

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΜΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΚΟΗΣ

της
Νικολέτας Τσουλφίδου

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβάλλεται
στο καθηγητικό σώμα για την μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του
μεταπτυχιακού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Άσκηση και
Ποιότητα Ζωής» των Τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του
Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης και του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην
κατεύθυνση «Πρόληψη – Παρέμβαση - Αποκατάσταση»

Κομοτηνή

2013

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό Σώμα :

1^{ος} Επιβλέπων: Αγγελούσης Νικόλαος, Αναπλ. Καθηγητής

2^{ος} Επιβλέπων: Μπάτσιου Σοφία, Επίκ. Καθηγήτρια

3^{ος} Επιβλέπων: Καμπάς Αντώνης, Αναπλ. Καθηγητής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Νικολέτα Τσουλφίδου: Αξιοπιστία μεθόδων αξιολόγησης της ισορροπίας σε παιδιά με προβλήματα ακοής.

(Με την επίβλεψη του κ. Αγγελούση Νικόλαου, Αναπλ. Καθηγητή)

Η ισορροπία αποτελεί κρίσιμη ικανότητα για τη μετακίνηση και την ποιότητα ζωής των παιδιών με προβλήματα ακοής. Προϋπόθεση για το σχεδιασμό αποτελεσματικών παρεμβάσεων για τη βελτίωση της ισορροπίας μέσω της άσκησης αποτελεί η ορθή και αξιόπιστη αξιολόγηση της. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι ο προσδιορισμός της πλέον αξιόπιστης μεθόδου αξιολόγησης της ισορροπίας σε παιδιά με προβλήματα ακοής. Στην έρευνα συμμετείχαν 17 παιδιά με προβλήματα ακοής, ηλικίας 6-12 ετών, από το νομό Αττικής. Η ισορροπία των παιδιών αξιολογήθηκε ταυτόχρονα με τρεις (3) τρόπους: με την κλίμακα ισορροπίας της Berg (Berg Balance Scale -BBS), την ενότητα ισορροπίας του Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP) και με τη δοκιμασία Timed Up and Go (TUG). Πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις με το κάθε εργαλείο αξιολόγησης, σε δύο διαφορετικές ημέρες. Την 1^η μέρα εφαρμόστηκαν οι τρεις μέθοδοι αξιολόγησης με τυχαία σειρά και μετά από ένα 5 λεπτό διάλλειμα, εφαρμόστηκαν εκ νέου με την ίδια σειρά. Την 2^η μέρα, 1 εβδομάδα μετά, η ισορροπία αξιολογήθηκε για μια ακόμη φορά με τις τρεις δοκιμασίες και με την ίδια σειρά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το BBS χαρακτηρίζεται από εξαιρετική σταθερότητα και άριστη αξιοπιστία, το TUG δεν χαρακτηρίζεται από μεγάλη σταθερότητα και δεν διαθέτει μεγάλη αξιοπιστία και το BOTMP (balance subtest) χαρακτηρίζεται μεν από μεγάλη σταθερότητα, αλλά δεν διαθέτει μεγάλη αξιοπιστία για την αξιολόγηση των παιδιών με προβλήματα ακοής. Επομένως από τα τρία τεστ που χρησιμοποιήθηκαν μόνο το BBS τηρεί τις προϋποθέσεις για να θεωρηθεί αξιόπιστη μέθοδος μέτρησης ισορροπίας παιδιών με προβλήματα ακοής.

Λέξεις κλειδιά: Berg Balance Scale -BBS, BOTMP, TUG, αξιοπιστία

ABSTRACT

Nikoleta Tsoulfidou: The reliability of evaluation methods of balance in children with hearing impairment

(Under the supervision of Nikos Aggelousis, Assistant professor)

Balance is a critical skill for the movement and quality of life of children with hearing problems. A prerequisite for designing effective interventions for improving balance through exercise is the correct and reliable assessment of the balance (ή of their condition). The purpose of this research is to determine the most reliable method to evaluate the balance in children with hearing impairment. The survey was performed in the Prefecture of Attiki and involved 17 children with hearing problems, aged from 6 to 12 years. The balance was evaluated simultaneously with three (3) different methods; the *Berg Balance Scale-BBS*, the *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP)* and the *Timed Up and Go (TUG)* test. Three measurements with each evaluation tool were performed on two different days. On the first day the three methods of evaluation were applied in random order and after a 5 minutes break they were applied again in the same order. One week after the first set of measurements, the balance was evaluated again with the three tests and in the same order. The results showed that the BBS method is characterized by excellent stability and excellent reliability, the TUG is not characterized by great stability and has low reliability and BOTMP (balance subtest) although it is characterized by high stability, it has low credibility to the assessment of balance. Therefore, among the three tests only the BBS meets the conditions and can be considered a reliable method for measuring balance on children with hearing impairment.

Key-Words: Berg Balance Scale -BBS, BOTMP, TUG, assessment, credibility

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	ix
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	01
Ακοή και ισορροπία.....	01
Επιπτώσεις της κώφωσης στην ισορροπία.....	05
Ανάπτυξη της ικανότητας ισορροπίας στα παιδιά με προβλήματα ακοής.....	05
Αξιολόγηση της ισορροπίας σε παιδιά με προβλήματα ακοής.....	07
Σκοπός.....	08
Λειτουργικοί ορισμοί	08
Περιορισμοί της έρευνας.....	08
Υποθέσεις.....	09
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	10
Ανατομία του αυτιού.....	10
Τα μέρη του αυτιού.....	10
Η σχηματική διάταξη του αυτιού.....	10
Το έξω αυτί	12
Το πτερύγιο.....	12
Έξω ακουστικός πόρος.....	12
Ο τυμπανικός υμένας.....	13
Το μέσο αυτί	14
Το κοίλο του τυμπάνου	14
Η ευσταχιανή ή ακουστική σάλπιγγα.....	15

Μαστοειδές άντρο.....	15
Το έσω αυτί	16
Οστέινος λαβύρινθος.....	16
Υμενώδης λαβύρινθος.....	17
Το όργανο του Corti.....	17
Φυσιολογία του αυτιού ως προς την ακοή.....	18
Προβλήματα ακοής.....	22
Φυσιολογία του αυτιού ως προς την ισορροπία.....	23
Τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας.....	24
Μελέτες της αξιοπιστίας των τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας.....	26
Μελέτες της ισορροπίας σε παιδιά με προβλήματα ακοής.....	28
 III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	 31
Δείγμα.....	31
Όργανα μέτρησης.....	31
Διαδικασία.....	32
Στατιστική ανάλυση.....	33
 IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	 35
Berg Balance Scale (BBS).....	35
Timed up and go (TUG)	37
Bruininks-Oseretsky test: Balance subtest (BOT)	40
 V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	 43
Bruininks-Oseretsky test: Balance subtest (BOT)	44
Timed up and go (TUG)	44
Berg Balance Scale (BBS)	45
 VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	 47
 VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	 49

VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	55
Παράρτημα Α: Berg Balance Scale (BBS).....	55
Παράρτημα Β: Timed up and go (TUG)	59
Παράρτημα Γ: Bruininks-Oseretsky test: Balance subtest (BOT).....	60
Παράρτημα Δ: Ακουογράμματα.....	61



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Τυπικό σφάλμα (SE), συντελεστής μεταβλητότητας (CV%) και όρια συμφωνίας (LOA) των τιμών μεταξύ διαφορετικών μετρήσεων του BBS, για το σύνολο του δείγματος.....	36
Πίνακας 2. Μέσοι όροι ($\pm$ SD) των επιδόσεων των παιδιών στο τεστ BBS, σε σχέση με το φύλο τους και συνολικά	37
Πίνακας 3. Τυπικό σφάλμα (SE), συντελεστής μεταβλητότητας (CV%) και όρια συμφωνίας (LOA) των τιμών μεταξύ διαφορετικών μετρήσεων του TUG, για το σύνολο του δείγματος.....	38
Πίνακας 4. Μέσοι όροι ($\pm$ SD) των επιδόσεων των παιδιών στο τεστ TUG, σε σχέση με το φύλο τους και συνολικά	39
Πίνακας 5. Τυπικό σφάλμα (SE), συντελεστής μεταβλητότητας (CV%) και όρια συμφωνίας (LOA) των τιμών μεταξύ διαφορετικών μετρήσεων του BOT, για το σύνολο του δείγματος.....	41
Πίνακας 6. Μέσοι όροι ($\pm$ SD) των επιδόσεων των παιδιών στο τεστ BOT, σε σχέση με το φύλο τους και συνολικά	42

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Τα μέρη του αυτιού.....	10
Σχήμα 2. Η σχηματική διάταξη του αυτιού.....	11
Σχήμα 3. Τα τρία τμήματα του αυτιού.....	11
Σχήμα 4. Η σύνδεση του μέσου αυτιού με του έσου	20
Σχήμα 5. Ο κοχλίας.....	21
Σχήμα 6. Επιδόσεις των παιδιών στο τεστ BBS στις τρεις διαφορετικές μετρήσεις...	35
Σχήμα 7. Επιδόσεις των παιδιών στο τεστ TUG στις τρεις διαφορετικές μετρήσεις...	38
Σχήμα 8 Επιδόσεις των παιδιών στο τεστ BOT στις τρεις διαφορετικές μετρήσεις.....	40

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

BBS	Berg Balance Scale
BOTMP	Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency
CV	Coefficient of Variation (Συντελεστής Μεταβλητότητας)
GMFCS	Gross Motor Function Classification System
ICC	Intraclass Correlation Coefficient (ο συντελεστής εσωτερικής συσχέτισης μεταξύ ενός αριθμού N προσπαθειών)
LOA	Limits Of Agreement (όρια συμφωνίας)
MSi	Το μέσο τετράγωνο της αλληλοεπίδρασης μεταξύ των προσπαθειών και των εξεταζομένων
MSs	Το μέσο τετράγωνο μεταξύ των προσπαθειών
NIDCD	National Institute of Deafness and Other Communication Disorders
P-CTSIB	Pediatric Clinical Test of Sensory Interaction for Balance
SE	Standard error (Τυπικό Σφάλμα)
SEM	Standard error of Measurement (Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης)
TMT	Tinneti Performance-Oriented Mobility Assessment Test
TUG	Time Up and Go

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΜΕΘΩΔΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΜΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΚΟΗΣ

Ακοή και ισορροπία

Η ακοή είναι μια από τις παραδοσιακές πέντε αισθήσεις, και αναφέρεται στην ικανότητα αντίληψης και διάκρισης ήχων. Υπεύθυνο για την ακοή είναι το ακουστικό σύστημα, όπου κάθε ηχητικό σήμα μετατρέπεται σε νευρικά ηλεκτρικά δυναμικά τα οποία γίνονται αντιληπτά και ερμηνεύονται από κατάλληλα εγκεφαλικά κέντρα. Ειδικότερα, τα ηχητικά κύματα μέσω του έξω ακουστικού πόρου φτάνουν στον τυμπανικό υμένα και τον θέτουν σε δόνηση. Στη συνέχεια η δόνηση μεταβιβάζεται δια των ακουστικών οσταρίων στο έσω αυτί, όπου η δόνηση του κοχλία προκαλεί δόνηση στο όργανο του Corti με αποτέλεσμα τη μετατροπή της ηχητικής ενέργειας σε ηλεκτρική και τη μεταβίβαση αυτής μέσω του κοχλιακού νεύρου στον ακουστικό φλοιό του εγκεφάλου που βρίσκεται στον κροταφικό λοβό. Εκεί θα γίνει η αντίληψη του ήχου ως το αίσθημα της ακοής.

Αν και η αντίληψη του ήχου απαιτεί ένα άθικτο και λειτουργικό ακουστικό τμήμα του κεντρικού νευρικού συστήματος όπως επίσης ένα λειτουργικό αυτί, η ανθρώπινη κώφωση (ακραία αναισθησία στον ήχο) πιο συχνά συμβαίνει λόγω ανωμαλίας του έσω αυτιού, παρά λόγω των νεύρων ή του συστήματος του κεντρικού ακουστικού συστήματος.

Τι είναι όμως ήχος; Ο ήχος είναι μια μορφή ενέργειας που κινείται μέσα από τον αέρα, το νερό και άλλες ύλες. Είναι το μέσο για την ακουστική επικοινωνία. Αν και το αυτί είναι το σπονδυλωτό όργανο της αίσθησης που αναγνωρίζει τους ήχους, εν τούτοις είναι ο εγκέφαλος και το κεντρικό νευρικό σύστημα που «ακούει». Τα κύματα ήχου γίνονται αντιληπτά από τον εγκέφαλο μέσω της πυροδότησης των νευρικών κυττάρων στο ακουστικό τμήμα του κεντρικού νευρικού συστήματος. Το αυτί αλλάζει την πίεση των ηχητικών κυμάτων από το εξωτερικό περιβάλλον σε σήματα νευρικών δυναμικών που στέλνονται στον εγκέφαλο. Οι άνθρωποι γενικά ακούνε ήχους με συχνότητες μεταξύ 20 Hz και 20kHz. Η ανθρώπινη ακοή είναι ικανή να διακρίνει μικρές διαφορές στην ένταση και στην συχνότητα μέσα από την τεράστια ποικιλία ήχων. Αυτή η υγιής διάκριση του

ήχου ποικίλει σημαντικά με την ηλικία, την βλάβη στην ακοή ανάλογα με το επάγγελμα και στο φύλλο. Υπάρχουν άτομα που μπορούν να διακρίνουν ήχους ως και 22kHz και ίσως και πάρα πέρα όπως επίσης και άτομα που περιορίζονται στα 16kHz. Η ικανότητα των περισσότερων ενηλίκων να ακούνε ήχους πάνω από τα 8000Hz ξεκινάει να φθείρεται στην αρχή της μέσης ηλικίας.

Το ακουστικό σύστημα δεν παίζει ρόλο μόνο στην ακοή του ανθρώπου αλλά και στην ισορροπία του. Για το λόγο αυτό παρατηρείται απώλεια ισορροπίας ακόμη και σε άτομα χωρίς προβλήματα ακοής, όταν πάσχουν από μια απλή ωτίτιδα. Βέβαια οι διαταραχές της ισορροπίας είναι εντονότερες σε άτομα με σοβαρότερα προβλήματα ακοής.

