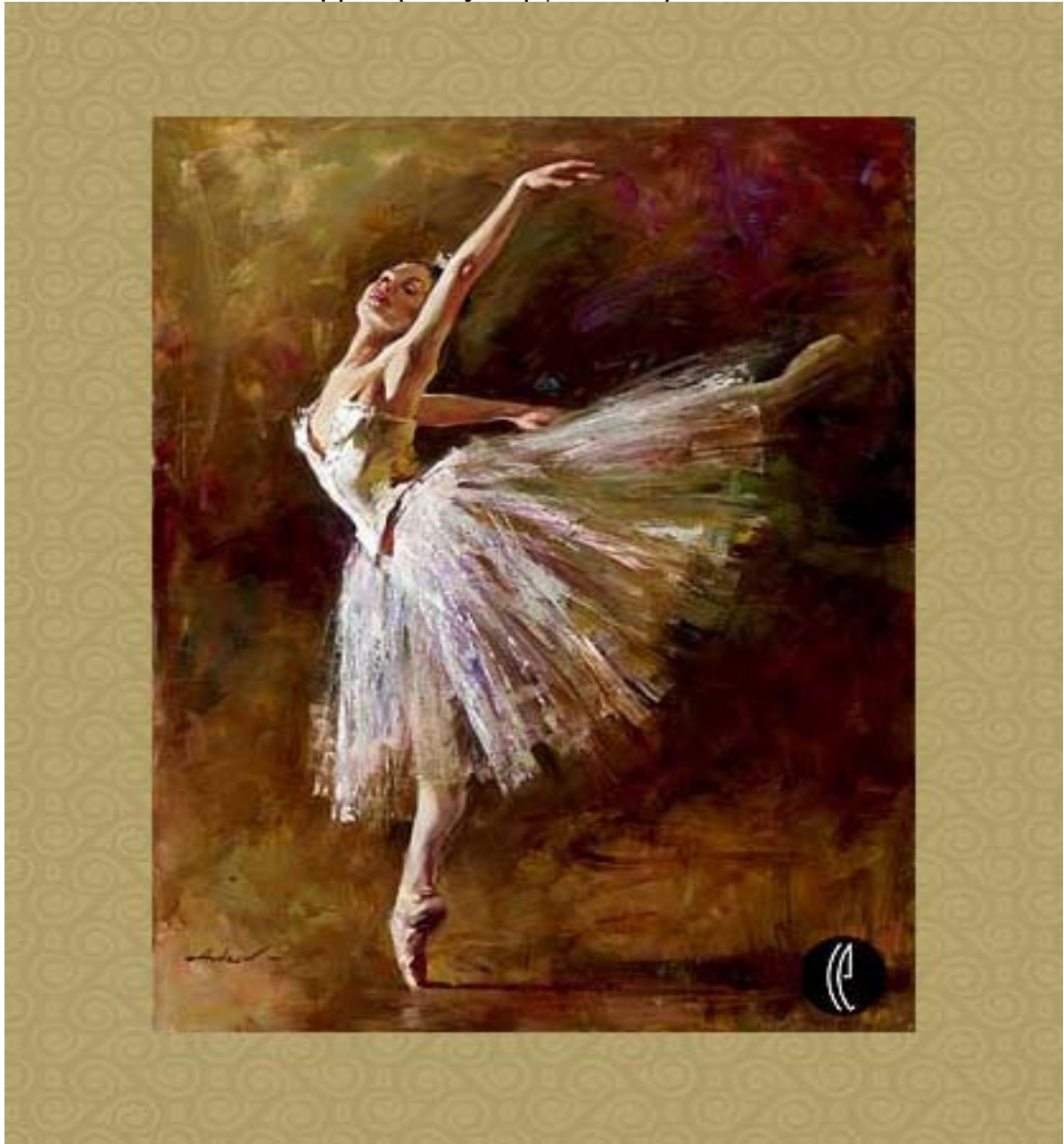


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
(ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ)
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Πτυχιακή εργασία με θέμα:
«Σύγχρονα τεστ και μηχανήματα αξιολόγησης και βελτίωσης ισορροπίας. Η
συμβολή τους στη φυσικοθεραπεία»



Σπουδάστρια: Κούππα Αλίνα
Εισηγητής: Dr. Καλλίστρατος Ηλίας

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
(ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ)
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Πτυχιακή εργασία με θέμα:
«Σύγχρονα τεστ και μηχανήματα αξιολόγησης και βελτίωσης ισορροπίας. Η
συμβολή τους στη φυσικοθεραπεία»

Σπουδάστρια: Κούππα Αλίνα
Εισηγητής: Dr. Καλλίστρατος Ηλίας
αναπληρωτής καθηγητής

Θεσσαλονίκη 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	5
1.1 Η ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.....	5
1.1.1 ΤΟ ΚΙΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	6
1.1.2 ΟΙ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΥ Κ.Ν.Σ.....	7
1.1.2.1 ΤΑ ΚΙΝΗΤΙΚΑ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ.....	8
1.1.2.2 ΤΑ ΜΟΝΟΣΥΝΑΠΤΙΚΑ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ.....	8
Η λειτουργία της μυϊκής απράκτου.....	10
Η λειτουργία των γ- κινητικών νευρώνων.....	11
Το τενόντιο αντανακλαστικό.....	12
1.1.2.3 ΤΑ ΠΟΛΥΣΥΝΑΠΤΙΚΑ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ.....	14
Το αντανακλαστικό κάμψης.....	15
1.2 Η ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.....	18
1.2.1 Ο ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ.....	18
1.2.2 ΤΟ ΠΥΡΑΜΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	18
1.2.2.1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	18
1.2.2.2 Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΠΥΡΑΜΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	21
1.2.3 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟΥ (Η ΚΑΤΩΤΕΡΟΥ) ΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΝΕΥΡΩΝΑ.....	22
1.2.3.1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	22
1.2.3.2 Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΝΕΥΡΩΝΑ.....	24
1.2.4 ΤΟ ΕΞΩΠΥΡΑΜΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	24
1.2.4.1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	24
Υποφλοιώδεις εξωπυραμιδικοί πυρήνες.....	24
Ο εξωπυραμιδικός φλοιός.....	25
1.2.4.2 Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΕΞΩΠΥΡΑΜΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	27
Το εξωπυραμιδικό ως φορέας εκούσιων και αυτόματων κινήσεων.....	27
1.2.5 Ο ΝΩΤΙΑΙΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ.....	31
1.2.5.1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	31
Το μυοτατικό αντανακλαστικό.....	31
1.2.5.2 ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ - ΒΛΑΒΗ ΤΟΥ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ.....	33
1.2.6 ΤΟ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΠΑΡΕΓΚΕΦΑΛΙΔΑΣ.....	33
1.2.6.1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	33
Κύριοι προσανωτοί και απανωτοί οδοί της παρεγκεφαλίδας.....	34
1.2.6.1 Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΕΓΚΕΦΑΛΙΔΑΣ.....	36
1.2.6.2 Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟΥ ΣΤΕΛΕΧΟΥΣ.....	40
1.2.6.3 Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΛΑΒΥΡΙΝΘΟΥ.....	40
1.3 ΤΑ ΣΤΑΤΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΑ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ.....	41
1.4 ΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΝΟΡΘΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ.....	44
1.5 ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΚΑΙ ΣΤΗ ΣΥΝΕΡΓΙΑ ΤΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ.....	45
Η εξέταση του ρυθμιστικού κινητικού μηχανισμού - διαταραχές της λειτουργίας του.....	45
1.6 ΣΥΝΕΡΓΙΑ ΤΩΝ ΜΥΩΝ ΣΤΙΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.....	46
1.6.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ.....	46

Δοκιμασίες για τη συνεργία των μυών «στο χώρο» κατά τις εκούσιες κινήσεις.....	46
Δοκιμασίες για τη συνεργία των μυών «στο χρόνο» κατά τις εκούσιες κινήσεις.....	47
Δοκιμασίες για τη στατική και την κινητική ισορροπία.....	48
1.7 ΛΟΓΟΙ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.....	49
1.7.1 ΟΙ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΠΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΖΟΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΒΛΑΒΕΣ ΠΑΡΕΓΚΕΦΑΛΙΔΑΣ.....	49
Παρεγκεφαλιδική αταξία	51
Αισθητική αταξία	53
Αταξία σε βλάβη του αιθουσαίου μηχανισμού (αιθουσαία αταξία)	54
Αταξία από άλλες εντοπίσεις βλαβών	55
2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	56
2.1 ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.....	56
2.1.2 ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΤΕΣΤ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.....	56
Berg Balance Scale.....	56
Brunel Balance Assesment (BBA).....	60
To Modified Falls Efficacy Scale (MFES).....	62
The Balance Confidence (ABC) Scale.....	63
Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment.....	64
Timed “Up and Go”.....	66
To Dynamic Gait Index.....	67
2.1.3 ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.....	70
.....	70
Σύστημα Ισορροπίας Good Balance.....	70
Σύστημα Ισορροπίας Biodex Balance System SD.....	71
Οι πελματογράφοι της Novel.....	73
Πελματογράφος Comex.....	75
Δίσκοι ιδιοδεκτικότητας PRO-KIN.....	76
Κυλιόμενος τάπητας FDM-T.....	79
The Electronic Baropodometer.....	80
TRX Suspension Trainer.....	82
To Wii Fit.....	83
Gallileo 900 (πλατφόρμα δόνηση σε πλάγιο επίπεδο).....	86
To mtd Balance Trainer.....	88
3. ΣΥΝΤΟΜΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	89
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	93
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	95

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον εισηγητή μου
Καλλίστρατο Ηλία για τη βοήθεια που μου έδωσε έτσι
ώστε να περατωθεί αυτή η εργασία και τους
συναδέλφους μου, τη μητέρα μου για τη
συμπαράστασή της και όσους έμμεσα ή άμεσα
βοήθησαν στην επιτέλεση της πτυχιακής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ισορροπία αποτελεί σημαντική λειτουργική ικανότητα του ανθρώπου που του επιτρέπει να πραγματοποιήσει καθημερινές δραστηριότητες. Είναι η διαδικασία με την οποία το άτομο στέκεται (στατική ισορροπία) ή κινείται (δυναμική ισορροπία) και ανταποκρίνεται στις ανάγκες του περιβάλλοντος χώρου του. Η βελτίωση της ικανότητας της ισορροπίας στηρίζεται στη σωστή αξιολόγησή της με ειδικές μεθόδους και εργαλεία μέτρησης. Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να διερευνηθούν οι σύγχρονοι τρόποι αξιολόγησης της ισορροπίας μέσω ηλεκτρονικών συσκευών και ειδικών τεστ. Το υλικό προήλθε από έντυπη και ηλεκτρονική βιβλιογραφική αναζήτηση και αξιολογήθηκε. Συμπερασματικά σύγχρονα συστήματα όπως πελματογράφοι, πλατφόρμες ισορροπίας, δίσκοι ιδιοδεκτικότητας, ειδικά τεστ και κλίμακες όπως είναι το Timed “Up and Go”, το Dynamic Gait Index, Berg Balance Scale, το Tinetti Performance Oriented Mobility Assesment μπορούν να δώσουν αξιόπιστες πληροφορίες για την ισορροπία του ανθρώπου καθώς και να βοηθήσουν στην δημιουργία, παρακολούθηση και επιτυχία κάθε θεραπευτικού προγράμματος αποκατάστασης. Αξιοπιστία έχει δειχθεί για τα Berg Balance Scale και το Tinetti Performance Oriented Mobility Assesment.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τους Brian και William η ισορροπία είναι η διαδικασία με την οποία το άτομο διατηρεί τη θέση (στατική) και τη κίνηση (δυναμική) του σώματός του, σε μια συγκεκριμένη σχέση προς το περιβάλλον και επηρεάζεται από τη δύναμη της βαρύτητας, τις διαταραχές της βοηθητικής μετακίνησης (π.χ. κάμψη κορμού, έκταση κορμού, κτλ.) όπως επίσης από τις διάφορες επιδράσεις από το περιβάλλον. (Brian E.M., William E.M., 1998).

Οι παράγοντες που συνεισφέρουν στην ικανότητα της ισορροπίας είναι η αποδοτική λειτουργία του νευρικού συστήματος, του μυοσκελετικού συστήματος και του αισθητηριακού συστήματος. Η ισορροπία επιτυγχάνεται από μια σειρά αντιδράσεων. Οι πληροφορίες υποβάλλονται σε επεξεργασία στον ισθμό και στην παρεγκεφαλίδα του εγκεφάλου, όπου με τη σειρά τους οι εντολές αρχίζουν να εκτελούνται. Το αισθητικό και κινητικό σύστημα ανατροφοδοτεί πληροφορίες, με τις οποίες δημιουργείται αύξηση της ταλάντευσης του σώματος και αύξηση της δραστηριότητας των μυών, έτσι ώστε να διατηρηθεί η ισορροπία. Η εσφαλμένη λειτουργία του μυοσκελετικού συστήματος μαζί με τον αποκλεισμό της παρεγκεφαλίδας από τη συμμετοχή της στη ρύθμιση της κινητικής δραστηριότητας έχουν ως συνέπεια την διαταραχή του μυϊκού τόνου, την διαταραχή του μεγέθους, της δύναμης, της ταχύτητας και της κατεύθυνσης της κίνησης με συνέπεια την εξασθένηση της ικανότητας ισορροπίας.

1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1 Η ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

Ο άνθρωπος βρίσκεται σε μία συνεχή και δυναμική συνδιαλλαγή με το οικοσύστημα. Η συνδιαλλαγή αυτή βασίζεται στην ικανότητά του να αντιδρά σε ερεθίσματα, μία ικανότητα που χαρακτηρίζει όχι μόνο τον ανθρώπινο οργανισμό ως σύνολο, άλλα και διάφορα επί μέρους τμήματά του, οι αδένες και οι μύες είναι παράδειγμα οργάνων που αντιδρούν σε ερεθίσματα. Επιπλέον η κίνηση βλεφαρίδων ως αντίδραση σε επιδράσεις του περιβάλλοντος δείχνει ότι η διεγερσιμότητα επεκτείνεται σε όλα τα επίπεδα οργανώσεως της ζώσας ύλης.

Η επιστράτευση της διεγερσιμότητας από τους πολυκύτταρους οργανισμούς για την εξυπηρέτηση της συνδιαλλαγής τους με τον κόσμο γύρω τους έγινε με την οργάνωση και ένταξη διαφόρων διεγέρσιμων κυττάρων είτε στο νευρικό σύστημα, είτε στο σύστημα των ενδοκρινών αδένων. Η εσωτερική οργάνωση των δύο αυτών συστημάτων, πάλι, είναι τέτοια ώστε να λειτουργούν με παλίνδρομη ρύθμιση (επιστροφοδοσία – feedback), χρησιμοποιώντας πληροφορίες είτε του εξωτερικού περιβάλλοντος, είτε του περιεχομένου (εσωτερικού) χώρου του οργανισμού.

Από τα δύο συστήματα, το νευρικό σύστημα είναι εκείνο που χρησιμοποιείται για το συγχρονισμό και συντονισμό των γρήγορων αντιδράσεων του οργανισμού. Χαρακτηριστικά η ροή των πληροφοριών διαμέσου του συστήματος αυτού γίνεται πάντα μεταξύ συγκεκριμένων κυττάρων, σε ειδικές θέσεις διακυτταρικής επαφής, τις συνάψεις. Το σύστημα των ενδοκρινών αδένων, αντίθετα, διακρίνεται από βραδείες αντιδράσεις και από το γεγονός ότι είναι, κατά κανόνα, απαραίτητη η συμβολή του κυκλοφορικού συστήματος για τη ροή των πληροφοριών από τους ενδοκρινείς αδένες προς τα όργανα στόχους.

1.1.1 ΤΟ ΚΙΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Ο όρος κινητικό σύστημα αναφέρεται στις νευρικές οδούς που ελέγχουν τη διαδοχή και το πρότυπο των συστολών των σκελετικών μυών. Από τις συστολές των σκελετικών μυών προκύπτουν η στάση του σώματος, τα αντανακλαστικά, η ρυθμική δραστηριότητα (π.χ. κατά τη συνεχή μετακίνηση) και οι εκούσιες κινήσεις. Σε μια δεδομένη κινητική πράξη μπορεί να παρεμβαίνουν αρκετά από τα παραπάνω. Οι κινητικές πράξεις συνιστούν σημαντικό μέρος της άμεσα παρατηρούμενης συμπεριφοράς ενός οργανισμού. Στις κινητικές συμπεριφορές που έχουν ιδιαίτερη σημασία για τον άνθρωπο περιλαμβάνονται ο λόγος και οι κινήσεις των δακτύλων και των ματιών.

Βασικό στοιχείο του κινητικού ελέγχου είναι η κινητική μονάδα, η οποία περιλαμβάνει έναν κινητικό νευρώνα α και τις σκελετικές μυϊκές ίνες τις οποίες αυτός νευρώνει. Η ταχύτητα και η δύναμη της συστολής και η ταχύτητα επέλευσης του καμάτου στις κινητικές μονάδες ποικίλλουν ανάλογα με τον ιστοχημικό τύπο τους. Η δύναμη της συστολής είναι δυνατόν να αυξηθεί με αύξηση της συχνότητας εκφόρτισης των κινητικών νευρώνων α ή με επιστράτευση μεγαλύτερου αριθμού από αυτούς. Η επιστράτευση γίνεται με συστηματικό τρόπο, σύμφωνα με την αρχή του μεγέθους: πρώτα

επιστρατεύονται οι μικροί κινητικοί νευρώνες α και μετά οι μεγαλύτεροι. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι συστολές να είναι, αρχικά, ασθενείς αλλά ικανές να διατηρήσουν τη στάση του σώματος με αυξημένη δραστηριότητα, οι συστολές γίνονται πιο δυνατές, αλλά υπόκεινται σε κάματο. Στους υποδοχείς διάτασης των μυών περιλαμβάνονται οι μυϊκές άτρακτοι και τα τενόντια όργανα Golgi. Οι μυϊκές άτρακτοι είναι πολύπλοκα αισθητικά όργανα, που σηματοδοτούν την ταχύτητα και την έκταση της διάτασης. Οι κινητικοί νευρώνες γ μπορούν να προκαλούν συστολή των ενδοατράκτιων μυϊκών ινών, αποτρέποντας την αποφόρτιση της ατράκτου. Τα τενόντια όργανα Golgi νευρώνουν τους τένοντες, αποκρίνονται στη μυϊκή διάταση και συστολή σηματοδοτούν δε την τάση στον τένοντα.

Οι αντανακλαστικές οδοί, στις οποίες συμμετέχουν και διάφοροι άλλοι αισθητικοί υποδοχείς, είναι οργανωμένες μέσα στον νωτιαίο μυελό. Το μυοτατικό αντανακλαστικό ενεργοποιείται με τη μυϊκή διάταση, όπως είναι εκείνη που μπορεί να προέλθει από απότομο χτύπημα του τένοντα με ειδικό επικρουστήρα αντανακλαστικών. Το μυοτατικό αντανακλαστικό εξαρτάται από τις μυϊκές ατράκτους και ρυθμίζει το μήκος του μυός. Τα τενόντια όργανα Golgi ευθύνονται για το αντίστροφο μυοτατικό αντανακλαστικό, το οποίο ρυθμίζει τη μυϊκή τάση. Το αντανακλαστικό κάμψης ενεργοποιείται από ειδικούς προσαγωγούς νευρώνες, στους οποίους περιλαμβάνονται βλαβοϋποδοχείς.

Τα ανώτερα κινητικά κέντρα του εγκεφάλου επιβάλλουν εντολές στην ενδογενή δραστηριότητα του νωτιαίου μυελού. Στα κέντρα αυτά περιλαμβάνονται το εγκεφαλικό στέλεχος, ο φλοιός των εγκεφαλικών ημισφαιρίων, η παρεγκεφαλίδα και τα βασικά γάγγλια. Οι εκούσιες κινήσεις αρχίζουν με εντολές που προέρχονται από τον φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων, σε συνεργασία με τη δραστηριότητα σε ορισμένα συστήματα φλοιικού ελέγχου. Τα κινητικά προγράμματα αναπτύσσονται από αυτές τις φλοιικές περιοχές, έτσι ώστε να συντονίζονται η κατάλληλη διαδοχή και η κατάλληλη οργάνωση των μυϊκών συσπάσεων. (Στοιχεία φυσιολογίας του ανθρώπου, τόμος Α, Γενική φυσιολογία - αίμα., Αποστολάκης Μιχαήλ Ι., 1993)

1.1.2 ΟΙ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΥ Κ.Ν.Σ.

Η δράση ενός εξωτερικού ή εσωτερικού ερεθίσματος στις τελικές απολήξεις των αισθητικών ινών (υποδοχείς) οδηγεί συχνά σε αντιδράσεις διαμέσου του Κ.Ν.Σ., Οι αντιδράσεις αυτές σε πολλές περιπτώσεις είναι απόλυτα καθορισμένες, δηλ. στερεότυπες,

αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι είναι βαθειά "ριζωμένες" στη δομή του νευρικού συστήματος δεδομένου ότι έχουν αποδειχθεί τελεολογικά κρίνοντας- ως ουσιώδεις και αποτελεσματικές για την προστασία και την επιβίωση του οργανισμού. Η νευρική οδός που αποτελεί την ανατομική - λειτουργική βάση της εμφάνισης των στερεότυπων αυτών αντιδράσεων οι οποίες χαρακτηρίζονται ως αντανακλαστικές αντιδράσεις ή αντανακλαστικά είναι άλλοτε απλή και άλλοτε πολύπλοκη και ονομάζεται γενικά αντανακλαστικό τόξο. Το αντανακλαστικό τόξο αποτελείται βασικά από:

1. Τον υποδοχέα και τον αντίστοιχο προσαγωγό (αισθητικό) νευρώνα.
2. Μία ή περισσότερες συνάψεις καθώς και ενδεχόμενα από διάμεσους νευρώνες μέσα στο Κ.Ν.Σ..
3. Τη φυγόκεντρο (κινητική) οδό που καταλήγει στο εκτελεστικό όργανο, το οποίο μπορεί να είναι μυς ή και αδένας.

Σύμφωνα με τα παραπάνω τα αντανακλαστικά υποδιαιρούνται βασικά σε μονοσυναπτικά και πολυσυναπτικά. Είναι φανερό ότι στα μονοσυναπτικά αντανακλαστικά η όλη νευρική οδός αποτελείται από δύο μόνον νευρώνες, τον προσαγωγό και τον απαγωγό, με τη μεταξύ τους μοναδική σύναψη.

1.1.2.1 ΤΑ ΚΙΝΗΤΙΚΑ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ

Τα κινητικά αντανακλαστικά του Ν.Μ. χωρίζονται σε:

1. Μονοσυναπτικά αντανακλαστικά

Το μυοτατικό αντανακλαστικό

Το τενόντιο αντανακλαστικό

2. Πολυσυναπτικά αντανακλαστικά

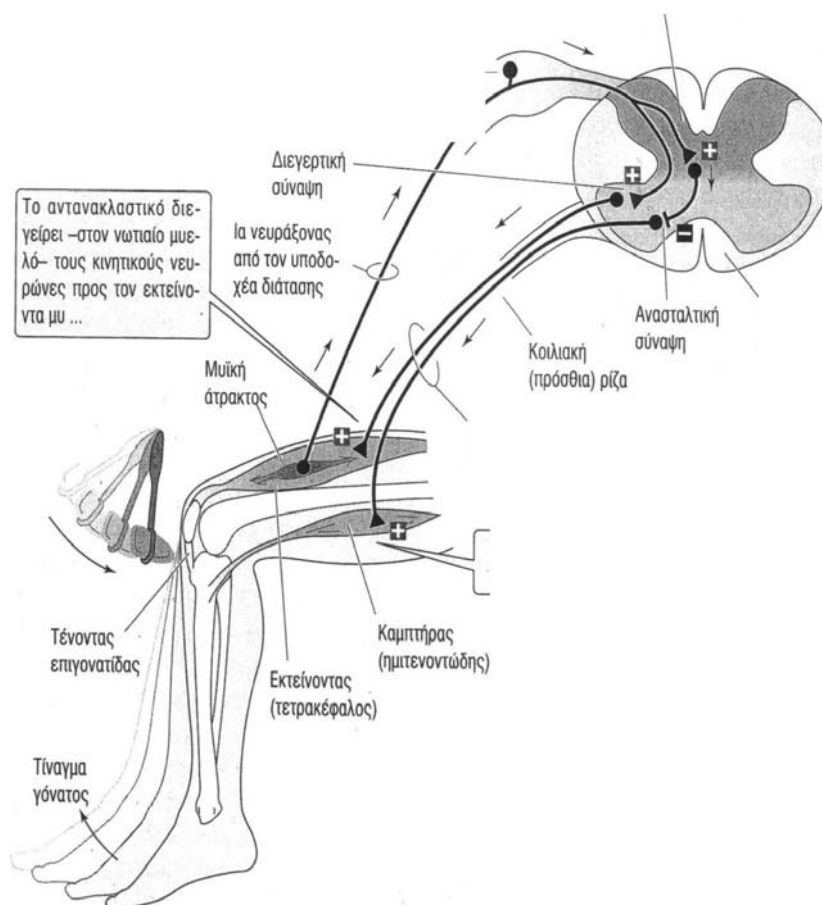
Το αντανακλαστικό κάμψης

1.1.2.2 ΤΑ ΜΟΝΟΣΥΝΑΠΤΙΚΑ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ

Το μυοτατικό αντανακλαστικό

Όταν ένας σκελετικός μυς διαταθεί απότομα, συχνά παρατηρείται μια ραγδαία, αντανακλαστική συστολή του ίδιου μύος. Η συστολή αυξάνει την τάση του μύος και αντιτίθεται στη διάταση. Αυτό το αντανακλαστικό της διάτασης είναι ιδιαίτερα ισχυρό σε φυσιολογικούς εκτείνοντες μύες εκείνους που αντιστέκονται στη βαρύτητα και μερικές φορές ονομάζεται μυοτατικό αντανακλαστικό επειδή είναι ειδικό για τον μυ που

διατείνεται. Η πιο οικεία εκδοχή είναι το «τίναγμα του γόνατος», το οποίο εκλύεται με ένα ελαφρύ χτύπημα στον τένοντα της επιγονατίδας. Το χτύπημα εκτρέπει τον τένοντα, ο οποίος στη συνέχεια τραβιέται και διατάσσει στιγμιαία τον τετρακέφαλο μυ του μηρού. Σε σύντομο χρονικό διάστημα ακολουθεί μια αντανακλαστική συστολή του τετρακέφαλου (Εικόνα 1.1). Οι υποδοχείς από τους οποίους ξεκινά το μυοτατικό αντανακλαστικό είναι οι μυϊκές άτρακτοι.



Εικ. 1.1 Το αντανακλαστικό του τινάγματος του γόνατος (μυοτατικό). Το χτύπημα του τένοντα της επιγονατίδας με ένα νευρολογικό σφυρί εκλύει ένα αντανακλαστικό τίναγμα του γόνατος το οποίο προκαλείται από την σύσπαση του τετρακέφαλου μύος: το αντανακλαστικό διάτασης. Η διάταση του τένοντα έλκει την μυϊκή άτρακτο, διεγείροντας τις πρωτεύουσες αισθητικές κεντρομόλες ίνες, οι οποίες μεταφέρουν τις πληροφορίες τους μέσω μιας ομάδας Ια νευραξόνων. Αυτοί οι νευράξονες κάνουν μονοσυναπτικές συνδέσεις με τους α κινητικούς νευρώνες που νευρώνουν τον τετρακέφαλο, οδηγώντας στην σύσπαση αυτού του μύος. Οι Ια νευράξονες διεγείρουν επίσης ανασταλτικούς ενδιάμεσους νευρώνες που αντίστροφα νευρώνουν τους κινητικούς νευρώνες του ανταγωνιστή μύος του τετρακέφαλου (του καμπήρα) οδηγώντας σε χαλάρωση του

ημιτενοντώδη μυός. Άρα, η αντανακλαστική χαλάρωση του ανταγωνιστή μυός είναι πολυσυναπτική.

Η λειτουργία της μυϊκής ατράκτου

Οι ατρακτικές μυϊκές ίνες είναι συνδεδεμένες εν παραλλήλω προς τις λειτουργικές μυϊκές ίνες, αντίθετα οι τενόντιες ίνες που αποτελούν το τενόντιο όργανο του Golgi είναι συνδεδεμένες με τις λειτουργικές ίνες εν σειρά. Έτσι εάν ένας μυς διαταθεί παθητικά, είτε μετά από μεταβολή της θέσεως της αντίστοιχης αρθρώσεως είτε μετά από χτύπημα στον τένοντά του (π.χ. με το νευρολογικό εξεταστικό σφυρί), διατείνονται παράλληλα οι μυϊκές του άτρακτοι από αυτές αποστέλλονται όμως κεντρομόλες ώσεις οι οποίες φτάνουν απευθείας και προκαλούν διέγερση στους κινητικούς εκείνους νευρώνες των πρόσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού οι οποίοι νευρούν τις λειτουργικές ίνες του ίδιου αυτού μυός. Τα νευρικά αυτά κύτταρα είναι γνωστά σαν α-κινητικοί νευρώνες διότι οι νευρίτες τους ανήκουν στην Αα κατηγορία. Η διέγερση των κινητικών νευρώνων έχει ως αποτέλεσμα τη σύσπαση του μυός, η οποία αποτελεί ακριβώς την τελική "φαινόμενο-απάντηση" του μυοτατικού αντανακλαστικού. Η συνολική διάρκεια του μυοτατικού αντανακλαστικού είναι 15- 30 msec.

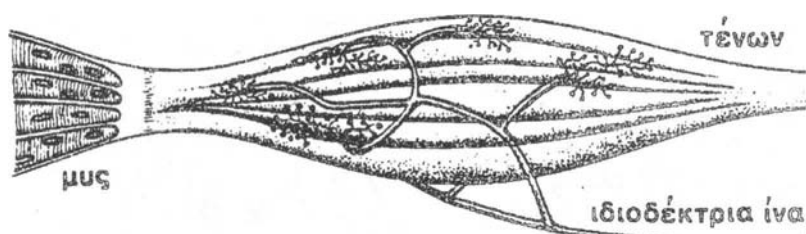
Παράπλευροι κλάδοι των ιδιοδέκτριων ινών, οι οποίες ξεκινούν από τις μυϊκές ατράκτους, καταλήγουν σε βραχείς διαμέσους νευρώνες μέσα στο Κ.Ν.Σ., τους φιαλοειδείς νευρώνες του Golgi οι νευρίτες των νευρώνων αυτών καταλήγουν στους α- κινητικούς νευρώνες των μυών που ανταγωνίζονται τον μυ από τον οποίο ξεκίνησε το αντανακλαστικό. Δεδομένου ότι οι φιαλοειδείς νευρώνες του Golgi είναι ανασταλτικοί, κατά το μυοτατικό αντανακλαστικό, συγχρόνως με τη σύσπαση του ανταγωνιστή μυός, προκαλείται και αναστολή (χαλάρωση) του ανταγωνιστή μυός (αμοιβαία αντιρροπιστική νεύρωση).

Οι μυϊκές άτρακτοι παριστούν αναλογοδιαφορικούς υποδοχείς έτσι η συχνότητα των ώσεων τις οποίες εκπέμπουν, επομένως και η ένταση του εκλυόμενου αντανακλαστικού, εξαρτάται όχι μόνο από τον βαθμό της διατάσεως του μυός (αναλογική δράση) αλλά και από την ταχύτητα με την οποία γίνεται η διάταση αυτή (διαφορική δράση). Έτσι σε μία ταχεία διάταση, π.χ. μετά από κτύπημα στον τένοντα με το νευρολογικό σφυρί η αντανακλαστική απάντηση αποτελείται από μία έντονη, αλλά μικρής διάρκειας, σύσπαση του μυός (φασική απάντηση - φασικό αντανακλαστικό)". Αντίστοιχα σε μία διατηρούμενη διάταση του μυός άσχετα εάν αυτή δημιουργήθηκε αρχικά με γρήγορο ή με βραδύ ρυθμό παρατηρείται μία τονική απάντηση, δηλ. μία διατηρούμενη αύξηση του τόνου των λειτουργικών ινών, η "υπερτονία" αυτή οφείλεται σε αύξηση της συχνότητας των ώσεων

οι οποίες στέλνονται στον μυ από τους α-κινητικούς νευρώνες. Είναι φανερό ότι μετά τη σύσπαση του αγωνιστή μυός η μυϊκή άτρακτος χαλαρώνει και η συχνότητα των ώσεων τις οποίες στέλνει προς το Κ.Ν.Σ. ελαττώνεται.

Η λειτουργία των τενόντιων οργάνων του Golgi

Τα τενόντια όργανα του Golgi, τα οποία βρίσκονται εν σειρά προς τις λειτουργικές μυϊκές ίνες, διατείνονται κατά τη σύσπαση των μυών, η διάταση αυτή διεγείρει τους εκεί μηχανοϋποδοχείς και έτσι παράγεται μία σειρά κεντρομόλων ώσεων οι οποίες, με την παρεμβολή διαμέσων νευρώνων (Σχ. 1.2), προκαλούν αναστολή του αγωνιστή μυός καθώς και διέγερση του ανταγωνιστή. Το ίδιο μπορεί να συμβεί εάν διαταθεί ο τένοντας του αγωνιστή μυός μετά από μία υπερβολική παθητική διάτασή του. Έτσι το τενόντιο όργανο μπορεί να θεωρηθεί ως μία συσκευή μετρήσεως της τάσεως που αναπτύσσεται σε έναν μυ και το όλο κύκλωμα σαν ένας "σερβομηχανισμός" για την προστασία του μυός εναντίον μίας υπερβολικής διατάσεώς του, η οποία θα μπορούσε να οδηγήσει στη ρήξη του.



Σχ. 1.2: Το τενόντιο όργανο του Golgi, σχηματικά (Gray, 1973-τροποποιημένο).

