

ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΟΡΘΩΤΙΚΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ

Ε.Α. ΜΑΓΝΗΣΑΛΗΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης, ISO, χρησιμοποιεί για τις ορθωτικές διατάξεις (στο εξής ορθώσεις) τους εξής ορισμούς¹: Orthosis is an externally applied device used to modify the structural and functional characteristics of the neuro-muscular and skeletal systems. Spinal orthosis is an orthosis applied to all or part of the trunk, head and neck and their intermediate joints.

Για τις ορθώσεις της σπονδυλικής στήλης (ΣΣ), ο ίδιος οργανισμός προβλέπει ορισμούς με βάση το ανατομικό πεδίο εφαρμογής². Έτσι, έχουμε για παράδειγμα οσφυο-ιερές (lumbo-sacral orthosis = LSO), θωρακο-οσφυο-ιερές (thoraco-lumbo-sacral orthosis = TLSO) και αυχενο-θωρακο-οσφυο-ιερές ορθώσεις (cervico-thoraco-lumbo-sacral orthosis = CTLSO).

Με βάση τα επιδιωκόμενα εμβιομηχανικά χαρακτηριστικά τους, οι ορθώσεις της ΣΣ έχουν ταξινομηθεί στις εξής κατηγορίες³:

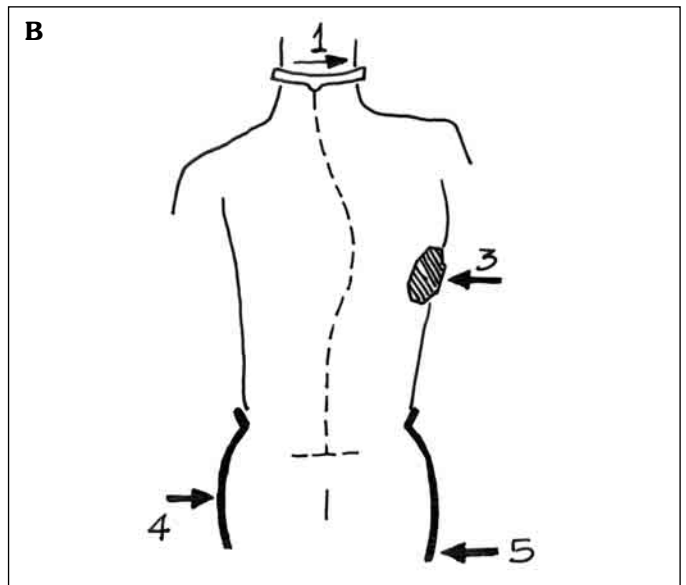
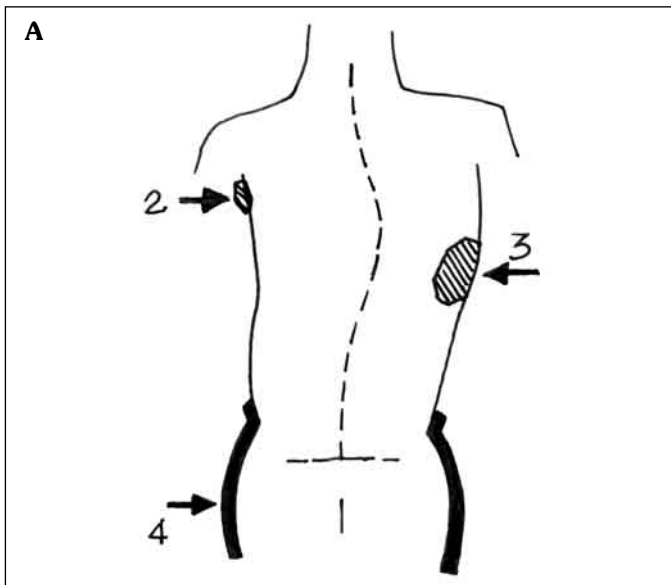
- δυναμικές ορθώσεις, για τη διόρθωση των αποκλίσεων της ΣΣ ή έστω την αποτροπή της εξέλιξής τους,
- λειτουργικές ορθώσεις στήριξης, για την ανακούφιση του άλγους,
- στατικές ορθώσεις στήριξης, για την αποτροπή των παραμορφώσεων της ΣΣ, προκειμένου να διατηρηθούν λειτουργίες όπως η αναπνευστική.