Η κώφωση είναι ένα συνηθισμένο πρόβλημα στις μοντέρνες κοινωνίες και μπορεί να προκληθεί ως αποτέλεσμα διαφόρων παραγόντων όπως γενετικούς παράγοντες (50%) που μπορούν να είναι ή όχι μέρος ενός αναγνωρισμένου γενετικού συνδρόμου, όπως το Turner's syndrome, Klinefelter syndrome, ενδομήτριους παράγοντες (8%) όπως συγγενείς λοιμώξεις (ερυθρά, τοξοπλάσμωση) και τοξικές ουσίες που έπαιρνε η μητέρα (κοκαΐνη, αλκοόλ), περιγεννητικές αιτίες (12%), όπως πρόωρη γέννηση, υποβαρής και περιγεννητική ασφυξία, μεταγεννητικές αιτίες (30%) όπως διάφορες παιδικές λοιμώξεις (μηνιγγίτιδα, εγκεφαλίτιδα) και εγκεφαλικές βλάβες και άγνωστης αιτιολογίας (20-30%) (Eilers & Oller, 1994; Markides, 1986; Yoshinaga-Itano, Sedey, Coulter & Mehl, 1998).

Σύμφωνα με το Εθνικό Ινστιτούτο Κώφωσης και άλλων Παθήσεων της Επικοινωνίας (National Institute of Deafness and Other Communication Disorders - NIDCD), αναφέρει ότι κάθε χρόνο 17 στα 1000 παιδιά κάτω των 18 ετών χάνουν την ακοή τους. Επίσης, γύρω στα 2-3 ανά 1000 παιδιά στην Αμερική γεννιούνται με κώφωση ή σοβαρή βαρηκοΐα. Από αυτά, 9 στα 10 παιδιά προέρχονται από φυσιολογικούς γονείς και 3 στα 4 παιδιά βιώνουν μόλυνση του αυτιού (μέση ωτίτιδα) μέχρι την ηλικία των 3 ετών. Στις Ηνωμένες Πολιτείες γύρω στα 10.000 παιδιά έχουν κοχλιακό εμφύτευμα. Περίπου 3-6% των κωφών παιδιών και 3-6% των βαρήκοων παιδιών έχουν το σύνδρομο Usher, το οποίο απαντάται γενικά στις αναπτυγμένες χώρες με συχνότητα περίπου 4 παιδιά ανά 100.000 γεννήσεις (Bess, Dodd-Murphy, & Parker, 1998; Chen, 1994; Collins, 1997)

Η Εθνική Εταιρεία Κωφών Παιδιών (National Deaf Children's Society) αναφέρει ότι κάθε χρόνο 840 μωρά γεννιούνται κωφά, που σημαίνει ότι περίπου 1 στα 1000 παιδιά

γεννιούνται με σοβαρή/βαθιά απώλειας ακοής (Davis, Bamford, Ramkalawan, Forshaw, & Wright, 1997) Στο Ηνωμένο Βασίλειο μάλιστα 2 ή περισσότερα παιδιά γεννιούνται με σοβαρή/βαθιά κώφωση κάθε μέρα. Το 2000 υπολογίστηκε, στο Ηνωμένο Βασίλειο, ο αριθμός των ατόμων ηλικίας 0-25 ετών με μέτρια έως σοβαρή απώλεια ακοής και βρέθηκε ίσος με 34.800. Συγκεκριμένα, καταγράφηκαν 3.800 παιδιά ηλικίας 0-4 ετών, 17.700 ηλικίας 5-16 ετών και 13.300 άτομα ηλικίας 17-25 ετών (Fortnum, Summerfield, Marshall, Davis, & Bamford, 2001).

Η ισορροπία αναφέρεται ως η ικανότητα διατήρησης της θέσης του σώματος πάνω από την βάση στήριξης, είτε αυτή είναι σταθερή είτε κινείται (Rogers & Mille, 2003). Υπάρχουν δύο τύποι ισορροπίας: η *στατική ισορροπία*, που είναι η ικανότητα διατήρησης της στάσης του σώματος κατά την διάρκεια της ακινησίας και η *δυναμική ισορροπία* που είναι η ικανότητα του ατόμου να προλαμβάνει και να αντιδρά στις μεταβολές της ισορροπίας καθώς το σώμα κινείται. Άτομα με καλή δυναμική ισορροπία μπορούν να περπατήσουν και να περάσουν πάνω ή γύρω από διάφορα αντικείμενα χωρίς να κινδυνεύουν να πέσουν. Η ικανότητα λοιπόν διατήρησης της ισορροπίας απαιτεί την επιτυχή ενσωμάτωση πολλαπλών συστατικών. Σύμφωνα με τους Lusardi, Pellecchia και Schulman (2003) η ικανότητα του ατόμου να εκτελεί καθημερινά δεξιότητες ισορροπίας με αποτελεσματικότητα και ασφάλεια επηρεάζεται από την ικανότητα βάδισης, τον έλεγχο της στάσης και την ευστάθεια, τη λειτουργική κινητικότητα, τη λειτουργική δύναμη των κάτω άκρων, τη δυναμική ισορροπία, και τη συνολική αντοχή. Οι Rogers και Mille (2003), συμπληρώνοντας την παραπάνω θέση, αναφέρουν ότι η ισορροπία επιτυγχάνεται με την ικανοποιητική λειτουργία των αισθητηρίων συστημάτων του σώματος και ιδιαίτερα:

α) του οπτικού συστήματος, που παρέχει πληροφορία για την θέση και την κίνηση του σώματος μέσα από το περιβάλλον και αναγνωρίζει αντικείμενα για να περάσει γύρω ή πάνω από αυτά,

β) του αιθουσαίου συστήματος, που εντοπίζεται στο έσω ους, που παρέχει πληροφορία για την κίνηση του κεφαλιού και την θέση του σώματος στο χώρο.

γ) του σωματοαισθητικού συστήματος, που παρακολουθεί τη θέση του σώματος και την επαφή του με άλλα αντικείμενα (συμπεριλαμβανομένου του εδάφους) μέσω των υποδοχέων των μυών και των αρθρώσεων που ανιχνεύουν τις κινήσεις των μελών του

σώματος και των υποδοχέων του δέρματος που αναμεταδίδουν πληροφορίες για την επαφή και τις δονήσεις.

Αν ένα από αυτά τα συστήματα πάθουν βλάβη, η ικανότητα του σώματος να διατηρήσει την ισορροπία μειώνεται και ο κίνδυνος πτώσης αυξάνεται (Rogers, 2005).

Οι Cagnon, Swaine, Friedman και Forget (2004) αναφέρουν ότι η ισορροπία μπορεί να οριστεί ως ένας συντονισμός στον οποίο όλες οι δυνάμεις και οι ροπές που δρουν στο σώμα είναι ισορροπημένες έτσι ώστε το κέντρο μάζας του σώματος να βρίσκεται μέσα στα όρια σταθερότητας του ατόμου. Για να διατηρηθεί μια θέση ή για να διασφαλιστεί η κατάλληλη μετάβαση μεταξύ των στάσεων, το νευρικό σύστημα πρέπει να ενεργοποιηθεί πλήρως και γρήγορα δεχόμενο αισθητηριακές πληροφορίες από ποικίλες πηγές (οπτικές, αιθουσαίες, ιδιοϋποδοχείς) έτσι ώστε να χρησιμοποιήσει τις πληροφορίες αυτές για να δημιουργηθεί μια σύνθετη κινητική αντίδραση. Αυτές οι αντιδράσεις μπορούν να επιτευχθούν με προβλεπτικό έλεγχο ή αντιδραστικό έλεγχο ή με ένα συνδυασμό και των δυο αυτών στοιχείων (Horak, 1987) ανάλογα με τη συχνότητα, διεύθυνση και εύρος στο περιεχόμενο της κατάστασης ή της διαταραχής. Η διαταραχή που απειλεί την ισορροπία μπορεί να είναι εσωτερική όταν σχετίζεται με εκούσιες κινήσεις και παράγεται από το ίδιο το άτομο (π.χ. βάδιση) ή εξωτερική αν προκληθεί από την αλλαγή του περιβάλλοντος. Η διατήρηση της ισορροπίας ενός ατόμου είναι ένα σύνθετο καθήκον που υπόκειται στην ωρίμανση και στην ανάπτυξη των συστημάτων που συμμετέχουν (Horak, 1987). Η καλή ισορροπία είναι απαραίτητη για πολλές δραστηριότητες της καθημερινής ζωής και γίνεται ακόμα περισσότερο απαραίτητη όταν εκτελούνται απαιτητικές φυσικές δραστηριότητες στις οποίες η σχέση κέντρου μάζας και ορίων σταθερότητας συνεχώς προκαλείται.

Στην εργασία του ο Liao, Mao και Hwang (2001) αναφέρει ότι η ικανότητα ελέγχου της όρθιας στάσης, της σταθερότητας σε διαφορετικές αισθητηριακές συνθήκες και της παραγωγής οργανωμένων αντιδράσεων του μυός σε εξωτερικές διαταραχές, αρχίζει σε πολύ πρώιμη ηλικία. Μερικές από αυτές τις ικανότητες του ελέγχου της θέσης συνεχίζουν να αναπτύσσονται και μετά την ηλικία των 13 ετών (Woollacott & Sveistrup, 1992). Τα παιδιά με αναπτυξιακές δυσλειτουργίες ίσως να έχουν φτωχό προβλεπτικό και αντιδραστικό έλεγχο της στάσης και της ευστάθειας. Έλλειμμα στην ισορροπία εμφανίζεται σίγουρα σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση (Liao, Jeng, Cheng, & Hu, 1997), με σύνδρομο Down (Shumway-Cook & Woollacott, 1985), με μαθησιακές δυσκολίες

(Horak, Shumway-Cook, Crowe, & Black, 1988) και με προβλήματα ακοής (Crowe & Horak, 1988). Για το λόγο αυτό σχεδόν όλες οι παρεμβάσεις με σκοπό τη βελτίωση των κινητικών λειτουργικών των ατόμων με ειδικές ανάγκες δίνουν μεγάλη έμφαση στην προπόνηση της ισορροπίας.

Επιπτώσεις της κώφωσης στην ισορροπία

Ο Myklebust (1964) και ο Padden (1959) ήταν οι πρώτοι που ερεύνησαν τις συνέπειες της κώφωσης στην εκτέλεση της ισορροπίας. Αυτοί παρατήρησαν ότι ελαττωμένη ισορροπία συνήθως εμφανιζόταν στα άτομα που είχαν χάσει την ακοή τους εξαιτίας της μηνιγγίτιδας, λόγω καταστροφής του λαβυρίνθου. Στα ίδια συμπεράσματα κατέληξε και οι Gayle και Pohlman (1990) όπου ισχυρίζεται ότι η κώφωση, σαν αποτέλεσμα της χαλασμένης λειτουργίας του κυστίδιου και του μικρού θαλάμου στο λαβύρινθο του αυτιού, θα επηρεάσει την στατική και δυναμική ισορροπία.

Αντίθετα, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε για το πόσο επηρεάζει την ισορροπία ο βαθμός της κώφωσης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικά ευρήματα (Carlson, 1972). Γενικά, φαίνεται από διάφορες μελέτες ότι τα κωφά παιδιά επιτυγχάνουν χαμηλότερες επιδόσεις ισορροπίας από τα παιδιά αντίστοιχης ηλικίας χωρίς προβλήματα ακοής, χωρίς όμως να γνωρίζει κανείς αν αυτό οφείλεται καθαρά και μόνο στην κώφωση ή στην αργή γενικά ανάπτυξη, στο περιβάλλον που μεγαλώνουν ή και σε άλλους παράγοντες (Gayle & Pohlman, 1990; Vance, 1968). Μάλιστα ο Butterfield (1986) υποστηρίζει ότι πολύ πιθανόν η έλλειψη της ισορροπίας οφείλεται στην καθυστερημένη εκτέλεση των ανάλογων δεξιοτήτων.

Ανάπτυξη της ικανότητας ισορροπίας στα παιδιά με προβλήματα ακοής

Τα περισσότερα φυσιολογικά παιδιά είναι ικανά για ώριμη εκτέλεση μεγάλης ποικιλίας βασικών κινητικών δεξιοτήτων από την ηλικία των 6-7 ετών. Φαίνεται ότι η κώφωση δεν συνεισφέρει στην καθυστερημένη ανάπτυξη της ικανότητας αυτής (Butterfield, 1989). Η ικανότητα της ισορροπίας θεωρείται ότι επηρεάζεται σε μεγάλο ποσοστό από γενετικά καθορισμένα χαρακτηριστικά, αλλά ότι μπορεί να αναπτυχθεί και με την εξάσκηση (Neumaier, 1999). Η ισορροπία διακρίνεται σε 3 κατηγορίες την

στατική, δυναμική και ισορροπία αντικειμένων (Meinel & Schnabel, 1998). Η στατική αναφέρεται στην διατήρηση της ισορροπίας σε καταστάσεις ακινησίας ή πολύ αργές κινήσεις, ενώ η δυναμική αναφέρεται στην διατήρηση/επανάκτηση της ισορροπίας κατά την διάρκεια ή μετά από μετακίνηση του σώματος στο χώρο. Η ισορροπία είναι μια από τις βασικότερες κινητικές ικανότητες που αναπτύσσει το παιδί.

Από έρευνες που έγιναν σε παιδιά με προβλήματα ακοής (Butterfield & Ersing, 1987; Butterfield & Ersing, 1988; Butterfield, 1991) φάνηκε ότι η ηλικία και η ικανότητα ισορροπίας (στατικής και δυναμικής) εμφανίζει υψηλή συσχέτιση με το πέταγμα και το πιάσιμο της μπάλας, το άλμα και το τρέξιμο. Παιδιά που γεννιούνται κωφά ή χάνουν την ακοή τους στα παιδικά τους χρόνια είναι γνωστό ότι έχουν ελαττωμένη ισορροπία. Οι ερευνητές επίσης συμφωνούν ότι τα άτομα που έχασαν την ακοή τους εξαιτίας της μηνιγγίτιδας έχουν το μεγαλύτερο πρόβλημα ισορροπίας και η ικανότητα αυτή μειώνεται ακόμη περισσότερο στο σκοτάδι και όταν τα μάτια είναι κλειστά (Vance, 1968). Ο Myklebust (1960) αξιολόγησε τα κωφά παιδιά με βάση το Health Railwalking Test και βρήκε ότι η ελλιπής ισορροπία συνέβαινε πιο συχνά στα παιδιά που είχαν μηνιγγίτιδα, μια γνωστή αιτία κώφωσης και βλάβης του λαβύρινθου. Αυτά τα ευρήματα δεν επιβεβαιώθηκαν από τον Boyd (1967) που αξιολόγησε την ισορροπία κωφών παιδιών ηλικίας 8-10 που η αιτία της απώλειας ακοής ήταν είτε εξωγενής είτε ενδογενής (Butterfield & Ersing, 1986)

Οι Engel-Yeger, Golz και Parush (2004) μελέτησαν κατά πόσο η έκχυση υγρού στο μέσο ους επηρεάζει την ισορροπία των παιδιών. Αυτή είναι μια συνηθισμένη παιδική αρρώστια που χαρακτηρίζεται από συσσώρευση υγρού στο μέσο ους, και η θεραπεία της εστιάζεται στην αποφυγή της κώφωσης. Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν να συγκρίνει την ισορροπία 20 παιδιών με έκχυση υγρού στο μέσο αυτί και 20 υγιών ηλικίας 4,5-7,5 ετών και να εξετάσει αν υπάρχει σχέση μεταξύ της ικανότητας ισορροπίας και της μυϊκής δύναμης. Για την εργασία του ο ερευνητής επέλεξε να χρησιμοποιήσει τις δύο επιμέρους δοκιμασίες ισορροπίας και δύναμης του τεστ BOTMP. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά με υγρό στο μέσο αυτί είχαν σημαντικά χειρότερες επιδόσεις στις δοκιμασίες ισορροπίας και επίσης χειρότερες αν και όχι στατιστικά σημαντικές επιδόσεις στις δοκιμασίες δύναμης.