Η λειτουργία των γ-κινητικών νευρώνων

Η διέγερση των γ-κινητικών νευρώνων έχει ως αποτέλεσμα τη σύσπαση των ατρακτικών ινών η οποία εκδηλώνεται στα δύο άκρα τους ενώ η μεσαία περιοχή αναγκαστικά διατείνεται. Η διάταση αυτή προκαλεί κατά τα γνωστά, διέγερση των αισθητικών απολήξεων των ιδιοδεκτριών ινών και διαμέσου του μονοσυναπτικού αντανακλαστικού τόξου - αύξηση του τόνου των α-κινητικών νευρώνων και επομένως σύσπαση (βράχυνση)

του όλου μυός. Γενικότερα μπορεί να θεωρηθεί ότι μεταβολές του τόνου των γ -κινητικών νευρώνων προκαλούν παράλληλες μεταβολές της ευαισθησίας των μυϊκών ατράκτων σαν σύνολο και επηρεάζουν κατά συνέπεια τόσο τη μορφή όσο και την έκταση των αντίστοιχων μυοτατικών αντανεκλαστικών. Επίσης είναι σαφές ότι σύσπαση ενός μυός μπορεί να προκληθεί όχι μόνον άμεσα, δηλ. μετά από μία απευθείας διέγερση των α -κινητικών νευρώνων από κατιούσες οδούς από τον εγκέφαλο, αλλά και έμμεσα, δηλ. μετά από διέγερση του γ -κινητικού συστήματος, και στις δύο βέβαια περιπτώσεις την τελική κίνηση θα προκαλέσει η αύξηση των ώσεων από τους α -κινητικούς νευρώνες προς τις λειτουργικές ίνες των μυών. Παράλληλα μακρόπνοες μεταβολές της δραστηριότητας των κινητικών νευρώνων προκαλούν αντίστοιχες μεταπτώσεις του συνόλου "τόνου" του νευρούμενου μυός.

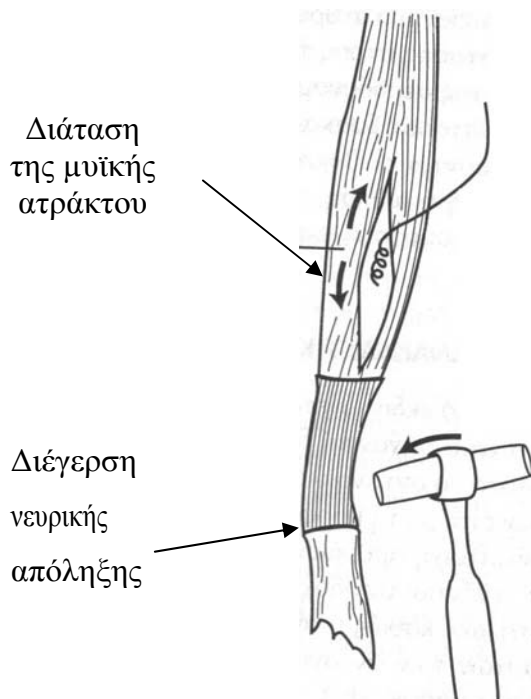
Συνοψίζοντας είναι φανερό ότι οι μυϊκές άτρακτοι αποτελούν υποδοχείς ενός "σερβομηχανισμού" ο οποίος βοηθά στη διατήρηση σταθερού του μήκος του μυός, στο σταθερό αυτό μήκος επανέρχεται ο μυς μετά από κάποια τυχαία προσωρινή διαταραχή χάρη στο σύστημα των αντανεκλαστικών μεταβολών του τόνου, τόσο αυτού του ίδιου όσο και των ανταγωνιστών του. Η τιμή του σταθερού αυτού μήκους θα αλλάξει μόνο εάν αλλάξει η βασική συχνότητα των ώσεων δηλ. ο τόνος των γ -κινητικών νευρώνων και θα καθορισθεί τότε μία νέα "σταθερή" τιμή.

Το τενόντιο αντανεκλαστικό

Το τενόντιο αντανεκλαστικό εκδηλώνεται με τη μορφή βραχύχρονης συστολής του μυός μετά από μηχανική διέγερση (χτύπημα με το ιατρικό σφυρί) του τένοντα. Αυτό το αντανεκλαστικό αναπαράγεται στους μύες των άκρων και εκδηλώνεται με τη μορφή βραχείας και γρήγορης καμπτικής κινήσεως στην αντίστοιχη άρθρωση. Ανεξάρτητα από την ονομασία τους ως τενόντια, οι τενόντιοι υποδοχείς δε συμμετέχουν στο σχηματισμό των αντανεκλαστικών, καθώς η αναισθητοποίησή τους δεν εμποδίζει το σχηματισμό αυτών των αντανεκλαστικών. Το τενόντιο αντανεκλαστικό απεικονίζεται στην εικ. 1.3. Ο υποδοχικός κρίκος του τενόντιου αντανεκλαστικού είναι η μυϊκή άτρακτος. Κατά τη μηχανική διέγερση του τένοντα που διαθέτει εξωκαψικές ίνες του υπό μελέτη μυός, διεγείρονται οι υποδοχείς διάτασης των μυϊκών ατράκτων. Η παραγόμενη σ'αυτούς εκπυρσοκρότηση των ώσεων δραστηριοποιεί το μονοσυναπτικό τόξο του αντανεκλαστικού διάτασης και σχηματίζει την αντανεκλαστική του αντίδραση Το βραχύχρονο ερέθισμα (κτύπημα) και η προκαλούμενη κεντρομόλος εκπυρσοκρότηση των ώσεων καθορίζει τη βραχύχρονη αντανεκλαστική συστολή του μυός. Μ'αυτό τον τρόπο

εξηγείται η εκδήλωση αυτού του αντανακλαστικού στη μορφή μονήρους (μοναδικού) ανατριχιάσματος ή τινάγματος. Είναι πιθανό, ότι από τη φύση του το τενόντιο αντανακλαστικό παρουσιάζει την ίδια κλινικά ή εργαστηριακά μορφή του αντανακλαστικού διάτασης. Λόγω του μικρού χρόνου της μυϊκής αντίδρασης η ένταση των τενόντιων ινών δεν προλαβαίνει να αυξηθεί και δεν εντείνονται οι ανασταλτικοί μηχανισμοί που ενεργοποιούνται από τους υποδοχείς του Golgi. Επειδή τα κέντρα του αντανακλαστικού διάτασης βρίσκονται στα όρια δύο νωτιαιομυελικών μεταμερίων, η εξέταση των τενόντιων αντανακλαστικών επιτρέπει με αρκετή ακρίβεια την εύρεση της περιοχής των διαταραχών στα όρια του νωτιαίου μυελού. Κλινικά χρησιμοποιούνται τα εξής τενόντια αντανακλαστικά:

1. Επιγονάτιο αντανακλαστικό, προκαλείται από το χτύπημα στον τένοντα του τετρακεφάλου, εκτείνοντες του μήρου, μεταξύ της επιγονατίδας και της κνήμης. Το κέντρο του βρίσκεται στο επίπεδο II-IV οσφυικών μεταμερίων.
2. Αχίλλειο αντανακλαστικό, προκαλείται από το χτύπημα του γαστροκνήμιου μυός, κοντά στην επικόλληση του με την πτέρνα. Το κέντρο του βρίσκεται στο επίπεδο I-II των ιερών οστών.
3. Αντανακλαστικό του αγκώνα, προκαλείται από χτύπημα στον τένοντα του δικεφάλου μυός του ώμου στο σημείο του αγκωνικού λάκκου. Το κέντρο του βρίσκεται στο επίπεδο V-VI αυχενικών μεταμερίων.
4. Αντανακλαστικό του τρικεφάλου του βραχίονα, προκαλείται από το χτύπημα στον τένοντα αυτού του μυός κοντά στο αγκωνικό αποφύδιο (olecranon). Το κέντρο του βρίσκεται στο επίπεδο V-VI αυχενικών μεταμερίων.



Εικόνα 1.3 Υποδοχικός κρίκος τενόντιου αντανακλαστικού.

1.1.2.3 .ΤΑ ΠΟΛΥΣΥΝΑΠΤΙΚΑ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ

Αντανακλαστικές συσπάσεις μυών (κινήσεις) μπορούν να δημιουργηθούν όχι μόνο ως επακόλουθο της διεγέρσεως των απολήξεων των ιδιοδεκτριών ινών αλλά και μετά από ερέθισμα άλλων υποδοχέων οι οποίοι υπάρχουν στο δέρμα ή στους βλεννογόνους. Όλα τα αντανακλαστικά αυτού του τύπου όμως είναι πολυσυναπτικά, δηλ. η διέγερση περνάει από δύο ή περισσότερες συνάψεις μέσα στο Κ.Ν.Σ. Τα πολυσυναπτικά αυτά αντανακλαστικά χρησιμεύουν ως βάση σε πολλές λειτουργίες π.χ. στη βάδιση, στην πρόσληψη τροφής καθώς επίσης και προστασίας από βλαβερά ερεθίσματα διαφόρων τύπων. Το τελικό εκτελεστικό όργανο στα πολυσυναπτικά αντανακλαστικά μπορεί να είναι αδενικού τύπου (αντανακλαστικά εκκρίσεως δακρύων, σιέλου κ.ά.)

Κλασικό παράδειγμα μυϊκού πολυσυναπτικού αντανακλαστικού είναι το καλούμενο αντανακλαστικό των καμπτήρων μυών που συνδέεται γενικά με το χιαστό αντανακλαστικό των εκτεινόντων. Το συνδυασμένο αυτό φαινόμενο εκλύεται εύκολα σε νωτιαίο ζώο, δηλ. σε ζώο στο οποίο έγινε πλήρης διατομή μεταξύ νωτιαίου και προμήκους μυελού: Μετά από διέγερση των υποδοχέων του πόνου στο πρόσθιο ή οπίσθιο άκρο του ζώου παρατηρείται κάμψη του ερεθιζόμενου σκέλους με αντίστοιχη έκταση του ετερόπλευρου. Τόσο η ταχύτητα εξελίξεως του αντανακλαστικού αυτού όσο και η έντασή του εξαρτώνται από την ένταση του ερεθίσματος, αυτό οφείλεται στο ότι πολυσυναπτικό συντονιστικό κέντρο του αντανακλαστικού τόξου είναι δυνατή άθροιση των ερεθισμάτων τόσο στον χώρο όσο και στον χρόνο Παράλληλα με τη σύσπαση των καμπτήρων παρατηρείται και χαλάρωση των εκτεινόντων μυών του ίδιου σκέλους.

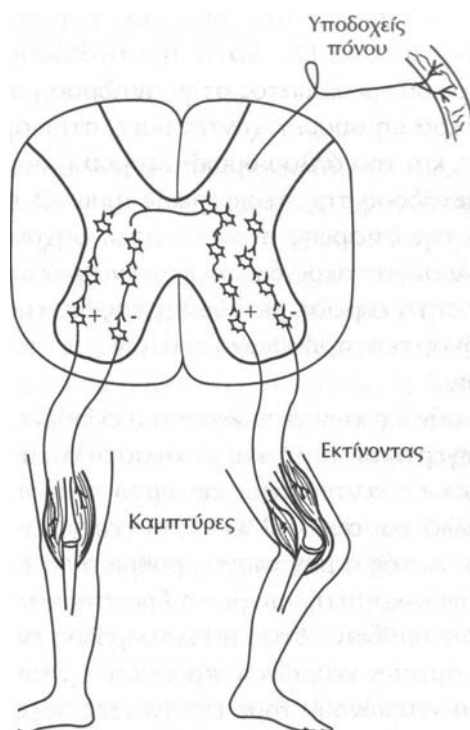
Το αντανακλαστικό κάμψης

Το αντανακλαστικό της κάμψης (συνώνυμα: αντανακλαστικό απόσυρσης ή απομάκρυνσης της προστασίας ή του πόνου από το δέρμα) εκδηλώνεται στην απομάκρυνση του άκρου από τη ζώνη, όπου ο πόνος ενεδρεύει. Αποτελεί απλή προστατευτική αντίδραση. Το υποδοχικό του πεδίο είναι το σύνολο υποδοχών του πόνου (υψηλό-οδικού) στο δέρμα, στους μύες, στο περίοστεο και στις αρθρώσεις του προκείμενου άκρου. Το σχήμα αυτού του αντανακλαστικού φαίνεται στην εικ. 18.4.

Οι κεντρομόλες ίνες μεταφέρουν τις ώσεις απ' αυτούς τους υποδοχείς και ανήκουν στους τύπους Αδ και C κατά του Erlanger και Gasser και στις ομάδες II-IV κατά τους Lloyd και Chang. Είναι σχετικά λεπτές και αργά άγουσες νευρικές ίνες. Οι κεντρικοί νευρίτες των ψευδομονόπολων νευρώνων των νωτιαίων γαγγλίων, στους οποίους ανήκουν αυτές οι ίνες, εισέρχονται με τις οπίσθιες ρίζες στο νωτιαίο μυελό και συνάπτονται στους ενδιάμεσους νευρώνες των οπίσθιων κεράτων, από τους οποίους ξεκινάει το πολυσυναπτικό δίκτυο και μεταβιβάζει τη διέγερση στους κινητικούς νευρώνες των πρόσθιων κεράτων. Το πολυσυναπτικό χαρακτηριστικό του τόξου αυτού του αντανακλαστικού επιβεβαιώνεται, ιδιαίτερα, από τη διάρκεια του κεντρικού χρόνου αυτού του αντανακλαστικού, ο οποίος κυμαίνεται από 3 έως 5 msec. Σ'αυτές τις τιμές συμπεριλαμβάνονται οι τιμές μερικών συναπτικών καθυστερήσεων. Από αυτό το πολυσυναπτικό δίκτυο των νευρώνων η διέγερση φτάνει στους κινητικούς νευρώνες και τους νευρωμένους μύες - καμπήρες, η συστολή των οποίων σχηματίζει προστατευτική κινητική αντίδραση. Η αύξηση του

ταυτόσημου (του πόνου) ερεθίσματος του δέρματος του προκείμενου άκρου ή η αύξηση της έντασης της ηλεκτροδιέγερσης του νεύρου του δέρματος (από τις παράμετρους του πλάτους, της συχνότητας και της διάρκειας των ώσεων του ρεύματος που προκαλεί τη διέγερση) αυξάνει τον όγκο της συστολής των μυών - καμπτήρων (και τον αριθμό των κινητικών μονάδων, που συμμετέχουν στην αντίδραση). Κατά την ακόλουθη αύξηση του ταυτόσημου ή ηλεκτρικού ερεθίσματος στην αντίδραση συμμετέχουν και οι άλλοι, προγενέστερα μη συμμετέχοντες μύες, στην αρχή του ερεθιζόμενου άκρου και μετά και του άλλου ομοιόπλευρου ή συμμετρικού άκρου. Μια τόσο ευρεία μετάδοση της περιφερικής (μυϊκής) επίδρασης πραγματοποιείται λόγω της ύπαρξης στον κεντρικό μηχανισμό του αντανακλαστικού του πολυσυναπτικού δικτύου των νευρώνων. Έτσι αυξάνει σημαντικά η δυνατότητα ευρείας μετάδοσης της διέγερσης στους κινητικούς πυρήνες των πρόσθιων κεράτων του "ίδιου" και μερικών άμορων μεταμερίων. Όμως, στο σύνολο των νευρώνων του ενδιάμεσου δικτύου υπάρχουν όχι μόνο οι διεγερτικοί, αλλά και οι ανασταλτικοί ενδιάμεσοι νευρώνες μέσω των οποίων η κεντρομόλος εκπυρσοκρότηση των ώσεων όχι μόνο ενεργοποιεί, αλλά και αναστέλλει τις συγκεκριμένες ομάδες των κινητικών νευρώνων. Αυτός ο μηχανισμός ρυθμίζει τη δραστηριότητα των κινητικών νευρώνων - καμπτήρων με τη δραστηριότητα των άλλων κινητικών νευρωνικών ομάδων. Έτσι, η κεντρομόλος ενεργοποίηση των ανασταλτικών ενδιάμεσων νευρώνων προκαλεί την αναστολή των κινητικών νευρώνων, που νευρώνουν τους εκτεινόντες μύες της ίδιας άρθρωσης, όπου πραγματοποιείται αντανακλαστική κάμψη. Ως αποτέλεσμα μειώνεται ο τόνος αυτών των μυών. Υπολογίζοντας, ότι οι νευρώνες - "εκτεινόντες" βρίσκονται σε κατάσταση τονικής (συνεχούς) ενεργοποίησης, η οποία στηρίζεται από το αντανακλαστικό διάτασης (βλ. 1.4), γίνεται σαφές, ότι η περιγραφόμενη μείωση του τόνου των εκτεινόντων μυών δίνει τη δυνατότητα, ή τουλάχιστον διευκολύνει σημαντικά την πραγματοποίηση του αντανακλαστικού κάμψης. Οι κεντρομόλες ίνες που μεταβιβάζουν τις ώσεις του πόνου, είναι συνδεδεμένες επίσης, μέσω του πολυσυναπτικού δικτύου ενδιάμεσων νευρώνων, με κινητικούς νευρώνες ετεροπλεύρω του νωτιαίου μυελού. Σ'αυτό το δίκτυο επίσης είναι συνδεδεμένοι και ανασταλτικοί ενδιάμεσοι νευρώνες. Με τη βοήθεια αυτού του συνδέσμου το κεντρομόλο ρεύμα των ώσεων ενεργοποιεί ετερόπλευρους κινητικούς νευρώνες των εκτεινόντων μυών και αναστέλλει τους κινητικούς νευρώνες των καμπτήρων. Τέτοια σειρά επιστράτευσης ετερόπλευρων μυών στην αντανακλαστική αντίδραση ονομάζεται **χιαστό αντανακλαστικό των**

εκτεινόντων. Η λειτουργική σημασία αυτής της ετερόπλευρης αντίδρασης βρίσκεται στο γεγονός ότι κατά τη γρήγορη κάμψη ενός άκρου (απομάκρυνση - προστασία από βλαβερά ερεθίσματα) για τη στήριξη της όρθιας στάσης χρειάζεται η ενίσχυση του τόνου των εκτεινόντων μυών του άλλου άκρου. (Στοιχεία φυσιολογίας του ανθρώπου, τόμος Δ, Το νευρικό σύστημα, Αποστολάκης Μιχαήλ Ι., 1995)



εικόνα 1.4 Σχήμα των νευρώνων αντανακλαστικού κάμψης, + διεγερτικές επιδράσεις, - ανασταλτικές επιδράσεις

1.2 Η ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

1.2.1 Ο ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

Στο μηχανισμό αυτό συμπεριλαμβάνονται το πυραμιδικό σύστημα ή σύστημα του κεντρικού κινητικού νευρώνα, το σύστημα του περιφερικού νευρώνα και το εξωπυραμιδικό σύστημα. Οι παραπάνω μηχανισμοί είναι υπεύθυνοι για τις εκούσιες κινήσεις, αφού προηγηθεί η κατάλληλη προετοιμασία στο ιδεακό επίπεδο. Το εξωπυραμιδικό σύστημα, εκτός από τη συμβολή του στις εκούσιες κινήσεις, ελέγχει και την ακούσια αυτόματη κινητικότητα. (Νευρολογία λογοθέτη, Λογοθέτης Ιωάννης, Ιωάννης Μυλωνάς, 2004)

1.2.2 ΤΟ ΠΥΡΑΜΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

(Σύστημα του κεντρικού ή ανώτερου κινητικού νευρώνα)

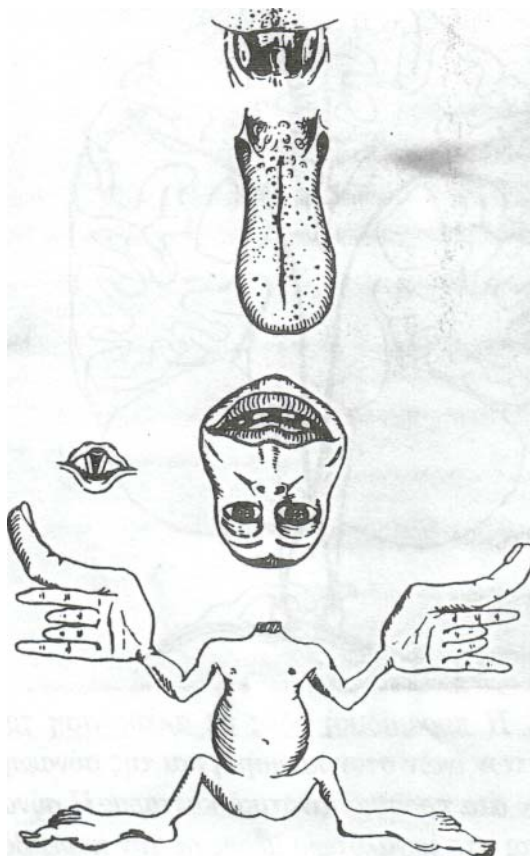
1.2.2.1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το πυραμιδικό σύστημα είναι σύστημα νευρώνων με κυτταρικά σώματα (πυραμιδικά κύτταρα) που βρίσκονται, κατά κύριο λόγο, στον κινητικό φλοιό στο πίσω μέρος του μετωπιαίου λοβού, αντίστοιχα με την πρόσθια κεντρική έλικα και με το βάθος και το εμπρόσθιο τοίχωμα της κεντρικής (ρολάνδειας) αύλακας. Στην εσωτερική επιφάνεια του ημισφαιρίου ο κινητικός φλοιός επεκτείνεται στο εμπρόσθιο μέρος του παράκεντρου λοβίου. Οι νευράξονες των πυραμιδικών κυττάρων απ' όλη την έκταση του κινητικού φλοιού, καθώς συγκλίνουν στο βάθος του ημισφαιρίου, σχηματίζουν το ακτινωτό στέφανο, περνούν από το πίσω σκέλος της έσω κάψας, μεταξύ του θαλάμου και των βασικών γαγγλίων, και συνεχίζουν ως πυραμιδικό δεμάτιο σε όλο το μήκος του εγκεφαλονωτιαίου άξονα. Το δεμάτιο αυτό, όπως θα περιγραφεί, αργότερα χιάζεται στον προμήκη και οι ίνες του καταλήγουν στα κινητικά κύτταρα των πρόσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού, αφού προηγουμένως δώσει ίνες στους κινητικούς πυρήνες του εγκεφαλικού στελέχους.

Στο πυραμιδικό δεμάτιο περίπου 30% των ινών ξεκινούν από πυραμιδικά κύτταρα της περιοχής και μόνο το 3-4% ξεκινούν από τα μεγάλα πυραμιδικά κύτταρα της V στοιβάδας

της περιοχής αυτής. Οι υπόλοιπες ίνες προέρχονται κυρίως από μικρά πυραμιδικά κύτταρα του κινητικού φλοιού και του βρεγματικού φλοιού. Οι φλοιικές αυτές περιοχές, ανήκουν ουσιαστικά στον εξωπυραμιδικό φλοιό (φλοιικής προέλευσης εξωπυραμιδικό σύστημα), από όπου ξεκινά σύστημα ινών για την πολυσυναπτική εξωπυραμιδική οδό.

Στον κινητικό φλοιό σε κάθε πλάγιο αντιπροσωπεύεται το αντίθετο πλάγιο του σώματος με σαφή τοπογραφική κατανομή. Η αντιπροσώπευση αυτή απεικονίζεται παραστατικά με το «ανθρωπάριο του Penfield» (εικόνα 1.4), όπου το κεφάλι είναι στο κατώτερο και τα πόδια στο ανώτερο μέρος του κινητικού φλοιού (που συνεχίζει στην εσωτερική επιφάνεια του ημισφαιρίου), και είναι ανάλογη σε έκταση με τη λειτουργική σπουδαιότητα του αντίστοιχου τμήματος του σώματος. Η περιοχή του χεριού και ιδιαίτερα του αντίχειρα είναι η μεγαλύτερη. στην έσω κάψα (πίσω σκέλος) υπάρχουν επίσης καθορισμένη κατανομή των ινών. Από το γόναυ της κάψας περνούν οι ίνες για την περιοχή κατανομής των κρανιακών νεύρων και κατόπιν στο πίσω σκέλος ακολουθούν οι ίνες για τον αυχένα, το άνω άκρο, τον κορμό και το κάτω άκρο. Από την κάψα το πυραμιδικό δεμάτιο φέρεται στο εγκεφαλικό σκέλος του μεσεγκεφάλου (εσωτερικά 3/5) και από εκεί περνά στη γέφυρα, όπου οι ίνες του διαχωρίζονται σε μικρές δέσμες για να σχηματίσουν πάλι συμπαγή δεμάτια στον προμήκη. Στο εγκεφαλικό στέλεχος διαδοχικά αποχωρίζονται οι πυραμιδικές ίνες που προορίζονται για τους κινητικούς πυρήνες των κρανιακών νεύρων. Οι πυρήνες αυτοί δέχονται αμφοτερόπλευρη νεύρωση με χιασμένες ίνες, εκτός από το κοιλιακό μέρος του πυρήνα του προσωπικού (για το κάτω μέρος του προσώπου) και τον πυρήνα του υπογλωσσίου (για το γενειογλωσσικό μυ) που δέχονται σχεδόν αποκλειστικά χιασμένες ίνες από το αντίθετο πλάγιο. Οι ίνες που προορίζονται για το νωτιαίο μυελό (φλοιονωτιαίο μέρος του πυραμιδικού δεματίου ή φλοιονωτιαίο δεμάτιο) χιάζονται, με μικρή εξαίρεση, στο κάτω μέρος του προμήκη (χιασμός των πυραμίδων) και σχηματίζουν τα πλάγια πυραμιδικά δεμάτια του νωτιαίου μυελού. Οι ίνες για τα άνω άκρα βρίσκονται προς τα μέσα μέρος των δεματίων, ενώ για τα κάτω άκρα στο περιφερικό μέρος. Οι ίνες του πυραμιδικού δεματίου που δε χιάζονται σχηματίζουν το αχίαστο πυραμιδικό δεμάτιο στα πλάγια της πρόσθιας μέσης αύλακας του νωτιαίου μυελού.



Εικ.1.4 Το ανθρωπάριο του Penfield. Το σχετικό μέγεθος των διάφορων τμημάτων απεικονίζεται σύμφωνα με την έκταση των περιοχών που αντιστοιχούν στον κινητικό φλοιό. (Penfield και Boldrey 1937)

Καθώς τα πλάγια πυραμιδικά δεμάτια κατεβαίνουν στο νωτιαίο μυελό, οι ίνες τους μεταχωρούν ομόπλευρα και συνάπτονται διαδοχικά με κινητικά κύτταρα των πρόσθιων κεράτων και σε σωματοτοπική αντιστοιχία (σύναψη με παρεμβολή ενδιάμεσων νευρώνων). Από τις ίνες των αχίαστων πυραμιδικών δεματίων οι περισσότερες περνούν τη μέση γραμμή και καταλήγουν και αυτές σε κινητικά κύτταρα των πρόσθιων κεράτων του αντίθετου πλάγιου.

Τα κινητικά κύτταρα των πρόσθιων κεράτων, όπου καταλήγουν οι πυραμιδικές ίνες, αποτελούν τα κυτταρικά σώματα των περιφερικών κινητικών νευρώνων (α-κινητικοί νευρώνες) για τη νεύρωση των γραμμωτών μυών. Εκτός από τους α-κινητικούς νευρώνες, οι πυραμιδικές ίνες επηρεάζουν και τους γ-κινητικούς νευρώνες των πρόσθιων κεράτων τόσο με συνάψεις στο νωτιαίο μυελό όσο και έμμεσα με συνάψεις που κάνουν με τη δικτυονωτιαία οδό στο εγκεφαλικό στέλεχος.

1.2.2.2 Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΠΥΡΑΜΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ο φυσιολογικός ρόλος του πυραμιδικού αφορά την επιτέλεση των εκούσιων κινήσεων. Μια κίνηση αρχίζει αφού έχει προηγουμένως σχηματισθεί η ιδέα της σε συνειρμικές περιοχές του βρεγματικού φλοιού. Από εκεί ανάλογες νευρικές ώσεις ενεργοποιούν κύτταρα του προκινητικού και στη συνέχεια, του κινητικού (πυραμιδικού) φλοιού από όπου φυγόκεντρες ώσεις με την πυραμιδική οδό φθάνουν και ενεργοποιούν κύτταρα των πρόσθιων κεράτων (α-κύτταρα). Από το σημείο αυτό οι κινητικές ώσεις μεταφέρονται με τα περιφερικά νεύρα στους γραμμωτούς μυς. Πρέπει να τονίσουμε ότι ο πυραμιδικός φλοιός είναι ιδιαίτερα υπεύθυνος για την επιτέλεση των λεπτών εκούσιων κινήσεων και εκείνων, για την επιτέλεση των οποίων χρειάζεται επιδεξιότητα. Η ιδιαιτερότητα αυτή δικαιολογεί και τη μεγάλη έκταση που καταλαμβάνει η περιοχή του χεριού στον κινητικό φλοιό. Εξίσου μεγάλη είναι και η περιοχή της κεφαλής, εφόσον και εδώ αντιπροσωπεύονται μυικοί σχηματισμοί για την επιτέλεση λεπτών εκούσιων κινήσεων που αφορούν τα μάτια, τα χείλη, τη γλώσσα και γενικά τους μυς του φωνητικού μηχανισμού και της κατάποσης.

Πειραματικά δεδομένα με ερεθισμό του κινητικού φλοιού δείχνουν ότι από την περιοχή αυτή ξεκινούν νευρικές ώσεις για οργανωμένες κινήσεις και όχι για συσπάσεις μεμονωμένων μυών ή απλώς για ομάδες μυών. Η οργάνωση αυτή, που για τον προγραμματισμό της ενεργούν προκινητικές περιοχές, αφορά πολλούς μυς που δουλεύουν σε συνεργασία μεταξύ τους για την επιτέλεση μιας ορισμένης κίνησης. Άλλοι από αυτούς ενεργούν ως αγωνιστές, άλλοι ως υποστηρικτές της κίνησης σε πιο κεντρικά τμήματα, άλλοι ως συναγωνιστές για τη βελτίωση της δράσης των αγωνιστών και, τέλος, άλλοι ως ανταγωνιστές, δρώντας με χαλάρωση, καθώς οι αγωνιστές βρίσκονται σε σύσπαση. Για τη διεκπεραίωση μιας τέτοιας οργανωμένης κίνησης ιδιαίτερη σημασία έχουν οι πολυάριθμοι διάμεσοι νευρώνες του νωτιαίου μυελού, που συνάπτονται με πολλούς από τους κατερχόμενους πυραμιδικούς νευράξονες και διοχετεύουν σύγχρονα τις νευρικές ώσεις σε πολλά κινητικά κύτταρα των πρόσθιων κεράτων. Μεγάλη σημασία έχουν επίσης, όπως θα αναφερθεί αργότερα, διάφοροι ρυθμιστικοί μηχανισμοί της εκούσιας κίνησης που βρίσκονται σε συνεχή επικοινωνία με αισθητικούς υποδοχείς (εν τω βάθει μυικοί και περιαρθρικοί υποδοχείς, απτικοί υποδοχείς, λαβύρινθοι και μάτια).

1.2.3 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟΥ (Η ΚΑΤΩΤΕΡΟΥ) ΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΝΕΥΡΩΝΑ

1.2.3.1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η φυσική συνέχεια του κεντρικού κινητικού νευρώνα, που αντιπροσωπεύεται από το πυραμιδικό σύστημα, είναι ο περιφερικός κινητικός νευρώνας. Αποτελείται από τους α-κινητικούς νευρώνες με κυτταρικά σώματα στα πρόσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού (και σε αντίστοιχους νευρώνες με κυτταρικά σώματα στους κινητικούς πυρήνες του εγκεφαλικού στελέχους) που φέρνουν σε επικοινωνία το κεντρικό νευρικό σύστημα με τους μύς. Για την επικοινωνία αυτή, τα κυτταρικά σώματα του περιφερικού κινητικού νευρώνα δέχονται, όπως θα αναφερθεί αργότερα, εκτός από τις επιδράσεις του πυραμιδικού και επιδράσεις του εξωπυραμιδικού συστήματος, της παρεγκεφαλίδας και του νωτιαίου ρυθμιστικού μηχανισμού. Μ' αυτό τον τρόπο οι α-κινητικοί νευρώνες αποτελούν τον κοινό τελικό σταθμό για την επιτέλεση των κινήσεων και τη διατήρηση του τόνου και της τροφικότητας των μυών.

Στα πρόσθια κέρατα υπάρχει για κάθε μυ αντιπροσωπευτική ομάδα α-κινητικών κυττάρων που αποτελεί το «μυϊκό πυρήνα» του μυός αυτού. Οι νευράξονες από κύτταρα γειτονικών τέτοιων πυρήνων σχηματίζουν τις πρόσθιες (κινητικές) ρίζες. Στο σύνολο υπάρχουν 30 ζεύγη ριζών που διαχωρίζουν το νωτιαίο μυελό σε 30 μυελοτόμια (8 αυχενικά, 12 θωρακικά, 5 οσφυϊκά και 5 ιερά). Συχνά ο μυϊκός πυρήνας που αντιστοιχεί σε ένα μυ, επεκτείνεται σε ένα ή περισσότερα γειτονικά μυελοτόμια. Έτσι ένας μυς μπορεί να δέχεται νεύρωση από περισσότερα από ένα μυελοτόμια και από περισσότερες από μία ρίζες (αφού κάθε μυελοτόμιο αντιστοιχεί σε μια ρίζα). Μετά την έξοδό της από το νωτιαίο μυελό, κάθε πρόσθια (κινητική) ρίζα συγκλίνει προς τη σύστοιχη οπίσθια (αισθητική) ρίζα και σχηματίζει ένα μικτό νωτιαίο νεύρο, το νεύρο αυτό, αφού βγει από το αντίστοιχο μεσοσπονδύλιο τμήμα, χωρίζεται σε πρόσθιο και οπίσθιο κλάδο. Οι οπίσθιοι κλάδοι προορίζονται για τους μύς και το δέρμα της ραχιαίας επιφάνειας του σώματος, ενώ οι πρόσθιοι κλάδοι για τους μύς και το δέρμα της πρόσθιας επιφάνειας του σώματος και των άκρων. Ειδικότερα, οι πρόσθιοι κλάδοι των νωτίων νεύρων της θωρακικής μοίρας συνεχίζουν ως μεσοπλεύρια νεύρα, ενώ οι πρόσθιοι κλάδοι των αυχενικών και οσφυοϊερών νεύρων, με αναστομώσεις μεταξύ τους, σχηματίζουν αντίστοιχα πλέγματα, από τα οποία σχηματίζονται τα περιφερικά νεύρα.

