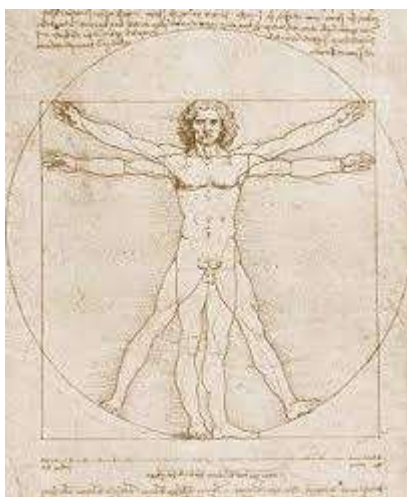


**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

***Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΙΘΟΥΣΑΙΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ***



ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΔΗΜΑΤΗ ΕΥΑΝΘΙΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΑΥΡΟΜΟΥΣΤΑΚΟΣ ΣΑΒΒΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2017

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην πτυχιακή μου με θέμα «Η επίδραση του αιθουσαίου συστήματος στην ισορροπία», προσπάθησα να συλλέξω όσο περισσότερα στοιχεία μπόρεσα, για να καλύψω τον τίτλο και να δείξω πώς το αιθουσαίο σύστημα επηρεάζει την ισορροπία. Βεβαίως, δεν θα μπορούσα να παραλείψω τους όρους στατικός έλεγχος, στατική ευστάθεια, καθώς και από τι επηρεάζεται η ισορροπία, οπότε, γίνεται αρχικά μία εισαγωγή στην ισορροπία, και έπειτα αναλύω το αιθουσαίο σύστημα και πώς εμπλέκεται με την ισορροπία. Υπάρχουν στη συνέχεια διάφορα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας για νευρολογικούς ασθενείς τα οποία μπορούν να βοηθήσουν για μετέπειτα πορεία. Καταλήγω με τα συμπεράσματά μου, που δεν είναι τίποτε άλλο παρά απόρροια όλων των συλλεχθέντων στοιχείων. Τέλος υπάρχει η βιβλιογραφία για οποιαδήποτε παραπομπή.

Θα ήθελα σ' αυτό το σημείο να ευχαριστήσω ιδιαίτερων τον κύριο Σάββα Μαυρομούστακο για την ανυπέβλητη βοήθεια και υπομονή που μου έχει δείξει αυτόν τον καιρό, καθώς και όλη την ομάδα του Physiological Physiotherapy για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και κατανόηση.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1° ΣΤΑΣΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

1. Ορισμοί Στασικού Ελέγχουσελ. 5
2. Συστήματα Στασικού Ελέγχου..... σελ.6
3. Συστήματα Δράσης στον Στασικό Έλεγχο..... σελ. 7
 - A. Κινητικός Έλεγχος της ήρεμης όρθιας στάσης..... σελ. 7-9
 - B. Κινητικές στρατηγικές κατά τη διάρκεια της διατάραξης της όρθιας Στάσης..... σελ. 9-10
 - Γ. Προσθιοπίστια Ευστάθεια..... σελ. 11-13
 - Δ. Προσαρμογή των κινητικών Στρατηγικών..... Σελ. 14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΟΝ ΣΤΑΣΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ

1. Επίδραση του ιδιοδεκτικού συστήματος στη διατήρηση της ισορροπίας..... σελ 15-16
2. Επίδραση του οπτικού συστήματος στη διατήρηση της ισορροπίας..... σελ. 16
3. Επίδραση άλλων συστημάτων στη διατήρηση της ισορροπίας..... σελ. 17-18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3° ΑΙΘΟΥΣΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

1. Επίδραση του αιθουσαίου συστήματος στη διατήρηση της ισορροπίας..... σελ. 18-21
2. Νευρωνικές Συνδέσεις της Αιθουσαίας συσκευής με το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα..... σελ 21-22
3. Λειτουργία του Ελλειψοειδούς και σφαιρικού κυστιδίου στη διατήρηση της Στατικής Ισορροπίας..... σελ 22
4. Οι ημικύκλιοι σωλήνες και η αντίχενυση της γωνιώδους επιτάχυνσης..... σελ 23
5. Προβλεπτική λειτουργία των ημικύκλιων σωλήνων κατά τη διατήρηση της ισορροπίας..... σελ 23-24
6. Το αιθουσο-οπτικό αντανακλαστικό και ο αιθουσαίος νυσταγμός..... σελ 24-25
7. Το αιθουσο-νωτιαίο αντανακλαστικό..... σελ 26-27
8. Φυσιολογική λειτουργία των αιθουσαίων οργάνων..... Σελ 27
9. Φυσιολογική λειτουργία των αιθουσαίων οργάνων..... σελ 28-29
10. Ο ρόλος του αιθουσαίου συστήματος στη στάση και τη κίνηση..... σελ 30-34
11. Αισθητικές στρατηγικές κατά τη διάρκεια της ήρεμης στάσης..... σελ 34-35
12. Αισθητικές διαταραχές κατά τη διατάραξη της στάσης..... σελ 36

13. Προσαρμογή των αισθήσεων για την επίτευξη του στατικού ελέγχου.....	σελ 37-38
14. Προσαρμογή σε διαταραχές της περιστροφικής υποστηρικτικής επιφάνειας.....	σελ 38-39
15. Προσαρμογή των αισθήσεων κατά την εκμάθηση μιας νέας δραστηριότητας.....	σελ 39
16. Αισθητικοκινητική προσαρμογή.....	σελ 40
17. Προβλεπτικός στατικός έλεγχος.....	σελ 40-42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

1. Αξιολογώντας την επίδραση της ισορροπίας στις λειτουργικές δραστηριότητες.....	Σελ 43
«BERG BALANCE SCALE (BBS)».....	σελ 44-54
«RAMBERG TEST».....	Σελ 55
«BUNNEL BALANCE ASSESSMENT (BBA)».....	Σελ 56-72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... Σελ 73

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... Σελ 74-75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΣΤΑΣΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

1. Ορισμός Στασικού Ελέγχου

Ο στασικός έλεγχος (postural control) αφορά τον έλεγχο της θέσης του σώματος στον χώρο για τον σκοπό της ευστάθειας και του προσανατολισμού.

Ο στασικός προσανατολισμός (postural orientation) ορίζεται ως η ικανότητα διατήρησης μίας κατάλληλης σχέσης μεταξύ των τμημάτων του σώματος και μεταξύ του σώματος και του περιβάλλοντος για μία δραστηριότητα. Ο όρος στάση χρησιμοποιείται συχνά για να περιγράψει τόσο την εμβιομηχανική ευθυγράμμιση του σώματος όσο και τον προσανατολισμό του σώματος στο περιβάλλον. Ο όρος στασικός προσανατολισμός χρησιμοποιείται και για τις δύο αυτές έννοιες. Για τις περισσότερες λειτουργικές δραστηριότητες το άτομο διατηρεί έναν κατακόρυφο προσανατολισμό του σώματος. Στα πλαίσια της διαδικασίας της διαμόρφωσης ενός κατακόρυφου προσανατολισμού χρησιμοποιούνται διάφορες αισθητικές αναφορές όπως είναι η βαρύτητα (το αιθουσαίο σύστημα), η υποστηρικτική επιφάνεια (το σωματοαισθητικό σύστημα) και η σχέση του σώματος με αντικείμενα του περιβάλλοντος (οπτικό σύστημα).

Η στασική ευστάθεια η οποία αναφέρεται και ως ισορροπία (balance) είναι η ικανότητα ελέγχου του κέντρου της μάζας σε σχέση με τη βάση στήριξης. Το κέντρο μάζας (ΚΜ) ορίζεται ως ένα σημείο, το οποίο βρίσκεται στο κέντρο της συνολικής μάζας του σώματος, και το οποίο καθορίζεται από τον σταθμισμένο μέσο όρο του κέντρου μάζας κάθε τμήματος του σώματος. Θεωρείται ότι είναι η μεταβολή που ελέγχεται από το σύστημα ελέγχου της στάσης. Η κατακόρυφη προβολή του κέντρου μάζας συχνά ορίζεται ως το κέντρο βάρους (ΚΒ). Η βάση στήριξης (ΒΣ) ορίζεται ως η περιοχή του σώματος η οποία είναι σε επαφή με την υποστηρικτική επιφάνεια. Μολονότι συχνά θεωρείται η ευστάθεια ως η ικανότητα ελέγχου του κέντρου μάζας σε σχέση με τη βάση στήριξης, συχνά εννοείται ο έλεγχος της κατακόρυφης προβολής του κέντρου μάζας, το κέντρο βάρους δηλαδή, σε σχέση με τη βάση στήριξης.

Για να εξασφαλιστεί η ευστάθεια, το νευρικό σύστημα παράγει δυνάμεις για τον έλεγχο της κίνησης του κέντρου μάζας. Το κέντρο πίεσης (ΚΠ) είναι το κέντρο της κατανομής της συνολικής δύναμης που εφαρμόζεται στην υποστηρικτική επιφάνεια. Το κέντρο πίεσης κινείται συνεχώς γύρω από το κέντρο μάζας για να κρατηθεί το κέντρο μάζας εντός της βάσης στήριξης.

Η ευστάθεια αναπαριστάται ως διαβαθμισμένη απόσταση μεταξύ του κέντρου πίεσης και του κέντρου μάζας σε κάθε δεδομένη χρονική στιγμή. Κατά τη διάρκεια της ήρεμης ορθοστάτισης, η διαφορά μεταξύ του κέντρου πίεσης και του κέντρου μάζας είναι ανάληψη της οριζόντιας επιτάχυνσης του κέντρου μάζας. Η απόσταση μεταξύ του κέντρου πίεσης και του κέντρου μάζας θεωρείται ως το σήμα “σφάλματος” το οποίο εντοπίζεται και χρησιμεύει για την καθοδήγηση του συστήματος ελέγχου της στάσης κατά τη διάρκεια του ελέγχου της ισορροπίας. Συνεπώς, έχει χρησιμοποιηθεί η αλληλεπίδραση κέντρου πίεσης – κέντρου μάζας ως μία εκτίμηση για την αποδοτικότητα του στασικού ελέγχου.

2. Συστήματα Στασικού Ελέγχου

Για τον στασικό έλεγχο, για την ευστάθεια και τον προσανατολισμό απαιτείται η πολύπλοκη αλληλεπίδραση του μυοσκελετικού με το νευρικό σύστημα. Στα μυοσκελετικά στοιχεία περιλαμβάνονται το εύρος τροχιάς της κίνησης, η ευκαμψία της σπονδυλικής στήλης, οι μυϊκές ιδιότητες και οι εμβιομηχανικές σχέσεις μεταξύ των συνδεδεμένων τμημάτων του σώματος.

Στα απαραίτητα νευρικά στοιχεία για τον στασικό έλεγχο περιλαμβάνονται: (α) οι κινητικές διεργασίες στις οποίες περιλαμβάνεται η οργάνωση των μυών σε όλο το σώμα σε νευρομυϊκές συνεργίες, (β) αισθητικές / αντιληπτικές διεργασίες, που αφορούν στην οργάνωση και απαρτίωση του οπτικού, του αιθουσαίου και του σωματοαισθητικού συστήματος και (γ) οι διεργασίες ανώτερου επιπέδου, που είναι απαραίτητες για την χαρτογράφηση της αισθητικότητας για τη δράση και για να εξασφαλιστούν οι προβλεπτικές και προσαρμοστικές ιδιότητες του στασικού ελέγχου.

Ο όρος γνωσιακές επιρροές δεν συνάδει πάντα με τον όρο συνειδητό έλεγχο. Οι γνωσιακές παράμετροι ανώτερου επιπέδου του στασικού ελέγχου αποτελούν τη βάση για τις προσαρμοστικές και προβλεπτικές παραμέτρους του στασικού ελέγχου. Ο προσαρμοστικός στασικός έλεγχος αφορά την τροποποίηση του αισθητικού και του κινητικού συστήματος ως απάντηση στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της δραστηριότητας και του περιβάλλοντος. Με τις προβλεπτικές παραμέτρους του στασικού ελέγχου ρυθμίζονται από πριν το αισθητικό και το κινητικό σύστημα για τις στατικές απαιτήσεις βάσει της προηγούμενης εμπειρίας και της εκμάθησης. Άλλες παράμετροι της γνωσιακής ικανότητας, που επηρεάζουν τον στασικό έλεγχο είναι διεργασίες όπως η προσοχή, το κίνητρο (παρακίνηση) και η πρόθεση.

Συνεπώς, σύμφωνα με την προσέγγιση των συστημάτων, ο έλεγχος προκύπτει από την πολύπλοκη αλληλεπίδραση μεταξύ άλλων συστημάτων του σώματος, τα οποία συνεργάζονται για τον έλεγχο του προσανατολισμού και της ευστάθειας του σώματος. Η συγκεκριμένη οργάνωση των στασικών συστημάτων καθορίζεται από τη λειτουργική δραστηριότητα και το περιβάλλον, εντός του οποίου εκτελείται η δραστηριότητα.



3. Συστήματα Δράσης στον Στατικό Έλεγχο

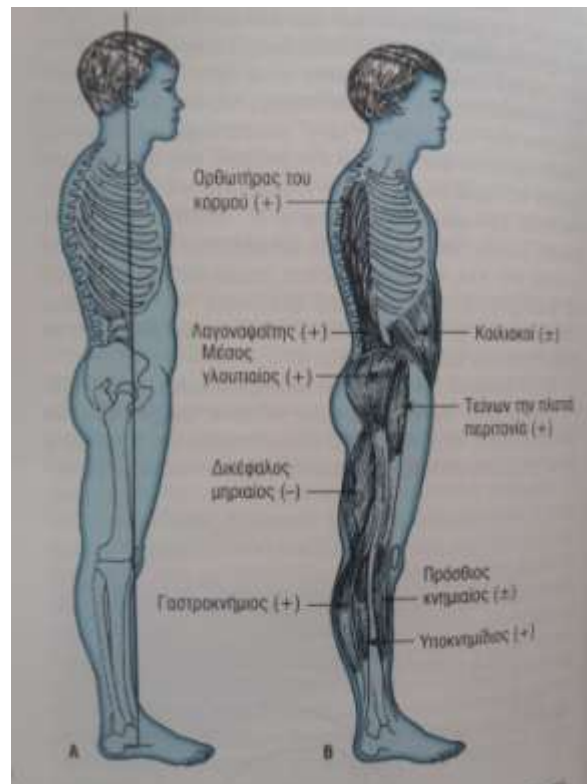
A. Κινητικός Έλεγχος της Ήρεμης Όρθιας Στάσης

Η ήρεμη όρθια στάση χαρακτηρίζεται από μικρές ποσότητες αυθόρμητου στασικού λικνίσματος. Στην κατάσταση αυτή υπάρχουν αρκετοί παράμετροι οι οποίοι συμβάλλουν στη διατήρηση της ευστάθειας.

(α) Η ευθυγράμμιση. Η ευθυγράμμιση του σώματος μπορεί να ελαχιστοποιήσει την επίδραση των δυνάμεων της βαρύτητας, η οποία τείνει να έλξει το άτομο εκτός κέντρου. (β) Ο μυϊκός τόνος. Με τον μυϊκό τόνο αποτρέπεται η κατάρρευση του σώματος ως απάντηση στην έλξη της βαρύτητας. Υπάρχουν τρεις παράγοντες, οι οποίοι συμμετέχουν στη διαμόρφωση του βασικού μυϊκού τόνου (background muscle tone) κατά τη διάρκεια της ήρεμης στάσης: (I) η εγγενής σκληρότητα των ίδιων των μυών, (ii) ο βασικός μυϊκός τόνος, ο οποίος υφίσταται φυσιολογικά σε όλους τους μυς λόγω της νευρολογικής επίδρασης και (iii) ο στασικός τόνος, η ενεργοποίηση των αντιβαρυντικών μυών κατά τη διάρκεια της ήρεμης όρθιας στάσης.

Ευθυγράμμιση

Σε μία τέλεια ευθυγράμμιση, η κατακόρυφη γραμμή της βαρύτητας διέρχεται από τη μέση γραμμή μεταξύ της μαστοειδούς απόφυσης, ενός σημείου μπροστά από τις αρθρώσεις των ώμων, των αρθρώσεων των ισχίων (ή ακριβώς από πίσω), ενός σημείου ακριβώς μπροστά από το κέντρο των αρθρώσεων των γονάτων και ενός σημείου ακριβώς μπροστά από τις ποδοκνημικές αρθρώσεις. Η ιδανική ευθυγράμμιση (alignment) στην όρθια στάση επιτρέπει στο σώμα να διατηρείται ισορροπημένο με την ελάχιστη κατανάλωση εσωτερικής ενέργειας.



Μυϊκός Τόνος

Ο μυϊκός τόνος αναφέρεται στη δύναμη, με την οποία ένας μυς αντιστέκεται στην επιμήκυνσή του, δηλαδή είναι η σκληρότητά του. Ο μυϊκός τόνος συχνά ελέγχεται κλινικά μέσω της παθητικής έκτασης και κάμψης των άκρων ενός χαλαρού ασθενούς και μέσω της αίσθησης της αντίστασης που προβάλλεται από τους μυς. Σε αυτήν την αίσθηση του μυϊκού τόνου ή της σκληρότητας (stiffness) συμβάλλουν νευρολογικοί και μη μηχανισμοί.

Σε ένα φυσιολογικό χαλαρό άτομο που διατηρεί τις αισθήσεις του, υπάρχει ένα συγκεκριμένο επίπεδο μυϊκού τόνου. Παρόλα αυτά, δεν καταγράφεται κάποια ηλεκτρική δραστηριότητα στην χαλαρή αυτή κατάσταση σε φυσιολογικούς ανθρώπινους σκελετικούς μυς με τη χρήση ηλεκτρομυογραφήματος (ΗΜΓ). Αυτό έχει χρησιμοποιηθεί ως στοιχείο για να υποστηριχθεί ότι η μη νευρολογική συμβολή στον μυϊκό τόνο είναι αποτέλεσμα μικρών ποσοτήτων ελεύθερου ασβεστίου στις μυϊκές ίνες οι οποίες προκαλούν τη συνεχή ανακύκλωση σε μικρή έκταση των εγκάρσιων γεφυρών.

Υπάρχει όμως και η νευρολογική προέλευση συμβολή στη διαμόρφωση του μυϊκού τόνου ή της σκληρότητας, η οποία σχετίζεται με την ενεργοποίηση του μυοτατικού αντανακλαστικού, μέσω του οποίου ο μυς αντιστέκεται στη διάτασή του. Αν και ο ρόλος του μυοτατικού αντανακλαστικού είναι αρκετά ξεκάθαρος, στην όρθια θέση δεν υπάρχει ξεκάθαρη διευκρίνιση. Σύμφωνα με μία θεωρία, τα μυοτατικά αντανακλαστικά παίζουν έναν ρόλο ανατροφοδότησης κατά τη διατήρηση της στάσης στην όρθια θέση. Συνεπώς, υποστηρίζεται ότι καθώς το άτομο λικνίζεται προς τα εμπρός και πίσω ενώ στέκεται όρθιο, διατείνονται οι μυς της ποδοκνημικής, οπότε ενεργοποιείται το μυοτατικό αντανακλαστικό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αντανακλαστική βράχυνση του μυός και κατά συνέπεια τον έλεγχο του πρόσθιου και οπίσθιου λικνίσματος. Βάσει όμως των αναφορών ότι το εύρος έκλυσης του μυοτατικού αντανακλαστικού είναι αρκετά μικρό κατά τη διάρκεια της όρθιας στάσης, κάποιοι ερευνητές αμφισβητούν τη σημασία τους για τον έλεγχο του λικνίσματος.

Στασικός Τόνος

Όταν ένα άτομο στέκεται όρθιο, αυξάνεται η ενεργοποίηση των αντιβαρυντικών μυών της στάσης για την αντιστάθμιση της δύναμης της βαρύτητας, κάτι το οποίο αναφέρεται ως στασικός τόνος (postural tone). Η εισροή αισθητικών ερεθισμάτων από διάφορα συστήματα είναι σημαντικό στοιχείο για τον στασικό τόνο. Οι βλάβες στις ραχιαίες (αισθητικές) ρίζες του νωτιαίου μυελού ελαττώνουν τον στασικό τόνο, κάτι που αποτελεί ένδειξη για τη σημασία της εισροής σωματοαισθητικών ερεθισμάτων για τον στασικό τόνο. Η ενεργοποίηση της εισροής δερματικών ερεθισμάτων από τα πέλματα των ποδιών, προκαλεί μία αντίδραση τοποθέτησης (placing reaction), η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αυτόματη έκταση του ποδιού, προς την υποστηρικτική επιφάνεια, συνεπώς και την αύξηση του στασικού τόνου στους εκτεινόμενους μυς. Η εισροή σωματοαισθητικών ερεθισμάτων από τον αυχένα, η οποία ενεργοποιείται από τη μεταβολή του προσανατολισμού της κεφαλής, μπορεί επίσης να επηρεάσει την κατανομή του μυϊκού τόνου στον κορμό και στα άκρα. Αυτά αναφέρονται ως “τονικά αυχενικά αντανακλαστικά – tonic neck reflexes”. Η εισροή ερεθισμάτων από το οπτικό και το αιθουσαίο σύστημα, επηρεάζει και αυτή τον στασικό τόνο. Η εισροή αιθουσαίων ερεθισμάτων όπως ενεργοποιούνται από την αλλαγή του προσανατολισμού της κεφαλής, μεταβάλλει την κατανομή του στασικού

τόνου στον αυχένα και τα άκρα και αναφέρονται ως “αιθουσονωτιαία” ή “αιθουσοκεφαλικά” αντανακλαστικά.

Πολλοί μυς στο σώμα είναι τονικά ενεργοί κατά τη διάρκεια της ήρεμης όρθιας στάσης. Σε αυτούς περιλαμβάνονται (α) ο υποκνημίδιος και ο γαστροκνήμιος επειδή η γραμμή της βαρύτητας πέφτει ελαφρώς μπροστά από το γόνατο και την ποδοκνημική (β) ο πρόσθιος κνημιαίος, όταν το σώμα λικνίζεται προς τα πίσω (γ) ο μέσος γλουτιαίος και ο τείνων την πλατία περιτονία (δ) ο λαγονοψοίτης, ο οποίος περιλαμβάνει την υπερέκταση του ισχίου και (ε) η θωρακική μοίρα του ορθωτήρα του κορμού (μαζί με διαλείπουσα ενεργοποίηση των κοιλιακών) επειδή η γραμμή της βαρύτητας πέφτει μπροστά από τη σπονδυλική στήλη. Προτείνεται ότι η κατάλληλη ενεργοποίηση των κοιλιακών και άλλων μυών του κορμού, που συχνά συζητείται σχετικά με την “κεντρική σταθεροποίηση” (core stability), είναι σημαντικό για τον αποδοτικό στατικό έλεγχο, όπου περιλαμβάνεται η στατική αντιστάθμιση για την κίνηση του σώματος λόγω της λειτουργίας της αναπνοής.

Οι μυς σε όλο το σώμα είναι τονικά ενεργοί, για να διατηρηθεί το σώμα σε μία πολύ περιορισμένη κατακόρυφη θέση κατά τη διάρκεια της ήρεμης όρθιας στάσης. Ο όρος “στατικός” μπορεί να χρησιμοποιείται για τον στατικό έλεγχο κατά τη διάρκεια της ήρεμης όρθιας στάσης, και ο έλεγχος αυτός προφανώς είναι δυναμικός. Συνεπώς, προκύπτει ότι ο στατικός έλεγχος εμπεριέχει την ενεργητική αισθητική επεξεργασία, με τη συνεχή χαρτογράφηση της αντίληψης σε σχέση με τη δράση, έτσι ώστε το σύστημα ελέγχου της στάσης να είναι σε θέση να υπολογίσει πού είναι το σώμα στο χώρο και να μπορεί να προβλέψει προς τα πού πηγαίνει και ποιες ενέργειες απαιτούνται για τον έλεγχο της κίνησης αυτής.

B. Κινητικές Στρατηγικές Κατά τη Διάρκεια της Διατάραξης της Όρθιας Στάσης

Έχει μελετηθεί η οργάνωση των κινητικών στρατηγικών που χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση της ευστάθειας ως αντίδραση σε σύντομες μετατοπίσεις της υποστηρικτικής επιφάνειας, με τη χρήση μιας ποικιλίας κινούμενων πλατφορμών. Επίσης έχουν περιγραφεί διάφορα χαρακτηριστικά πρότυπα μυϊκής δραστηριότητας, οι «μυϊκές συνεργίες», τα οποία σχετίζονται με κινητικές στρατηγικές για τη στάση και χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση της ευστάθειας στο οβελιαίο επίπεδο.

Τα κινητικά πρότυπα που χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση της ευστάθειας μετά τη μετατόπιση του Κέντρου Μάζας στο οβελιαίο επίπεδο περιγράφονται ως (1) στρατηγική ποδοκνημικής, ισχίου και βηματισμού, ή (2) στρατηγική σταθερής βάσης στήριξης και στρατηγική μεταβαλλόμενης βάσης στήριξης (βήμα). Επίσης χρησιμοποιείται ο όρος *στρατηγική βάσης στήριξης* αντί για τον όρο *στρατηγική ισχίου* ή *ποδοκνημικής*, επειδή συνήθως δεν παρατηρούνται διακριτές στρατηγικές κατά την

ανάκτηση της ισορροπίας σε φυσιολογικές συνθήκες απώλειας αυτής. Αντίθετα, τα άτομα επιδεικνύουν ένα συνεχές φάσμα κινήσεων, δηλαδή κίνηση από την ποδοκνημική μέχρι το ισχίο.

Αυτές οι κινητικές στρατηγικές για τη στάση χρησιμοποιούνται για τον ανάδρομο και πρόδρομο έλεγχο για τη διατήρηση της ισορρόπησης σε ποικίλες συνθήκες. Ο **ανάδρομος έλεγχος** (feedback control) αναφέρεται στον στατικό έλεγχο που λαμβάνει χώρα ως αντίδραση στην αισθητηριακή ανατροφοδότηση (οπτική, αιθουσαία, σωματοαισθητική) από μία εξωτερική διατάραξη. Για παράδειγμα:

1. Ως αντίδραση σε εξωτερικές διαταραχές της ισορρόπησης, όπως όταν κινείται η υποστηρικτική επιφάνεια.
2. Κατά τη διάρκεια της βάρδισης ως αντίδραση σε μη αναμενόμενες διαταραχές του κύκλου βάρδισης, όπως είναι το ολίσθημα ή το περπάτημα.

