**100.0%**	**-0.73 [-1.14, -0.33]**

Heterogeneity: Tau² = 0.34; Chi² = 88.86, df = 9 (P < 0.00001); I² = 90%
Test for overall effect: Z = 3.55 (P = 0.0004)

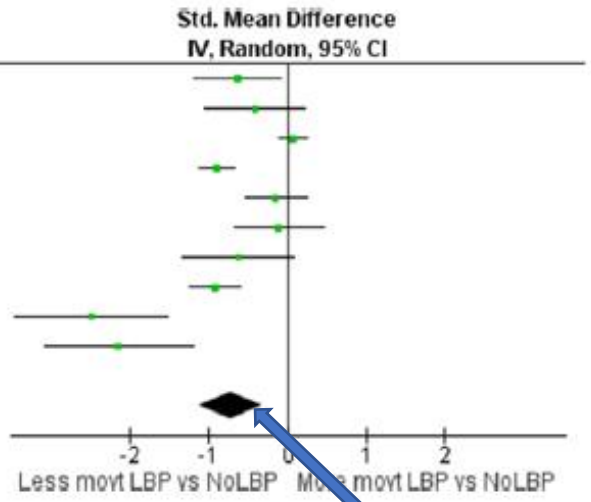


Figure 5 Lateral flexion ROM meta-analysis.

Study or Subgroup	LBP Mean	LBP SD	LBP Total	Control Mean	Control SD	Control Total	Weight	Std. Mean Difference IV, Random, 95% CI
Crosbie 2013	12	6	19	12	6	19	8.7%	0.00 [-0.64, 0.64]
Hidalgo 2012	50.6	12.4	25	61.6	10.3	25	9.4%	-0.95 [-1.54, -0.36]
Marras 1995	31.7	13.4	339	36	15	171	15.5%	-0.31 [-0.49, -0.12]
McGregor 1997	25.8	7.65	138	31.9	6.4	203	15.0%	-0.88 [-1.10, -0.65]
Ng 2002	27.5	6.5	15	30.5	10	15	7.7%	-0.35 [-1.07, 0.38]
Pope 1985	2.99	0.74	215	3.34	0.71	106	14.8%	-0.48 [-0.71, -0.24]
Sung 2012	14.58	5.5	15	10.06	4.5	15	7.3%	0.88 [0.12, 1.63]
Tsai 2010	43	5	16	47	7	16	7.8%	-0.64 [-1.35, 0.07]
Wong 2004 LBP & +ive SLR	7.3	3.7	24	12.2	4.6	10	6.9%	-1.20 [-2.00, -0.41]
Wong 2004 LBP only	9	3.4	21	12.2	4.6	10	7.0%	-0.82 [-1.60, -0.03]
Total (95% CI)			**827**			**590**	**100.0%**	**-0.49 [-0.76, -0.22]**

Heterogeneity: Tau² = 0.12; Chi² = 36.25, df = 9 (P < 0.0001); I² = 75%
Test for overall effect: Z = 3.54 (P = 0.0004)

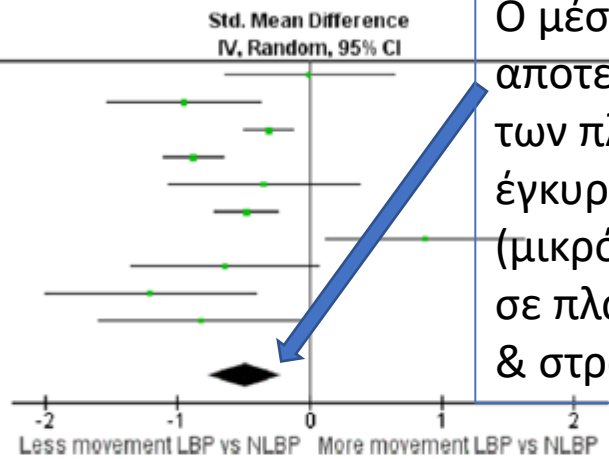


Figure 6 Rotation ROM meta-analysis.

Ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων των πλέον έγκυρων μελετών (μικρότερο ROM σε πλάγια κάμψη & στροφή)

ROM σε LBP σε πρόσθια κλίση της λεκάνης κάμψη και ταχύτητα κίνησης στην κάμψη από όρθια θέση

Laird *et al. BMC Musculoskeletal Disorders* 2014, **15**:229

Study or Subgroup	LBP Mean	LBP SD	LBP Total	No LBP Mean	No LBP SD	No LBP Total	Weight	Std. Mean Difference IV, Fixed, 95% CI
Christie CLBP 1995	12.8	8.8	19	10.7	9	20	17.4%	0.23 [-0.40, 0.86]
Day 1984	11	8.1	15	9.5	5.1	32	18.3%	0.24 [-0.38, 0.85]
Youdas 2000 Female	25	7.3	30	22.8	7.6	45	32.1%	0.29 [-0.17, 0.76]
Youdas 2000 Male	14.9	7.7	30	13.8	4.5	45	32.3%	0.18 [-0.28, 0.64]
Total (95% CI)			**94**			**142**	**100.0%**	**0.24 [-0.03, 0.50]**

Heterogeneity: $Chi^2 = 0.11$, df = 3 (P = 0.99); $I^2 = 0\%$
Test for overall effect: Z = 1.76 (P = 0.08)

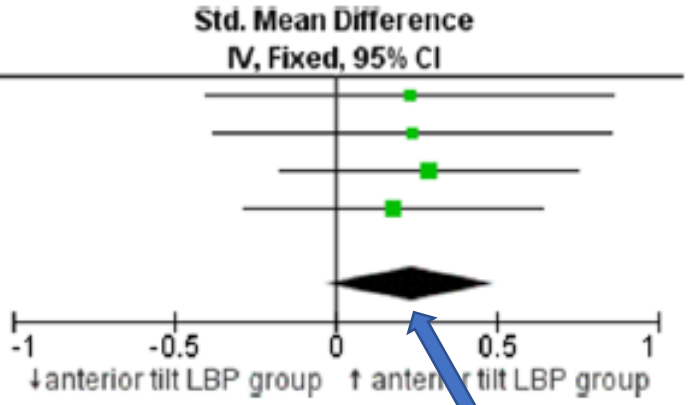


Figure 8 Meta-analysis of studies comparing pelvic tilt angle in neutral standing.

Study or Subgroup	LBP Mean	LBP SD	LBP Total	No LBP Mean	No LBP SD	No LBP Total	Weight	Std. Mean Difference IV, Random, 95% CI
Aluko 2011	150.2	108.7	10	234.9	154.8	10	8.3%	-0.61 [-1.51, 0.29]
Esola 1996	35.94	11.07	20	41.78	12.58	21	11.9%	-0.48 [-1.10, 0.14]
Hidalgo 2012	117.6	34.3	25	159.3	40.8	25	12.3%	-1.09 [-1.69, -0.49]
Marras 1995	47.7	28.8	339	92	49	171	18.5%	-1.20 [-1.40, -1.00]
McGregor 1997	21.2	11.5	138	31.9	12.5	203	18.1%	-0.88 [-1.11, -0.66]
McGregor 2000	15	11	15	54	18	15	7.4%	-2.54 [-3.54, -1.55]
Paquet 1994	62	13	10	75	15	10	8.0%	-0.89 [-1.82, 0.04]
Wong 2004 LBP & +ive SLR	4.6	2.3	24	17.4	8.7	10	7.6%	-2.50 [-3.47, -1.52]
Wong 2004 LBP only	5.8	2.9	21	17.4	8.7	10	7.9%	-2.09 [-3.02, -1.15]
Total (95% CI)			**602**			**475**	**100.0%**	**-1.24 [-1.58, -0.90]**

Heterogeneity: $Tau^2 = 0.15$; $Chi^2 = 30.02$, df = 8 (P = 0.0002); $I^2 = 73\%$
Test for overall effect: Z = 7.10 (P < 0.00001)

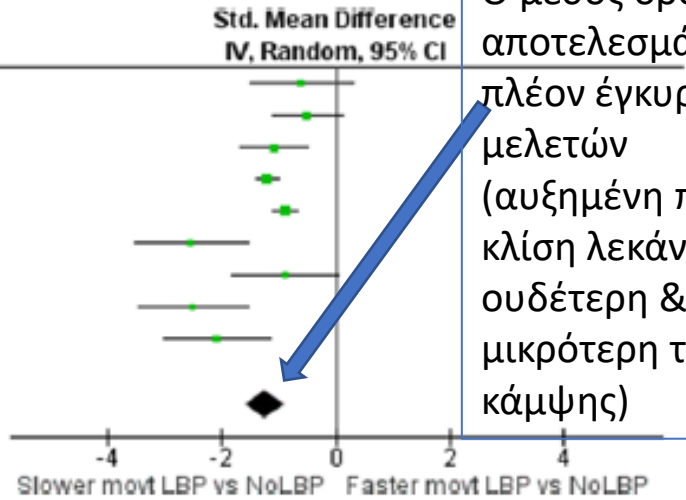


Figure 9 Forest plot of speed differences between LBP and NoLBP groups (original units are deg/sec or deg/sec^2).

Ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων των πλέον έγκυρων μελετών (αυξημένη πρόσθια κλίση λεκάνης στην ουδέτερη & μικρότερη ταχύτητα κάμψης)

Μειωμένο ROM ως ΠΡΟΔΙΑΘΕΣΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΟΣΦΥΑΛΓΙΑΣ

Μειωμένη πλάγια κάμψη= αυξημένος κίνδυνος οσφυαλγίας (LBP)

Sadler *et al. BMC Musculoskeletal Disorders* (2017) 18:179

Ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων των πλέον έγκυρων μελετών (μικρότερο ROM σε πλάγια κάμψη → αυξημένος κίνδυνος LBP)

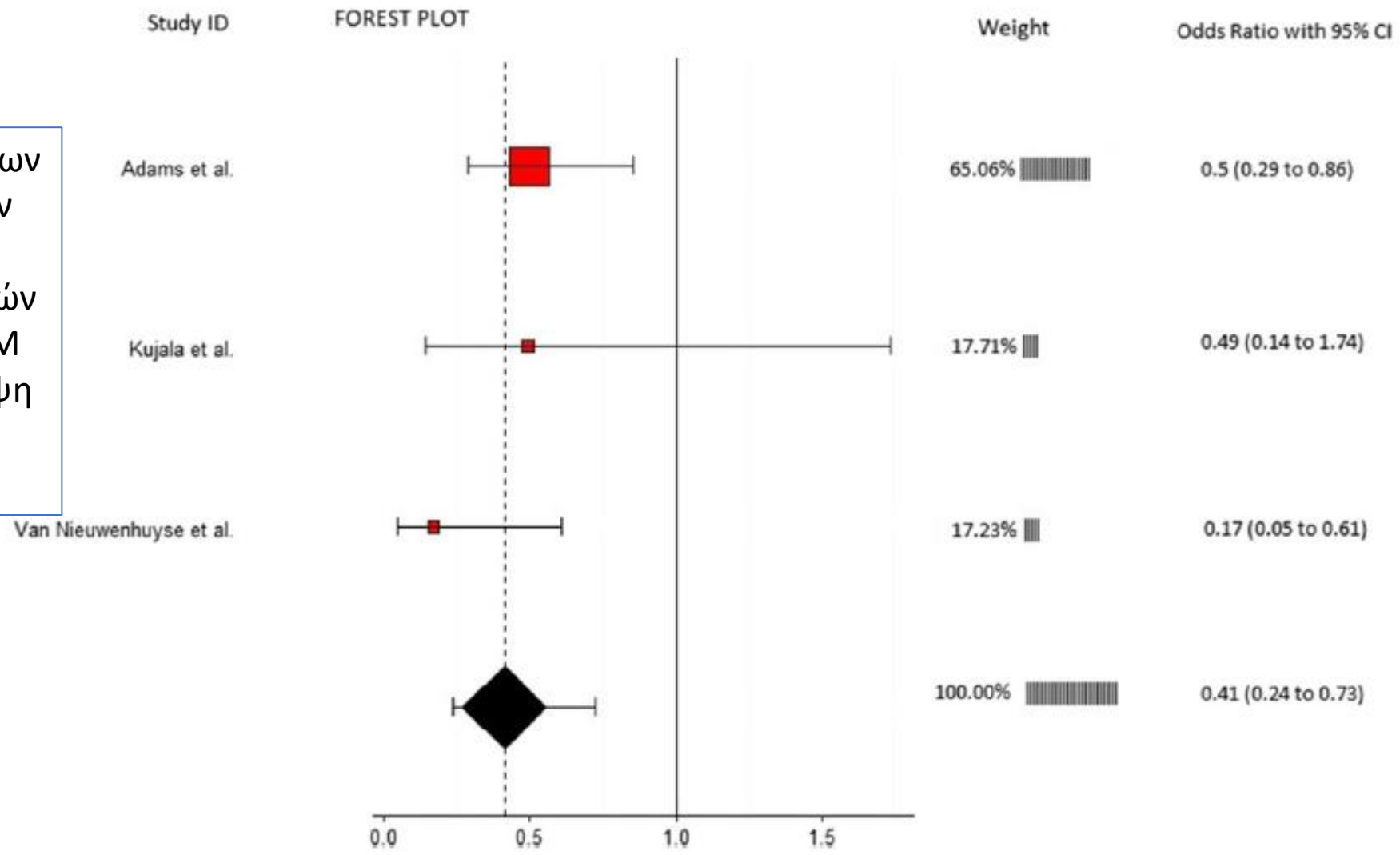


Fig. 2 Annotated forest plot for lateral flexion range of motion and LBP

Μειωμένο ROM ως ΠΡΟΔΙΑΘΕΣΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΟΣΦΥΑΛΓΙΑΣ