Με την παραπάνω διάταξη κάθε κινητική ρίζα (και κάθε μυελοτόμιο) δίνει ίνες σε περισσότερα από ένα νεύρα, που με τη σειρά τους καταλήγουν σε ορισμένη ομάδα μυών.

Επίσης, είναι φανερό ότι κάθε νεύρο μπορεί να παίρνει ίνες από παραπάνω από μια ρίζα. Έτσι κάθε μυς, παρόλο που παίρνει νευρώση από ένα ορισμένο νεύρο, μπορεί να δέχεται ίνες που αντιστοιχούν σε περισσότερες από μία ρίζες. Γι' αυτό στην ερμηνεία των ευρημάτων της εξέτασης των μυών πρέπει ο εξεταστής να έχει κατά νου την τοπογραφική κατανομή των μυών σε σχέση με τις ρίζες (και κατ' ακολουθία με τα μυελοτόμια), δηλαδή τη ριζιτική-μυελοτομική αντιπροσώπευσή τους, καθώς και την τοπογραφική κατανομή σε σχέση με τα νεύρα.

Κάθε νευρική ίνα που περιέχεται από ένα νεύρο και αντιστοιχεί σε ένα νευράξονα ενός ακινητικού κυττάρου, μετά την άφιξή της σ' ένα μυ, διακλαδίζεται σε κλωνία που νευρώνουν μια ομάδα μυικών ινών (συνήθως 50-200). Κάθε κινητικός νευρώνας (κύτταρο και νευράξονας) και οι μυικές ίνες που νευρώνονται από τα τελικά του κλωνία αποτελούν μια κινητική μονάδα, που είναι ουσιαστικά η βασική λειτουργική μονάδα της μυικής δραστηριότητας. Τα σημεία επαφής των τελικών κλωνίων ενός νευράξονα στις μυικές ίνες αποτελούν τις τελικές κινητικές πλάκες, μέσω του σώματος και των άκρων. Ειδικότερα, οι πρόσθιοι κλάδοι των νωτίων νεύρων της θωρακικής μοίρας συνεχίζουν ως μεσοπλεύρια νεύρα, ενώ οι πρόσθιοι κλάδοι των αυχενικών και οσφυοϊερών νεύρων, με αναστομώσεις μεταξύ τους, σχηματίζουν αντίστοιχα πλέγματα, από τα οποία σχηματίζονται τα περιφερικά νεύρα. Με την παραπάνω διάταξη κάθε κινητική ρίζα (και κάθε μυελοτόμιο) δίνει ίνες σε περισσότερα από ένα νεύρα, που με τη σειρά τους καταλήγουν σε ορισμένη ομάδα μυών. Επίσης, είναι φανερό ότι κάθε νεύρο μπορεί να παίρνει ίνες από παραπάνω από μια ρίζα.

Τα σημεία επαφής των τελικών κλωνίων ενός νευράξονα στις μυικές ίνες αποτελούν τις τελικές κινητικές πλάκες, μέσω των οποίων με μεσολάβηση χημικού διαβιβαστή, της ακετυλοχολίνης, μεταβιβάζεται η κινητική ώση. Ως αποτέλεσμα ακολουθεί η συστολή της μυικής ίνας από τη διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού που προκαλείται στη μυική μεμβράνη. Η ακετυλοχολίνη που απελευθερώνεται στη νευρομυική σύναψη γρήγορα υδρολύεται με το ένζυμο χολινεστεράση. Έτσι, η μυική μεμβράνη στην τελική πλάκα γρήγορα επανέρχεται στην αρχική κατάσταση πόλωσης, μέχρι να έρθει καινούρια νευρική ώση. Σε μια αυξανόμενη εκούσια σύσπαση ενός μυός, στην αρχή εκφορτίζουν μυικές ίνες που ανήκουν σε μια κινητική μονάδα με συχνότητα που συνεχώς αυξάνει και στη συνέχεια επιστρατεύονται όλο και περισσότερες μονάδες, καθώς η μυική σύσπαση γίνεται πιο έντονη. Η αλληλουχία αυτή μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί στη διάρκεια της ηλεκτρομυογραφικής εξέτασης.

1.2.3.2 Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΝΕΥΡΩΝΑ

Οι α-κινητικοί νευρώνες των πρόσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού, που διοχετεύουν ώσεις στους γραμμωτούς μυς για την επιτέλεση των κινήσεων, αποτελούν την τελική κοινή οδό για την κινητική δραστηριότητα. Τους νευρώνες αυτούς επηρεάζουν όχι μόνο επιδράσεις του κινητικού φλοιού, μέσω του πυραμιδικού δεματίου, αλλά και επιδράσεις του εξωπυραμιδικού φλοιού, καθώς και επιδράσεις άλλων νευρικών μηχανισμών που επηρεάζουν τη μυική δραστηριότητα. Οι τελευταίοι μηχανισμοί, όπως θα αναφερθεί αργότερα (κατ' εξοχή ρυθμιστικοί), επηρεάζουν τους α-κινητικούς νευρώνες, κυρίως έμμεσα, μέσω των γ-κινητικών νευρώνων των πρόσθιων κεράτων, που σχετίζονται με τον έλεγχο και τη διατήρηση του μυικού τόνου.

1.2.4 ΤΟ ΕΞΩΠΥΡΑΜΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το εξωπυραμιδικό σύστημα είναι ένα σύνθετο ανατομικό και λειτουργικό "κινητικό σύστημα που βρίσκει εκδήλωση όχι μόνο σε πρόκληση αλλά και σε ρύθμιση των κινήσεων και του μυικού τόνου. Οι ρυθμιστικές λειτουργίες γίνονται κύρια μέσω παλίνδρομων (feedback) κυκλωμάτων με ανασταλτική και ευοδωτική δράση σε διάφορα επίπεδα του κεντρικού νευρικού συστήματος.

1.2.4.1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το εξωπυραμιδικό σύστημα επεκτείνεται από τον εγκεφαλικό, φλοιό μέχρι το νωτιαίο μυελό με ενδιάμεσους σχηματισμούς πυρήνων σε αλληλοεπικοινωνία και αλληλεξάρτηση μεταξύ τους.

Υποφλοιώδεις εξωπυραμιδικοί πυρήνες

Οι κυριότεροι εξωπυραμιδικοί πυρήνες είναι τα βασικά γάγγλια (στα οποία με την ευρύτερη έννοια υπάγονται όλοι οι υποφλοιώδεις εξωπυραμιδικοί πυρήνες), οι πυρήνες της υποθαλάμιας περιοχής, ο ερυθρός πυρήνας, η μέλαινα ουσία, μέρος του θαλάμου, ο δικτυωτός σχηματισμός και η προμηκική ελαία.

Τα βασικά γάγγλια βρίσκονται στο βάθος του ημισφαιρίου μεταξύ της πλάγιας κοιλίας και της νήσου του Reil. Σ' αυτά υπάγεται ο κερκοφόρος πυρήνας και ο φακοειδής πυρήνας. Ο τελευταίος έχει δύο τμήματα, το κέλυφος και την ωχρή σφαίρα. Ο κερκοφόρος πυρήνας και το κέλυφος του φακοειδή πυρήνα αποτελούν το νεοραβδωτό σώμα και η ωχρά σφαίρα το παλαιοραβδωτό σώμα. Μαζί και τα δύο (το νεο και παλαιοραβδωτό) αναφέρονται ως

ραβδωτό σώμα. Από τους πυρήνες που βρίσκονται στην υποθαλάμια περιοχή, σπουδαιότερος είναι το σώμα του Luys. Κοντά σ' αυτό, στην καλύπτρα του μεσεγκεφάλου, βρίσκεται ο ερυθρός πυρήνας. Από τους θαλαμικούς πυρήνες, στο εξωπυραμιδικό υπάγονται κύρια ο πλάγιος κοιλιακός και οι θαλαμικοί πυρήνες της μέσης γραμμής. Η μέλαινα ουσία βρίσκεται μεταξύ καλύπτρας του μεσεγκεφάλου και εγκεφαλικού σκέλους, στο ύψος των πρόσθιων διδυμίων. Η προμηκική ελαία βρίσκεται στην κοιλιακή μοίρα του προμήκη. Ο δικτυωτός σχηματισμός του στελέχους αποτελεί σχηματισμό σ' όλο το μήκος της καλύπτρας του στελέχους με δύο ιδιαίτερους πυρηνικούς σχηματισμούς, τον ανασταλτικό δικτυωτό πυρήνα στον προμήκη και τον ευοδωτικό πυρήνα, που επεκτείνεται σε μεγάλη έκταση του στελέχους.

Ο εξωπυραμιδικός φλοιός

Η προκινητική περιοχή 6 με τις επιμέρους περιοχές 6α και 6β, μπροστά από τον κινητικό ή πυραμιδικό φλοιό (περιοχή 4), αποτελεί τον κύριο κινητικό εξωπυραμιδικό φλοιό (εικ. 1.5). Από την περιοχή 6α οι νευρικές ώσεις διοχετεύονται μέσω του πυραμιδικού φλοιού και, στη συνέχεια, μέσω της πυραμιδικής οδού στο νωτιαίο μυελό. Οι ώσεις από την περιοχή 6β διοχετεύονται με την πολυσυναπτική εξωπυραμιδική οδό, με ενδιάμεσους σταθμούς, στους διάφορους εξωπυραμιδικούς πυρήνες. Άλλες φλοιώδεις εξωπυραμιδικές περιοχές απεικονίζονται στην εικόνα 1.5. Εκτός από τις παραπάνω περιοχές που είναι ευοδωτικές σε λειτουργία, υπάρχουν και φλοιώδεις εξωπυραμιδικές περιοχές με ανασταλτικές επιδράσεις στις κινήσεις. Η κυριότερη από αυτές είναι η περιοχή 4s στο πρόσθιο χείλος της πρόσθιας κεντρικής έλικας.

Η φυγόκεντρη πολυσυναπτική πυραμιδική οδός και οι συνδέσεις της

Οι υποφλοιώδεις εξωπυραμιδικοί πυρήνες αποτελούν λειτουργικό σύστημα με μια μακριά πολυσυναπτική οδό που αρχίζει από το φλοιό και φθάνει μέχρι τα πρόσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού. Οι 4 κυριότερες επιμέρους οδοί, που αποτελούν το σύστημα αυτό, είναι:

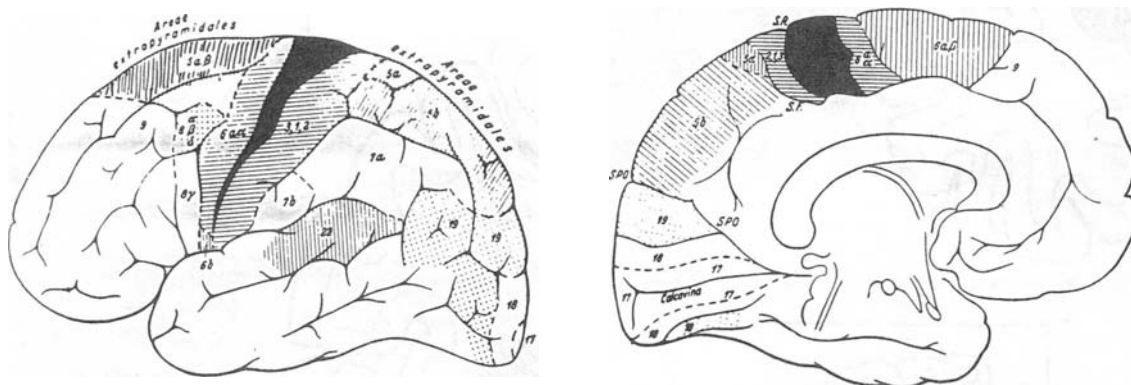
α) Η φλοιοραβδωτή οδός: προς το νεοραβδωτό σώμα φέρονται ίνες από τις κινητικές περιοχές 4, 4s, 6, 8, (εικ 1.5) αλλά και από άλλες περιοχές μέσω της υπομεσολόβιας δεσμίδας και της έσω κάψας. Προς το παλαιοραβδωτό σώμα φέρονται ίνες κυρίως από το νεοραβδωτό σώμα αλλά και από τις περιοχές 6 και 4 του φλοιού μέσω της έσω κάψας. Αντίστοιχες ραβδωτοφλοιώδεις συνδέσεις είναι: από το νεοραβδωτό σώμα προς το παλαιοραβδωτό σώμα και στη συνέχεια, μέσω του θαλάμου, πίσω προς τον κινητικό

φλοιό και από το παλαιοραβδωτό σώμα πάλι μέσω του θαλάμου προς τον κινητικό φλοιό. Οι ίνες που συνδέουν τελικά το νεο και παλαιοραβδωτό σώμα με τον κινητικό φλοιό αποτελούν τη θαλαμοφλοιώδη οδό, η οποία περιέχει και ίνες που προέρχονται από την παρεγκεφαλίδα καθ' οδό προς τον κινητικό φλοιό μέσω του θαλάμου

β) Οι εξωπυραμιδικές συνδέσεις προς το νωτιαίο μυελό: ίνες από το νεοραβδωτό σώμα μέσω της ωχρής σφαίρας (η οποία αποτελεί και τον τελικό σταθμό των απαγωγών ώσεων του ραβδωτού σώματος) φέρονται προς την περιφέρεια μέσω της φακοειδούς αγκύλης και της φακοειδούς δεσμίδας. Οι φυγόκεντροι αυτοί σχηματισμοί (που περιέχουν και ίνες κατευθείαν από το φλοιό) αποτελούν δρόμους με τους οποίους εξυπηρετείται η φυγόκεντρη επικοινωνία του νεοραβδωτού και παλαιοραβδωτού σώματος (μέσω αυτών και του εξωπυραμιδικού φλοιού) με τους άλλους υποφλοιώδεις εξωπυραμιδικούς πυρήνες, από τους οποίους διανοίγονται δρόμοι για τους κινητικούς νευρώνες των πρόσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού. Κύρια αντιπροσώπευση των τελευταίων είναι το δικτυονωτιαίο, το ερυθρονωτιαίο και το ελαιονωτιαίο δεμάτιο.

γ) Άλλες φλοιοπυρηνικές και φλοιονωτιαίες συνδέσεις: σ' αυτές ανήκουν η φλοιοερυθρά, η φλοιομέλαινα, η φλοιοθαλαμική και η φλοιοδικτυωτή οδός. Η τελευταία, ειδικά, κατευθύνεται από την περιοχή 4s και άλλες ανασταλτικές φλοιώδεις περιοχές προς τον ανασταλτικό δικτυωτό πυρήνα του προμήκη. Η τελική συνέχεια των οδών αυτών προς το νωτιαίο μυελό ακολουθεί τα ίδια δεμάτια που αναφέρθηκαν πιο πάνω.

δ) Συνδέσεις μεταξύ των εξωπυραμιδικών πυρήνων: οι συνδέσεις των υποφλοιωδών εξωπυραμιδικών πυρήνων είναι πολύπλοκες. Μερικές ήδη αναφέρθηκαν. Σπουδαίας λειτουργικής σημασίας με ιδιαίτερες προεκτάσεις στην παθογένεια της νόσου του Parkinson είναι η μελαινοραβδωτή και ραβδομέλαινα δέσμη (εικ. 1.5) με παλίνδρομη σύνδεση μεταξύ της μέλαινας ουσίας και του ραβδωτού σώματος.



Εικ. 1.5 Οι κινητικές πυραμιδικές και εξωπυραμιδικές φλοιικές περιοχές κατά Foerster. Επάνω: η πλάγια επιφάνεια των ημισφαιρίων. Κάτω: η μέσα επιφάνεια των ημισφαιρίων. Με μαύρο σημειώνεται ο πυραμιδικός φλοιός. Οι εξωπυραμιδικές περιοχές είναι γραμμωτές και στικτές. (Bumke και Foerster 1936)

1.2.4.2 Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΕΞΩΠΥΡΑΜΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το εξωπυραμιδικό σύστημα συμβάλλει στην επιτέλεση των εκούσιων κινήσεων, παίζει σχεδόν αποκλειστικό ρόλο στην πρόκληση των αυτόματων κινήσεων και συμβάλλει στη ρύθμιση του μυϊκού τόνου και της κινητικής και στατικής ισορροπίας του σώματος.

Το εξωπυραμιδικό ως φορέας εκούσιων και αυτόματων κινήσεων

Η προκινητική περιοχή 6 είναι η κατ' εξοχήν εξωπυραμιδική κινητική περιοχή του φλοιού από την οποία, μέσω της "πολυσυναπτικής εξωπυραμιδικής οδού, εξασφαλίζονται εκούσιες κινήσεις αδρού και μαζικού χαρακτήρα. Εξάλλου μέρος της περιοχής αυτής, η 6α, εκφορτίζει με τη μεσολάβηση της πυραμιδικής οδού. Η περιοχή 6 φαίνεται επίσης να συμβάλει στην επιτέλεση των εκούσιων κινήσεων με επιδράσεις στον κινητικό φλοιό, ως μέρος του μηχανισμού της κινητικής ευπραξίας για την οργάνωση του κινητικού προγράμματος των εκούσιων κινήσεων.

Για τις αυτόματες ακούσιες κινήσεις (όπως η αιώρηση των άνω άκρων στο βάδισμα) τα βασικά γάγγλια παίζουν το σπουδαιότερο ρόλο για την πρόκληση και τη ρύθμισή τους. Προσαγωγά αισθητικά ερεθίσματα φαίνεται να επηρεάζουν προς την κατεύθυνση αυτή αντανακλαστικούς μηχανισμούς που δεν έχουν ανάγκη εκούσιου ελέγχου.

Το εξωπυραμιδικό ως ρυθμιστής του μυϊκού τόνου της στατικοκινητικής ισορροπίας του σώματος και των κινήσεων.

Ο ρυθμιστικός αυτός ρόλος ασκείται από τους υποφλοιώδεις εξωπυραμιδικούς πυρήνες με τη μεσολάβηση νευροδιαβιβαστών όπως είναι η ντοπαμίνη, η ακετυλοχολίνη και το γ-αμινοβουτυρικό οξύ, μέσω ευοδωτικών και ανασταλτικών παλίνδρομων κυκλωμάτων διαφορετικής ιεράρχησης (feedback). Οι ρυθμιστικές αυτές επιδράσεις έρχονται να συμπληρώσουν το ρυθμιστικό μηχανισμό της παρεγκεφαλίδας για τη συνέργεια των κινήσεων.

Ο ρυθμιστικός ρόλος των εξωπυραμιδικών πυρήνων στο επίπεδο του φλοιού εξασκείται με φλοιο-υποφλοιώδη κυκλώματα. Οι συνδέσεις από την ανασταλτική περιοχή 4s προς το νεοραβδωτό σώμα και πίσω στον κινητικό φλοιό, μέσω της ωχρής σφαίρας και του πλαγιοκοιλιακού πυρήνα του θαλάμου, συνιστά σημαντικό κύκλωμα. Με το κύκλωμα αυτό το νεοραβδωτό σώμα εξασκεί ανασταλτική επίδραση στον κινητικό φλοιό και, μέσω αυτού, στην πυραμιδική οδό και τους α-νευρώνες των πρόσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού. Άλλο κύκλωμα σε φλοιικό επίπεδο είναι από το φλοιό προς το παλαιοραβδωτό σώμα και πίσω στο φλοιό (μέσω του πλαγιοκοιλιακού πυρήνα του θαλάμου), με το οποίο κύκλωμα εξασκείται ευοδωτική επίδραση από την ωχρή σφαίρα προς τον κινητικό φλοιό. Οι ρυθμιστικές επιδράσεις των παραπάνω εξωπυραμιδικών πυρήνων στον κινητικό φλοιό μέσω του θαλάμου εναρμονίζονται με τις παρεγκεφαλιδικές ρυθμιστικές (ευοδωτικές) ώσεις προς τον κινητικό φλοιό και πάλι μέσω του πλαγιοκοιλιακού πυρήνα του θαλάμου.

Ο ρυθμιστικός έλεγχος των εξωπυραμιδικών πυρήνων στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού, που τελικά ασκείται στους α και γ-νευρώνες, είναι πολύπλοκος και όχι καλά ξεκαθαρισμένος. Η ωχρή σφαίρα (ο τελικός σταθμός των απαγωγών ώσεων του ραβδωτού σώματος προς το νωτιαίο μυελό) έχει σχέση με την επιτέλεση των κινήσεων με ανασταλτικές επιδράσεις στους α και γ-νευρώνες που μειώνουν το μυϊκό τόνο ασκώντας συγχρόνως έλεγχο στις αυτόματες κινήσεις. Το νεοραβδωτό σώμα, εκφορτίζοντας προς την ωχρή σφαίρα, έχει σχέση με την προπαρασκευή και τον έλεγχο των κινήσεων. Η μέλαινα ουσία ασκεί με τη μελαινοραβδωτή οδό ρυθμιστικό (ανασταλτικό) έλεγχο στο ραβδωτό σώμα (σε βλάβη υπέρτονία και άλλες εκδηλώσεις της νόσου του Parkinson).

Παρακάτω αναφέρονται μερικά από τα βασικά στοιχεία για το ρυθμιστικό έλεγχο των εξωπυραμιδικών πυρήνων στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού.

Οι κινητικοί νευρώνες στα πρόσθια κέρατα του ν.μ. είναι δύο ειδών, οι α και γ. Οι α-νευρώνες δίνουν νεύρωση στους μυς για παραγωγή έργου, ενώ οι γ-νευρώνες νευρώνουν τις μυϊκές ατράκτους των μυών (ειδικές μυϊκές ίνες με αισθητικούς υποδοχείς). Οι μυϊκές

αυτές άτρακτοι, καθώς εκφορτίζουν (αντιδρώντας αντανακλαστικά στην παθητική επιμήκυνσή τους), ενεργοποιούν τους α-κινητικούς νευρώνες με κεντρομόλες ίνες κι έτσι διατηρούν συνεχώς τους μυς σε κάποιο βαθμό ελαφριάς σύσπασης, πράγμα που αποτελεί τη βάση για την αυτοδιατήρηση του μυϊκού τόνου. Η ετοιμότητα των ατράκτων για εκφόρτιση είναι ανάλογη με την ευοδωτική επίδραση που δέχονται από τους γ-νευρώνες. Με άλλα λόγια, οι γ-νευρώνες είναι άμεσα υπεύθυνοι για τον τόνο των μυϊκών ατράκτων (και έμμεσα για τον τόνο των μυών), τις οποίες κάνουν περισσότερο ή λιγότερο ευαίσθητες στην παθητική επιμήκυνση.

Οι γ και οι α-νευρώνες βρίσκονται κάτω από το ρυθμιστικό έλεγχο ανώτερων κέντρων, μεταξύ των οποίων το εξωπυραμιδικό σύστημα παίζει ίσως τον σπουδαιότερο ρόλο. Ο ρυθμιστικός έλεγχος στους γ-νευρώνες από το εξωπυραμιδικό είναι ανασταλτικός και ευοδωτικός. Ο ανασταλτικός έλεγχος εξασκείται από τον ανασταλτικό δικτυωτό πυρήνα του προμήκη, μέσω της δικτυονωτιαίας οδού. Ο πυρήνας αυτός δέχεται ανασταλτικές ώσεις κατά κύριο λόγο από εξωπυραμιδικά κέντρα, με κύρια εκπροσώπηση την περιοχή 4s και το ραβδωτό σώμα. Διακοπή των παραπάνω ανασταλτικών ώσεων κάνει τον ανασταλτικό πυρήνα του προμήκη ουσιαστικά αδρανή. Ο ευοδωτικός έλεγχος του εξωπυραμιδικού φλοιού και των εξωπυραμιδικών πυρήνων στους γ-νευρώνες εξασκείται με τη δικτυονωτιαία οδό από τον ευοδωτικό δικτυωτό σχηματισμό του στελέχους. Επειδή, όμως, σπουδαιότερες ευοδωτικές ώσεις στους γ-νευρώνες προέρχονται από την παρεγκεφαλίδα και τους αιθουσαίους πυρήνες, γι' αυτό διακοπή της ευοδωτικής επίδρασης από εξωπυραμιδικά κέντρα δε σταματά τις ευοδωτικές επιδράσεις στους γ-νευρώνες.

Ρυθμιστικός έλεγχος στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού από το εξωπυραμιδικό εξασκείται και στους α-κινητικούς νευρώνες. Ο έλεγχος αυτός είναι κυρίως ευοδωτικός, μέσω της δικτυονωτιαίας οδού, από τον ευοδωτικό δικτυωτό σχηματισμό του στελέχους. Ο τελευταίος δέχεται τις ανάλογες ώσεις από την ωχρή σφαίρα και το φλοιό. Άλλες ευοδωτικές επιδράσεις προέρχονται από την παρεγκεφαλίδα και τον πυραμιδικό φλοιό.

Η λειτουργική σημασία των παραπάνω επιδράσεων στους γ και α-νευρώνες αναφέρεται κυρίως στη ρύθμιση του μυϊκού τόνου (και στην εξασφάλιση μιας ισορροπίας στη δραστηριότητα μεταξύ α και γ-νευρώνων), με την οποία εξυπηρετείται η διατήρηση της ισορροπίας και η διευκόλυνση των κινήσεων με ανάπτυξη ανάλογου βαθμού μυϊκής τονικότητας. Με άλλα λόγια, η εναρμονισμένη δράση των εξωπυραμιδικών πυρήνων και ιδιαίτερα του ραβδωτού σώματος εξασφαλίζουν την καλή διεκπεραίωση των εκούσιων κινήσεων. Σε παθολογικές εξωπυραμιδικές καταστάσεις, κυρίως του ραβδωτού σώματος, όταν παραβλάπτονται οι ανασταλτικές και υπερισχύουν οι ευοδωτικές επιδράσεις, μπορεί

να έχουμε ως αποτέλεσμα την αύξηση του μυϊκού τόνου με επιζήμιες επιπτώσεις στη στατική και κινητική μυϊκή λειτουργία.

Σήμερα ξέρουμε ότι πολλά από τα κλινικά χαρακτηριστικά εξωπυραμιδικών νόσων από διαταραχές στους μηχανισμούς που αναφέραμε οφείλονται σε διαταραχή ισορροπίας στη δραστηριότητα των χολινεργικών και ντοπαμινεργικών νευρώνων και των υποδοχέων τους. Έτσι, στη νόσο του Parkinson, όπου υπάρχει ανεπάρκεια ντοπαμίνης στη μέλαινα ουσία και στη μελανοραβδωτή οδό, η διαταραχή ισορροπίας με υπέρσχυση της χολινεργικής δραστηριότητας θεωρείται υπεύθυνη για τα συμπτώματα της νόσου λόγω κατάργησης, κυρίως, ανασταλτικών μηχανισμών που ασκούνται από το ραβδωτό σώμα. Αντίθετα, διαταραχή της ισορροπίας υπέρ της ντοπαμίνης στο ραβδωτό σώμα θεωρείται υπεύθυνη για τη χορεία.

Συνοπτικά, το εξωπυραμιδικό σύστημα παίζει τον κύριο φυσιολογικό του ρόλο στις ακόλουθες λειτουργίες: 1) στην επιτέλεση εκούσιων κινήσεων αδρού και σχετικά μαζικού χαρακτήρα (ενέργεια εξωπυραμιδικού φλοιού), 2) προάγει και ρυθμίζει τις αυτόματες κινήσεις και γενικά συμβάλλει στην προπαρασκευή και στον έλεγχο της κινητικότητας (ενέργεια υποφλοιωδών εξωπυραμιδικών πυρήνων), 3) συμβάλλει στη ρύθμιση των κινήσεων, επηρεάζοντας τη δραστηριότητα του κινητικού φλοιού με ανασταλτικές και ευοδωτικές επιδράσεις από το ραβδωτό σώμα, 4) συμβάλλει στη ρύθμιση του μυϊκού τόνου και της στατικοκινητικής ισορροπίας του σώματος με ανασταλτικές ή και ευοδωτικές επιδράσεις στο νωτιαίο επίπεδο επάνω στους γ και α -νευρώνες.

Ο ρυθμιστικός κινητικός μηχανισμός: ανατομικά και φυσιολογικά στοιχεία.

Πρωταρχικό ρόλο για τις εκούσιες κινήσεις και την κινητική δραστηριότητα στη στάση και τη βάρδιση παίζει το πυραμιδικό σύστημα που, σε συνεργασία με το εξωπυραμιδικό, διοχετεύουν ώσεις στους κινητικούς νευρώνες των πρόσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού. Στον κινητικό αυτό μηχανισμό, πριν από την τελική εκφόρτιση των α -νευρώνων προς τους σκελετικούς μυς, επεμβαίνουν ρυθμιστικοί μηχανισμοί για την εναρμόνιση των εκούσιων κινήσεων και για τη διατήρηση της ισορροπίας στη στάση και τη βάρδιση. Κυριότεροι από αυτούς είναι ο νωτιαίος ρυθμιστικός μηχανισμός και το σύστημα της παρεγκεφαλίδας. Το σύστημα της παρεγκεφαλίδας τροφοδοτείται με πληροφορίες που προέρχονται από «εν τω βάθει» αισθητικούς υποδοχείς (μυϊκούς, τενόντιους, αρθρικούς), από την αφή, από τους λαβυρίνθους από τα μάτια και από τον εγκεφαλικό φλοιό.

1.2.5 Ο ΝΩΤΙΑΙΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

1.2.5.1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο νωτιαίος ρυθμιστικός μηχανισμός αποτελεί τον αυτορυθμιστικό μηχανισμό της μυϊκής σύσπασης στο νωτιαίο επίπεδο. Για να γίνει αντιληπτός ο ρόλος αυτός χρειάζεται η γνώση της έννοιας του μυοτατικού αντανακλαστικού και του συστήματος του γ-νευρώνα.

Το μυοτατικό αντανακλαστικό

Αποτελεί αντανακλαστικό με το οποίο πετυχαίνεται μυϊκή σύσπαση ως αντίδραση επιμήκυνση του μυός. Κεντρομόλα ερεθίσματα αρχίζουν από αισθητικούς μυϊκούς υποδοχείς (τις μυϊκές ατράκτους) που με ειδικές αισθητικές ίνες (Ia και II) φέρονται με τα νεύρα και τις οπίσθιες ρίζες στο νωτιαίο μυελό. Τελικά καταλήγουν στα α-κινητικά κύτταρα των πρόσθιων κέρατων (οι Ia ίνες κατευθείαν, οι II μέσω ενδιάμεσων νευρώνων). Οι α-νευρώνες αποτελούν την αφετηρία του φυγόκεντρου σκέλους του αντανακλαστικού προς το σκελετικό μυ, απ' όπου προήλθε το ερέθισμα. Κάθε μυϊκή άτρακτος αποτελείται από μικρό αριθμό λεπτών μυϊκών ινών μέσα σε κάψα που καταλήγουν στο τενόντιο άκρο του μυός. Οι ίνες της ατράκτου διακρίνονται σε πυρηνικές ασκοειδείς και σε πυρηνικές αλυσοειδείς. Γύρω από τις ίνες αυτές περιτυλίγονται σπειροειδώς αισθητικές απολήξεις που με τις Ia και II ίνες φέρονται στο νωτιαίο μυελό. Ερέθισμα για τη μυϊκή άτρακτο είναι η επιμήκυνσή της είτε από στιγμιαίες μηχανικές μεταβολές στο μυοσκελετικό σύστημα με τη δράση της βαρύτητας είτε από εκφόρτιση των γ-νευρώνων στα πρόσθια κέρατα, όπως θα αναφερθεί πιο κάτω. Καθώς οι κεντρομόλες αισθητικές ίνες από τις ατράκτους μπαίνουν στο νωτιαίο μυελό (εκτός από την τελική σύναψή τους με α-νευρώνες που αντιστοιχούν στο μυ από τον οποίο προήλθε το ερέθισμα), δίνουν παράπλευρες ίνες για α-νευρώνες συνεργαζόμενων μυών και για ενδιάμεσους νευρώνες που επιδρούν ανασταλτικά σε νευρώνες ανταγωνιστών μυών με προορισμό τη χαλάρωσή τους. Δίνουν επίσης παράπλευρες ανιούσες ίνες που, με συνάψεις, μεταφέρουν ερεθίσματα στην παρεγκεφαλίδα με τα νωτιοπαρεγκεφαλιδικά δεμάτια. Στην κλινική εξέταση η έκλυση των εν τω βάθει τενόντιων και περιοστικών αντανακλαστικών αποτελεί τρόπο πρόκλησης μυοτατικών αντανακλαστικών. Αυτό γίνεται με πλήξη της τενόντιας κατάφυσης του μυός ή του παρακείμενου οστού που στιγμιαία προκαλεί επιμήκυνση των μυϊκών ατράκτων με αποτέλεσμα την αντανακλαστική σύσπαση του μυός.

Το σύστημα του γ-κινητικού νευρώνα

Στα πρόσθια κέρατα του ν.μ., εκτός από τους α, υπάρχουν και οι γ-κινητικοί νευρώνες, των οποίων οι νευράξονες με τις πρόσθιες ρίζες και τα περιφερικά νεύρα νευρώνουν τα πολικά άκρα των ατράκτων. Εκφόρτιση των γ-νευρώνων προκαλεί σύσπαση των πολικών αυτών άκρων, που καταφύονται στα τενόντια άκρα προσάρτισης των μυών, με αποτέλεσμα την επιμήκυνση (τέντωμα) της ατράκτου που βρίσκεται μεταξύ των δύο πόλων. Η επιμήκυνση αποτελεί, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ερέθισμα για την έκλυση μυοτατικού αντανακλαστικού από τους α-κινητικούς νευρώνες μέσω των Ια και Ιι κεντρομόλων αισθητικών ινών. Το κύκλωμα που σχηματίζουν ο γ-νευρώνας, η μυική άτρακτος και οι αισθητικές ίνες Ια και Ιι οι οποίες οδηγούν στον α-κινητικό νευρώνα, αποτελεί το γ-κύκλωμα (gamma loop), το οποίο ενεργεί επί νωτιαίου επιπέδου ως ευοδωτικός μηχανισμός για τον α-νευρώνα και για την έκλυση μυοτατικών αντανακλαστικών.