Από εμβιομηχανικής πλευράς, το ενδιαφέρον εστιάζεται στις δυναμικές ορθώσεις, διότι αποτελούν το εργαλείο της συντηρητικής αντιμετώπισης της ιδιοπαθούς σκολίωσης και της εφηβικής κύφωσης (ασθένειας Scheuermann). Στο κείμενο που ακολουθεί επιδιώκεται η παρουσίαση των εμβιομηχανικών αρχών που διέπουν την ορθωτική αποκατάσταση της ΣΣ σε αυτές τις περιπτώσεις.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Σαν δομικό συγκρότημα, η ΣΣ απαρτίζεται από μία σειρά ημιστερεών σωμάτων (σπόνδυλοι), τα οποία συνδέονται με ιξωδοελαστικά στοιχεία (μεσοσπονδύλιοι δίσκοι και σύνδεσμοι). Σε αυτό το συγκρότημα είναι περιμετρικά συνδεδεμένα άλλα στοιχεία, επίσης ιξωδοελαστικά, με σκληρότητα που ποικίλει από αυτήν των πλευρών έως αυτήν του λίπους.

Οι ορθώσεις της ΣΣ καλούνται να συνεργαστούν με το παραπάνω δομικό σύνολο. Ως εκ τούτου, για τον προσδιορισμό των εμβιομηχανικών χαρακτηριστικών τους πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν τόσο η κινηματική της εκάστοτε ΣΣ στους έξι βαθμούς ελευθερίας, όσο και ο βαθμός ενδοτικότητας κάθε ανατομικής περιοχής, όπως και ο πιθανός ερπυσμός των μαλακών ιστών που την περιβάλλουν.



Εικόνα 1Α. Τυπικό σύστημα ορθωτικών δυνάμεων για θωρακική σκολίωση. **Β.** Πιθανή εξέλιξη συστήματος ορθωτικών δυνάμεων για θωρακική σκολίωση, με αντανakλαστική διόρθωση της θέσης του αυχένα.

Εξάλλου, καθοριστικός παράγοντας, και ίσως ο σημαντικότερος, για το όποιο αποτέλεσμα είναι η αποδοχή της όρθωσης από τον ίδιο τον ασθενή, πράγμα το οποίο οδηγεί αρκετές φορές σε συμβιβασμό των εμβιομηχανικών απαιτήσεων. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία, εάν λάβει κανείς υπ' όψιν του ότι οι ορθώσεις που αποτελούν το αντικείμενο της παρουσίας αυτής απευθύνονται σε μία πολύ ευαίσθητη ομάδα πληθυσμού, στα παιδιά και στους εφήβους.

Τέλος, για το σχεδιασμό της ορθωτικής αποκατάστασης της εκάστοτε ΣΣ πρέπει να λαμβάνονται, κατά το δυνατόν, υπ' όψιν στοιχεία σχετικά με την προοπτική ανάπτυξης του ασθενούς (ύψος, βάρος, εξέλιξη απόκλισης από το φυσιολογικό).

ΟΡΘΩΤΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΙΔΙΟΠΑΘΟΥΣ ΣΚΟΛΙΩΣΗΣ

Οι αυχeno-θωρακο-οσφυο-ιερές ορθώσεις (CTLSO) αποτέλεσαν το αρχικό μοντέλο όρθωσης για την αντιμετώπιση της σκολίωσης. Με τις ορθώσεις αυτές επιχειρήθηκε η ικανοποίηση τριών βασικών εμβιομηχανικών αρχών:

- έλεγχος των δύο άκρων, δηλαδή αξονικός περιορισμός τους, με σκοπό τη σωστή έδραση της διάταξης επί της πύελου και τη βέλπστη ευθυγράμμιση του αυχένα,
- εφαρμογή εγκάρσιων φορτίων σε τρία ή τέσσερα σημεία, με σκοπό τον περιορισμό της ΣΣ και στο εγκάρσιο επίπεδο, και

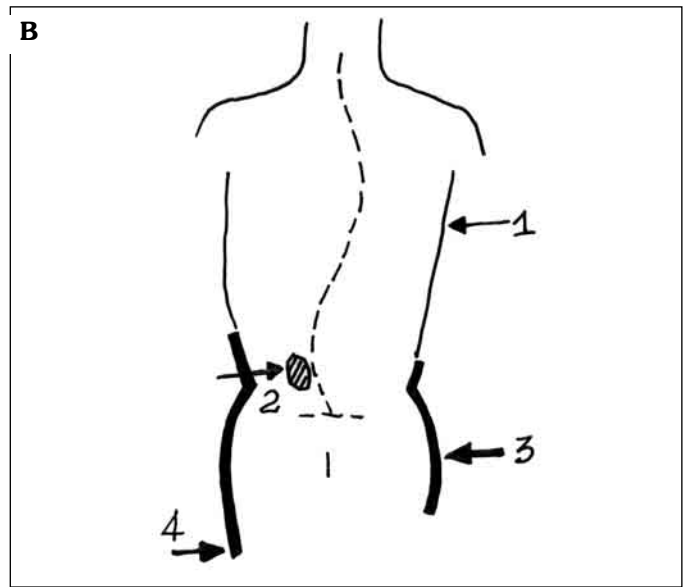
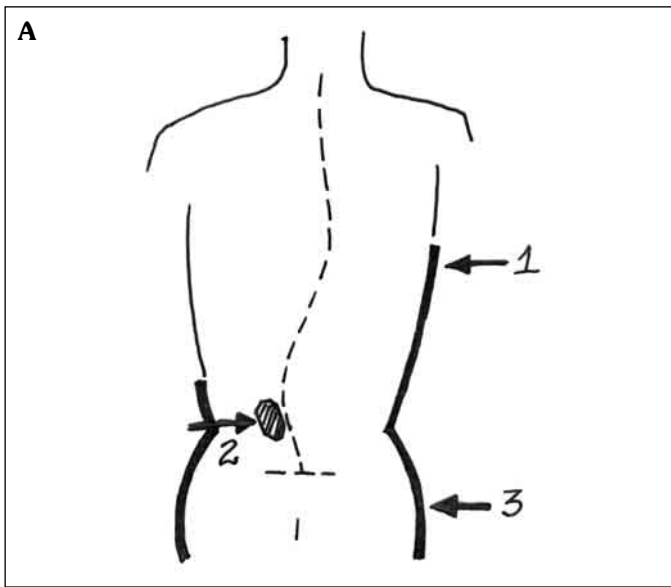
- ανάπτυξη διορθωτικών ροπών με σκοπό τον έλεγχο της παραμόρφωσης της ΣΣ.

Οι αρχές αυτές είναι μεν ανεξάρτητες, αλλά τα αποτελέσματά τους επιτελούνται με επαλληλία και αποσκοπούν στην αποτροπή της επιδείνωσης της κύρτισης της ΣΣ.

Στην εικόνα 1Α παρουσιάζεται σχηματικά η αρχική εφαρμογή της όρθωσης για μία θωρακική απόκλιση της ΣΣ. Το πίεςτρο 3 επενεργεί επί του μεγίστου της θωρακικής κυρτότητας και η δράση του εξισορροπείται από τη δράση του σπνρίγματος 2 της μασχάλης και 4 του πλευρικού πνευλικού τοιχώματος. Ανάλογα με την περίπτωση - και αυτό αξιολογείται από τον ιατρό - μετά από διάστημα εφαρμογής λίγων μηνών ενδέχεται η αντίδραση του σπνρίγματος της μασχάλης να είναι λιγότερο σημαντική και να μπορεί να αφαιρεθεί το σπνρίγμα. Αυτό συμβαίνει εάν ο ασθενής είναι σε θέση να το υποκαταστήσει λειτουργικά με αντανakλαστική διόρθωση της θέσης του αυχένα του, όπως φαίνεται στην εικόνα 1Β (βέλος 1). Στην περίπτωση αυτή, απαιτείται συμπληρωματική δράση από το πνευλικό τοίχωμα (βέλος 5).