Για την σωστή εξάσκηση της ισορροπίας πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι υπάρχει χαμηλή συσχέτιση μεταξύ της δυναμικής και στατικής ισορροπίας και για αυτό θα πρέπει η ανίχνευση αλλά και η εξάσκηση τους να γίνεται ξεχωριστά (Sherril, 1993). Το σκεπτικό της πολύπλευρης εξάσκησης είναι ότι η πολύπλευρη διέγερση του κεντρικού νευρικού συστήματος σε συνδυασμό με την απόκτηση μιας πλατιάς βάσης κινητικών εμπειριών σε σχέση με την ισορροπία, θα έχει ως αποτέλεσμα καλύτερες μελλοντικές επίδοσης, από ότι θα είχε μια μονόπλευρη διέγερση του που θα γίνονταν μόνο με βάση τις δεξιότητες του αθλήματος (Martin, Carl, & Lehnertz, 1993; Neumaier, 1999)

Απαραίτητη προϋπόθεση για την χρησιμοποίηση μιας δεξιότητας προκειμένου να εξασκήσουμε την ισορροπία είναι ότι ο ασκούμενος θα πρέπει να κατέχει την εκτέλεση της δεξιότητας (Meinel & Schnabel, 1998). Αυτός είναι και ο λόγος που στις μικρές ηλικίες η εξάσκηση της ισορροπίας προτείνεται συνήθως να γίνεται με την βοήθεια βασικών κινητικών δεξιοτήτων, τις οποίες θεωρείται ότι ήδη κατέχουν τα παιδιά (βάδισμα, τρέξιμο).

Αξιολόγηση της ισορροπίας σε παιδιά με προβλήματα ακοής

Για τη βελτίωση της ισορροπίας των παιδιών με προβλήματα ακοής αλλά και των επιδόσεων τους σε πληθώρα κινητικών δεξιοτήτων που προϋποθέτουν μεγάλη ικανότητα ισορροπίας για να εκτελεστούν, είναι αρχικά απαραίτητος ο προσδιορισμός των καταλληλότερων μεθόδων αξιολόγησης της ισορροπίας για τον πληθυσμό των κωφών παιδιών. Αν δεν προσδιοριστεί τουλάχιστον μια έγκυρη και αξιόπιστη μέθοδος αξιολόγησης της ισορροπίας των παιδιών με προβλήματα ακοής, δεν θα είναι δυνατός ο έλεγχος των μεταβολών της ικανότητας της ισορροπίας στα συγκεκριμένα παιδιά, σαν αποτέλεσμα της εφαρμογής παρεμβατικών προγραμμάτων άσκησης.

Μερικά από τα πλέον γνωστά τεστ που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ισορροπίας είναι το Pediatric Clinical Test of Sensory Interaction for Balance (P-CTSIB) (Crowe, Deitz, Richardson, & Atwater, 1990), το Berg Balance Scale (Berg, Wood-Dauphinee, Williams & Maki, 1992), η ενότητα της ισορροπίας (Balance Sub-Scale) του Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP) (Bruininks, 1978) και το Timed Up and Go (TUG) (Podsiadlo & Richardson, 1991).

Η αξιοπιστία των παραπάνω τεστ έχει ελεγχθεί σε φυσιολογικά παιδιά και παιδιά με εγκεφαλική παράλυση. Αντίθετα για τα παιδιά με προβλήματα ακοής, δεν εντοπίστηκε καμία ερευνητική μελέτη της αξιοπιστίας των παραπάνω τεστ. Η απουσία τεκμηρίωσης για την αξιοπιστία των παραπάνω τεστ, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ισορροπίας σε παιδιά με προβλήματα ακοής στο πλαίσιο της εφαρμογής παρεμβατικών προγραμμάτων άσκησης για τη βελτίωση της, προκάλεσε το ερέθισμα για την παρούσα ερευνητική πρόταση.

Σκοπός

Σκοπός της προτεινόμενης έρευνας είναι ο προσδιορισμός της αξιοπιστίας των τεστ: α) Berg Balance Scale (BBS), β) ενότητα ισορροπίας του Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency και γ) Timed Up and Go (TUG) σε παιδιά με προβλήματα ακοής.

Λειτουργικοί ορισμοί

Στην εργασία χρησιμοποιούνται οι παρακάτω λειτουργικοί ορισμοί:

Ισορροπία: η ικανότητα διατήρησης του κέντρου μάζας του σώματος εντός των ορίων της βάσης στήριξης, κατά την στάση και την κίνηση (Hageman, Leibowitz, & Blanke, 1995)

Στατική ισορροπία: η διατήρηση της ισορροπίας σε καταστάσεις ακινησίας ή σε πολύ αργές κινήσεις (Meinel & Schnabel, 1998)

Δυναμική ισορροπία: η διατήρηση ή/και η επανάκτηση της ισορροπίας κατά την διάρκεια ή/και μετά από μετακινήσεις του σώματος (Meinel & Schnabel, 1998)

Περιορισμοί της έρευνας

Η έρευνα διεξήχθη σε παιδιά ηλικίας 6-12 χρονών, με προβλήματα ακοής, που διαμένουν στον νομό Αττικής. Κατά συνέπεια, τα αποτελέσματα της προτεινόμενης έρευνας δεν μπορούν να γενικευθούν σε παιδιά με προβλήματα ακοής μικρότερης ή μεγαλύτερης ηλικίας. Αντίθετα, ο γεωγραφικός περιορισμός (νομός Αττικής) δε θεωρείται ότι επηρεάζει την γενίκευση των ευρημάτων της προτεινόμενης έρευνας.

Υποθέσεις

Η γενική ερευνητική υπόθεση της προτεινόμενης έρευνας είναι ότι καθένα από τα τρία τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας σε παιδιά με προβλήματα ακοής θα έχει αποδεκτή αξιοπιστία (προσδιοριζόμενη από το συντελεστή εσωτερικής συσχέτισης), τόσο για μετρήσεις εντός της ίδιας ημέρας όσο και για μετρήσεις μεταξύ διαφορετικών ημερών.

Για τον έλεγχο της παραπάνω ερευνητικής υπόθεσης, θα ελεγχθεί στατιστικά η ορθότητα των παρακάτω μηδενικών υποθέσεων:

Ο συντελεστής αξιοπιστίας των επιδόσεων των παιδιών με προβλήματα ακοής στο τεστ Berg Balance Scale (BBS) θα είναι $H_0: \rho_0=0.8$, με εναλλακτική την $H_1: \rho>0.8$.

α) Ο συντελεστής αξιοπιστίας των επιδόσεων των παιδιών με προβλήματα ακοής στην ενότητα ισορροπίας του τεστ Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency θα είναι $H_0: \rho_0=0.8$, με εναλλακτική την $H_1: \rho>0.8$.

β) Ο συντελεστής αξιοπιστίας των επιδόσεων των παιδιών με προβλήματα ακοής στο τεστ Timed Up and Go (TUG) θα είναι $H_0: \rho_0=0.8$, με εναλλακτική την $H_1: \rho>0.8$.

γ) Οι μέσες επιδόσεις των παιδιών με προβλήματα ακοής στο τεστ Berg Balance Scale (BBS) στις τρεις μετρήσεις δεν θα είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικές.

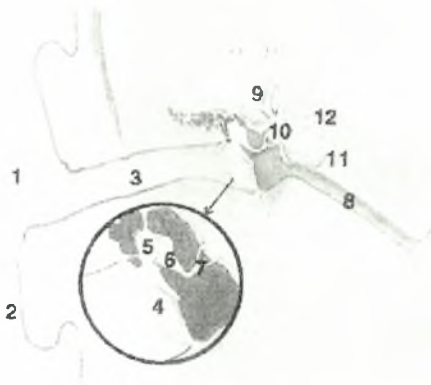
δ) Οι μέσες επιδόσεις των παιδιών με προβλήματα ακοής στην ενότητα Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Berg Balance Scale (BBS) στις τρεις μετρήσεις δεν θα είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικές.

ε) Οι μέσες επιδόσεις των παιδιών με προβλήματα ακοής στο τεστ Timed Up and Go (TUG) στις τρεις μετρήσεις δεν θα είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικές.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Ανατομία του αυτιού

Τα μέρη του αυτιού (Σχήμα 1) είναι : το πτερύγιο (1), ο λοβός (2), ο ακουστικός πόρος (3), η τυμπανική μεμβράνη (4), η σφύρα (5), ο άκμονας (6), ο αναβολέας (7), η ευσταχιανή σάλπιγγα (8), ο λαβύρινθος (9), το ελλειψοειδές παράθυρο (10), ο κοχλίας (11) και το ακουστικό νεύρο (12) (Αθανασόπουλος, 2013)

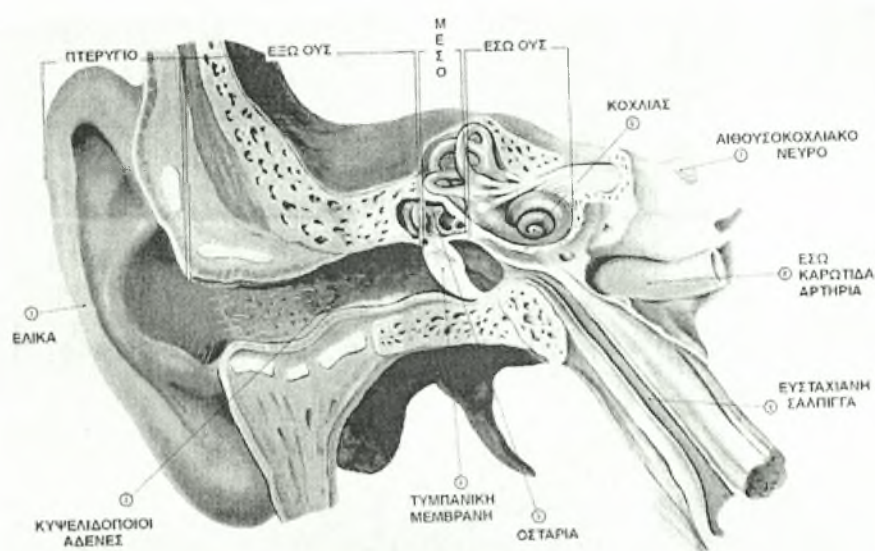


Σχήμα 1. Τα μέρη του αυτιού

Η σχηματική διάταξη του αυτιού (Σχήμα 2) με βάση την λειτουργία του χωρίζεται σε 3 μέρη (Σχήμα 3): α) το έξω, β) το μέσο και γ) το έσω αυτί (Αθανασόπουλος, 2013)



Σχήμα 2. Η σχηματική διάταξη του αυτιού



Σχήμα 3. Τα τρία τμήματα του αυτιού

Το έξω αυτί

Το έξω αυτί περιλαμβάνει το πτερύγιο και τον ακουστικό πόρο. Ο ακουστικός πόρος έχει διαστάσεις κατά μέσο όρο 3 εκατοστά μήκος και διάμετρο 0,7 εκατοστά. Στο τέλος του υπάρχει η τυμπανική μεμβράνη ή τύμπανο η οποία χωρίζει το έξω από το μέσο ους.

Το πτερύγιο: αποτελείται από ινοχόνδρινο σκελετό (πτερυγιαίος χόνδρος) ο οποίος καλύπτεται από δέρμα που προσφύεται στερεά στην πρόσθια και χαλαρά στην οπίσθια πλευρά του του πτερυγίου. Στο κάτω άκρο του πτερυγίου ονομάζεται λοβίο δεν υπάρχει πτερυγιαίος χόνδρος. Στην πρόσθια επιφάνεια του πτερυγίου παρατηρούμε την έλικα που αντιστοιχεί στην περιφέρεια της επιφάνειας αυτής, την ανθέλικα, μέσα από την προηγούμενη και την μεταξύ τους σκαφοειδή αύλακα. Μεταξύ των δύο σκελών της ανθέλικας προς τα άνω περιλαμβάνεται το τριγωνικός βόθρος. Η βαθύτερη περιοχή της πρόσθιας επιφάνειας του πτερυγίου ονομάζεται κόγχη και διαιρείται στην κύμβη προς τα άνω και στην κοιλότητα της κόγχης προς τα κάτω, η οποία αποτελεί τον πρόδρομο του έξω ακουστικού πόρου. Στο πρόσθιο χείλος του έξω ακουστικού πόρου υπάρχει ένα έπαρμα, ο τράγος, και απέναντί του ο αντίτραγος, τα οποία χωρίζονται με την μεσοτράγιο εντομή. Η οπίσθια επιφάνεια του πτερυγίου στην μεσότητά της προσφύεται με μύες και συνδέσμους στα πλάγια της βάσης του κρανίου και στην υπόλοιπη μοίρα της είναι ελεύθερη. Η αγγείωση του πτερυγίου γίνεται μπροστά από κλάδους της επιπολής κροταφικής αρτηρίας (από την έξω καρωτίδα) και πίσω από την οπίσθια ωτιαία αρτηρία (οπίσθιος κλάδος της έξω καρωτίδας). Τα κινητικά νεύρα του πτερυγίου προέρχονται από το προσωπικό νεύρο και τα αισθητικά από το ωτοκροταφικό νεύρο (3^{ος} κλάδος του τριδύμου) και από το μείζον ωτιαίο νεύρο (αυχενικό πλέγμα) (Μπαλτόπουλος, 1997).