Ο φυσιολογικός ρόλος του νευρώνα και των μυοτατικών αντανακλαστικών

Ο φυσιολογικός ρόλος των μυοτατικών αντανακλαστικών και των υπεύθυνων για τη διατήρησή τους γ-κινητικών νευρώνων - πάντα υπό την επίδραση ανώτερου ευοδωτικού και ανασταλτικού ελέγχου είναι η διατήρηση του μυικού τόνου και η αυτορύθμιση της μυικής σύσπασης. Και οι δύο αυτές λειτουργίες είναι απαραίτητες για την αρμονική λειτουργία της κίνησης και για την εξασφάλιση της ισορροπίας του σώματος. Η ισορροπία αυτή πετυχαίνεται ιδιαίτερα με επίδραση πάνω στον τόνο των αντιβαρικών μυών που ενεργούν ενάντια στη βαρύτητα για τη διατήρηση της όρθιας στάσης.

Οι γ-νευρώνες, καθώς εκφορτίζουν προς τις μυικές ατράκτους, κάτω από το συνεχή έλεγχο ανώτερων κέντρων φορείς του τόνου των ατράκτων, αυτών, ο οποίος καθορίζει το βαθμό της ευαισθησίας τους στην παθητική επιμηκύνση. Η μυική άτρακτος είναι συνεχή κατάσταση ετοιμότητας για την εκπομπή ερεθισμάτων στους α-κινητικούς νευρώνες ακόμη με την ελάχιστη επιμήκυνση του μύος. Τέτοια ελάχιστη συνεχή επιμήκυνση εξασφαλίζουν οι μύες με την επίδραση της βαρύτητας και των ειδικών σχέσεων προσάρτισης των μυών στο σκελετό. Έτσι, καθώς οι άτρακτοι δέχονται συνεχώς ερεθίσματα από μία συνεχιζόμενη επιμήκυνση, δίνουν τη δυνατότητα για τη συνεχή έκλυση μυοτατικών αντανακλαστικών με τη συνεχή ενεργοποίηση των α-νευρώνων. Με τον τρόπο αυτόν εξασφαλίζεται έκλυση μικρών συνεχών εκφορτίσεων στους σκελετικούς μύς, που τους διατηρούν σε μία ακούσια ελαφρά μυική σύσπαση που εξασφαλίζει το μυικό τόνο. Επειδή η ευαισθησία των ατράκτων στην παθητική έκταση εξαρτάται από την

ενεργοποίηση που δέχονται από τους γ-νευρώνες, η συνεχής διατήρηση του τόνου των μυών δε θα ήταν δυνατή χωρίς την παρουσία των γ-νευρώνων. Το σύστημα των νευρώνων αυτών, με τη διατήρηση των μυοστατικών αντανακλαστικών και του μυϊκού τόνου, ενεργεί ως παλίνδρομος μηχανισμός τόσο για τη διατήρηση της όρθιας στάσης και της ισορροπίας (με ανάπτυξη ανάλογης τονικότητας των αντιβαρικών μυών) όσο και για την καλή διεκπεραίωση των κινήσεων (με ανάπτυξη της κατάλληλης μυϊκής τονικότητας που προηγείται από κάθε εκούσια κίνηση). Άλλοι υποβοηθητικοί ρυθμιστικοί μηχανισμοί στο νωτιαίο επίπεδο είναι: α) Οι νευρώνες Rensaw στα πρόσθια κέρατα που ενεργούν ως παλίνδρομος ανασταλτικός μηχανισμός για την εκφόρτιση των α-κινητικών νευρώνων. Οι νευρώνες Rensaw, καθώς δέχονται παράπλευρα ερεθίσματα από τους α-νευρώνες, επανεκφορτίζουν προς αυτούς με ανασταλτικές ώσεις, εξυπηρετώντας έτσι τον περιορισμό υπέρμετρων μυϊκών συσπάσεων στη διάρκεια των εκούσιων κινήσεων. β) Τα τενόντια όργανα Golgi (αισθητικοί υποδοχείς στο τενόντιο μέρος των μυών) διεγείρονται, όπως και οι άτρακτοι, από την παθητική επιμήκυνση του μυός και από την τάση του μυός κατά τη διάρκεια της ενεργητικής σύσπασης. Το κεντρομόλο αισθητικό ερέθισμα με ίνες Ιβ προς τους α-νευρώνες έχει αντίστροφο αποτέλεσμα του μυοστατικού αντανακλαστικού, δηλαδή προκαλεί χαλάρωση του μυός από τον οποίο προήλθε το ερέθισμα (και μυών που συνεργάζονται με αυτόν) και σύσπαση ανταγωνιστικών μυών. Με την ανασταλτική αυτή δράση περιορίζεται η υπέρμετρη σύσπαση των αγωνιστών μυών, ενώ ενισχύεται η σύσπαση των ανταγωνιστών.

1.2.5.2 ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ - ΒΛΑΒΗ ΤΟΥ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ

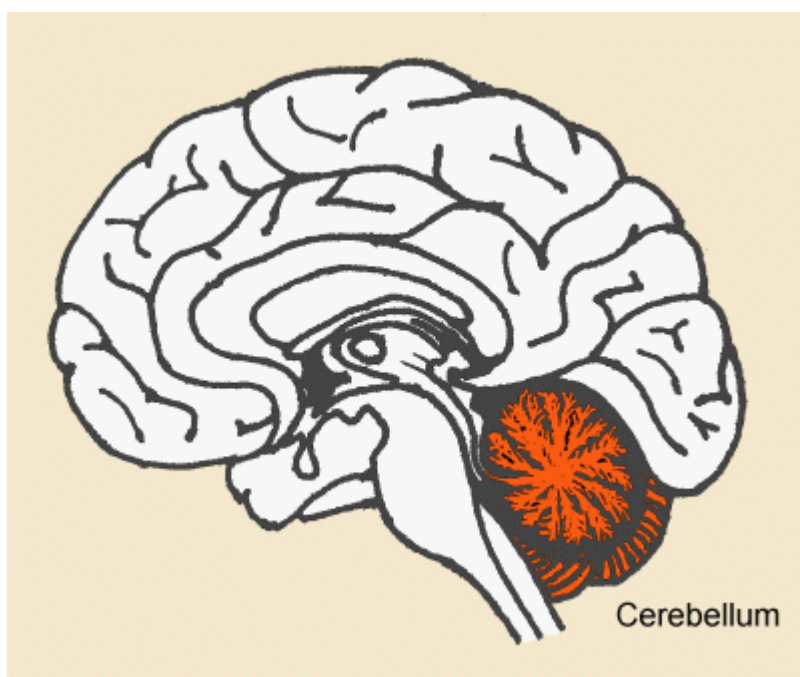
Κλινικά αμιγής σημειολογία σε βλάβη του νωτιαίου ρυθμιστικού μηχανισμού δεν είναι δυνατή, γιατί συνήθως συνυπάρχει απώλεια αισθητικότητας ή παράλυση από βλάβη στο επίπεδο των νεύρων, των ριζών ή του νωτιαίου μυελού. Η αναμενόμενη σημειολογία είναι υποτονία, μείωση των τενόντιων αντανακλάσεων και διαταραχή στην ισορροπία.

1.2.6 ΤΟ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΠΑΡΕΓΚΕΦΑΛΙΔΑΣ

1.2.6.1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η παρεγκεφαλίδα είναι ο σπουδαιότερος ρυθμιστής της μυϊκής συνεργίας για την επιτέλεση των εκούσιων κινήσεων και για τη διατήρηση της στατικής και κινητικής ισορροπίας του σώματος.

Μορφολογικά, η παρεγκεφαλίδα (εικ. 1.6, 1.7) αποτελείται από δύο ημισφαίρια και το μεταξύ τους σκώληκα. Από λειτουργικής και φυλογενετικής πλευράς διακρίνουμε το κροκυδο-οζώδες λοβίο και το σώμα της παρεγκεφαλίδας με πρόσθιο και οπίσθιο λοβό. Το κροκυδο-οζώδες λοβίο αποτελεί την αρχαιοπαρεγκεφαλίδα. Ο πρόσθιος λοβός και μέρος του οπίσθιου λοβού του σώματος (που αντιπροσωπεύουν κυρίως το σκώληκα, με μικρές πλάγιες προεκτάσεις στα ημισφαίρια) αποτελούν την παλαιοπαρεγκεφαλίδα. Το υπόλοιπο μέρος του οπίσθιου λοβού, που αναφέρεται και ως μέσος λοβός, περιλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος των ημισφαιρίων και αποτελεί τη νεοπαρεγκεφαλίδα παρεγκεφαλίδα συνδέεται με το εγκεφαλικό στέλεχος με τα άνω, μέσα και κάτω παρεγκεφαλιδικά σκέλη που τη φέρνουν σε επικοινωνία με τον εγκεφαλικό φλοιό και το νωτιαίο μυελό.



Εικ. 1.6 Η παρεγκεφαλίδα.

Το παρέγχυμα της παρεγκεφαλίδας αποτελείται από το φλοιό και την εσωτερική λευκή ουσία. Στο φλοιό βρίσκονται τα κύτταρα του Purkinje απ' όπου ξεκινούν οι κύριες φυγόκεντρες ίνες. Στη λευκή ουσία, στο βάθος των ημισφαιρίων, βρίσκονται οι παρεγκεφαλιδικοί πυρήνες (οδοντωτός, εμβολοειδής σφαιροειδής, οροφιαίος) που αποτελούν ενδιάμεσους σταθμούς συνδέσεων.

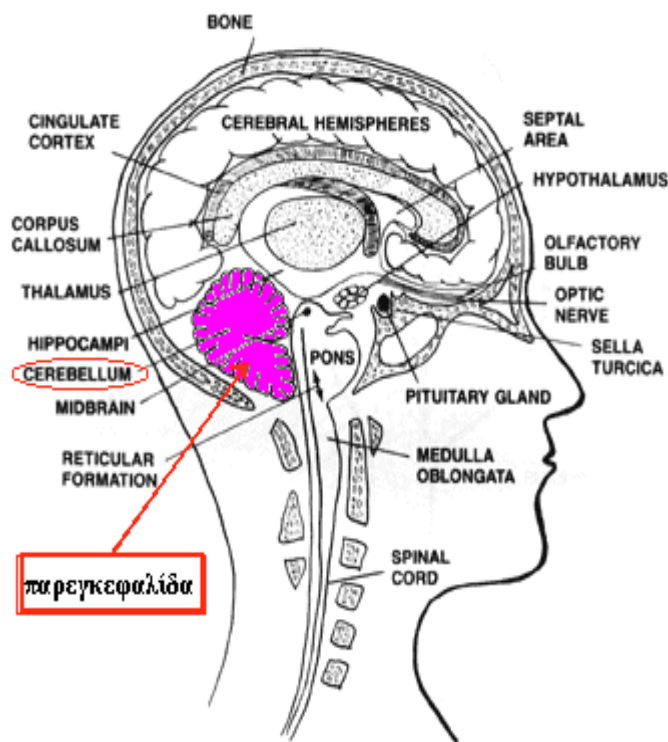
Κύριοι προσανωτοί και απανωτοί οδοί της παρεγκεφαλίδας

Για την αρχαιοπαρεγκεφαλίδα η κύρια προσαγωγός οδός είναι η αιθουσο-παρεγκεφαλιδική, που φέρνει ερεθίσματα από τους λαβυρίνθους κατευθείαν ή μέσω των

αιθουσαίων πυρήνων. Η κύρια απαγωγός οδός είναι η παρεγκεφαλο-αιθουσονωτιαία που, είτε απευθείας είτε μέσω του οροφιαία πυρήνα, πηγαίνει στους αιθουσαίους πυρήνες και από εκεί με το αιθουσονωτιαίο δεμάτιο επηρεάζει ομόπλευρα τους α και γ-νευρώνες του νωτιαίου μυελού.

Για την παλαιοπαρεγκεφαλίδα κυρίως προσαγωγός οδός είναι: (1) η νωτιοπαρεγκεφαλιδική (μέσω των νωτιοπαρεγκεφαλιδικών δεματίων) που διαβιβάζει ερεθίσματα από αισθητικούς μυικούς και τενόντιους υποδοχείς (τις μυικές ατράκτους και τα τενόντια όργανα Golgi) και (2) η οδός των έξω τοξοειδών ινών από τους πυρήνες Goll και Burdach που διαβιβάζει (μέσω των οπίσθιων δεσμών) ερεθίσματα από υποδοχείς εν τω βάθει αισθητικότητας και αφής. Όλα τα παραπάνω ερεθίσματα φέρνουν στην παλαιοπαρεγκεφαλίδα πληροφορίες σχετικές με την τονικότητα των μυών και τη θέση των μελών στο χώρο. Κύριες απαγωγές οδοί της παλαιοπαρεγκεφαλίδας (ξεκινούν κυρίως από το σκόληκα) είναι η παρεγκεφαλο-δικτυο-νωτιαία και η παρεγκεφαλο-αιθουσο-νωτιαία που, μέσω του δικτυωτού σχηματισμού του στελέχους και αιθουσαίων πυρήνων αντίστοιχα, φέρονται στο νωτιαίο μυελό (με το δικτυονωτιαίο και το αιθουσονωτιαίο δεμάτιο) και επηρεάζουν κυρίως τους γ-νευρώνες.

Για τη νεοπαρεγκεφαλίδα κύρια προσαγωγός οδός είναι η φλοιο-γεφυροπαρεγκεφαλιδική. Οι ίνες της οδού αυτής προέρχονται από διάφορα μέρη του εγκεφαλικού φλοιού (κυρίως του κινητικού και προκινητικού) και φέρονται με το πρόσθιο, εν μέρει και με το οπίσθιο σκέλος της έσω κάψας στη γέφυρα. Τέλος, ύστερα από σύναψη με γεφυρικούς πυρήνες, καταλήγουν (αφού οι περισσότερες χιαστούν) στη νεοπαρεγκεφαλίδα.



Εικ. 1.7 Η παρεγκεφαλίδα

Η πιο σημαντική απαγωγός οδός από την νεοπαρεγκεφαλίδα είναι η παρεγκεφαλο-θαλαμο-φλοιώδης. Οι ίνες της, μετά από σύναψη κυρίως στον οδοντωτό πυρήνα, ακολουθούν την οδό του παρεγκεφαλιδικού σκέλους και, αφού χιασθούν με τις ίνες του άλλου πλάγιου στο ύψος των κάτω διδυμίων, φέρονται στον πλάγιο κοιλιακό πυρήνα του θαλάμου και από κει στον κινητικό και προκινητικό φλοιό. Μέρος των ιών μεταχωρεί στον ερυθρό πυρήνα και στο δικτυωτό σχηματισμό, για ν' ακολουθήσουν το ερυθρονωτιαίο - δικτιονωτιαίο δεμάτιο

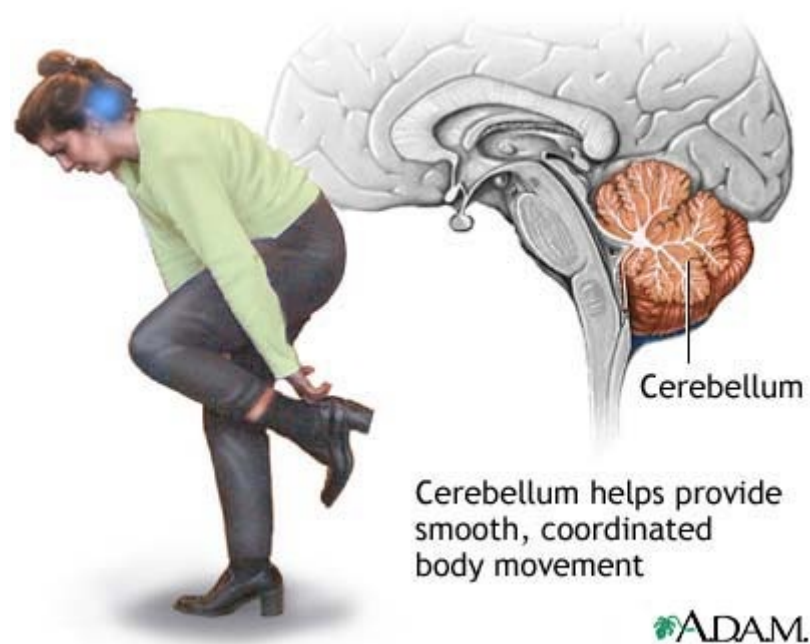
1.2.6.1 Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΕΓΚΕΦΑΛΙΔΑΣ

Η παρεγκεφαλίδα παίρνοντας πληροφορίες από εν τω βάθει αισθητικούς υποδοχείς, από την αφή, από τους λαβυρίνθους, από τα μάτια, αλλά και από τον εγκεφαλικό φλοιό ενεργεί ως κεντρικός μηχανισμός, έξω από συνειδητό έλεγχο, για ρυθμιστικές επιδράσεις και ρυθμιστικά αντανακλαστικά. Αυτά επηρεάζουν τη μυική σύσπαση για τη διατήρηση της στατικής και της κινητικής ισορροπίας του σώματος, καθώς και για την αρμονική συνεργία των μυών στις εκούσιες κινήσεις.

Ο ρόλος της παρεγκεφαλίδας για τη ρύθμιση της στατικής και της κινητικής ισορροπίας του σώματος

Η διατήρηση της όρθιας στάσης και ισορροπίας (εικόνα 1.8) αν κι εν μέρει είναι αποτέλεσμα εκούσιου ελέγχου αφορά κυρίως αντανακλαστικούς μηχανισμούς. Οι μηχανισμοί αυτοί, μεταβάλλοντας κυρίως το μυϊκό τόνο, εξασφαλίζουν, ανάλογα με τις ανάγκες, τη διατήρηση της όρθιας θέσης στη στάση και τη βάδιση και τις απαιτούμενες διορθωτικές ισορροπιστικές αντιδράσεις. Σημασία έχουν, κατά κύριο λόγο, ευοδωτικές επιδράσεις (ιδιαίτερα στον τόνο των αντιβαρικών μυών) από την παλαιο- και αρχαιοπαρεγκεφαλίδα σε αντίδραση περιφερικών ερεθισμάτων, όπως αναφέρθηκαν πιο πάνω. Η ευοδωτική αυτή επίδραση εξασκείται κυρίως στους γ -νευρώνες και, μέσω αυτών, στις μυϊκές ατράκτους που με ερεθίσματα προς τους α -νευρώνες (προκαλώντας συνεχή έκλυση μυοτατικών αντανακλαστικών) προάγουν, διατηρούν και τροποποιούν το μυϊκό τόνο των αντιβαρικών μυών. Έτσι, ένα απότομο σπρώξιμο του κορμού προς τα εμπρός που τείνει να διαταράξει την ισορροπία και να προκαλέσει πτώση αντιρροπείται με άμεση σύσπαση (που συνεπάγεται αύξηση του τόνου) των μυών που κυρίως εκτείνουν τη σπονδυλική στήλη. Η αντανακλαστική αυτή αντίδραση οφείλεται στο γεγονός ότι με το απότομο σπρώξιμο προς τα εμπρός προκαλείται επιμήκυνση των αντιβαρικών μυών που εκτείνουν τη σπονδυλική στήλη προκαλώντας σύσπαση των μυών αυτών από έκλυση μυοτατικών αντανακλαστικών.

Αν δεν υπήρχε η ευοδωτική επίδραση της παρεγκεφαλίδας στους γ -νευρώνες, τα μυοτατικά αντανακλαστικά σε μυϊκή επιμήκυνση θα ήταν νωθρά για ικανοποιητική μυϊκή τονική σύσπαση και διατήρηση της όρθιας στάσης και για την εξασφάλιση διορθωτικών στατικών αντιδράσεων.



Εικ. 1.8 Παρεγκεφαλίδα - έλεγχος κινήσεων.

Ο ρόλος της παρεγκεφαλίδας για τη ρύθμιση της μυικής συνέργειας στις εκούσιες κινήσεις. Οι ρυθμιστικές επιδράσεις της παρεγκεφαλίδας στις εκούσιες κινήσεις (ρύθμιση της συνεργίας των κινήσεων) αφορούν τον: έλεγχο της μυικής σύσπασης και τη συνεργασία των αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών στο χώρο και το χρόνο. Οι επιδράσεις αυτές ασκούνται στο νωτιαίο επίπεδο (σύστημα γ-νευρώνα) και στο επίπεδο του εγκεφαλικού φλοιού. Ρύθμιση της εκούσιας κίνησης στο νωτιαίο επίπεδο: στην αρχή μιας εκούσιας κίνησης, καθώς οι α-νευρώνες των πρόσθιων κεράτων δέχονται τις κινητικές ώσεις από τον κινητικό φλοιό, οι γ-νευρώνες δέχονται και αυτοί ευοδωτικές ώσεις από ανώτερα ρυθμιστικά κέντρα. Μεταξύ των κέντρων αυτών η παρεγκεφαλίδα (σε απάντηση άφθονων ερεθισμάτων από την περιφέρεια, όπως αναφέρθηκε) κατέχει θέση πρωταρχικής σημασίας. Οι γ-νευρώνες, επειδή έχουν χαμηλότερο ουδό ερεθισμού από τους α-νευρώνες, ενεργοποιούνται πρώτοι έτσι με την ενεργοποίηση των μυικών ατράκτων και την ενίσχυση των μυοτατικών αντανακλαστικών προετοιμάζουν τους μυς με την ανάλογη τονικότητα, πριν αρχίσει η κίνηση. Με την έναρξη, αλλά και στην πορεία της κίνησης, καθώς οι αγωνιστές μύες είναι σε σύσπαση, οι μυικές τους άτρακτοι, λόγω βράχυνσης των μυικών ινών, χαλαρώνουν και, κατά συνέπεια, τα ερεθίσματα προς τους αντίστοιχους α-νευρώνες ελαττώνονται. Η συνεχιζόμενη όμως αποστολή ερεθισμάτων από τους γ-νευρώνες διατηρεί την ενεργοποίηση των ατράκτων (παρά τη βράχυνση του μυός), κι έτσι

η σταθερότητα της κίνησης συνεχίζει να συντηρείται με τη διατήρηση της απαιτούμενης τονικότητας των αγωνιστών μυών. Στην καλή συνεργία αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών, προς όφελος της ακρίβειας της κίνησης, συντελεί και ο ανασταλτικός έλεγχος (το φρενάρισμα) που δέχονται οι συσπασμένοι αγωνιστές μύες από τους ανταγωνιστές. Ο έλεγχος αυτός προέρχεται από τη σχετική σύσπαση των ανταγωνιστών στη διάρκεια της κίνησης, επειδή παράγονται απ' αυτούς μυοτατικά αντανακλαστικά κατά την επιμήκυνσή τους από τη σύσπαση των αγωνιστών.

Σε βλάβη της παρεγκεφαλίδας, με την τάση που δημιουργείται για απενεργοποίηση των γ-νευρώνων και τη μείωση των μυοτατικών αντανακλαστικών, οι παραπάνω μηχανισμοί αδρανούν με αποτέλεσμα η κίνηση να μην έχει την απαιτούμενη σταθερότητα, αρμονικότητα και πλαστικότητα. Με άλλα λόγια, η κίνηση παίρνει αταξικό χαρακτήρα.

Ρύθμιση της εκούσιας κίνησης στο φλοιικό επίπεδο: η παρεγκεφαλίδα, όπως αναφέρθηκε, χρησιμοποιώντας για την εναρμόνιση της εκούσιας κίνησης προσαγωγή ερεθίσματα από την περιφέρεια, αλλά και από τον εγκεφαλικό φλοιό (με τη φλοιο-γεφυρο-παρεγκεφαλική οδό), ρυθμίζει τις εκφορτίσεις του κινητικού (πυραμιδικού) και του προκινητικού (εξωπυραμιδικού) φλοιού, μέσω της παρεγκεφαλοθαλαμο-φλοιώδους οδού. Με τον τρόπο αυτό, η παρεγκεφαλίδα, ενεργώντας έμμεσα στα α-κύτταρα του νωτιαίου μυελού μέσω του φλοιού και της πυραμιδικής και της εξωπυραμιδικής οδού, επηρεάζει τη συνεργασία των μυών στις εκούσιες κινήσεις. Στη ρύθμιση αυτή στο φλοιικό επίπεδο φαίνεται να παίζει τον κύριο λόγο η νεοπαρεγκεφαλίδα. Παρά τις γνώσεις μας για τη ρυθμιστική δράση της παρεγκεφαλίδας στο επίπεδο του φλοιού, ο ακριβής μηχανισμός, που γίνεται η ρυθμιστική αυτή ενέργεια είναι ασαφής.

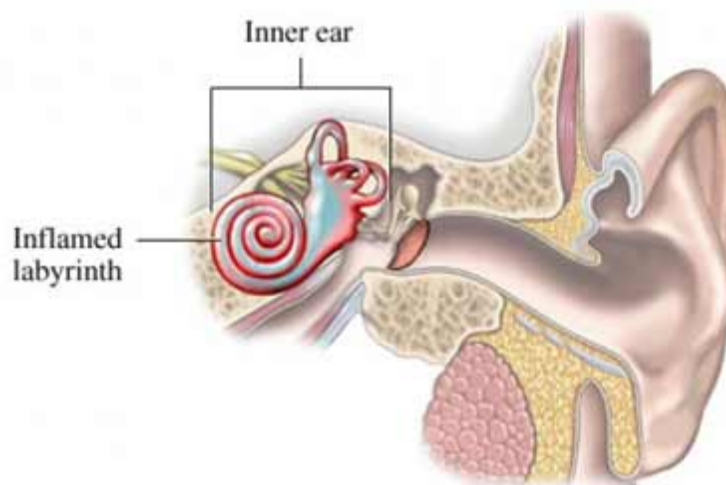
Σε περίληψη. Η παρεγκεφαλίδα είναι το κύριο ρυθμιστικό όργανο για την ισορροπία του σώματος στη στάση και τη βάρδιση και για την εναρμόνιση της μυικής σύσπασης αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών κατά τις εκούσιες κινήσεις. Η ρύθμιση της ισορροπίας (με ευοδωτικές κυρίως επιδράσεις στους γ-νευρώνες για την υποστήριξη του τόνου των αντιβαρικών μυών) εξασκείται κυρίως από την παλαιοπαρεγκεφαλίδα και την αρχαιοπαρεγκεφαλίδα (που ουσιαστικά αντιπροσωπεύουν το σκώληκα) με βάση πληροφορίες από «εν τω βάθει» αισθητικούς υποδοχείς, από την αφή, τα μάτια και τους λαβυρίνθους. Η ρύθμιση της συνεργίας των εκούσιων κινήσεων εξασκείται κυρίως από τη νεοπαρεγκεφαλίδα με βάση τα πιο πάνω περιφερικά ερεθίσματα και τα ερεθίσματα από τον εγκεφαλικό φλοιό. Οι επιδράσεις είναι κυρίως ευοδωτικές τόσο στο επίπεδο των γ-νευρώνων όσο και στο επίπεδο του προκινητικού φλοιού. (Νευρολογία λογοθέτη, Λογοθέτης Ιωάννης, Ιωάννης Μυλωνάς, 2004)

1.2.6.2 Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟΥ ΣΤΕΛΕΧΟΥΣ

Η ανάπτυξη της ισορροπίας περιλαμβάνει πρωταρχικά την ανάπτυξη της ανόρθωσης, των ισορροπιστικών αντιδράσεων, των οπτικών ανορθωτικών αντανάκλαστικών και την ενοποίηση τους με ιδιοδεκτικές και απτικές αισθήσεις. Η ανόρθωση και οι ισορροπιστικές αντιδράσεις έχουν περιγραφεί από πολλούς συγγραφείς, ορισμένοι υποστηρίζουν ότι ο έλεγχος του κορμού, η ισορροπία και ο προσανατολισμός στον χώρο είναι οι βασικοί κινητικοί παράγοντες του εγκεφαλικού στελέχους. Το εγκεφαλικό στέλεχος βοηθά στη διατήρηση της σταθερότητας στη μέση γραμμή πράγμα που οι συγγραφείς αποκαλούν «αντανάκλαστικά προσανατολισμού».

1.2.6.3 Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΛΑΒΥΡΙΝΘΟΥ

Ο λαβύρινθος αποτελεί το ασητήριο όργανο της ακοής και του χώρου. Στο λαβύρινθο βρίσκονται τα υποδεκτικά όργανα (οι ακουστικές ακρολοφίες οι οποίες σε μια σταθερή στάση μένουν ακίνητες, ενώ παραμορφώνονται σε οριζόντια περιστροφή δίνοντας την αίσθηση του χώρου) των αιθήσεων και του χώρου (εικ.1.9).



Εικ.1.9 Ο λαβύρινθος

1.3 ΤΑ ΣΤΑΤΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΑ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ

Οι στατικοκινητικές λεγόμενες αντιδράσεις ή αντανακλαστικά ισορροπίας τα οποία είναι περισσότερο λαβυρινθικής και λιγότερο ιδιοδεκτικής προελεύσεως και αποσκοπούν στην προετοιμασία μίας "σωστής" στάσεως του ζώου μετά από μία απότομη μετακίνηση τύπου πτώσεως ή περιστροφής. Οι δύο κυριότερες από τις αντιδράσεις αυτές, οι οποίες είναι αρκετά πολυάριθμες, είναι:

1.- Αντίδραση πτώσεως: Εάν ένα μεσεγκεφαλικό ζώο αφηθεί να πέσει από ύψος, παρατηρείται αντίδραση ανάλογη προς αυτήν ενός ζώου υγιούς, δηλ. τα πρόσθια σκέλη του εκτείνονται και τα άκρα του φέρονται σε απαγωγή ενώ η ράχη κάμπτεται και η ουρά ανυψώνεται. Εάν κατά την πτώση η κεφαλή του ζώου είναι αρχικά πιο υψηλά από το οπίσθιο τμήμα του κορμού ανάλογη αντίδραση εμφανίζεται πρώτα στα οπίσθια σκέλη ενώ η κεφαλή κάμπτεται προς τα εμπρός και κάτω. Παρόμοιες, αλλά πιο ήπιες, αντιδράσεις παρατηρούνται τόσο σε μεσεγκεφαλικά όσο και σε υγιή ζώα κατά το απότομο ανέβασμα και κατέβασμα σε έναν ανελκυστήρα. Οι αντανακλαστικές αυτές αντιδράσεις ξεκινούν κατά πρώτο λόγο από τα στατολιθοφόρα όργανα (αντίληψη ευθύγραμμης επιταχύνσεως), δεν εξαφανίζονται όμως πλήρως εάν τα όργανα αυτά καταστραφούν εφόσον λειτουργούν ακόμη οι ημικύκλιοι σωλήνες.

2.- Αντιδράσεις στροφής οφθαλμών και κεφαλής: Κατά την παθητική περιστροφή ενός υγιούς ζώου γύρω από έναν κατακόρυφο άξονα, π.χ. προς τα αριστερά, θα προκληθούν κινήσεις τόσο της κεφαλής όσο και των οφθαλμών προς την αντίθετη κατεύθυνση, δηλ. προς τα δεξιά, ενδεχόμενα θα στραφεί και ολόκληρο το ζώο ενεργητικά προς την ίδια κατεύθυνση. Οι αντιδράσεις αυτές υπάρχουν και στο μεσεγκεφαλικό ζώο και ξεκινούν από τη διέγερση των ημικύκλιων σωλήνων. Ο σκοπός των κινήσεων αυτών είναι βέβαια η διατήρηση στο οπτικό πεδίο του ζώου των αρχικών περιοχών του περιβάλλοντος που παρατηρούσε πριν να αρχίσει η "παρά τη θέλησή του" στροφή. Σε συσχέτιση με τα προηγούμενα πρέπει να περιγραφεί εδώ το φαινόμενο του **νυσταγμού**: Όταν ένα ζώο ή ένα άτομο υφίσταται μία συνεχή περιστροφική κίνηση οι οφθαλμοί του αρχικά στρέφονται, όπως αναφέρεται παραπάνω, προς την αντίθετη κατεύθυνση, πριν όμως λάβουν απόλυτα ακραία θέση μία ταχεία κίνηση τους επαναφέρει προς το κέντρο οπότε εφόσον συνεχίζεται η περιστροφή ξαναρχίζει η αργή κίνησή τους προς την αντίθετη κατεύθυνση κ.ο.κ. Το φαινόμενο αυτό είναι λαβυρινθικής προελεύσεως (λαβυρινθικός νυσταγμός). Η βραδεία φάση οφείλεται ακριβώς σε δράση του λαβυρίνθου διαμέσου των αιθουσαίων πυρήνων ενώ η φάση ταχείας επαναφοράς οφείλεται σε ώσεις από πυρήνες

της γέφυρας που ευρίσκονται κοντά στον πυρήνα του απαγωγού νεύρου (YI). Ο νυσταγμός χαρακτηρίζεται ως δεξιός ή αριστερός ανάλογα με την κατεύθυνση κινήσεως της ταχείας φάσεως επαναφοράς, Εκτός από τον λαβυρινθικό υπάρχει και ο λεγόμενος οπτικοκινητικός νυσταγμός, αυτός χαρακτηρίζεται από κινήσεις των οφθαλμικών βολβών του ίδιου αυτού τύπου και εμφανίζεται όταν ένα άτομο παρακολουθεί τη συνεχή προς μία κατεύθυνση κίνηση αντικειμένων, π.χ. όταν κάθεται σε ένα σιδηρόδρομο και παρακολουθεί από το παράθυρο το διερχόμενο τοπίο, το άτομο αυτό παρακολουθεί με τους οφθαλμούς ένα διερχόμενο αντικείμενο (βραδεία φάση) και μετά τους επαναφέρει πάλι σε μία κεντρική θέση (ταχεία φάση) για να τους προσηλώσει εκ νέου σε ένα άλλο κινούμενο αντικείμενο κ.ο.κ., και οι δύο τύποι νυσταγμού μπορούν να εμφανισθούν και προς άλλες κατευθύνσεις εκτός από την πιο συνηθισμένη οριζόντια. Ο λαβυρινθικός νυσταγμός μπορεί να παρατηρηθεί και σε μεσεγκεφαλικό ζώο κάτω από ειδικές συνθήκες, δηλ. εφόσον διατηρηθεί η ακεραιότητα των αρθαλμοκινητικών νεύρων, αντίθετα είναι ευνόητο ότι ο οπτικοκινητικός νυσταγμός εξαφανίζεται (διακοπή της οπτικής οδού).