Ο **πρόδρομος έλεγχος** (feedforward control) αναφέρεται στις στατικές αντιδράσεις που γίνονται εν αναμονή μίας εκούσιας κίνησης (προβλεπτικά), η οποία δυνητικά είναι αποσταθεροποιητική, προκειμένου να διατηρηθεί η ευστάθεια κατά τη διάρκεια της κίνησης. Για παράδειγμα:

1. Για την πρόληψη της διατάραξης του συστήματος, π.χ. πριν από μία εκούσια κίνηση, η οποία δυνητικά είναι αποσταθεροποιητική.
2. Κατά τη διάρκεια εκούσιων κινήσεων του Κέντρου Μάζας στην όρθια στάση.

Στις αρχικές έρευνες για τη διατήρηση του στατικού ελέγχου μελετήθηκαν τα μυϊκά πρότυπα που διέπουν τις κινητικές στρατηγικές για την ισορροπία. Από τα αποτελέσματα των ερευνών για τον στατικό έλεγχο σε νευρολογικά άθικτους νεαρούς ενήλικες φαίνεται ότι το νευρικό σύστημα συνδυάζει τους ανεξάρτητους, αν και συσχετιζόμενους, μυς σε μονάδες που καλούνται «μυϊκές συνεργίες». Η **συνεργία** ορίζεται ως η λειτουργική σύζευξη μυϊκών ομάδων έτσι, ώστε να πρέπει να λειτουργήσουν ως μία μονάδα με σκοπό την απλοποίηση των απαιτήσεων για έλεγχο από το κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ). Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, αν και οι μυϊκές συνεργίες είναι σημαντικές, αποτελούν μόνο έναν από τους πολλούς κινητικούς μηχανισμούς, οι οποίοι επηρεάζουν τον στατικό έλεγχο.

Γ. Προσθιοπίσθια Ευστάθεια

Στρατηγική Ποδοκνημικής

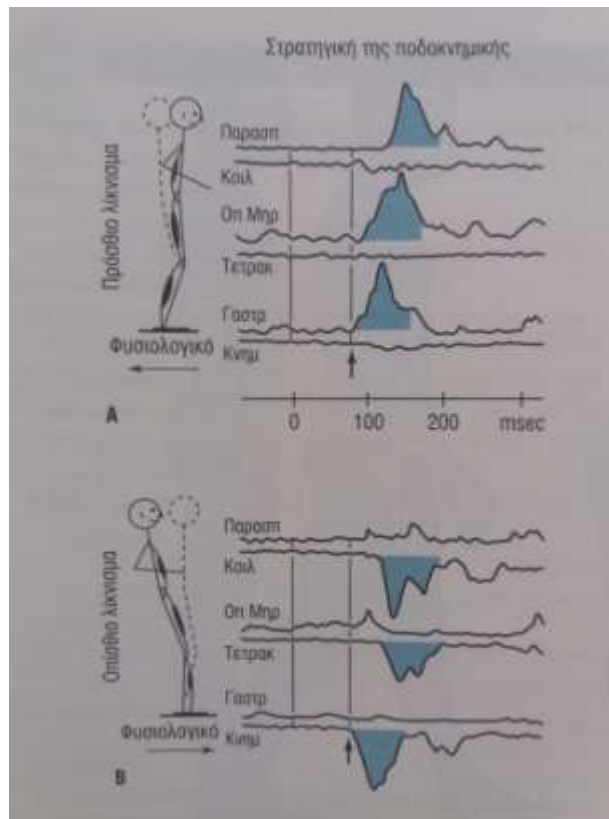
Η στρατηγική της ποδοκνημικής και η σχετική μυϊκή συνεργία ήταν ένα από τα πρώτα πρότυπα που εντοπίστηκαν για τον έλεγχο του λικνίσματος στην όρθια στάση. Με τη στρατηγική της ποδοκνημικής αποκαθίσταται το Κέντρο Μάζας σε μία θέση ευστάθειας μέσω της κίνησης του σώματος κυρίως γύρω από τις ποδοκνημικές αρθρώσεις. Η κίνηση της πλατφόρμας προς τα πίσω αναγκάζει το άτομο να κινηθεί προς τα εμπρός. Η μυϊκή δραστηριοποίηση ξεκινά περίπου 90-100 msec μετά την έναρξη της διατάραξης στον γαστροκνήμιο, ενώ στη συνέχεια ακολουθεί η ενεργοποίηση των οπίσθιων μηριαίων 20-30 msec αργότερα και η τελευταία ενεργοποίηση των οπίσθιων μηριαίων 20-30 msec αργότερα και τελευταία η ενεργοποίηση των παρασπονδυλικών μυών.

Με την ενεργοποίηση του γαστροκνήμιου παράγεται ροπή πελματιαίας κάμψης, η οποία επιβραδύνει και στη συνέχεια αναστρέφει την πρόσθια κίνηση του σώματος. Με την ενεργοποίηση των οπίσθιων μηριαίων και των παρασπονδυλικών μυών διατηρούνται τα ισχία και τα γόνατα σε θέση έκτασης. Χωρίς τη συνεργική ενεργοποίηση των οπίσθιων μηριαίων και των παρασπονδυλικών μυών, η έμμεση επίδραση της ροπής του γαστροκνήμιου στα εγγύς τμήματα του σώματος θα είχε ως αποτέλεσμα την πρόσθια κίνηση της μάζας του κορμού σε σχέση με τα κάτω άκρα.

Η πλατφόρμα περιστρέφεται έτσι ώστε τα δάχτυλα των ποδιών να δείχνουν προς τα πάνω ή προς τα κάτω. Στην κλίση με τα δάχτυλα προς τα πάνω με την κίνηση της πλατφόρμας εφαρμόζεται διάταση στον γαστροκνήμιο και ραχιαία κάμψη στην ποδοκνημική, αλλά αυτά τα ερεθίσματα δεν σχετίζονται με κινήσεις στο μηχανικά συζευγμένο γόνατο και ισχίο. Στη νευρομυϊκή αντίδραση, η οποία λαμβάνει χώρα ως αντίδραση στην κλίση της πλατφόρμας με τα δάχτυλα προς τα πάνω, περιλαμβάνεται η ενεργοποίηση των μυών στην άρθρωση της ποδοκνημικής, του γόνατος και του ισχίου, παρά το γεγονός ότι η κίνηση λαμβάνει χώρα αποκλειστικά στην ποδοκνημική. Τα στοιχεία αυτά υποστηρίζουν την υπόθεση μιας νευρωνικά προγραμματισμένης μυϊκής συνεργίας η οποία περιλαμβάνει τους μυς του ισχίου και του γόνατος στη σύστοιχη πλευρά της διάτασης των μυών της ποδοκνημικής.

Αυτές οι αντιδράσεις στην κλίση (στροφή) είναι αποσταθεροποιητικές, προκειμένου να ανακτηθεί η ισορροπία, ενεργοποιούνται οι μύες στην αντίθετη πλευρά του σώματος. Αυτές οι αντιδράσεις θεωρείται ότι ενεργοποιούνται ως απάντηση στην εισροή οπτικών και αισθησιακών ερεθισμάτων, και κάποιες φορές αναφέρονται ως αντιδράσεις M3, σε αντίθεση με την M1 αντίδραση, δηλαδή το μονοσυναπτικό μυοτατικό αντανακλαστικό και τις μυοτατικές αντιδράσεις με μεγαλύτερο χρόνο υστέρησης, που καλούνται αντιδράσεις M2.

Η κινητική στρατηγική της ποδοκνημικής, όπως περιγράφεται παραπάνω, φαίνεται ότι χρησιμοποιείται συχνότερα σε καταστάσεις, όπου η διατάραξη της ισορρόπησης είναι μικρή και η υποστηρικτική επιφάνεια είναι σταθερή. Για τη χρήση της στρατηγικής της ποδοκνημικής απαιτείται πλήρες εύρος τροχιάς της κίνησης και πλήρης δύναμη στις ποδοκνημικές.

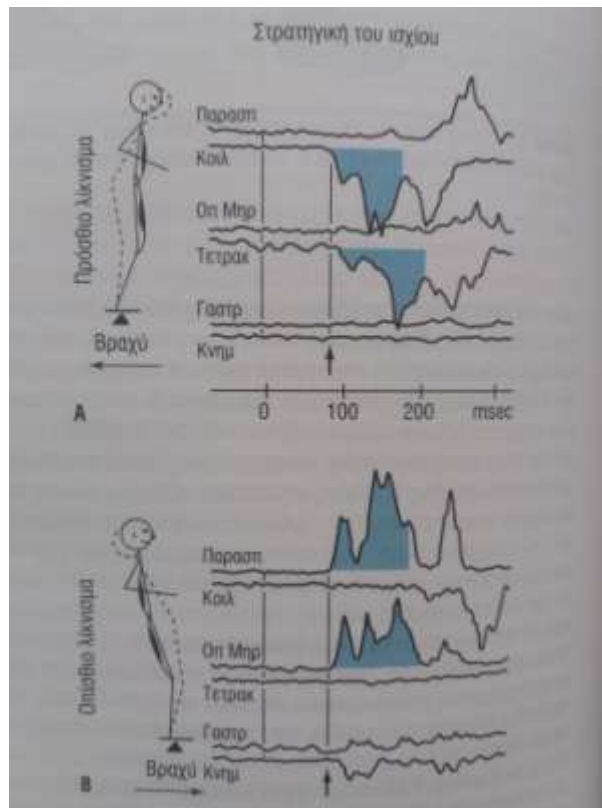


Στρατηγική Ισχίου

Έχει εντοπιστεί μία άλλη στρατηγική για τον έλεγχο του λικνίσματος του σώματος, την κινητική στρατηγική του ισχίου. Με αυτήν την στρατηγική ελέγχεται η κίνηση του Κέντρου Μάζας μέσω της παραγωγής γρήγορων και μεγάλων κινήσεων στις αρθρώσεις των ισχίων με στροφές αντίθετης φάσης στις ποδοκνημικές.

Η κίνηση της πλατφόρμας προς τα πίσω αναγκάζει το άτομο να λικνιστεί προς τα εμπρός. Οι μύες που τυπικά αντιδρούν στο πρόσθιο λίκνισμα, όταν το άτομο στέκεται πάνω σε μία στενή δοκό διαφέρουν από τους μυς, οι οποίοι ενεργοποιούνται όταν το άτομο στέκεται πάνω σε μία επίπεδη επιφάνεια. Η μυϊκή δραστηριοποίηση ξεκινά περίπου 90-100 msec μετά την έναρξη της διατάραξης στους κοιλιακούς μυς και ακολουθεί η δραστηριοποίηση των τετρακεφάλων.

Η στρατηγική του ισχίου χρησιμοποιείται για την αποκατάσταση της ισορροπησης ως απάντηση σε μεγαλύτερες και πιο γρήγορες διαταράξεις ή όταν η υποστηρικτική επιφάνεια είναι υποχωρητική ή μικρότερη από τα πόδια – για παράδειγμα όταν το άτομο στέκεται πάνω σε μία δοκό. Έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχει ένα συνεχές φάσμα κινητικών στρατηγικών, που κυμαίνονται από αντίδραση μόνο στις ποδοκνημικές μέχρι και τα ισχία καθώς το άτομο αντιδρά σε διαταράξεις αυξανόμενου εύρους και ταχύτητας.



Στρατηγική Βηματισμού

Όταν οι στρατηγικές χωρίς κίνηση των άκρων, όπως είναι η στρατηγική της ποδοκνημικής και του ισχίου, δεν επαρκούν για την ανάκτηση της ισορροπίας, χρησιμοποιείται ένα βήμα για την επανεθυγράμμιση της βάσης στήριξης κάτω από το κέντρο μάζας. Αρχικά υπήρχε η αντίληψη ότι αυτές οι μεταβολές στις στρατηγικές υποστήριξης χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά ως απάντηση σε διαταράξεις που μετακινούσαν το κέντρο μάζας εκτός της βάσης στήριξης. Από πιο πρόσφατες μελέτες φάνηκε ότι σε πολλές περιπτώσεις ο βηματισμός ή/και η προσέγγιση αντικειμένου λαμβάνει χώρα ακόμη και όταν το κέντρο μάζας είναι σαφώς εντός της βάσης στήριξης.

Αν και οι στρατηγικές του ισχίου, του γόνατος και του βηματισμού και οι συνοδές μυϊκές συνεργίες παρουσιάζονται ως διακριτές οντότητες, έχειδειχθεί ότι τα περισσότερα νευρολογικά άθικτα άτομα χρησιμοποιούν διάφορες μείξεις από τις στρατηγικές αυτές για τον έλεγχο του πρόσθιου και οπίσθιου λικνίσματος στην όρθια θέση.

Δ. Προσαρμογή των Κινητικών Στρατηγικών

Για τον στατικό έλεγχο κάτω από μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος και της δραστηριότητας απαιτείται η μεταβολή του τρόπου κίνησης κατά τη διατήρηση της ευστάθειας. Η προσαρμογή (adaptation) είναι ένας όρος, ο οποίος αποδίδει την ικανότητα τροποποίησης της συμπεριφοράς ως απάντηση στις νέες απαιτήσεις της δραστηριότητας. Τα άτομα χωρίς νευρολογική παθολογία μπορούν να μεταβούν σχετικά γρήγορα από μία κινητική στρατηγική για τη στάση στην επόμενη. Για παράδειγμα όταν ζητηθεί από το άτομο να σταθεί πάνω σε μία στενή δοκό κατά την εφαρμογή μετατοπίσεων της πλατφόρμας προσθιοπίσθια, τα περισσότερα άτομα μεταβαίνουν από τη στρατηγική της ποδοκνημικής στη στρατηγική του ισχίου εντός 5-15 δοκιμών, ενώ όταν η υποστηρικτική επιφάνεια γίνει και πάλι ομαλή, επανέρχονται στη στρατηγική της ποδοκνημικής εντός 6 δοκιμών. Κατά τη διάρκεια της μετάβασης από τη μία στρατηγική στην επόμενη, τα άτομα χρησιμοποίησαν πολύπλοκες κινητικές στρατηγικές, οι οποίες ήταν το αποτέλεσμα συνδυασμού των απλών στρατηγικών.

Καθ' αυτόν τον τρόπο, φαίνεται ότι το εύρος των στατικών απαντήσεων διαμορφώνεται συνεχώς ανάλογα με το πλαίσιο αναφοράς. Για παράδειγμα, κατά την εξέταση των απαντήσεων ενηλίκων σε επαναλαμβανόμενες μετατοπίσεις της πλατφόρμας, βρέθηκε ότι μετά την επαναλαμβανόμενη έκθεση στις κινήσεις τα άτομα λικνίζονταν λιγότερο και είχαν στατικές αντιδράσεις μικρότερου εύρους. Με την επαναλαμβανόμενη έκθεση σε μία δεδομένη στατική ενέργεια, τα άτομα ρυθμίζουν τα χαρακτηριστικά της αντίδρασης για τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας της αντίδρασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΟΝ ΣΤΑΣΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ

1. Επίδραση του ιδιοδεκτικού συστήματος στη διατήρηση της ισορροπίας

Το νευρικό σύστημα χρησιμοποιεί όλες τις πηγές της σωματοαισθητικότητας, συμπεριλαμβανομένης της πίεσης, της αφής και της δόνησης, για να προσδιορίζει τη θέση του σώματος στο χώρο. Η ιδιοδεκτικότητα παίζει σημαντικό ρόλο στο να βοηθήσει το σώμα να αντιληφθεί τη σχετική θέση όλων των μελών του. Αν το σώμα δεν έχει ακριβής πληροφόρηση για την παράταξη των μελών του, δεν είναι δυνατό ούτε να οργανωθεί, ούτε να πραγματοποιηθεί κάποια κίνηση. Η ιδιοδεκτικότητα παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στη δημιουργία γρήγορων διορθωτικών κινήσεων όσον αφορά την αλλαγή της θέσης του σώματος σε σχέση με την επιφάνεια στήριξης. Αν υπάρχει κάποια διαταραχή ανάμεσα στην επιφάνεια στήριξης και στα κάτω άκρα, τότε το σώμα συνήθως στηρίζεται στην ιδιοδεκτικότητα για να αισθανθεί τη διαταραχή και να δημιουργήσει γρήγορες διορθωτικές κινήσεις.

Σε περίπτωση που κάποιοι ασθενείς έχουν χάσει την περιφερική ιδιοδεκτικότητά τους, αλλά διατηρούνται άθικτες οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες από τα υπόλοιπα σημεία των άνω και κάτω άκρων, είναι εύκολο να αναπαράγουν την αυτόματη στατική αντίδραση, η οποία όμως θα διακρίνεται από κάποια καθυστέρηση στην ενεργοποίησή της και από ασυνεργία κινήσεων.

Ακόμα, σε πολλά νευρολογικά σύνδρομα, υπάρχει μονόπλευρη έλλειψη αισθητικότητας από τις ιδιοδεκτικές οδούς. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, μπορεί να υπάρξει απώλεια στο νευρικό σύστημα των πληροφοριών που αφορούν τη σχετική θέση των άκρων και του κορμού στην πάσχουσα πλευρά.

Αποδιοργάνωση των κινητικών λειτουργιών υπάρχει μόνο όταν το προσβεβλημένο άκρο παίζει σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της στάσης. Αυτός είναι ο λόγος που οι ασθενείς που έχουν χάσει την ιδιοδεκτικότητά τους στη μία πλευρά, με όλα τα υπόλοιπα στοιχεία ανέπαφα, μεταφέρουν όλο τους το βάρος στην υγιή πλευρά. Οι ασθενείς αυτοί αντιμετωπίζουν πρόβλημα στη μεταφορά βάρους στην πάσχουσα πλευρά κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων που απαιτούν στήριξη στη πάσχουσα πλευρά, ή κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης κατά τη διάρκεια του βηματισμού. Συνήθως, οι ασθενείς αυτοί, περνούν γρήγορα από τη φάση αιώρησης στη φάση στήριξης.

Αν ο ασθενής έχει σοβαρή έλλειψη ιδιοδεκτικότητας στη μία πλευρά, ο αισθητικός χάρτης του εγκεφάλου που αναφέρεται στη θέση των μελών του σώματος της

συγκεκριμένης πλευράς, θα παραποιηθεί. Καθώς η σχετική θέση των μελών αλλάζει με την κίνηση, ο χάρτης του εγκεφάλου που αναφέρεται σε αυτή τη σχέση θα είναι ακριβής. Έτσι, όλες οι κινητικές λειτουργίες οι οποίες στηρίζονται σε αυτόν τον ανακριβή αισθητικό χάρτη θα είναι καθυστερημένες.

2. Επίδραση του οπτικού συστήματος στη διατήρηση της ισορροπίας

Η όραση είναι ένας διαμορφωτής του στατικού ελέγχου. Ακόμα και μετά από πλήρη καταστροφή των αιθουσαίων συσκευών ή και των περισσότερων ιδιοδεκτικών πληροφοριών του σώματος, το άτομο μπορεί παρόλα αυτά, να χρησιμοποιεί αποτελεσματικά τους οπτικούς του μηχανισμούς για τη διατήρηση της ισορροπίας. Οι οπτικές εικόνες βοηθούν το άτομο να διατηρεί την ισορροπία του απλά και μόνο με την ανίχνευση της όρθιας θέσης.

Όταν η όραση είναι χαμένη, ο στατικός έλεγχος σε ορισμένες περιπτώσεις θα είναι αργός καθώς και λιγότερο ακριβής.

Πολλά άτομα με πλήρη καταστροφή της αιθουσαίας συσκευής έχουν σχεδόν φυσιολογική ισορροπία όταν τα μάτια τους είναι ανοιχτά και όταν επιτελούν αυτές τις κινήσεις με αργό ρυθμό. Όταν όμως κινούνται γρήγορα ή κλείνουν τα μάτια τους, η ισορροπία χάνεται αμέσως.

3. Επίδραση άλλων συστημάτων στη διατήρηση της ισορροπίας

Η ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας επηρεάζεται και από άλλα συστήματα. Συνήθως υπάρχει διαταραχή της προσοχής (απόσπαση προσοχής), της μνήμης και της νόησης σε ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και κρανιοεγκεφαλική

κάκωση, η οποία διαταραχή οδηγεί σε περαιτέρω διαταραχή της ισορροπίας. Η απόσπαση της προσοχής μειώνει την αίσθηση της ύπαρξης κινδύνου και των δυνατοτήτων του ασθενούς, προκαλώντας προβλήματα στον έλεγχο της στάσης. Προβλήματα νόησης, όπως είναι η έλλειψη κριτικής ικανότητας, αυξάνουν τον κίνδυνο πτώσης. Επίσης, η απώλεια μνήμης μπορεί να επηρεάσει την ισορροπία, αφού ο ασθενής έχει ξεχάσει τις προφυλάξεις που θα πρέπει να πάρει για να μην πέσει. Τέλος, όταν υπάρχει συναισθηματική αστάθεια, αυξάνεται και η πιθανότητα απώλειας της ισορροπίας. Όλες αυτές οι διαταραχές, πέρα από την επιρροή που έχουν στην ισορροπία, επηρεάζουν και τη διαδικασία εκμάθησης των κινήσεων, που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ισορροπίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΑΙΘΟΥΣΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

1. Επίδραση του αιθουσαίου συστήματος στη διατήρηση της ισορροπίας

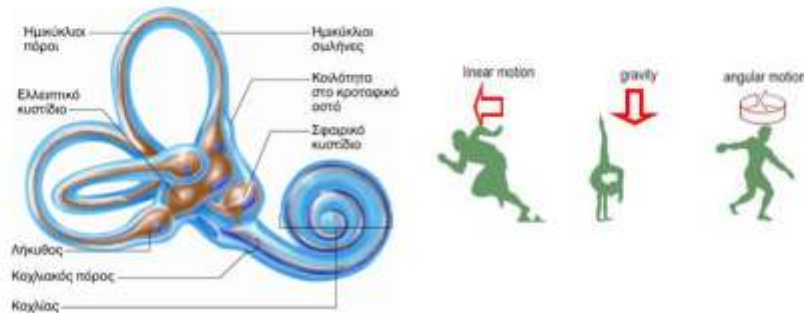
Η πληροφόρηση από το αιθουσαίο σύστημα αποτελεί μία σημαντική πηγή πληροφόρησης για τον στατικό έλεγχο. Το αιθουσαίο σύστημα παρέχει στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα πληροφορίες σχετικά με τη θέση και την κίνηση της κεφαλής αναφορικά με τη βαρύτητα και τις αδρανειακές δυνάμεις, δηλαδή διαμορφώνει ένα βαρυτικό /αδρανειακό πλαίσιο αναφοράς για τον στατικό έλεγχο. Τα αιθουσαία σήματα από μόνα τους δεν μπορούν να μεταφέρουν στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα μια αληθή εικόνα για το πώς κινείται το σώμα στο χώρο. Για παράδειγμα, το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα δεν μπορεί να διαχωρίσει μεταξύ ενός απλού νεύματος της κεφαλής (κίνηση της κεφαλής με τον κορμό σταθερό) και μίας πρόσθιας κλίσης (κίνηση της κεφαλής με τον κορμό σταθερό) και μίας πρόσθιας κλίσης (κίνηση της κεφαλής σε συνδυασμό με κίνηση του κορμού) μόνο βάσει εισροής αιθουσαίων ερεθισμάτων.

i. Αιθουσαία Συσκευή

Η αιθουσαία συσκευή είναι το αισθητήριο όργανο που ανιχνεύει αισθήματα τα οποία έχουν σχέση με την ισορροπία. Βρίσκεται στο εσωτερικό αυτί και αποτελείται από τον οστέινο λαβύρινθο που περιέχει τον υμενώδη λαβύρινθο και αποτελεί το λειτουργικό τμήμα της κεφαλής. Ο υμενώδης λαβύρινθος αποτελείται κυρίως από τον κοχλιακό πόρο, από τους 3 ημικυκλικούς σωλήνες, από δύο μεγάλους χώρους γνωστοί ως ελλειπτικό και σφαιρικό κυστίδιο τους οποίους ενώνει ο ενδολεμφικός πόρος, ένας δισκελής σωλήνας που ενώνει τα δύο κυστίδια και πορεύεται μέσα από τον υδραγωγό της αίθουσας και από το αιθουσαίο νεύρο. Αυτό συνίσταται από τρία νεύρα: το άνω αιθουσαίο, που παρέχει νεύρωση στο οριζόντιο ημικύκλιο σωλήνα, στον άνω ημικύκλιο σωλήνα, και στο ελλειπτικό κυστίδιο, το κάτω αιθουσαίο που παρέχει νεύρωση στο σφαιρικό κυστίδιο και το οπίσθιο αιθουσαίο που παρέχει νεύρωση στον οπίσθιο ημικυκλικό σωλήνα. Ο κοχλιακός πόρος σχετίζεται με την ακοή και δεν έχει καμία σχέση με την ισορροπία, ενώ τα δύο κυστίδια και οι ημικυκλικοί σωλήνες είναι όργανα με ιδιαίτερη σημασία για την ισορροπία.