Η θέση, ο προσανατολισμός και η μορφή των πίεςτρων είναι σημαντικές παράμετροι, ιδιαίτερα όταν συνυπάρχει υποκύφωση της θωρακικής μοίρας και ανάγκη στροφικής συγκράτησης ή διόρθωσης της ΣΣ.

Βελτιωμένης εμφάνισης (low profile) ορθώσεις της ΣΣ για την αντιμετώπιση της σκολίωσης αποτελούν οι θωρακο-οσφυο-ιερές ορθώσεις (TLSO), οι οποίες είναι είτε κατασκευασμένες κατά παραγγελία, όπως οι CTLSO, είτε τυποποιημένες. Το εμβιομηχανικό σύστημα δυνάμε-

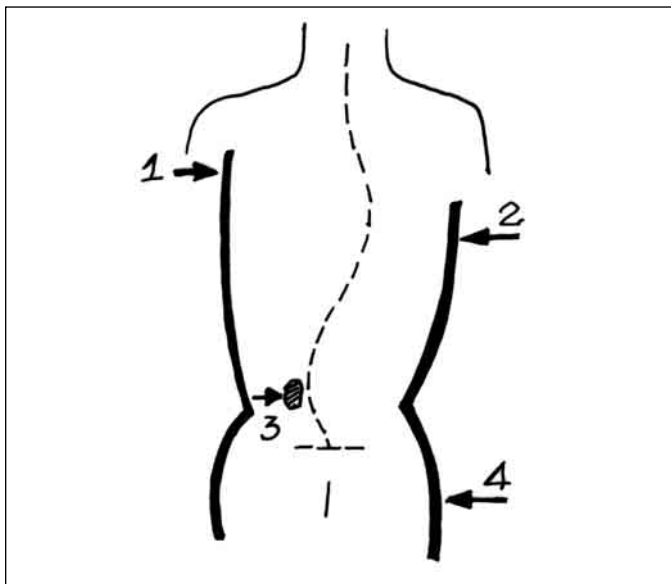


Εικόνα 2Α. Τυπικό σύστημα ορθωτικών δυνάμεων για οσφυϊκή σκολίωση. **Β.** Πιθανή εξέλιξη του συστήματος ορθωτικών δυνάμεων για οσφυϊκή σκολίωση, με αντανακλαστική διόρθωση της θωρακικής μοίρας.

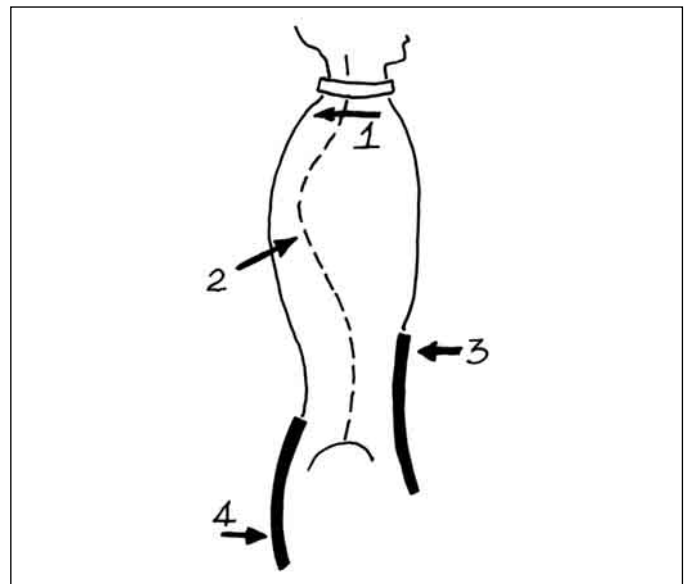
ων σε αυτές τις ορθώσεις μπορεί να είναι τριών σημείων (για ένα κύρτωμα) ή τεσσάρων σημείων (για διπλό κύρτωμα). Λόγω της περιορισμένης έκτασής τους, τα εμβιομηχανικά αυτά συστήματα θεωρούνται αποτελεσματικά για κυρτώματα μέχρι το επίπεδο Θ7-Θ8.