Η διερεύνηση του νυσταγμού έχει κλινική σημασία δεδομένου ότι επιτρέπει τον έλεγχο της λειτουργίας των ημικύκλιων σωλήνων. Κατά τη λεγόμενη δοκιμασία Barany ελέγχεται ο κατόπιν περιστροφής νυσταγμός, αφού όμως αποκλεισθεί ο νυσταγμός οπτικοκινητικού τύπου με τη χρησιμοποίηση από τον εξεταζόμενο ειδικών γυαλιών που τον εμποδίζουν να προσηλώνει τους οφθαλμούς του σε κάποιο σημείο στο περιβάλλον, στη δοκιμασία αυτή ελέγχονται και οι δύο λαβύρινθοι συγχρόνως. Ο ξεχωριστός έλεγχος του συστήματος των ημικύκλιων σωλήνων του ενός λαβυρίνθου επιτυγχάνεται με τη θερμική τους διέγερση με ζεστό ή κρύο νερό στον αντίστοιχο έξω ακουστικό πόρο: Το νερό με τη διαφορετική του θερμοκρασία προκαλεί συστολή ή διαστολή, κατά περίπτωση, της ενδολέμφου και επομένως μετακίνησή της με αποτέλεσμα χαρακτηριστικό νυσταγμό και υποκειμενικό αίσθημα περιστροφής. Εάν η δοκιμασία αποβεί αρνητική δηλ. δεν εμφανισθεί νυσταγμός-αυτό σημαίνει ότι το στατικό όργανο της πλευράς αυτής δεν λειτουργεί.

Σε τελική επισκόπηση του ρόλου του στελέχους του εγκεφάλου και των πυρήνων που περιέχονται σε αυτό στις κινητικές λειτουργίες, πρέπει να τονισθούν τα εξής:

1- Το τελικό κοινό τμήμα της κινητικής οδού αντιστοιχεί προς τους α-κινητικούς νευρώνες των προσθίων κεράτων του νωτιαίου μυελού (και των κινητικών πυρήνων των εγκεφαλικών συζυγιών), στους νευρώνες αυτούς συγκλίνουν άμεσα ή έμμεσα όλες οι κατιούσες οδοί από τα ανώτερα κέντρα, πυραμιδικές και μη. Παρόλο ότι κάθε μορφή κινήσεως μπορεί να παραχθεί με κατάλληλη διέγερση αυτών των α-κινητικών νευρώνων, εντούτοις ο νωτιαίος μυελός, εφόσον έχει απομονωθεί από τις ανώτερες βαθμίδες του

K.N.Σ., δεν είναι σε θέση να συντονίσει δηλ. να καταφέρει να εκτελεσθούν παρά μόνον ορισμένες στοιχειώδεις αντανακλαστικές κινητικές αντιδράσεις (αντανακλαστικά κάμψεως και μυοτατικά).

2- Η διατήρηση της λειτουργικής συνδέσεως ολόκληρου του στελέχους του εγκεφάλου με τον νωτιαίο μυελό εξασφαλίζει τη σχετικά εύρυθμη λειτουργία ορισμένων βασικών συστημάτων όπως του κυκλοφορικού, του αναπνευστικού κτλ. και αυτό διότι τα σχετικά ρυθμιστικά κέντρα ευρίσκονται στην περιοχή της γέφυρας και του προμήκους μυελού. Επίσης διατηρούνται οι μηχανισμοί οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την εξασφάλιση μίας "κανονικής" στάσεως και μίας σταθερής ισορροπίας του σώματος, δηλ. στάσεως και ισορροπίας που είναι κατάλληλες για την εκκίνηση εκτελέσεως ενσυνείδητων εκούσιων κινήσεων παντός τύπου. Τέτοιες κινήσεις φυσικά δεν εκτελούνται από το μεσεγκεφαλικό ζώο διότι λείπει η σύνδεση με τα ανώτερα κέντρα του K.N.Σ..

3.- Εκτός από τη συμβολή του σε μία γενική ρύθμιση του τόνου των μυών (στην οποία συμμετέχει και η παρεγκεφαλίδα) το στέλεχος του εγκεφάλου είναι επιπλέον υπεύθυνο για τον συντονισμό των κινήσεων με τις οποίες το ζώο αντιδρά στην επενέργεια της βαρύτητας καθώς και στην παθητική μετακίνηση του σώματός του σε ευθεία γραμμή ή περιστροφικά προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Στο πλαίσιο των αντιδράσεων αυτών ανήκουν μεταξύ των άλλων και ειδικές στερεότυπες κινήσεις του σώματος, της κεφαλής και των οφθαλμών, οι οποίες συντονίζονται στα ανώτερα τμήματα του στελέχους του εγκεφάλου και συγκεκριμένα σε ορισμένους πυρήνες του μεσεγκεφάλου, όπως ο διάμεσος πυρήνας του Cajal, ο πυρήνας του οπίσθιου συνδέσμου του Darkschewitsch κ.ά. Στις στερεότυπες κινήσεις αυτές είναι δυνατό να συμπεριληφθεί ακόμη και η βάδιση δεν πρέπει όμως να λησμονηθεί ότι όλες οι κινήσεις που "ξεκινούν" από τον μεσεγκεφαλο ή από κατώτερα κέντρα δεν είναι παρά η έκφραση στοιχειωδών ή τα πολύ μετρίως πολύπλοκων **προκαθορισμένων στερρών προγραμμάτων στάσεως και κινήσεων** τα οποία στην ουσία εμπεριέχονται ευθύς απαρχής στη μορφολογική δομή των τμημάτων αυτών του K.N.Σ. Το μεσεγκεφαλικό ζώο δηλ., παρόλη την ικανότητά του προς κίνηση, στερείται της ικανότητας της συλλήψεως, του προγραμματισμού και της εκτελέσεως ενσυνείδητων, εκούσιων και σκόπιμων απλών ή πολύπλοκων κινήσεων:

Οι κινήσεις αυτού του τύπου απαιτούν την παρουσία ή καλύτερα τη λειτουργική συνεργασία των βασικών γαγγλίων και, ιδιαίτερα στον άνθρωπο, ακόμη και του φλοιού του εγκεφάλου. (Φυσιολογία ανθρώπου και λοιπών θηλαστικών., Ασπιώτης Νικόλαος, 1985)

1.4 ΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΝΟΡΘΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

Οι αντιδράσεις ανόρθωσης επιτρέπουν σ'ένα άνθρωπο να αλλάξει θέση. Οι αντιδράσεις ανόρθωσης ενεργοποιούνται από τους αισθητικούς υποδοχείς και αρχίζουν να αναπτύσσονται κατά τη γέννηση. Τα πέντα γκρούπ των αντιδράσεων αυτών είναι:

1. Λαβυρίνθεια ανόρθωση κεφαλής
2. Ανόρθωση του σώματος με την ενεργοποίηση κεφαλής
3. Ανόρθωση αυχένα
4. Ανόρθωση σώματος με την ενεργοποίηση σώματος
5. Οπτική ανόρθωση

Οι αντιδράσεις προσανατολισμού αναπτύσσονται καθώς μεταβαλλόμαστε σε δίποδα πλάσματα, πράγμα που γίνεται όταν τοποθετούμαστε σε καθιστή ή όρθια στάση. Οι αντιδράσεις αυτές μας βοηθούν να διατηρήσουμε ή να ξανακερδίσουμε την ισορροπία μας κρατώντας το κέντρο βάρους μέσα στη βάση στήριξης. Οι αντιδράσεις προσανατολισμού συχνά εκδηλώνονται όταν το σώμα είναι η πρώτη γραμμή άμυνας ενάντια στην πτώση. Αν οι αντιδράσεις προσανατολισμού δεν μπορούν να αποκαταστήσουν την ισορροπία, τότε ανακύπτει η δεύτερη γραμμή άμυνας: οι προστατευτικές αντιδράσεις. Μία από τις πιο γνωστές προστατευτικές αντιδράσεις είναι η «αντίδραση αλεξιπτωτιμού». (Αξιολόγηση ασθενών με βλάβες - κακώσεις Κ.Ν.Σ., Ρόσμπογλου Στυλιανός Κ., 2002)

1.5 ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΚΑΙ ΣΤΗ ΣΥΝΕΡΓΙΑ ΤΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ

Οι ρυθμιστικοί μηχανισμοί του γ-νευρώνα, της παρεγκεφαλίδας ακόμα και του εξωπυραμιδικού συστήματος δε θα μπορούσαν να λειτουργήσουν και να ανταποκριθούν στις ανάγκες χωρίς προσαγωγή πληροφοριών από αισθητικούς υποδοχείς, όπως αναφέρθηκαν πιο πάνω. Εξάλλου οι περισσότερες από τις κινητικές ρυθμίσεις αποτελούν αντανακλαστικές αντιδράσεις.

Οι «εν τω βάθει» αισθητικοί υποδοχείς (από τις μυικές ατράκτους, τους τένοντες και τις αρθρώσεις) δίνουν πληροφορίες που αφορούν τη θέση και κίνηση των μελών και γενικά τις μεταβολές στο μυοσκελετικό σύστημα λόγω δράσης της βαρύτητας και μεταβολών στο μυικό τόνο. Οι υποδοχείς της αφής (κυρίως στα πέλματα, τις παλάμες και τους γλουτούς) δίνουν και αυτοί πληροφορίες σχετικές με τη θέση και την κίνηση. Η όραση αποτελεί πηγή πληροφοριών για τη θέση του σώματος στο χώρο. Οι λαβύρινθοι δίνουν πληροφορίες που αφορούν αλλαγές ταχύτητας του σώματος (γραμμικές και γωνιακές), καθώς και τον προσανατολισμό σε σχέση με την κατεύθυνση της βαρύτητας.

Οι παραπάνω πληροφορίες, απαραίτητες για την αντίληψη της θέσης των μελών και του σώματος και για την αίσθηση του προσανατολισμού στο χώρο, αποτελούν ερεθίσματα για την πρόκληση κεντρικών ρυθμιστικών αντιδράσεων με σκοπό το συντονισμό των κινήσεων και τη διατήρηση της ισορροπίας.

Βλάβη όχι μόνο στην παρεγκεφαλίδα, αλλά και στους υποδοχείς και στους προσαγωγούς δρόμους που μεταφέρουν τα παραπάνω ερεθίσματα μπορεί να προκαλέσουν διαταραχές στην ισορροπία και στη συνεργία των κινήσεων.

Η εξέταση του ρυθμιστικού κινητικού μηχανισμού - διαταραχές της λειτουργίας του

Οι δοκιμασίες που περιγράφονται εδώ αποβλέπουν στην αποκάλυψη διαταραχών της μυικής συνεργίας και ισορροπίας τόσο από παρεγκεφαλιδικές βλάβες όσο και από βλάβες σε αιθουσαίους σχηματισμούς, σε οδούς της εν τω βάθει αισθητικότητας και σε άλλα σημεία του νευρικού συστήματος. Για ορισμένες δοκιμασίες έγινε λόγος στην εξέταση του αιθουσαίου νεύρου.

1.6 ΣΥΝΕΡΓΙΑ ΤΩΝ ΜΥΩΝ ΣΤΙΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

Το μέρος αυτό ιδιαίτερα αναφέρεται σε δοκιμασίες που αποκαλούνται παρεγκεφαλιδικές για την αξιολόγηση της συνεργίας των μυών στις εκούσιες κινήσεις. Η εξέταση γίνεται τόσο με ανοιχτά όσο και με κλειστά τα μάτια.

1.6.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

Δοκιμασίες για τη συνεργία των μυών «στο χώρο» κατά τις εκούσιες κινήσεις

Δοκιμασία δείκτης-μύτη: με το χέρι σε έκταση και απαγωγή ο άρρωστος φέρνει το δείκτη του ενός και ύστερα του άλλού χεριού στη μύτη του. Αυτό το επαναλαμβάνει 2-3 φορές. Στην εξέταση σημειώνουμε αν υπάρχει δυσμετρία, αν δηλαδή ο δείκτης σταματά πρόωρα (υπομετρία) ή αν ξεπερνά και αστοχεί φθάνοντας στη μύτη (υπερμετρία). Επίσης, σημειώνουμε αν η κίνηση διασπάται και γίνεται διακεκομμένη (ασυνεργία) ή αν στην προσέγγιση του στόχου υπάρχει τρόμος (κινητικός ή τελικός τρόμος).

Δοκιμασία δείκτης-μύτη-δείκτης: στη δοκιμασία αυτή, με την οποία αναζητούμε τις ίδιες διαταραχές όπως και στην προηγούμενη, ο άρρωστος προσεγγίζει το δείκτη του χεριού του στη μύτη του και κατόπιν στο δείκτη του εξεταστή που τον κρατά μπροστά του σε μικρή απόσταση. Η δοκιμασία συμπληρώνεται όταν ο εξεταστής διαδοχικά αλλάζει τη θέση του χεριού του, ενώ ο άρρωστος συνεχίζει να φέρνει το δείκτη στη μύτη του και στο δείκτη του εξεταστή (κυνήγημα δακτύλου).

Δοκιμασία δείκτης-δείκτης: ο άρρωστος κρατά τα άνω άκρα σε πλάγια έκταση και, ύστερα από παραγγελία, τα φέρνει απότομα μπροστά του αντικρίζοντας τους δείκτες των χεριών του, χωρίς όμως να τους ακουμπήσει. Και η δοκιμασία αυτή αποσκοπεί στην αποκάλυψη των ίδιων διαταραχών, όπως και στις προηγούμενες, αλλά ελέγχει επιπλέον και την ικανότητα για άμεσο σταμάτημα μιας κίνησης.

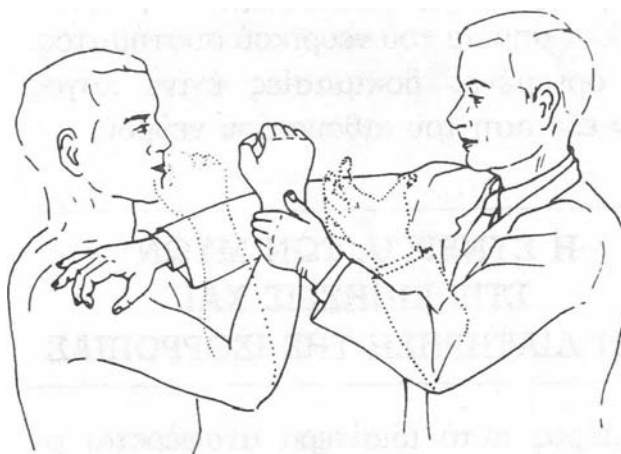
Δοκιμασία φτέρνα-γόνατο: ο άρρωστος σε ύπτια θέση φέρνει τη φτέρνα του στο άλλο γόνατο και τη σέρνει κατά μήκος του πρόσθιου χείλους της κνήμης. Αναζητούνται οι ίδιες διαταραχές όπως και προηγουμένως.

Δοκιμασία δάκτυλος ποδιού-δείκτης: ο άρρωστος σε ύπτια θέση ανυψώνει το σκέλος του και φέρνει το μεγάλο του δάκτυλο στο δείκτη του χεριού του εξεταστή, που τον κρατά σε μικρή απόσταση. Σε θετική δοκιμασία αποκαλύπτονται ίδιες διαταραχές όπως και παραπάνω.

Δοκιμασίες για τη συνεγία των μυών «στο χρόνο» κατά τις εκούσιες κινήσεις

Δοκιμασίες χρονομετρίας: στις δοκιμασίες αυτές αξιολογείται η ταχύτητα έναρξης και αναστολής μιας κίνησης και γενικά μιας μυικής σύσπασης. Διαταραχή στις δοκιμασίες αυτές αναφέρεται με τον όρο δυσχρονομετρία. Συνήθως ζητούμε από τον άρρωστο να σφίξει γρήγορα με το χέρι του τα δάκτυλα του εξεταστή και κατόπιν γρήγορα να το χαλαρώσει. Μια κλασική δοκιμασία είναι των Gordon-Holmes (δοκιμασία ανάπαλσης). Ο άρρωστος διατηρεί το άνω άκρο του σε στέρεη κάμψη στον αγκώνα, καθώς ο εξεταστής προβάλλει αντίσταση (εικ. 1.10). Ο εξεταστής ξαφνικά αφήνει το χέρι του, φυσιολογικά το άκρο του αρρώστου μένει σταθερό στην κάμψη, ενώ σε θετική δοκιμασία (δυσχρονομετρία) το άκρο αναπηδά υπέρμετρα με τάση να πλήξει το πρόσωπό του. Η ανώμαλη αυτή αντίδραση είναι αποτέλεσμα μη έγκαιρης αναστολής της κάμψης του αγκώνα και μη έγκαιρης έναρξης σύσπασης των ανταγωνιστών μυών. Ανάλογη δοκιμασία γίνεται με το άνω άκρο σε θέση πρότασης, καθώς ο εξεταστής πιέζει το άκρο προς τα κάτω και κατόπιν το αφήνει απότομα, εκτιμώντας, έτσι, το βαθμό αναπήδησης του άκρου.

Δοκιμασίες διαδοχοκινήσιες: σ' αυτές αξιολογούμε την ικανότητα γρήγορης εναλλαγής των φάσεων μιας κίνησης π.χ. πρηνισμού-υπτιασμού των χεριών επάνω στο τραπέζι ή ελεύθερα στον αέρα, όπως κάνουμε «κου-πε-πε» στα μωρά. Στην εξέταση αναζητούμε αν οι κινήσεις είναι σιγανές, άρρυθμες και αδέξιες, λόγω δυσκολίας στη γρήγορη εναλλαγή σύσπασης αγωνιστών-ανταγωνιστών μυών (δυσδιαδοχοκινήσια).



Εικ. 1.10 Η τεχνική για τη δοκιμασία Gordon-Holmes. Ο εξεταστής για λόγους ασφάλειας παρεμβάλλει το χέρι του μεταξύ χεριού και προσώπου του άρρωστου.

Δοκιμασίες για τη στατική και την κινητική ισορροπία

Οι δοκιμασίες αυτές αποσκοπούν στην αποκάλυψη τόσο παρεγκεφαλιδικής βλάβης όσο και βλάβης από άλλα συστήματα υπεύθυνα για την ισορροπία του σώματος (αιθουσαίο, εν τω βάθει αισθητικότητα). Οι δοκιμασίες γίνονται με κλειστά και με ανοιχτά τα μάτια.

Δοκιμασία ισορροπίας στην όρθια θέση: πιο κλασική είναι η δοκιμασία Romberg σε θέση προσοχής με τα πόδια σε προσαγωγή. Η δοκιμασία γίνεται με κλειστά και ανοιχτά τα μάτια και με το κεφάλι μπροστά και, κατόπιν, στραμμένο δεξιά και αριστερά. Αναζητούμε παρέκκλιση του σώματος και τάση για πτώση προς τη μια ή την άλλη κατεύθυνση.

Δοκιμασία ισορροπίας στην καθιστή θέση: αξιολογούμε την ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας στην καθιστική θέση και αναζητούμε τάση του σώματος για απόκλιση και πτώση.

Δοκιμασίες παρέκκλισης και ισορροπίας στη βάδιση: ο άρρωστος ελέγχεται στο κανονικό βάδισμα και σε επιτηδευμένο βάδισμα (βήμα προς βήμα, χιαστό βήμα, βηματισμός γύρω από τραπέζι). Αναζητούμε παρέκκλιση και τάση για πτώση. Στη

δοκιμασία τυφλού βαδίσματος (κατά Babinski - Weil) ο άρρωστος ελέγχεται βαδίζοντας σε μια απόσταση προς τα εμπρός και, στη συνέχεια, προς τα πίσω με κλειστά μάτια. Σε θετική δοκιμασία ο άρρωστος στη βάδιση προς τα εμπρός παρεκκλίνει προς τη μια πλευρά και στη βάδιση προς τα πίσω παρεκκλίνει προς την άλλη πλευρά. Τελικά, ο άρρωστος καταλήγει να ατενίζει προς την αντίθετη διεύθυνση από εκείνη που ατένιζε στο ξεκίνημα.

Δοκιμασίες παρέκκλισης και στατικής ισορροπίας των άνω άκρων: εδώ ανήκει η δοκιμασία πρότασης των χεριών κατά την οποία ο άρρωστος κρατά τα χέρια του σε πρόταση, πρώτα με τα μάτια ανοιχτά και κατόπιν κλειστά. Ο εξεταστής ελέγχει για τυχόν παρέκκλιση των άκρων προς το ένα ή το άλλο πλάγιο και αν αυτή αφορά το ένα ή τα δύο άκρα.

Στη δοκιμασία κατάδειξης (κατά Barany) ο άρρωστος με το άκρο σε πρόταση ακουμπά με το δείκτη του χεριού του το δείκτη του εξεταστή που είναι μπροστά. του. Κατόπιν, στην αρχή με ανοιχτά και ύστερα με κλειστά μάτια, φέρνει το άκρο σε ανάταση (ή προς τα κάτω) και το ξαναφέρει να ακουμπήσει πάλι το δείκτη του εξεταστή. Ελέγχουμε και εδώ για παρέκκλιση και αστοχία.

1.7 ΛΟΓΟΙ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

1.7.1 ΟΙ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΠΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΖΟΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΒΛΑΒΕΣ ΠΑΡΕΓΚΕΦΑΛΙΔΑΣ.

Ο αποκλεισμός της παρεγκεφαλίδας από τη συμμετοχή στη ρύθμιση της κινητικής δραστηριότητας ή η ανεπάρκεια τέτοιας συμμετοχής χαρακτηρίζεται με τις παρακάτω μορφές διαταραχών της δραστηριότητας του μυοσκελετικού συστήματος.

Ατονία ή υποτονία - διαταραχές του μυϊκού τόνου, προκαλούμενες ως συνέπεια απώλειας ή εξασθένησης των επιδράσεων της παρεγκεφαλίδας στους πυρήνες του στελέχους, που συμμετέχουν στην επιστράτευση των τονικών ανταντακλαστικών στάσης. Στα σκυλιά και τις γάτες αμέσως μετά την εξολοκλήρου αφαίρεση της παρεγκεφαλίδας ή του πρόσθιου λοβού εμφανίζεται αύξηση του τόνου (υπερτονία) των εκτεινόντων μυών, η οποία μετά από 7-10 ημέρες μεταβάλλεται σε μείωση του τόνου αυτών των μυών, ενώ οι πειραματικές διαταραχές της παρεγκεφαλίδας σε

πιθήκους προκαλούν αμέσως υποτονία. Σε ασθενείς με παρεγκεφαλιδικές διαταραχές παρατηρείται επίσης μυική υποτονία, η οποία αποτελεί τη βασική αιτία ανικανότητας ενεργούς στήριξης της στάσης. Οι διαταραχές του μυικού τόνου συνιστούν διαταραχές της ικανότητας διατήρησης της ισορροπίας του σώματος μέσα στην ανακατανομή του μυικού τόνου κατά τις αλλαγές της στάσης και της μετατόπισης του κέντρου βάρους του σώματος.

Τρόμος τρέμουλο και ρυθμική ταλάντευση άκρων και κεφαλής. Ο "παρεγκεφαλιδικός" τρόμος εκδηλώνεται λίγο ή δεν παρουσιάζεται κατά την ηρεμία, ενώ ενισχύεται σημαντικά κατά τις κινήσεις. Κατά την εκτέλεση της κινητικής πράξης (λ.χ. άγγιγμα με το δάχτυλο του χεριού στο συγκεκριμένο αντικείμενο) ο τρόμος αυξάνεται και γίνεται εντονότερος όσο πλησιάζει στο στόχο. Τέτοιος τρόμος ονομάζεται **τρόμος προθέσεως ή αταξικός**. Ιδιαίτερης μορφής αταξικού τρόμου των έξω μυών του οφθαλμού είναι ο **παρεγκεφαλιδικός νυσταγμός**, τρόμος του οφθαλμικού βολβού κατά τη συγκέντρωση/σταθεροποίηση του βλέμματος.

Αταξία - διαταραχή του μεγέθους, της δύναμης, της ταχύτητας και της κατεύθυνσης της κίνησης με συνέπεια να χάνει αυτή την πλαστικότητα και τη σταθερότητα της (Arschavski). Κατά την πειραματική απώλεια ή διαταραχή της παρεγκεφαλίδας στα πειραματόζωα, αταξία σε μεγάλο βαθμό εκδηλώνεται στους πιθήκους, ενώ μπορεί να παρουσιασθεί και στους σκύλους και γάτες. Σ τον άνθρωπο η αταξία είναι σημαντικό σύμπτωμα διαταραχής της παρεγκεφαλίδας. Στη βάση της αταξίας είναι η διαταραχή της αλληλεπίδρασης των ανταγωνιστών μυών, που συμμετέχουν στην επιστράτευση σκόπιμων κινήσεων. Έτσι, το άκρο, κατά την εκτέλεση κάποιας κινητικής πράξης είτε σταματάει πρόωρα την κίνηση (**υπομετρία**) ή υπερβαίνει το στόχο (**υπερμετρία**). Τέτοια μορφή εκδήλωσης της αταξίας ονομάζεται **δυσμετρία**. Κατά την κίνηση η διαταραχή της αλληλεπίδρασης των ανταγωνιστών μυών προκαλεί εξέλιξη του **αταξικού βαδίσματος (περπατήματος)**, κατά την οποία τα πόδια ανεβαίνουν δυσανάλογα και κατεβαίνουν με περίσσεια δύναμη στην επιφάνεια στήριξης. Ένας τέτοιος ασθενής τοποθετεί τα πόδια κατά το βάδισμα πολύ ανοιχτά και κουνιέται σαν μεθυσμένος. Η αταξία των μυών που συμμετέχουν στην ομιλία - **δυσαρθρία** - εκδηλώνεται με τη μορφή **συλλαβισμού κατά την ομιλία**, συχνά με συγκεχυμένη προφορά στις ξεχωριστές λέξεις. Κατά την παρεγκεφαλιδική αταξία δυσκολεύεται η γρήγορη αλλαγή κατεύθυνσης της κίνησης: περιστροφή της παλάμης, στη σειρά χτυπήματα με τα δάχτυλα ενός χεριού, κλπ. Τέτοια εκδήλωση αταξίας ονομάζεται **αδιαδοχοκινησία**.

Ασυνέργεια - διαταραχή ταυτόχρονης ενεργοποίησης των συνεργικών μυών ή μυικών ομάδων κατά την εκτέλεση σκόπιμης κίνησης. Στην ασυνέργεια, ο ασθενής τοποθετώντας κατά το βάδισμα το πόδι μπροστά, δεν κουνά ταυτόχρονα το κορμί, όπως ο υγιής άνθρωπος. Η ασυνέργεια αυτών των μυών μπορεί να προκαλέσει πτώση. Ο βαθμός εκδήλωσης των περιγραφόμενων συμπτωμάτων εξαρτάται σε κάθε περίπτωση από τις διαταραχές της παρεγκεφαλίδας, όπως από το γενικό όγκο της και από την τοποθέτησή της.

Κατά τις διαταραχές του οπίσθιου τμήματος **της κεντρικής μοίρας** (οζίδιο) εμφανίζονται διαταραχές της ισορροπίας, ενώ δεν εκδηλώνεται αταξία των κινήσεων των άκρων. Η διαταραχή του πρόσθιου τμήματος αυτής της μοίρας προκαλεί διαταραχές συντονισμού των κινήσεων των κάτω άκρων (κίνηση) και ισορροπίας, ενώ κατά τις διαταραχές **της παράκεντρης μοίρας** διαταράσσεται ο μυικός τόνος και ο συντονισμός των κινήσεων. Ο τρόμος και η αταξία των άκρων παρατηρούνται κατά την εκτέλεση λεπτών δεξιοτήτων. Η απώλεια **της πλάγιας μοίρας** του φλοιού της παρεγκεφαλίδας στις γάτες και στους σκύλους δεν προκαλεί αισθητές κινητικές διαταραχές. Στους πιθήκους η διαταραχή του οδοντωτού πυρήνα (η περιοχή προβολής της πλάγιας μοίρας) προκαλεί στην πλευρά διαταραχής υποτονία, τρόμο των άκρων και σημαντική αταξία. Στους ανθρώπους κατά τις τοπικές διαταραχές **της πλάγιας μοίρας** βρίσκονται σε εξέλιξη όλες οι παραπάνω περιγραφόμενες διαταραχές. Τέτοια εξάρτηση των κινητικών διαταραχών κατά τις διαταραχές της πλάγιας μοίρας από το επίπεδο της φυλογενετικής εξέλιξης του εγκεφάλου εξηγείται με το γεγονός, ότι μαζί με την προοδευτική εξέλιξη του φλοιού του τελικού εγκεφάλου και ιδιαίτερα τις κινητικές περιοχές προοδεύουν και οι πλάγιες περιοχές της παρεγκεφαλίδας (φλοιός και οδοντωτός πυρήνας) και αντίστοιχα αυξάνεται η λειτουργική σημασία αυτών των περιοχών στη ρύθμιση των εκούσιων κινήσεων.

Γενικά, η διαταραχή της συνεργίας των μυών για την επιτέλεση των εκούσιων κινήσεων και για την ισορροπία του σώματος στη στάση και τη βάδιση οδηγεί σε αταξία. Η αταξία στην πιο τυπική της μορφή εμφανίζεται σε παρεγκεφαλιδικές βλάβες. Άλλες κλινικές μορφές αταξίας είναι αυτές από βλάβη στην αιθουσαία οδό και στην οδό της εν τω βάθει αισθητικότητας.

Παρεγκεφαλιδική αταξία

Τα κύρια χαρακτηριστικά της παρεγκεφαλιδικής αταξίας είναι:

Αταξία στη στάση και τη βάδιση: αυτή εκδηλώνεται κυρίως σε βλάβη του σκώληκα της παρεγκεφαλίδας. Ο άρρωστος περπατά σαν μεθυσμένος με παρεκκλίσεις «ζικ-ζακ» με ανοιχτά τα σκέλη, με σχετικά υπέρμετρη ανύψωση των ποδιών του από το έδαφος και με τρομώδεις κινήσεις του κορμού. Η δοκιμασία Romberg είναι θετική τόσο με ανοιχτά όσο και με κλειστά τα μάτια, συνήθως με τάση για πτώση προς τα πίσω. Η στροφή της κεφαλής, σε αντίθεση με αιθουσαίες διαταραχές, δεν αλλάζει την εικόνα. Ετερόπλευρη βλάβη στο παρεγκεφαλιδικό ημισφαίριο προκαλεί παρέκκλιση προς το πλάγιο της βλάβης (με ανοιχτά ή κλειστά μάτια) που γίνεται ιδιαίτερα αντιληπτή στις δοκιμασίες ισορροπίας στη βάδιση, στην όρθια θέση και στην καθιστή θέση.

Αταξία στις εκούσιες κινήσεις: η αταξία αυτή παρατηρείται κυρίως σε βλάβη της νεοπαρεγκεφαλίδας (σύνδρομο της νεοπαρεγκεφαλίδας ή των παρεγκεφαλιδικών ημισφαιρίων). Από τις διαταραχές των κινήσεων στο χώρο χαρακτηριστική είναι η δυσμετρία με αποτέλεσμα το χέρι, καθώς προσεγγίζει το στόχο, να σταματά πρόωρα (υπομετρία) ή να τον ξεπερνά (υπερμετρία) και, γενικά, να αστοχεί. Η ασυνεργία αναφέρεται ειδικά στη μη καλή διαδοχή των επιμέρους τμημάτων μιας κίνησης με αποτέλεσμα η κίνηση να γίνεται με ακανόνιστες διακοπές (διάσπαση της κίνησης). Η δυσμετρία και η ασυνεργία εκδηλώνονται σύστοιχα με το πλάγιο της βλάβης και γίνονται εύκολα φανερά με τις δοκιμασίες δείκτης-μύτη, δείκτης-μύτη-δείκτης, πτέρνα-γόνατο κτλ. Η δοκιμασία κατάδειξης, επίσης, αποκαλύπτει τη δυσμετρία. Οι διαταραχές των κινήσεων στο χρόνο εκδηλώνονται: α) με επιβράδυνση των κινήσεων, β) με αδυναμία ελέγχου της έναρξης και διακοπής μιας κίνησης που ελέγχεται εύκολα με τη δοκιμασία Gordon-Holmes και γ) με διαταραχή στις διαδοχικές εναλλασσόμενες κινήσεις (δυσ-διαδοχοκινησία).

Παρεγκεφαλιδικός τρόμος (κινητικός τρόμος, τελικός τρόμος ή τρόμος στον τελικό σκοπό): εμφανίζεται κυρίως σε βλάβη της νεοπαρεγκεφαλίδας κατά τη διάρκεια εκούσιων κινήσεων, καθώς το άκρο που είναι σύστοιχα με τη βλάβη πλησιάζει το στόχο. Είναι τρόμος άρρυθμος και αδρός. Ο στατικός τρόμος των άκρων ή τρόμος θέσης είναι λιγότερο χαρακτηριστικός και αποκαλύπτεται με διατήρηση της θέσης ενός άκρου ενάντια στο βάρος του (στο άνω άκρο σε θέση πρότασης).