Αιθουσαίο σύστημα

- Παροχή πληροφοριών σχετικά με την θέση της κεφαλής
 - Ισορροπία
 - Έλεγχος κινήσεων
- Υμενώδης λαβύρινθος
 - Τρεις ημικύκλιοι σωλήνες
 - Ελλειπτικό και σφαιρικό κυστιδίο



ii. Ελλειπτικό και Σφαιρικό Κυστιδίο

Στο τοίχωμα του ελλειπτικού καθώς και του σφαιρικού κυστιδίου βρίσκεται μια μικρή περιοχή, διαμέτρου λίγο μεγαλύτερης από 2 mm, που ονομάζεται ακουστική κηλίδα. Κάθε ακουστική κηλίδα είναι αισθητική περιοχή ανίχνευσης του προσανατολισμού του κεφαλιού σε σχέση με την κατεύθυνση της βαρύτητας ή άλλων επιταχυντικών δυνάμεων. Κάθε κηλίδα καλύπτεται από μία πηκτοειδή στιβάδα στην οποία υπάρχουν ενσωματωμένοι πολύ μικροί κρύσταλλοι ανθρακικού ασβεστίου που ονομάζονται ωτοκονία, καθώς και χιλιάδες τριχωτών κυττάρων από την οποία προεκβάλλουν τρίχες μέσα στην πηκτοειδή στην πηκτοειδή στιβάδα. Γύρω από τις βάσεις των τριχωτών κυττάρων υπάρχουν περιελίξεις αισθητικών νευραξόνων του αιθουσαίου νεύρου.

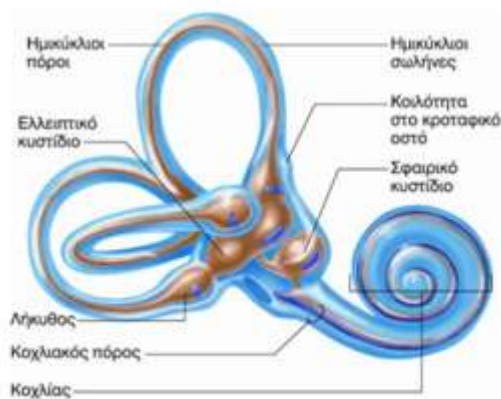
Ακόμα και κάτω από συνθήκες ηρεμίας οι περισσότερες νευρικές ίνες που περιβάλλουν τα τριχωτά κύτταρα μεταβιβάζουν συνεχείς σειρές νευρικών ώσεων. Η κάμψη της τρίχας του τριχωτού κυττάρου προς τη μία πλευρά προκαλεί σημαντική αύξηση των ώσεων στις νευρικές ίνες, ενώ η κάμψη προς την αντίθετη πλευρά προκαλεί ελάττωση, και συχνά πλήρη διακοπή, της αγωγής των ώσεων. Καθ' αυτόν τον τρόπο, όταν αλλάζει ο προσανατολισμός της κεφαλής στο χώρο, το βάρος της ωτοκονίας (που το ειδικό της βάρος είναι περίπου τριπλάσιο από το ειδικό βάρος των

γύρω ιστών) προκαλεί κάμψη των τριχών που συνεπάγεται μεταβίβαση στον εγκέφαλο κατάλληλων ώσεων για τον έλεγχο της ισορροπίας.

Σε κάθε ακουστική κηλίδα, τα διάφορα τριχωτά κύτταρα είναι προσανατολισμένα σε διάφορες κατευθύνσεις και έτσι μερικά από αυτά διεγείρονται όταν το κεφάλι γέρνει προς τα εμπρός, μερικά όταν εκτείνεται προς τα πίσω και άλλα όταν κάμπτεται προς τη μία ή την άλλη πλευρά και ούτω καθεξής. Έτσι, για κάθε θέση του κεφαλιού υπάρχει διαφορετικός τύπος διέγερσης της κηλίδας, που ενημερώνει τον εγκέφαλο για τον προσανατολισμό του.

Σφαιρικό ελλειπτικό κυστίδιο

- Οριζόντια επιτάχυνση
 - Σφαιρικό και ελλειπτικό κυστίδιο
- Κάθετη θέση
 - ελλειπτικό κυστίδιο
- Κάθετη επιτάχυνση
 - Σφαιρικό κυστίδιο



iii. Ημικυκλικοί Σωλήνες

Οι τρεις ημικυκλικοί σωλήνες της αιθουσαίας συσκευής, γνωστοί με τις ονομασίες άνω, οπίσθιος και έξω (ή οριζόντιος) ημικύκλιος σωλήνας, είναι τοποθετημένοι σε ορθές γωνίες μεταξύ τους και έτσι αντιπροσωπεύουν τρία επίπεδα στο χώρο.

Στις ληκύνθους των ημικύκλιων σωλήνων βρίσκονται μικρές ακρολοφίες, που ονομάζονται ακουστικές (ή ληκυθικές) ακρολοφίες και στην κορυφή κάθε ακρολοφίας βρίσκεται μια πηκτοειδής μάζα παρόμοια με εκείνη που υπάρχει στα κυστίδια, το κυπέλλιο. Μέσα στο κυπέλλιο προβάλλουν τρίχες (κροσσοί) τριχωτών κυττάρων που βρίσκονται κατά μήκος της ακουστικής ακρολοφίας και τα οποία, με τη σειρά τους, συνδέονται με αισθητικές νευρικές ίνες που οδεύουν με το αιθουσαίο νεύρο. Η κλίση του κυπέλλιου προς τη μία πλευρά, που προκαλείται από τη ροή του υγρού το οποίο βρίσκεται μέσα στον ημικύκλιο σωλήνα, διεγείρει τα τριχωτά κύτταρα, ενώ η κλίση προς την αντίθετη κατεύθυνση τα αναστέλλει. Έτσι, οι κατάλληλες ώσεις οδεύουν με το αιθουσαίο νεύρο, για να ενημερώσουν το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα για την κίνηση του υγρού μέσα στον αντίστοιχα ημικύκλιο σωλήνα.

2. Νευρωνικές Συνδέσεις της Αιθουσαίας Συσκευής με το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

Οι περισσότερες από τις αιθουσαίες νευρικές ίνες καταλήγουν στους αιθουσαίους πυρήνες, οι οποίοι βρίσκονται περίπου στο σημείο μετάπτωσης του προμήκη μυελού στη γέφυρα, αλλά μερικές από αυτές περνούν χωρίς συνάψεις μέσα στην παρεγκεφαλίδα. Οι ίνες που καταλήγουν στους αιθουσαίους πυρήνες συνάπτονται με νευρώνες δεύτερης τάξης, οι οποίοι με τη σειρά τους, εκπέμπουν ίνες προς την παρεγκεφαλίδα, προς το νωτιαίο μυελό, και ειδικά προς τους δικτυωτούς πυρήνες του εγκεφαλικού στελέχους.

Πρέπει να σημειωθεί επίσης η πολύ στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ αιθουσαίας συσκευής, αιθουσαίων πυρήνων και παρεγκεφαλίδας. Η κύρια οδός των αντανεκλαστικών της ισορροπίας αρχίζει στα αιθουσαία νεύρα και συνεχίζει στους αιθουσαίους πυρήνες, καθώς και στην παρεγκεφαλίδα. Στη συνέχεια, μετά από μεγάλη ροή ώσεων προς δύο κατευθύνσεις ανάμεσα στους αιθουσαίους πυρήνες και την παρεγκεφαλίδα, εκπέμπονται ώσεις προς τους δικτυωτούς πυρήνες του εγκεφαλικού στελέχους αλλά και προς το νωτιαίο μυελό με το αιθουσονωτιαίο και το δικτυονωτιαίο δεμάτιο. Οι ώσεις που οδεύουν προς τον νωτιαίο μυελό, ελέγχουν την

αλληλεπίδραση όδωσης και αναστολής των εκτεινόντων μυών, ελέγχοντας έτσι, αυτόματα την ισορροπία.

3. Λειτουργία του Ελλειψοειδούς και του Σφαιρικού Κυστιδίου στη Διατήρηση της Στατικής Ισορροπίας

Ο προσανατολισμός των τριχωτών κυττάρων των ακουστικών κυστιδίων, των ελλειψοειδών και των σφαιρικών κυστιδίων προς διάφορες κατευθύνσεις, έχει πολύ μεγάλη σημασία, γιατί με τις διάφορες θέσεις του κεφαλιού ερεθίζονται διαφορετικά τριχωτά κύτταρα. Τα «πρότυπα» του ερεθισμού των διάφορων τριχωτών κυττάρων πληροφορούν το νευρικό σύστημα για τη θέση του κεφαλιού σε συνάρτηση με τη βαρύτητα. Με τη σειρά τους το αιθουσαίο, το παρεγκεφαλιδικό και το δικτυωτό κινητικό σύστημα διεγείρουν αντανακλαστικά τους κατάλληλους μύες ώστε να διατηρείται η σωστή ισορροπία.

Ανίχνευση της γραμμικής επιτάχυνσης με το ελλειπτικό και το σφαιρικό κυστίδιο.

Όταν το σώμα κινηθεί προς τα εμπρός – δηλαδή όταν επιταχύνεται προς τα εμπρός – η ωτοκοκονία, που έχει μεγαλύτερη αδράνεια από τα γύρω υγρά, μένει προς τα πίσω και πέφτει πάνω στα τριχωτά κύτταρα, οπότε εκπέμπονται προς τα νευρικά κέντρα πληροφορίες διαταραχής της ισορροπίας, οι οποίες υποχρεώνουν το άτομο να νιώσει ότι πέφτει προς τα εμπρός, ώσπου η προς τα εμπρός μετατόπιση της ωτοκοκονίας να εξισορροπήσει ακριβώς την τάση της να πέσει προς τα πίσω εξαιτίας της γραμμικής επιτάχυνσης. Στο σημείο αυτό, το νευρικό σύστημα διαπιστώνει ότι υπάρχει κατάσταση σωστής ισορροπίας και έτσι δεν επιτρέπει την περαιτέρω κίνηση του σώματος προς τα εμπρός. Για όσο διάστημα η γραμμική επιτάχυνση μένει σταθερή και το σώμα διατηρείται σ' αυτή τη θέση σκύβοντας προς τα εμπρός, το άτομο δεν πέφτει προς τα εμπρός ούτε προς τα πίσω. Έτσι, η ωτοκοκονία λειτουργεί διατηρώντας την ισορροπία κατά τη διάρκεια γραμμικών επιταχύνσεων ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως λειτουργεί και για τη στατική ισορροπία.

Η ωτοκοκονία δεν λειτουργεί για τη διαπίστωση της γραμμικής κίνησης.

4. Οι Ημικύκλιοι Σωλήνες και η Ανίχνευση της Γωνιώδους Επιτάχυνσης

Όταν ξαφνικά το κεφάλι αρχίζει να περιστρέφεται προς οποιαδήποτε κατεύθυνση, η ενδολέμφος των ημικύκλιων σωλήνων του υμενώδους λαβυρίνθου έχει την τάση, εξαιτίας της αδράνειάς της, να μείνει στη θέση της, ενώ οι ίδιοι οι ημικύκλιοι σωλήνες μετακινούνται. Αυτό προκαλεί σχετική – διάρκειας λίγων δευτερολέπτων – ροή υγρού μέσα από ημικύκλιους σωλήνες με κατεύθυνση αντίθετη προς την κατεύθυνση της στροφής του κεφαλιού. Έτσι, το άτομο καταλαβαίνει την έναρξη της στροφής, που ονομάζεται γωνιώδης επιτάχυνση.

Αλλά όταν η στροφή σταματήσει απότομα, συμβαίνουν ακριβώς τα αντίθετα γεγονότα, δηλαδή, η ενδολέμφος εξακολουθεί να κινείται, ενώ ο ημικύκλιος σωλήνας σταματά. Τη στιγμή αυτή, το κυπέλλιο κάμπτεται προς την αντίθετη κατεύθυνση με αποτέλεσμα πλήρη διακοπή της εκφόρτισης (δηλαδή αναστολή) των τριχωτών κυττάρων. Μετά από λίγα ακόμη δευτερόλεπτα, η ενδολέμφος σταματά επίσης να κινείται και το κυπέλλιο ξαναγυρίζει βαθμιαία στη θέση ηρεμίας του, επιτρέποντας έτσι και την επάνοδο της εκφόρτισης των τριχωτών κυττάρων στο φυσιολογικό της τονικό επίπεδο δραστηριότητας.

Έτσι, ο ημικύκλιος σωλήνας μεταβιβάζει θετική ώση όταν το κεφάλι αρχίζει να στρέφεται και αρνητική όταν σταματά.

5. Προβλεπτική λειτουργία των ημικύκλιων σωλήνων κατά τη διατήρηση της ισορροπίας.

Αφού οι ημικύκλιοι σωλήνες δεν ανιχνεύουν την απώλεια της ισορροπίας του σώματος κατά την κίνηση με κατεύθυνση προς τα εμπρός, προς τα πλάγια ή προς τα πίσω, θα μπορούσε κανείς να αναρωτηθεί ποια είναι η λειτουργία τους για τη διατήρηση της ισορροπίας. Το μόνο που ανιχνεύουν είναι ότι το κεφάλι του ατόμου αρχίζει να στρέφεται ή σταματά τη στροφή του προς τη μία ή την άλλη κατεύθυνση. Για τον λόγο αυτόν, η λειτουργία των ημικύκλιων σωλήνων δεν φαίνεται να έχει σχέση με τη διατήρηση της στατικής ισορροπίας ή της ισορροπίας κατά τη διάρκεια γραμμικών επιταχύνσεων. Ωστόσο, η απώλεια της λειτουργίας των ημικύκλιων σωλήνων προκαλεί μεγάλη ελάττωση της ισορροπίας όταν το άτομο επιχειρεί να εκτελέσει γρήγορες και περίπλοκες κινήσεις σώματος.

Η λειτουργία των ημικύκλιων σωλήνων μπορεί να γίνει περισσότερο κατανοητή

με ένα παράδειγμα. Αν ένα άτομο τρέχει προς τα εμπρός με ταχύτητα και ξαφνικά αρχίζει να γέρνει προς τη μία πλευρά, μέσα σε ένα δευτερόλεπτο περίπου θα χάσει την ισορροπία του, αν προηγουμένως δε γίνουν κατάλληλες διορθώσεις. Δυστυχώς, όμως, το ελλειπτικό και το σφαιρικό κυστίδιο ανιχνεύουν την απώλεια της ισορροπίας αφού έχει συμβεί. Αντίθετα, οι ημικυκλικοί σωλήνες θα έχουν ήδη διαπιστώσει ότι το άτομο αρχίζει να γέρνει και η πληροφορία αυτή μπορεί εύκολα να διαβιβαστεί στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα. Αν δεν γίνει κάποια διόρθωση, το άτομο θα χάσει την ισορροπία του σε ένα περίπου δευτερόλεπτο. Με άλλα λόγια, ο μηχανισμός των ημικύκλιων σωλήνων προβλέπει ότι πρόκειται να υπάρξει διαταραχή της ισορροπίας και, με αυτόν τον τρόπο, υποχρεώνει τα κέντρα της ισορροπίας να κάνουν τις κατάλληλες προληπτικές ρυθμίσεις. Έτσι, η κατάσταση διορθώνεται πριν το άτομο χάσει την ισορροπία του.

6. Το Αιθουσο-οπτικό αντανάκλαστικό και ο αιθουσαίος νυσταγμός

Η περιστροφή του σώματος οδηγεί σε συζυγείς κινήσεις των οφθαλμών σε αντίθετη κατεύθυνση επιτρέποντας έτσι στα μάτια να παραμείνουν επικεντρωμένα σε ένα σημείο στο χώρο. Αποτελεσματικά, ο άνθρωπος έχει τη δυνατότητα να δει το σταθερό του δάχτυλο χωρίς θολούρα, όταν εκτελεί γρήγορες κινήσεις προσθιοπίσθιες κινήσεις της κεφαλής. Αντίθετα, δεν μπορεί να δει καθαρά το δάχτυλό του εάν το κουνάει σε παρόμοιο ρυθμό, γιατί το οπτικό σύστημα αδυνατεί να προσαρμοστεί σε αυτήν τη συνεχή μετατόπιση. **Συμπερασματικά ο συνεχής αιθουσαίος ερεθισμός(με την συνεχή κίνηση της κεφαλής) προκαλεί τον «νυσταγμό».**

Τα αιθουσαίο-οπτικά αντανάκλαστικά περιγράφονται από ρυθμικές παλίνδρομες κινήσεις των βολβών των οφθαλμών που χαρακτηρίζονται από μία βραδεία απόκλιση των οφθαλμών προς τη μία πλευρά (βραδεία φάση) και μία ταχεία επαναφορά στην αρχική τους θέση (ταχεία φάση). Δηλαδή, τα μάτια κινούνται αντισταθμιστικά, σε αντίθετη θέση από το κεφάλι. Αυτή η «βραδεία φάση» διακόπτεται, όταν τα μάτια παρεκκλίνουν πλήρως από μία ταχεία φάση στην ίδια κατεύθυνση με την κίνηση της κεφαλής. Εάν το άτομο περιστρέφεται, η βραδεία φάση του νυσταγμού κατευθύνεται σε αντίθετη φορά από την περιστροφή, δίνοντας στα μάτια την δυνατότητα να προσηλωθούν σε ορισμένο σημείο. Η ταχεία φάση είναι στην ίδια φορά με το άτομο που στροβιλίζεται. Σε απότομο σταμάτημα οι φάσεις αυτές αντιστρέφονται.

Το αιθουσο-οπτικό αντανάκλαστικό φυσιολογικά επενεργεί έτσι ώστε να

διατηρείται σταθερή η όραση κατά τη διάρκεια των κινήσεων της κεφαλής. Το γωνιακό αιθουσο-οπτικό αντανακλαστικό, το οποίο εμφανίζεται από τους ημικύκλιους σωλήνες, ανταποκρίνεται σε καταστάσεις στροφής και είναι το κυρίως υπεύθυνο για τη σταθεροποίηση του βλέμματος. Το γραμμικό αιθουσο-αντανακλαστικό εμφανίζεται από τη δράση των ωτόλιθων και είναι περισσότερο σημαντικό σε καταστάσεις όπου παρατηρούνται κοντινοί στόχοι και το κεφάλι μετακινείται σε σχετικά υψηλές συχνότητες. Ένα παράδειγμα το οποίο εξηγεί πώς ο οριζόντιος ημικύκλιος σωλήνας συμβάλλει στην παρουσίαση του αντανακλαστικού είναι το παρακάτω:

- Όταν η κεφαλή στρέφεται προς τα δεξιά, το ενδολεμφικό υγρό μετακινεί το τελικό κυπέλλιο προς τα αριστερά
- Ο βαθμός εκφόρτισης των τριχωτών κυττάρων στη δεξιά ακουστική ακρολοφία αυξάνεται ανάλογα με την ταχύτητα της κίνησης της κεφαλής, ενώ ο βαθμός εκφόρτισης της αριστερής αυξάνεται
- Αυτές οι αλλαγές μεταδίδονται μέσω του αιθουσαίου νεύρου στους αντίστοιχους πυρήνες
- Διεγερτικοί παλμοί μεταδίδονται μέσω οδών στο στέλεχος προς τους οπτικοκινητικούς πυρήνες, οι οποίοι ενεργοποιούν το δεξί έσω ορθό και το αριστερό έξω ορθό. Ανασταλτικές νευρικές ώσεις μεταδίδονται επίσης προς τους ανταγωνιστές τους.
- Η ταυτόχρονη σύσπαση των μυών, έχει ως αποτέλεσμα μια πλάγια κίνηση των οφθαλμών προς τα αριστερά

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, οι απαγωγοί νευρώνες του αιθουσο-οπτικού αντανακλαστικού, είναι οι κινητικοί νευρώνες από τους οπτικοκινητικούς πυρήνες, οι οποίοι και ερεθίζουν τους εξωοπτικούς μύες. Οι εξωοπτικοί μύες είναι τοποθετημένοι σε ζευγάρια, που βρίσκονται σε επίπεδα πολύ κοινά με τα επίπεδα που σχηματίζουν οι ημικύκλιοι σωλήνες. Αυτή η γεωμετρική διευθέτηση βοηθάει στη σύνδεση ενός ζευγαριού ημικύκλιων σωλήνων με ένα ζευγάρι εξωοπτικών μυών. Με αυτόν τον τρόπο, η κίνηση των ματιών πραγματοποιείται στο ίδιο επίπεδο με την κίνηση της κεφαλής.

7. Το αιθουσο-νωτιαίο αντανακλαστικό

Ο σκοπός αυτού του αντανακλαστικού είναι η σταθεροποίηση του σώματος. Το αιθουσο-νωτιαίο αντανακλαστικό είναι μία συνάθροιση διαφόρων αντανακλαστικών που ονομάζονται ανάλογα με τη δυναμική ή στατική μορφή τους και ανάλογα με τα προσαγωγά ερεθίσματα. Σαν παράδειγμα διαδικασιών για την παραγωγή ενός τέτοιου αντανακλαστικού θα αναφερθεί το παρακάτω:

- Όταν το κεφάλι κλίνει προς τη μία πλευρά, ερεθίζονται και οι σωλήνες και οι ωτόλιθοι.
- Δραστηριοποιούνται τα αιθουσαία νεύρα και οι αιθουσαίοι πυρήνες.
- Μεταδίδονται οι ανάλογες νευρικές ώσεις μέσω των αιθουσο-νωτιαίων οδών προς τον νωτιαίο μυελό.

Δημιουργείται μία εκτατική δραστηριότητα στην πλευρά προς την οποία κάμπτεται η κεφαλή και μία καμπτική δραστηριότητα προς την αντίθετη.

Οι απαγωγοί νευρώνες του αιθουσο-νωτιαίου αντανακλαστικού είναι τα κύτταρα των πρόσθιων κέρατων του νωτιαίου μυελού, τα οποία δίνουν τις κατάλληλες εντολές στους μύες. Η σύνδεση μεταξύ των αιθουσαίων και των κινητικών νευρώνων είναι πιο πολύπλοκη από την αντίστοιχη του αιθουσο-οπτικού αντανακλαστικού. Το αιθουσο-νωτιαίο αντανακλαστικό έχει μία δυσκολότερη λειτουργία, επειδή υπάρχουν πολλές στρατηγικές αποτροπής πιθανής πτώσης, οι οποίες περιλαμβάνουν διαφορετικές κινητικές συνέργειες. Για παράδειγμα όταν κάποιος σπρώχνει προς τα πίσω, το κέντρο βάρους μετακινείται προς τα εμπρός. Για να αποκτηθεί η ισορροπία μπορεί:

- Να χρησιμοποιήσει πελματιαία κάμψη ποδοκνημικής
- Να κάνει ένα βήμα
- Να αρπάξει κάτι για στήριγμα
- Να χρησιμοποιήσει τον συνδυασμό των παραπάνω αντιδράσεων

Το αιθουσο-νωτιαίο αντανακλαστικό πρέπει επίσης να προσαρμόσει την κίνηση των μελών, κατάλληλα σε σχέση με τη θέση της κεφαλής στο σώμα. Υπάρχουν τρεις κύριες οδοί οι οποίοι συνδέουν τους αιθουσαίους πυρήνες με τα πρόσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού.

- Η έξω αιθουσο-νωτιαία οδός η οποία δημιουργεί την αντιβαρυντική μυϊκή δραστηριότητα, κυρίως στα κάτω άκρα μετά από αλλαγή θέσεως της κεφαλής η οποία συμβαίνει σε σχέση με τη βαρύτητα.
- Η έσω αιθουσο-νωτιαία οδός η οποία ρυθμίζει τις αλλαγές στάσεως σε απάντηση των ερεθισμάτων από τους ημικύκλιους σωλήνες. Η οδός αυτή κατεβαίνει μόνο μέσω του αυχενικού νωτιαίου μυελού και δραστηριοποιεί τους μύες του αυχένα.

- Η δικτυονωτιαία οδός, η οποία δέχεται αισθητική πληροφόρηση από όλους τους αιθουσαίους πυρήνες, καθώς και από όλα τα υπόλοιπα αισθητικά και κινητικά συστήματα. Αν και ο ρόλος της δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως, φαίνεται να παίζει ρόλο στις περισσότερες αντανακλαστικές κινητικές αντιδράσεις ισορροπίας.

8. Αυχενικά αντανακλαστικά

Τα αυχενικά αντανακλαστικά είναι άμεσα συσχετιζόμενα με τη διατήρηση της θέσεως της κεφαλής ως προς το σώμα αλλά και της διατήρησης της στάσης. Συνεργάζονται με τα αιθουσαία αντανακλαστικά για να επιτευχθούν αυτές οι σύνθετες διαδικασίες. Τα κυριότερα από τα αυχενικά αντανακλαστικά είναι τα εξής:

- Το αυχeno-οπτικό αντανακλαστικό το οποίο συσχετίζεται με το αιθουσο-οπτικό αντανακλαστικό και παίζει σημαντικό ρόλο στην περίοδο ανάρρωσης από αιθουσαία βλάβη. Αποτελείται από κινήσεις των ματιών οι οποίες καθοδηγούνται από τους ιδιοϋποδοχείς του αυχένα και μπορούν κάτω από συγκεκριμένες καταστάσεις να παίξουν το ρόλο του VOR.
- Το αυχeno-νωτιαίο αντανακλαστικό το οποίο προκαλεί αλλαγή στη θέση των μελών του σώματος εξαιτίας της προσαγωγής δραστηριότητας από τον αυχένα. Δύο οδοί φαίνεται να μεταφέρουν τα σήματα αυτού του αντανακλαστικού. Μια διεγερτική οδός από τον έξω αιθουσαίο πυρήνα και μία ανασταλτική οδός από το έσω τμήμα του δικτυωτού σχηματισμού. Με στροφή του σώματος ενώ το κεφάλι διατηρείται σταθερό, το αντανακλαστικό αυτό προκαλεί έκταση των άκρων προς τη μεριά που δείχνει το πηγούνι και κάμψη στην αντίθετη. Οι αιθουσαίο-υποδοχείς επηρεάζουν και τα δύο αυτά συστήματα με ρύθμιση της πυροδότησής τους σε πρότυπο αντίθετο από αυτό που εκλύεται από τους αυχενικούς υποδοχείς. Η συσχέτιση μεταξύ των επιδράσεων στο σώμα από τα προσαγωγά ερεθίσματα του αιθουσαίου και του αυχένα, τείνει να ακυρώνει το ένα το άλλο όταν το κεφάλι κινείται ελεύθερα στο σώμα, έτσι ώστε η θέση να διατηρείται σταθερή.