Έξω ακουστικός πόρος: Είναι ένας σωλήνας μήκους 23-25mm, του οποίου το έξω στόμιο βρίσκεται στην κοιλότητα της κόγχης του πτερυγίου ενώ το έσω αποφράσσεται από τον τυμπανικό υμένα. Η πορεία του δεν είναι ευθεία αλλά ελαφρά τοξοειδής με το κυρτό προς τα πάνω και πίσω. Στον έξω ακουστικό πόρο διακρίνουμε δύο μοίρες: τη χόνδρινη προς τα έξω και την οστέινη προς τα έσω (μήκους περίπου 16mm). Η χόνδρινη μοίρα αποτελεί την προς τα έσω συνέχεια του πτερυγιαίου χόνδρου. Η οστέινη μοίρα σχηματίζεται από πάνω από το λεπιδοειδές οστό και από κάτω από το τυμπανικό οστό, τα οποία ενώνονται κατά μήκος του πρόσθιου και του οπίσθιου τοιχώματος του έξω ακουστικού πόρου. Και οι δύο μοίρες καλύπτονται αντίστοιχα από περιχόνδριο και

περιόσταιο και επενδύονται από δέρμα το οποίο συνδέεται στέρεα με αυτά. Το δέρμα καλύπτεται από πολύστοιβο πλακώδες επιθήλιο το οποίο αποτελεί συνέχεια της επιδερμίδας. Στον υποβλενογόνιο χοιτώνα παρατηρούνται τριχοφυλάκια, σμηγματογόνοι αδένες και ένας τύπος τροποποιημένων ιδρωτοποιών αδένων, οι κυψελιδοποιοί αδένες. Οι αδένες αυτοί παράγουν ένα καστανόχρωμο, ημιστερεό μείγμα λιπών και κηρών, την κυψελίδα. Η όχι ευθεία πορεία του έξω ακουστικού πόρου, η υπάρχουσες τρίχες στην είσοδό του καθώς και η κυψελίδα αποσκοπούν στην προφύλαξη του τυμπανικού υμένα. Η αγγείωση του έξω ακουστικού πόρου γίνεται από κλάδους της επιπολής κροταφικής, της οπίσθιας ωτιαίας και της τυμπανικής αρτηρίας. Η νεύρωσή του γίνεται από το ώτοκροταφικό νεύρο και από το νωτιαίο κλάδο του πνευμονογαστρικού νεύρου. Η τελευταία αυτή νεύρωση εξηγεί το προκαλούμενο φτέρνισμα ή βήχα μετά από ερεθισμό του έξω ακουστικού πόρου (Μπαλτόπουλος, 1997).

Ο τυμπανικός υμένας: Βρίσκεται στο όριο μεταξύ έξω και μέσου αυτιού και αποφράσσει τον πυθμένα του έξω ακουστικού πόρου σχηματίζοντας εν μέρει το έξω τοίχωμα του κοίλου του τυμπάνου. Η περιφέρεια του τυμπανικού υμένα εφαρμόζεται με τον τυμπανικό δακτύλιο στην τυμπανική αύλακα του τυμπανικού οστού, εκτός από μία μικρή περιοχή προς τα άνω η οποία προσφύεται στην τυμπανική εντομή του λεπιδοειδούς οστού. Έτσι, ο τυμπανικός υμένας διακρίνεται σε δύο μοίρες, την προς τα κάτω που είναι μεγαλύτερη και ονομάζεται τεταμένη και την προς τα άνω που είναι μικρότερη και ονομάζεται χαλαρή. Το όριο μεταξύ των δύο αυτών μοίρων είναι η πρόσθια και η οπίσθια σφυροτυμπανική πτυχή. Ο τυμπανικός υμένας έχει δύο επιφάνειες, της έξω προς τον έξω ακουστικό χώρο και την έσω, προς το κοίλο του τυμπάνου. Η έξω επιφάνεια είναι υποκοίλη και το βαθύτερο σημείο της ονομάζεται ομφαλός. Στην επιφάνεια αυτή υπάρχει και η σφυραία ταινία, η οποία παράγεται από τη λαβή της σφύρας που βρίσκεται από μέσα. Το κάτω άκρο αυτής της ταινίας αντιστοιχεί στον ομφαλό ενώ το άνω στο σφυραίο έπαρμα, που παράγεται από τη βραχεία απόφυση της σφύρας. Από αυτό το έπαρμα αρχίζουν η πρόσθια και η οπίσθια σφυροτυμπανική πτυχή. Η έσω επιφάνεια του τυμπανικού υμένα είναι υπόκυρτη και αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του έξω τοιχώματος του κοίλου του τυμπάνου. Η υφή του τυμπανικού υμένα συνίσταται, στην τεταμένη μοίρα του, από ινώδη υμένα που επαλείφεται στην έξω επιφάνεια από την επιδερμίδα του έξω ακουστικού πόρου και στην έσω από το βλεννογόνο του μέσου αυτιού. Η χαλαρή μοίρα του τυμπανικού υμένα αποτελείται μόνο από επιδερμίδα εξωτερικά και βλεννογόνο

εσωτερικά. Η αγγείωση του τυμπανικού υμένα γίνεται από κλάδους των αρτηριών του μέσου αυτιού και του έξω ακουστικού πόρου. Η νεύρωση της έξω επιφάνειας του τυμπανικού υμένα γίνεται από κλάδους του ωτοκροταφικού νεύρου, ενώ της έσω από κλάδους του τυμπανικού πλέγματος και του προσωπικού νεύρου. Τα λεμφαγγεία του έξω αυτιού εκβάλλουν στα προωτιαία (που βρίσκονται κάτω από τον έξω ακουστικό πόρο), στα οπισθοωτιαία και στα εν τω βάθει τραχηλικά λεμφογάγγλια (Μπαλτόπουλος, 1997).

Το μέσο αυτί

Το μέσο αυτί είναι αεροφόρος κοιλότητα που βρίσκεται μέσα στο κροταφικό οστό. Αποτελείται από το κοίλο του τυμπάνου, την ευσταχιανή ή ακουστική σάλπιγγα και το μαστοειδές άντρο μαζί με τις διάφορες ομάδες των αεροφόρων κυψελών του κροταφικού οστού.

Το κοίλο του τυμπάνου: έχει 6 τοιχώματα, το έξω, το έσω, το άνω ή οροφή, το κάτω, το πρόσθιο και το οπίσθιο. Το έξω τοίχωμα σχηματίζεται κυρίως από τον τυμπανικό υμένα και συμπληρώνεται προς τα άνω από την οριζόντια μοίρα του λεπιδοειδούς οστού και προς τα κάτω από το τυμπανικό οστό (επιτύμπανο, μεσοτύμπανο, υποτύμπανο). Το έσω τοίχωμα αποτελεί ταυτόχρονα και το έξω τοίχωμα του έσω αυτιού και αντιστοιχεί στον οστέινο λαβύρινθο. Στο τύμπανο αυτό διακρίνουμε μια σφαιρική οστέινη προεξοχή, το ακρωτήριο το οποίο αντιστοιχεί στην βασική έλικα του κοχλία. Πίσω και πάνω από το ακρωτήριο βρίσκεται η ωοειδής θυρίδα, ενώ πίσω και κάτω η στρογγυλή θυρίδα. Η ωοειδής θυρίδα αποφράσσεται από τη βάση του αναβολέα και το δακτυλιοειδή σύνδεσμο και αντιστοιχεί στην αιθουσαία κλίμακα του κοχλία, ενώ η στρογγυλή θυρίδα αποφράσσεται από τον δεύτερο τυμπανικό υμένα και αντιστοιχεί στην τυμπανική κλίμακα του κοχλία. Το άνω τοίχωμα σχηματίζεται κυρίως από το λιθοειδές και εν μέρει από το λεπιδοειδές οστό. Αυτό σαν λεπτό οστέινο πέταλο χωρίζει την κοιλότητα του μέσου αυτιού από την κρανιακή κοιλότητα. Το κάτω τοίχωμα χωρίζει την τυμπανική κοιλότητα από το βολβό της έσω σφαγίτιδας και είναι ένα λεπτό, στενό και κυρτό οστέινο πέταλο που έχει ένα μικρό τμήμα από το οποίο διέρχεται ο τυμπανικός κλάδος του γλωσσοφαρυγγικού νεύρου. Το πρόσθιο τοίχωμα εμφανίζει το τυμπανικό στόμιο της ευσταχιανής σάλπιγγας και μικρό τρήμα για την έξοδο της χορδής του τυμπάνου από την τυμπανική κοιλότητα. Προς τα κάτω το τοίχωμα αυτό αντιστοιχεί στον καρωτιδικό

σωλήνα. Το οπίσθιο τοίχωμα εμφανίζει την είσοδο στο άντρο, μικρό τρήμα για την είσοδο της χορδής του τυμπάνου στην τυμπανική κοιλότητα και την πυραμοειδή προεξοχή από την οποία αναδύεται ο τένοντας του μυός του αναβολέα. Εγκάρσια, μέσα στην κοιλότητα του τυμπάνου, υπάρχει η αλυσίδα των ακουστικών οσταρίων με την οποία συνδέεται ο τυμπανικός υμένας με το έσω αυτί. Αυτή η αλυσίδα σχηματίζεται από τρία διαρθρούμενα μεταξύ τους οστά και τα οποία κατά σειρά από έξω προς τα μέσα είναι: η σφύρα, ο άκμονας και ο αναβολέας. Το κοίλο του τυμπάνου περιέχει επίσης τους μυς των ακουστικών οσταρίων, τη χορδή του τυμπάνου και το τυμπανικό πλέγμα. Ο βλεννογόνος του μέσου αυτιού αποτελεί συνέχεια του βλεννογόνου της ευσταχιανής σάλπιγγας και κατ' επέκταση του επιφάρυγγα. Επενδύει όλη την τυμπανική κοιλότητα, τα ακουστικά οστά με τους συνδέσμους και τους μυς τους, τα νεύρα της και το μαστοειδές άντρο με τις μαστοειδείς κυψέλες σχηματίζοντας διάφορα κολώματα. Οι μύες των ακουστικών οσταρίων είναι δύο: ο τείνων το τύμπανο ή μυς της σφύρας και ο μυς του αναβολέα (Μπαλτόπουλος, 1997).

Ευσταχιανή ή ακουστική σάλπιγγα: αποτελεί έναν αεραγωγό σωλήνα μήκους περίπου 3,5 εκ για του οποίου το κοίλο του τυμπάνου επικοινωνεί με το φάρυγγα. Εμφανίζει δύο μοίρες, τη μοίρα που βρίσκεται προς το κοίλο του τυμπάνου, έξω ή οπίσθια, η οποία είναι οστέινη και τη μοίρα προς το φάρυγγα, έσω ή οπίσθια, η οποία είναι χόνδρινη. Η χόνδρινη είναι διπλάσια περίπου σε μήκος από την οστέινη και αποτελείται από αυλακοειδή χόνδρο, ο οποίος συμπληρώνεται σε σωλήνα από ινώδες πέταλο. Το έξω τοίχωμα και το κάτω χείλος της είναι υμενώδη, ενώ το έσω τοίχωμα και το άνω στόμιο είναι χόνδρινο. Η κατασκευή της αυτή συνεπάγεται τη σύμπτωση των τοιχωμάτων της και τη διάνοιξη του αυλού της μόνο κατά την κατάποση. Η οστέινη μοίρα αποτελεί την προς τα εμπρός συνέχεια του κοίλου του τυμπάνου και ο αυλός της παραμένει σταθερά ανοικτός. Η ευσταχιανή σάλπιγγα έχει δύο στόμια, το τυμπανικό και το φαρυγγικό (ευρύτερο). Καλύπτεται από κροσσωτό επιθήλιο ενώ ο βλεννογόνος της είναι παχύτερος στην χόνδρινη μοίρα. Επίσης συμβάλλει στην απομάκρυνση υγρών από το μέσο αυτί σε περιπτώσεις μόλυνσης (Μπαλτόπουλος, 1997).

Μαστοειδές άντρο: Αυτό βρίσκεται στο εσωτερικό της μαστοειδούς απόφυσης και αποτελείται από μια μεγάλη αεροφόρο κοιλότητα, η οποία περιβάλλεται από μικρότερες κοιλότητες, τις μαστοειδείς κυψέλες, με τις οποίες και επικοινωνεί. Επίσης επικοινωνεί και με το κοίλο του τυμπάνου. Οι μαστοειδείς κυψέλες διατάσσονται γύρω από το άντρο και

διακρίνονται σε ομάδες ανάλογα με τη θέση τους (γύρω από το μαστοειδές άντρο, γύρω από το σιγμοειδή κόλπο κτλ). Η διάπλαση της μαστοειδούς απόφυσης και των μαστοειδών κυψελών γίνεται μετά από το πρώτο έτος της ηλικίας, ενώ η ανάπτυξη τους τελειώνει περίπου κατά την ήβη. Ο βλεννογόνος του άντρου και των κυψελών αποτελεί συνέχεια του βλεννογόνου του κοίλου του τυμπάνου (Μπαλτόπουλος, 1997).

Το έσω αυτί

Το έσω αυτί βρίσκεται μέσα στη λιθοειδή μοίρα του κροταφικού οστού και αποτελείται από δύο λαβύρινθους, τον οστέινο και τον υμενώδη λαβύρινθο, που περικλείεται μέσα στον οστέινο. Μεταξύ οστέινου και υμενώδους λαβύρινθου υπάρχει ο περιλεμφικός χώρος, μέσα στον οποίο κυκλοφορεί η έξω λέμφος.