Μειωμένη λόρδωση=προδιαθεσικός παράγοντας οσφυαλγίας
Συνδυασμένη με ανελαστικότητα των οπίσθιων μηριαίων

Sadler *et al. BMC Musculoskeletal Disorders* (2017) 18:179

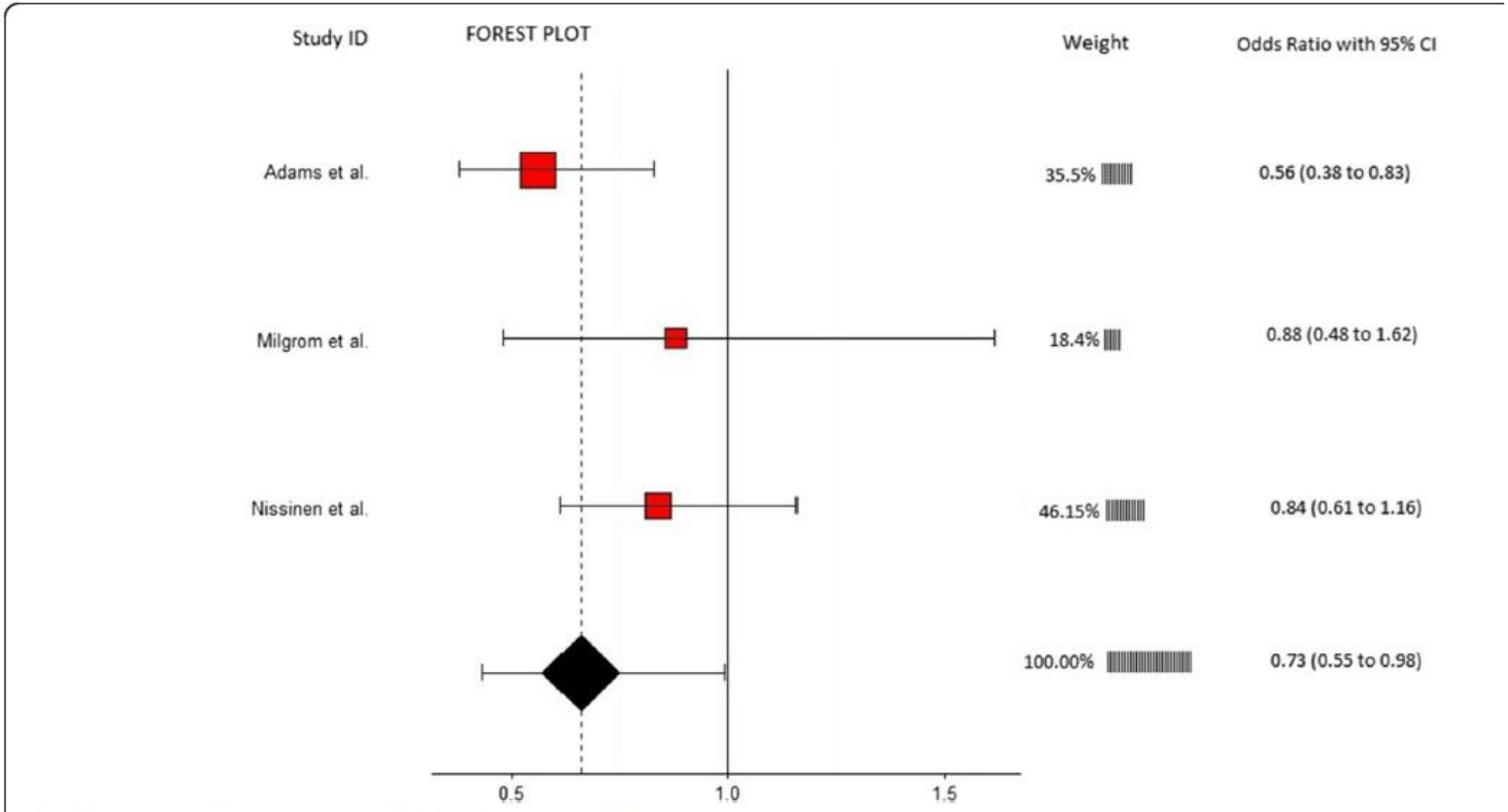


Fig. 3 Annotated forest plot for lumbar lordosis and LBP

Σχέση μυϊκής ενεργοποίησης (EMG) μυών του κορμού και κλινικής εικόνας

Όσο υψηλότερη η μυϊκή ενεργοποίηση τόσο καλύτερη η επίδοση σε κλινικές αξιολογήσεις

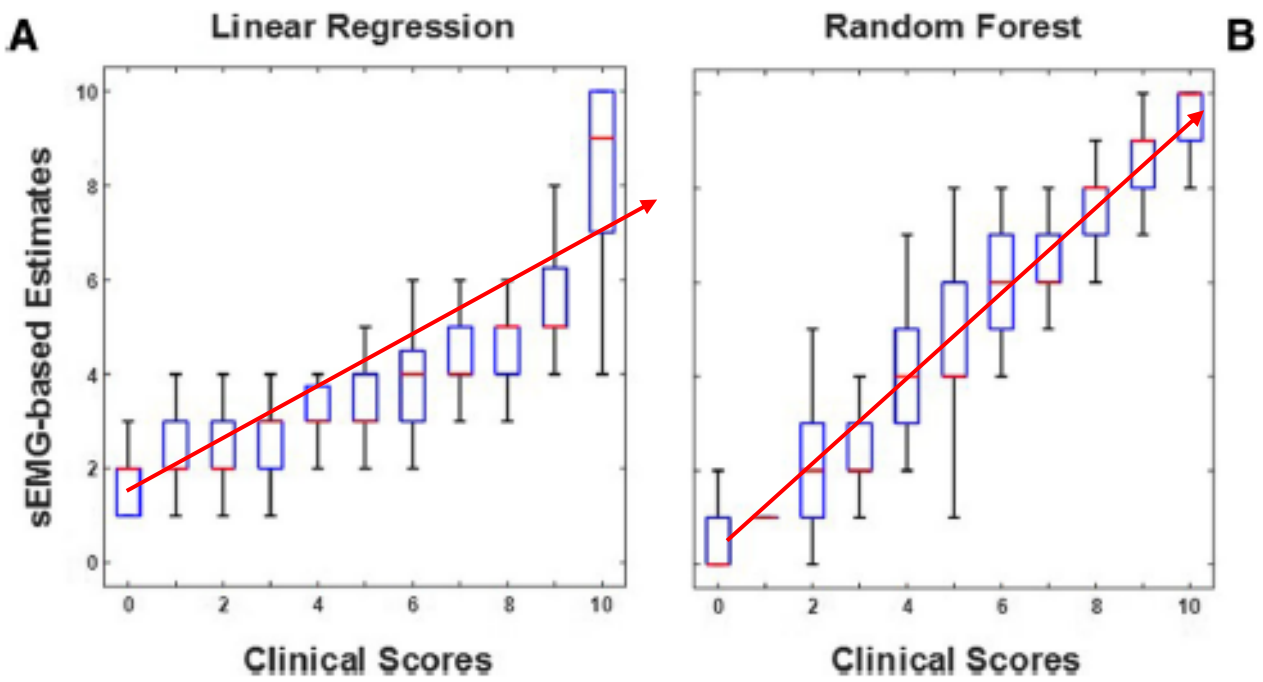
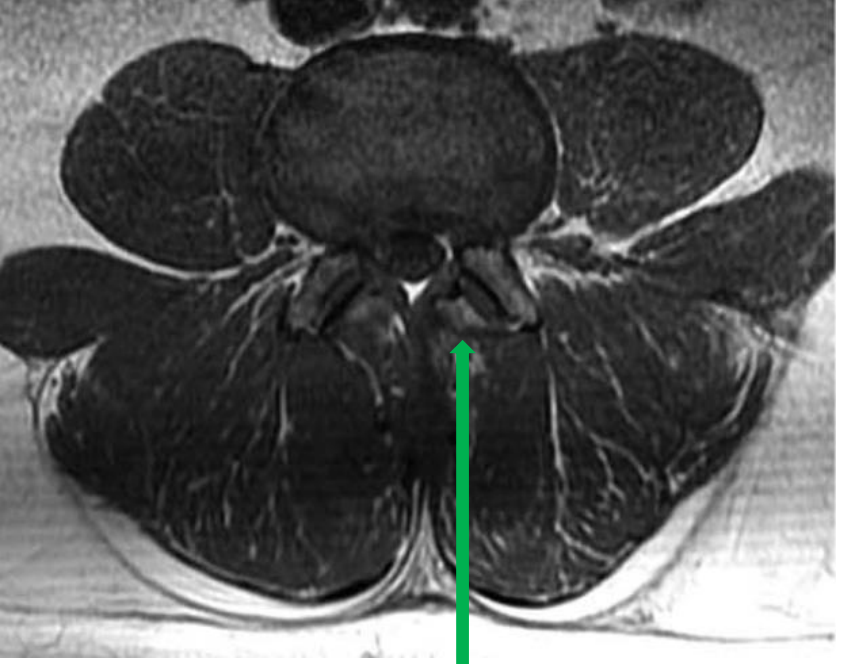
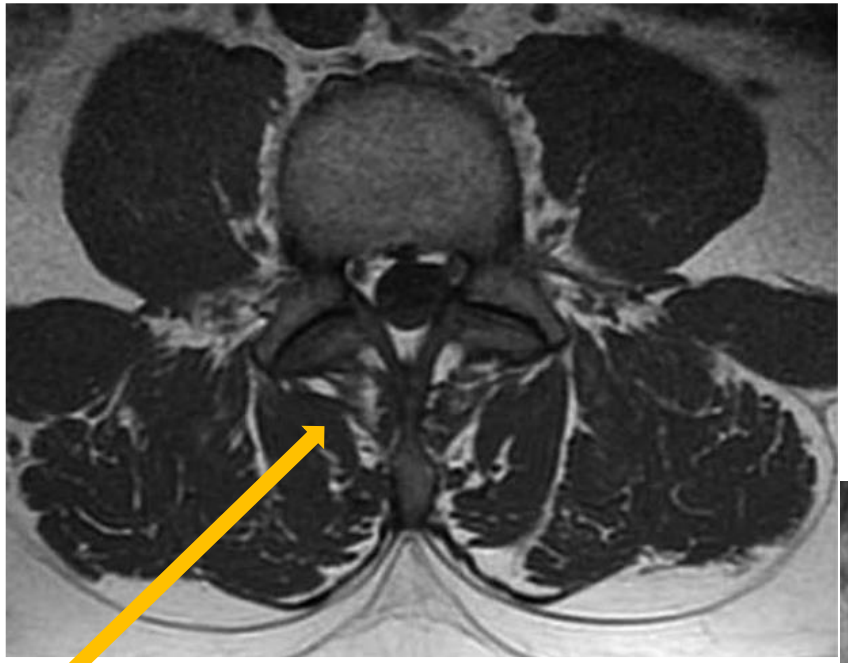


Fig. 3 Box plots of the surface EMG (sEMG)-based estimates of the *amplitude modulation* scores vs. the corresponding clinical scores for the *FCE lifting with flexed knees* test. Panel **a** - Estimates obtained using a linear regression model. Panel **b** - Estimates obtained using a Random Forest-based algorithm

Golabchi *et al. BMC Musculoskeletal Disorders* (2019) 20:13

Σημαντικός εκφυλισμός του μυϊκού ιστού σε χρόνια οσφυαλγία



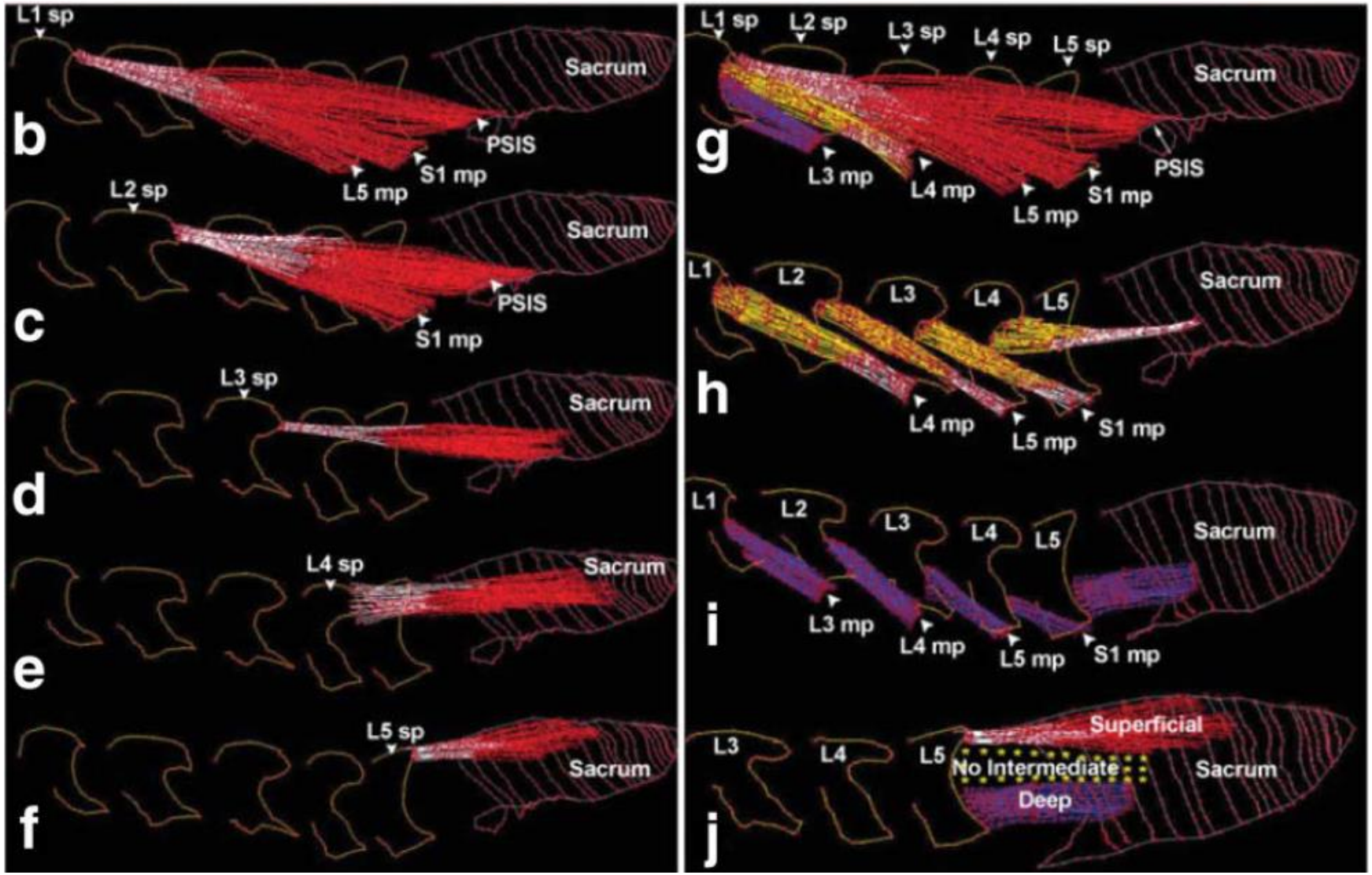


MRI στον O3 με ήπια (<10%), μέτρια (10-50%) και σοβαρή (<50%) εναπόθεση λίπους εντός του πολυσχιδή σε χρόνιους οσφυαλγικούς ασθενείς