9. Φυσιολογική Λειτουργία των Αιθουσαίων Οργάνων

Το τελικό αιθουσαίο όργανο δεν ηρεμεί όταν δεν ερεθίζεται, αλλά παράγει συνεχώς δυναμικά ηρεμίας τα οποία εκπέμπει προς τον εγκέφαλο. Τα δυναμικά ηρεμίας αποτελούνται από τον ίδιο αριθμό ώσεων, οι οποίες αποστέλλονται ταυτόχρονα και από τις δύο κατευθύνσεις. Θεωρητικά γίνεται αποδεκτό ότι σε φυσιολογικό ερεθισμό προκαλείται μία ακριβής και ορισμένη μεταβολή των ώσεων που εκπέμπονται από τα δύο τελικά αιθουσαία όργανα. Στη μία πλευρά τα δυναμικά ηρεμίας μειώνονται και στην άλλη αυξάνονται κατά τον ίδιο βαθμό. Με τον τρόπο αυτό και οι δύο πλευρές πληροφορούν τον εγκέφαλο με ισόποσο, αλλά αντίθετο τρόπο. Η διαφορά αυτή γίνεται γνωστή στοπ φλοιό του εγκεφάλου, ο οποίος ερμηνεύει ως κίνηση ορισμένης διεύθυνσης και ταχύτητας.

Οι ημικύκλιοι σωλήνες παρέχουν αισθητική πληροφόρηση γύρω από την ταχύτητα της κεφαλής, το οποίο βοηθά το VOR να παράγει τις κινήσεις των ματιών που ταιριάζουν με αυτήν την ταχύτητα κίνησης. Το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι το μάτι να διατηρείται σταθερό στο χώρο, κατά τη διάρκεια των κινήσεων επιτρέποντας την καθαρή όραση.

Υπάρχουν τρεις σημαντικές διατάξεις στο χώρο οι οποίες διευκολύνουν την φυσιολογική λειτουργία των ημικύκλιων σωλήνων. Πρώτον, το επίπεδο κάθε σωλήνα μέσα στον λαβύρινθο είναι κάθετο όπως έχουμε ήδη αναφέρει με το επίπεδο των άλλων δύο. Δεύτερον τα επίπεδα διάταξης των ημικύκλιων σωλήνων μεταξύ των λαβυρίνθων ταιριάζουν πολύ μεταξύ τους. Οι 6 ξεχωριστοί ημικύκλιοι σωλήνες μετατρέπονται σε τρία λειτουργικά ζεύγη τα οποία είναι:

- Ο δεξιός με τον αριστερό οριζόντιο ημικύκλιο σωλήνα
- Ο αριστερός πρόσθιος με το δεξί οπίσθιο ημικύκλιο σωλήνα
- Ο αριστερός οπίσθιος με τον δεξί πρόσθιο ημικύκλιο σωλήνα

Τρίτον, τα επίπεδα των ημικύκλιων σωλήνων ταιριάζουν με τα επίπεδα δράσης των εξωοπτικών μυών κάτι που επιτρέπει σχετικά απλές συνδέσεις μεταξύ των προσαγωγών νευρώνων από τους σωλήνες και των κινητικών νευρώνων που σχετίζονται με τους μύες αυτούς.

Υπάρχουν αρκετά πλεονεκτήματα από αυτή τη λειτουργική διάταξη των ημικύκλιων σωλήνων σε ζεύγη. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος, επιτρέπεται ο αισθητηριακός πλεονασμός. Αυτό σημαίνει ότι αν εμφανιστεί βλάβη σε έναν από το ζεύγος των ημικύκλιων σωλήνων, το κεντρικό νευρικό σύστημα θα συνεχίζει να δέχεται αιθουσαία πληροφόρηση για την ταχύτητα της κεφαλής στο συγκεκριμένο επίπεδο από τον φυσιολογικό σωλήνα του ζεύγους. Επιπλέον, η λειτουργία ως ζεύγος επιτρέπει στον εγκέφαλο να αγνοεί αλλαγές στη νευρική πυροδότηση που συμβαίνουν και στις δύο πλευρές ταυτόχρονα, όπως σε περίπτωση αλλαγής της θερμοκρασίας του σώματος και οι οποίες αλλαγές δεν συσχετίζονται με κίνηση της κεφαλής.

Οι ωτόλιθοι από την άλλη πλευρά, καταγράφουν τις γραμμικές επιταχύνσεις. Αντιδρούν και στη γραμμική κίνηση της κεφαλής αλλά και σε στατική κλίση, σε

σχέση με τον άξονα βαρύτητας. Οι ωτόλιθοι έχουν να εκτελέσουν ένα ευκολότερο έργο και για αυτόν τον λόγο δεν χρειάζεται να έχουν ειδικό υδροδυναμικό σύστημα. Σαν τους ημικύκλιους σωλήνες, οι ωτόλιθοι έχουν κατασκευαστεί για να απαντούν σε κινήσεις σε οποιοδήποτε επίπεδο. Σε αντίθεση όμως με τους ημικύκλιους σωλήνες, οι οποίοι έχουν ένα αισθητήριο όργανο για κάθε επίπεδο γωνιακής κίνησης, στην αίθουσα υπάρχουν δύο αισθητήρια όργανα και για τους τρεις άξονες:

- Η αίσθηση και η αντίληψη της ίασης και της κίνησης
- Η σημασία στον προσανατολισμό της κεφαλής και του σώματος σε κάθετη θέση καθώς και στη στατική ευθυγράμμιση
- Ο έλεγχος του κέντρου βάρους του σώματος στη στάση και τη κώφωση. Η σταθεροποίηση της κεφαλής κατά τη διάρκεια κινήσεων.

Στο αιθουσαίο σύστημα υπάρχει πληροφόρηση γύρω από την κίνηση και τη θέση της κεφαλής σε σχέση με τη βαρύτητα και άλλες δυνάμεις αδράνειας. Το σύστημα της αίθουσας λειτουργεί με εξαιρετική αποτελεσματικότητα για τη διατήρηση της ισορροπίας όταν η κεφαλή βρίσκεται σε κατακόρυφη σχεδόν θέση. Το άτομο έχει την ικανότητα να αντιλαμβάνεται μέχρι και την απόκλιση μίας μοίρας της κεφαλής από την απόλυτη κατακόρυφη θέση. Παρόλα αυτά όσο το κεφάλι αποκλίνει από το κατακόρυφο, ο καθορισμός του προσανατολισμού της κεφαλής με το αισθητήριο της αίθουσας γίνεται ολοένα και ασθενέστερο.

Δίνεται ένα παράδειγμα για την καλύτερη αντίληψη της διαφορετικής συμπεριφοράς της αίθουσας και των ημικύκλιων σωλήνων. Εάν ένα άτομο τρέχει πολύ γρήγορα προς τα εμπρός και ξαφνικά αρχίζει να στρέφεται προς τη μία πλευρά του, θα χάσει την ισορροπία του αν δεν γίνουν οι κατάλληλες προσαρμογές. Η ακουστική κηλίδα δεν είναι δυνατόν να ανιχνεύσει την απώλεια της ισορροπίας παρά μόνο μετά την έλευσή της. Αντίθετα, οι ημικύκλιοι σωλήνες, θα έχουν ήδη ανιχνεύσει ότι το άτομο άρχισε να στρέφεται και αυτό το γεγονός προϋποθέτει το νευρικό σύστημα για τον κίνδυνο απώλειας ισορροπίας. Εν ολίγοις, ο μηχανισμός των ημικύκλιων σωλήνων προβλέπει ότι πρόκειται να προκύψει απώλεια ισορροπίας πριν να συμβεί το γεγονός αυτό και με αυτό τον τρόπο προκαλείται αντίδραση των κέντρων ισορροπίας για την εκτέλεση των κατάλληλων προσαρμογών.

Όσον αφορά το κατά πόσο οι λειτουργίες του αιθουσαίου συστήματος ως προς την ισορροπία του σώματος είναι έμφυτες ή επίκτητες, οι πιο σύγχρονες μελέτες έδειξαν ότι ο μηχανισμός της διατήρησης της ισορροπίας αναπτύσσεται ταυτόχρονα με την αισθητικοκινητική ανάπτυξη του ανθρώπινου οργανισμού κατά την περίοδο που αυτός μαθαίνει να στέκεται και να βαδίζει. Κατά την περίοδο αυτή, ο εγκέφαλος συνδυάζει τις πληροφορίες από τα άλλα αισθητήρια όργανα με αυτές από το αιθουσαίο και με την πάροδο του χρόνου μαθαίνει να ολοκληρώνει και να επεξεργάζεται τα μηνύματα από κάθε πηγή.

10. Ο Ρόλος του Αιθουσαίου Συστήματος στη Στάση και τη Κίνηση

Μία από τις πιο σημαντικές δραστηριότητες του ανθρώπινου ελέγχου της στάσης είναι αντί της ισορροπίας πάνω στη μικρή βάση υποστήριξης από τα πόδια ή και σε οποιαδήποτε άλλη θέση απαιτείται κάτι τέτοιο. Καθώς είναι αισθητήρας της βαρύτητας, το αιθουσαίο σύστημα είναι ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία για τη ρύθμιση της στάσης και της κίνησης. Το αιθουσαίο σύστημα είναι και αισθητικό και κινητικό σύστημα. Σαν αισθητήριο όργανο, παρέχει στο κεντρικό νευρικό σύστημα πληροφορίες γύρω από τη θέση και την κίνηση της κεφαλής καθώς και μηνύματα που αφορούν την κατεύθυνση της βαρύτητας. Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες μαζί με άλλες από τα υπόλοιπα αισθητήρια συστήματα και έτσι κατασκευάζει μία εικόνα γύρω από τη θέση και την κίνηση ολόκληρου του σώματος και του περιβάλλοντος. Επειδή όμως το αιθουσαίο σύστημα έχει κινητικό ρόλο, η αποστολή του δεν τερματίζεται με την έκλυση των προσαγωγών πληροφοριών αλλά διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο και στην παραγωγή κάποιων κινήσεων. Το αιθουσαίο σύστημα παίζει τέσσερις σημαντικούς ρόλους οι οποίοι είναι:

Όπως προαναφέρθηκε, οι ημικύκλιοι σωλήνες ερεθίζονται από τις στροφικές κινήσεις της κεφαλής. Οι στροφικές κινήσεις στο μετωπιαίο και στο εγκάρσιο επίπεδο γίνονται αντιληπτές από τον πρόσθιο και οπίσθιο ημικύκλιο σωλήνα, ενώ ο οριζόντιος σωλήνας αντιλαμβάνεται κινήσεις στο οριζόντιο επίπεδο. Σε αντίθεση με τους σωλήνες, οι ωτόλιθοι ερεθίζονται με τη γραμμική επιτάχυνση ενώ παρέχουν πληροφορίες γύρω από την κατεύθυνση της βαρύτητας. Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα χρησιμοποιεί αυτά τα σήματα για να καθορίσει την ευθυγράμμιση της κεφαλής σε σχέση με το επίπεδο της βαρύτητας.

Όσο καλή και αν είναι η αιθουσαία λειτουργία για τον καθορισμό της θέσης και της κίνησης του σώματος, οι πληροφορίες του δεν επαρκούν από μόνες τους για την ολοκληρωμένη αντίληψη του περιβάλλοντος. Πρώτον, το αιθουσαίο μπορεί να παρέχει πληροφόρηση γύρω από τη θέση της κεφαλής και όχι για την κίνηση ή θέση άλλων μελών του σώματος. Δεύτερον, η πληροφόρηση από το αιθουσαίο μπορεί να είναι ασαφής. Ένα σήμα για τους κάθετους σωλήνες που να φανερώνει πρόσθια κλίση της κεφαλής μπορεί να παραχθεί από κάμψη της κεφαλής στον αυχένα ή από κάμψη του σώματος στην οσφυϊκή μοίρα. Το αιθουσαίο από μόνο του δεν μπορεί να ξεχωρίσει τι συμβαίνει πραγματικά. Προσθετικά με τα παραπάνω, το αιθουσαίο δεν είναι σε ίσιο βαθμό ευαίσθητο για όλο το εύρος των πιθανών κινήσεων της κεφαλής. Οι ημικύκλιοι σωλήνες είναι πιο ευαίσθητοι στις γρήγορες κινήσεις της κεφαλής, ενώ οι ωτόλιθοι μπορούν να αντιληφθούν κλίσεις σε σχέση με τη βαρύτητα και αργές κινήσεις αλλά μόνο όταν αυτές είναι γραμμικές περισσότερο παρά στροφικές. Για να έχουν λειτουργικό αντίκρισμα οι πληροφορίες από το αιθουσαίο, πρέπει το ΚΝΣ να λάβει πληροφόρηση και από τα υπόλοιπα αισθητήρια όργανα. Έτσι, για παράδειγμα, το οπτικό σύστημα μπορεί να βοηθήσει στο χωρισμό των μηνυμάτων από τους

ωτόλιθους. Με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιείται η διάκριση μεταξύ κλίσης της κεφαλής σε σχέση με τη βαρύτητα ή γραμμικής μετατόπισής της. Από την άλλη πλευρά, οι υποδοχείς μπορούν να βοηθήσουν το ΚΝΣ να ξεχωρίσει αν τα σήματα από τους σωλήνες προέρχονται εξαιτίας της κίνησης της κεφαλής στον αυχένα ή εξαιτίας της κάμψης του σώματος.

Το αιθουσαίο σύστημα, το οποίο δίνει σήματα για την διεύθυνση της βαρύτητας, διαδραματίζει έναν σημαντικό αλλά όχι αποκλειστικό ρόλο στην ευθυγράμμιση της κεφαλής και του κορμού στα διάφορα ζώα. Μονόπλευρη αιθουσαία βλάβη σε ζώα προκαλεί κλίση της κεφαλής και του σώματος προς την επηρεασμένη πλευρά. Το ποσό της ασυμμετρίας σταδιακά εξαφανίζεται και η επιστροφή στη φυσιολογική ευθυγράμμιση θεωρείται από πολλούς σημάδι αιθουσαίας υποκατάστασης. Στους ανθρώπους το αιθουσαίο σύστημα παίζει επίσης ένα σημαντικό ρόλο στην ευθυγράμμιση της κεφαλής και του σώματος σε σχέση με τη βαρύτητα, παρόλα αυτά η όραση της μονόπλευρης βλάβης ποικίλει και είναι συνήθως μικρότερης διάρκειας από ότι στα κατώτερα ζώα. Άνθρωποι με ξαφνική απώλεια της αιθουσαίας λειτουργίας στη μία πλευρά παρουσιάζουν επίσης πλάγια κάμψη της κεφαλής προς την πλευρά της βλάβης κατά την οξεία φάση. Επιπλέον εμφανίζεται κλίση ολόκληρου του σώματος προς τη βλάβη και αποκτάται φυσιολογική κατανομή βάρους μετά από περίοδο αρκετών εβδομάδων.

Οι αιθουσαίες πληροφορίες συνεισφέρουν επίσης στο σχηματισμό ενός εσωτερικού χάρτη, ο οποίος ονομάζεται χάρτης των ορίων σταθερότητας. Ο άνθρωπος όταν στέκεται όρθιος με τα πόδια στο έδαφος μπορεί να πραγματοποιήσει κλίση του σώματός του προς τα εμπρός και πίσω, χωρίς να χάσει την ισορροπία του και χωρίς να κάνει βήμα μπροστά. Τα όρια αυτά ονομάζονται όρια σταθερότητας. Τα ακριβή όρια για κάθε άτομο καθορίζονται από βιομηχανικούς παράγοντες, όπως το μέγεθος της βάσης στήριξης και από νευρομυϊκές συνεισφορές, όπως η ισχύς και η ελαστικότητα των μυών. Το αιθουσαίο σύστημα είναι αυτό το οποίο καθορίζει τις ακριβείς σχέσεις μεταξύ των ορίων σταθερότητας και εσωτερικού χάρτη των ορίων.

Είναι γνωστό από την ανατομία ότι οι κινητικές ίνες αφήνουν τον κεντρικό αιθουσαίο πυρήνα και κατεβαίνουν στο νωτιαίο μυελό από όπου καταλήγουν στους νευρώνες οι οποίοι δραστηριοποιούν τους μύες του αυχένα, του κορμού και των άκρων. Εν τούτοις, ο συγκεκριμένος ρόλος του αιθουσαίου στον έλεγχο του προσανατολισμού και της ισορροπίας δεν είναι ακόμη ξεκάθαρος. Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα σήματα από το αιθουσαίο παίζουν μία μεγάλη ποικιλία ρόλων, συμπεριλαμβανομένων της τονικής ενεργοποίησης, των αντιβαρυτικών μυών, τον ερεθισμό των αντιδράσεων ισορροπίας, την συνεισφορά στην επιλογή των κατάλληλων στρατηγικών στάσης ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος και τη σενέργια των κινήσεων της κεφαλής του κορμού. Ο προσανατολισμός και η ισορροπία είναι δύο ξεκάθαροι στόχοι της στάσης. Για να πραγματοποιηθούν κάποιες δραστηριότητες μπορεί να δοθεί προτεραιότητα στο ένα από αυτά τα δύο με κόστος το άλλο. Γενικά, και οι στατικές και οι δυναμικές κινήσεις απαιτούν ένα σύστημα το οποίο να θέτει ως προτεραιότητα τους συμπεριφορικούς στόχους και το οποίο να χρησιμοποιεί όλες τις διαθέσιμες αισθητήριες πληροφορίες για αποτελεσματικό και επαρκή έλεγχο του κορμού και των άκρων ώστε να επιτευχθεί και ο

προσανατολισμός και η ισορροπία.

Ο Magnus ήταν ο πρώτος ο οποίος διερεύνησε το ρόλο των κατερχόμενων αιθουσο-νωτιαίων οδών στον έλεγχο της στατικής θέσης του σώματος. Για να πραγματοποιήσει τις έρευνές του, χρησιμοποίησε αποκεφαλισμένα ζώα ώστε να απομονώσει το αιθουσο-νωτιαίο σύστημα από τα υπόλοιπα ανώτερα κέντρα ελέγχου. Ανακάλυψε αντανεκλαστικές κινήσεις των άκρων οι οποίες εκλύονταν από διαφορετικές θέσεις της κεφαλής και οι οποίες περιγραφές ξαναορίστηκαν και τροποποιήθηκαν από τον Roberts. Τοποθετώντας την κεφαλή σε διαφορετικές θέσεις σε σχέση με τη βαρύτητα και με το υπόλοιπο σώμα, τροποποιείται η δραστηριότητα του αιθουσαίου και των ιδιοϋποδοχέων του αυχένα, τα οποία επηρεάζουν τη μυϊκή δραστηριότητα των άκρων μέσω των αιθουσο-νωτιαίων και αυχενο-νωτιαίων αντανεκλαστικών οδών. Ο Magnus υπέθεσε ότι η λειτουργική επίδραση αυτών των αντανεκλαστικών είναι να επιτρέπει στην κεφαλή να κινείται ανεξάρτητα σε σχέση με το σώμα χωρίς να μεταβάλλεται η μυϊκή δραστηριότητα των άκρων. Ο Roberts στη συνέχεια έδωσε μία δεύτερη ερμηνεία. Πιθανές κλίσεις της κεφαλής και του αυχένα μπορούν να συμβούν κατά τη στάση σε ανώμαλες ή κεκλιμένες επιφάνειες και η συν-δραστηριοποίηση του αυχενο-νωτιαίου και αιθουσο-νωτιαίου αντανεκλαστικού θα παρήγαγε τα κατάλληλα πρότυπα της τονικής δραστηριοποίησης των μυών των άκρων, ώστε να σταθεροποιηθεί ο κορμός σε μια συνεχή οριζόντια θέση σε σχέση με τη βαρύτητα. Με άλλα λόγια, χωρίς να δίνεται σημασία στο ποιος είναι ο προσανατολισμός της κεφαλής και του σώματος, η συνδυασμένη δράση των αιθουσαίων και των αυχενικών αντανεκλαστικών πάντα θα προκαλεί έκταση των ποδιών που βρίσκονται στην κατηφορική μεριά και κάμψη των ποδιών που βρίσκονται στην ανηφορική μεριά.

Πρόσθετες έρευνες έδειξαν ότι η δραστηριότητα των άκρων δεν πραγματοποιείται για να σταθεροποιηθεί ο κορμός όπως είχε προτείνει ο Roberts, αλλά για να διατηρηθεί ο προσανατολισμός του κορμού παράλληλα προς την κεκλιμένη επιφάνεια και για να σταθεροποιηθεί το κέντρο βάρους και ο προσανατολισμός των άκρων σε σχέση με τη βαρύτητα. Παρά το γεγονός ότι τα στατικά αιθουσο-νωτιαία και αυχενο-νωτιαία αντανεκλαστικά παρατηρούνται στα προηγούμενα ζώα, μπορεί να μην παίζουν κάποιον σημαντικό ρόλο στη στατική ισορροπία σε ανέπαφα ζώα. Επίσης παρά το γεγονός ότι η επίδραση των τονικών λαβυρίνθων ή αυχενικών αντανεκλαστικών παρατηρούνται πρόωρα στην ανάπτυξη ή σε περιπτώσεις εγκεφαλικής βλάβης, δεν έχουν παρουσιαστεί σε φυσιολογικούς ανθρώπους σε μεταγενέστερα στάδια της ανάπτυξης. Σε φυσιολογικούς ενήλικες, το αντανεκλαστικό διάτασης του υποκνημιδίου διεγείρεται περισσότερο όταν η κεφαλή τοποθετείται σε διαφορετικές θέσεις σε σχέση με τη βαρύτητα. Σε αντίθεση με τα πειραματόζωα του Roberts, τα οποία αυξάνουν την έκταση των ανάλογων άκρων, όταν το κεφάλι έκλινε σε σχέση με τη βαρύτητα, οι εκτείνοντες μύες της ποδοκνημικής του ανθρώπου είναι λιγότερο διεγερμένοι από όταν η κεφαλή τοποθετείται εκτός φυσιολογικής θέσης σε σχέση με τη βαρύτητα. Αυτό συμβαίνει όταν το άτομο βρίσκεται στην ύπτια ή στην πρηνή θέση. Επομένως, για τις στατικές θέσεις σε ανέπαφα ζώα και σε ανθρώπους είναι πιθανά υπεύθυνοι οι ιδιοϋποδοχείς από τα άκρα και τα προγραμματισμένα κεντρικά πρότυπα των υψηλότερων επιπέδων

του νευρικού συστήματος, παρά τα αιθουσαία ή τα αυχενικά αντανακλαστικά.

Αν η ισορροπία διαταραχθεί σε έναν άνθρωπο, οι μύες των άκρων δραστηριοποιούνται σε μικρό βαθμό ώστε να αποκατασταθεί η ισορροπία. Πολλές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί ώστε να καθοριστεί ο ρόλος του αιθουσαίου συστήματος στις αυτόματες αντιδράσεις ισορροπίας. Άμεσες αιθουσο-νωτιαίες οδοί και από τους σωλήνες και από τους ωτόλιθους, οι οποίοι μπορούν να μεταφέρουν τις αυτόματες αντιδράσεις διαταραχής της στάσης, έχουν γνωστοποιηθεί ανατομικά και οι γάτες και οι άνθρωποι αντιδρούν στις ξαφνικές πτώσεις με μικρής διάρκειας δραστηριοποίηση των εκτεινόντων της ποδοκνημικής. Αυτές οι απαντήσεις συμβαίνουν και με κλειστά και με ανοιχτά μάτια, οπότε δε φαίνεται να είναι αποτέλεσμα του οπτικού ερεθισμού. Οι ερευνητές έχουν υποθέσει ότι αιθουσο-νωτιαίοι μηχανισμοί διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο στις αυτόματες αντιδράσεις ισορροπίας που εισάγονται στα πόδια από κινούμενες βάσεις. Δύο είδη βάσεων έχουν χρησιμοποιηθεί πειραματικά για να μελετηθούν αυτές οι υποθέσεις. Βάσεις οι οποίες μετακινούνται πρόσθια και οπίσθια και βάσεις οι οποίες μετακινούνται με στροφή. Έχει βρεθεί ότι τα αιθουσο-νωτιαία αντανακλαστικά δεν παίζουν ουσιαστικό ρόλο για την επαναφορά της ισορροπίας στις προσθιοπίσθιες μετακινήσεις της πλατφόρμας, ενώ οι αντιδράσεις μετά από περιστροφή της βάσης επηρεάζονται περισσότερο από τους αιθουσαίους μηχανισμούς. Διάφορες μελέτες γύρω από τον ρόλο του αιθουσαίου, έχουν δείξει ότι ο ρόλος τους στις αντιδράσεις ισορροπίας αυξάνεται όταν η ιδιοδεκτική πληροφόρηση για την ταλάντωση του σώματος λείπει ή είναι ανεπαρκής και δείχνουν επίσης ότι η αποτελεσματική ισορρόπηση μετά από διαταραχή της στάσης, βασίζεται στην στενή συσχέτιση των αιθουσαίων και των σωματοαισθητικών πληροφοριών. Η χρήση των οπτικών και αιθουσαίων πληροφοριών για τον έλεγχο της στάσης είναι περίπλοκη εξαιτίας του γεγονότος ότι αυτά τα αισθητηριακά όργανα είναι τοποθετημένα στο ασταθές κεφάλι. Επειδή το κέντρο βάρους της κεφαλής βρίσκεται πάνω από τον άξονα της στροφής κάθε κίνησης του σώματος, θα έχει ως αποτέλεσμα την κίνηση της κεφαλής. Οι ανεξέλεγκτες κινήσεις της κεφαλής κάνουν ακόμη πιο πολύπλοκη διαδικασία την χρήση των αιθουσαίων πληροφοριών, ώστε να υπολογιστεί η κίνηση και η στάση του σώματος. Για αυτούς τους λόγους, οι ερευνητές έχουν υποθέσει ότι το νευρικό σύστημα μπορεί να σταθεροποιήσει την κεφαλή σε σχέση με τη βαρύτητα κατά τον έλεγχο της στάσης, είτε για να απλοποιήσει την μετάφραση των αιθουσαίων πληροφοριών, είτε για να διευκολυνθεί η σταθερότητα του βλέμματος. Σε απουσία καλής πληροφόρησης για τη βαρύτητα από το αιθουσαίο σύστημα, ή σε μία προσπάθεια να απλοποιηθεί η συνέργια των κινήσεων του κορμού και της κεφαλής, προτάθηκε επίσης ότι το νευρικό σύστημα μπορεί να σταθεροποιήσει την κεφαλή με σημείο αναφοράς τον κορμό.