Οστέινος λαβύρινθος: αποτελείται από 3 μέρη, τον κοχλία, την αίθουσα και τους ημικυκλικούς σωλήνες. Η αίθουσα βρίσκεται μεταξύ των άλλων δύο, έχοντας του ημικυκλικούς σωλήνες προς τα πίσω και τον κοχλία προς τα εμπρός. Στο έξω τοίχωμα της υπάρχει η ωοειδής και στρογγυλή θυρίδα, ενώ στο έσω, που αντιστοιχεί στο πυθμένα του έσω ακουστικού πόρου, το σφαιρικό και το ελλειπτικό εντύπωμα. Ο οστέινος κοχλίας σχηματίζει ένα κωνοειδή χώρο που ελίσσεται γύρω από τον άξονα του και σχηματίζει την άτρακτο, η βάση της οποίας αντιστοιχεί στον πυθμένα του έσω ακουστικού πόρου, ενώ η κορυφή της κατευθύνεται προς τα εμπρός και έξω. Ο κυλινδρικός αυτός σωλήνας περιγράφει $2\frac{1}{2}$ περίπου έλικες. Με το ελικοειδές οστέινο πέταλο αυλός των ελίκων διαιρείται ατελώς σε δύο κλίμακες, την άνω ή αιθουσαία και την κάτω ή τυμπανική. Τα κορυφαία άκρα αυτών των κλιμάκων επικοινωνούν μεταξύ τους με το ελικότρημα. Η άτρακτος διασχίζεται από λεπτά σωληνάκια, τα οποία οδηγούν στον ελικοειδή πόρο, που βρίσκεται κοντά στην έκφυση του ελικοειδούς πετάλου και περιέχει το ελικοειδές γάγγλιο. Οι ημικυκλικοί σωλήνες είναι τρεις και διακρίνονται σε οριζόντιο, πρόσθιο κάθετο και οπίσθιο κάθετο. Αυτοί βρίσκονται μέσα στο λιθοειδές οστό και διατάσσονται με τέτοιο τρόπο ώστε το επίπεδο του οπισθίου κάθετου να είναι παράλληλο προς το επίπεδο του λιθοειδούς οστού και του πρόσθιου κάθετου να είναι κάθετο προς το επίπεδο του οπισθίου, σχηματίζοντας με αυτό ορθή διέδρη γωνία. Και τα δύο αυτά επίπεδα των κάθετων ημικύκλιων σωληνών είναι κάθετα στο επίπεδο του οριζόντιου ημικύκλιου σωληνα, το οποίο έχει μια κλίση προς τα κάτω και πίσω κατά 30° . Σχηματίζεται έτσι από τα επίπεδα

των ημικυκλίων σωλήνων μια τριεδρη ορθή γωνία. Σε κάθε ημικύκλιο σωλήνα διακρίνουμε δύο σκέλη, το απλό και το ληκυθαίο, τα οποία εκβάλλουν στην αίθουσα. Επειδή όμως τα απλά σκέλη του άνω και του οπισθίου κάθετου ενώνονται σε κοινό σκέλος, τα στόμια της εκβολής των ημικύκλιων σωλήνων στην αίθουσα είναι πέντε (Μπαλτόπουλος, 1997).

Υμενώδης λαβύρινθος: αυτός αποτελείται από τον υμενώδη κοχλία, τους υμενώδεις ημικύκλιους σωλήνες και από τα εντός της αίθουσας κυστίδια, το σφαιρικό και το ελλειπτικό και περιέχει την έσω λέμφο. Τα κυστίδια συνδέονται μεταξύ τους με το ενδολεμφικό πόρο. Αυτός περικλείεται μέσα στον υδραγωγό της αίθουσας και το αιθουσαίο του άκρο του αποσχίζεται σε δύο σκέλη, ένα για κάθε κυστίδιο και στο άλλο άκρο του καταλήγει τυφλά με σακοειδή διεύρυνση, τον ενδολεμφικό σάκο μεταξύ των πετάλων της σκληρής μήνιγγας. Στο έσω τοίχωμα των κυστιδίων στην ακουστική κηλίδα, καταλήγουν ίνες του αιθουσαίου νεύρου. Οι ακουστικές κηλίδες περιέχουν νευροεπιθηλιακά αισθητήρια κύτταρα που έχουν τρίχες οι οποίες διεισδύουν μέσα στον καλυπτήριο ωτολιθοφόρο υμένα. Κάθε υμενώδης ημικύκλιος σωλήνας αντίστοιχα προς τη λήκυθο εμφανίζει την ακουστική ακρολοφία, στην οποία καταλήγουν ίνες του αιθουσαίου νεύρου. Αυτή περιέχει επίσης και νευροεπιθηλιακά αισθητήρια κύτταρα, οι τρίχες των οποίων διεισδύουν μέσα στον πηκτοειδή υμένα του τελικού κυπέλιου (το τελικό κυπέλιο δεν καλύπτεται από ωτόλιθους). Ο υμενώδης κοχλίας αποτελεί εκκόλπιμα του σφαιρικού κυστιδίου και αντιπροσωπεύει ιδιαίτερα εξειδικευμένο υποδοχέα του ήχου. Σε κάθετη διατομή έχει σχήμα περίπου τριγωνικό. Βρίσκεται μέσα στην αιθουσαία κλίμακα και στο άνω άκρο του καταλήγει τυφλά κοντά στο ελικότρημα και με το άλλο επικοινωνεί με το σφαιρικό κυστίδιο με ένα στενό συνδετικό σωληνάριο. Ο υμενώδης κοχλίας εμφανίζει τρία τοιχώματα, το άνω ή αιθουσαίο, που σχηματίζεται από ένα λεπτό υμένα (υμένας του Reissner), το έξω, το οποίο εκφύεται με τον οστέινο κοχλία και εμφανίζει την αγγειώδη ταινία ή πέταλο που περιέχει πολλά τριχοειδή αγγεία και το κάτω ή τυμπανικό, που σχηματίζεται από ένα λεπτό υμένα, τον βασικό υμένα, το επιθήλιο του οποίου έχει μεταπλασθεί σε νευροεπιθήλιο και σχημάτισε το όργανο του Corti (Μπαλτόπουλος, 1997).

Το όργανο του Corti: αυτό είναι ένας νευροεπιθηλιακός σχηματισμός, που στηρίζεται στον βασικό υμένα και αποτελείται: α) από επιθηλιακά κύτταρα: αυτά διακρίνονται σε στυλοειδή (στηρικτικά) και διατάσσονται σε δύο στύλους, τον έσω και τον έξω, οι οποίοι στη βάση τους αφίστανται ενώ στην κορυφή τους συμπλησιάζουν έτσι

ώστε να σχηματίζεται μεταξύ τους τριγωνικός χώρος, η σήραγγα του Corti, η οποία γεμίζει με λέμφο. Μέσα από την σήραγγα υπάρχει μια σειρά αισθητηρίων τριχωτών κυττάρων, ενώ προς τα έξω 3-4 σειρές τέτοιων κυττάρων. Οι σειρές αυτές των αισθητηρίων κυττάρων εναλλάσσονται με ανάλογες σειρές στηρικτικών κυττάρων του Deiters. Περιφερικά από αυτά υπάρχουν τα κύτταρα του Hensen και εξωτερικά τα κύτταρα του Claudius. β) από δικτυωτό υμένα: αυτός αποτελεί την επιπολής επιφάνεια του οργάνου του Corti και σχηματίζεται από την κορυφαία επιφάνεια των στυλοειδών κυττάρων και των κυττάρων του Deiters και είναι διάτρητος επιτρέποντας την έξοδο των άκρων των τριχωτών κυττάρων και των τριχών τους. Το τμήμα αυτό έχει μια σχετική δυσκαμψία. γ) από τον καλυπτήριο υμένα (μεμβράνη): αυτός αποτελείται από ινίδια και πηκτοειδή θεμέλια ουσία. Αρχίζει από το αιθουσαίο χείλος της ελικοειδούς στεφάνης και επεκτείνεται οριζόντια, σαν γλώσσα, πάνω από τα τριχωτά κύτταρα. Μέσα στον καλυπτήριο υμένα εισέρχονται οι τρίχες των αισθητηρίων κυττάρων. Ο λαβύρινθος αγγειώνεται κυρίως από την έσω ακουστική αρτηρία (κλάδος της βασικής αρτηρίας) η οποία πορεύεται μέσα στον ακουστικό πόρο και δίνει τρεις κλάδους, τον αιθουσαίο, τον κοχλιακό και τον αιθουσοκοχλιακό (Μπαλτόπουλος, 1997).

Φυσιολογία του αυτιού ως προς την ακοή

Όπως προαναφέραμε το έξω αυτί περιλαμβάνει το πτερύγιο και τον ακουστικό πόρο. Το Πτερύγιο, μπορεί να χαρακτηριστεί σαν η συσκευή πού συλλέγει τους ήχους. Ένας πολύ σημαντικός ρόλος του πτερυγίου είναι η ένδειξη ότι ο ήχος έρχεται από μπροστά ή από πίσω. Η παρουσία του πτερυγίου αυξάνει κατά 5db την πίεση πού ασκείται στο τύμπανο μας για τους ήχους πού έρχονται από μπροστά. Είναι πολύ χαρακτηριστικό άλλωστε το παράδειγμα πού κάποιος προσπαθώντας να ακούσει καλύτερα βάζει την παλάμη πίσω από το αυτί του. Αυτό γίνεται ασφαλώς ασυνείδητα γιατί έτσι έχουμε μεγαλύτερη ενίσχυση του εισερχομένου στον ακουστικό πόρο ήχου, καθώς αυξάνεται η επιφάνεια του πτερυγίου. Ο Ακουστικός Πόρος, θα μπορούσε να παρομοιασθεί σαν σωλήνας ανοιχτός από το ένα άκρο και κλειστός από το άλλο όσο αφορά την συμπεριφορά του στην διέλευση του ηχητικού κύματος. Παρουσιάζει δηλαδή το φαινόμενο του συντονισμού και των στάσιμων κυμάτων. Συντονισμό έχουμε όταν το μήκος κύματος της συχνότητας είναι τέσσερις φορές πιο μεγάλο από το μήκος του καναλιού, και στάσιμο

κύμα όταν η συχνότητα έχει μήκος κύματος ίσο με το μήκος του καναλιού (Μπαλτόπουλος, 1997).

Εν συνεχεία ο ήχος περνάει στο μέσο αυτί, όπου είναι ένας χώρος που περιέχει αέρα καθώς και τρία πολύ σημαντικά οστάρια (την σφύρα, τον άκμονα και τον αναβολέα), τα οποία όπως θα δούμε παρακάτω αποτελούν την μηχανική σύνδεση του τυμπάνου και του ελλειψοειδούς παραθύρου. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η μετάδοση της ενέργειας από ένα μέσο με χαμηλή χαρακτηριστική αντίσταση σε ένα άλλο με πολύ μεγαλύτερη είναι ένα πολύ δύσκολο πρόβλημα. Αυτό ακριβώς είναι το πρόβλημα που καλείτε να λύσει η φύση με την μεταφορά ήχου από την αέρινη οδό του ακουστικού πόρου στο υγρό του κοχλία. Η λύση δίνεται και μάλιστα με καταπληκτικό τρόπο με την παρεμβολή του μέσου αυτιού. Στην πραγματικότητα ο ρόλος του μέσου αυτιού είναι η προσαρμογή των χαρακτηριστικών αντιστάσεων του αέρα του έξω ους και του υγρού του κοχλία. Σε περίπτωση απουσίας του τότε το ηχητικό κύμα θα έπεφτε απευθείας πάνω στο υγρό του κοχλία και σαν αποτέλεσμα θα είχαμε την σχεδόν ολοκληρωτική ανάκλαση του. Έχει υπολογιστεί ότι μόνο το ένα χιλιοστό της συνολικής ηχητικής ενέργειας θα μπορούσε να διαταράξει το λεμφικό υγρό. Ο λογαριθμικός λόγος αυτών των ποσοστών μας δίνει μία συνολική ακουστική απώλεια 30db. Καθώς τα ηχητικά κύματα πέφτουν στο τύμπανο και το ταλαντώνουν, ανάλογα με την ένταση και τη συχνότητα, η ταλάντωση αυτή μεταφέρεται στο πρώτο εκ των τριών οσταρίων του μέσου ους, την σφύρα, εν συνεχεία στον άκμονα και τέλος στον αναβολέα, στην βάση του οποίου είναι το ελλειψοειδές παράθυρο. Η τελευταία αυτή ταλάντωση είναι αυτή που διαταράσσει τα υγρά του κοχλία. Όσον αφορά το μηχανικό σύστημα των οστών, η σφύρα είναι μεγαλύτερο οστό από τον άκμονα κατά λόγο 1,3 προς 1. Αυτό σημαίνει πως έχουμε περιορισμό της κίνησης της μεμβράνης του ελλειψοειδούς παραθύρου σε σχέση με τον τυμπανικό υμένα. Συμπερασματικά λοιπόν βάση της όλης λειτουργίας του μέσου αυτιού έχουμε μια αύξηση της πίεσεως πάνω στη μεμβράνη του αναβολέα σε σχέση με την τυμπανική ενώ ταυτόχρονα έχουμε και ένα περιορισμό του εύρους της μετακίνησης της πρώτης σε σχέση με την δεύτερη. Επίσης ένας πολύ σημαντικός ρόλος του μέσου αυτιού είναι η προστασία του όλου ακουστικού συστήματος από ήχους πολύ δυνατής εντάσεως, πολύ υψηλής συχνότητας ή πολύ χαμηλής συχνότητας. Η προστασία παρέχεται με την βοήθεια δύο πολύ μικρών μυών (των μικρότερων στο ανθρώπινο σώμα). Είναι ο διατείνων το τύμπανο και ο μυς του αναβολέα. Όταν αυτοί συστέλλονται η λειτουργία του συστήματος των οσταρίων

περιορίζεται σημαντικά. Η προστασία αυτή είναι ανακλαστική και τίθεται σε λειτουργία κάθε φορά που εκτιθόμαστε σε έναν ήχο τέτοιας συχνότητας ή εντάσεως που δεν πρέπει να διοχετευθεί στο έσω αυτί (Μπαλτόπουλος, 1997).