Συσχέτιση μεταξύ οσφυαλγίας και Εγκάρσιας διατομής πολυσχιδούς και εκτεινόντων την οσφυϊκή μοίρα

- Οι Gobert et al. (2017) MRI σε εγκάρσια διατομή του πολυσχιδή και των εκτεινόντων της ΣΣ έδειξε ότι η ενδομυική διήθιση λίπους (fat CSA) ήταν σημαντικά υψηλότερη σε συνεχή LBP σε σύγκριση με μη συνεχή LBP και υποτροπιάζουσα LBP στον πολυσχιδή και τους εκτείνοντες ΣΣ

- Κάποιοι ασθενείς με LBP εξελίσσονται σε χρόνιοι οσφυαλγικοί ενώ άλλοι αναρρώνουν μετά από κάθε επεισόδιο οσφυαλγίας. Ο βαθμός εκφύλισης της μυϊκής δομής του πολυσχιδή και των εκτεινόντων της ΣΣ και η υποβάθμιση της μυϊκής λειτουργίας της σπονδυλικής στήλης στην οσφυϊκή μοίρα μπορεί να διαδραματίσει κάποιο ρόλο σε αυτό το χαρακτηριστικό.



Οι διαστρωματώσεις των πολυσχιδών από επιφανειακότερες σε πιο εν τω βάθει στοιβάδες και η ανατομική (και κατ΄ επέκταση λειτουργική) τους σχέση με την οσφυϊκή σταθερότητα

Dissection, digitization, and three-dimensional modeling of lumbar multifidus, lateral views. a. Dissection of superficial (red), intermediate (yellow), and deep (purple) regions

ΟΣΦΥΪΚΟΙ ΠΟΛΥΣΧΙΔΕΙΣ

Από την έρευνα προκύπτει ότι, εκτός από τον εγκάρσιο κοιλιακό και τον έσω λοξό κοιλιακό, οι *οσφυϊκοί πολυσχιδείς* επιστρατεύονται συστηματικά νωρίς σε υγιή άτομα, ως απόκριση σε διάφορες διαταράξεις που εφαρμόζονται στο σώμα.[243,65,92] Οι πολυσχιδείς θεωρείται ότι είναι πολύ ικανοί σταθεροποιοί της οσφυϊκής μοίρας, ειδικά των κατώτερων τμημάτων αυτής.[170,176] Η εκτατική δύναμη των μυών αυτών τοπικά επαυξάνεται από το σχετικά μεγάλο μέγεθός τους. Αποτελούν περίπου το ένα τρίτο της συνολικής εγκάρσιας διατομής όλων των εν τω βάθει παρασπονδυλικών μυών στο επίπεδο του Ο4.[21,104] Εκτός από το πάχος τους, οι πολυσχιδείς έχουν, επίσης, μια έντονα τμηματική μορφολογία. Αυτά τα χαρακτηριστικά ευνοούν τον επακριβή και, όταν χρειαστεί, αποτελεσματικό έλεγχο όσον αφορά στη διατμηματική οσφυϊκή σταθερότητα.[20,94,170,178]

Οι πολυσχιδείς σε άτομα με οξεία ή χρόνια οσφυαλγία τείνουν να έχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε λίπος, όπως και επίμονη ατροφία και νευρομυϊκή αναστολή.[43,54,66,181] Τα ευρήματα αυτά είναι αξιοσημείωτα, αν ληφθεί υπόψη η προτεινόμενη σημασία των μυών για τη σταθεροποίηση της οσφυϊκής μοίρας. Η έκταση της ατροφίας στους οσφυϊκούς πολυσχιδείς είναι εντυπωσιακή, καθώς έχει αναφερθεί μείωση κατά 30% της εγκάρσιας διατομής,[72] σε κάποιες περιπτώσεις εντός ημερών από την εκδήλωση των επώδυνων συμπτωμάτων.[73] Δεν έχει διευκρινιστεί η αιτία για την επιλεκτική ατροφία των μυών αυτών.

Έχει επίσης αναφερθεί έντονη και επίμονη ατροφία των οσφυϊκών πολυσχιδών σε υγιή άτομα χωρίς πόνο, στα οποία επιβλήθηκε αυστηρός κλινοστατισμός για 8 εβδομάδες.[16,139] Ιδιαίτερο ενδιαφέρον είχε η απόκριση μιας υποομάδας των ατόμων αυτών, τα οποία, ενώ ήταν σε αυστηρό κλινοστατισμό, τους επιτρέπονταν να ασκούνται δύο φορές ημερησίως (εκτέλεση ασκήσεων αντίστασης σε συνδυασμό με εφαρμογή δόνησης σε όλο το σώμα). Τα άτομα αυτά επέδειξαν στατιστικά λιγότερη ατροφία των πολυσχιδών, ενώ η ατροφία δεν επέμενε τόσο πολύ όσο στην ομάδα ελέγχου των αδρανών ατόμων. Φαίνεται ότι οι οσφυϊκοί πολυσχιδείς είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στη μυοσκελετική παθολογία της οσφυϊκής μοίρας, όπως και στη μειωμένη υποδοχή σωματικού βάρους, μέσω του αξονικού σκελετού. Άσχετα από τον υποκείμενο μηχανισμό, θεωρείται εύλογα ότι, λόγω της έντονης και παρατεταμένης ατροφίας των μυών αυτών, επιδεινώνεται η μηχανική σταθερότητα της οσφυϊκής μοίρας, οπότε δυνητικά αυτή καθίσταται ευάλωτη σε επαγόμενο από καταπόνηση τραυματισμό. Για τον λόγο αυτό, στα προγράμματα ασκήσεων που έχουν σχεδιαστεί για την αγωγή ατόμων με οσφυαλγία συχνά ενσωματώνονται εξειδικευμένες ασκήσεις για την ενδυνάμωση των οσφυϊκών πολυσχιδών.[56,66,71]

ΜΥΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΑ ΜΗ ΕΙΔΙΚΗ ΟΣΦΥΑΛΓΙΑ (CLBP)

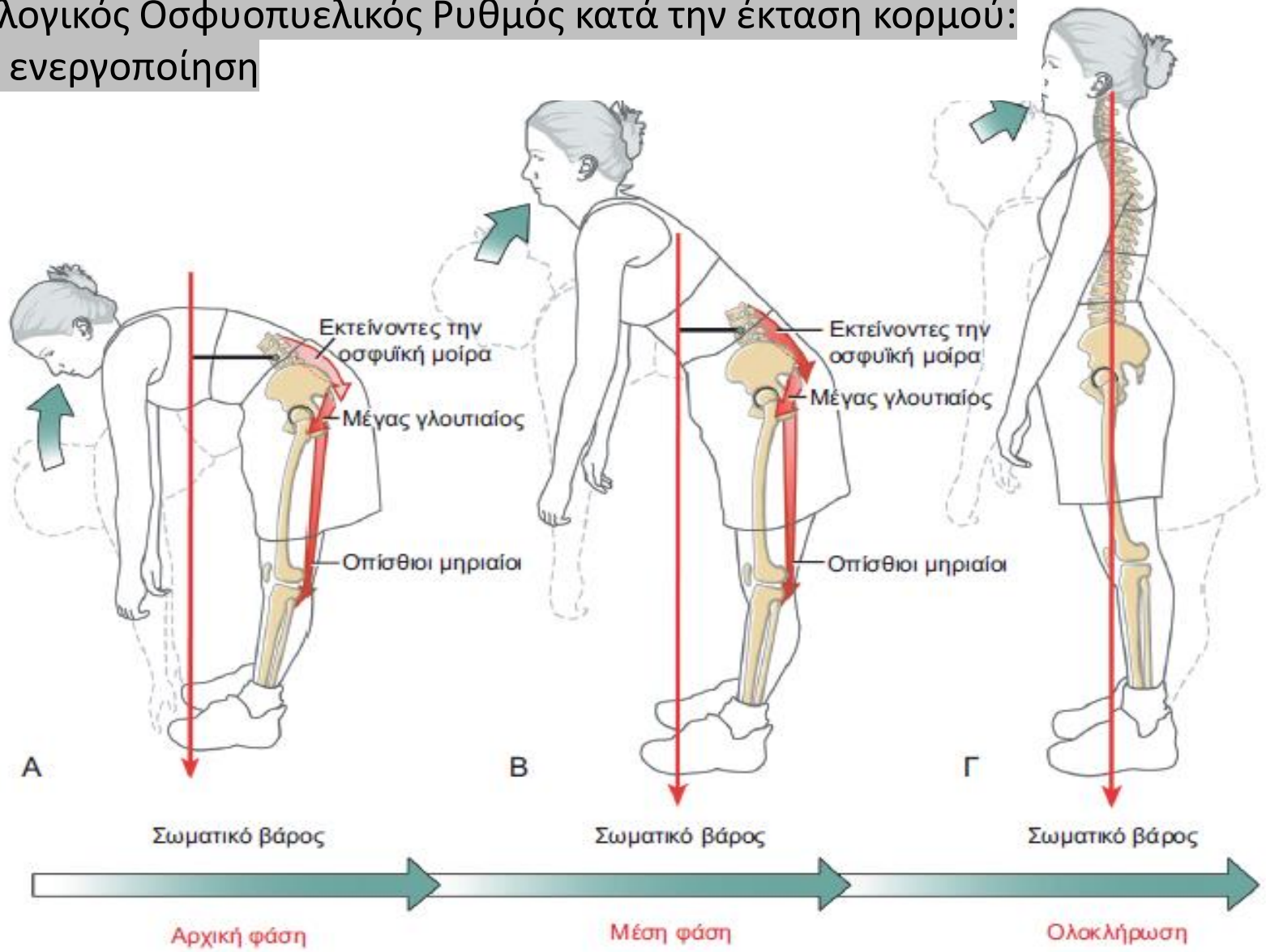
Η χρόνια οσφυαλγία συχνά σχετίζεται με αδυναμία ελέγχου των εν τω βάθει εκτεινόντων μυών του κορμού και επανοργάνωση των πρωτευουσών κινητικών περιοχών του εγκεφάλου (M1) *Massé-Alarie et al 2016*

Η εγκάρσια διατομή του ενδομυϊκού λιπώδους ιστού ήταν υψηλότερη στον πολυσχιδή και τους ραχιαίους εκτείνοντες σε ασθενείς με συνεχή CLBP συγκριτικά με ασθενείς με μη συνεχή ή υποτροπιάζουσα CLBP *Goubert et al 2017*