Παρόλο που υπάρχει κάποια κίνηση της κεφαλής στο χώρο κατά τη διάρκεια των περισσότερων κινητικών δραστηριοτήτων, η θέση της κεφαλής σε σχέση με τη βαρύτητα διατηρείται σχετικά σταθερή, παρά τις μεγάλες κινήσεις του σώματος που συνήθως συμβαίνουν. Σε αυτές τις μελέτες δεν καταγράφηκε η δραστηριότητα των μυών του αυχένα, επομένως είναι δύσκολο να γνωρίζουμε αν η θέση της κεφαλής σταθεροποιείται ενεργητικά από το κεντρικό νευρικό σύστημα. Το κεφάλι φαίνεται

να είναι σχεδόν σταθεροποιημένο σε σχέση με τη βαρύτητα, σε ένα μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων. Σε αυτές τις περιπτώσεις το αιθουσαίο σύστημα παίζει σημαντικό ρόλο. Αντίθετα, φαίνεται να έχει λιγότερη αξία για τον έλεγχο της θέσης του κέντρου βάρους, ιδιαίτερα όταν υπάρχει καλή ανατροφοδότηση από τους ιδιοϋποδοχείς. Αυτές οι παρατηρήσεις έρχονται σε συμφωνία με την υπόθεση ότι η περιφερική προς κεντρικά μυϊκή δραστηριοποίηση η οποία ελέγχει το κέντρο βάρους πραγματοποιείται από τους υποδοχείς που βρίσκονται στα πόδια και ότι οι οποίοι ελέγχουν τη θέση της κεφαλής, προκαλείται από τους αιθουσαίους μηχανισμούς.

11. Αισθητικές Στρατηγικές Κατά τη διάρκεια της ήρεμης στάσης

Σε πολλές μελέτες έχει εξεταστεί η επίδραση της όρασης στην ήρεμη όρθια στάση μέσω του εύρους λικνίσματος με τους οφθαλμούς ανοικτούς και κλειστούς και έχει βρεθεί ότι υπάρχει σημαντική αύξηση του λικνίσματος σε φυσιολογικά άτομα όταν έχουν τα μάτια τους κλειστά. Έχει προταθεί ότι αν και η όραση δεν είναι απολύτως απαραίτητη για τον έλεγχο της ήρεμης όρθιας στάσης, συμβάλλει ενεργητικά στον έλεγχο της ισορροπίας κατά την ήρεμη όρθια στάση. Σωματοαισθητηριακά ερεθίσματα από όλα τα μέρη του σώματος συμβάλλουν στον έλεγχο της ισορροπίας κατά τη διάρκεια της ήρεμης στάσης. Σε διάφορες μελέτες, χρησιμοποιήθηκαν μικροδονητές για να διεγερθούν οι μυς των ματιών, του αυχένα και των ποδοκνημικών και διερευνήθηκε η συμβολή των ιδιοδεκτικών ερεθισμάτων από τους μυς αυτούς στο στατικό έλεγχο κατά τη διάρκεια της ήρεμης στάσης. Βρέθηκε ότι η δόνηση των οφθαλμικών μυών ενός ατόμου που ορθοστατεί με κλειστά μάτια, παρήγαγε σωματική ταλάντευση με κατεύθυνση ταλάντευσης εξαρτώμενη από τον δονούμενο μυ. Ταλάντευση επίσης παραγόταν με δόνηση του στερνοκλειδομαστεοειδούς ή του υποκνημιδίου. Όταν οι μύες αυτοί δονούνταν ταυτόχρονα, τα αποτελέσματα ήταν αθροιστικά, δίχως ξεκάθαρη επικράτηση της μιας ιδιοδεκτικής επίδρασης έναντι της άλλης. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η ιδιοδεκτικότητα από όλα τα μέρη του σώματος παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ήρεμης στάσης.

Κάποιες πρώιμες μελέτες των αποτελεσμάτων της όρασης στην ήρεμη στάση εξέτασαν το εύρος της ταλάντευσης με κλειστά και ανοιχτά μάτια και βρήκαν

αξιοσημείωτη αύξηση ταλάντευσης φυσιολογικών ατόμων όταν τα μάτια τους ήταν κλειστά. Έτσι λοιπόν προέκυψε το συμπέρασμα ότι η όραση συμβάλλει ενεργητικά στον έλεγχο της ισορροπίας στην ήρεμη στάση. Ο λόγος της σωματικής ταλάντευσης με ανοικτά μάτια προς τη σωματική ταλάντευση με κλειστά μάτια ονομάζεται “πηλίκο Romberg”.

Τα πρώτα πειράματα που έγιναν για την ερεύνηση του ρόλου της εισροής αισθητικών ερεθισμάτων για τον στατικό έλεγχο μέσω της χρήσης συνεχών και παροδικών οπτικών κινητικών προτροπών σε άτομα διαφόρων ηλικιών έγιναν από τον David Lee και τους συνεργάτες του. Χρησιμοποιήθηκε μία καινοτόμος διάταξη, σύμφωνα με την οποία τα άτομα στέκονταν σε ένα δωμάτιο με σταθερό πάτωμα, αλλά με κινούμενους τοίχους και οροφή, προς τα εμπρός και πίσω, με σκοπό τη δημιουργία της ψευδαίσθησης του λικνίσματος προς την αντίθετη κατεύθυνση. Όταν χρησιμοποιήθηκαν πολύ μικρές και συνεχείς ταλαντώσεις του δωματίου οι νευρολογικά άθικτοι ασθενείς άρχισαν να λικνίζονται σύμφωνα με ταλαντώσεις του δωματίου, κάτι που σημαίνει ότι τα οπτικά ερεθίσματα επηρεάζουν σημαντικά τον στατικό έλεγχο. Στα μικρά παιδιά και στους ηλικιωμένους παρατηρήθηκε μεγαλύτερο λικνισμα από ό,τι αυτό των ενηλίκων, ίσως λόγω της μειωμένης ικανότητας επεξεργασίας πληροφοριών από τα πόδια και τις ποδοκνημικές.

Εκτός από την όραση, η εισροή σωματοαισθητικών ερεθισμάτων από τα πόδια, που είναι σε επαφή με την επιφάνεια, φαίνεται ότι είναι σημαντική για τον έλεγχο της ήρεμης όρθιας στάσης. Στην πραγματικότητα από διάφορες μελέτες φαίνεται ότι η ελάττωση της εισροής κεντρομόλων ερεθισμάτων από το κάτω άκρο λόγω αγγειακής ισχαιμίας, αναισθησίας ή ψύχρασης επιφέρει αύξηση στην κίνηση του κέντρου πίεσης (ΚΠ) κατά τη διάρκεια της ήρεμης όρθιας στάσης.

Σε κάποιες άλλες μελέτες, δόθηκαν σε ενήλικα άτομα διαρκείς αργές ταλαντεύσεις πάνω σε πλατφόρμα (μιμούμενες την ήρεμη στάση) έναντι γρήγορων, παροδικών διαταραχών της στάσης (με πρόκληση απώλειας σταθερότητας). Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών έδειξαν ότι τα οπτικά, αιθουσαία και ιδιοδεκτικά ερεθίσματα, στη διάρκεια αργών ταλαντώσεων, επηρεάζουν και τα τρία τον στατικό έλεγχο των φυσιολογικών ενηλίκων κατά την ήρεμη στάση. Αντίθετα, στον έλεγχο της στάσης, φαίνεται να επικρατούν τα σωματοαισθητικά ερεθίσματα, κατά την ανταπόκριση σε παροδικές διαταραχές της υποστηρικτικής επιφάνειας.

Το τελικό συμπέρασμα όλων των ερευνών είναι ότι και τα τρία αισθητικά συστήματα συμβάλλουν στον στατικό έλεγχο κατά τη διάρκεια της ήρεμης στάσης.

12. Αισθητικές Διαταραχές Κατά τη Διατάραξη της Στάσης

Τα κινούμενα δωμάτια, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, έχουν χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της συνεισφοράς της εισροής οπτικών ερεθισμάτων για την επαναφορά από παροδικές διαταράξεις. Όταν το δωμάτιο μετακινείται απότομα, τα μικρά παιδιά αντισταθμίζουν για αυτήν την εικονική απώλεια της ισορροπίας με κινητικές απαντήσεις, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί για την επαναφορά στην κατακόρυφη θέση. Παρόλα αυτά, αφού δεν υπάρχει πραγματικό στατικό λίκνισμα, παρά μόνο ψευδαίσθηση του λικνίσματος, οι κινητικές απαντήσεις έχουν αποσταθεροποιητική επίδραση, οπότε τα νήπια παραπατούν ή πέφτουν προς την κατεύθυνση της κίνησης του δωματίου. Αυτό αποτελεί ένδειξη ότι η όραση μπορεί να είναι μία επικρατής εισροή ερεθισμάτων για την αντιστάθμιση παροδικών διαταράξεων σε νήπια, τα οποία μόλις έχουν μάθει να στέκονται.

Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι σε μεγαλύτερα παιδιά και ενήλικες τυπικά δεν εκδηλώνονται μεγάλες μεταβολές του λικνίσματος ως απάντηση στις κινήσεις αυτές, κάτι που σημαίνει ότι στους ενήλικες η όραση δεν παίζει σημαντικό ρόλο για την αντιστάθμιση των παροδικών διαταράξεων.

Από διάφορα πειράματα φαίνεται ότι η συνεισφορά του αιθουσαίου συστήματος είναι πολύ μικρότερη από αυτή της εισροής σωματοαισθητικών ερεθισμάτων. Στα πειράματα αυτά συγκρίθηκε η υστέρηση της έναρξης και του εύρους των μυϊκών απαντήσεων μεταξύ δύο διαφορετικών τύπων διατάραξης της όρθιας στάσης: (α) η υποστηρικτική επιφάνεια κινούνταν προς τα εμπρός ή πίσω για προσομοίωση της εισροής σωματοαισθητικών ερεθισμάτων και (β) πρόσθια ή οπίσθια μετατόπιση ενός φορτίου (2kg) προσδεμένου στην κεφαλή για διέγερση του αιθουσαίου συστήματος (δεν υπήρχε κάποια απάντηση σε ασθενείς με αιθουσαία ελλείμματα). Για συγκρίσιμες επιταχύνσεις οι μυϊκές απαντήσεις στα αιθουσαία σήματα ήταν περίπου 10 φορές μικρότερες από τις σωματοαισθητικές απαντήσεις που εκλύονταν από τη μετατόπιση των ποδιών. Από αυτό φαίνεται ότι η εισροή αιθουσαίων ερεθισμάτων παίζει μάλλον μικρό ρόλο στην ανάκτηση του στασικού ελέγχου όταν η υποστηρικτική επιφάνεια μετατοπίζεται οριζόντια.

Κάτω όμως από συγκεκριμένες συνθήκες, η εισροή αιθουσαίων και οπτικών ερεθισμάτων είναι σημαντική για τον έλεγχο των απαντήσεων σε παροδικές διαταράξεις. Για παράδειγμα, όταν η υποστηρικτική επιφάνεια αποκτά κλίση προς τα πάνω, οπότε διατείνεται και ενεργοποιείται ο γαστροκνήμιος μυς, αυτή η απάντηση είναι αποσταθεροποιητική καθώς το σώμα έλκεται προς τα πίσω. Φαίνεται ότι η επακόλουθη αντισταθμιστική απάντηση στον πρόσθιο κνημιαίο μυ, που χρησιμεύει για την ανάκτηση της ισορροπίας, ενεργοποιείται από το οπτικό και το αιθουσαίο σύστημα όταν τα μάτια είναι ανοικτά. Με τα μάτια κλειστά ενεργοποιείται κατά βάση (80%) από τους αιθουσαίους ημικύκλιους σωλήνες.

Άσχετα με τη δραστηριότητα, καμία αίσθηση από μόνη της δεν μπορεί να τροφοδοτήσει το ΚΝΣ με ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τη θέση και την κίνηση του σώματος στον χώρο σε κάθε περίπτωση.

13. Προσαρμογή των αισθήσεων για την επίτευξη του στασικού ελέγχου

Η προσαρμογή του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιούμε τα αισθητηριακά μηνύματα για την επίτευξη του στασικού ελέγχου συνιστά κρίσιμο στοιχείο για τη διατήρηση της σταθερότητας σε ένα πλήθος περιβαλλοντικών συνθηκών και έχει μελετηθεί από διάφορους ερευνητές.

Μία προσέγγιση στη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο το ΚΝΣ προσαρμόζει πολλαπλά αισθητηριακά ερεθίσματα για την επίτευξη του στασικού ελέγχου, αναπτύχθηκε από τον Nashner και τους συνεργάτες του. Στην προσέγγιση αυτή χρησιμοποιήθηκαν μία κινούμενη πλατφόρμα και κινούμενο οπτικό περιβάλλον. Μία απλοποιημένη εκδοχή του πρωτοκόλλου Nashner ανέπτυξαν οι Shumway – Cook και Horak για να εξετάσουν τον ρόλο της αισθητηριακής αλληλεπίδρασης στην ισορροπία.

Στο πρωτόκολλο του Nashner η σωματική ταλάντευση μετριέται, ενώ το άτομο βρίσκεται σε ήρεμη στάση, σε έξι διαφορετικές συνθήκες που μεταβάλλουν τη διαθεσιμότητα και την ακρίβεια οπτικών και σωματοαισθητικών πληροφοριών για τον στασικό προσανατολισμό. Στις συνθήκες 1-3 το άτομο στέκεται πάνω σε μία φυσιολογική επιφάνεια με ανοικτά μάτια (1), με κλειστά μάτια (2), ή σε κινούμενο οπτικό περιβάλλον με σωματική ταλάντευση (3). Οι συνθήκες 4-6 είναι όμοιες με τις 1-3 με εξαίρεση το γεγονός ότι η υποστηρικτική επιφάνεια περιστρέφεται και υπάρχει σωματική ταλάντευση. Διαφορές του ποσού της σωματικής ταλάντευσης σε διαφορετικές συνθήκες χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της ικανότητας του ατόμου να προσαρμόζει τις αισθητηριακές πληροφορίες για τον στασικό έλεγχο.

Πολλές μελέτες έχουν εξετάσει την ανταπόκριση φυσιολογικών ατόμων σε ποικίλα αισθητηριακά ερεθίσματα για τον στασικό έλεγχο. Γενικά οι μελέτες αυτές έχουν δείξει ότι ενήλικοι και παιδιά πάνω από ηλικία των 7 ετών διατηρούν εύκολα την ισορροπία τους και στις 6 προαναφερθείσες συνθήκες.

Η ταλάντευση των ατόμων είναι μικρότερη όταν τα ερεθίσματα προσανατολισμού από την υποστηρικτική επιφάνεια είναι ακριβή, αναφορικά με τη θέση του σώματος στον χώρο, σε σχέση με την επιφάνεια, ασχέτως ακρίβειας και διαθεσιμότητας των οπτικών ερεθισμάτων (Συνθήκες 1, 2 και 3). Όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες από την υποστηρικτική επιφάνεια, ως ακριβής πηγή πληροφοριών προσανατολισμού, τα άτομα αρχίζουν να ταλαντεύονται περισσότερο. Ο μέγιστος βαθμός ταλάντευσης παρατηρείται στις συνθήκες 5 και 6, όπου υπάρχει μόνο μία ακριβής πηγή ερεθισμάτων, τα αιθουσαία ερεθίσματα, διαθέσιμη για την επίτευξη του στασικού ελέγχου.

Η παραπάνω έρευνα δείχνει διάφορα στοιχεία σχετικά με το πώς το ΚΝΣ οργανώνει και προσαρμόζει τις αισθητηριακές πληροφορίες για την επίτευξη του στασικού ελέγχου. Υποστηρίζει μάλιστα την έννοια της ιεραρχικής βαρύτητας των αισθητηριακών ερεθισμάτων για τη στάση, βάσει της σχετικής τους ακρίβειας στην καταγραφή της σωματικής θέσης και της κίνησης στον χώρο.

Στο περιβάλλον, όπου κάποια αίσθηση δεν παρέχει ακριβείς πληροφορίες σχετικά

με τη θέση του σώματος στο χώρο, μειώνεται η βαρύτητα που αποδίδεται στην αίσθηση αυτή ως πηγή προσανατολισμού, ενώ αυξάνεται η βαρύτητα που αποδίδεται στην αίσθηση αυτή ως πηγή προσανατολισμού, ενώ αυξάνεται η βαρύτητα που αποδίδεται σε άλλες πιο ακριβείς αισθήσεις. Εξαιτίας του πλεονάσματος των διαθέσιμων αισθήσεων για τον προσανατολισμό και της ικανότητας του ΚΝΣ να τροποποιεί τη σχετική σημασία της κάθε μιας αίσθησης για τον στατικό έλεγχο, τα άτομα είναι σε θέση να διατηρούν τη σταθερότητά τους σε μία ποικιλία περιβαλλοντικών συνθηκών.

Περίληπτικά, ο στατικός έλεγχος περιλαμβάνει την οργάνωση πολλαπλών αισθητηριακών ερεθισμάτων σε αισθητηριακές στρατηγικές για τον προσανατολισμό. Η διεργασία αυτή φαίνεται να περιλαμβάνει την ιεραρχική οργάνωση των αισθητηριακών πλαισίων αναφοράς, διασφαλίζοντας έτσι την επιλογή του καταλληλότερου για τη δραστηριότητα και το περιβάλλον. Οι αισθητηριακές στρατηγικές, δηλαδή η σχετική βαρύτητα που αποδίδεται σε μία αίσθηση, ποικίλουν ανάλογα με την ηλικία, τη δραστηριότητα και το περιβάλλον. Φαίνεται ότι σε φυσιολογικές συνθήκες, το νευρικό σύστημα μπορεί να αποδίδει μεγαλύτερη σημασία στις σωματοαισθητηριακές πληροφορίες για τον στατικό έλεγχο παρά στα οπτικά / αιθουσαία ερεθίσματα.

14. Προσαρμογή σε διαταραχές της περιστροφικής υποστηρικτικής επιφάνειας

Κάποιοι ερευνητές έχουν εκτελέσει διαφορετικά πειράματα για τη διερεύνηση των στατικών προσαρμογών. Χρησιμοποίησαν κινήσεις περιστροφικής πλατφόρμας για να μελετήσουν την προσαρμογή των στατικών ανταποκρίσεων σε διαφορετικές συνθήκες. Για παράδειγμα, οι κινήσεις περιστροφικής πλατφόρμας (με τα δάκτυλα προς τα κάτω) οδηγούν σε διάταση των πρόσθιων κνημιαίων μυών, ενεργοποιώντας την συνέργεια των καμπτήρων, αλλά όταν η συνέργεια πρώτα ενεργοποιείται σε αυτήν την κατάσταση, είναι ακατάλληλη και προωθεί το άτομο προς τα εμπρός στην κατεύθυνση της περιστροφής της πλατφόρμας. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα άτομα προσαρμόζουν τις ανταποκρίσεις τους, αμβλύνοντας το εύρος ανταπόκρισης σε μία σειρά 10 περίπου προσεγγίσεων. Έχει διατυπωθεί η υπόθεση ότι, όταν το άτομο λαμβάνει ανακριβή αισθητηριακή πληροφόρηση από κάποια αίσθηση (στην

προκειμένη περίπτωση, πληροφορίες από την ποδοκνημική), είναι σε θέση να συγκρίνει την πληροφορία με τα άλλα διαθέσιμα αισθητηριακά συστήματα, αναπροσαρμόζοντας κατόπιν τη βαρύτητα των αισθητηριακών τους πληροφοριών, μετατοπιζόμενο έτσι στις ακριβείς πληροφορίες που έμειναν.

15. Προσαρμογή των αισθήσεων κατά την εκμάθηση μιας νέας δραστηριότητας

Μέχρι τώρα έχει γίνει αναφορά στην προσαρμογή της αισθητικής πληροφόρησης σε περιβάλλοντα, όπου δεν ενδείκνυται η χρήση μία συγκεκριμένης αίσθησης για τον στατικό έλεγχο. Μία παρόμοια προσαρμογή των αισθήσεων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εκμάθησης νέων δεξιοτήτων φαίνεται να λαμβάνει χώρα επίσης. Οι Lee & Lishman αναφέρουν αυξημένη εξάρτηση από την εισροή οπτικών ερεθισμάτων όταν οι ενήλικοι μαθαίνουν μία δραστηριότητα. Καθώς η δραστηριότητα γίνεται ολοένα και πιο αυτοματοποιημένη, φαίνεται να υπάρχει μία ελάττωση στη σχετική σημασία της εισροής οπτικών ερεθισμάτων για τον στατικό έλεγχο και αύξηση της εξάρτησης από τα σωματοαισθητικά ερεθίσματα.

Υποστηρίζεται ότι οι ενήλικες που αναρρώνουν από μία νευρολογική βλάβη, βασίζονται κατά κύριο λόγο στην όραση κατά τη διάρκεια του αρχικού μέρους της διαδικασίας ανάρρωσης. Καθώς οι κινητικές δεξιότητες περιλαμβανομένου του στατικού ελέγχου, ανακτώνται, οι ασθενείς βασίζονται λιγότερο στην όραση και είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν περισσότερο τις σωματοαισθητικές εισροές.

16. Αισθητηριακοκινητική προσαρμογή

Ο στασικό έλεγχος είναι μία αισθητηριακοκινητική δραστηριότητα που προϋποθέτει τον συντονισμό των αισθητηριακών πληροφοριών με τα κινητικά στοιχεία του στασικού ελέγχου. Οι τρόποι που κινούμαστε επηρεάζουν τον τρόπο που αισθανόμαστε και αντίστροφα, ο τρόπος που αισθανόμαστε επηρεάζει τον τρόπο που κινούμαστε.

Οι ερευνητές έχουν βρει σημαντικές διαφορές στον τρόπο που χρησιμοποιούνται οι αισθήσεις, ανάλογα με τον τύπο της κινητικής στρατηγικής που χρησιμοποιείται για την ανάκτηση της σταθερότητας. Η αποτελεσματική χρήση της στρατηγικής των ποδοκνημικών φαίνεται να εξαρτάται από τις άθικτες σωματοαισθητηριακές αισθήσεις που αναφέρουν τη θέση του σώματος στον χώρο σε σχέση με την υποστηρικτική επιφάνεια. Αντίθετα, τα αιθουσαία ερεθίσματα είναι απαραίτητα για την εκτέλεση της στρατηγικής ισχίων. Έτσι, προφανώς γίνεται κάποια σχετική μεταβολή της σημασίας μια συγκεκριμένης αίσθησης, ανάλογα με τον τρόπο που κινούμαστε. Τα πειράματα αυτά δίνουν έμφαση στη σημασία των προσαρμογών του στασικού συστήματος. Η διατήρηση του προσανατολισμού και της σταθερότητας σε ένα μεγάλο εύρος δραστηριοτήτων και περιβαλλοντικών συνθηκών, προϋποθέτει τη συνεχή τροποποίηση του τρόπου που αισθανόμαστε και κινούμαστε. Αυτή η ικανότητα προσαρμογής είναι ένα κρίσιμο στοιχείο του φυσιολογικού στασικού ελέγχου και στηρίζεται πάνω στην εμπειρία και τη μάθηση

17. Προβλεπτικός στασικός έλεγχος

Πολλές φορές ένα άτομο σηκώνει ένα κουτί, το οποίο αναμένει ότι θα είναι βαρύ, ενώ είναι ελαφρύ. Το γεγονός ότι σήκωσε το κιβώτιο πιο ψηλά από ό,τι υπολόγιζε, σημαίνει ότι το ΚΝΣ είχε προγραμματίσει από πριν τη δύναμη βάσει της πρόβλεψης για τις απαιτήσεις της ενέργειας. Βάσει της πρότερης εμπειρίας για την ανύψωση κιβωτίων παρόμοιου και διαφορετικού σχήματος και βάρους το ΚΝΣ σχηματίζει μια εικόνα για το τι χρειάζεται το αντιληπτικό σύστημα και ο εκτελεστικός μηχανισμός για την διεξαγωγή της δραστηριότητας. Τα συστήματα αυτά ρυθμίζονται από πριν για την ενέργεια. Τα σφάλματα είναι απόδειξη ότι το ΚΝΣ χρησιμοποιεί προβλεπτικές διαδικασίες για τον έλεγχο της ενέργειας.

Η έρευνα για τη σημασία των προβλεπτικών παραμέτρων του στασικού ελέγχου ξεκίνησε τη δεκαετία του 1960, όταν επιστήμονες από τη Ρωσία άρχισαν να

διερευνούν τον τρόπο με τον οποίο η στάση χρησιμοποιείται προβλεπτικά για τη σταθεροποίηση της εκτέλεσης των επιδέξιων κινήσεων. Σε μία συνεργασία που δημοσιεύθηκε το 1967, οι Belen'kill, Gurfinkel & Paltsev σημείωσαν ότι όταν ζητηθεί από έναν όρθιο ενήλικο να σηκώσει το άνω άκρο, ενεργοποιούνται οι πρωταγωνιστές μύες (άνω άκρο) αλλά και οι στασικού μύες (κάτω άκρο και κορμός). Παρατήρησαν ότι τα πρότυπα ενεργοποίησης των στασικών μυών μπορούσαν να διαχωριστούν σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος ήταν μία προπαρασκευαστική φάση (preparatory phase), κατά την οποία ενεργοποιούνταν οι στασικοί μύες περισσότερο από 50 msec νωρίτερα από τους αγωνιστές μυς της κίνησης, ως αντιστάθμιση εκ των προτέρων της αποσταθεροποιητικής επίδρασης της κίνησης. Το δεύτερο μέρος ήταν μία φάση αντιστάθμισης (compensatory phase), κατά την οποία οι στασικοί μύες ενεργοποιούνταν και πάλι μετά τους πρωταγωνιστές, ως ανατροφοδότηση, για την περαιτέρω σταθεροποίηση του σώματος. Η ακολουθία ενεργοποίησης των στασικών μυών, άρα και ο τρόπος προπαρασκευής για την κίνηση, ήταν συγκεκριμένος για κάθε δραστηριότητα

Οι Coedo & Nashner διεξήγαγαν πειράματα, στα οποία ζητήθηκε από άτομα στην όρθια θέση να έλξουν ή να ωθήσουν με δύναμη μία χειρολαβή, σε μία δραστηριότητα για τον χρόνο αντίδρασης. Βρέθηκε ότι ενεργοποιούνταν οι ίδιες στασικές συνεργίες, που χρησιμοποιούνταν και για τον έλεγχο της ισορροπίας στην όρθια θέση, με προβλεπτικό τρόπο πριν από τις κινήσεις του άνω άκρου. Για παράδειγμα όταν ζητείται από το άτομο να έλξει τη χειρολαβή, ενεργοποιούνται πρώτα ο γαστροκνήμιος, οι οπίσθιοι μηριαίοι και οι εκτεινόντες τον κορμό και στη συνέχεια ο κύριος αγωνιστής, δηλαδή ο δικέφαλος βραχιόνιος μυς.