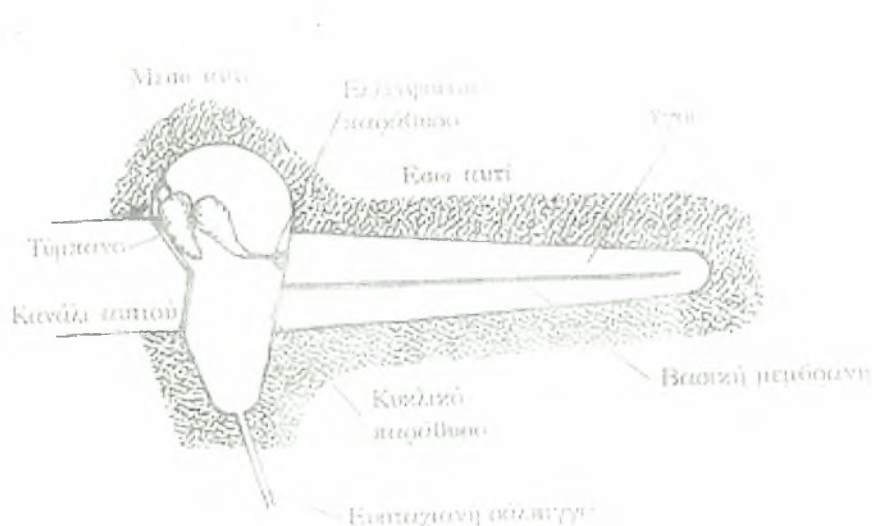
Έτσι ο ήχος μεταφέρεται πλέον στο έσω ους όπου περιέχει το ελλειψοειδές παράθυρο, τον κοχλία το υγρό, το οποίο ονομάζεται λεμφικό υγρό και την ακουστική μεμβράνη η οποία καταλήγει στο ακουστικό νεύρο που στέλνει τα ερεθίσματα στον εγκέφαλο. Παρακάτω φαίνεται σε μεγέθυνση την σύνδεση του μέσου αυτιού με του έσου (Σχήμα 4). το πράσινο σημείο είναι το κομμάτι του κοχλία στο οποίο ο αναβολέας με την μεμβράνη που λέγεται ελλειψοειδές παράθυρο και την μεμβράνη που λέγεται στρογγυλό παράθυρο έρχονται όλα μαζί σε επαφή.



Σχήμα 4. Η σύνδεση του μέσου αυτιού με του έσου

Το ελλειψοειδές παράθυρο είναι ένας υμένας που μοιάζει με τον τυμπανικό αλλά είναι πολύ μικρότερος. Η επιφάνεια του ελλειψοειδούς παραθύρου είναι $0,032\text{cm}^2$ ενώ η επιφάνεια του τυμπανικού υμένα είναι κατά προσέγγιση $0,595\text{cm}^2$. Η δεύτερη δηλαδή είναι κατά 18,5 φορές μεγαλύτερη από τη πρώτη. Αυτή η σχέση ανισότητας των δύο μεμβρανών όμως μας δίνει μια αύξηση της πίεσης στη δεύτερη κατά 25db περίπου. Από την μια πλευρά του ελλειψοειδούς παραθύρου είναι κολλημένη η βάση του αναβολέα και

από την άλλη υπάρχει το υγρό του κοχλίου. (Σχήμα 3). Ο κοχλίας έχει το μέγεθος ενός μπιζελιού και είναι στριμμένο σαν σαλιγκάρι. Από το σχήμα αυτό παίρνει και το όνομα του. Το στρίψιμο των 2,75 στροφών ξεδιπλώνεται και έχει μήκος 2,5 περίπου εκατοστά (Σχήμα 5). Ο γεμάτος υγρό κοχλίας χωρίζεται από δύο μεμβράνες. Η μία είναι η μεμβράνη του Reissner , η οποία δεν σχετίζεται με την ακοή, και η άλλη η βασική μεμβράνη. Στην βασική μεμβράνη υπάρχουν 15000 εξωτερικά κύτταρα με περίπου 140 μικροσκοπικές τρίχες το καθένα. Επίσης υπάρχουν 3500 εσωτερικά κύτταρα με περίπου 40 μικροσκοπικές τρίχες το καθένα. Οι μικροσκοπικές αυτές τρίχες ονομάζονται στερεοβλεφαρίδες (Αθανασόπουλος, 2013).



Σχήμα 5: Ο κοχλίας

Στο έσω ους η βασική μεμβράνη σχετίζεται άμεσα με τον ήχο γιατί είναι η αφετηρία της μετατροπής των ηχητικών κυμάτων σε ηλεκτρικά και την προώθηση τους στο ακουστικό νεύρο. Από το ακουστικό νεύρο μεταφέρεται η πληροφορία στον εγκέφαλο με την μορφή ηλεκτρικών σημάτων και εκεί αφού αναλυθεί αποθηκεύεται. Στην βασική μεμβράνη, όπως προαναφέραμε οι μικροσκοπικές τρίχες που ονομάζονται στερεοβλεφαρίδες είναι οι μετατροπείς της ηχητικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Καθώς ο ήχος αναγκάζει το υγρό του κοχλίου και την βασική μεμβράνη να κινούνται, οι

στερεοβλεφαρίδες λυγίζουν και με αυτό τον τρόπο αποστέλλονται ηλεκτρικά σήματα προς τον φλοιό του εγκεφάλου. Τα ηλεκτρικά αυτά σήματα ονομάζονται ακουστικά δυναμικά.

Συνοπτικά θα λέγαμε ότι η πορεία του ήχου εν συντομία είναι η ακόλουθη: Η ταλάντωση του τυμπάνου από την συχνότητα ενός εισερχομένου ηχητικού κύματος ενεργοποιεί τα οστάρια. Δηλαδή το τύμπανο κουνάει τη σφύρα, η σφύρα τον άκμονα και ο άκμονας με τη σειρά του τον αναβολέα. Η κίνηση του αναβολέα που έχει κολλημένο στη βάση του το ελλειψοειδές παράθυρο προκαλεί την ταλάντωση του υγρού του κοχλίου. Τα υγρά του κοχλίου είναι πρακτικά ασυμπίεστα. Δηλαδή επειδή ο κοχλίας είναι γεμάτος με υγρά και δεν υπάρχει καθόλου αέρα, δεν έχουν καμία ελαστικότητα. Μία κίνηση του ελλειψοειδούς παραθύρου προς τα μέσα έχει σαν αποτέλεσμα την άμεση ροή υγρού γύρω από το πέρα άκρο της βασικής μεμβράνης με αποτέλεσμα μια κίνηση της μεμβράνης του κυκλικού παραθύρου προς τα έξω. Το κυκλικό παράθυρο όπως βλέπουμε στην Εικόνα 5, βρίσκεται κάτω από το ελλειψοειδές και από την κάτω πλευρά της βασικής μεμβράνης. Η μεταφορά του υγρού ανάλογα με την ταλάντωση έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία στάσιμων κυμάτων στη βασική μεμβράνη. Η θέση που έχουν τα στάσιμα κύματα πάνω σε αυτή έχει σχέση με την συχνότητα ταλάντωσης και μεταβάλλονται καθώς αλλάζει η συχνότητα. Ένας ήχος χαμηλής συχνότητας έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία στάσιμων κυμάτων κοντά στο πέρα άκρο της βασικής μεμβράνης ενώ ένας ήχος υψηλής συχνότητας δημιουργεί μέγιστα πλάτη κοντά στο ελλειψοειδές παράθυρο. Σε περίπτωση σύνθετου κύματος όπως είναι η ομιλία ή η μουσική τότε έχουμε πολλές στιγμιαίες κορφές οι οποίες μετακινούνται διαρκώς σε θέση και πλάτος κατά μήκος της βασικής μεμβράνης. Τα κύματα που δημιουργούνται στο υγρό του κοχλίου ερεθίζουν τις άκρες νεύρων ψιλές σαν τρίχες οι οποίες μεταφέρουν τα σήματα μέσω του ακουστικού νεύρου στον εγκέφαλο με την μορφή εκκένωσης νευρώνων (Αθανασόπουλος, 2013).

Προβλήματα ακοής

Πολλά παιδιά στις ημέρες μας ταλαιπωρούνται από διάφορες μορφές βαρηκοΐας, μείωση δηλαδή της ακουστικής ικανότητας του ατόμου. Αναλόγως τους σημείου εντοπισμού της βλάβης που προκάλεσε την βαρηκοΐα διακρίνουμε τρεις βασικού τύπου: α) Νευροαισθητήριο βαρηκοΐα ή αντιλήψεως β) Βαρηκοΐα αγωγιμότητας, γ) βαρηκοΐα μικτού τύπου. Στην (α) περίπτωση η βλάβη εντοπίζεται στο έσω ους, στον κοχλίο ή στο

Corti ή και στα δύο. Αίτια αυτής μπορεί να είναι η συγγενής βαρηκοΐα, τραυματική βαρηκοΐα, ωτοτοξικά φάρμακα, ακουστικό νευρίνωμα, αγγειακά, λοιμώδη παθήσεις όπως ιλαρά, παρωτίτιδα, γρίπη, ωτικός έρπης κτλ, πρεσβυακουσία, νόσος Menier και σακχαρώδης διαβήτης. Στην (β) περίπτωση οφείλεται σε βλάβη του έξω ακουστικού πόρου ή στο έσω ους με αποτέλεσμα ο ήχος ενισχύεται και ταυτόχρονα εμποδίζεται να μεταδοθεί στον κοχλία. Αίτια αυτής είναι η ωτίτιδα, νεοπλασματικά, τραυματικά, ωτοσκλήρυνση και διάφορα άλλα όπως βύσμα, ξένα σώματα, φλεγμονές που προκαλούν οίδημα κτλ. Τέλος στην (γ) περίπτωση εμφανίζεται συνδυασμός νευροαισθητηρίας βαρηκοΐας και αγωγιμότητας (Αθανασόπουλος, 2013).

Φυσιολογία του αυτιού ως προς την ισορροπία

Η αιθουσαία και οι ημικύκλιοι σωλήνες αποτελούν τον οπίσθιο λαβύρινθο ή αιθουσαίο όργανο. Ο οπίσθιος λαβύρινθος σε συνεργασία με την παρεγκεφαλίδα, με την εν τω βάθει αίσθηση του δέρματος και με τα μάτια, δημιουργεί τις προϋποθέσεις διατήρησης της κεφαλής και του σώματος σε αρμονία με τις διαστάσεις του χώρου. Οι διάφορες αντανakλαστικές λειτουργίες για την επίτευξη της αρμονίας σώματος-χώρου, οι οποίες πετυχαίνονται με τις εξαιρετικά πολύπλοκες νευρικές συνδέσεις, συνθέτουν με μια λέξη τον προσανατολισμό οποιαδήποτε διαταραχή συμβεί στο αιθουσαίο όργανο ή στις επιμέρους νευρικές συνδέσεις θα διαταράξει την αρμονία αυτή με αποτέλεσμα το λάθος προσανατολισμό, ο οποίος χαρακτηρίζεται σαν ίλιγγος.

Η λειτουργία των δύο τμημάτων του οπίσθιου λαβύρινθου είναι διαφορετική. Ο ρόλος των ωτολιθοφόρων κυστιδίων της αιθουσας μας δίνει το αίσθημα του πάνω-κάτω, της ανόδου-καθόδου και των πλαγίων θέσεων, δηλαδή μας προσαρμόζουν προς το κέντρο της γης. Αυτό γίνεται με την κάθε φορά ασκούμενη πίεση από την ωτοκονία πάνω στις τρίχες των νευροεπιθηλιακών κυττάρων των ακουστικών κηλίδων. Σε περίπτωση ερεθισμού ή βλάβης αυτών προκαλείται αίσθημα πτώσης και όχι περιστροφής.

Οι ημικύκλιοι σωλήνες αποτελούν το αισθητήριο της ισορροπίας της κεφαλής και έμμεσα του σώματος. Η διάταξη τους στο σώμα είναι τέτοια ώστε καθένας τους να αντιστοιχεί σε ένα από τα τρία επίπεδα του χώρου (οριζόντιο, μετωπιαίο, οβελιαίο). Κατά τις κινήσεις της κεφαλής προκαλείται κίνηση της λέμφου λόγω αδράνειας, με αποτέλεσμα

τον ερεθισμό των αισθητικών κυττάρων στον ημικύκλιο σωλήνα, του οποίου το επίπεδο συμπίπτει με το επίπεδο του χώρου που έγινε η κίνηση της κεφαλής. Ένα η κίνηση της κεφαλής γίνει προς διάφορα επίπεδα ή σε επίπεδο που δεν αντιστοιχεί ακριβώς σε έναν από τους σωλήνες, τότε προκαλείται κίνηση της λέμφου και διάγερση των κυπελίων όχι μόνο ενός σωλήνα, αλλά περισσότερων, ανάλογα με την φορά και των συνιστώσων δυνάμεων κίνησης. Με αυτό τον τρόπο κατά τις διάφορες κινήσεις της κεφαλής διεγείρονται διάφοροι ημικύκλιοι σωλήνες, σε διαφορετικό κάθε φορά βαθμό, προκαλώντας έτσι αντανακλαστική σύσπαση διαφόρων μυικών ομάδων για αντιστάθμιση της κίνησης του σώματος τόσο σε ηρεμία όσο και σε κίνηση. Συμπερασματικά η αιθουσαία λειτουργία είναι σημαντική για την αντίληψη της κίνησης και του προσανατολισμού στο χώρο καθώς και την διατήρηση της ισορροπίας (Μπαλτόπουλος, 1997).

Τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας

Όπως προαναφέραμε οι μορφές ισορροπίας είναι δύο: η στατική και η δυναμική. Για την αξιολόγηση της ισορροπίας υπάρχουν διάφορα έγκυρα εργαλεία (Rogers, 2005). Αυτά σχεδιάστηκαν για να παρέχουν αντικειμενικές μετρήσεις που χρησιμοποιούνται για την πρόληψη, την αξιολόγηση, τον έλεγχο των αναπτυξιακών επιδράσεων και τον καθορισμό των επιδράσεων στην ισορροπία μετά από ένα πρόγραμμα παρέμβασης.

Ένα εργαλείο είναι το τεστ ισορροπίας στο ένα πόδι (*one-leg balance test*): στο τεστ αυτό ο εξεταζόμενος κάθεται όρθιος χωρίς βοήθεια στο ένα του πόδι. Η ισορροπία βαθμολογείται με τον χρόνο σε δευτερόλεπτα που μπορεί να κρατηθεί στο ένα του πόδι – ή μέχρι να χάσει την ισορροπία του. Η δοκιμασία βαθμολογείται από 0 ως 4. Αν ο δοκιμαζόμενος είναι ανίκανος να εκτελέσει το καθήκον ή χρειάζεται βοήθεια προκειμένου να μην πέσει, το σκορ είναι 0. Αν μπορεί να σηκώσει το πόδι του και να σταθεί από μόνος του για περισσότερα από 10 δευτερόλεπτα, το σκορ είναι 4 (Berg et al., 1992).