Μυϊκή δύναμη κοιλιακών – συσχέτιση με οσφυαλγία p=0,03 *Kato et al 2019*

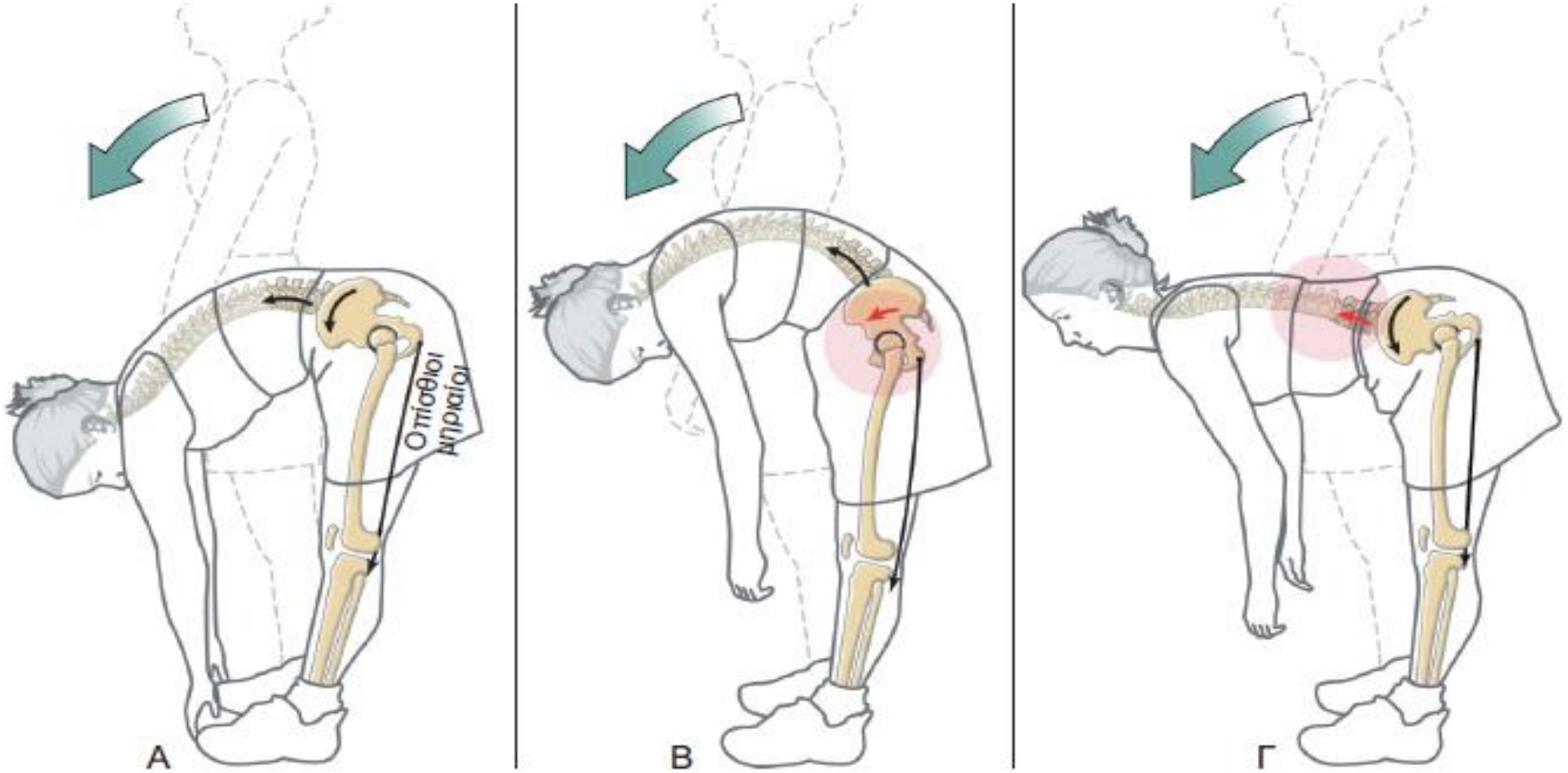
Όμως απαιτείται περεταίρω διερεύνηση και ισχυροποίηση των τεκμηρίων

Φυσιολογικός Οσφυοπυελικός Ρυθμός κατά την έκταση κορμού: Μυϊκή ενεργοποίηση



ΣΧ. 9.62 Τυπικός οσφυοπυελικός ρυθμός, καθώς ένα υγιές άτομο εκτείνει τον κορμό του από μια θέση κάμψης προς τα εμπρός. Η κίνηση διαιρείται σε τρεις διαδοχικές φάσεις (Α-Γ). Σε κάθε φάση ο άξονας στροφής για την έκταση του κορμού τοποθετείται αυθαίρετα μέσα από το σώμα του Ο3. (Α) Στην *αρχική φάση*, η έκταση κορμού λαμβάνει χώρα σε μεγαλύτερο ποσοστό, μέσω της έκτασης των ισχίων (λεκάνη πάνω στα μηριαία), με τη σχετικά έντονη ενεργοποίηση των εκτεινόντων τα ισχία μυών (μέγας γλουτιαίος και οπίσθιοι μηριαίοι. (Β) Στη *μέση φάση*, η έκταση του κορμού λαμβάνει χώρα μέσω της κοινής ενεργοποίησης των εκτεινόντων τα ισχία και την οσφυϊκή μοίρα. (Γ) Κατά την *ολοκλήρωση* της κίνησης, σταματά τυπικά η μυϊκή δραστηριοποίηση, μόλις η γραμμή δύναμης του σωματικού βάρους διέλθει πίσω από τα ισχία. Ο εξωτερικός μοχλοβραχίονας ροπής που χρησιμοποιείται από το σωματικό βάρος αποδίδεται με μια μαύρη γραμμή. Η μεγαλύτερη ένταση της κόκκινης απόχρωσης αντιστοιχεί στη σχετικά μεγαλύτερη ένταση της μυϊκής ενεργοποίησης.

Οσφυοπυελικός Ρυθμός κατά την κάμψη κορμού: Παρεκκλίσεις λόγω ανελαστικότητας ή περιορισμού κινητικότητας



Φυσιολογική κάμψη οσφυϊκής οίρας και ισχίων

Περιορισμένη κάμψη ισχίων με υπερβολική κάμψη της οσφυϊκής μοίρας

Περιορισμένη κάμψη οσφυϊκής μοίρας με υπερβολική κάμψη ισχίου

ΣΧ. 9.61 Τρεις διαφορετικοί οσφυοπυελικοί ρυθμοί που χρησιμοποιούνται για την κάμψη του κορμού προς τα εμπρός με τα γόνατα τεντωμένα. (Α) Μια φυσιολογική κινηματική στρατηγική που χρησιμεύει για την κάμψη του κορμού από την όρθια θέση, με σχεδόν ταυτόχρονη κάμψη 45° της οσφυϊκής μοίρας και κάμψη 60° κάμψης ισχίου (λεκάνη πάνω σε μηριαία). (Β) Όταν περιορίζεται η κάμψη στα ισχία (π.χ. λόγω ανελαστικότητας των οπίσθιων μηριαίων) χρειάζεται περισσότερη κάμψη στην οσφυϊκή και κατώτερη θωρακική μοίρα. (Γ) Όταν περιορίζεται η κινητικότητα της οσφυϊκής μοίρας, χρειάζεται περισσότερη κάμψη στις αρθρώσεις των ισχίων. Στο (Β) και στο (Γ) οι κύκλοι με κόκκινη απόχρωση και τα κόκκινα βέλη αποδίδουν τις περιοχές της περιορισμένης κινητικότητας.

Επίδραση της ανελαστικότητας του λαγονοψοΐτη στον οσφυοπυελικό ρυθμό

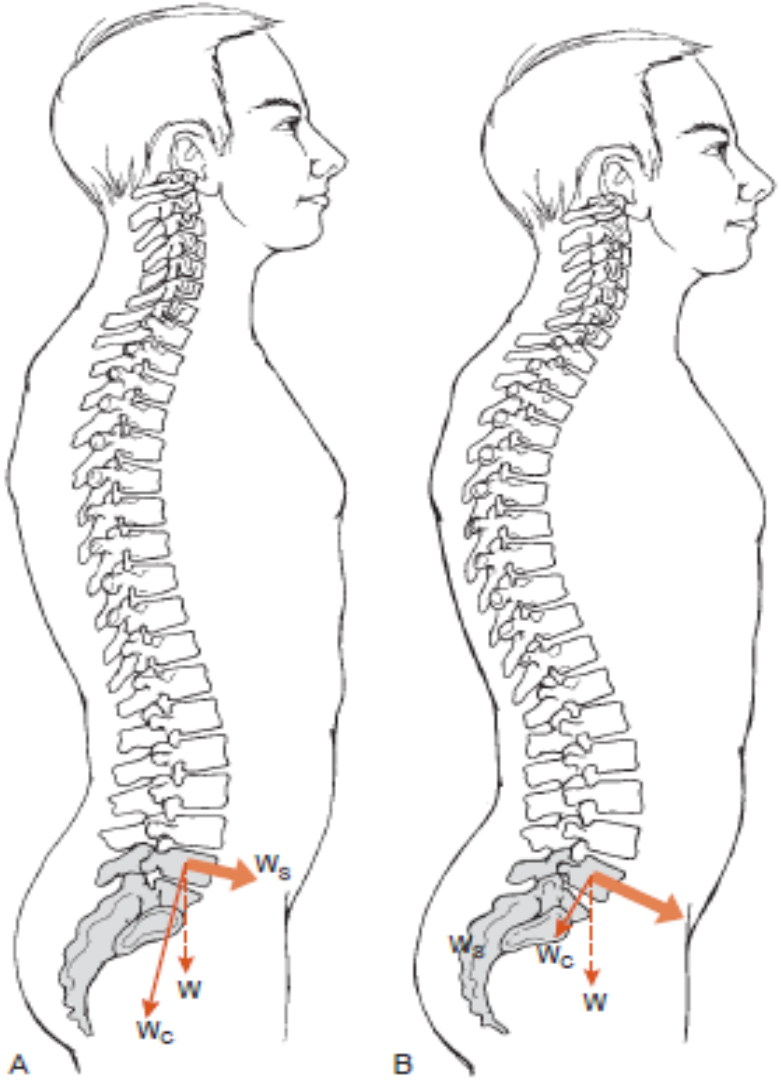
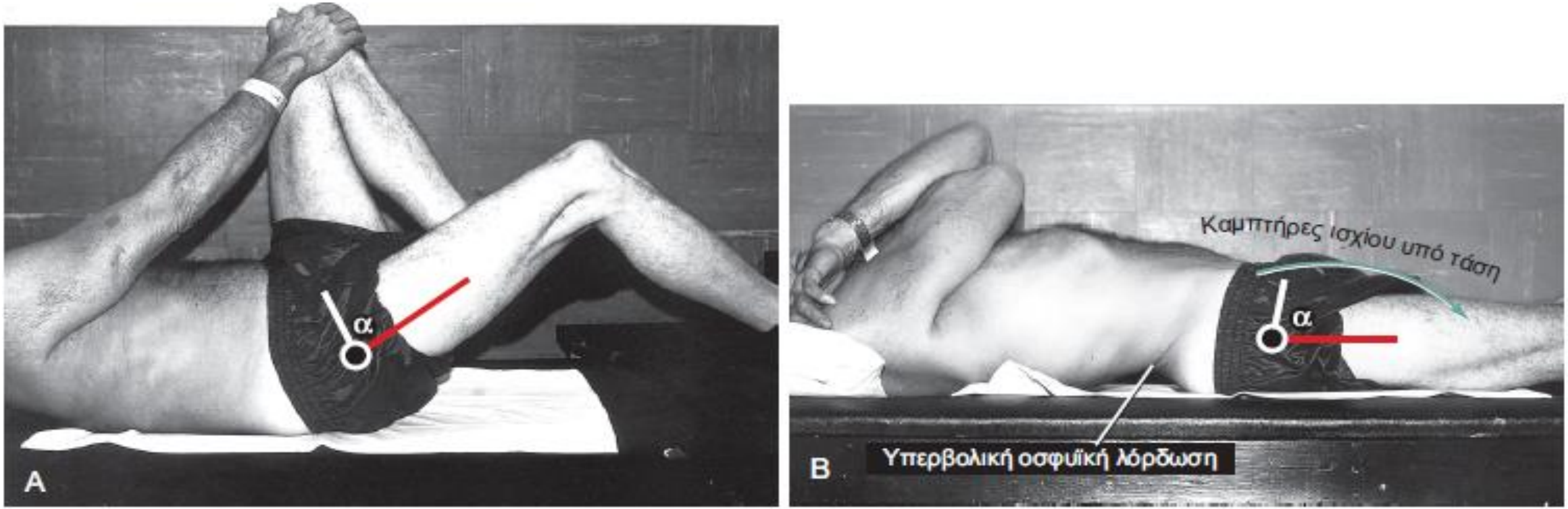


Figure 37.4: **A.** The anterior shear force component of the weight of the head, arms, and trunk *(W)* on the lumbosacral junction is parallel to the plane of the L5–S1 junction. **B.** As the inclination of the L5–S1 junction increases, the shear component also increases.

Βραχυμένος λαγονοψοΐτης:
Σε ευκίνητη ΟΜΣΣ→
πρόσθια κλίση λεκάνης

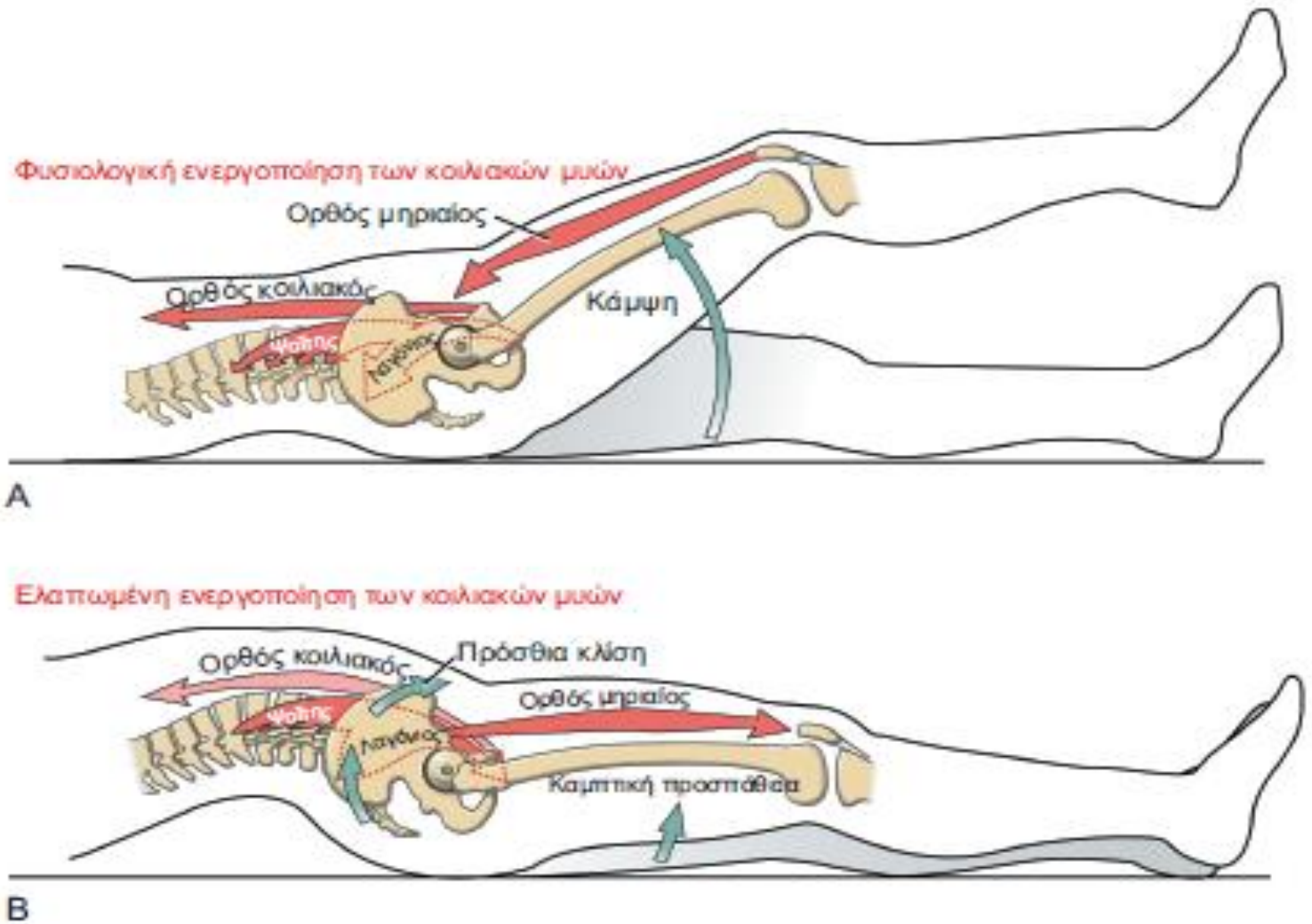
Βραχυμένος λαγονοψοΐτης:
Σε ανεπαρκή κινητικότητα στην ΟΜΣΣ → σκύψιμο κορμού