Ένα στοιχείο των στασικών προσαρμογών σχετικά με την κίνηση είναι η προσαρμοστικότητα τους στις συνθήκες δραστηριότητας. Στο προαναφερθέν πείραμα, όταν τα άτομα έγερναν μπροστά ενάντια σε μία οριζόντια δοκό στο ύψος του στήθους, η στασική προσαρμογή των κάτω άκρων ελαττώνονταν ή εξαφανίζονταν. Συνεπώς, υπάρχει μία άμεση προεπιλογή των στασικών μυών σε συνάρτηση με την ικανότητά τους να συνεισφέρουν την κατάλληλη υποστήριξη. Οι ερευνητές αναφέρονται σε αυτήν την προεπιλογή ρυθμίσεων των αισθητικοκινητικών συστημάτων για επερχόμενα γεγονότα ως «κεντρική ρύθμιση»

Παρ' ότι συνήθως σκεφτόμαστε τις στασικές προσαρμογές με όρους ενεργοποίησης των στασικών μυών πριν από την εκτέλεση μια επιδέξιας κίνησης, χρησιμοποιούμε επίσης την πρόληψη προκειμένου να διαβαθμίσουμε το εύρος των στασικών προσαρμογών ανάλογα με το μέγεθος ή το εύρος της διαταραχής που πιστεύουμε ότι θα εμφανιστεί.

Ο Nashner IM και οι συνεργάτες του εξέτασαν την επίδραση της προηγούμενης εμπειρίας και του κεντρικού προγραμματισμού στα χαρακτηριστικά των στασικών προσαγωγών, δημιουργώντας διαταραχές στην πλατφόρμα όπου στέκονται τα άτομα υπό τις ακόλουθες συνθήκες: (α) συνεχείς έναντι παροδικών, (β) προσδοκώμενες έναντι απροσδόκητων συνθηκών, (γ) δοκιμασμένες έναντι. Βρήκαν ότι η προσδοκία συνιστά σημαντικό παράγοντα στη διαμόρφωση του εύρους των στασικών ανταποκρίσεων. Για παράδειγμα, τα άτομα υπερανταποκρίνονται όταν η προσδοκία τους αφορούσε μία διαταραχή μεγαλύτερη από αυτή που τελικά συνέβαινε και

υποανταποκρίνονταν όταν η προσδοκία τους αυτή τους αφορούσε μία μικρότερη.

Η εξάσκηση προκαλεί επίσης κάποια μείωση του μεγέθους της στατικής ανταπόκρισης και του εύρους της ανταπόκρισης των ανταγωνιστών μυών. Ωστόσο, ο κεντρικός προσανατολισμός δεν επηρέασε την έναρξη του ΗΜΓ σε λανθάνοντα χρόνο. Οι συγγραφείς παρατήρησαν ότι όταν παρουσιάζονταν διαφορετικές διαταραχές παροδικού τύπου, οι βαθμολογήσεις εξαφανίζονταν. Είναι προφανές ότι οι διαταραχές παροδικού αυτές των στατικών ανταποκρίσεων βασίζονται στη προσδοκία μας για το τι απαιτείται σε μία δεδομένη κατάσταση.

Έχει σημασία να συνειδητοποιήσουμε ότι οι προληπτικές στατικές προσαρμογές δεν περιορίζονται μονάχα σε δραστηριότητες που εκτελούμε από την όρθια θέση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

1. ΑΞΙΟΛΟΓΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΣΤΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Η αξιολόγηση της ισορροπίας από μία λειτουργική προοπτική χρησιμοποιεί τεστ και μέτρα που δείχνουν πόσο καλά ένας ασθενής μπορεί να εκτελέσει διαφορετικές λειτουργίες που απαιτούν στατικό έλεγχο. Στόχος αυτών των λειτουργιών που θα χρησιμοποιηθούν είναι η βελτίωση: (α) του σταθερού στατικού ελέγχου (για παράδειγμα, τη διατήρηση μιας ασφαλούς καθιστής όρθιας θέσης). (β) του προληπτικού στατικού ελέγχου (για παράδειγμα, την ικανότητα να διατηρεί τη στάση του ενώ εκτελεί μία δραστηριότητα που διαταράσσει την ισορροπία, όπως το να φτάσει κάτι, να στηριχθεί κάπου ή να σηκώσει κάτι), και (γ) του αντιδραστικού στατικού ελέγχου (για παράδειγμα, τη διατήρηση της θέσης μετά από μία απότομη διαταραχή της). Ωστόσο, όταν χρησιμοποιούνται λειτουργικές ικανότητες για να ελεγχθεί η ισορροπία, πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη ότι η ισορροπία είναι μόνο ένας από τους πολλούς παράγοντες που επηρεάζουν τις λειτουργικές επιδόσεις. Έτσι η μειωμένη ικανότητα να εκτελεστούν οι λειτουργικές δραστηριότητες είναι αποτέλεσμα μόνο της διαταραγμένης ισορροπίας ή της διαταραγμένης ισορροπίας σε συνδυασμό με άλλες αισθητηριακές, κινητικές και αντιληπτικές βλάβες.

Τα μέτρα των λειτουργικών δεξιοτήτων για την ισορροπία δίνουν στους κλινικούς πληροφορίες για την ικανότητα των ασθενών σε σχέση με το φυσιολογικό. Τα αποτελέσματα μπορούν να καθορίσουν αν χρειάζεται ο εξεταζόμενος θεραπεία, βλέποντας το επίπεδο των επιδόσεών του, και εφόσον επανεξετάζεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, μπορούν να δώσουν στον θεραπευτή και στον ασθενή μία αντικειμενική άποψη για την αλλαγή στη λειτουργική του κατάσταση. Υπάρχουν διάφορα τεστ που μπορούν να μετρήσουν την λειτουργική ικανότητα σε σχέση με τον στατικό έλεγχο. Πολλά από αυτά τα τεστ έχουν χρησιμοποιηθεί για να προσδιορίσουν τον κίνδυνο πτώσεων.

Berg Balance Scale

Η κλίμακα ισορροπίας Berg (ή BBS) είναι μία ευρέως χρησιμοποιούμενη κλινική δοκιμασία για τις στατικές και δυναμικές ικανότητες ισορροπίας ενός ατόμου, που ονομάστηκε από την Katherine Berg, έναν από τους προγραμματιστές. Για τις δοκιμές λειτουργικής ισορροπίας, το BBS θεωρείται γενικά ως το χρυσό πρότυπο.

Η δοκιμή διαρκεί 15-20 λεπτά και περιλαμβάνει ένα σύνολο 14 απλών εργασιών που σχετίζονται με την ισορροπία, που κυμαίνονται από το να στέκεται κανείς από μία θέση καθιστή στο να στέκεται στο ένα πόδι. Ο βαθμός επιτυχίας στην επίτευξη κάθε εργασίας έχει βαθμολογία μηδέν (ανίκανο) έως τέσσερα (ανεξάρτητα) και το τελικό μέτρο είναι το άθροισμα όλων των βαθμολογιών.

Η Shumway – Cook και οι συνάδελφοί της αναφέρουν ότι το BBS είναι ο καλύτερος προγνωστικός δείκτης για πτώσεις σε ηλικιωμένους χωρίς νευρολογικά προβλήματα. Η σχέση μεταξύ της βαθμολογίας της BBS με τον κίνδυνο για πτώση είναι αντιστρόφως ανάλογη όπως μπορούμε να δούμε παρακάτω στην εικόνα. Στην βαθμολογία 56 με 54, κάθε 1 πόντος που πέφτει στην βαθμολογία της κλίμακας αντιστοιχεί με αύξηση του κινδύνου για πτώση 3% με 4%. Ωστόσο, στην βαθμολογία 54 με 46, ένας πόντος στην κλίμακα αντιστοιχεί με 6% με 8% αύξηση στον κίνδυνο για πτώση. Στη συνέχεια, στη βαθμολογία 36, ο κίνδυνος για πτώση είναι 100%. Έτσι, ένας πόντος διαφορά στην κλίμακα Berg μπορεί να οδηγήσει σε πολύ διαφορετικές πιθανότητες για πτώση, αυτό θα εξαρτηθεί από το που είναι η αρχική βαθμολογία στην κλίμακα.

Μία μελέτη της Berg και των συναδέλφων της, εξέτασε το πόσο μπορεί η BBS να προβλέψει μία ή πολλές πτώσεις σε 187 ηλικιωμένους παρακολουθώντας τους για ένα χρόνο. Η Shymway – Cook και οι συνάδελφοί της ανέφεραν ότι η σχέση μεταξύ του κινδύνου για πτώσεις και της βαθμολογίας στην BBS δεν ήταν ανάλογη, αλλά υπήρχε αύξηση του κινδύνου για πτώσεις καθώς μειωνόταν η βαθμολογία στην Berg. Ανέφεραν ότι ενώ το 58% είχε βαθμολογία μικρότερη από 45, το 39% των ηλικιωμένων είχε βαθμολογία μεγαλύτερη από 45. Οι συγγραφείς κατέληξαν ότι η BBS είχε την ικανότητα να διακρίνει τις πτώσεις, ωστόσο, στα άτομα με μέσο όρο 45, είναι ανεπαρκής για την αναγνώριση του αριθμού των ατόμων που έχουν κίνδυνο για πτώση στο μέλλον. Γι' αυτό προτείνουν να σταματά να χρησιμοποιείται σε βαθμολογία 45 και κάτω για τον προσδιορισμό των πτώσεων σε ηλικιωμένους.

Η BBS δεν είναι αναγκαίο να είναι καλός προγνωστικός δείκτης για τον κίνδυνο να είναι καλός προγνωστικός δείκτης για τον κίνδυνο των πτώσεων σε άτομα με νευρολογικά προβλήματα. Ο Harris και οι συνεργάτες του εξέτασαν τη σχέση μεταξύ της της BBS και των πτώσεων σε 99 άτομα που ήταν σε χρόνιο στάδιο από εγκεφαλικό επεισόδιο και βρήκαν ότι η εκτέλεση της BBS δεν είχε διαφορά ανάμεσα σε αυτούς που είχαν υψηλό κίνδυνο πτώσης από αυτούς που είχαν χαμηλό κίνδυνο πτώσης, και γι' αυτό πρότειναν οι κλινικοί να είναι προσεκτικοί όταν χρησιμοποιούν την BBS για να προβλέψουν τον κίνδυνο για πτώση σε ασθενείς που βρίσκονται σε χρόνιο στάδιο μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο.

Η BBS έχει αποδειχθεί επίσης ως ένα αξιόπιστο και έγκυρο εργαλείο μέτρησης

και σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση.

Οι Donoghue και Stokes αναφέρουν ότι υπάρχουν ελάχιστες διαφορές στα τροποποιημένα Berg Balance Test σε σχέση με το αρχικό. Η ελάχιστη διαφορά είναι 4 πόντοι όταν η βαθμολογία στην αρχική κλίμακα είναι μεταξύ 45 με 56,5 πόντοι αν η βαθμολογία είναι μεταξύ 35 με 44,7 πόντοι, αν η βαθμολογία είναι μεταξύ 25 με 34 πόντοι και 5 πόντοι αν η βαθμολογία είναι από 0 έως 24 πόντοι.

Berg Balance Test

1. ΣΗΚΩΜΑ – ΚΑΘΙΣΜΑ

Οδηγίες: Σε παρακαλώ σήκω πάνω. Προσπάθησε να μην χρησιμοποιήσεις τα χέρια σου για βοήθεια

Βαθμολόγηση: Σημείωσε την πιο αδύναμη κατηγορία από τις παρακάτω

4 = ικανός να σταθεί χωρίς χέρια και σταθεροποιείται ανεξάρτητος

3 = ικανός να σταθεί ανεξάρτητος χρησιμοποιώντας τα χέρια του

2 = ικανός να σταθεί χρησιμοποιώντας τα χέρια του μετά από αρκετές προσπάθειες

1 = χρειάζεται ελάχιστη βοήθεια για να σταθεί ή να σταθεροποιηθεί

0 = χρειάζεται μέτρια ή μεγάλη βοήθεια για να σταθεί

2. ΣΤΕΚΕΤΑΙ ΨΩΡΙΣ ΒΟΗΘΕΙΑ

Οδηγίες: Στάσου 2 λεπτά χωρίς να κρατηθείς

Βαθμολόγηση: Σημείωσε την πιο αδύναμη κατηγορία από τις παρακάτω

4 = ικανός να σταθεί με ασφάλεια 2 λεπτά

3 = ικανός να σταθεί 2 λεπτά χωρίς επίβλεψη

2 = ικανός να σταθεί 30 δευτερόλεπτα χωρίς βοήθεια

1 = χρειάζεται αρκετές προσπάθειες να σταθεί 30 δευτερόλεπτα χωρίς βοήθεια

0 = ανίκανος να σταθεί 30 δευτερόλεπτα χωρίς βοήθεια

3. ΚΑΘΙΣΜΕΝΟΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΤΑ ΠΟΔΙΑ ΣΤΟ ΠΑΤΩΜΑ

Οδηγίες: Κάθισε με τα χέρια σου σταυρωμένα για 2 λεπτά

Βαθμολόγηση: Σημείωσε την πιο αδύναμη κατηγορία από τις παρακάτω

4 = ικανός να καθίσει προσεκτικά και με ασφάλεια

3 = ικανός να καθίσει κάτω από επίβλεψη για 2 λεπτά

2 = ικανός να καθίσει για 30 δευτερόλεπτα

1 = ικανός να καθίσει για 10 δευτερόλεπτα

0 = ανίκανος να καθίσει για 10 δευτερόλεπτα χωρίς στήριξη

4. ΑΠΟ ΟΡΘΙΑ ΣΕ ΚΑΘΙΣΤΗ ΘΕΣΗ

Οδηγίες: Σε παρακαλώ κάθισε.

Βαθμολόγηση: Σημείωσε την πιο αδύναμη κατηγορία από τις παρακάτω

4 = κάθεται προσεκτικά με την ελάχιστη χρήση των χεριών του.

3 = ελέγχει το «κατέβασμα» χρησιμοποιώντας τα χέρια του.

2 = χρησιμοποιεί τα πόδια του ενάντια στην καρέκλα για να ελέγχει το «κατέβασμα».

1 = κάθεται ανεξάρτητος αλλά δεν έχει έλεγχο στο «κατέβασμα»

0 = χρειάζεται βοήθεια για να καθίσει

5. ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Οδηγίες: Σε παρακαλώ κινήσου από την καρέκλα στο κρεβάτι και ύστερα πάλι πίσω.

Μία φορά προς τα μπροστά με στήριγμα στους βραχίονες και μεταφορά χωρίς στήριγμα.

Βαθμολόγηση: Σημείωσε την πιο αδύναμη κατηγορία από τις παρακάτω.

4 = ικανός να μεταφερθεί προσεκτικά μόνο με ελάχιστη χρησιμοποίηση των χεριών

3 = ικανός να μεταφερθεί μόνο με ορισμένη χρήση των χεριών

2 = ικανός να μεταφερθεί με προφορική προτροπή και / ή με επίβλεψη

1 = χρειάζεται ένα πρόσωπο για βοήθεια

0 = χρειάζεται δύο άτομα για βοήθεια ή επίβλεψη για να είναι ασφαλής

6. ΣΤΕΚΕΤΑΙ ΧΩΡΙΣ ΒΟΗΘΕΙΑ ΜΕ ΚΛΕΙΣΤΑ ΜΑΤΙΑ

Οδηγίες: Κλείσε τα μάτια σου και μείνε όρθιος για 10 δευτερόλεπτα

Βαθμολόγηση: Σημείωσε την πιο αδύναμη κατηγορία από τις παρακάτω.

4 = ικανός να σταθεί για 10 δευτερόλεπτα ασφαλής

3 = ικανός να σταθεί για 10 δευτερόλεπτα με επίβλεψη

2 = ικανός να σταθεί 3 δευτερόλεπτα

1 = ανίκανος να κρατήσει τα μάτια του κλειστά 3 δευτερόλεπτα, αλλά στέκεται σταθερός

0 = χρειάζεται βοήθεια για να μην πέσει

7. ΣΤΕΚΕΤΑΙ ΧΩΡΙΣ ΒΟΗΘΕΙΑ ΜΕ ΤΑ ΠΟΔΙΑ ΜΑΖΙ

Οδηγίες: Τοποθέτησε μαζί τα πόδια σου και στάσου όρθιος χωρίς να κρατιέσαι από πουθενά.

Βαθμολόγηση: Σημείωσε την πιο αδύναμη κατηγορία από τις παρακάτω.

4 = ικανός να τοποθετήσει τα πόδια μαζί και να σταθεί ασφαλής 1 λεπτό.

3 = ικανός να τοποθετήσει τα πόδια μαζί και να σταθεί 1 λεπτό με επίβλεψη.

2 = ικανός να τοποθετήσει τα πόδια μαζί αλλά μη ικανός να τα κρατήσει για 30 δευτερόλεπτα.

1 = χρειάζεται βοήθεια για να πετύχει τη θέση, αλλά είναι ικανός να σταθεί 15 δευτερόλεπτα με τα πόδια μαζί

0 = χρειάζεται βοήθεια για να πετύχει τη θέση αλλά μη ικανός να κρατήσει για 15 δευτερόλεπτα.

8. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΡΟΣ ΤΑ ΕΜΠΡΟΣ ΜΕ ΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΒΡΑΧΙΟΝΑ

Οδηγίες: Σηκώνω τον βραχίονα 90° κάμψη. Έκταση των δακτύλων όσο γίνεται πιο μπροστά. Ο εξεταστής τοποθετεί ένα χάρακα στο τέλος των δακτύλων, όταν ο βραχίονας είναι σε κάμψη 90°. τα δάκτυλα δεν μπορούν να ακουμπήσουν τον χάρακα, όταν κινούνται προς τα εμπρός. Η καταγραφή της μέτρησης είναι η προς τα εμπρός απόσταση την οποία έχουν τα δάκτυλα από τον χάρακα, ενώ ο άνθρωπος κινείται προς τα εμπρός.

Βαθμολόγηση: Σημείωσε την πιο αδύναμη κατηγορία από τις παρακάτω.

4 = μπορεί να φτάσει μπροστά με εμπιστοσύνη για >25 εκατοστά.

3 = μπορεί να φτάσει μπροστά για >12,5 εκατοστά με ασφάλεια.

2 = μπορεί να φτάσει μπροστά για >5 εκατοστά με ασφάλεια.

1 = φτάνει μπροστά αλλά χρειάζεται επίβλεψη.

0 = χρειάζεται βοήθεια για να μην πέσει.

9. ΣΗΚΩΝΩ ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΟ ΠΑΤΩΜΑ

Οδηγίες: Σήκωσε το παπούτσι σου που βρίσκεται μπροστά από τα πόδια σου.

Βαθμολόγηση: Σημείωσε την πιο αδύναμη κατηγορία από τις παρακάτω.

4 = ικανός να σηκώσει το παπούτσι με ασφάλεια και ευκολία.

3 = ικανός να σηκώσει το παπούτσι αλλά χρειάζεται επίβλεψη.

2 = ικανός να το σηκώσει, αλλά φτάνει σε 3 – 5 εκατοστά από το παπούτσι και κρατάει ανεξάρτητος την ισορροπία

1 = ανίκανος να το σηκώσει και χρειάζεται επίβλεψη ενώ προσπαθεί.

0 = ανίκανος να προσπαθήσει / χρειάζεται βοήθεια για να μην πέσει.

10. ΣΤΡΟΦΗ ΓΙΑ ΝΑ ΚΟΙΤΑΞΕΙ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΩΜΟΥΣ

Οδηγίες: Γύρνα και κοίτα πίσω, μπροστά και πλάγια από τον αριστερό σου ώμο. Στη συνέχεια στο δεξιό.

Βαθμολόγηση: Σημείωσε την πιο αδύναμη κατηγορία από τις παρακάτω.

4 = κοιτάζει πίσω και από τις δύο πλευρές και μετατοπίζει το βάρος καλά.

3 = κοιτάζει πίσω μόνο από τη μία πλευρά, η άλλη πλευρά φαίνεται να μειώνει το βάρος μετατόπισης.

2 = γυρνάει μόνο στη μία πλευρά αλλά διατηρεί την ισορροπία.

1 = χρειάζεται επίβλεψη όταν γυρνάει.

0 = χρειάζεται βοήθεια να μην πέσει.

11. ΣΤΡΟΦΗ 360°

Οδηγίες: Γύρνα σε έναν κύκλο. Σταμάτα. Κατόπιν γύρνα από την αντίθετη πλευρά.

Βαθμολόγηση: Σημείωσε την πιο αδύναμη κατηγορία από τις παρακάτω.

4 = ικανός να κάνει στροφή 360° με ασφάλεια σε < 4 δευτερόλεπτα.

3 = ικανός να κάνει στροφή 360° μόνο από τη μία πλευρά σε < 4 δευτερόλεπτα.

2 = ικανός να κάνει στροφή 360° με ασφάλεια αργά.

1 = χρειάζεται προσεκτική επίβλεψη ή λεκτική προτροπή.

0 = χρειάζεται βοήθεια όταν στρέφεται.

12. ΣΚΑΜΝΙ ΕΠΑΦΗΣ

Οδηγίες: Τοποθέτησε κάθε πόδι εναλλάξ στο σκαμνί. Συνέχισε έως ότου το ένα πόδι έχει έρθει σε επαφή με το σκαμνί τέσσερις φορές.

Βαθμολόγηση: Σημείωσε την πιο αδύναμη κατηγορία από τις παρακάτω.

4 = ικανός να σταθεί ανεξάρτητα και με ασφάλεια κάνοντας 8 βήματα σε 4 δευτερόλεπτα.

3 = ικανός να σταθεί ανεξάρτητα κάνοντας 8 πλήρη βήματα σε > 20 δευτερόλεπτα.

2 = ικανός να κάνει 4 πλήρη βήματα χωρίς βοήθεια με επίβλεψη.

1 = ικανός να συμπληρώσει > 2 βήματα χρειάζεται μικρή βοήθεια.

0 = χρειάζεται βοήθεια για να μην πέσει / ανίκανος να προσπαθήσει.

13. ΣΤΕΚΕΤΑΙ ΧΩΡΙΣ ΒΟΗΘΕΙΑ, ΕΝΑ ΠΟΔΙ ΜΠΡΟΣΤΑ

Οδηγίες: (δείχνουμε τον εξεταζόμενο). Τοποθέτησε το ένα πόδι ακριβώς μπροστά από το άλλο. Αν νιώθεις ότι δεν μπορείς να τοποθετήσεις το πόδι σου ακριβώς μπροστά, προσπάθησε να κάνεις το βήμα μακριά, αρκετά μπροστά, ώστε η φτέρνα του μπροστινού σου ποδιού να είναι μακριά από τα δάκτυλα του άλλου ποδιού.

4 = ικανός να τοποθετήσει το πόδι του στη σειρά, ανεξάρτητο και να κρατήσει 30 δευτερόλεπτα.

3 = ικανός να τοποθετήσει το πόδι μακριά από το άλλο, ανεξάρτητο, και να κρατήσει 30 δευτερόλεπτα.

2 = ικανός να κάνει μικρό βήμα ανεξάρτητο και να κρατήσει 30 δευτερόλεπτα.

1 = χρειάζεται βοήθεια να κάνει βήμα, αλλά κρατάει 15 δευτερόλεπτα.

0 = έχασε την ισορροπία, όταν βηματίζει ή όταν στέκεται.

14.ΣΤΕΚΕΤΑΙ ΣΤΟ ΕΝΑ ΠΟΔΙ

Οδηγίες: Στάσου στο ένα πόδι όσο μπορείς χωρίς να κρατιέσαι πουθενά.

Βαθμολόγηση: Σημείωσε την πιο αδύναμη κατηγορία από τις παρακάτω.

4 = ικανός να μεταφέρει το πόδι ανεξάρτητο και να το κρατάει 10 δευτερόλεπτα.

3 = ικανός να μεταφέρει το πόδι ανεξάρτητο και να το κρατάει 5 – 10 δευτερόλεπτα.

2 = ικανός να μεταφέρει το πόδι ανεξάρτητο και να το κρατάει 3 δευτερόλεπτα.

1 = προσπαθεί να μεταφέρει το πόδι χωρίς να το κρατήσει 3 δευτερόλεπτα, αλλά κατορθώνει να σταθεί ανεξάρτητος.

0 = ανίκανος να προσπαθήσει ή χρειάζεται βοήθεια για να σταματήσει την πτώση.

Berg Balance Scale

Name: _____ Date: _____

Location: _____ Rater: _____

ITEM DESCRIPTION	SCORE (0-4)
Sitting to standing	_____
Standing unsupported	_____
Sitting unsupported	_____
Standing to sitting	_____
Transfers	_____
Standing with eyes closed	_____
Standing with feet together	_____
Reaching forward with outstretched arm	_____
Retrieving object from floor	_____
Turning to look behind	_____
Turning 360 degrees	_____
Placing alternate foot on stool	_____
Standing with one foot in front	_____
Standing on one foot	_____

Total _____

GENERAL INSTRUCTIONS

Please document each task and/or give instructions as written. When scoring, please record the lowest response category that applies for each item.