Άλλα συμπτώματα σε παρεγκεφαλιδική βλάβη: σε παρεγκεφαλιδική βλάβη υπάρχει τάση για μυική υποτονία και για ελάττωση των εν των βάθει αντανακλαστικών. Υπάρχει, επίσης, «μυική ασθενικότητα», που πιθανώς οφείλεται στην υποτονία και νωθρότητα των μυοστατικών αντανακλαστικών. Στα ίδια αίτια οφείλονται ίσως και η μείωση των

αιωρήσεων των άνω άκρων στη βάδιση. Παρέκκλιση των άκρων στην πρόταση εμφανίζεται προς το πλάγιο της βλάβης και αφορά μόνο το σύστοιχο άνω άκρο.

Δυσαρθρία στις παρεγκεφαλιδικές βλάβες (κυρίως των ημισφαιρίων) είναι αποτέλεσμα ασυνεργίας των μυών της ομιλίας και εκδηλώνεται με μονότονη, σιγανή φωνή με διακοπή στις συλλαβές και συχνά με εκρηκτικό χαρακτήρα. Ο νυσταγμός αποτελεί στοιχείο βλάβης της αρχαιοπαρεγκεφαλίδας, αλλά παρατηρείται και σε βλάβες των ημισφαιρίων. Είναι συνήθως αμφοτερόπλευρος, αλλά μεγαλύτερης έντασης με την προσήλωση του βλέμματος προς το πλάγιο της βλάβης.

Στην παθοφυσιολογία της παρεγκεφαλιδικής αταξίας παίζουν ρόλο διαταραγμένες σχέσεις που αφορούν: α) την επικοινωνία παρεγκεφαλίδας - εγκεφαλικού φλοιού βάσει της οποίας η παρεγκεφαλίδα (με παλίνδρομο μηχανισμό από ερεθίσματα που παίρνει από την περιφέρεια και από τον εγκεφαλικό φλοιό) ελέγχει με φυγόκεντρες ρυθμίσεις τις εκούσιες κινήσεις στο επίπεδο του κινητικού φλοιού, β) την επεξεργασία προσαγωγών αισθητικών ερεθισμάτων από την περιφέρεια και την αποστολή ρυθμιστικών επιδράσεων, ευοδωτικών, στους γ-νευρώνες του νωτιαίου μυελού.

Όπως έγινε προηγουμένως λόγος, οι γ-νευρώνες διατηρούν το μυικό τόνο με ενεργοποίηση, αρχικά, των μυικών ατράκτων και, στη συνέχεια, των μυοτατικών αντανακλαστικών. Μείωση των ευοδωτικών ώσεων προς τους γ-νευρώνες σε παρεγκεφαλιδικές βλάβες προκαλεί ελάττωση των μυοτατικών αντανακλαστικών και του μυικού τόνου. Η ελάττωση του τόνου των αντιβαρικών μυών, που σταθεροποιούν τις αρθρώσεις για τη διατήρηση της όρθιας θέσης, οδηγεί σε αταξία στη στάση και τη βάδιση. Όσον αφορά τις εκούσιες κινήσεις, οι διαταραγμένες σχέσεις μεταξύ παρεγκεφαλίδας και γ-νευρώνων, που δεν επιτρέπουν τη φυσιολογική τονική προετοιμασία και υποστήριξη των αγωνιστών μυών κατά τη διάρκεια της μυϊκής σύσπασης, έχουν ως αποτέλεσμα την αταξία στις εκούσιες κινήσεις.

Αισθητική αταξία

Η αταξία αυτή εμφανίζεται σε βλάβες των οδών της εν τω βάθει αισθητικότητας. Τα ερεθίσματα διαβιβάζονται με τις οπίσθιες δέσμες του νωτιαίου μυελού και με τις κεντρικές αισθητικές οδούς στο θάλαμο και στο βρεγματικό φλοιό. Μη συνειδητά ερεθίσματα από την οδό των οπίσθιων δεσμών μέσω των έξω τοξοειδών ινών καταλήγουν στην παρεγκεφαλίδα μαζί, με ερεθίσματα από τους μυικούς και τενόντιους υποδοχείς που διαβιβάζονται με τα νωτιοπαρεγκεφαλιδικά δεμάτια.

Στην κλινική πράξη η αισθητική αταξία παρατηρείται κυρίως σε βλάβη των οπίσθιων δεσμών του νωτιαίου μυελού και σε πολυριζιτικές και πολυνευριτικές βλάβες. Στην

κλινική εικόνα προέχουν περισσότερο διαταραχές της ισορροπίας στη στάση και τη βάδιση. Η βάδιση στην αισθητική αταξία είναι αβέβαιη, ασταθής με ανοιχτά τα σκέλη και χαρακτηριστικά καλπαστική (ο άρρωστος από κακό υπολογισμό του εύρους των κινήσεων ανυψώνει υπέρμετρα τα πόδια του και τα προσεγγίζει απότομα στο έδαφος). Με κλειστά τα μάτια η διαταραχή γίνεται πολύ πιο έντονη. Το ίδιο ισχύει για το σημείο Romberg και τις διάφορες δοκιμασίες παρέκκλισης και ισορροπίας στη βάδιση. Η αταξία στις εκούσιες κινήσεις είναι λιγότερο έκδηλη. Υπάρχει αστοχία όταν τα μάτια είναι κλειστά, στις διάφορες δοκιμασίες που περιγράφηκαν (δείκτης-μύτη, φτέρνα-γόνατο κτλ.), αλλά λείπουν η χαρακτηριστική ασυνεργία και ο κινητικός τρόμος της παρεγκεφαλιδικής αταξίας. Άλλες εκδηλώσεις της αισθητικής αταξίας είναι η υποτονία και η ελάττωση ή η κατάργηση των νωτιαίων αντανακλαστικών και της βαθιάς αισθητικότητας.

Η παθοφυσιολογία της αισθητικής αταξίας σχετίζεται με διαταραχές από βλάβες των οδών που μεταφέρουν εν τω βάθει αισθητικά ερεθίσματα από μυικούς, τενόντιους και αρθρικούς-περιαρθρικούς υποδοχείς. Οι διαταραχές αυτές έχουν δυσμενή επίπτωση στη διατήρηση της ισορροπίας και στη ρύθμιση των κινήσεων, ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει οπτική παρακολούθηση.

Αταξία σε βλάβη του αιθουσαίου μηχανισμού (αιθουσαία αταξία)

Η αταξία είναι αποτέλεσμα διαταραχής των λαβυρίθων, των αιθουσαίων νεύρων και των πυρήνων ή των αιθουσαίων συνδέσεων με την παρεγκεφαλίδα. Εκδηλώνεται κυρίως με διαταραχές ισορροπίας, παρεκκλίσεις των άκρων και νυσταγμό. Οι εντονότερες διαταραχές εκδηλώνονται σε οξείες περιφερικές αιθουσαίες βλάβες. Οι διαταραχές που αναφέρονται πιο κάτω είναι για ελλειμματικές καταστροφικές βλάβες. Οι ερεθιστικές βλάβες προκαλούν διαταραχές σε αντίθετη διεύθυνση.

Ο άρρωστος στην ορθοστάτηση και τη βάδιση παρεκκλίνει με τάση για πτώση προς ένα ορισμένο πλάγιο (άσχετα αν έχει τα μάτια ανοιχτά ή κλειστά), εφόσον η βλάβη είναι ετερόπλευρη. Επειδή, όμως, υπάρχει τάση για αντιρρόπηση, εμφανίζεται σαν να παρεκκλίνει από το ένα στο άλλο πλάγιο. Η κύρια παρέκκλιση και πτώση, καθώς και οι παρεκκλίσεις των άνω άκρων (στις δοκιμασίες πρότασης και κατάδειξης) σε περιφερικά αιθουσαία σύνδρομα, είναι προς το πλάγιο της βλάβης. Σε τέτοιες περιπτώσεις η στροφή της κεφαλής αλλάζει την κατεύθυνση της παρέκκλισης και της πτώσης ανάλογα με την κατεύθυνση που «κοιτάζει το πλάγιο που πάσχει». Σε κεντρική αιθουσαία βλάβη οι παρεκκλίσεις του σώματος και των άκρων είναι συνήθως προς το πλάγιο της βλάβης και δεν αλλάζουν κατεύθυνση με τη στροφή της κεφαλής.

Η παθοφυσιολογία της αιθουσαίας αταξίας σχετίζεται κυρίως με διαταραχή παραγωγής δυναμικών ενέργειας από το ένα ή το άλλο τελικό αιθουσαίο όργανο που έχει ως συνέπεια τη διαταραχή της απαιτούμενης συμμετρίας αιθουσαίων ερεθισμάτων για την παραγωγή των ανάλογων κεντρικών ρυθμίσεων.

Αταξία από άλλες εντοπίσεις βλαβών

Αταξία μπορεί να προέλθει από θαλαμική βλάβη και να έχει τους χαρακτήρες της αισθητικής ή της παρεγκεφαλιδικής αταξίας. Σε βρεγματικές βλάβες μπορεί να έχουμε αταξία με χαρακτηριστικά αισθητικής αταξίας στο αντίθετο πλάγιο της βλάβης ή αταξία από διαταραχές προσανατολισμού στο χώρο. Βλάβη του μετωπιαίου λοβού (συνήθως αμφοτερόπλευρη) μπορεί να προκαλέσει αταξία με παρεγκεφαλιδικούς χαρακτήρες προφανώς από βλάβη των οδών επικοινωνίας μετωπιαίου φλοιού παρεγκεφαλίδας. Η εικόνα αστασίας - αβασίας σε μετωπιαία βλάβη αποτελεί μορφή απραξίας. (Νευρολογία λογοθέτη, Λογοθέτης Ιωάννης, Ιωάννης Μυλωνάς, 2004)

2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

Η ισορροπία είναι μια σημαντική λειτουργική ικανότητα που επηρεάζει σημαντικά τη δυνατότητα του ανθρώπου να εκτελέσει καθημερινές δραστηριότητες για την επιβίωση του, όπως τη διατήρηση μιας σταθερής στάσης, τη σταθερή μετακίνηση από μια θέση σε μια άλλη, τη διατήρηση της όρθιας στάσης του σώματος, κτλ. Η εξασθένηση της ικανότητας ισορροπίας έχει ως συνέπεια τον περιορισμό της λειτουργικότητας του ανθρώπου και έχει δυσάρεστες επιπτώσεις στη ζωή του. Κατά καιρούς οι επιστήμονες προσπαθούσαν να βρουν τρόπους να μπορέσουν να αξιολογήσουν και να μετρήσουν την ισορροπία, τότε δημιουργήθηκαν τα λεγόμενα «τεστ» αξιολόγησης ισορροπίας, όπως επίσης και τα συστήματα - μηχανήματα μέτρησης ισορροπίας.

2.1.2 ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΤΕΣΤ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

Berg Balance Scale

Το Berg Balance Scale (BBS) αναπτύχθηκε για να μετρήσει την ισορροπία στους ηλικιωμένους με διαταραχή στη λειτουργία της ισορροπίας αξιολογώντας τους λειτουργικούς στόχους. Το Berg Balance Scale (BBS) χρησιμοποιείται επίσης ως μέσον αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων και είναι χρήσιμο στην περιγραφή της λειτουργικότητας στην κλινική πρακτική και την έρευνα. Το BBS έχει συμπεριληφθεί σε αρκετές αξιόπιστες μελέτες. Μια πρόσφατη μελέτη του BBS, που ολοκληρώθηκε στη Φινλανδία, δείχνει ότι η αλλαγή οχτώ βαθμών του BBS είναι αρκετοί για να επιφέρουν αλλαγή μεταξύ δύο αξιολογήσεων στη λειτουργικότητα των ηλικιωμένων που είναι εξαρτώμενοι σε ADL και η διαβίωσή τους γίνεται σε ελεγχόμενες προστατευτικές περιοχές. Η κλίμακα του Berg Balance Scale (BBS) αποτελείται από 14 βαθμούς μέτρησης της ισορροπίας στους ηλικιωμένους. (Πίνακας 2.1)

Εξοπλισμός που απαιτείται: Δύο τυποποιημένες καρέκλες (μία με βραχιόνες, μια χωρίς), υποπόδιο ή σκαλοπάτι, χρονόμετρο με διακόπτη ή ρολόι-χρονόμετρο χειρός, 15 μέτρων τάπητας.

Χρόνος ολοκλήρωσης: 15-20 λεπτά

Σημείωση: Η κλίμακα, που κυμαίνεται από 0-4. "0" δείχνει το χαμηλότερο επίπεδο και "4" το πιο υψηλό επίπεδο.

Συνολικό αποτέλεσμα = 56

Ερμηνεία: 41-56 = χαμηλός κίνδυνος πτώσης

21-40 = μέσος κίνδυνος πτώσης

0 -20 = υψηλός κίνδυνος πτώσης

Μια αλλαγή 8 βαθμών απαιτείται για μια αξιόπιστη αλλαγή της λειτουργία μεταξύ 2 αξιολογήσεων.

Πίνακας 2.1: Berg Balance Scale (BBS)

Berg Balance Scale

1. **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

2. **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.

3. **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

4. **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

5. **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 cueing and/or supervision
 1 needs one person to assist
 0 needs two people to assist or supervise to be safe

6. **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

7. **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

Πίνακας 2.1: Berg Balance Scale (BBS)

Berg Balance Scale continued.....

8. 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

9. PICK UP OBJECT FROM THE FLOOR FROM A STANDING POSITION
 INSTRUCTIONS: Pick up the shoe/slipper, which is placed 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

10. 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

11. 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

12. PLACE ALTERNATE FOOT ON STEP OR STOOL WHILE STANDING UNSUPPORTED
 INSTRUCTIONS: Place each foot alternately on the step/stool. Continue until each foot has touch 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

13. 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 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

14. 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)

Brunel Balance Assessment (BBA)

Το Brunel Balance Assessment (BBA) σχεδιάστηκε με σκοπό να αξιολογήσει τη λειτουργική ισορροπία στους ανθρώπους με ευρύ φάσμα δυνατοτήτων και έχει ιδιαίτερα μελετηθεί κατόπιν εγκεφαλικού επεισοδίου. Το BBA αποτελείται από μια ιεραρχική σειρά λειτουργικών τεστς απόδοσης που κυμαίνονται από υποστηριγμένη ισορροπία σε καθιστή θέση έως τους στόχους στη θέση βηματισμού. Υπάρχουν **τρία μέρη** αξιολόγησης: 1. στη καθιστή θέση 2. στην όρθια και 3. στη θέση βηματισμού. Κάθε τμήμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο του ή μαζί με τα άλλα. Τα τμήματα διαιρούνται σε αρκετά **επίπεδα** κάθε ένα από τα οποία απαιτεί την αύξηση- βελτίωση ισορροπίας, από τη στατική ισορροπία ως δυναμική ισορροπία με σταθερή βάση στήριξης, και της αλλαγής της βάσης στήριξης. Σε κάθε επίπεδο, ο ασθενής λαμβάνει ένα αποτέλεσμα για τις προσπάθειές του/της. Αυτό δίνει μια ένδειξη εάν ο ασθενής βελτιώνεται μέσα σε ένα επίπεδο, ακόμα κι αν δεν είναι ικανός να προχωρήσει στο επόμενο επίπεδο. Το αποτέλεσμα απεικονίζει επίσης πόσο καλά το άτομο λειτουργεί μέσα σε εκείνη την συνεδρία τμημάτων π.χ., στη καθιστή θέση, στην όρθια ή στη θέση βηματισμού. (Πίνακας 2.2)

Πίνακας 2.2 Brunel Balance Assessment (BBA)

Figure 1: Baseline assessment

Level		Score				Pass (Y/N)	Pass criteria (after up to 3 attempts)		
		Attempt number:		2	3				
		1							
1	Supported Sitting - Timed test	40 s	N/A	N/A		Y	Sit supported for 30s		
2	Static sitting - Sitting arm raise test	9 lifts	N/A	N/A		Y	3 or more arm lifts in 15s		
3	Dynamic sitting - Sitting forward reach test	24 cm	23 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	Y	Reach forward more than 7cm (average of 2 readings)
		22 cm		N/A	N/A				
4	Supported standing - Timed test	10s	30s Support required	20s		N	Stand supported for 30s		
5	Static standing balance - Standing arm raise test						3 or more arm lifts in 15s		
6	Dynamic standing - Standing forward reach test							Reach forward more than 5cm (average of 2 readings)	
7	Static double stance - Timed step standing test						Static step standing for 30s		
8	Supported single stance - walking with an aid							Walk 5m within 1min (average of 2 readings)	
9	Dynamic double stance - Weight shift test						3 or more shifts within 15s		
10	Changing base of support - walking without an aid							Walk 5m within 1min (average of 2 readings)	
11	Dynamic single stance - Tap test						2 or more taps within 15s		
12	Changing the base of support - Step-up test						1 or more step-up(s) within 15s		

To Modified Falls Efficacy Scale (MFES)

Το Modified Falls Efficacy Scale (MFES) σχεδιάστηκε για να αξιολογήσει την λειτουργικότητα και την ικανότητα ισορροπίας ιδιαίτερα σε ηλικιωμένα άτομα, αποτελεί τεστ μονοσέλιδης μορφής, που απαρτίζεται από 14 ερωτήσεις. Κάθε μια ερώτηση αφορά μια ιδιαίτερη δραστηριότητα (π.χ. ντύνομαι, λούζομαι, διασχίζω τους δρόμους κλπ.) και περιλαμβάνει ένα μεγάλο φάσμα υπαίθριων δραστηριοτήτων. Οι ερωτήσεις στοχεύουν να καθορίσουν πώς οι ερωτηθέντες είναι σε θέση να αναλάβουν κάθε δραστηριότητα σε μια κλίμακα από 0 έως 10, με 0 να σημαίνει "καθόλου βέβαιος/ καθόλου σίγουρος", 5 "αρκετά βέβαιος/αρκετά σίγουρος", και 10 "απολύτως βέβαιος/απολύτως σίγουρος". (Πίνακας 2.3)

Πίνακας 2.3: Modified Falls Efficacy Scale (MFES)

Working together to prevent falls

The Modified Falls Efficacy Scale
Adapted from Tinetti et al, 1990; Hill et al, 1996

On a scale of 0 to 10, how confident are you that you can do each of these activities without falling, with 0 meaning "not confident/not sure at all", 5 being "fairly confident/fairly sure", and 10 being "completely confident/completely sure"?

NOTE:

- If you have stopped doing the activity at least partly because of being afraid of falling, score a 0;
- If you have stopped an activity purely because of a physical problem, leave that item blank (these items are not included in the calculation of the average MFES score).
- If you do not currently do the activity for other reasons, please rate that item based on how you perceive you would rate if you had to do the activity today.

	Not confident at all					Fairly confident					Completely confident
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Get dressed and undressed	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10
2. Prepare a simple meal	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10
3. Take a bath or a shower	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10
4. Get in/out of a chair	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10
5. Get in/out of bed	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10
6. Answer the door or telephone	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10
7. Walk around the inside of your house	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10
8. Reach into cabinets or closet	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10
9. Light housekeeping	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10
10. Simple shopping	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10
11. Using public transport	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10
12. Crossing roads	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10
13. Light gardening or hanging out the washing*	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10
14. Using front or rear steps at home	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										
	0					5					10

* rate most commonly performed of these activities

Average score/item rated =/.....
=

1. Hill K, Schwarz J, et al. Fear of falling revisited. Archives Phys Med Rehabil 1996; 77:1025-1029.
2. Tinetti M, Richman D, Powell L. Falls efficacy as a measure of fear of falling. J Gerontology 1990; 45:P239-43.

In 2005 the Department of Human Services funded the National Ageing Research Institute to review and recommend a set of falls prevention resources for general use. The materials used as the basis for this generic resource were developed by the National Ageing Research Institute and the North West Hospital Falls Clinic, Parkville (adapted from Tinetti et al., 1990). This and other falls prevention resources are available from the department's Aged Care website at: <http://www.health.vic.gov.au/agedcare>.

The Balance Confidence (ABC) Scale

Το ABC αποτελεί μία κλίμακα 11 ερωτήσεων, η οποία αξιολογεί την ισορροπία σε διάφορες δραστηριότητες που έχει πάρει μέρος ο ασθενής ή πόσο σίγουρος αισθάνεται ότι θα μπορούσε να τις εφαρμόσει εάν είχε πάρει μέρος σε κάθε μία από αυτές. Κάθε ερώτηση βαθμολογείται με 0% να αντιστοιχεί στο «καθόλου σίγουρος» έως 100% να αντιστοιχεί

στο «απολύτως σίγουρος». Το ABC μπορεί να εφαρμοστεί στους ασθενείς μέσω της προσωπικής συνέντευξης ή μέσω τηλεφώνου. (Πίνακας 2.4)

Πίνακας 2.4: Balance Confidence (ABC) Scale

The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale*

For each of the following activities, please indicate your level of self-confidence by choosing a corresponding number from the following rating scale:

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%
no confidence completely confident

“How confident are you that you will not lose your balance or become unsteady when you...

1. ...walk around the house? _____ %
2. ...walk up or down stairs? _____ %
3. ...bend over and pick up a slipper from the front of a closet floor _____ %
4. ...reach for a small can off a shelf at eye level? _____ %
5. ...stand on your tiptoes and reach for something above your head? _____ %
6. ...stand on a chair and reach for something? _____ %
7. ...sweep the floor? _____ %
8. ...walk outside the house to a car parked in the driveway? _____ %
9. ...get into or out of a car? _____ %
10. ...walk across a parking lot to the mall? _____ %
11. ...walk up or down a ramp? _____ %
12. ...walk in a crowded mall where people rapidly walk past you? _____ %
13. ...are bumped into by people as you walk through the mall? _____ %
14. ...step onto or off an escalator while you are holding onto a railing?
_____ %
15. ...step onto or off an escalator while holding onto parcels such that you cannot hold onto the railing? _____ %
16. ...walk outside on icy sidewalks? _____ %

*Powell, LE & Myers AM. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *J Gerontol Med Sci* 1995; 50(1): M28-34

Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment

Το Tinetti είναι ένα τεστ το οποίο αξιολογεί την ικανότητα ισορροπίας και βηματισμού στους ασθενείς. Για την εφαρμογή του απαιτείται μια καλά στηριζόμενη καρέκλα, ένα χρονόμετρο και ένας 15 ft τάπητας. Η διάρκειά του είναι 15 λεπτά και η βαθμολογία

μετρίεται από το 0 που αντιστοιχεί σε χαμηλό επίπεδο ανεξαρτησίας έως το 2 σε κανονικό επίπεδο ανεξαρτησίας. (Πίνακας 2.5)

Συνολικό αποτέλεσμα ισορροπίας = 16

Συνολικό αποτέλεσμα βηματισμού = 12

Συνολικό αποτέλεσμα του τεστ = 28

Ερμηνεία:

25-28 = χαμηλός κίνδυνος πτώσης

19-24 = μέσος κίνδυνος πτώσης

< 19 = υψηλός κίνδυνος πτώσης

Πίνακας 2.5: Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment

Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment	Date	Date	Date	Date
Balance Tests: Subject is seated on hard, armless chair				
SITTING BALANCE Leans or slides in chair =0; Steady, safe =1				
ARISES Unable without help =0; Able, uses arms =1; Able without using arms = 2				
ATTEMPTS TO RISE: Unable w/o help=0; Able, requires > 1 attempt =1; Able in 1 attempt =2				
IMMEDIATE STANDING BALANCE (first 5 seconds) Unsteady (sway/stagger/feet move)=0; Steady, w/ support =1; Steady w/o support =2				
STANDING BALANCE Unsteady =0; Steady, stance > 4 inch BOS & requires support =1; Narrow stance, w/o support =2				
STERNAL NUDGE (feet close together) Begins to fall =0; Staggers, grabs, catches self =1; Steady =2				
EYES CLOSED (feet close together) Unsteady =0; Steady =1				
TURNING 360 DEGREES Discontinuous steps =0; Continuous steps =1				
TURNING 360 DEGREES Unsteady (staggers, grabs) =0; Steady =1				
SITTING DOWN Unsafe (misjudges distance, falls) =0; Uses arms, or not a smooth motion =1; Safe, smooth motion =2				
BALANCE SCORE TOTAL	/16	/16	/16	/16
GAIT INITIATION (immediate after told "go") Any hesitancy, multiple attempts to start =0; No hesitancy =1				
STEP LENGTH R swing foot passes L stance leg =1; L swing foot passes R =1				
FOOT CLEARANCE R foot completely clears floor =1; L foot completely clears floor =1				
STEP SYMMETRY R and L step length unequal =0; R and L step length equal =1				
STEP CONTINUITY Stop/discontinuity between steps =0; Steps appear continuous =1				
PATH (excursion) Marked deviation =0; Mild/moderate deviation or use of aid =1; Straight without device =2				
TRUNK Marked sway or uses device =0; No sway but knee or trunk flexion or spread arms while walking =1; None of the above deviations =2				
BASE OF SUPPORT Heels apart =0; Heels close while walking =1				
GAIT SCORE TOTAL	/12	/12	/12	/12
ASSISTIVE DEVICE				
TOTAL SCORE (BALANCE + GAIT)	/28	/28	/28	/28
FALL RISK (minimal >23, Mod. 19-23, High < 18)				
Therapist initials				

Timed "Up and Go"

Το Timed "Up and Go" τεστ μετράει σε δευτερόλεπτα τον χρόνο που απαιτείται από ένα άτομο για να σηκωθεί από μια τυποποιημένη καρέκλα βραχιόνων (κατά προσέγγιση ύψος καθισμάτων 46 εκατ., ύψος βραχιόνων 65 εκατ.), διανύοντας 3 μέτρα να γυρίσει, και να

επιστρέφει πίσω στη καρέκλα, αξιολογώντας τον κινητικό έλεγχο και την ισορροπία. Το άτομο που εξετάζεται φοράει κανονικά υποδήματα και χρησιμοποιεί το συνήθη βηματισμό. Δεν προσφέρεται καμία βοήθεια, το περπάτημα αρχίζει με την πλάτη γυρισμένη στην καρέκλα, τα χέρια τους στηρίζονται στους βραχίονες της καρέκλας, και ο βηματισμός του ατόμου ακολουθεί την αιώρηση των χεριών. Ο βηματισμός ξεκινάει με τη λέξη "ξεκίνα" και ο ασθενής είναι έτοιμος να σηκωθεί από τη καρέκλα περπατήσει με έναν άνετο και ασφαλή ρυθμό σε μια γραμμή στο πάτωμα 3 μέτρων, να κάνει στροφή, να επιστρέφει στην καρέκλα και να καθίσει πάλι. Ο ασθενής κάνει πρώτα ένα δοκιμαστικό περπάτημα για να του γίνει αντιληπτό το τεστ, χωρίς χρονομέτρηση και στη συνέχεια, στο δεύτερο περπάτημα γίνεται η χρονομέτρηση του τεστ μ' ένα ρολόι χειρός ή χρονόμετρο.

Παραλλαγές του τέστ.

Στο δοκιμαστικό περπάτημα μπορούμε να εστιάσουμε στον χρόνο που χρειάζεται ο ασθενής για να εκτελέσει το τεστ, έτσι ώστε να επέμβουμε στη ταχύτητα του περπατήματος, Επίσης με την εναλλαγή της στροφής αριστερά ή δεξιά μπορούμε να υπολογίσουμε τυχόν διαφορές ή αποκλίσεις.

To Dynamic Gait Index

Το Dynamic Gait Index τεστ σχεδιάστηκε για να αξιολογήσει αλλά και να βελτιώσει τη σωματική ισορροπία, εξετάζοντας οκτώ είδη βηματισμού.

Εξοπλισμός που απαιτείται: Κουτί (κουτί από παπούτσια), Κώνοι (2), Σκαλοπάτια.

Χρόνος: 15 λεπτά

Αποτελεί κλίμακα τεσσάρων σημείων, που κυμαίνεται από 0-3. Το "0" αντιστοιχεί στο χαμηλότερο επίπεδο λειτουργίας και το "3" στο υψηλότερο επίπεδο λειτουργίας. (Πίνακας 2.6)

Συνολικό αποτέλεσμα = 24

Ερμηνεία: < 19 = υψηλός κίνδυνος πτώσεων

> 22 = χαμηλός κίνδυνος πτώσεων

Πίνακας 2.6: Dynamic Gait Index

<u>Dynamic Gait Index</u>	
1. Gait level surface _____	<p><i>Instructions:</i> Walk at your normal speed from here to the next mark (20')</p> <p><i>Grading:</i> Mark the lowest category that applies.</p> <p>(3) Normal: Walks 20', no assistive devices, good speed, no evidence for imbalance, normal gait pattern</p> <p>(2) Mild Impairment: Walks 20', uses assistive devices, slower speed, mild gait deviations.</p> <p>(1) Moderate Impairment: Walks 20', slow speed, abnormal gait pattern, evidence for imbalance.</p> <p>(0) Severe Impairment: Cannot walk 20' without assistance, severe gait deviations or imbalance.</p>
2. Change in gait speed _____	<p><i>Instructions:</i> Begin walking at your normal pace (for 5'), when I tell you "go," walk as fast as you can (for 5'). When I tell you "slow," walk as slowly as you can (for 5').</p> <p><i>Grading:</i> Mark the lowest category that applies.</p> <p>(3) Normal: Able to smoothly change walking speed without loss of balance or gait deviation. Shows a significant difference in walking speeds between normal, fast and slow speeds.</p> <p>(2) Mild Impairment: Is able to change speed but demonstrates mild gait deviations, or not gait deviations but unable to achieve a significant change in velocity, or uses an assistive device.</p> <p>(1) Moderate Impairment: Makes only minor adjustments to walking speed, or accomplishes a change in speed with significant gait deviations, or changes speed but has significant gait deviations, or changes speed but loses balance but is able to recover and continue walking.</p> <p>(0) Severe Impairment: Cannot change speeds, or loses balance and has to reach for wall or be caught.</p>
3. Gait with horizontal head turns _____	<p><i>Instructions:</i> Begin walking at your normal pace. When I tell you to "look right," keep walking straight, but turn your head to the right. Keep looking to the right until I tell you, "look left," then keep walking straight and turn your head to the left. Keep your head to the left until I tell you "look straight," then keep walking straight, but return your head to the center.</p> <p><i>Grading:</i> Mark the lowest category that applies.</p> <p>(3) Normal: Performs head turns smoothly with no change in gait.</p> <p>(2) Mild Impairment: Performs head turns smoothly with slight change in gait velocity, i.e., minor disruption to smooth gait path or uses walking aid.</p> <p>(1) Moderate Impairment: Performs head turns with moderate change in gait velocity, slows down, staggers but recovers, can continue to walk.</p> <p>(0) Severe Impairment: Performs task with severe disruption of gait, i.e., staggers outside 15" path, loses balance, stops, reaches for wall.</p>
4. Gait with vertical head turns _____	<p><i>Instructions:</i> Begin walking at your normal pace. When I tell you to "look up," keep walking straight, but tip your head up. Keep looking up until I tell you, "look down," then keep walking straight and tip your head down. Keep your head down until I tell you "look straight," then keep walking straight, but return your head to the center.</p> <p><i>Grading:</i> Mark the lowest category that applies.</p> <p>(3) Normal: Performs head turns smoothly with no change in gait.</p> <p>(2) Mild Impairment: Performs head turns smoothly with slight change in gait velocity, i.e., minor disruption to smooth gait path or uses walking aid.</p> <p>(1) Moderate Impairment: Performs head turns with moderate change in gait velocity, slows down, staggers but recovers, can continue to walk.</p> <p>(0) Severe Impairment: Performs task with severe disruption of gait, i.e., staggers outside 15" path, loses balance, stops, reaches for wall.</p>

Πίνακας 2.6: Dynamic Gait Index

Dynamic Gait Index continued...

5. Gait and pivot turn _____
Instructions: Begin walking at your normal pace. When I tell you, "turn and stop," turn as quickly as you can to face the opposite direction and stop.
Grading: Mark the lowest category that applies.
 (3) Normal: Pivot turns safely within 3 seconds and stops quickly with no loss of balance.
 (2) Mild Impairment: Pivot turns safely in > 3 seconds and stops with no loss of balance.
 (1) Moderate Impairment: Turns slowly, requires verbal cueing, requires several small steps to catch balance following turn and stop.
 (0) Severe Impairment: Cannot turn safely, requires assistance to turn and stop.

6. Step over obstacle _____
Instructions: Begin walking at your normal speed. When you come to the shoebox, step over it, not around it, and keep walking.
Grading: Mark the lowest category that applies.
 (3) Normal: Is able to step over the box without changing gait speed, no evidence of imbalance.
 (1) Mild Impairment: Is able to step over box, but must slow down and adjust steps to clear box safely.
 (2) Moderate Impairment: Is able to step over box but must stop, then step over. May require verbal cueing.
 (0) Severe Impairment: Cannot perform without assistance.

7. Step around obstacles _____
Instructions: Begin walking at normal speed. When you come to the first cone (about 6' away), walk around the right side of it. When you come to the second cone (6' past first cone), walk around it to the left.
Grading: Mark the lowest category that applies.
 (3) Normal: Is able to walk around cones safely without changing gait speed; no evidence of imbalance.
 (2) Mild Impairment: Is able to step around both cones, but must slow down and adjust steps to clear cones.
 (1) Moderate Impairment: Is able to clear cones but must significantly slow, speed to accomplish task, or requires verbal cueing.
 (0) Severe Impairment: Unable to clear cones, walks into one or both cones, or requires physical assistance.

8. Steps _____
Instructions: Walk up these stairs as you would at home, i.e., using the railing if necessary. At the top, turn around and walk down.
Grading: Mark the lowest category that applies.
 (3) Normal: Alternating feet, no rail.
 (2) Mild Impairment: Alternating feet, must use rail.
 (1) Moderate Impairment: Two feet to a stair, must use rail.
 (0) Severe Impairment: Cannot do safely.