Ένα δεύτερο τεστ είναι το *Time “Up and Go” Test (TUG)* (Podsiadlo & Richardson, 1991): το τεστ αξιολογεί την φυσική κινητικότητα (ταχύτητα και ευκινησία του βήματος), όπως επίσης και την δυναμική ισορροπία. Οι συμμετέχοντες κάθονται σε μια καρέκλα με χειρούλια (ύψος καθίσματος περίπου 18,4 ίντσες). Τους επιτρέπεται να βοηθηθούν από τις

άκρες ή από τα χερούλια της καρέκλας όταν σηκώνονται και μπορούν να χρησιμοποιήσουν ό,τι βοήθημα θέλουν (π.χ. μπαστούνι) κατά την διάρκεια του τεστ αν φυσιολογικά χρησιμοποιούσαν ένα. Με το σήμα «ξεκίνα» σηκώνονται όρθιοι και περπατούνε όσο πιο γρήγορα γίνεται (χωρίς όμως να τρέχουν) γύρω από έναν κώνο τοποθετημένος 10 πόδια μπροστά από την καρέκλα και επιστρέφουν στην καθισμένη θέση τους. Επιτρέπεται μια δοκιμαστική προσπάθεια. Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ του σήματος «ξεκίνα» μέχρι ο δοκιμαζόμενος να επιστρέψει στην καθισμένη του θέση καταγράφεται από ένα χρονόμετρο χειρός. Ο εξεταζόμενος βαδίζει κατά την εκτέλεση του τεστ με άνετο για τον ίδιο ρυθμό, όσο το δυνατόν γρηγορότερα και ασφαλέστερα (Podsiadlo & Richardson, 1991). Ο δοκιμαζόμενος ο οποίος χρειάζεται πάνω από 30 δευτερόλεπτα για την ολοκλήρωση του τεστ εμφανίζει υψηλό κίνδυνο πτώσης και χρειάζεται βοήθεια. Επίσης στο τεστ καταγράφεται οποιοδήποτε εμφανές πρόβλημα στο βήμα ή στην ισορροπία. Το τεστ αυτό θεωρείται ένα τεστ βασικής ή λειτουργικής κινητικότητας σε ενήλικες που σπάνια έχει χρησιμοποιηθεί σε παιδιά.

Ένα τρίτο τεστ είναι το Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment Test (TMT) (Tinetti, 1986). Στο τεστ αυτό απαιτείται από τον δοκιμαζόμενο να εκτελέσει μια σειρά δοκιμασιών: να σηκωθεί όρθιος από την καρέκλα, να περπατήσει ευθεία, να σταθεί ακίνητος με τα πόδια κλειστά καθώς τον σκουντάς ελαφρά στο στήθος του, να σταθεί με τα μάτια κλειστά, να κάνει στροφή 360° μοίρες (με τα μάτια ανοιχτά), να περπατήσει 25 πόδια με φυσιολογική ταχύτητα, να στρίψει, να επιστρέψει πίσω και να κάτσει στην καρέκλα με την πιο γρήγορη ταχύτητα είναι δυνατόν. Το τεστ μπορεί να διεξαχθεί σε λιγότερο από 3 λεπτά και έχει βαθμολογία από 0 ως 28, με επιμέρους σκορ ισορροπίας και βάδισης. Σκορ λιγότερο των 20 σχετίζεται με πενταπλάσιο κίνδυνο για πτώση. Το τεστ αυτό εφαρμόζεται κυρίως σε άτομα της τρίτης ηλικίας (Tinetti, 1986).

Ένα ακόμη τεστ είναι το Berg Balance Scale (BBS) (Berg et al., 1992): αυτή η δοκιμασία περιέχει 14 αντικείμενα που εξομοιώνουν δοκιμασίες που εκτελούνται στην καθημερινή μας ζωή. Το τεστ αξιολογεί την ικανότητα των συμμετεχόντων να εκτελούν κινήσεις αυξανόμενης δυσκολίας. Θεωρείται δηλαδή μια μέτρηση του ελέγχου και της σταθερότητας της στάσης. Ο δοκιμαζόμενος προχωράει από μια καθισμένη θέση σε μια αμφίπλευρη στάση, μετά σε μια διαδοχική στάση και μετά σε στάση του ενός ποδιού. Η κάθε δοκιμασία βαθμολογείται με κλίμακα από 0 ως 4 και μπορεί να επιτευχθεί ένα τελικό σκορ των 56 βαθμών (Berg et al., 1992).

Τέλος, εκτός των παραπάνω χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ισορροπίας και η ενότητα ισορροπίας της δέσμης μετρήσεων του Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP) (Bruininks, 1978). Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει την εκτέλεση δοκιμασιών στατικής και δυναμικής ισορροπίας, όπως ισορροπία στο κυρίαρχο πόδι πάνω στο έδαφος και σε χαμηλή δοκό ισορροπίας, κανονικό βάδισμα πάνω σε γραμμή στο έδαφος και σε χαμηλή δοκό ισορροπίας, καθώς και βάδισμα «μύτη-φτέρνα» πάνω σε γραμμή στο έδαφος και σε χαμηλή δοκό ισορροπίας. Κάθε επιμέρους δοκιμασία βαθμολογείται ανάλογα με την επίδοση του παιδιού και υπολογίζεται ένας συνολικός βαθμός, ως άθροισμα των επιμέρους βαθμών των δοκιμασιών της ενότητας.

Μελέτες της αξιοπιστίας των τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας

Μια ανασκόπηση όσο αφορά τις σύγχρονες τεχνικές για την αξιολόγηση της λειτουργίας της ισορροπίας, αποκάλυψε ότι υπάρχουν ελάχιστες ιδανικές, αξιόπιστες, περιεκτικές μετρήσεις (Atwater, Crowe, Deitz, & Richardson, 1990; Westcott, Lowes, & Richardson, 1997). Συνήθως στις κλινικές μελέτες χρησιμοποιούνται δοκιμασίες όπως διάρκεια διατήρησης μιας στατικής θέσης (π.χ. στήριξη στο ένα πόδι, διαδοχική στήριξη), ορθοστατική σταθερότητα υπό διαφορετικές αισθητηριακές συνθήκες (π.χ. μάτια κλειστά, στάση πάνω σε στρώμα από σφουγγάρι), εύρος κλίσης σε κλισιόμετρο και ικανότητα διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (π.χ. βάδισμα σε δοκό ισορροπίας) (Atwater et al., 1990; Westcott et al., 1997). Προηγούμενες μελέτες για την αξιοπιστία διαφορετικών τεστ ισορροπίας κατέληξαν ότι: η στήριξη στο ένα πόδι με τα μάτια ανοιχτά ή κλειστά έχουν καλή αντικειμενικότητα (interrater reliability) (Spearman's $r=0.87 - 0.99$) και επαρκή ως καλή αξιοπιστία (test-retest reliability) (Spearman's $r=0.9 - 1.00$) (Atwater et al., 1990). Η μέτρηση του μέγιστου εύρους κλίσης έχει καλή αντικειμενικότητα (Spearman's $r=0.98$), αλλά φτωχή αξιοπιστία σε παιδιά με και χωρίς αναπηρία (Atwater et al., 1990; Broadstone, Westcott, & Deitz, 1993).

Όπως προαναφέρθηκε σπανίζουν οι μελέτες της αξιοπιστίας των τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας σε παιδιά. Επιπλέον δεν κατέστη δυνατός ο εντοπισμός μελετών για την αξιοπιστία των δοκιμασιών αξιολόγησης της ισορροπίας σε παιδιά με προβλήματα ακοής. Οι μελέτες που εντοπίστηκαν αφορούσαν κυρίως σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση.

Οι Williams, Carroll, Reddihough, Phillips και Galea (2005) μελέτησαν την αξιοπιστία του τεστ Timed Up and Go (TUG) σε 176 φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 3-9 ετών και 41 παιδιά με εγκεφαλική παράλυση ηλικίας 3-19 ετών. Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας του TUG υπολογίστηκε ο συντελεστής εσωτερικής συσχέτισης (intraclass correlation coefficient – ICC) τόσο μεταξύ των διαφορετικών προσπαθειών της ίδιας μέτρησης όσο και μεταξύ των διαφορετικών μετρήσεων. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι για τα φυσιολογικά παιδιά η τιμή του ICC μεταξύ των διαφορετικών προσπαθειών της ίδιας μέτρησης ήταν 0.89 ενώ μεταξύ των διαφορετικών μετρήσεων ήταν 0.83. Επιπλέον βρέθηκε ότι στα παιδιά με εγκεφαλική παράλυση οι τιμές του ICC μεταξύ των διαφορετικών προσπαθειών της ίδιας μέτρησης ήταν 0.99. Για τα παιδιά με εγκεφαλική παράλυση δεν ελέγχθηκε η αξιοπιστία του TUG μεταξύ των διαφορετικών μετρήσεων.

Οι Held, Kott και Young (2006) χρησιμοποίησαν δείγμα 73 παιδιών με και χωρίς αναπηρίες. Τα παιδιά εκτέλεσαν εκτός από το TUG και ένα νέο τεστ το Standardized Walking Obstacle Course (SWOC) κατά την διάρκεια δύο συνεδριών που απείχαν μια εβδομάδα μεταξύ τους. Οι επιδόσεις των παιδιών στα δύο τεστ μετρήθηκαν από δύο ανεξάρτητους αξιολογητές. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πολύ υψηλή εσωτερική αξιοπιστία του TUG τόσο όσον αφορά στις μετρήσεις του χρόνου ($ICC=0.83 - 0.97$) όσο και στον αριθμό των βημάτων ($ICC = 0.84 - 0.96$) που εκτελέστηκαν στη διάρκεια του τεστ.

Η ενότητα της ισορροπίας του Bruininks–Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP) (Bruininks, 1978) έχει χρησιμοποιηθεί τόσο σαν εργαλείο αξιολόγησης όσο και σαν διαγνωστικό εργαλείο (Wilson, Polatajko, Kaplan, & Faris, 1995). Παρόλα αυτά η κλινική του χρησιμότητα αμφισβητείται λόγω της χαμηλής αξιοπιστίας του (Wilson et al., 1995). Στην έρευνα των Liao και συν. (2001) μελετήθηκε η αξιοπιστία της ενότητας της ισορροπίας του BOTMP σε 20 παιδιά χωρίς προβλήματα υγείας, ηλικίας μεταξύ 6 και 13 ετών. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι η αξιοπιστία της εν λόγω ενότητας του BOTMP ήταν μόλις 0.40. Επιπλέον ανάλυση έδειξε ότι υπήρχε 100% συμφωνία μεταξύ των διαφορετικών μετρήσεων μόνο σε δύο δοκιμασίες από την ενότητα της ισορροπίας: α) στη στάση πάνω στο πάτωμα με το κυρίαρχο πόδι και β) στη βάδιση προς τα εμπρός πάνω σε γραμμή. Αντίθετα για τις υπόλοιπες έξι δοκιμασίες της ενότητας η συμφωνία ήταν κάτω από 80% και οι διαφορές μεταξύ των επιδόσεων στις δύο μετρήσεις διέφεραν μέχρι και 5 μονάδες. Για το λόγο αυτό οι θεωρήσαν ότι μόνο οι δύο από τις οκτώ δοκιμασίες

της ενότητας ισορροπίας του BOTMP μπορούν να θεωρούνται αξιόπιστες (Liao et al., 2001).

Επίσης, οι Cagnon και συν. (2004) μελέτησαν την αξιοπιστία της ενότητας ισορροπίας του BOTMP σε παιδιά ηλικίας 4.5 – 14.5 ετών με και χωρίς ήπια εγκεφαλική βλάβη. Από τα αποτελέσματα βρέθηκαν μέσες τιμές αξιοπιστίας $r=0.56$ (οι διαφορές εξαρτώνταν από την ηλικία, την νοητική υστέρηση, τις μαθησιακές δυσκολίες, κ.λ.π.).

Σχετικά με το Berg Balance Scale (BBS) οι Kembhavi, Darrah, Magill-Evans και Loomis (2002) μελέτησαν την εγκυρότητα σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση. Στην έρευνα συμμετείχαν 36 παιδιά με εγκεφαλική παράλυση και 14 παιδιά χωρίς προβλήματα, ηλικίας 8 έως 12 ετών. Τα παιδιά με εγκεφαλική παράλυση περιελάμβαναν παιδιά με σπαστική ημιπληγία, σπαστική διπληγία με δυνατότητα μετακίνησης χωρίς βοηθήματα και με σπαστική διπληγία με την ανάγκη βοηθημάτων για τη μετακίνηση τους. Τα παιδιά χωρίς προβλήματα υγείας αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου. Σε όλα τα παιδιά εφαρμόστηκε το BBS και παράλληλα το πλέον έγκυρο εργαλείο αξιολόγησης παιδιών με εγκεφαλική παράλυση, το Gross Motor Function Classification System (GMFCS). Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι το BBS μπορεί να θεωρείται έγκυρο για την αξιολόγηση της ισορροπίας σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση. Παρόλα αυτά η αξιοπιστία του BBS σε παιδιά με ή χωρίς κινητικά προβλήματα ή άλλα προβλήματα υγείας δεν έχει ελεγχθεί. Αντίθετα στη μελέτη του Holbein-Jenny, Billek-Sawhney, Beckman και Smith (2005) ελέγχθηκε η αξιοπιστία του σε 21 γυναίκες και 5 άντρες ηλικίας 74-92 χρονών. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι η αξιοπιστία ήταν μέτρια έως πολύ καλή ($ICC=0.66-0.83$). Πολύ καλή επίσης ήταν η αντικειμενικότητα του BBS ($ICC=0.88-0.98$).

Μελέτες της ισορροπίας σε παιδιά με προβλήματα ακοής

Οι Butterfield και Ersing (1986) ερεύνησαν την επίδραση της ηλικίας, του φύλλου και της απώλειας ακοής στην ικανότητα της ισορροπίας σε παιδιά με προβλήματα ακοής. Χρησιμοποιώντας δείγμα 132 παιδιών (το 95% αυτών εμφάνιζε απώλεια ακοής μεγαλύτερης των 60 ντεσιμπέλ ενώ το υπόλοιπο 5% εμφάνιζε μέσο όρο απώλειας ακοής στα 46 ντεσιμπέλ. Για την στατική ισορροπία ζητήθηκε στα παιδιά να διατηρήσουν την ισορροπία τους στο δυνατό τους πόδι για 10'', ενώ για την δυναμική ισορροπία

αξιολογήθηκε ο αριθμός των βημάτων πτέρνας-μύτης με ανώτερο αριθμό τα 6 κατά μήκος μιας δοκού. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας και της δυναμικής-στατικής ισορροπίας. Αντίθετα βρέθηκε αμελητέα συσχέτιση μεταξύ του μεγέθους του προβλήματος ακοής και της στατικής- δυναμικής ισορροπίας.