In most items, the subject is asked to maintain a given position for a specific time. Progressively more points are deducted if:

- the time or distance requirements are not met
- the subject's performance warrants supervision
- the subject touches an external support or receives assistance from the examiner

Subject should understand that they must maintain their balance while attempting the tasks. The choices of which leg to stand on or how far to reach are left to the subject. Poor judgment will adversely influence the performance and the scoring.

Equipment required for testing is a stopwatch or watch with a second hand, and a ruler or other indicator of 2, 5, and 10 inches. Chairs used during testing should be a reasonable height. Either a step or a stool of average step height may be used for item # 12.

Berg Balance Scale

SITTING TO STANDING

INSTRUCTIONS: Please stand up. Try not to use your hand for support.

- 4 able to stand without using hands and stabilize independently
- 3 able to stand independently using hands
- 2 able to stand using hands after several tries
- 1 needs minimal aid to stand or stabilize
- 0 needs moderate or maximal assist to stand

STANDING UNSUPPORTED

INSTRUCTIONS: Please stand for two minutes without holding on.

- 4 able to stand safely for 2 minutes
- 3 able to stand 2 minutes with supervision
- 2 able to stand 30 seconds unsupported
- 1 needs several tries to stand 30 seconds unsupported
- 0 unable to stand 30 seconds unsupported

If a subject is able to stand 2 minutes unsupported, score full points for sitting unsupported. Proceed to item #4.

SITTING WITH BACK UNSUPPORTED BUT FEET SUPPORTED ON FLOOR OR ON A STOOL

INSTRUCTIONS: Please sit with arms folded for 2 minutes.

- 4 able to sit safely and securely for 2 minutes
- 3 able to sit 2 minutes under supervision
- 2 able to sit 30 seconds
- 1 able to sit 10 seconds
- 0 unable to sit without support 10 seconds

STANDING TO SITTING

INSTRUCTIONS: Please sit down.

- 4 sits safely with minimal use of hands
- 3 controls descent by using hands
- 2 uses back of legs against chair to control descent
- 1 sits independently but has uncontrolled descent
- 0 needs assist to sit

TRANSFERS

INSTRUCTIONS: Arrange chair(s) for pivot transfer. Ask subject to transfer one way toward a seat with armrests and one way toward a seat without armrests. You may use two chairs (one with and one without armrests) or a bed and a chair.

- 4 able to transfer safely with minor use of hands
- 3 able to transfer safely definite need of hands
- 2 able to transfer with verbal cuing and/or supervision
- 1 needs one person to assist
- 0 needs two people to assist or supervise to be safe

STANDING UNSUPPORTED WITH EYES CLOSED

INSTRUCTIONS: Please close your eyes and stand still for 10 seconds.

- 4 able to stand 10 seconds safely
- 3 able to stand 10 seconds with supervision
- 2 able to stand 3 seconds
- 1 unable to keep eyes closed 3 seconds but stays safely
- 0 needs help to keep from falling

STANDING UNSUPPORTED WITH FEET TOGETHER

INSTRUCTIONS: Place your feet together and stand without holding on.

- 4 able to place feet together independently and stand 1 minute safely
 - 3 able to place feet together independently and stand 1 minute with supervision
 - 2 able to place feet together independently but unable to hold for 30 seconds
 - 1 needs help to attain position but able to stand 15 seconds feet together
 - 0 needs help to attain position and unable to hold for 15 seconds
-

Berg Balance Scale continued...

REACHING FORWARD WITH OUTSTRETCHED ARM WHILE STANDING

INSTRUCTIONS: Lift arm to 90 degrees. Stretch out your fingers and reach forward as far as you can. (Examiner places a ruler at the end of fingertips when arm is at 90 degrees. Fingers should not touch the ruler while reaching forward. The recorded measure is the distance forward that the fingers reach while the subject is in the most forward lean position. When possible, ask subject to use both arms when reaching to avoid rotation of the trunk.)

- 4 can reach forward confidently 25 cm (10 inches)
- 3 can reach forward 12 cm (5 inches)
- 2 can reach forward 5 cm (2 inches)
- 1 reaches forward but needs supervision
- 0 loses balance while trying/requires external support

PICK UP OBJECT FROM THE FLOOR FROM A STANDING POSITION

INSTRUCTIONS: Pick up the shoe/slipper, which is in front of your feet.

- 4 able to pick up slipper safely and easily
- 3 able to pick up slipper but needs supervision
- 2 unable to pick up but reaches 2-5 cm (1-2 inches) from slipper and keeps balance independently
- 1 unable to pick up and needs supervision while trying
- 0 unable to try/needs assist to keep from losing balance or falling

TURNING TO LOOK BEHIND OVER LEFT AND RIGHT SHOULDERS WHILE STANDING

INSTRUCTIONS: Turn to look directly behind you over toward the left shoulder. Repeat to the right. (Examiner may pick an object to look at directly behind the subject to encourage a better twist turn.)

- 4 looks behind from both sides and weight shifts well
- 3 looks behind one side only other side shows less weight shift
- 2 turns sideways only but maintains balance
- 1 needs supervision when turning
- 0 needs assist to keep from losing balance or falling

TURN 360 DEGREES

INSTRUCTIONS: Turn completely around in a full circle. Pause. Then turn a full circle in the other direction.

- 4 able to turn 360 degrees safely in 4 seconds or less
- 3 able to turn 360 degrees safely one side only 4 seconds or less
- 2 able to turn 360 degrees safely but slowly
- 1 needs close supervision or verbal cuing
- 0 needs assistance while turning

PLACE ALTERNATE FOOT ON STEP OR STOOL WHILE STANDING UNSUPPORTED

INSTRUCTIONS: Place each foot alternately on the step/stool. Continue until each foot has touched the step/stool four times.

- 4 able to stand independently and safely and complete 8 steps in 20 seconds
- 3 able to stand independently and complete 8 steps in > 20 seconds
- 2 able to complete 4 steps without aid with supervision
- 1 able to complete > 2 steps needs minimal assist
- 0 needs assistance to keep from falling/unable to try

STANDING UNSUPPORTED ONE FOOT IN FRONT

INSTRUCTIONS: (DEMONSTRATE TO SUBJECT) Place one foot directly in front of the other. If you feel that you cannot place your foot directly in front, try to step far enough ahead that the heel of your forward foot is ahead of the toes of the other foot. (To score 3 points, the length of the step should exceed the length of the other foot and the width of the stance should approximate the subject's normal stride width.)

- 4 able to place foot tandem independently and hold 30 seconds
- 3 able to place foot ahead independently and hold 30 seconds
- 2 able to take small step independently and hold 30 seconds
- 1 needs help to step but can hold 15 seconds
- 0 loses balance while stepping or standing

STANDING ON ONE LEG

INSTRUCTIONS: Stand on one leg as long as you can without holding on.

- 4 able to lift leg independently and hold > 10 seconds
- 3 able to lift leg independently and hold 5-10 seconds
- 2 able to lift leg independently and hold ≥ 3 seconds
- 1 tries to lift leg unable to hold 3 seconds but remains standing independently.
- 0 unable to try of needs assist to prevent fall

TOTAL SCORE (Maximum = 56)

ROMBERG TEST

Ο ασθενής στέκεται με τα χέρια του σταυρωμένα στο ύψος του στήθους, τα πόδια του παράλληλα και τα μάτια του κλειστά. Προσπαθεί να διατηρήσει αυτή τη θέση για 30 δευτερόλεπτα. Αν τα καταφέρει, τότε το τεστ θεωρείται επιτυχές. Ανεπιτυχές θεωρείται αν ανοίξει τα μάτια του, ξεδιπλώσει τα χέρια του χάσει την ισορροπία του ή αν ταλαντεύεται σε μεγάλο βαθμό κατά τη διάρκεια των 30 δευτερολέπτων. Η όλη διαδικασία συνιστάται να μαγνητοσκοπηθεί έτσι ώστε να γίνει πιο λεπτομερής παρατήρηση για να διαπιστωθεί τυχόν ταλάντευση του ασθενή.

BRUNEL BALANCE ASSESSMENT (BBA)

Η κλίμακα BBA έχει σχεδιαστεί για τη λειτουργική εκτίμηση της ισορροπίας για ασθενείς με ευρύ φάσμα ικανοτήτων και έχει ειδικά δοκιμαστεί για ασθενείς μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.

Η εκτίμηση της ισορροπίας γίνεται σε τρεις τομείς:

- Καθιστή
- Όρθια
- Βηματισμός

Κάθε τομέας μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτόνομα ή μαζί με τους άλλους. Οι τομείς διακρίνονται σε πολλά επίπεδα, το καθένα από τα οποία αυξάνει την απαίτηση για ισορροπιστική ικανότητα. Τα επίπεδα ποικίλουν από την ισορροπία με βοήθεια έως τη μετακίνηση μέσα στη βάση στήριξης και αλλαγές της βάσης στήριξης. Σε κάθε επίπεδο ο ασθενής βαθμολογείται για τις προσπάθειές του. Η βαθμολογία αποτελεί αντικειμενική ένδειξη για το αν ο ασθενής βελτιώνεται μέσα σε αυτό το επίπεδο, ακόμη και αν αδυνατεί να προχωρήσει στο επόμενο επίπεδο. Η βαθμολογία αυτή είναι επίσης ενδεικτική για το πόσο καλά το άτομο λειτουργεί μέσα στον τομέα π.χ. στην καθιστή, στην όρθια θέση ή στον βηματισμό.

Ο ασθενής παρουσιάζει κάθε μία δραστηριότητα μέχρι να φτάσει στο επίπεδο που είναι οριακό για τις ικανότητές του. Με δεδομένο ότι όλα τα στοιχεία της κλίμακας είναι ιεραρχημένα η εκτίμηση θα πρέπει να ξεκινά από το επίπεδο που είναι λογικό για τον ασθενή. Για παράδειγμα, εάν γνωρίζουμε ότι ο ασθενής μπορεί να περπατήσει τότε μπορούμε να υποθέσουμε ότι μπορεί να περάσει όλα τα στοιχεία της καθιστής θέσης και να ξεκινήσει η εκτίμηση της όρθιας θέσης και του βηματισμού.

Υπάρχει ένα «ελάχιστο» επίπεδο για κάθε δραστηριότητα ώστε να θεωρηθεί ότι ο ασθενής «περνάει» σε αυτό το επίπεδο. Αν ο ασθενής δεν μπορεί να περάσει το ελάχιστο επίπεδο μετά από τρεις προσπάθειες τότε η εκτίμηση πρέπει να σταματήσει εκεί. Εάν ο ασθενής δεν μπορεί να βελτιωθεί και να περάσει στο επόμενο επίπεδο, τότε η βαθμολογία μέσα στο επίπεδο αυτό χρησιμοποιείται ως μέτρο.

ΤΟΜΕΑΣ 1: Καθιστή

Επίπεδο 1: Καθιστή με υποστήριξη

Σε αυτό το επίπεδο, ζητάμε από τον ασθενή να καθίσει με υποστήριξη από το άνω άκρο (π.χ. με φόρτιση του ενός χεριού ή με το να κρατάει / τραβάει με το άνω άκρο) για τουλάχιστον 30 δευτερόλεπτα.

Εξοπλισμός:

- Κατάλληλο κάθισμα (π.χ. σε θεραπευτικό κρεβάτι)
- Χρονόμετρο

Οδηγίες:

1. Ο ασθενής κάθεται σε μία σταθερή ευθεία επιφάνεια στήριξης χωρίς υποστήριξη στην πλάτη και με τα πόδια επίπεδα στο πάτωμα. Μπορεί να χρησιμοποιήσει υποστήριξη από το άνω άκρο εφόσον το επιθυμεί.
2. Μπορείτε να σταθείτε πίσω από τον ασθενή εφόσον κριθεί απαραίτητο.
3. Εξηγείστε τη δοκιμασία στον ασθενή: *«θέλω να χρονομετρήσω το πόσο μπορείτε να καθίσετε χωρίς τη βοήθειά μου. Μπορείτε εφόσον θέλετε να χρησιμοποιήσετε το χέρι σας για να στηριχτείτε, να το κάνετε. Όταν σας πω «πάμε» προσπαθήστε να κρατήσετε την ισορροπία σας μέχρι να πω «στοπ».*
4. Χρονομετρήστε με το χρονόμετρο τον χρόνο που μπορεί να διατηρήσει ο ασθενής την καθιστή θέση (μέχρι και 30 δευτερόλεπτα). Σημειώστε τη βαθμολογία.
5. «Επιτυγχάνει» όταν ο ασθενής καταφέρει να διατηρήσει τη θέση για 30° ή περισσότερο με υποστήριξη από το άνω άκρο αλλά χωρίς τη βοήθεια του φυσικοθεραπευτή.
6. «Αποτυγχάνει» όταν μπορεί να διατηρήσει την καθιστή για λιγότερο από 30° και / ή χρειάζεται βοήθεια από τον φυσικοθεραπευτή.
7. Εάν ο ασθενής αποτύχει, επαναλαμβάνει τη δραστηριότητα μία ή δύο φορές ακόμη. Εάν ο ασθενής επιτύχει τη δραστηριότητα ακόμη και την τρίτη φορά, τότε περνά στο επόμενο επίπεδο.



Επίπεδο 2: Στατική καθιστή ισορροπία – Ανύψωση άνω άκρου

Σε αυτό το επίπεδο, ζητάμε από τον ασθενή να διατηρήσει την καθιστή θέση κατά τη διάρκεια που ανεβάζει και κατεβάζει το άνω άκρο (το προσβεβλημένο σε περίπτωση ημιπληγίας) (Arm Raise Test) για τουλάχιστον 15 δευτερόλεπτα.

Εξοπλισμός:

- Κατάλληλο κάθισμα
- Χρονόμετρο

Οδηγίες:

1. Ο ασθενής κάθεται σε μία σταθερή και επίπεδη επιφάνεια χωρίς υποστήριξη στην πλάτη, με τα πόδια επίπεδα στο πάτωμα και τα χέρια να βρίσκονται χαλαρά πάνω στα γόνατα. Καθίστε πίσω από τον ασθενή και δώστε του υποστήριξη εφόσον χρειαστεί.
2. Εξηγήστε και κάνετε επίδειξη της κίνησης στον ασθενή, ζητήστε να το δοκιμάσει και διορθώστε εφόσον είναι αναγκαίο. *«Θα ήθελα να δω πόσες φορές μπορείτε να σηκώσετε το χέρι σας (υγιές σε περίπτωση ημιπληγίας) πάνω και κάτω σε 15 δευτερόλεπτα. Όταν σας πω πάμε σηκώστε και κατεβάστε το χέρι σας όσο πιο συχνά μπορείτε, μέχρι να πω στοπ»*
3. Χρησιμοποιήστε το χρονόμετρο για να μετρήσετε 15 δευτερόλεπτα. Μετρήστε πόσες φορές μπορεί ο ασθενής να ανεβοκατεβάσει το υγιές χέρι του (τη μέγιστη κάμψη του ώμου) και να το επιτρέψει πίσω στα γόνατά του.
4. «Επιτυγχάνει» όταν ο ασθενής καταφέρει να ανεβάσει και να κατεβάσει το χέρι του πάνω από τρεις φορές σε 15 δευτερόλεπτα.
5. «Αποτυγχάνει» όταν ο ασθενής καταφέρει να ανεβάσει και να κατεβάσει το χέρι του λιγότερο από τρεις φορές σε 15 δευτερόλεπτα.
6. Σημειώστε ότι εάν ο ασθενής δεν πετύχει την πλήρη για αυτόν κάμψη του ώμου και χρειαστεί να ακουμπήσει (π.χ. σε μέρη διαφορετικά από το γόνατο προκειμένου να κρατήσει την ισορροπία του) ή χρειαστεί υποστήριξη από τον θεραπευτή η προσπάθεια δεν θεωρείται «επιτυχής».
7. Εάν ο ασθενής αποτύχει, επαναλαμβάνει τη δραστηριότητα μία έως δύο φορές. Εάν ο ασθενής επιτύχει με την τρίτη προσπάθεια, προχωρήστε στο επόμενο επίπεδο.



Επίπεδο 3: Δυναμική ισορροπία στην καθιστή θέση – δοκιμασία μετατόπισης βάρους προς τα εμπρός (Dynamic sitting balance – Siting Forward Reach Test)

Σε αυτό το επίπεδο, απαιτείται από τον ασθενή να μετατοπίσει το βάρος του προς τα εμπρός μέσα στη βάση στήριξης (να μετακινήσει τα όρια της σταθερότητάς του) ενώ κάθεται (Forward Reach Test). Η απόσταση στην οποία ο ασθενής μπορεί να φτάσει μπροστά πέρα από το μήκος του άνω άκρου του, πρέπει να μετρηθεί.

Εξοπλισμός:

- Σκαμνί ή ανάλογο κάθισμα
- Μέτρο, χάρακας 1 μέτρου ή μεζούρα

Οδηγίες:

1. Ο ασθενής κάθεται με τα ισχία στις 90° σε μία σταθερή επίπεδη επιφάνεια χωρίς υποστήριξη, με τα πόδια στο πάτωμα και τα χέρια σε χαλαρή θέση πάνω στο γόνατο. Καθίστε πίσω από τον ασθενή για να προσφέρετε υποστήριξη εφόσον χρειαστεί.
2. Το ύψος του χάρακα πρέπει να τοποθετηθεί στο επίπεδο του ακρωμίου του ενός ώμου (του υγιούς ώμου σε περίπτωση ημιπληγίας). Ο ασθενής σηκώνει το άνω άκρο στο ύψος του ώμου, με τα δάκτυλα σε θέση γροθιάς και ενώ κάθεται σε μία φυσιολογική και άνετη θέση. Τοποθετήστε τον χάρακα έτσι ώστε το άκρο του να ξεκινά από τις φάλαγγες των δακτύλων του τεντωμένου άνω άκρου και συνεχίζει με κατεύθυνση προς τα εμπρός.
3. Ο ασθενής προσπαθεί να φτάσει όσο πιο μπροστά μπορεί το χέρι του στο ίδιο επίπεδο με τον χάρακα. Όταν επιτευχθεί η μέγιστη απόσταση, ο εξεταστής διαβάζει τον αριθμό του χάρακα που βρίσκεται στην θέση της φάλαγγας του μεσαίου δακτύλου.
4. Εξηγήστε και κάντε επίδειξη της κίνησης και διορθώστε εάν είναι απαραίτητο: *«Θα ήθελα να φτάσετε όσο πιο μπροστά μπορείτε, κρατώντας το χέρι σας στο ίδιο επίπεδο με τον χάρακα. Όταν φτάσετε μέχρι το σημείο που μπορείτε, κρατήστε αυτήν την θέση μέχρι να μετρήσω την απόσταση και μετά καθίστε πίσω. Κρατήστε τα πόδια στο πάτωμα και την λεκάνη στο κάθισμα. Μην χρησιμοποιήσετε το άλλο χέρι για υποστήριξη».*
5. Μετρήστε την απόσταση του χάρακα από την φάλαγγα του μεσαίου δακτύλου.
6. Επαναλάβετε τη δραστηριότητα. Σημειώστε και τη δεύτερη τιμή και βγάλτε το μέσο όρο των δύο τιμών. Σημειώστε τη βαθμολογία.
7. «Επιτυγχάνει» όταν ο ασθενής, καταφέρει να έχει μέσο όρο μετατόπισης 7cm ή περισσότερο, χωρίς υποστήριξη από το άνω άκρο ή τον εξεταστή.
8. Εάν ο ασθενής αποτύχει, επαναλαμβάνει τη δραστηριότητα μία ή δύο φορές.
9. Αν ο ασθενής πετύχει με την Τρίτη προσπάθεια, προχωράει στο επόμενο επίπεδο.



ΤΟΜΕΑΣ 2: Όρθια

Επίπεδο 4: Υποστηριζόμενη όρθια θέση

Σε αυτό το επίπεδο, ζητάμε από τον ασθενή να σταθεί στην όρθια στάση με υποστήριξη σε ένα σκαμνί ή άλλο ανάλογο έπιπλο για τουλάχιστον 30 δευτερόλεπτα.

Εξοπλισμός:

- Σκαμνί ή ανάλογο έπιπλο για να στηριχθεί ο ασθενής
- Χρονόμετρο

Οδηγίες:

1. Ο ασθενής στέκεται σε μία σταθερή, επίπεδη επιφάνεια με κανονικά παπούτσια, με τα πόδια σε άνετη επίπεδη θέση και κρατώντας κάποιο έπιπλο εάν είναι απαραίτητο. Μπορείτε να παρέχετε βοήθεια εφόσον είναι απαραίτητο μπροστά από την υγιή πλευρά στο επίπεδο του καρπού. Δώστε βοήθεια σε περίπτωση ανάγκης με το να βρίσκεστε από πίσω.
2. Εξηγήστε τη δραστηριότητα: *«Θα ήθελα να χρονομετρήσω πόσο μπορείτε να σταθείτε χωρίς τη βοήθειά μου. Μπορείτε να στηριχτείτε εάν το θέλετε. Όταν πάμε, κρατήστε την ισορροπία σας όσο περισσότερο μπορείτε μέχρι να παυ στοπ».*
3. Χρονομετρήστε 30 δευτερόλεπτα. Ανακοινώστε το χρόνο κάθε 10 δευτερόλεπτα. Σημειώστε τη βαθμολογία.
4. «Επιτυγχάνει» όταν ο ασθενής δεν καταφέρει να κρατήσει την ισορροπία του για 30 δευτερόλεπτα ή περισσότερο χωρίς υποστήριξη.
5. «Αποτυγχάνει» όταν ο ασθενής δεν καταφέρει να κρατήσει την ισορροπία του για τουλάχιστον 30 δευτερόλεπτα ή χρειάζεται βοήθεια από τον θεραπευτή.
6. Αν ο ασθενής αποτύχει, επαναλάβετε τη δραστηριότητα μία ή δύο φορές.
7. Αν ο ασθενής πετύχει με την τρίτη προσπάθεια, προχωρά στο επόμενο επίπεδο.



Επίπεδο 5: Στατική ισορροπία στην όρθια θέση – (Arm Raise Test στην όρθια)

Σε αυτό το επίπεδο, ζητάμε από τον ασθενή να διατηρήσει την όρθια θέση κατά τη διάρκεια που ανεβάζει και κατεβάζει το άνω άκρο του (το προσβεβλημένο σε περίπτωση ημιπληγίας) για τουλάχιστον 15 δευτερόλεπτα.

Οδηγίες:

1. Ο ασθενής στέκεται σε μία σταθερή και επίπεδη επιφάνεια, με τα πόδια επίπεδα στο πάτωμα και χωρίς στήριξη από τα άνω άκρα. Καθίστε πίσω από τον ασθενή και δώστε του υποστήριξη εφόσον χρειαστεί.
2. Εξηγήστε τη δραστηριότητα και κάνετε επίδειξη της κίνησης στον ασθενή, ζητήστε να το δοκιμάσει και διορθώστε εφόσον είναι αναγκαίο: *«Θα ήθελα να δω πόσες φορές μπορείτε να σηκώσετε το υγιές χέρι σας πάνω και κάτω σε 15 δευτερόλεπτα. Όταν σας πω πάμε, σηκώστε και κατεβάστε το χέρι σας όσο πιο συχνά μπορείτε, μέχρι να σας πω στοπ».*
3. Χρονομετρήστε 15 δευτερόλεπτα. Μετρήστε πόσες φορές ο ασθενής μπορεί να ανεβοκατεβάσει το υγιές χέρι του (με μέγιστη κάμψη του ώμου).
4. Σημειώστε τη βαθμολογία.
5. «Επιτυγχάνει» όταν ο ασθενής καταφέρει να ανεβάσει και να κατεβάσει το χέρι του πάνω από τρεις φορές σε 15 δευτερόλεπτα.
6. «Αποτυγχάνει» όταν ο ασθενής καταφέρει να ανεβάσει και να κατεβάσει το χέρι του λιγότερο από τρεις φορές σε 15 δευτερόλεπτα.
7. Σημειώστε ότι εάν ο ασθενής δεν πετύχει την πλήρη για αυτόν κάμψη, του ώμου και χρειαστεί να ακουμπήσει κάπου προκειμένου να κρατήσει την ισορροπία του, ή χρειαστεί υποστήριξη από τον θεραπευτή η προσπάθεια δεν θεωρείται «επιτυχής».
8. Εάν ο ασθενής αποτύχει, επαναλαμβάνει τη δραστηριότητα μία έως δύο φορές. Εάν ο ασθενής επιτύχει με την τρίτη προσπάθεια, προχωρήστε στο επόμενο επίπεδο.



Επίπεδο 6: Δυναμική ισορροπία στην όρθια θέση (Standing Forward Reach Test).

Σε αυτό το επίπεδο απαιτείται από τον ασθενή να μετατοπίσει το βάρος του προς τα εμπρός (νε μετακινήσει τα όρια της σταθερότητάς του, μέσα στη βάση στήριξης) ενώ στέκεται (Forward Reach Test). Η απόσταση στην οποία ο ασθενής μπορεί να φτάσει μπροστά πέρα από το μήκος του άνω άκρου του, πρέπει να μετρηθεί.