Επίδραση της ανελαστικότητας του λαγονοψοΐτη στον οσφυοπυελικό ρυθμό



ΣΧ. 9.64 Η σχέση μεταξύ των υπό τάση καμπτήρων του ισχίου, της υπερβολικής πρόσθιας κλίσης λεκάνης και της υπερβολικής οσφυϊκής λόρδωσης σε ένα άτομο με προχωρημένη οστεοαρθρίτιδα δεξιού ισχίου. Ο εγκάρσιος άξονας της στροφής στο ισχίο αποδίδεται ως ένας λευκός κύκλος. (Α) Η γωνία (α) που σχηματίζεται μεταξύ του μηριαίου (*κόκκινη γραμμή*) και μιας *λευκής γραμμής*, που αντιστοιχεί στη λαγόνια ακρολοφία, αντιπροσωπεύει μια σύγκαμψη σε κάμψη του δεξιού ισχίου. Το φυσιολογικό αριστερό ισχίο κρατιέται σε κάμψη, για να παραμείνει η λεκάνη σε όσο μεγαλύτερη οπίσθια κλίση είναι εφικτό. (β) Όταν τα δύο κάτω άκρα αφήνονται πάνω στο στρώμα, η λεκάνη έρχεται σε πρόσθια κλίση, λόγω της τάσης που παράγεται από τους βραχυσμένους και υπό τάση καμπτήρων του δεξιού ισχίου, κάτι που επιτείνει την οσφυϊκή λόρδωση. Η αυξημένη λόρδωση είναι προφανής από το κενό που σχηματίζεται μεταξύ της οσφύος και του στρώματος. Η σύγκαμψη του ισχίου σε κάμψη είναι παρούσα, αλλά αποκρύπτεται από τη θέση της λεκάνης σε πρόσθια κλίση.

Επίδραση της μυϊκής ανεπάρκειας των κοιλιακών στον οσφυοπυελικό έλεγχο

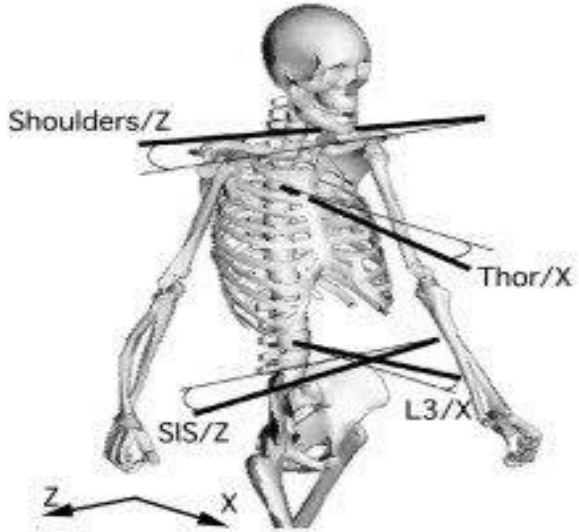


Σχ.12.29 Ο σταθεροποιητικός ρόλος των κοιλιακών μυών φαίνεται κατά την μονόπλευρη ανόρθωση του σκέλους. (Α) Με φυσιολογική ενεργοποίηση των κοιλιακών μυών (όπως του ορθού μηριαίου), η λεκάνη σταθεροποιείται και προλαμβάνεται η πρόσθια κλίση από την ισχυρή έλξη προς τα κάτω των καμπτήρων μυών του ισχίου. (Β) Με μειωμένη ενεργοποίηση του ορθού κοιλιακού, η σύσπαση των καμπτήρων του ισχίου προκαλεί μια έντονη πρόσθια κλίση της λεκάνης. Παρατηρήστε την αύξηση στην οσφυϊκή λόρδωση, που συνοδεύει την πρόσθια κλίση της λεκάνης. Η μειωμένη ενεργοποίηση των κοιλιακών μυών υποδεικνύεται με ελαφρύτερο κόκκινο.

Κινητικά πρότυπα βάδισης οσφυαλγικού ασθενή

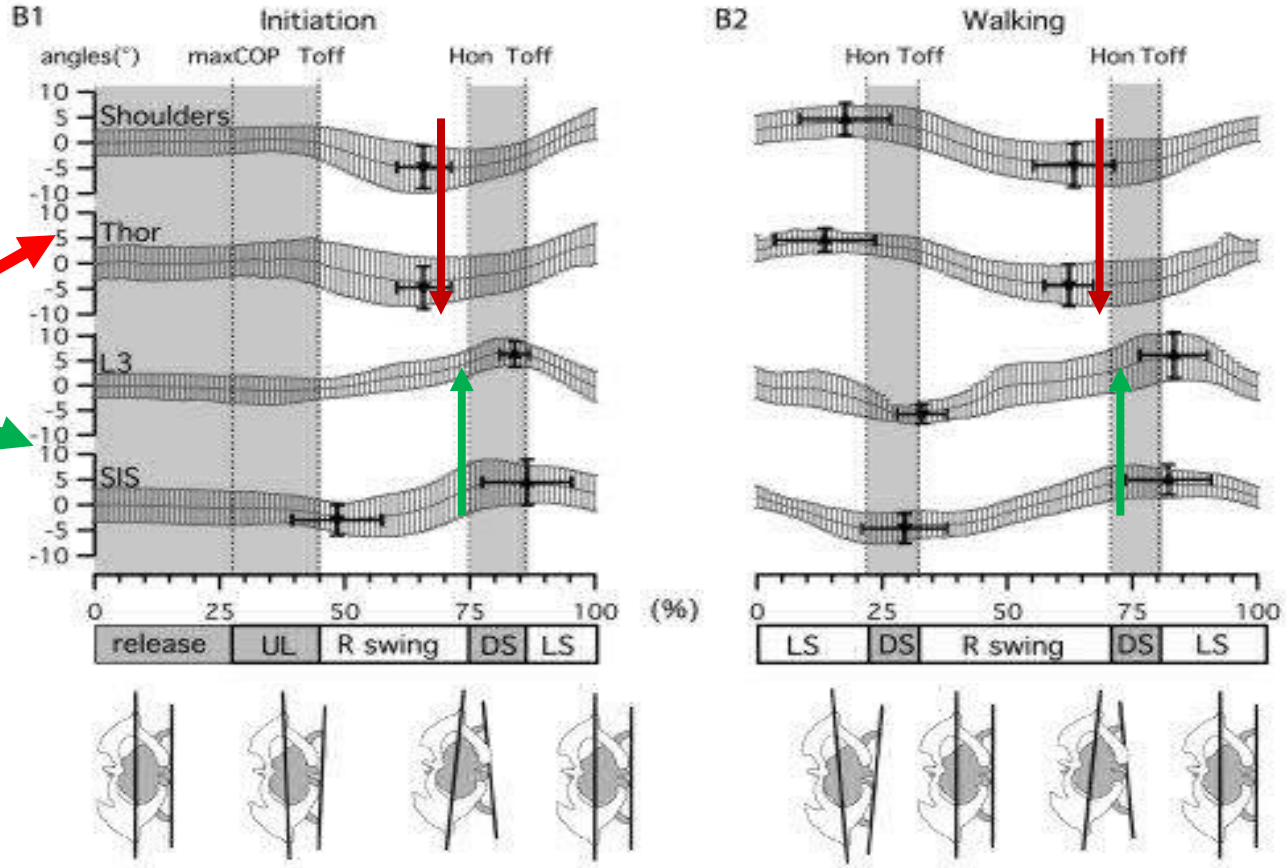
- Οι ασθενείς με LBP συνήθως περπατούν πιο αργά από τους υγιείς συνομηλίκους τους. Επιπλέον, σε αυτούς τους ασθενείς αλλάζει ο συντονισμός των βημάτων.
- Σε φυσιολογικό αργό βάδισμα, οι οριζόντιες περιστροφές της λεκάνης και του θώρακα είναι περισσότερο συγχρονισμένες («σε φάση»), αλλά σε υψηλότερες ταχύτητες κινούνται περισσότερο «εκτός φάσης» (λιγότερο συγχρονισμένες).
- Αυτή η αλλαγή συντονισμού σε υψηλότερες ταχύτητες εμφανίζεται λιγότερο σε ασθενείς με χρόνια μη ειδικής LBP. Υποστηρίχθηκε ότι οι ασθενείς διατηρούν την περιστροφή της λεκάνης και του θώρακα περισσότερο «σε φάση» για να αποφευχθούν μεγάλες (ή γρήγορες) περιστροφές στη σπονδυλική στήλη. Δηλαδή αποφεύγουν τον μεγάλο χιασμό της ωμικής και πυελικής ζώνης

Στροφή πυελικής και ωμικής ζώνης στο εγκάρσιο επίπεδο κατά τη βάδιση σε οσφυ-αλγικούς ασθενείς LBP



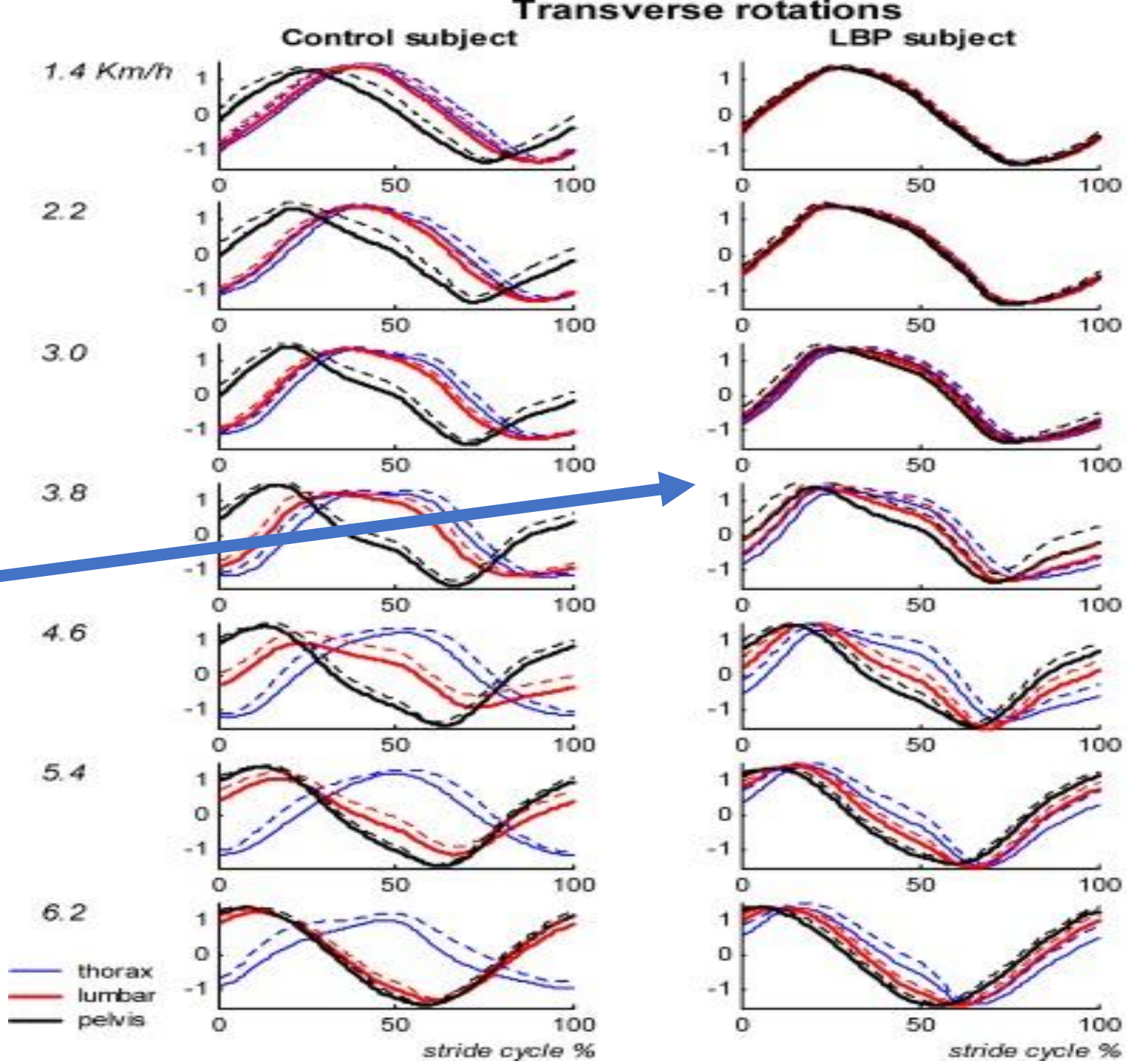
Χιασμός των ζωνών

Όταν η μια έχει τιμές >0 η άλλη έχει <0



Στροφή πυελικής και ωμικής ζώνης στο εγκάρσιο επίπεδο κατά τη βάδιση σε οσφυ-αλγικούς ασθενείς LBP

Παρατηρείται ταύτιση της **μαύρης γραμμής (Πύελος)** **και της μπλε (θώρακα)** στους οσφυαλγικούς ασθενείς (LBP)



Κινητικά πρότυπα βάδισης οσφυαλγικού ασθενή

- Υπάρχουν ενδείξεις ότι μερικά άτομα με LBP αυξάνουν τη δραστηριότητα των μυών του κορμού κατά τη διάρκεια του βηματισμού, ενδεχομένως ως «προστατευτικής στρατηγικής» ("guarding strategy") για την περαιτέρω μείωση της κίνησης της σπονδυλικής στήλης.
- Επιπλέον, έχει αναφερθεί ότι αυτή η προστατευτική στρατηγική των μυών συνδέεται στενότερα με την ψυχολογική απάντηση στον πόνο του κάθε ατόμου παρά με την ένταση του πόνου.
- Έχει διεχθεί σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού ενεργοποίησης του έξω λοξού κοιλιακού κατά τη διάρκεια της βάδισης και της επίδοσης σε μία κλίμακα πόνου (r = 0,376).