Στην εικόνα 2Α παρουσιάζεται σχηματικά η εφαρμογή της όρθωσης σε μια περίπτωση οσφυϊκής σκολίωσης. Το πίεστρο 2 εφαρμόζεται ακριβώς κάτω από το μέγιστο της

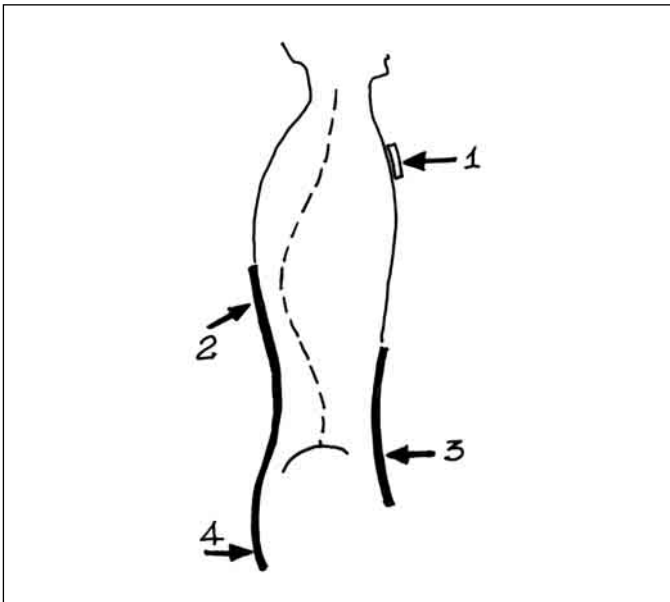
κυρτότητας και η δράση του εξισορροπείται από το πίεστρο 1 του θωρακικού τοιχώματος και 3 του πυελικού τοιχώματος της αντίστοιχης πλευράς. Όπως φαίνεται στην εικόνα 2Β, εάν ο ασθενής είναι σε θέση να υποκαταστήσει τη δράση του θωρακικού τοιχώματος με αντανακλαστική διόρθωση (βέλος 1), τότε το τοίχωμα αυτό ουσιαστικά καταργείται, αλλά απαιτείται συμπληρωματική πυελική στήριξη από την πλευρά του κυρτώματος (βέλος 4).



Εικόνα 3. Τυπικό σύστημα ορθωτικών δυνάμεων για θωρακική και οσφυϊκή σκολίωση.



Εικόνα 4. Τυπικό σύστημα ορθωτικών δυνάμεων για θωρακική κύφωση.



Εικόνα 5. Τυπικό σύστημα ορθωτικών δυνάμεων για χαμηλή θωρακική ή θωρακο-οσφυϊκή κύφωση.

Το τελευταίο αυτό πνευλικό τοίχωμα μπορεί να είναι τόσο χαμηλό, ώστε να εισάγει και τροχαντήρια στήριξη, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που απαιτείται στροφική σταθερότητα της διάταξης.

Στην εικόνα 3 παρουσιάζεται σχηματικά η εφαρμογή της όρθωσης σε περίπτωση θωρακικής και οσφυϊκής σκολίωσης. Τα πίεςτρα 2 και 3 αναλαμβάνουν την εφαρμογή πίεσης στα μέγιστα των κυρτωμάτων και η δράση τους εξισορροπείται από το τοίχωμα (βέλος 1) της μασχάλης για το θωρακικό κύρτωμα και από το πνευλικό τοίχωμα (βέλος 4) για το οσφυϊκό κύρτωμα. Πιθανώς, η αναγκαία στροφική σταθερότητα εξασφαλίζεται και σε αυτή την περίπτωση με τροχαντήρια στήριξη.

ΟΡΘΩΤΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΕΦΗΒΙΚΗΣ ΚΥΦΩΣΗΣ

Οι αρχές των ορθώσεων της ΣΣ που περιγράφηκαν παραπάνω βρίσκουν εφαρμογή και στην ορθωτική αντιμετώπιση της εφηβικής κύφωσης. Έτσι, έχουμε και σε αυτή την περίπτωση ορθώσεις CTLSO και TLSO.

Στην εικόνα 4 παρουσιάζεται σχηματικά η εφαρμογή όρθωσης CTLSO για τη θωρακική κύφωση. Το πίεςτρο 2 του θωρακικού κυρτώματος εφαρμόζει δράση που εξισορροπείται από το διορθωτικό αντανάκλαστικό στον τράχηλο (βέλος 1) και από τη δράση του κοιλιακού τοιχώ-

ματος (βέλος 3). Το σύστημα αυτό απαιτεί και την παρουσία της δράσης του οπίσθιου πνευλικού τοιχώματος (βέλος 4).

Στην εικόνα 5 παρουσιάζεται σχηματικά η εφαρμογή όρθωσης TLSO για χαμηλή θωρακική ή θωρακο-οσφυϊκή κύφωση. Το πίεςτρο 2 του κυρτώματος παρουσιάζει δράση που εξισορροπείται από αυτήν του πίεςτρου 1 στο στέρνο και του πίεςτρου 3 του πρόσθιου πνευλικού τοιχώματος. Το σύστημα αυτό απαιτεί και την παρουσία της δράσης του οπίσθιου πνευλικού τοιχώματος (βέλος 4). Λόγω της περιορισμένης έκτασής του, το εμβιομηχανικό αυτό σύστημα θεωρείται αποτελεσματικό για χαμηλά θωρακικά ή θωρακοοσφυϊκά κυρτώματα.

ΤΕΛΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ

Η παραπάνω παρουσίαση δεν είχε σκοπό να εκθέσει την κλινική πλευρά των συγκεκριμένων παθήσεων, ούτε να παραθέσει τις τεχνολογικές δυνατότητες από πλευράς υλικών και εργαλείων για την ορθωτική αντιμετώπισή τους. Η παρουσίαση αυτή πραγματοποιήθηκε με την ελπίδα να προσφέρει μία κατά το δυνατόν περιεκτική περιγραφή και ανάλυση των βασικών εμβιομηχανικών αρχών που διέπουν την ορθωτική αποκατάσταση της ΣΣ, ιδιαίτερα για τις περιπτώσεις της ιδιοπαθούς σκολίωσης και της εφηβικής κύφωσης.

Για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των παραπάνω παθήσεων με ορθωτικά μέσα, βασική προϋπόθεση αποτελεί ο σαφής προσδιορισμός των κλινικών και των εμβιομηχανικών απαιτήσεων. Η λειτουργικός αυτός προσδιορισμός είναι σκόπιμο να περιγράφεται στις ιατρικές οδηγίες προς τους κατασκευαστές τεχνίτες. Οι τελευταίοι, γνωρίζοντας τη σχετική τεχνολογία, θα προτείνουν εναλλακτικές τεχνικές υλοποίησης, οι οποίες θα αξιολογηθούν από τον ιατρό ως προς την προβλεπόμενη αποτελεσματικότητά τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ISO 8549-1:1989 Prosthetics and Orthotics - Vocabulary - Part 1: General terms for external limb prostheses and external orthoses, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
2. ISO 8549-3:1989 Prosthetics and Orthotics - Vocabulary - Part 3: Terms relating to external orthoses, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
3. Chase A, Percy M, Bader D. Spinal Orthoses. In: Biomechanical basis of orthotic management. Eds. Bowker P, Condie DN, Bader DL, Pratt DJ, Wallace WA. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK 1993:234-252.