Εξοπλισμός:

- Μέτρο, χάρακας 1 μέτρου ή μεζούρα σταθεροποιημένη στο κατάλληλο ύψος

Οδηγίες:

1. Ο ασθενής στέκεται σε μία σταθερή και επίπεδη επιφάνεια, με τα πόδια επίπεδα στο πάτωμα και χωρίς στήριξη από τα άνω άκρα. Καθίστε πίσω από τον ασθενή και δώστε του υποστήριξη εφόσον χρειαστεί.
2. Το ύψος του χάρακα πρέπει να τοποθετηθεί στο επίπεδο του ακρωμίου του υγιούς ώμου. Ο ασθενής σηκώνει το άνω άκρο στο ύψος του ώμου με τα δάκτυλα σε θέση γροθιάς και ενώ στέκεται σε μία φυσιολογική και άνετη θέση.
3. Τοποθετήστε τον χάρακα έτσι ώστε το ένα άκρο του να ξεκινά από τις φάλαγγες των δακτύλων του τεντωμένου άνω άκρου του ασθενή και να συνεχίζει με κατεύθυνση προς τα εμπρός. Ο ασθενής προσπαθεί να φτάσει όσο πιο μπροστά μπορεί με το χέρι του, στο ίδιο επίπεδο με τον χάρακα. Όταν επιτευχθεί η μέγιστη απόσταση, ο εξεταστής διαβάζει την θέση της φάλαγγας του μεσαίου δακτύλου από τον χάρακα.
4. Εξηγήστε και κάντε επίδειξη της κίνησης και διορθώστε εάν είναι απαραίτητο: *«Θα ήθελα να φτάσετε όσο πιο μπροστά μπορείτε, κρατώντας το χέρι σας στο ίδιο επίπεδο με τον χάρακα. Όταν φτάσετε μέχρι το σημείο που μπορείτε, κρατήστε αυτήν την θέση, μέχρι να μετρήσω την απόσταση. Κρατήστε τα πόδια σας στο πάτωμα με τις φτέρνες κάτω. Μην χρησιμοποιήσετε το άλλο χέρι για υποστήριξη».*
5. Ο ασθενής προσπαθεί να φτάσει όσο πιο μπροστά μπορεί, με το χέρι του στο ίδιο επίπεδο με τον χάρακα. Όταν επιτευχθεί η μέγιστη απόσταση μετατόπισης, ο εξεταστής διαβάζει τον αριθμό του χάρακα που βρίσκεται στη θέση της φάλαγγας του μεσαίου δακτύλου του ασθενή.
6. Μετρήστε την απόσταση του χάρακα από τη φάλαγγα του μεσαίου δακτύλου του ασθενή.
7. Επαναλάβετε τη δραστηριότητα. Σημειώστε και τη δεύτερη τιμή και βγάλτε το μέσο όρο των δύο τιμών. Σημειώστε τη βαθμολογία.

8. «Επιτυγχάνει» όταν ο ασθενής καταφέρει να έχει μέσο όρο μετατόπισης 5 cm ή περισσότερο, χωρίς υποστήριξη από το άνω άκρο ή από τον εξεταστή.
9. «Αποτυγχάνει» όταν ο ασθενής έχει μέσο όρο μετατόπισης μικρότερο από 5 cm και / ή ο ασθενής χρειάζεται υποστήριξη από το άνω άκρο ή τον εξεταστή.
10. Εάν ο ασθενής αποτύχει, επαναλαμβάνει τη δραστηριότητα μία ή δύο φορές. Αν ο ασθενής πετύχει με την τρίτη προσπάθεια, προχωράει στο επόμενο επίπεδο.



ΤΟΜΕΑΣ 3: Βηματισμός

Επίπεδο 7: Ορθοστάτιση σε θέση βηματισμού – Timed step – standing test

Σε αυτό το επίπεδο, ζητάμε από τον ασθενή να σταθεί σε θέση βηματισμού, στην όρθια στάση, χωρίς υποστήριξη για τουλάχιστον 30 δευτερόλεπτα.

Εξοπλισμός:

- Χρονόμετρο

Οδηγίες:

1. Ο ασθενής στέκεται σε θέση βηματισμού χωρίς στήριξη από τα άνω άκρα (το υγιές πόδι μπροστά από το προσβεβλημένο πόδι, με την υγιή φτέρνα στο ίδιο επίπεδο με τα δάκτυλα του προσβεβλημένου ποδιού, και τα δύο γόνατα σε έκταση).
2. Εξηγήστε και κάντε επίδειξη της κίνησης και διορθώστε εάν είναι απαραίτητο: *«Θα ήθελα να χρονομετρήσω πόσο μπορείτε να σταθείτε χωρίς τη βοήθειά μου. Κρατήστε τα χέρια στο πλάι. Όταν πω πάμε, προσπαθήστε να κρατήσετε την ισορροπία σας μέχρι να σας πω στοπ».*
3. Χρονομετρήστε 30 δευτερόλεπτα και σημειώστε τη βαθμολογία.
4. «Επιτυγχάνει» όταν ο ασθενής καταφέρει να κρατήσει την ισορροπία του για 30 δευτερόλεπτα ή περισσότερο χωρίς υποστήριξη ή βοήθεια.
5. «Αποτυγχάνει» όταν ο ασθενής δεν καταφέρνει να κρατήσει την ισορροπία του για τουλάχιστον 30 δευτερόλεπτα ή χρειάζεται βοήθεια από τον θεραπευτή.
6. Αν ο ασθενής αποτύχει, επαναλάβετε την δραστηριότητα μία ή δύο φορές.
7. Αν ο ασθενής πετύχει με την τρίτη προσπάθεια, προχωρά στο επόμενο επίπεδο.



Επίπεδο 8: Υποστηριζόμενη μονοποδική στήριξη – Βάδιση με βοηθήματα

Σε αυτό το επίπεδο, ζητάμε από τον ασθενή να περπατήσει χωρίς βοήθεια, αλλά εάν το επιθυμεί μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποιο βοήθημα όπως μαστούνι κλπ. Για απόσταση τουλάχιστον 5 μέτρων (5 meters Walk Test with aid).

Σημειώστε: Εφόσον ο ασθενής μπορεί να περπατήσει χωρίς βοήθεια περάστε στο επίπεδο 9.

Εξοπλισμός:

- Χρονόμετρο
- Μία ταινία για μαρκάρισμα της απόστασης των 5 μέτρων στο πάτωμα.

Οδηγίες:

1. Μαρκάρουμε μία απόσταση 5 μέτρων στο πάτωμα. Ο ασθενής ξεκινά λίγα βήματα πριν την αρχή της απόστασης και σταματά μετά το τέλος της μαρκαρισμένης απόστασης. Σταθείτε και περπατήστε δίπλα από τον ασθενή.
2. Εξηγήστε και κάντε επίδειξη της κίνησης και διορθώστε εάν είναι απαραίτητο: *«Θα χρονομετρήσω πόσο γρήγορα μπορείτε να βαδίζετε, με το φυσικό σας βήμα, περάστε την απόσταση που σημειώσαμε και μην επιβραδύνετε μεταξύ των δύο σημαδιών. Ξεκινήστε όταν πω πάμε».*
3. Χρονομετρήστε και καταγράψτε το χρόνο.
4. Επαναλάβετε την δραστηριότητα. Σημειώστε και τη δεύτερη τιμή και βγάλτε το μέσο όρο των δύο τιμών. Σημειώστε τη βαθμολογία.
5. «Επιτυγχάνει», όταν ο ασθενής έχει μέσο όρο χρόνου 1 λεπτό ή λιγότερο, χωρίς φυσική βοήθεια από τον θεραπευτή.
6. «Αποτυγχάνει», όταν ο ασθενής έχει μέσο όρο χρόνου περισσότερο από 1 λεπτό ή / και χρειάζεται φυσική βοήθεια από τον θεραπευτή.
7. Εάν ο ασθενής αποτύχει, επαναλαμβάνει τη δραστηριότητα μία ή δύο φορές.
8. Αν ο ασθενής πετύχει με την τρίτη προσπάθεια προχωράει στο επόμενο επίπεδο.



Επίπεδο 9: Δυναμική μετατόπιση βάρους μπρος – πίσω σε θέση βηματισμού

Σε αυτό το επίπεδο, ζητάμε από τον ασθενή να μετατοπίζει συνεχώς το βάρος του από το ένα πόδι στο άλλο, χωρίς να μετακινεί τα πόδια του από τη θέση βηματισμού για τουλάχιστον 15 δευτερόλεπτα (Weight Shift Test).

Αρχική Θέση:

Ο ασθενής στέκεται χωρίς στήριξη από τα άνω άκρα σε μια σταθερή, επίπεδη επιφάνεια σε θέση βηματισμού (με το προσβεβλημένο πόδι μπροστά, και τη φτέρνα της προσβεβλημένης πλευράς στο ίδιο επίπεδο ή πέρα από τα δάκτυλα της υγιούς πλευράς). Μία μπάρα ή οτιδήποτε άλλο σταθερό αντικείμενο βρίσκεται μπροστά στον ασθενή, στο ύψος της λεκάνης του, και τοποθετείται έτσι ώστε η οριζόντια μπάρα να είναι πάνω ακριβώς από το πέμπτο μετατόπισιο του προσβεβλημένου ποδιού. Μία ακόμη μπάρα πρέπει να τοποθετηθεί πίσω από τον ασθενή στο ύψος της λεκάνης, έτσι ώστε οι γλουτοί να ακουμπούν στη μπάρα όταν το βάρος μετατοπίζεται στο υγιές πόδι. Καθίστε πίσω από τον ασθενή να δώσετε υποστήριξη εάν χρειαστεί.

Κίνηση:

Ο ασθενής μετατοπίζει το βάρος του στο προσβεβλημένο πόδι, έτσι ώστε να ακουμπήσει με την κοιλιά του τη μπάρα μπροστά του, και μετά πίσω στο υγιές πόδι, έτσι ώστε να ακουμπήσουν οι γλουτοί στη πίσω μπάρα. Ο ασθενής πρέπει να στέκεται ίσια και να κρατά τα ισχία του σε ουδέτερη θέση έκτασης. Η φτέρνα του υγιούς ποδιού μπορεί να σηκωθεί καθώς το βάρος μεταφέρεται μπροστά, αλλά θα πρέπει να βρίσκεται στο πάτωμα όταν το πόδι φορτίζεται.

Εξοπλισμός:

- Χρονόμετρο
- Δύο σταθερές, πακτωμένες στο πάτωμα μπάρες (διάδρομος βάδισης) ή δύο καρέκλες.

Οδηγίες:

1. Εξηγήστε και κάντε επίδειξη της κίνησης και διορθώστε εάν είναι απαραίτητο: *«Θα ήθελα να μετρήσω πόσες φορές μπορείτε να μεταφέρετε το βάρος σας από το ένα πόδι στο άλλο και πίσω ξανά. Όταν σας πω πάμε, μεταφέρετε το βάρος στο αδύναμο πόδι, ώστε να ακουμπήσει η κοιλιά σας στη μπάρα που βρίσκεται μπροστά σας και μετά μεταφέρετε το βάρος σας πίσω στο άλλο πόδι, ώστε να ακουμπήσουν οι γλουτοί σας στη πίσω μπάρα. Κρατήστε τα πόδια τεντωμένα όταν το βάρος βρίσκεται στο πόδι, αλλά μπορείτε να λυγίσετε το υγιές γόνατο και να σηκώσετε τη φτέρνα καθώς φέρνετε το βάρος μπροστά. Πραγματοποιήστε όσες φορές μπορείτε μέχρι να πω στοπ».*
2. Χρησιμοποιήστε το χρονόμετρο για 15 δευτερόλεπτα και μετρήστε τις φορές που ο ασθενής θα ακουμπήσει τη μπάρα μπροστά, δηλαδή πόσες φορές θα μεταφέρει το βάρος προς τα εμπρός στο προσβεβλημένο κάτω άκρο.
3. «Επιτυγχάνει» όταν ο ασθενής εκτελέσει λιγότερες από 3 μεταφορές βάρους σε 15 δευτερόλεπτα.
4. «Αποτυγχάνει» όταν ο ασθενής εκτελέσει λιγότερες από 3 μεταφορές βάρους σε 15 δευτερόλεπτα.
5. Σημειώστε ότι εάν ο ασθενής κατά την εκτέλεση μιας μεταφοράς βάρους δεν πετύχει να ακουμπήσει με το σώμα του τη μπάρα σκαμνί μπροστά ή πίσω ή χρειαστεί βοήθεια από το θεραπευτή, η προσπάθεια κρίνεται «ανεπιτυχής».
6. Εάν ο ασθενής αποτύχει, επαναλαμβάνει τη δραστηριότητα μία ή δύο φορές.
7. Αν ο ασθενής πετύχει με την Τρίτη προσπάθεια, προχωράει στο επόμενο επίπεδο.



Επίπεδο 10: Εναλλαγή της βάσης στήριξης μεταξύ διπλής μονοποδικής στήριξης – Βάδιση χωρίς βοήθεια

Σε αυτό το επίπεδο, ζητάμε από τον ασθενή να περπατήσει χωρίς βοήθεια για απόσταση τουλάχιστον 5 μέτρων (5 meters Walk Test)

Εξοπλισμός:

- Χρονόμετρο
- Μία ταινία για μαρκάρισμα της απόστασης των 5 μέτρων στο πάτωμα.

Οδηγίες:

1. Μαρκάρουμε μία απόσταση 5 μέτρων στο πάτωμα. Ο ασθενής ξεκινά λίγα βήματα πριν την αρχή της απόστασης και σταματά μετά το τέλος της μαρκαρισμένης απόστασης. Σταθείτε και περπατήστε δίπλα στον ασθενή.
2. Εξηγήστε και κάντε επίδειξη της κίνησης και διορθώστε εάν είναι απαραίτητο: *«Θα χρονομετρήσω πόσο γρήγορα μπορείτε να βαδίζετε, με το φυσικό σας βήμα, περάστε την απόσταση που σημειώσαμε και μην επιβραδύνετε μεταξύ των δύο σημαδιών. Ξεκινήστε όταν πω πάμε».*
3. Χρονομετρήστε και καταγράψτε το χρόνο.
4. Επαναλάβετε τη δραστηριότητα. Σημειώστε και τη δεύτερη τιμή και βγάλτε το μέσο όρο των δύο τιμών. Σημειώστε τη βαθμολογία.
5. «Επιτυγχάνει», όταν ο ασθενής έχει μέσο όρο χρόνου 1 λεπτό ή λιγότερο, χωρίς φυσική βοήθεια από τον θεραπευτή.
6. «Αποτυγχάνει», όταν ο ασθενής έχει μέσο όρο χρόνου περισσότερο από 1 λεπτό ή / και χρειάζεται φυσική βοήθεια από τον θεραπευτή.
7. Εάν ο ασθενής αποτύχει, επαναλαμβάνει τη δραστηριότητα μία ή δύο φορές.
8. Αν ο ασθενής πετύχει με την τρίτη προσπάθεια, προχωράει στο επόμενο επίπεδο.



Επίπεδο 11: Δυναμική μονοποδική στήριξη – (Step – Tap Test)

Σε αυτό το επίπεδο, ζητάμε από τον ασθενή να διατηρήσει τη μονοποδική στήριξη στο προσβεβλημένο κάτω άκρο, ενώ ταυτόχρονα ανεβάζει και κατεβάζει το άλλο πόδι πάνω σε ένα σκαλοπάτι, για τουλάχιστον 15 δευτερόλεπτα.

Εξοπλισμός:

- Χρονόμετρο
- Σκαλοπάτι ή σκαμνί, ύψους 7,5 – 10 εκατοστών

Οδηγίες:

1. Ο ασθενής στέκεται σε μία σταθερή και επίπεδη επιφάνεια, με τα πέλματα επίπεδα στο πάτωμα και χωρίς στήριξη από τα άνω άκρα. Ένα σκαλοπάτι ύψους 7,5 – 10 εκατοστών είναι τοποθετημένο μπροστά του και σε απόσταση περίπου 10 εκατοστών από τα δάκτυλα των ποδιών του.
2. Ο ασθενής ανεβοκατεβάζει το πόδι του στο σκαλοπάτι, όσες περισσότερες φορές μπορεί σε διάστημα 15 δευτερολέπτων. Το πέλμα πρέπει να τοποθετηθεί όλο επάνω στο σκαλοπάτι αλλά χωρίς να μεταφερθεί το βάρος του σώματος σε αυτό.
3. Καθίστε πίσω από τον ασθενή και δώστε του υποστήριξη εφόσον χρειαστεί.
4. Εξηγήστε και κάντε επίδειξη της κίνησης και διορθώστε εάν είναι απαραίτητο: *«Θα ήθελα να μετρήσω πόσες φορές μπορείτε να ανεβοκατεβάσετε το πόδι σας σε αυτό το σκαλοπάτι. Όταν σας πω πάμε, θα ξεκινήσετε να ανεβοκατεβάζετε το υγιές πόδι στο σκαλοπάτι ξανά και ξανά. Κάντε το όσο περισσότερες φορές μπορείτε μέχρι να σας πω στοπ».*
5. Χρησιμοποιήστε το χρονόμετρο για 15 δευτερόλεπτα και μετρήστε μεγαλοφώνως τις φορές που ο ασθενής ανεβοκατέβασε το υγιές του πόδι στο σκαμνί.
6. «Επιτυγχάνει» όταν ο ασθενής ανεβοκατεβάσει περισσότερες από 3 φορές το πόδι του σε 15 δευτερόλεπτα.
7. «Αποτυγχάνει» όταν ο ασθενής ανεβοκατεβάσει λιγότερες από 2 φορές το πόδι του σε 15 δευτερόλεπτα.
8. Σημειώστε ότι εάν ο ασθενής κατά την εκτέλεση της δραστηριότητας χρειαστεί βοήθεια από τον θεραπευτή, η προσπάθεια κρίνεται «ανεπιτυχής».
9. Εάν ο ασθενής αποτύχει, επαναλαμβάνει τη δραστηριότητα μία ή δύο φορές.
10. Αν ο ασθενής πετύχει με την τρίτη προσπάθεια, προχωράει στο επόμενο επίπεδο.



Επίπεδο 12: Αλλαγή της βάσης στήριξης – Step-up Test

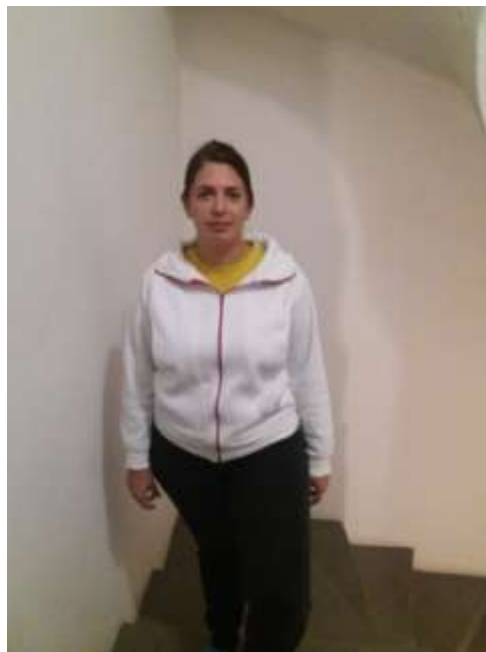
Σε αυτό το επίπεδο, ζητάμε από τον ασθενή να αλλάζει τη βάση στήριξής του ανεβαίνοντας και κατεβαίνοντας σε ένα σκαλοπάτι για τουλάχιστον 15 δευτερόλεπτα.

Εξοπλισμός:

- Χρονόμετρο
- Σκαλοπάτι ή σκαμνί, ύψους 7,5 – 10 εκατοστών

Οδηγίες:

1. Ο ασθενής στέκεται σε μία σταθερή και επίπεδη επιφάνεια, με τα πόδια επίπεδα στο πάτωμα και χωρίς στήριξη στα άνω άκρα. Ένα σκαλοπάτι ύψους 7,5 – 10 εκατοστών είναι τοποθετημένο μπροστά του και σε απόσταση περίπου 10 εκατοστών από τα δάκτυλα των ποδιών του.
2. Ο ασθενής ανεβαίνει και κατεβαίνει από το σκαλοπάτι όσες περισσότερες φορές μπορεί σε διάστημα 15 δευτερολέπτων. Το προσβεβλημένο κάτω άκρο, οδηγεί στο ανέβασμα και το υγιές στο κατέβασμα.
3. Καθίστε πίσω από τον ασθενή και δώστε του υποστήριξη εφόσον χρειαστεί.
4. Εξηγήστε και κάντε επίδειξη της κίνησης και διορθώστε εάν είναι απαραίτητο: *«Θα ήθελα να μετρήσω πόσες φορές μπορείτε να ανεβείτε και να κατεβείτε σε αυτό το σκαλοπάτι. Το προσβεβλημένο πόδι ανεβαίνει πρώτο και κατεβαίνει πρώτο το υγιές. Όταν σας πω πάμε, θα ξεκινήσετε να ανεβαίνετε και να κατεβαίνετε ξανά και ξανά. Κάντε το όσο περισσότερες φορές μπορείτε μέχρι να σας πω στοπ.»*
5. Χρησιμοποιήστε το χρονόμετρο για 15 δευτερόλεπτα και μετρήστε μεγαλοφώνως τις φορές που ο ασθενής ανέβηκε και κατέβηκε από το σκαλοπάτι. Η κάθε φορά ολοκληρώνεται όταν το προσβεβλημένο κάτω άκρο τοποθετηθεί στο πάτωμα ξανά.
6. «Επιτυγχάνει», όταν ο ασθενής ανέβει και κατέβει το σκαλοπάτι περισσότερες από 1 φορές σε 15 δευτερόλεπτα.
7. «Αποτυγχάνει», όταν ο ασθενής δεν επιτύχει να ανέβει και να κατέβει το σκαλοπάτι ούτε μία φορά σε 15 δευτερόλεπτα.
8. Σημειώστε ότι εάν ο ασθενής κατά την εκτέλεση της δραστηριότητας χρειαστεί βοήθεια από τον θεραπευτή, η προσπάθεια κρίνεται «ανεπιτυχής».
9. Εάν ο ασθενής αποτύχει, επαναλαμβάνει τη δραστηριότητα μία ή δύο φορές.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Συμπεράσματα

Αξιολογώντας λοιπόν όλες εκείνες τις πληροφορίες που προσπάθησα να συλλέξω ύστερα από ανυπέρβλητες προσπάθειες, σχετικά με τον έλεγχο της στάσης και της ισορροπίας σε ασθενείς με νευρολογικά προβλήματα, αποφάνθηκε το παρακάτω συμπέρασμα. Είναι σχεδόν αδύνατο να αναγνωρίσει και να προσδιορίσει κανείς τις ακριβείς αιτίες οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη διαταραχή της ισορροπίας στους νευρολογικούς ασθενείς. Το σύνολο των πρωτογενών και δευτερογενών τους προβλημάτων εμπλέκονται με τέτοιον τρόπο ώστε να είναι εξαιρετικά δύσκολο να ξεχωρίσουμε και να απομονώσουμε τις παρατηρήσεις μας αυτές καθώς και την προέλευσή τους. Όπως έχει ειπωθεί παραπάνω, το αιθουσαίο, το ιδιοδεκτικό και το οπτικό σύστημα συμβάλλουν ιδιαίτερα στην διατήρηση της ισορροπίας. Η διατάραξη αυτών επηρεάζει αντιστοίχως την ισορροπία, ανάλογα με την επίδρασή τους. Η αξιολόγηση των νευρολογικών ασθενών πραγματοποιείται με διάφορα τεστ στατικής ισορροπίας, δυναμικής ισορροπίας, αισθητικής οργάνωσης, κλίμακες λειτουργικής ισορροπίας και συνδυασμός αυτών. Κάποια από αυτά έχουν καταγραφεί παραπάνω. Προσπαθώντας πάντα να εξασφαλίσουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα στους ασθενείς μας, είναι απαραίτητο ως θεραπευτές να διευρύνουμε τους ορίζοντές μας πέρα από την κλασική φυσικοθεραπεία την οποία μέχρι σήμερα γνωρίζουμε και εμπιστευόμαστε.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Angeli, V., Benassi, M., Ladavas, E. (2004). Recovery of oculo-motor bias in neglect patients after prism adaptation. *Neuropsychologia*, 42, 1223 – 1234.
- Basmajian JV, DeLuca CJ. Muscles alive: their functions revealed by electromyography, 5th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.
- Bedford, F (1999). Keeping perception accurate. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(1), 4 – 10
- Bessou, M., Cauquil, A., Durpyi, P., Montoya, R., Bessou, P. (1999). Specificity of the monocular crescents of the visual field in postural control. *Neuroscienses*, 322. 749 – 757.
- David A. Rosenbaum, Human motor control. San Diego, California, 1991.
- Duncan P, Badke MB. Determinants of abnormal motor control. In: Duncan P, Badke MB, eds. Stroke rehabilitation: the recovery of motor control. Chicago: Year Book Medical Publishers, 1987: 135 – 159
- Ghez C. Posture. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM, eds. Principles of neural science, 3rd ed. NY: Elvier, 1991: 596 – 607.
- Hichfeld H. On the integration of posture, locomotion and voluntary movement in humans: normal and impaired development. Dissertation. Karolinska Institute, Stocholm, Sweden, 1992
- Horak F., Henry, S., Shumway – Cook, A (1997). Postural Perturbations: New Insights for Treatment of Balance Disorders. *Physical Therapy*, 77 (5), 517 – 533.
- Horak F, Nashner I. Central programming of postural movements: adaptation to altered support surface configurations, *J Neurophysiol* 1986; 55: 1369 – 1381.
- Horak F. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther* 1987; 67: 1881 – 1885
- Horak F. Moore S. Lateral postural responses: the effect of stance width and perturbation amplitude. *Phys Ther* 1989; 69:363
- Horak F, Shumway – Cook A. Clinical implications of postural control research. In: Duncan P, ed. Balance: proceedings of the APTA Forum. Alexandria, VA: American Physical Therapy Association, 1990: 105 – 111
- Shumway – Cook A, Horak F. Assessing the influence of sensory interaction on balance. *Phys Ther* 1986; 66: 1548 – 1550.
- Shumway Cook A, Horak F. Balance rehabilitation in the neurologic patient: course syllabus. Seattle: Neuroscience Education and Research Associates, 1992
- Shumway Cook A, McCollum G. Assessment and treatment of balance disorders in the neurologic patient. In: Montgomery T, Connolly B, eds. Motor control and Physical Therapy : theoretical framework and practical applications. Chattanooga, TN : Chattanooga, 1990: 123 – 138.

- Woollacott M, Shumway – Cook A. Changes in posture control across the life span: a systems approach. *Phys Ther* 1990; 70: 799 – 807.
- Woollacott M, Shumway – Cook A. Clinical research methodology for the study of posture and balance. In: Masdeu JC, Sudarsky L, Wolfson L, eds. *Gait disorders of aging: falls and therapeutic strategies*. Philadelphia: Lippincott – Raven, 1997: 107 – 121.
- Woollacott M, Shumway – Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture* 2002; 16: 1 – 14.