Συμπερασματικά

Τα άτομα με οσφυαλγία παρουσιάζουν μικρότερο μήκος διασκελισμού, μικρότερη αυτο-ρυθμιζόμενη ταχύτητα και έναν περισσότερο "σε φάση" συντονισμό της οσφύς, του θώρακα και της πυέλου κατα την διάρκεια της βάδισης υιοθετόντας μια «προστατευτική στρατηγική» ("guarding strategy") για την περαιτέρω μείωση της κίνησης της σπονδυλικής στήλης.

Επίσης παρατηρούμε μια αυξημένη μυϊκή δραστηριότητα των εκτεινόντων του κορμού και του ορθού κοιλιακού που πιθανώς να είναι μια αντιστάθμιση της μειωμένης και ετεροχρονισμένης μυϊκής ενεργοποίησης του εγκάρσιου κοιλιακού και του πολυσχιδή

Κινητικά Πρότυπα βάδισης σε ασθενή με οσφυαλγία (LBP)

Τάση για μικρότερο μήκος διασκελισμού σε άτομα με LBP σε σχέση με τους υγιείς.

Vogt et al., 2001 & 2003

Αρκετές έρευνες μελετώντας την κινηματική σε ασθενείς με LBP έδειξαν ότι παρουσιάζουν μικρότερο εύρος στροφής της λεκάνης, του ισχίου ή της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης κατά τη διάρκεια της βάδισης.

Seay et al., 2011a , van den Hoorn et al., 2012 , Crosbie et al, 2013 , Gombatto et al., 2015 , Müller et al. , 2015. Christe et al., 2017

Πρότυπα μυϊκής δραστηριότητας του κορμού σε χρόνια LBP κατά τη διάρκεια της βάδισης.

- Η ενεργοποίηση EMG των οσφυϊκών εκτεινόντων είναι υψηλότερη στην ομάδα LBP κατά τη διάρκεια της διπλής φάσης στήριξης κατά τη διάρκεια της φάσης αιώρησης
- Η ενεργοποίηση των οσφυϊκών εκτεινόντων στους ασθενείς με LBP βρέθηκε αυξημένη ως απάντηση σε μια απροσδόκητη αύξηση της ταχύτητας βάδισης κατά τη φάση της αιώρησης
- Η ενεργοποίηση του ορθού κοιλιακού (RA) είναι μεγαλύτερη στην ομάδα LBP και κατά τις δύο φάσεις βάδισης (στήριξη και αιώρηση)

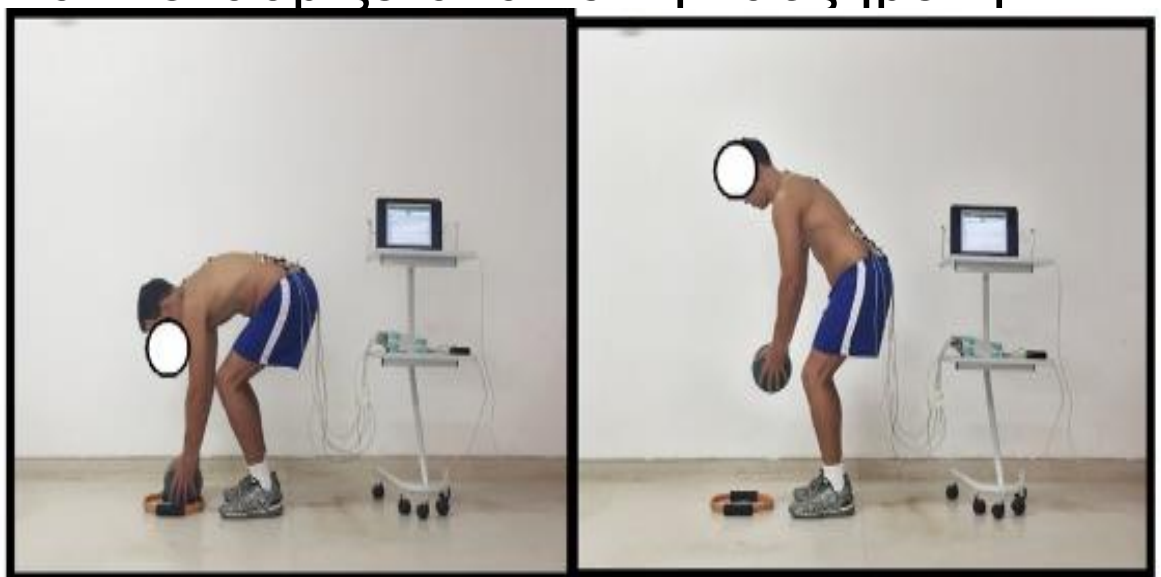
«ΝΑΡΘΗΚΟΠΟΙΗΣΗ» Της ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΓΙΑ ΑΠΟΦΥΓΗ ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΩΝ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

Μυϊκά πρότυπα του κορμού κατά την ανύψωση αντικειμένου σε ασθενείς με υποτροπιάζουσα LBP

- Η ενεργοποίηση του εγκάρσιου κοιλιακού και του έσω λοξού και του πολυσχιδή καθυστέρησαν στην ομάδα LBP σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου κατά την διάρκεια ανύψωσης ενός κιβωτίου 5 κιλών χρησιμοποιώντας και τα δύο χέρια με έκταση αγκώνα 0° και κάμψη ώμου 40° *Suehiro et al.*

- Επιπλέον, το εύρος της ενεργοποίησης των εκτεινόντων τον κορμό ήταν μεγαλύτερο στην ομάδα LBP από ό, τι στην ομάδα ελέγχου ($p < 0,05$).

- Πιθανότατα η μείωση της σταθερότητας λόγω της καθυστέρησης ενεργοποίησης των έσω λοξού και του πολυσχιδή να αντισταθμίζεται από την αυξημένη δραστηριότητα των εκτεινόντων ΣΣ.



Μυική δραστηριότητα σε άτομα με LBP.

- Εξετάστηκε η αμφοτερόπλευρη ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του λαγονοπλευρικού, του μήκιστου και του πολυσχιδή κατα την διάρκεια 5 λειτουργικών δραστηριοτήτων Lima et al. (2018)

1) παραλαβή ενός αντικειμένου από το έδαφος (medicine ball),

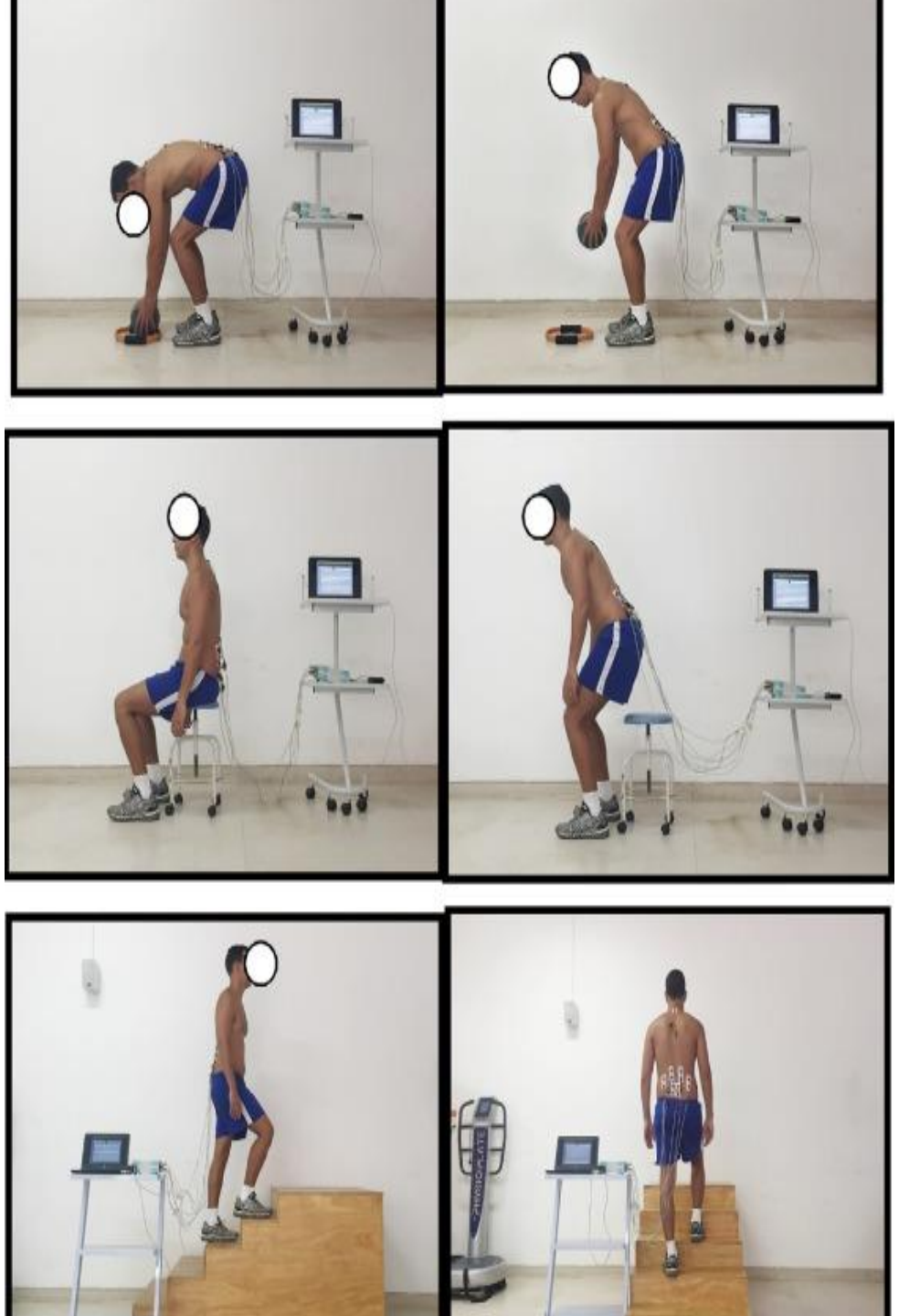
2) τοποθέτηση του αντικειμένου στο έδαφος,