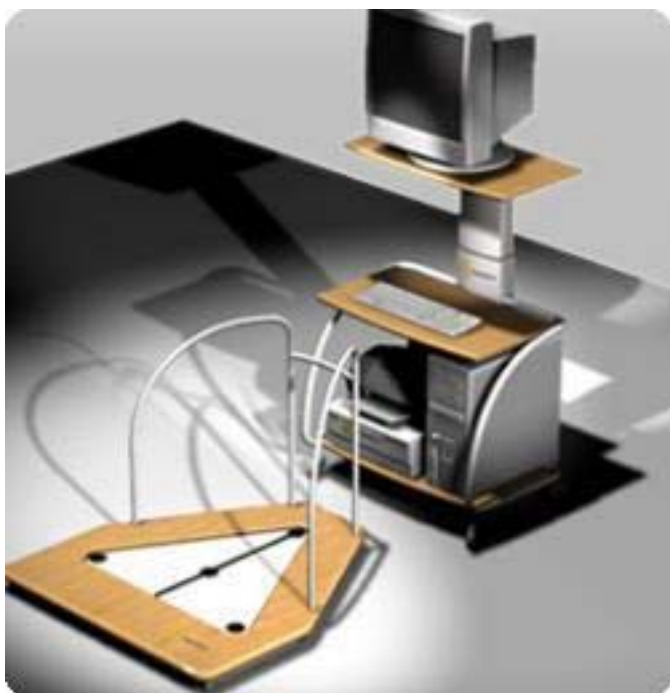
TOTAL SCORE: _____

2.1.3 ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

Σύστημα Ισορροπίας Good Balance.

Για την ισορροπία του σώματός μας στην όρθια θέση καθώς και τη βάρδιση απαιτείται η σωστή λειτουργία περίπου 700 μυών. Το Good Balance του οίκου Metitur, Φιλανδίας, βοηθά να μετρήσουμε και να αξιολογήσουμε την ισορροπία του ασθενή αλλά και να τον επανεκπαιδεύσουμε ώστε να αποκτήσει ξανά τη χαμένη ισορροπία. Πως λειτουργεί Το Good Balance:

Το Good Balance αποτελείται από μια ηλεκτρονική πλατφόρμα η οποία συνδέεται ασύρματα (μέσω bluetooth) με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή για την άμεση μεταφορά των δεδομένων. Η πλατφόρμα είναι τριγωνική και στηρίζεται στο δάπεδο μόνο στα τρία σημεία των γωνιών της ώστε να επηρεάζεται όσο το δυνατόν λιγότερο από τυχόν ανωμαλίες του δαπέδου. Το υλικό κατασκευής της είναι fibre glass για να είναι ελαφριά και να μεταφέρεται εύκολα και μπορεί να κατασκευαστεί στο μέγεθος που επιθυμείτε και σας εξυπηρετεί.



Εικ. 2.7: Το Good Balance

Το Good Balance δίνει τη δυνατότητα να μετρήσουμε τον έλεγχο της όρθιας στάσης μέσω κάποιων δυναμικών και στατικών τεστ και μας βοηθάει να αναλύσουμε την ισορροπία και την ασυμμετρία κατά την όρθια στάση και να εκπαιδύσουμε τον ασθενή μέσω οπτικοακουστικής επανατροφοδότησης (feedback). Πολύ εύκολα μπορούμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα μεταξύ ίδιων αλλά και διαφορετικών τεστ και να εξάγουμε αποτελέσματα σχετικά με την πρόοδο και την αποκατάσταση του ασθενή. (Εικόνα 2.7)

Σύστημα Ισορροπίας Biodex Balance System SD

Το σύστημα ισορροπίας Biodex Balance System SD έχει σχεδιαστεί για να βελτιώσει 1. την ισορροπία, 2. να αυξήσει την ευκινησία, 3. να αναπτύξει τον τόνο μυών και 4. γενικά να χρησιμοποιηθεί σε ένα ευρύ φάσμα παθολογιών. Είναι επίσης ένα άριστο εργαλείο στον αυξανόμενο τομέα της πρόληψης πτώσης. Κάθε σύστημα ισορροπίας Biodex στέλνεται με έναν περιεκτικό Πρόγραμμα επίδειξης και πρόληψη κινδύνου πτώσης για να βοηθήσει τον γιατρό να αρχίσει ένα πρόγραμμα πρόληψης πτώσης.

Αποτελούμενο από τέσσερα πρωτόκολλα , έξι εκπαιδευτικούς τρόπους εκμάθησης και διαισθητικής λειτουργίας "της οθόνης επαφής", το σύστημα ισορροπίας Biodex επιτρέπει με στατικά και δυναμικά σχήματα, την αξιολόγηση και την εκπαίδευση της ισορροπίας. Παρέχει επίδειξη και πρόληψη των πτώσεων στους ηλικιωμένους συμπεριλαμβάνει ασκήσεις κλειστής αλυσίδας, αξιολόγηση του σωματικού βάρους και διαθέτει πρόγραμμα εκπαίδευσης για τους ασθενείς με βαριά συμπτώματα. (Εικόνα 2.8)



Εικ. 2.8: Biodex Balance System SD

Χρησιμοποιώντας το σύστημα ισορροπίας Biodex, οι νοσοκομειακοί γιατροί και φυσικοθεραπευτές μπορούν να αξιολογήσουν το νευρομυϊκό έλεγχο αξιολογώντας την ικανότητα του ασθενή να διατηρήσει την στατική και δυναμική ισορροπία σε σταθερή ή ασταθή επιφάνεια.

Τα τέσσερα πρωτόκολλα είναι

1. Ο κίνδυνος πτώσης
2. Η «αθλητική» σταθερότητα- ισορροπία στην μονοποδική στήριξη.
3. Τα όρια της σταθερότητας- ισορροπίας.
4. Η στατική σταθερότητα- ισορροπία.

Το σύστημα ισορροπίας Biodex χρησιμεύει επίσης ως πρόγραμμα ενίσχυσης ικανοτήτων κιναισθησίας το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αποκατάσταση νευροεξελικτικών αντανακλαστικών μηχανισμών μετά από τον τραυματισμό.

Οι πελματογράφοι της Novel

Η μέτρηση γίνεται με τη χρήση περιστροφικού ποτενσιόμετρου. Τα σήματα παρέχονται μέσω Interface που τα μετατρέπει από αναλογικά σε ψηφιακά, στην παράλληλη πόρτα ενός PC. Το λογισμικό πρόγραμμα επιτρέπει τον έλεγχο της γωνίας εκτοπισμού ενώ υπολογίζει και αποθηκεύει τα δεδομένα που προκύπτουν. (Εικόνα 2.9) Διατίθενται οι παρακάτω πελματογράφοι της εταιρείας Novel:

Emed

Ο πελματογράφος emed είναι ένα ακριβές ηλεκτρονικό σύστημα μέτρησης για την καταγραφή και την αξιολόγηση της κατανομής της δυναμικής πίεσης στο πέλμα. Η μέθοδος μέτρησης βασίζεται σε διαβαθμισμένους αισθητήρες χωρητικότητας (πυκνωτές). Τα σήματα, που παράγονται από την πλατφόρμα των 9000 αισθητήρων πίεσης, εμφανίζονται ως έγχρωμη εικόνα σε μόνιτορ ή ως εκτύπωση σε έγχρωμο εκτυπωτή. Οι επιλογές λογισμικού και υλικού (software και hardware) επιτρέπουν στο σύστημα emed να εφαρμοστεί σε διάφορες απαιτούμενες μετρήσεις στον ιατρικό τομέα. Οι πλατφόρμες του συστήματος emed διατίθενται σε διάφορα μεγέθη και με διάφορες τοπικές αναλύσεις. Οι μεταβλητές μέτρησης του συστήματος emed είναι η πίεση (σε Νιούτον/εκ²), ο χρόνος (σε δευτερόλεπτα), και το σημείο της πίεσης (με x/y συντεταγμένες). Το σύστημα επιτρέπει τόσο στατικές όσο και δυναμικές μετρήσεις, με μέγιστη ταχύτητα 150.000 αισθητήρων ανά δευτερόλεπτο. Τα συστήματα emed μπορούν να συγχρονιστούν εξωτερικά με άλλα συστήματα μέτρησης (πχ συστήματα EMG, συστήματα βίντεο) και μπορούν επίσης να παρέχουν παλμούς συγχρονισμού. Προσφέρεται ευρεία ποικιλία λογισμικού (novel-win) για λεπτομερή και ενδεδειγμένη ανάλυση των μετρήσεων της κατανομής πίεσης. Όλα τα συστήματα emed στηρίζονται στην τεχνολογία της μέτρησης χωρητικότητας (πυκνωτών). Η επαναφορά των στοιχείων (σαν το ελατήριο ζυγού) ενός αισθητήρα χωρητικότητας προσδιορίζεται επακριβώς. Επιπλέον, οι δυνάμεις διατήσεως αναπληρώνονται ελαστικά και δεν αλλάζουν τα χαρακτηριστικά του αισθητήρα χωρητικότητας συν τω χρόνο.

Pedar

Το σύστημα pedar είναι ένα ακριβές και αξιόπιστο σύστημα μέτρησης κατανομής της πίεσης, για την καταγραφή του έργου του φορτίου του πέλματος εντός του υποδήματος. Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν ανάλυση του βαδίσματος, αξιολόγηση της αποκατάστασης, έρευνα και σχεδιασμό υποδημάτων, αρωγή στη συνταγογράφηση υποδημάτων και ορθοστατικό σχεδιασμό καθώς επίσης και αποτελεσματικότητα της προσαρμοστικής συσκευής. Προκειμένου να γίνει αξιολόγηση της θεραπείας και της επίδρασης της διαδικασίας της αγωγής, είναι απαραίτητο το εργαλείο της μέτρησης να είναι αξιόπιστο και ακριβές. Αυτό ακριβώς είναι το σύστημα pedar. Η χρήση της τεχνολογίας του αισθητήρα χωρητικότητας στο σύστημα pedar επιτρέπει πιο αξιόπιστες μετρήσεις σε σύγκριση με τα περισσότερα από τα συστήματα μέτρησης που κυκλοφορούν. Με τη βοήθεια της πιστής συσκευής διαβάθμισης (calibration), όλοι οι αισθητήρες του συστήματος μπορούν να διαβαθμιστούν μεμονωμένα με ομοιογενή πίεση αέρος, με μια απλή διαδικασία που υποβοηθείται από τον υπολογιστή. Διαρκεί μόνο λίγα λεπτά. Η διαβάθμιση εγγυάται ακριβή και αναπαραχθήσιμη δοκιμή εντός του υποδήματος. Καθώς ο αισθητήρας σόλας του συστήματος pedar καλύπτει ολόκληρη την περιοχή του πέλματος με ομοιογενώς κατανεμημένους αισθητήρες, οι εδαφικές αντιδραστικές δυνάμεις προς τη φυσιολογική κατεύθυνση μπορούν να υπολογιστούν από τις τιμές της κατά τόπους πίεσης. Συνδυαζόμενο με βίντεο και με συστήματα EMG , το pedar γίνεται μια χρήσιμη συσκευή μετρήσεων στην κινητική ανάλυση του βαδίσματος.



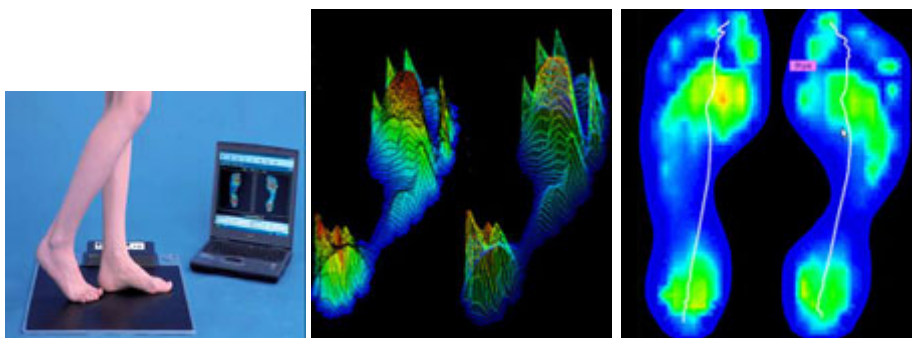
Εικ. 2.9: Πελματογράφος Novel

Πελματογράφος Comex

Τρόπος Λειτουργίας του Συστήματος Πελματογράφου της COMEX.

Τα συνήθη πέλματα γίνονται από στατικά αποτυπώματα των ποδιών είτε από γύψινα ομοιώματα είτε από προπλάσματα. Αυτά τα αποτυπώματα δεν μπορούν να αποτυπώσουν την κίνηση του ποδιού κατά την διάρκεια της βάρδισης ούτε τις δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε σημείο του ποδιού μας. Η τεχνολογία του πελματογράφου της COMEX εστιάζεται σε μια δυναμική προσέγγιση μέσω της ανάλυσης από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή συνδεδεμένο με 2.300 αισθητήρες ο οποίος αυξάνει την ακρίβεια και την εφαρμογή των εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων. Η διαδικασία είναι απλή και μπορεί να ολοκληρωθεί σε χρονικό διάστημα μικρότερο των 20 λεπτών

Στο 1^ο στάδιο αθενής προχωράει κατά μήκος του πελματογράφου της COMEX που είναι εφοδιασμένος με 2.300 αισθητήρες και σαρώνεται το κάθε του βήμα σε όλες του τις φάσεις. Στο 2^ο στάδιο ο θεράπων ιατρός/ φυσίατρος /φυσικοθεραπευτής συζητάει και εξηγεί τις ενδείξεις με τον ασθενή εξηγώντας του την γραμμή βάρδισης αλλά και τις δυσδιάστατες και τρισδιάστατες εικόνες. Σε πιο σοβαρές καταστάσεις ο θεράπων ιατρός/φυσίατρος καταγράφει επιπρόσθετες πληροφορίες για τον ασθενή η/και προτείνει την χρήση ειδικών προσθετικών μονάδων. Στο 3^ο στάδιο ο θεράπων ιατρός / φυσίατρος / φυσικοθεραπευτής στέλνει το φάκελο/αρχείο του ασθενούς με όλες τις αναλύσεις στην COMEX μέσω modem και ζητά την κατασκευή εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων. Στο 4^ο στάδιο στο εργαστάσιο ο φάκελος του κάθε ασθενή αναλύεται και καταγράφονται όλες οι παράμετροι/οδηγίες για την κατασκευή του ενδεδειγμένου ορθωτικού πέλματος. Στο 5^ο στάδιο βάσει των καταγεγραμμένων παραμέτρων/οδηγιών αρχίζει η κατασκευή των εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων. Η πρώτη ύλη αποτελούμενη από ημι-άκαμπτα ορθωτικά μορφοποιείται είτε στην πτέρνα είτε στην καμάρα βάσει των ενδεδειγμένων προδιαγραφών έτσι ώστε να προκύψει το τελικό εξατομικευμένο ορθωτικό πέλμα. Στη συνέχεια το πέλμα λειαίνεται για να εφαρμόζει άνετα μέσα στα υποδήματα του ασθενή. Τέλος στο 6^ο στάδιο τα πέλματα ,κατόπιν της έγκρισής τους από το τμήμα ποιοτικού ελέγχου, στέλνονται μέσω ιδιωτικού courier εντός 3 ημερών στον ασθενή. Τα πλήρη στοιχεία για τον κάθε ασθενή αποθηκεύονται ηλεκτρονικά στην COMEX καθιστώντας έτσι εύκολο τον έλεγχο της συνεχής προόδου του, ένα πλεονέκτημα που σας προσφέρει μόνο το σύστημα πελματογράφου COMEX. (Εικόνα 2.10)



Εικ. 2.10: Πελματογράφος COMEX

Δίσκοι ιδιοδεκτικότητας PRO-KIN

Η σειρά PRO-KIN αποτελείται από 8 διαφορετικά μοντέλα ηλεκτρονικών δίσκων ιδιοδεκτικότητας:

PK 200 Wireless

PK 204

PK 214

PK 214 Plus

PK 254

PK 254 Plus

PK 212 (Bipodalic)

PK 252 (Bipodalic)

Έχει την δυνατότητα να μας δώσει μέτρηση-αξιολόγηση σε γόνατο, ποδοκνημική και σπονδυλική στήλη, ξεχωριστά και να βοηθήσει στην επανεκπαίδευση της ισορροπίας. Η συσκευή αποτελείται από τον δίσκο ιδιοδεκτικότητας με δυνατότητα ρύθμισης της αντίστασης σε τέσσερα διαφορετικά σημεία μέσω μηχανισμού κοχλίας σε 10 διαφορετικά στάδια. Η παράμετρος αυτή δίνει την δυνατότητα στον θεραπευτή να ρυθμίσει την αντίσταση του δίσκου, ώστε να μπορεί να καλύψει όλες τις περιπτώσεις αποκατάστασης (ανάλογα με το μοντέλο). επανεκπαίδευση-αποκατάσταση (όλα τα μοντέλα). Επίσης το σύστημα PK-254 PLUS μας δίνει την δυνατότητα καταγραφής της κατανομής βάρους κατά την διάρκεια της λειτουργίας σε γόνατο-ποδοκνημική-σπονδυλική στήλη, έχοντας έτσι την πιο ακριβή αξιολόγηση του προβλήματος. Επίσης, έχει τη δυνατότητα

αξιολόγησης της θέσης, της τάσης και της ισορροπίας του ασθενή. Το σύστημα, εκτός από τον δίσκο ιδιοδεκτικότητας διαθέτει ειδική χειρολαβή βαριάς κατασκευής για την σταθεροποίηση του ασθενή πάνω στην συσκευή καθώς και ειδικό σκαμπό προσαρμογής του δίσκου για αξιολόγηση των περιστατικών της σπονδυλικής στήλης (ανάλογα με το μοντέλο). Όλο το σύστημα συνδέεται μέσω USB με τον Η/Υ σε ειδικό τραπέζιακι με μοντέρνο σχεδιασμό και ντιζάιν, όπου μπορούμε να δούμε σε γράφημα την απόκλιση του ασθενή από την σωστή θέση, την κατανομή του βάρους καθώς και ειδικά προγράμματα επανεκπαίδευσης του ασθενή, ανάλογα με την πάθηση του (ανάλογα με το μοντέλο).

PRO KIN Ανάλυση ισορροπίας:

- 1) Έλεγχος ποιότητας εκτέλεσης κίνησης της λεκάνης & των κάτω άκρων
- 2) Ιδιοδεκτικότητα
- 3) Ακριβής εκτέλεση των εντολών για κίνηση
- 4) Ακριβής μέτρηση του συντονισμού των εντολών κίνησης και ισορροπίας από τον εγκέφαλο στην λεκάνη και στα κάτω άκρα.

Το PROKIN είναι μια συσκευή για ανάλυση της Ισορροπίας και της Ιδιοδεκτικότητας που συνήθως χρησιμοποιείται ως συνέχεια της κινητικής και κινηματικής ανάλυσης βάρδισης.

Η συσκευή είναι συνδεδεμένη με ηλεκτρονικό υπολογιστή και μπορεί να αξιολογήσει αντικειμενικά τον τρόπο συνεργασίας και εκτέλεσης των εντολών του εγκεφάλου για κίνηση στο σώμα και ιδιαίτερα στα άκρα. (Εικόνα 2.11)



Έλεγχος κάτω άκρων



Ιδιοδεκτικός έλεγχος λεκάνης

Εικ. 2.11: Δίσκος ιδιοδεκτικότητας PRO-KIN

Πώς εφαρμόζεται

Ο ασθενής ανεβαίνει σε ένα ειδικό δίσκο όπου του ζητείται να εκτελέσει διάφορες κινήσεις με το πέλμα ή την λεκάνη. (Εικόνα 2.12) Από τον ασθενή ζητείται η επίτευξη των «διαδρόμων» που ορίζουν τα επιλεγμένα ανάλογα με την πάθηση τεστ.



Εικ. 2.12: Δίσκος ιδιοδεκτικότητας PRO-KIN

PROKIN ερευνά πιθανές δυσλειτουργίες ή λάθος εκτελέσεις των εντολών προς τα άκρα και σπονδυλική στήλη, πιθανές αλλοιώσεις στην αποστολή του σήματος από τον εγκέφαλο προς τα άκρα ή την λεκάνη λόγω κάποιων κακώσεων ή παθήσεων, αν το μέλος που πάσχει κινείται όπως μπορεί και όχι όπως θα έπρεπε. Χρησιμοποιείται σε νευρολογικές παθήσεις όπως ημιπληγίες, παραπληγίες, παρέσεις και στις ορθοπεδικές κακώσεις όπως κατάγματα, διαστρέμματα και μετεγχειρητικές καταστάσεις

Εκτίμηση - Ανάλυση

Η μέθοδος αυτή δίνει την δυνατότητα 670 διαφορετικών τεστ για 1. διαβάθμιση ελέγχου, ισορροπίας και κίνησης, 2. ηλεκτρονική σύγκριση και επεξεργασία των πληροφοριών, 3. ανάλυση του τρόπου κίνησης και εκτέλεσης των εντολών του εγκεφάλου προς το πάσχον μέλος. Το τελικό στάδιο είναι ο ακριβής εντοπισμός μη φυσιολογικών προτύπων κίνησης της λεκάνης και των άκρων, η επανεκπαίδευση ως προς την σωστή κίνηση, η απόλυτη ακρίβεια και αξιοπιστία της μεθόδου για την αποκατάσταση της κίνησης, η συγκρισιμότητα μετά από κάθε εφαρμογή, η συντόμευση του χρόνου αποθεραπείας, η εξατομίκευση με βάση την ηλικία, το φύλο, το βάρος και άλλα ειδικά χαρακτηριστικά του ασθενή

Κυλιόμενος τάπητας FDM-T

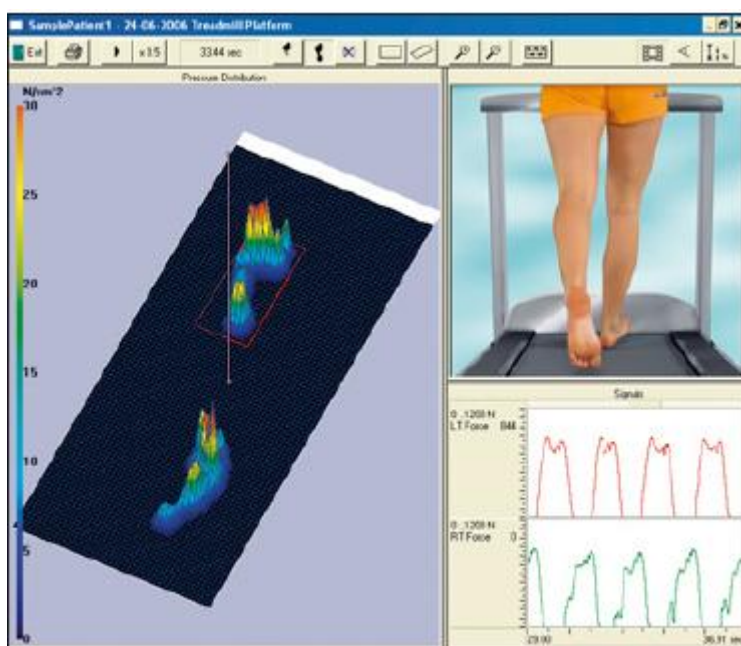
Το βασικό σύστημα FDM-T αποτελείται από ένα καινοτόμο κυλιόμενο τάπητα με ενσωματωμένους αισθητήρες υψηλής ανάλυσης & καταγραφής (Εικόνα 2.12). Σε μια περιοχή διαστάσεων 150 x 50 cm, η συσκευή διαθέτει πάνω από 5.000 αισθητήρες καταγραφής της πίεσης. Χρησιμοποιώντας μια τεχνολογία που ειδικά αναπτυγμένη από τη zebris, η κίνηση του τάπητα ρυθμίζεται έτσι, ώστε να γίνεται μια σταθερή καταγραφή και ανάλυση των πιέσεων & δεδομένων που δέχονται οι αισθητήρες. Υπάρχουν διάφοροι τύποι μοντέλων κυλιόμενων ταπήτων για το σύστημα.



Εικ. 2.12: Κυλιόμενος τάπητας FDM-T

Η απεικόνιση όλων των καταγραμμένων μετρήσεων γίνεται σε πραγματικό χρόνο (REAL TIME) σε ένα οποιοδήποτε υπολογιστή του εμπορίου. Το software, προσφέρει τη

δυνατότητα για έλεγχο των παραμέτρων της δύναμης-πίεσης, καθώς επίσης επιπρόσθετα, απεικονίζει τα δεδομένα – σήματα σε αργή κίνηση και απολύτως συγχρονισμένα. Σε βασικές διαμορφώσεις, όλα τα μοντέλα FDM-T διαθέτουν έξοδο για σύνδεση και ταυτόχρονη χρήση με κάμερα βίντεο για καταγραφή κινηματικής ανάλυσης (GAIT ANALYSIS). Το προαιρετικό “πακέτο” κάμερας, περιλαμβάνει μια κάμερα βίντεο υψηλής ανάλυσης με φακό ευρείας γωνίας, ορθοστάτη και όλα τα απαραίτητα καλώδια που απαιτούνται για τη σύνδεση με το σύστημα. (Εικόνα 2.13.)



Εικ. 2.13: GAIT ANALYSIS του κυλιόμενου τάπητα FDM-T

Ο χρονικός συγχρονισμός χρησιμοποιώντας το προαιρετικό ασύρματο εξάρτημα DAB, γίνεται μέσω υπέρυθρων ακτινών. Το εξάρτημα, επικοινωνεί με τον υπολογιστή μέσω Bluetooth, και μπορεί να συνδεθεί με έως 8 αισθητήρες EMG επιτρέπον στο σύστημα να κάνει κινηματική ανάλυση (GAIT ANALYSIS) με απεικόνιση της κίνησης στον υπολογιστή με τη μορφή σκελετού.

The Electronic Baropodometer

Το ερευνητικό κέντρο στο Πανεπιστήμιο του Μονπελιέ της Γαλλίας, που διευθύνεται από τον καθηγητή Rabishong, σχεδίασε και δημιούργησε το 1978 ένα υπολογιστικό σύστημα

εξέτασης, για τη μελέτη της στατικής και δυναμικής πίεσης που ασκείται στα πόδια. Μέσα σε αυτά τα χρόνια η έρευνα ολοκληρώθηκε από διάφορους ειδικούς που, όπως γνωρίζουμε πλέον όλοι, επιβεβαίωσαν αυτή τη διαγνωστική μέθοδο ως έγκυρη. Επιπλέον, αποφασίστηκε ότι η βαροποδομετρική ανάλυση καλύπτει όλες τις απαιτήσεις για κλινική εξέταση και προσφέρει στους ασθενείς και τους γιατρούς μια ορθή και περιεκτική διαγνωστική ανάλυση, επιτρέποντας επίσης την τήρηση ενός χρονολογικού αρχείου που περιέχει περιεκτικές ιατρικές πληροφορίες για τα αρχεία των ασθενών. Το Ηλεκτρονικό Ποδοβαρόμετρο είναι ένα μηχάνημα υψηλής μηχανικής με χιλιάδες ηλεκτρονικούς αισθητήρες, που σήμερα σχεδιάζεται σαν ένα αρθρωτό σύστημα με πλατφόρμα που συλλέγει τις πιέσεις των πελμάτων, τόσο σε κατάσταση ακινησίας όσο και σε κίνηση. Αυτός ο εξοπλισμός είναι ο μοναδικός στον κόσμο που επιτρέπει την ορθή και ακριβή δυναμική καταγραφή του κύκλου βάδισης (ελάχιστος διπλός βηματισμός), χάρη στην αρθρωτή του διαμόρφωση. (Εικόνα 2.14)



Εικ. 2.14: Το Ηλεκτρονικό Ποδοβαρόμετρο.

Το σύστημα αποτελείται από μία πλάκα ευαίσθητη στο βάρος με αντιδραστικούς αισθητήρες, η οποία συνδέεται σε έναν υπολογιστή με ειδικά σχεδιασμένο λογισμικό πρόγραμμα και σε έναν πρόσθετο διάδρομο μήκους περίπου 3 μέτρων το Ηλεκτρονικό Ποδοβαρόμετρο αποτελεί ένα πρωτεύον εργαλείο και χρησιμοποιείται σαν βασικό βοήθημα για τους ειδικούς στα πεδία έρευνας και εφαρμογής, όπου απαιτείται περιοδική διάγνωση σε ασθενείς.

Αρθρωτό πατενταρισμένο επιτρέπει τον συνδυασμό πληροφοριών από κάθε τμήμα (40x40) της πλάκας πίεσης (και από τους ενσωματωμένους σε αυτό αισθητήρες) σύμφωνα με τις ανάγκες του ειδικού: Η πλάκα πίεσης αποτελείται από ευαίσθητους ηλεκτρονικούς αισθητήρες από πλατίνα (1600 ανά τμήμα) που συγκεντρώνουν ταυτόχρονα πληροφορίες για την πίεση του ποδιού η οποία μετριέται καθώς ο ασθενής βαδίζει κανονικά.

TRX Suspension Trainer

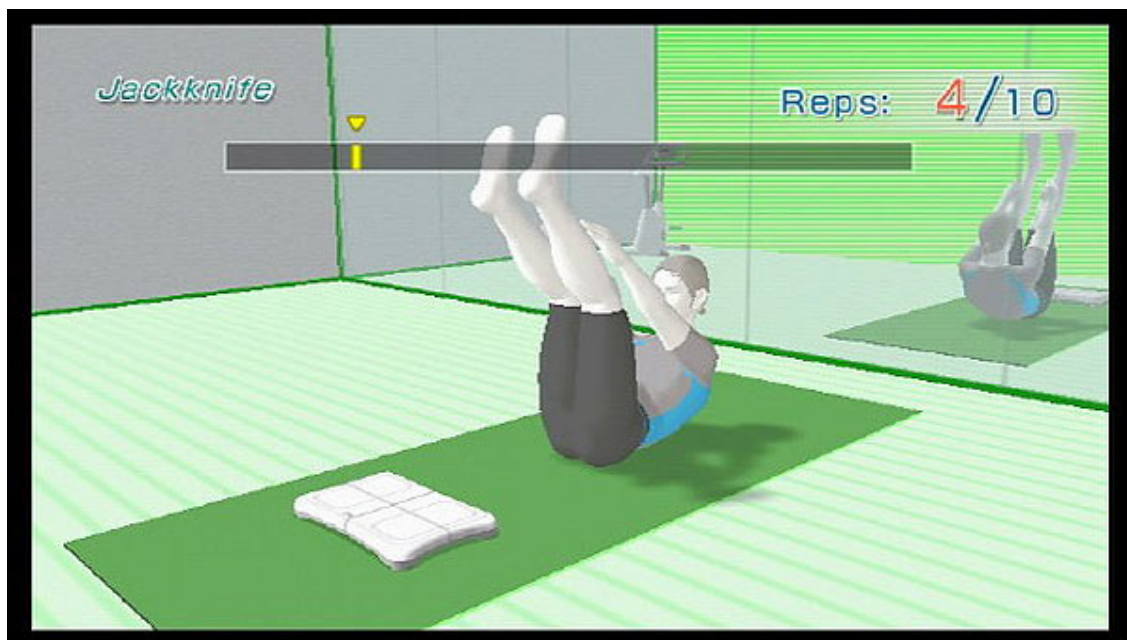
Το TRX Suspension Trainer είναι το αυθεντικό και εύκολο στη μεταφορά του προπονητικό όργανο που λειτουργεί αποκλειστικά με το σωματικό βάρος του γυμναζόμενου και το οποίο αναπτύσσει δύναμη, ισορροπία, ευλυγισία και σταθεροποίηση του σώματος και απευθύνεται σε γυμναζόμενους κάθε επιπέδου φυσικής κατάστασης. Η χρήση με ανάρτηση (Suspension training) χτίζει την ανώτατη μυϊκή ισορροπία, τη σταθερότητα των συνδέσμων, την κινητικότητα και τη δύναμη του κορμού, γεγονός που βοηθά στην καλύτερη απόδοση σε κάθε άθλημα. Επίσης, βελτιώνει τη σωστή θέση σώματος και προφυλάσσει από τραυματισμούς. Το TRX Suspension Trainer προσδίδει τη μεγαλύτερη λειτουργικότητα από το μεγαλύτερο πολυ-μηχάνημα. Συνδυάστε τις ασκήσεις ενός μηχανήματος cable cross-over, ένα πλήρες σετ με αλτήρες και μία Swiss ball και θα αρχίσετε να καταλαβαίνετε τι μπορεί να προσφέρει το TRX στην προπόνησή σας, αντέχει σε επιβάρυνση 450 Kg., ενώ οι ιμάντες έχουν μεγάλη δυνατότητα επέκτασης για να ταιριάζει το TRX στις σωματικές διαστάσεις όλων των γυμναζόμενων. (Εικόνα 2.15)



Εικ. 2.15: TRX Suspension Trainer

To Wii Fit

Το Wii Fit είναι ένα videogame που μετατρέπεται σε ένα προϊόν γυμναστικής και fitness αποτελείται από ένα Balance Board που περιέχουν αισθητήρες χωρισμένους στις τέσσερις γωνίες του, έτσι ώστε να αντιλαμβάνονται ανά πάσα στιγμή τη μετατόπιση του βάρους του χρήστη, λειτουργούν σε κάθε είδος επίπεδης επιφάνειας - ακόμη και ένα χαλί, η ενσωματωμένη ηλεκτρονική ζυγαριά δέχεται ως όριο 150 κιλά Με την έναρξη του το παιχνίδι υποδέχεται τον χρήστη σε ένα κλινικό περιβάλλον που θυμίζει αφηρημένα την αίθουσα ενός γυμναστηρίου. (Εικόνα 2.16)



Εικ. 2.16: Το Wii Fit

Ένα κινούμενο, ψηφιακό Wii Board αναλαμβάνει να αντικαταστήσει τον Dr Kawashima ως ο οδηγός του χρήστη μέσα στο παιχνίδι. Όπως και στο Brain Training επίσης, το πρώτο στάδιο του Wii Fit είναι μια πρώιμη αξιολόγηση του χρήστη, αυτή τη φορά σχετικά με το επίπεδο fitness του και όχι με την κατάσταση του μυαλού του. Μια σειρά από τεστ ισορροπίας και ευελιξίας αναλαμβάνουν να υπολογίσουν σε συνδυασμό με το BMI και το βάρος την ηλικία του χρήστη σε Fitness, με την απόσταση ανάμεσα στην πραγματική ηλικία και τον υπολογισμό του παιχνιδιού να υποδεικνύουν την πρόοδο που απαιτείται να συντελέσει ο παίκτης. (Εικόνα 2.17)