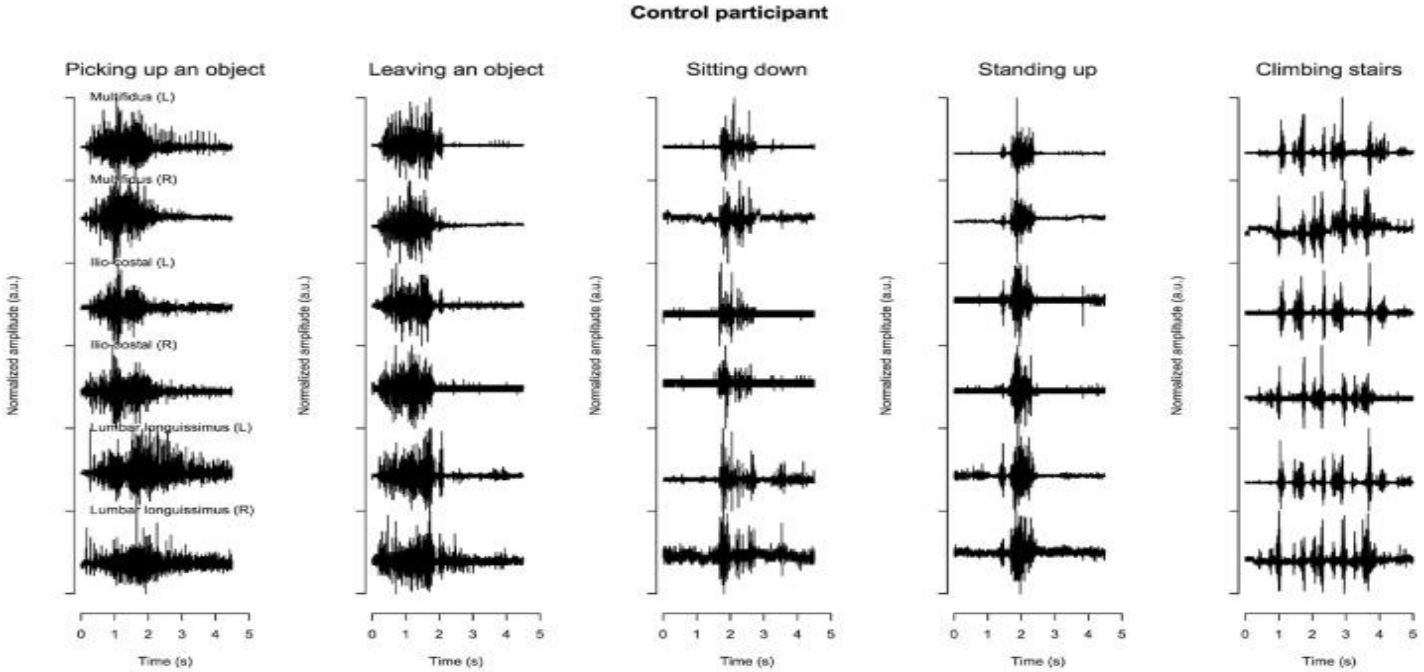
3) κάθισμα στο έδαφος,

4) επαναφορά στην όρθια θέση και

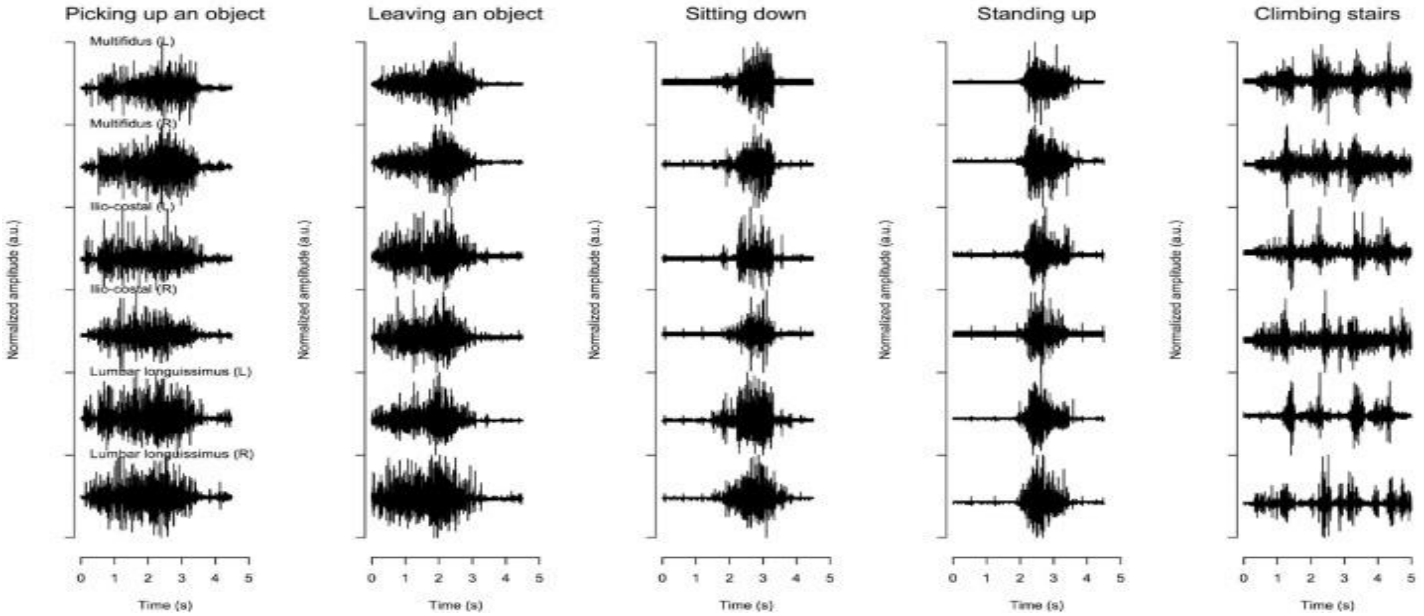
5) ανέβασμα σκάλας.

- Παρατηρήθηκε <u>υψηλότερη ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα σε ασθενείς με LBP, με εξαίρεση τον πολυσχιδή</u> κατά τη διάρκεια της λήψης της μπάλας από το έδαφος.
- Οι διαφορές στη μυϊκή δραστηριότητα παρατηρήθηκαν σε εργασίες με χαμηλή σωματική απαίτηση για την σπονδυλική στήλη (π.χ. σκαλιά) καθώς και σε εργασίες με υψηλή απαίτηση για τη σπονδυλική στήλη (π.χ. σήκωμα αντικειμένου από το έδαφος). Η πλειοψηφία των αναλύσεων έδειξε μια σταθερή <u>αύξηση στην μυική δραστηριότητα των εκτεινόντων</u> στην ομάδα με LBP.



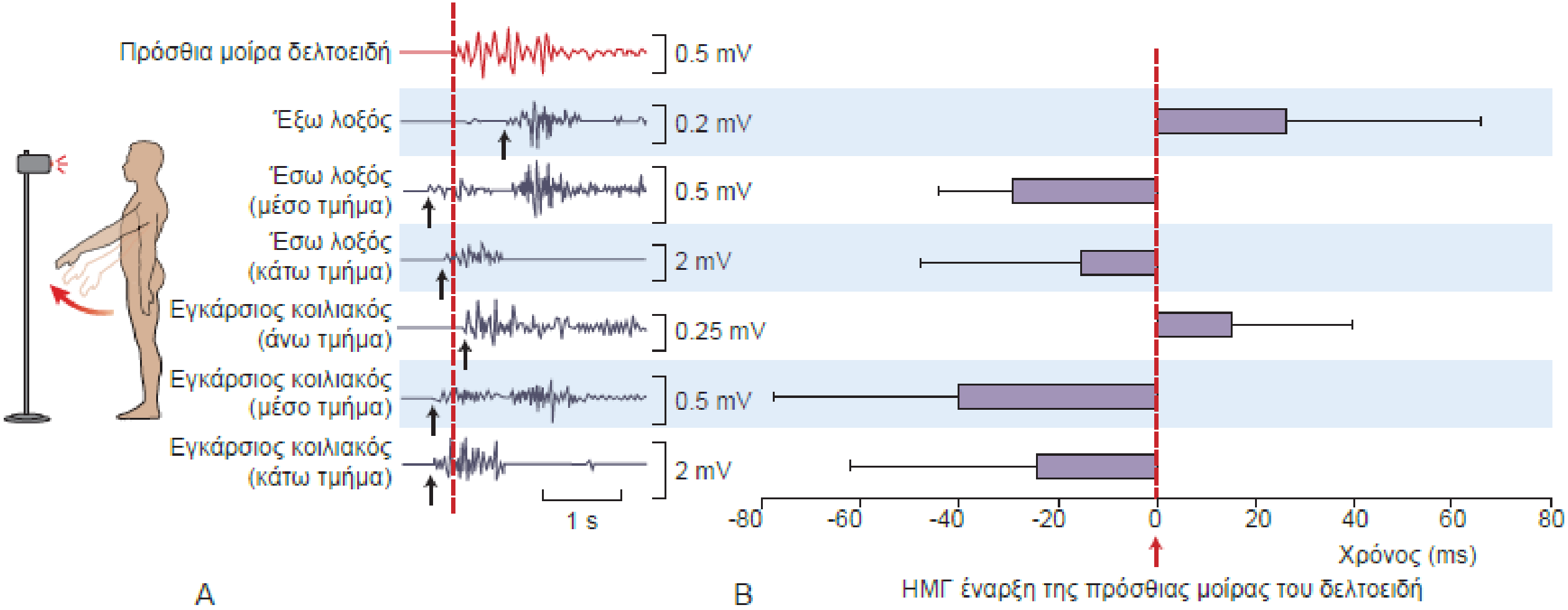


Υψηλότερη ενεργοποίηση σε οσφυαλγικούς

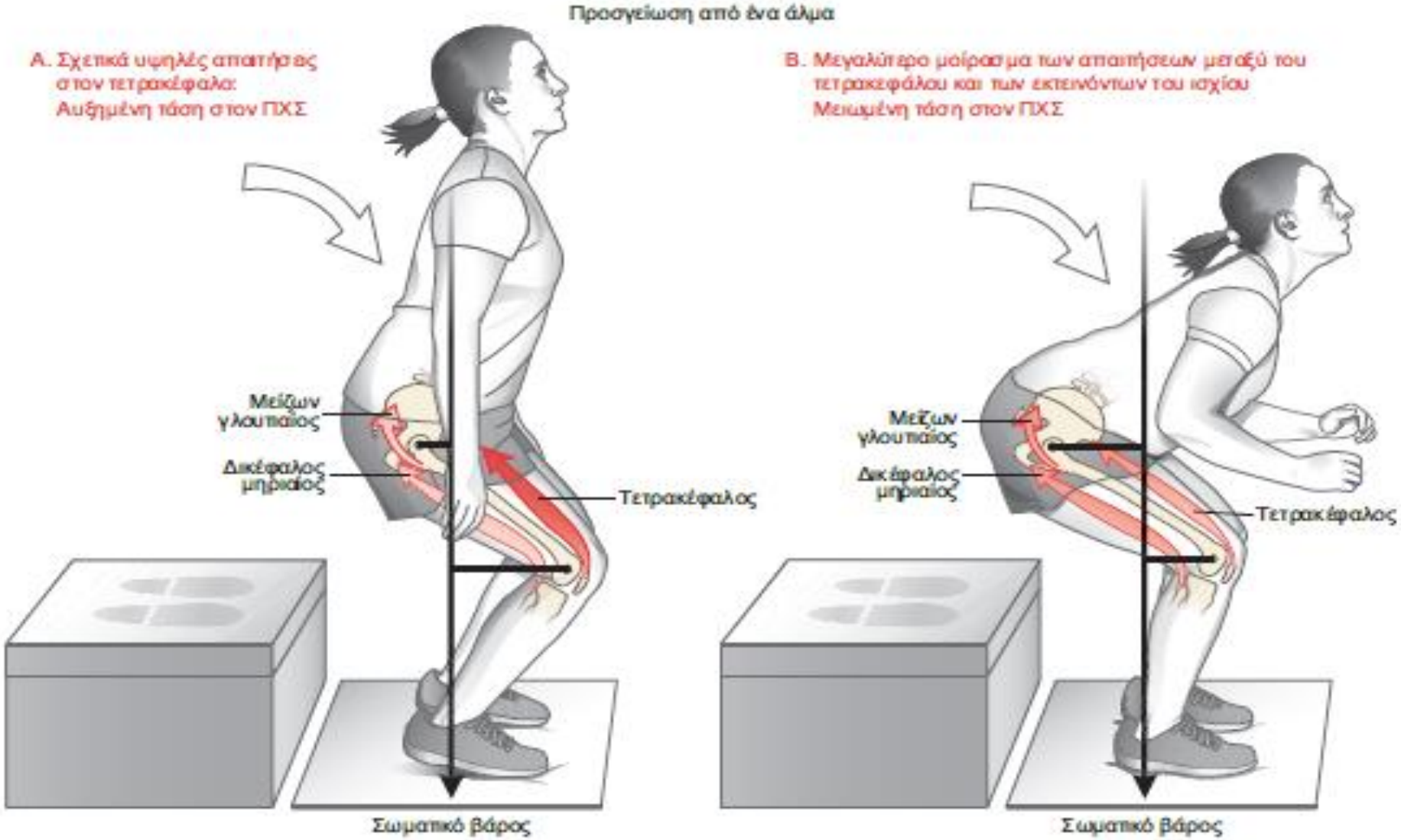


Μελέτη της μυϊκής ενεργοποίησης σε άτομα με χρόνια οσφυαλγία έδειξε μια συστηματική, βραχεία καθυστέρηση στην έναρξη των EMG σημάτων από τον εγκάρσιο κοιλιακό – η ενεργοποίηση του εν λόγω μυός λαμβάνει χώρα τις περισσότερες φορές *μετά* την ενεργοποίηση των πρωταγωνιστών της γρήγορης κίνησης του άκρου

Hodges et al 1997, Moseley et al 2003.



ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΠΡΟΣΓΕΙΩΣΗΣ



ΣΧΗΜΑ 13.38 Δυο αντίθετα πρότυπα προσγείωσης από ένα άλμα έχουν θεωρηθεί σχετικά επισφαλή (Α) ή ασφαλή (Β), υπό την έννοια της τάσης και τραυματισμού του ΠΧΣ. Το πρότυπο προσγείωσης στο (Α) σχετίζεται με έναν μικρότερο εξωτερικό (καμπτικό) μοχλοβραχίονα και έναν μεγαλύτερο εσωτερικό (καμπτικό) μοχλοβραχίονα (βλέπε μαύρες γραμμές που ξεκινούν στον μετωπιαίο άξονα στροφής του γόνατος και του ισχίου). Το πρότυπο προσγείωσης στο (Β), αντίθετα, καταλήγει σε αντιστροφή των σχετικών μηκών των μοχλοβραχιόνων του γόνατος και του ισχίου. Η σχετική ενεργοποίηση των μυών υποδεικνύεται από διαφορετικές σκιάσεις του κόκκινου, βλέπε δυσανάλογα υψηλή ενεργοποίηση του τετρακεφάλου στο (Α). Τα διανύσματα του σωματικού βάρους που διασταυρώνονται με τους διάφορους μοχλοβραχίονες. Σημειώστε: Ο δικέφαλος μηριαίος παρουσιάζεται ως ένα δείγμα της ομάδας των οπίσθιων μηριαίων.

ΟΣΦΥΑΛΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΠΡΟΣΓΕΙΩΣΗΣ

Τα άτομα με οσφυαλγία χρησιμοποιούν τροποποιημένες στρατηγικές προσγείωσης.

Αυτό περιλαμβάνει:

- αυξημένη μυϊκή δραστηριότητα του κορμού
- καθυστέρηση των μυών του κορμού και του μηρού
- μικρότερη κάμψη του γόνατος
- μικρότερη απαγωγή ισχίου κατά την αρχική επαφή

Αυτές οι τροποποιήσεις επηρεάζουν αρνητικά την δυναμική των κάτω άκρων και της σπονδυλικής στήλης κατά τη διάρκεια της προσγείωσης οδηγώντας σε αυξημένες ή μη φυσιολογικές δυνάμεις και αυξημένη πιθανότητα πρόκλησης τραυματισμού.

Επιπλέον, σε άτομα με οσφυαλγία λόγω

μειωμένου νευρομυϊκού ελέγχου στην οσφύ,

μειωμένης μυϊκής δύναμης και

καθυστερημένης μυϊκής ενεργοποίησης

στην περιοχή της οσφύς και των μηρών κατά την προσγείωση χρησιμοποιούνται εναλλακτικές κινηματικές στρατηγικές για να απορροφήσουν κατακόρυφες δυνάμεις αντίδρασης εδάφους, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει αρνητικά αρθρώσεις του κάτω άκρου.

Οι γυναίκες που χρησιμοποιούν διαφορετικά πρότυπα προσγείωσης από τους άντρες, όταν έχουν και ιστορικό οσφυαλγίας αυξάνεται η έκθεσή τους σε εμβιομηχανικούς παράγοντες που συμβάλουν σε τραυματισμούς των κάτω άκρων.

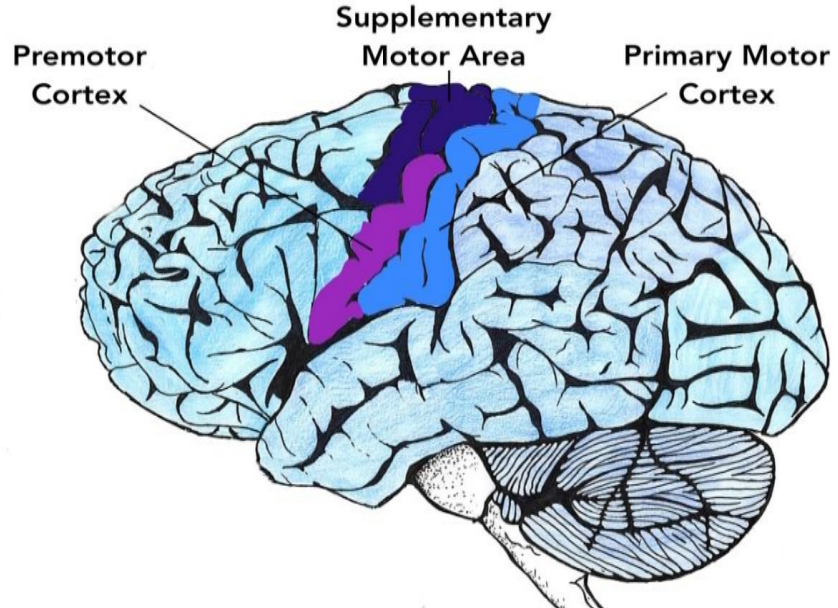
(Haddas et al, 2015)

ΚΝΣ και οσφυαλγία

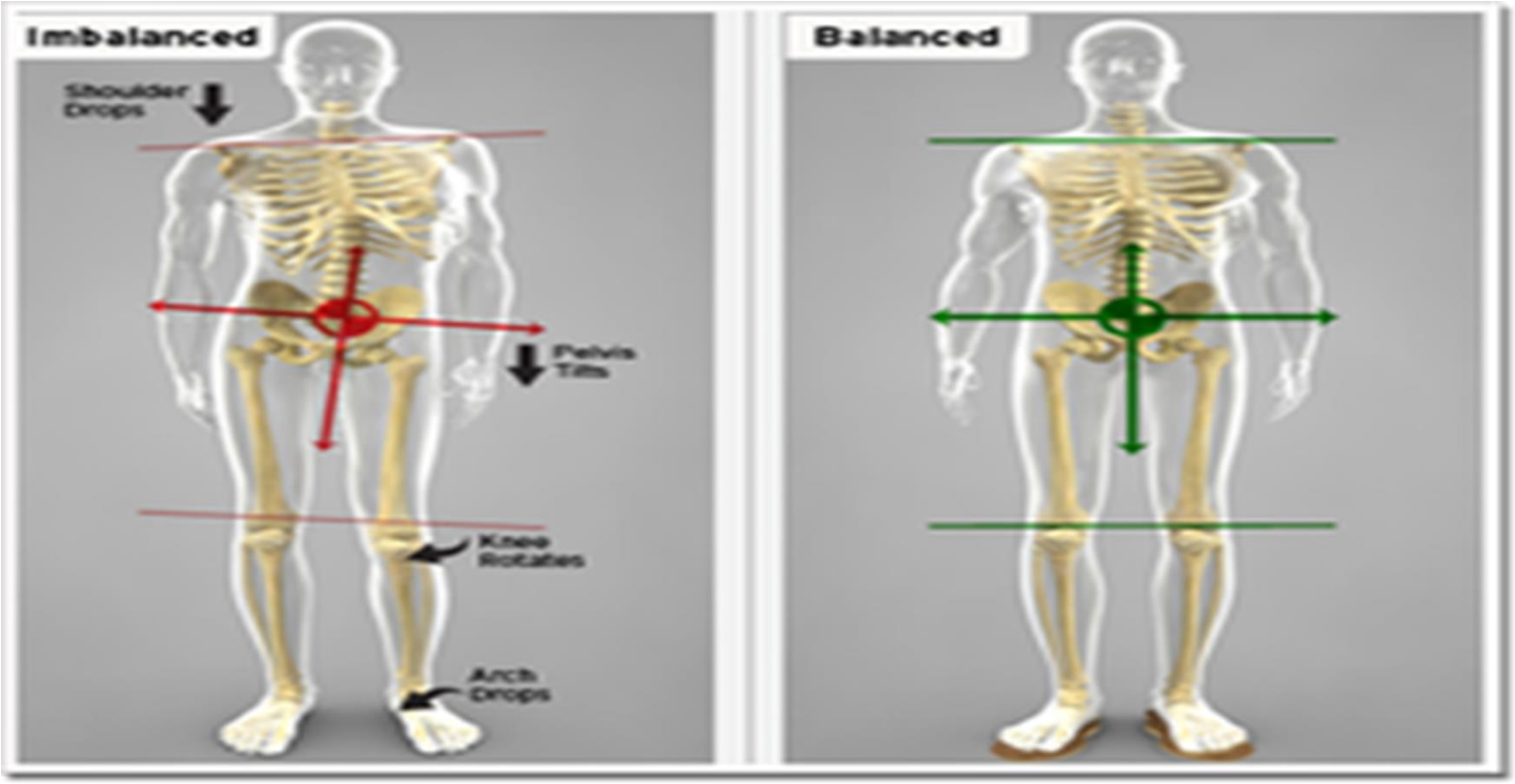
- Αν και η μειωμένη ιδιοδεκτικότητα συμβάλλει πιθανώς στις τροποποιημένες στάσεις και κινήσεις του ατόμου με LBP, οι τροποποιημένες αποκρίσεις της όρθιας στάσης και της βάδισης μπορεί να αντιπροσωπεύουν μια μεταβολή στην κεντρική καταγραφή των συνεργειών των μυών (προσαρμογές στο κεντρικό νευρικό σύστημα)

(Cholewicki et al., 2005, Henry et al., 2006, MacDonald et al., 2010, Radebold et αϊ, 2000).

- Υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις νευροπλαστικότητας του κινητικού συστήματος στους ασθενείς με χρόνιο πόνο, ειδικά στις αισθητικοκινητικές περιοχές του εγκεφάλου, συμπεριλαμβανομένου του πρωτεύοντος κινητικού φλοιού. Η τροποποιημένη ενδοφλοιική διέγερση μπορεί να μεταβάλει το κινητικό ερέθισμα.



Ανισοσκελία και οσφυαλγία



- Η οσφυαλγία είναι συνήθως αποτέλεσμα της ανισοσκελίας, διότι η άνιση κατανομή των δυνάμεων προκαλεί την κλίση της πυέλου με αποτέλεσμα, την ανάπτυξη σκολίωσης με την κυρτότητα της σπονδυλικής στήλης να εντοπίζεται στην πλευρά του βραχύτερου κάτω άκρου Gilles et al

- Αυτό συμβαίνει ώστε να εξισορροπηθούν οι δυνάμεις που ασκούνται στατικά και δυναμικά.

Ανισοσκελία – Λειτουργική Σκολίωση - Οσφυαλγία

Με 13 mm ανισοσκελία → 11 μοίρες γωνία Cobb

Σε χρόνιους οσφυαλγικούς ασθενείς με ανισοσκελία ≤10mm η χρήση προσθετικών ανύψωσης οδήγησε σε σημαντική μείωση του πόνου και της ανικανότητας εντός 10 ± 2 εβδομάδων

Defrin et al 2005

Αύξηση της κατανάλωσης O2 και της αίσθησης της προσπάθειας σε βάδιση με 20mm ανισοσκελία

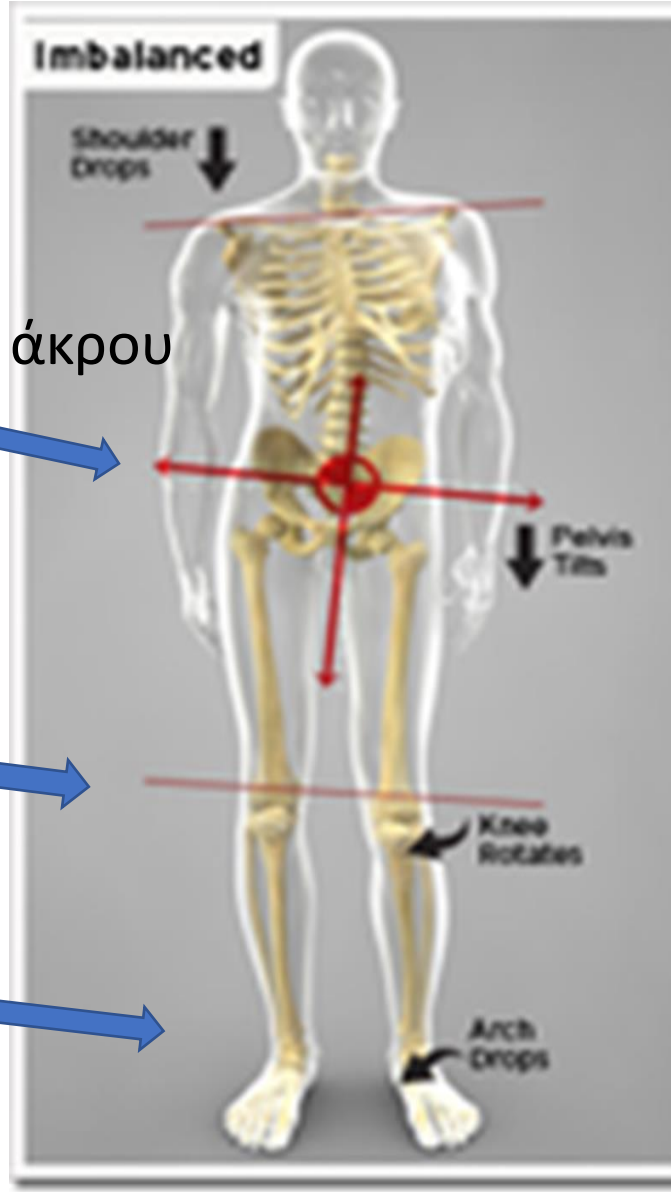
Gurney et al 2001

Ασθενείς με οσφυαλγία είχαν υψηλότερη ανισοσκελία από ασυμπτωματικούς (10,6 vs 5,1mm) *Friberg et al 1987*

Λειτουργική σκολίωση σε 20 mm ανισοσκελία

Διόρθωση με ανύψωση παπουτσιού 20 mm

Οι συχνότεροι αντιροπιστικοί μηχανισμοί περιλαμβάνουν



- Στροφή και κλίση της λεκάνης προς την πλευρά του βραχύτερου κάτω άκρου
- Ανάπτυξη σκολίωσης με την κυρτότητα της σπονδυλικής στήλης να εντοπίζεται στην πλευρά του βραχύτερου κάτω άκρου

- Την κάμψη της άρθρωσης του γόνατος στο μακρύτερο κάτω άκρο
- Το ανάκυρτο γόνατο στην πλευρά του βραχύτερου κάτω άκρου

- Τον έντονο πρηνισμό & πελματιαία κάμψη της υπαστραγαλικής άρθρωσης στην πλευρά του μακρύτερου κάτω άκρου
- Υπτιασμό του ποδιού (βραχύ άκρο)

Διαταραχές Βάδισης λόγω ανισοσκελίας

- Οι αντιρροπιστικοί μηχανισμοί κατά τη βάδιση είναι πολύπλοκοι και περιλαμβάνουν ένα συνδυασμό κινηματικών αλλαγών της πυέλου του γόνατος και του ποδιού.

Πιο συγκεκριμένα κατά τη βάδιση

- 6,1^{ο} κλίση πυέλου κατά την βάδιση σε ανισοσκελία 2,2 cm
- Κάμψη γόνατος στο μακρύτερο άκρο
- Υπερέκταση γόνατος βραχύτερου
- Υπτιασμό ΠΔΚ μακρύτερου άκρου
- Πελματιαία κάμψη βραχύτερου άκρου.