Εικ. 2.17: Το Wii Fit

Το BMI παρέχει από μόνο του τα απαραίτητα στατιστικά για τη σωματική κατάσταση και αν σαν μονάδα μέτρησης έχει και αυτή επιστημονικά αποδεδειγμένα τρωτά σημεία (κυρίως τη συσχέτιση μεταξύ λίπους και μυϊκής μάζας), το βάρος μπορεί να αποτελέσει τον τελικό κριτή για το χρήστη, αφού είναι δυνατή η οριοθέτηση και παρακολούθηση στόχων για απώλεια ή αύξηση του βάρους μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Προχωρώντας στις κύριες λειτουργίες του παιχνιδιού, μόλις ο χρήστης παρακολουθήσει νευρικά το Wii του να φουσκώνει αναλόγως, έχει τη δυνατότητα να επιλέξει από μια σειρά δραστηριότητες χωρισμένες σε τέσσερις βασικές κατηγορίες: Yoga, ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης, αεροβικές ασκήσεις και ασκήσεις ισορροπίας. Οι πρώτες δύο κατηγορίες διαθέτουν από δεκαπέντε ασκήσεις, μερικές από τις οποίες αποτελούν επαναλήψεις των προηγούμενων, απλά χωρίς περιορισμούς (ο στόχος είναι ο μεγαλύτερος δυνατός χρόνος), ενώ οι τελευταίες δύο κατηγορίες παρέχουν από εννιά ασκήσεις η κάθε μία. Το παιχνίδι κρατάει επίσης σε μια ξεχωριστή κατηγορία τις αγαπημένες ασκήσεις του χρήστη έτσι ώστε να έχει απευθείας πρόσβαση σε περίπτωση που θέλει να ακολουθήσει κάποιο συγκεκριμένο πρόγραμμα. Η διαδικασία προόδου για τις ασκήσεις είναι διμερής: από τη μια, το παιχνίδι χρησιμοποιεί τον ακριβή χρόνο άσκησης του χρήστη ως μια μορφή ψηφιακού νομίσματος. Ο χρόνος συμμετοχής του χρήστη αποθηκεύεται σε ένα κουμπαρά και καθώς αυτός γεμίζει, ο χρήστης αποκτά σταδιακά πρόσβαση σε περισσότερες ασκήσεις. Οι ασκήσεις της Yoga είναι, μαζί με αυτές της ισορροπίας, αυτές που

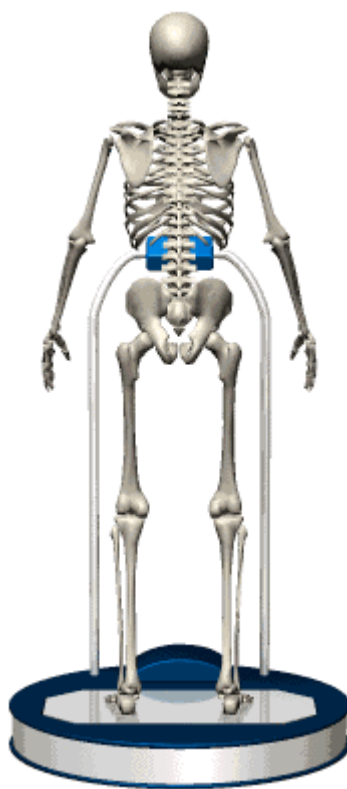
χρησιμοποιούν μάλλον περισσότερο από όλες τις υπόλοιπες κατηγορίες το Wii Board, καθώς η ισορροπία και η σωστή τοποθέτηση των ποδιών αποτελούν βασικά χαρακτηριστικά για τη σωστή εκτέλεση μιας άσκησης. Το παιχνίδι παρέχει επίσης, εκτός από μια εξαιρετικά λεπτομερή οπτική ένδειξη του πώς και πού πατάει ο χρήστης, οπτικές και ηχητικές ενδείξεις για το πώς και πότε πρέπει να πραγματοποιηθούν οι αναπνοές, απαραίτητο φυσικό στοιχείο της Yoga. Η δεύτερη κατηγορία, της μυϊκής ενδυνάμωσης, είναι αυτή που παρέχει μάλλον και τις δυσκολότερες ασκήσεις, όπως οι ασκήσεις κοιλιακών ή τα push up, στην περίπτωση αυτών των ασκήσεων το παιχνίδι βοηθάει με την παροχή της οπτικής αναπαράστασης και κυριότερα της ένδειξης των σωστών χρόνων σε μια άσκηση, βοηθώντας τον παίκτη να κρατήσει το σωστό ρυθμό. Οι άλλες δύο κατηγορίες ασκήσεων βρίσκονται πιο κοντά στη λογική ενός videogame, δραστηριότητες όπως το χούλα χου ή ο διαγωνισμός χορού (ουσιαστικά step) γίνονται πολύ γρήγορα εξαντλητικές αφού ανέβει το επίπεδο δυσκολίας. (Εικόνα 2.18) Το jogging ζητά από το χρήστη να «τρέξει» μπροστά στην τηλεόρασή του με το remote controller στην τσέπη του έτσι ώστε το Wii να «διαβάσει» το ρυθμό του, με το παιχνίδι να αναπαριστά έναν εικονικό μαραθώνιο, όπου το Mii του χρήστη τρέχει μαζί με τα άλλα Mii του Wii Plaza, σε μια διαδρομή γύρω από ένα ειδυλλιακό νησί. Η τελευταία κατηγορία (Balance) θα μπορούσε να βρίσκεται σε μια συλλογή mini – games τύπου Wii Play.



Εικ. 2.18: Το Wii Fit

Gallileo 900 (πλατφόρμα δόνηση σε πλάγιο επίπεδο)

Το μηχάνημα Gallileo 900 στηρίζει τη λειτουργία του στη μέθοδο θεραπείας δόνησης ολόκληρου σώματος «Whole Body Vibration Therapy» (WBVT) ,υποκινεί την ακούσια μετακίνηση μυών, από την ακούσια αντανάκλαση τεντωμάτων με τον ίδιο τρόπο όπως γίνεται η αντανάκλαση επιγονατίδας (τενόντιο αντανακλαστικό επιγονατίδας) όταν ο γιατρός χτυπά με ένα σφυρί τον τένοντα της με αποτέλεσμα το πόδι να ανυψώνεται ακούσια προς τα επάνω. (Εικόνα 2.19)



Εικ. 2.19: Πλατφόρμα δόνησης

Το Gallileo 900 χάρη στη πλατφόρμα δόνησης σε πλάγιο επίπεδο μιμείται τον ανθρώπινο βηματισμό, το περπάτημα και το τρέξιμο επιτυγχάνοντας μεγαλύτερη και πιο συγκεκριμένη ενίσχυση των ραχιαίων και κοιλιακών μυών, ακόμα και στο υψηλό εύρος, το κεφάλι και ο λαιμός προστατεύονται όπως οι μυς της λεκάνης και του κορμού στη μεταφορά δόνησης. (Εικόνα 2.20) Αντίθετα από τις πλατφόρμες δόνησης σε κάθετο

επίπεδο που μεταβιβάζουν συνεχώς τις δονήσεις στη σπονδυλική στήλη και μέσω αυτής στο λαιμό και το κεφάλι, το Galileo 900 εκπαιδεύει το ανθρώπινο σώμα με έναν αποδοτικό και φυσιολογικά τρόπο που ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο τραυματισμού ταυτόχρονα μεγιστοποιώντας τα αποτελέσματα της ολόσωμης δόνησης.

Τα αποτελέσματα του Galileo 900:

Ενδυνάμωση μυών

Αποκατάσταση

Βελτίωση ευκαμψίας

Ενδυνάμωση οστών (οστεοπόρωση-οστεοπαινία)

Πρόληψη πτώσεων

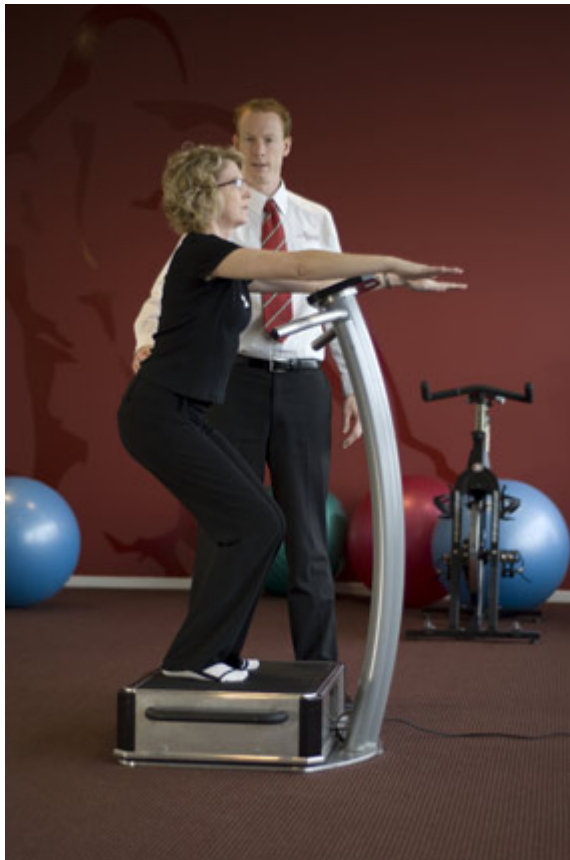
Βελτίωση ισορροπία

Βελτίωση αθλητικής απόδοσης

Βελτίωση ουρικής ακράτειας

Αύξηση κινητικότητας, ισορροπίας και συνέργειας

Αύξηση της μυϊκής μάζας και μείωση του σωματικού βάρους



Εικ. 2.20: Το Galileo 900

To mtd Balance Trainer

Το mtd Balance Trainer είναι μία πολυσύνθετη πλατφόρμα μέτρηση και τεκμηρίωση της σταθερότητας (αντοχής), της ισορροπίας, του στατικού και δυναμικού συντονισμού στις διαφορετικές θέσεις (στάσεις) του κορμού, των άνω και κάτω άκρων. Αποτελείται από μια ηλεκτρονική πλατφόρμα η οποία συνδέεται ασύρματα (μέσω bluetooth) με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή για την άμεση μεταφορά των δεδομένων. Η λειτουργία του mtd Balance Trainer στηρίζεται στο Physiofeedback, μια ειδική μέθοδος ανατροφοδότησης που χρησιμοποιείται για την εκμάθηση της κίνησης. Ο ασθενής που στέκεται στη πλατφόρμα (ενεργό επιφάνεια) προσπαθεί να εκτελέσει κινήσεις που απεικονίζονται στη οθόνη χρησιμοποιώντας στοχευμένες μετακινήσεις. (Εικόνα 2.21)



Εικ. 2.21: Το mtd Balance Trainer

Το λογισμικό Physiofeedback λαμβάνει δεδομένα για τις κινήσεις του ασθενή από τους αισθητήρες στην ενεργό επιφάνεια και παρουσιάζει τα αποτελέσματα μέσω μιας γραφικής παράστασης στην οθόνη σε πραγματικό χρόνο ανατροφοδότησης. Το λογισμικό μιμείται ένα πλήθος καθημερινών ασκήσεων μετακίνησης από τη στατική, συμμετρική φόρτιση στη γρήγορη, ανακλαστική αλλαγή του βάρους. Ο ασθενής βλέπει την απεικόνιση των κινήσεων του και της μετακίνησης του άμεσα από τη γραφική παράσταση χωρίς οποιαδήποτε καθυστέρηση. Με αυτήν την ανατροφοδότηση, ο ασθενής μπορεί επίσης να διακρίνει τυχόν λάθη στις κινήσεις του, έτσι ώστε να της διορθώσει στη στιγμή.

3. ΣΥΝΤΟΜΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση έγινε μέσω αναζήτησης σε βάσεις δεδομένων pubmed και medline (www.pubmed.com, www.medline.com) για τα σύγχρονα τεστ και μηχανήματα αξιολόγησης και βελτίωσης ισορροπίας. Χρησιμοποιήσαμε τους όρους balance, physical therapy, evaluation, rehabilitation, stability, dynamic και βρήκαμε 12 κλινικές δοκιμές στις οποίες διερευνήθηκαν και αναλύθηκαν τεστ και μηχανήματα αξιολόγησης και βελτίωσης ισορροπίας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: balance, physical therapy, evaluation, rehabilitation, stability, dynamic.

Άρθρα

O Cipriany - Dacko et al μελέτησαν την αποτελεσματικότητα του Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment (BPOMA) στην αξιολόγηση της σωματικής ισορροπίας από τους φυσικοθεραπευτές διαφορετικών ετών πρακτικής εμπειρίας. Αξιολογήθηκαν 60 ασθενείς ενός οίκου ευγηρίας, ηλικίας από 60 έως 99 χρόνων από διαφορετικές ομάδες φυσικοθεραπευτών, ανάλογα με την πρακτική τους εμπειρία. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν μετά το τέλος της έρευνας έδειξαν πως δεν υπάρχει καμία απόκλιση και διαφοροποίηση στις μετρήσεις της σωματικής ισορροπίας με το τεστ BPOMA από τις διαφορετικές φυσιοθεραπευτικές ομάδες, τονίζοντας έτσι την ευχέρεια και την αξιοπιστία του τεστ (Cipriany-Dacko LM et al 1997).

O Stevenson TJ et al εξέτασαν την αξιοπιστία του Berg Balance Scale (BBS) στην μέτρηση της στατικής ισορροπίας σε ηλικιωμένους ασθενείς με ημιπληγία μετά από Αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (Α.Ε.Ε.), συγκρίνοντας το με τα εργαστηριακά ευρήματα που στηρίζονται με τη μέτρηση του κέντρου βάρους και το ηλεκτρομυογράφημα. Οι 24 ασθενείς με ημιπληγία μετά από (Α.Ε.Ε.) υπεβλήθησαν σε δύο δραστηριότητες, στη πρώτη αξιολογήθηκε η στατική ισορροπία των ισχίων με μια γρήγορη κάμψη των βραχιόνων και στη δεύτερη σε ήρεμη θέση χωρίς την κάμψη των βραχιόνων. Τα αποτελέσματα της μέτρησης έδειξαν σημαντική συσχέτιση των αποτελεσμάτων του BBS με αυτά των εργαστηριακών ευρημάτων (Stevenson TJ et al 1996).

O Ingemarsson AH et al μελέτησαν την ικανότητα ισορροπίας και τον κίνδυνο πτώσεων σε ασθενείς με πρόσφατη αρθροπλαστική ισχίου. Για την ανάλυση των διαφορετικών πτυχών ισορροπίας χρησιμοποιήθηκαν η κλίμακα Falls Efficacy Scale, το Functional

Reach Test, ερωτηματολόγιο για τον φόβο πτώσεων και τεστ επάνω σε πλατφόρμα ισορροπίας (Chattanooga). Πενήντα πέντε ηλικιωμένοι ασθενείς (μέση ηλικίας 82,3 χρόνων) που βρίσκονταν στη τελευταία εβδομάδα νοσηλείας αξιολογήθηκαν πριν την έξοδο τους από το νοσοκομείο. Το πόρισμα της μελέτης έδειξε σημαντική σχέση μεταξύ της υποκειμενικής ισορροπητικής ικανότητας που μετρήθηκε με το FES και της αντικειμενικής μέτρησης ισορροπίας με το Functional Reach Test, ενώ ελάχιστη συσχέτιση υπάρχει μεταξύ της μέτρησης ισορροπίας στη πλατφόρμα δόνησης και εκείνης που επιτεύχθηκε με το FES και το Functional Reach Test, δείχνοντας έτσι τη χρησιμότητα του FES και του Functional Reach Test στην αξιολόγηση της ισορροπίας στους ηλικιωμένους ασθενείς με πρόσφατη αρθροπλαστική ισχίου (Ingemarsson AH et al 2000).

O Richardson JK et al απέδειξαν πως ένα πρόγραμμα στοχευμένων ασκήσεων βελτιώνει τα επίπεδα ισορροπίας (διάρκεια διατήρησης θέσης, διάρκεια μετακίνησης σε μια θέση, χρήση λειτουργικής αλλαγής) σε ασθενείς που πάσχουν από περιφερική νευροπάθεια. Χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα Activities Balance Confidence Scale (ABC). Οι συμμετέχοντες ήταν είκοσι άτομα που έπασχαν από περιφερική νευροπάθεια, το πρόγραμμα διήρκεσε τρεις εβδομάδες και περιελάμβανε, η πρώτη ομάδα των δέκα ατόμων ασκήσεις αύξησης μυϊκής δύναμης και βελτίωση ισορροπίας και η δεύτερη πάλι των δέκα ατόμων ασκήσεις κινητικού ελέγχου. Μετά το τέλος του προγράμματος μόνο η πρώτη ομάδα που συμμετείχε στο πρόγραμμα ασκήσεων αύξησης μυϊκής δύναμης και ισορροπίας παρουσίασε βελτίωση και στα τρία επίπεδα ισορροπίας αλλά καμία βελτίωση στη κλίμακα ABC (Richardson JK et al 2001).

O Wolf B et al εφάρμοσαν μια σειρά φυσιοθεραπευτικών ασκήσεων μελετώντας την επίδραση τους στην βελτίωση ισορροπίας στους ηλικιωμένους. Οι συμμετέχοντες ήταν ενενήντα τέσσερεις οι οποίοι παρουσίαζαν λειτουργικά προβλήματα ισορροπίας ηλικίας πάνω από 75 χρόνων, από τους οποίους οι εβδομήντα επτά ανήκαν στην πειραματική ομάδα. Το πρόγραμμα των ασκήσεων περιελάμβανε δώδεκα συνεδρίες και για την έκβαση των αποτελεσμάτων ισορροπίας χρησιμοποιήθηκαν το Berg Balance Scale και το Dynamic Gait Index. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν πως η ικανότητα ισορροπίας βελτιώθηκε στο Berg Balance Scale και στο Dynamic Gait Index στην πειραματική ομάδα και όχι στην ομάδα ελέγχου (Wolf B et al 2001).

O Steadman J et al ερεύνησαν την επίδραση ενός προγράμματος ισορροπίας στην βελτίωση κινητικότητας και στη μείωση πτώσεων στους ηλικιωμένους. Εκατό ενενήντα εννέα ασθενείς ηλικίας 60 χρόνων και πάνω πήραν μέρος στο πρόγραμμα ισορροπίας έξι εβδομάδων όπου έγινε χρήση του Ten-meter timed walk test (TWT), BBS, Frenchay

Activities Index (FAI), Falls Handicap Inventory (FHI), και του Ευρωπαϊκού ερωτηματολογίου ποιότητα ζωής «European Quality of Life (Euroqol)». Μετά το τέλος του προγράμματος παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση της ισορροπίας και της κινητικότητας. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την μελέτη των αποτελεσμάτων έδειξαν πως τα προγράμματα άσκησης βελτιώνουν σημαντικά την ισορροπία και την κινητικότητα στους ασθενείς με προβλήματα ισορροπίας, ανεξάρτητα από τη στρατηγική (Steadman J et al 2003).

O Shumway-Cook A et al μελέτησαν την επίδραση της εκπαίδευσης της ισορροπίας στην αποκατάσταση σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση. Στην έρευνα συμμετείχαν έξι (6) παιδιά με εγκεφαλική παράλυση (τέσσερα παιδιά με σπαστική διπληγία και δύο με σπαστική ημιπληγία). Για την εκπαίδευση της ισορροπίας χρησιμοποιήθηκε μία πλατφόρμα δόνησης (με 100 δονήσεις/ημέρα για 5 ημέρες). Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν βελτίωση της σταθερότητας, και στα έξι παιδιά και η οποία συνέχισε να υπάρχει 30 ημέρες μετά από την ολοκλήρωση του προγράμματος (Shumway-Cook A et al 2003)

O Matjačić Z et al μελέτησαν την δυναμική ισορροπία σε άτομα με ακρωτηριασμό κάτω από το γόνατο. Στην έρευνα συμμετείχαν 14 άτομα που υπέστησαν κνημιαίο ακρωτηριασμό και φορούσαν προθέσεις. Η έρευνα διήρκεσε 14 ημέρες με 20 λεπτά εκπαίδευσης ισορροπίας την ημέρα (φορώντας τις προθέσεις), χρησιμοποιώντας το Balance Trainer. Πριν και μετά από κάθε συνεδρία μετρήθηκαν η διάρκεια της στάσης μόνο στο προσθετικό πόδι, το τεστ Timed “Up and Go” και το τεστ 10 meter walk. Τα αποτελέσματα έδειξαν τη βελτιωμένη απόδοση και στις τρεις μετρήσεις τονίζοντας έτσι την χρησιμότητα του προγράμματος στη βελτίωση ισορροπίας και βάδισης στους ανθρώπους με κνημιαίο ακρωτηριασμό (Matjačić Z et al 2003).

H Tyson SF et al μελέτησαν την αξιοπιστία του Brunel Balance Assessment (BBA) τεστ σε ασθενείς με προβλήματα ισορροπίας μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Συμμετείχαν ενενήντα δύο άτομα με ημιπληγία ύστερα από εγκεφαλικό επεισόδιο, στα οποία αξιολογήθηκαν με το BBA στην ικανότητα ισορροπίας. Οι τριάντα επτά ασθενείς εξετάστηκαν για την αξιοπιστία του τεστ και οι πενήντα πέντε για την ισχύ του. Το Brunel Balance Assessment συγκρίθηκε με το Motor Assessment Scale (MAS), το Berg Balance Test (Berg) και το Rivermead Mobility Index (RMI) τεστ. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του BBA συνέπιπταν με αυτά των υπόλοιπων τεστ, τονίζοντας έτσι την αξιοπιστία και την εγκυρότητα του BBA (Tyson SF et al 2004).

H Hess JA et al εξέτασαν την επίδραση ενός προγράμματος ασκήσεων μεγάλης έντασης στην ικανότητα ισορροπίας στα ηλικιωμένα άτομα. Το πρόγραμμα περιελάμβανε ασκήσεις μεγάλης έντασης του τετρακεφάλου μυός, των ισchioκνημιαίων μυών, του γαστροκνημίου και πρόσθιου κνημιαίου. Για την αξιολόγηση της ισορροπίας χρησιμοποιήθηκε το Berg Balance Scale τεστ, το Timed “Up and Go” τεστ, και το Activities-Specific Balance Confidence Scale (ABC) τεστ. Τα αποτελέσματα του προγράμματος αποκάλυψαν σημαντική βελτίωση ισορροπίας στους ηλικιωμένους (Hess JA et al 2005).

O Smedal T et al μελέτησαν πως η τεχνική Bobath βελτιώνει την ικανότητα ισορροπίας και τον κινητικό έλεγχο σε ασθενείς με σκλήρυνση κατά πλάκας. Συμμετείχαν δύο ασθενείς με σκλήρυνση κατά πλάκας, στους οποίους εφαρμόστηκε η τεχνική Bobath. Το Berg Balance Scale τεστ, το Rivermead Visual Gait Assessment (RVGA) - οπτική αξιολόγηση του βηματισμού και ένας ηλεκτρονικός τάπητας διάβασης ήταν τα μέσα με τα οποία αξιολογήθηκε η ισορροπία και ο κινητικός έλεγχος, δώδεκα φορές σε τέσσερις φάσεις: 1^η φάση πριν την έναρξη της θεραπείας, 2^η φάση κατά την διάρκεια της θεραπείας, 3^η φάση μετά το τέλος της θεραπείας και 4^η φάση μετά από δύο μήνες από την έναρξη θεραπείας. Μετά το τέλος του προγράμματος θεραπείας τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν βελτίωση του κινητικού ελέγχου και της ικανότητας ισορροπίας (Smedal T et al 2006).

H Consuelo G. Suarez et al μελέτησαν μια μορφή πολεμικής τέχνης των Φιλιππίνων («Arnis de Mano») που τα χρησιμοποίησαν ως πρόγραμμα ασκήσεων, σε ηλικιωμένα άτομα για να αξιολογήσουν την ικανότητα ισορροπίας τους πριν και μετά το πρόγραμμα. Συμμετείχαν είκοσι δύο άτομα ηλικίας από 60 έως 84 χρόνων, χωρισμένα σε δύο ομάδες. Η 1^η ομάδα των (11) ατόμων εφάρμοσαν ασκήσεις «Arnis de Mano» και η 2^η ομάδα πάλι των 11 ατόμων εφάρμοσαν ασκήσεις ενδυνάμωσης. Ως μέσα αξιολόγησης ισορροπίας χρησιμοποιήθηκε το Timed “Up and Go” (TUG) τεστ, το Functional Reach Test (FRT) και το 10 meter speed test (10MWT) και οι μετρήσεις έγιναν και στις δύο ομάδες πριν και μετά την εφαρμογή των δύο ειδών ασκήσεων. Τα αποτελέσματα του προγράμματος έδειξαν βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας στο TUG και στο FRT τεστ και στην 1^η ομάδα και στην 2^η, όμως στο 10MWT τεστ η 2^η ομάδα που εφάρμοσε τις «Arnis de Mano» ασκήσεις, παρουσίασε μεγαλύτερη βελτίωση ισορροπίας, δείχνοντας έτσι την υπεροχή των ασκήσεων «Arnis de Mano» στην βελτίωση της δυναμικής ισορροπίας (Consuelo G. Suarez et al 2004).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ισορροπία αποτελεί μια σημαντική ικανότητα του ανθρώπου και επηρεάζει σημαντικά την διαβίωσή του. Η πάροδος της ηλικίας, η έλλειψη ικανότητας αντοχής και κινητικού ελέγχου, οι διάφορες νευροπάθειες και οιδήματα, τα διάφορα μυοσκελετικά προβλήματα έχουν ως αποτέλεσμα την εξασθένηση της ικανότητας ισορροπίας. Η εξέταση όλων αυτών των παραμέτρων οδήγησε πολλούς ερευνητές συγκαταλέγοντας και τους φυσικοθεραπευτές στην εφαρμογή παρεμβατικών προγραμμάτων όπως ενδυνάμωσης, ισορροπίας, αντοχής συντονισμού, κτλ., για την επανεκπαίδευση και βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας. Οι ερευνητές συμπεριέλαβαν στις μελέτες τους τεστ και μηχανήματα αξιολόγησης ισορροπίας. Έτσι χρησιμοποιήθηκαν το Falls Efficacy Scale, το Functional Reach Test για την αξιολόγηση της ικανότητας ισορροπίας σε ασθενείς με πρόσφατη αρθροπλαστική ισχίου (Ingemarsson AH at al), το Functional Reach Test σε ηλικιωμένα άτομα (Consuelo G. Suarez at al), όπως και το Berg Balance Scale (Wolf B at al). Το Ten-meter timed walk test χρησιμοποιήθηκε επίσης σε ηλικιωμένα άτομα για την αξιολόγηση της κινητικότητας και των πτώσεων (Steadman J at al) όπως και το Activities-Specific Balance Confidence Scale (Hess JA at al). Ομοίως το Activities Balance Confidence Scale μεταχειρίστηκε σε ασθενείς με νευροπάθεια.(Richardson JK at al). Το Timed “Up and Go” και το 10 meter walk test λειτούργησε ως μέσο αξιολόγησης ισορροπίας σε ασθενείς με κνημιαίο ακρωτηριασμό (Matjačić Z at al), ενώ σε ασθενείς με σκλήρυνση κατά πλάκας το Berg Balance Scale (Smedal T at al).Ορισμένοι ερευνητές πραγματοποιώντας μελέτες απέδειξαν την αποτελεσματικότητα του Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment στην αξιολόγηση της σωματικής ισορροπίας από διαφορετικούς σε εμπειρία φυσικοθεραπευτές (Cipriany- Dacko at al), την αξιοπιστία του Berg Balance Scale συγκρίνοντάς το με εργαστηριακά ευρήματα (Stevenson TJ at al) και την ισχύ του Brunel Balance Assessment εξετάζοντάς το με άλλα τεστ. Εκτός από τα τεστ αξιολόγησης ισορροπίας έγινε χρήση κάποιων μηχανημάτων, αυτά ήταν η πλατφόρμα ισορροπίας σε ασθενείς με πρόσφατη αρθροπλαστική ισχίου για την εκτίμηση της ικανότητας ισορροπίας (Ingemarsson AH at al) και σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση για την επανεκπαίδευση της ισορροπίας (Shumway-Cook A at al), και το Dynamic Gait Index για την βελτίωση ισορροπίας σε ηλικιωμένους (Wolf B at al). Ανακεφαλαιώνοντας θα μπορούσαμε να πούμε πως πολλά προγράμματα αποκατάστασης για την σωστή εκτίμηση και αξιολόγηση της ισορροπιστικής ικανότητας των ασθενών χρησιμοποιούν ειδικά τεστ και μηχανήματα αξιολόγησης ισορροπίας.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παραπάνω ανασκόπηση φαίνεται πως όλο και περισσότερες έρευνες μεταχειρίζονται τεστ αξιολόγησης ισορροπίας, άλλες συμπεριλαμβάνουν μεμονομένα και άλλες πολλά τεστ μαζί. Εκτός όμως από τα τεστ γίνεται χρήση και συστημάτων - μηχανημάτων αξιολόγησης και βελτίωσης ισορροπίας, ωστόσο η εφαρμογή τους είναι περιορισμένη και δεν συγκαταλέγει σύγχρονα συστήματα που υπάρχουν στην αγορά, αφήνοντας πολλά κενά και ερωτήματα για την συμβολή τους στην φυσικοθεραπεία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αποστολάκης Μιχαήλ Ι. (1993) Στοιχεία φυσιολογίας του ανθρώπου, τόμος Α, Γενική φυσιολογία - αίμα. Έκδοση Αποστολάκης Μιχαήλ Ι., Θεσσαλονίκη.
2. Αποστολάκης Μιχαήλ Ι. (1995) Στοιχεία φυσιολογίας του ανθρώπου, τόμος Δ, Το νευρικό σύστημα. Έκδοση Αποστολάκης Μιχαήλ Ι., Θεσσαλονίκη.
3. Ασπιώτης Νικόλαος (1981) Αθλητική φυσιολογία. Έκδοση Ασπιώτης Νικόλαος, Θεσσαλονίκη.
4. Ασπιώτης Νικόλαος (1985) Φυσιολογία ανθρώπου και λοιπών θηλαστικών. Έκδοση Ασπιώτης Νικόλαος, Θεσσαλονίκη.
5. Λογοθέτης Ιωάννης, Ιωάννης Μυλωνάς. (2004) Νευρολογία λογοθέτη. Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
6. Ρόσμπογλου Στυλιανός Κ. (2002) Αξιολόγηση ασθενών με βλάβες - κακώσεις Κ.Ν.Σ.. Έκδοση Ρόσμπογλου Στυλιανός Κ., Θεσσαλονίκη.
7. Brian E.M., William E.M. (1998) «Control of compensatory stepping reaction: Age – related impairment and the potential for remedial intervention. Physiotherapy Theory and Practice 15, 69-90.
8. Cipriany-Dacko LM, Innerst D, Johannsen J, Rude V. (1997) «Interrater reliability of the Tinetti Balance Scores in novice and experienced physical therapy clinicians» Arch Physical Medicine Rehabilitation., 78(10):1160-4.
9. Consuelo G. Suarez, MD; Joven Christopher T. Cerdania, PTRP; Michael Jorge N. Peralta. (2004) «Modified Arnis de Mano as a Tool to Improve Balance in the Elderly: A Randomized Controlled Trial.», Arch Physical Medicine Rehabilitation., 90: 26.
10. Hess JA, Woollacott M. (2005) «Effect of high-intensity strength-training on functional measures of balance ability in balance-impaired older adults», Journal of Manipulative Physiological Therapy., 28(8):582-90.
11. Ingemarsson AH, Frändin K, Hellström K, Rundgren A. (2000) «Balance function and fall-related efficacy in patients with newly operated hip fracture», Clinical Rehabilitation., 14(5):497-505.
12. Lord Walton μετάφραση - επιμέλεια Θόδωρος Παπαπετρόπουλος, Χρήστος Πασχάλης, Παναγιώτης Παπαθανασόπουλος (1996) Νευρολογία. Ιατρικές εκδόσεις Λίτσα, Αθήνα.

13. Matjačić Z, Burger H. (2003) «Dynamic balance training during standing in people with trans-tibial amputation: a pilot study», *Prosthetic Orthotic Intervention.*, 27(3):214-20.
14. Richardson JK, Sandman D, Vela S. (2001) «A focused exercise regimen improves clinical measures of balance in patients with peripheral neuropathy», *Arch Physical Medicine Rehabilitation.* 82(2):205-9.
15. Smedal T, Lygren H, Myhr KM, Moe-Nilssen R, Gjelsvik B, Gjelsvik O, Strand LI. (2006) «Balance and gait improved in patients with MS after physiotherapy based on the Bobath concept», *Physiotherapy Res Intervention.*, 11(2):104-16.
16. Steadman J, Donaldson N, Kalra L. (2003) «A randomized controlled trial of an enhanced balance training program to improve mobility and reduce falls in elderly patients.», *Journal of America Geriatric Society.*, 51(6):847-52.
17. Stevenson TJ, Garland SJ. (1996) «Standing balance during internally produced perturbations in subjects with hemiplegia: validation of the balance scale» *Arch Physical Medicine Rehabilitation.*, 77(7):656-62.
18. Shumway-Cook A, Hutchinson S, Kartin D, Price R, Woollacott M. (2003) «Effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral palsy», *Developmental Medicine Child Neurology.*, 45(9):591-602.
19. Tyson SF, DeSouza LH (2004) «Development of the Brunel Balance Assessment: a new measure of balance disability post stroke», *Clinical Rehabilitation.*, 18(7):801-10.
20. Wolf B, Feys H, De Weerd, van der Meer J, Noom M, Aufdemkampe G, Noom M. (2001) «Effect of a physical therapeutic intervention for balance problems in the elderly: a single-blind, randomized, controlled multicentre trial», *Clinical Rehabilitation.*, 15(6):624-36.