Την ίδια χρονιά ο Butterfield (1986) προσπάθησε να αξιολογήσει την κινητική ανάπτυξη των παιδιών με προβλήματα ακοής. Χρησιμοποιώντας δείγμα 132 παιδιών ηλικίας 3-14 εκ των οποίων το 95% είχε απώλεια ακοής από το καλό τους αντί μεγαλύτερη των 60 ντεσιμπέλ και το άλλο 5% εμφάνιζε μέσο όρο απώλειας ακοής στο 46 ντεσιμπέλ. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι η πιθανότερη αιτία για την απώλεια της ισορροπίας κατά την εκτέλεση κινητικών δεξιοτήτων από τα παιδιά με προβλήματα ακοής είναι η αργή εκτέλεση αυτών των δεξιοτήτων.

Οι Butterfield και Ersing (1987) μελέτησαν 132 παιδιά με προβλήματα ακοής (το 95% εμφάνιζαν έλλειψη ακοής μεγαλύτερη των 60 ντεσιμπέλ και το υπόλοιπο 5% μέσο όρο στο 46 ντεσιμπέλ). Για την αξιολόγηση της στατικής και δυναμικής ισορροπίας χρησιμοποιήθηκαν οι δοκιμασίες 2 και 7 της ενότητας 2 της σύντομης μορφής του BOTMP (BOTMP_SF). Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή συσχέτιση της ηλικίας, της στατικής ισορροπίας και της δυναμικής ισορροπίας με την ικανότητα του άλματος. Ενώ για την ικανότητα του λακτίσματος της μπάλας εμφανίστηκε υψηλή συσχέτιση και με το βαθμό απώλειας της ακοής. Όσο μεγαλύτερο ήταν το πρόβλημα της ακοής τόσο καλύτερη η επίδοση του λακτίσματος. Το εύρημα αυτό όμως μπορεί να είναι τυχαίο αφού δεν υπάρχει άλλη βιβλιογραφία να το υποστηρίξει. Σε επόμενες δημοσιευμένες εργασίες βασισμένες στην προγενέστερη έρευνα τους οι Butterfield και Ersin (1988), Butterfield (1989) και Butterfield (1991) ερεύνησαν την επίδραση της ηλικίας, του φύλου, της κώφωσης και της ισορροπίας στην ικανότητα πιασίματος και πετάγματος της μπάλας και στην ικανότητα τρεξίματος των προαναφερθέντων παιδιών με προβλήματα ακοής. Από τα αποτελέσματα των παραπάνω εργασιών διαπιστώθηκε ότι υπήρχε υψηλή συσχέτιση μεταξύ της στατικής και δυναμικής ισορροπίας, του πιασίματος και του πετάγματος της μπάλας, του τρεξίματος καθώς και της ηλικίας.

Οι Gayle και Pohlman (1990) συνέκριναν την ισορροπία 20 παιδιών με προβλήματα ακοής και 20 φυσιολογικών παιδιών, ηλικίας 9-11 ετών. Η κάθε ομάδα αποτελούνταν από 11 αγόρια και 9 κορίτσια. Όλα τα παιδιά με προβλήματα ακοής είχαν απώλεια ακοής

μεγαλύτερη από 70 ντεσιμπελ. Οι μετρήσεις έγιναν εργαστηριακά και μετρήθηκε η δυναμική και η στατική ισορροπία. Για την μεν πρώτη ο ερευνητής χρησιμοποίησε μια πλατφόρμα ισορροπίας (Haymes & Dickinson, 1980) και για την δεύτερη χρησιμοποίησε τη δοκιμασία 3 του Lincoln-Oseretsky Development Scale (Sloan, 1954) με δυο προσαρμοστές. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική διαφορά για την δυναμική ισορροπία υπέρ των φυσιολογικών παιδιών ενώ για την στατική ισορροπία δεν βρέθηκε μεγάλη διαφορά. Καμιά διαφορά δεν βρέθηκε ανάμεσα στα κορίτσια και στα αγόρια.

Τέλος, ο Boyd (1967) χρησιμοποιώντας το τεστ BOTMP σύγκρινε παιδιά με προβλήματα ακοής και φυσιολογικά παιδιά και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, όσον αφορά στη στατική ισορροπία, τα παιδιά χωρίς προβλήματα ακοής σημειώνουν καλύτερες επιδόσεις σε κάθε ηλικία. Σχετικά με τη δυναμική ισορροπία, δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των παιδιών χωρίς και με προβλήματα ακοής ηλικίας 8 ετών. Αντίθετα στις ηλικίες των 9-10 ετών τα παιδιά χωρίς προβλήματα ακοής σημείωσαν καλύτερες επιδόσεις από τα παιδιά με προβλήματα ακοής.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Στην έρευνα επιλέχθηκαν αρχικά 24 μαθητές (11 κορίτσια και 13 αγόρια), με τη μέθοδο της αναλογικής στρωσιγενούς δειγματοληψίας. Από αυτούς οι 2 απορρίφθηκαν λόγω ύπαρξης και άλλου παθολογικού προβλήματος (υπερκινητικότητα, αρκετά σοβαρή νοητική υστέρηση), 4 παιδιά γιατί θεωρήθηκαν πολύ μεγάλα ηλικιακά για το δημοτικό (ηλικία 18-20) και 1 παιδί διότι για προσωπικούς λόγους έλειψε από την δεύτερη μέτρηση. Ως εκ τούτου το τελικό δείγμα της έρευνας ανήλθε σε 17 παιδιά. Όλα τα παιδιά είχαν καταταχθεί από τις αρμόδιες Επιτροπής Υγείας του Υπ.Ε.Π.Θ στα άτομα με προβλήματα ακοής. Όλο το δείγμα και οι κηδεμόνες αυτών ενημερώθηκαν για την εργασία, το σκοπό της και έδωσαν την συγκατάθεση για την εθελοντική συμμετοχή των παιδιών τους. Επίσης εξασφαλίστηκε η έγκριση του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για την πραγματοποίηση των μετρήσεων.

Όργανα μέτρησης

Για τη συλλογή των δεδομένων θα χρησιμοποιηθούν τα παρακάτω όργανα μέτρησης:

Ενότητα ισορροπίας του Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP) (Bruininks, 1978). Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει την εκτέλεση δοκιμασιών στατικής και δυναμικής ισορροπίας, όπως ισορροπία στο κυρίαρχο πόδι πάνω στο έδαφος και σε χαμηλή δοκό ισορροπίας, κανονικό βάδισμα πάνω σε γραμμή στο έδαφος και σε χαμηλή δοκό ισορροπίας, καθώς και βάδισμα «μύτη-φτέρνα» πάνω σε γραμμή στο έδαφος και σε χαμηλή δοκό ισορροπίας. Κάθε επιμέρους δοκιμασία βαθμολογείται ανάλογα με την επίδοση του παιδιού και υπολογίζεται ένας συνολικός βαθμός, ως άθροισμα των επιμέρους βαθμών των δοκιμασιών της ενότητας.

Timed Up and Go (TUG) (Podsiadlo & Richardson 1991). Στο συγκεκριμένο τεστ το παιδί οφείλει να ανορθωθεί από μια καρέκλα, να περπατήσει κατά μήκος μιας γραμμής, να στρίψει κατά 180° στο τέλος της γραμμής και να επιστρέψει για να ξανακαθίσει στην καρέκλα. Η επίδοση του τεστ είναι ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση του τεστ.

Berg Balance Scale (BBS) (Berg et al., 1992). Το τεστ αυτό περιλαμβάνει δεκατέσσερις (14) δοκιμασίες που αντιστοιχούν σε καθημερινές δραστηριότητες του παιδιού. Ειδικότερα οι επιμέρους δοκιμασίες του τεστ είναι οι εξής: όπως ανόρθωση από καθιστή, διατήρηση όρθιας θέσης χωρίς στήριξη, διατήρηση καθιστής θέσης χωρίς στήριξη, μετάβαση από όρθια θέση σε καθιστή, μετακίνηση στο χώρο, διατήρηση όρθιας θέσης με τα μάτια κλειστά, διατήρηση όρθιας θέσης με τα πόδια κλειστά, άπλωμα του τεντωμένου χεριού εμπρός, σήκωμα αντικειμένου από το πάτωμα, κοίταγμα πίσω με στροφή του κεφαλιού, εκτέλεση στροφής 360° , εναλλάξ τοποθέτηση των ποδιών σε έδρανο, διατήρηση της όρθιας θέσης με το ένα πόδι εμπρός από το άλλο, ισορροπία στο ένα πόδι. Κάθε δοκιμασία βαθμολογείται σε μια πενταβάθμια κλίμακα, με τιμές που αρχίζουν από το 0 (ανικανότητα εκτέλεσης) και φθάνουν μέχρι το 4 (πλήρης ικανότητα). Στη συνέχεια, οι βαθμοί όλων των επιμέρους δοκιμασιών αθροίζονται και υπολογίζεται το συνολικό σκορ του τεστ.

Διαδικασία

Όπως προαναφέρθηκε, πριν από την υλοποίηση του πειράματος εξασφαλίστηκε η άδεια για τη διεξαγωγή των μετρήσεων από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Επίσης, τα παιδιά συμμετείχαν στην έρευνα μόνο μετά από τη έγγραφη σύμφωνη γνώμη των κηδεμόνων τους. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο οικείο σχολικό περιβάλλον του κάθε παιδιού, κατά την ώρα της Φυσικής Αγωγής.

Αρχικά με την προσέλευση κάθε παιδιού στο χώρο της μέτρησης συμπληρωνόταν η ατομική καρτέλα με τα δημογραφικά και σωματομετρικά στοιχεία του. Στην ίδια καρτέλα συμπληρώθηκε ο ακριβής βαθμός κώφωσης και η αιτία της, από το πρακτικό της αρμόδιας Επιτροπής του Υπ.Ε.Π.Θ., φωτοαντίγραφο της οποίας ζητήθηκε εμπιστευτικά από τους κηδεμόνες του κάθε παιδιού.

Στη συνέχεια έλαβαν χώρα οι κυρίως μετρήσεις σε δύο ημέρες. Κατά την πρώτη μέτρηση (Μέτρηση 1), τα τρία τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας (BBS, BOTMP, & TUG) εφαρμόστηκαν δύο φορές στο κάθε παιδί, με τυχαία σειρά. Την πρώτη φορά (Χρόνος 1) το κάθε παιδί εκτέλεσε μία προσπάθεια σε κάθε τεστ, με ενδιάμεσο διάλειμμα 3 λεπτών. Αφού ολοκληρωθούν όλα τα τεστ, το παιδί επανέλαβε την εκτέλεση όλων των δοκιμασιών μια ακόμη φορά (Χρόνος 2) μετά από διάλειμμα 5 λεπτών. Η σειρά εκτέλεσης των τεστ ήταν ακριβώς η ίδια με την πρώτη φορά (Χρόνος 1) και το κάθε παιδί εκτέλεσε και τη δεύτερη φορά επίσης μία προσπάθεια σε κάθε τεστ.

Η δεύτερη μέτρηση (Μέτρηση 2) πραγματοποιήθηκε μία εβδομάδα μετά την Μέτρηση 1. Κατά τη δεύτερη μέτρηση κάθε παιδί εκτέλεσε τα τέσσερα τεστ με την ίδια σειρά όπως και στην πρώτη μέτρηση. Σε κάθε τεστ το κάθε παιδί εκτελούσε μία προσπάθεια (Χρόνος 3) με ενδιάμεσο διάλειμμα 3 λεπτών. Οι επιδόσεις των παιδιών σε κάθε εκτέλεση των τεστ καταγράφονταν σε ειδικά διαμορφωμένο πίνακα στην οπίσθια όψη της ατομικής τους καρτέλας.

Πριν από κάθε εκτέλεση του κάθε τεστ, δίνονταν στο παιδί οδηγίες για το τεστ με βάση την φιλοσοφία του σχολείου του (επίδειξη, με τα χείλη, χειροσήμανση). Επίσης, πριν από την έναρξη των μετρήσεων δόθηκε στα παιδιά μία δοκιμαστική προσπάθεια για κάθε τεστ προκειμένου να εξοικειωθούν με τη διαδικασία της μέτρησης.

Στατιστική ανάλυση

Αρχικά ελέγχθηκε η κανονικότητα της κατανομής όλων των μεταβλητών με το μη παραμετρικό τεστ Komogorov-Smirnov για ένα δείγμα.

Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας των τεστ υπολογίστηκε ο συντελεστής εσωτερικής συσχέτισης (intra-class correlation coefficient; ICC) μεταξύ των επιδόσεων των διαφορετικών προσπαθειών του κάθε τεστ, μέσω ενός μοντέλου ανάλυσης διακύμανσης με δύο παράγοντες (two-way ANOVA), σύμφωνα με την εξίσωση (Baumgartner, 1989):

$$ICC = \frac{MS_s - MS_t}{MS_s}$$

όπου, ICC : ο συντελεστής εσωτερικής συσχέτισης των επιδόσεων μεταξύ ενός αριθμού N προσπαθειών, MS_s : το μέσο τετράγωνο μεταξύ των προσπαθειών, MS_e : το μέσο τετράγωνο της αλληλεπίδρασης μεταξύ των προσπαθειών και των εξεταζομένων.

Ο ICC υπολογίστηκε για κάθε τεστ μεταξύ: α) των Χρόνων 1 και 2 για τον υπολογισμό της εντός της μέτρησης αξιοπιστίας, και β) μεταξύ των Χρόνων 1 και 3 για τον υπολογισμό της μεταξύ των μετρήσεων αξιοπιστίας.

Επιπλέον, ελέγχθηκε η σταθερότητα των επιδόσεων στις διάφορες προσπάθειες του κάθε τεστ (εκφρασμένη στη μονάδα μέτρησης κάθε τεστ) μέσω των πλέον δημοφιλών δεικτών (Hopkins, 2000): α) του τυπικού σφάλματος (typical error) ή σταθερού σφάλματος μέτρησης (standard error of measurement; SEM), β) του τυπικού ποσοστιαίου σφάλματος (typical percentage error) ή συντελεστή μεταβλητότητα (coefficient of variation; CV) και γ) των ορίων συμφωνίας (limits of agreement; LOA) των τιμών στις δύο μετρήσεις. Όλοι οι παραπάνω δείκτες υπολογίστηκαν για κάθε τεστ επίσης μεταξύ: α) των Χρόνων 1 και 2 για τον υπολογισμό της εντός της μέτρησης σταθερότητας, και β) μεταξύ των Χρόνων 1 και 3 για τον υπολογισμό της μεταξύ των μετρήσεων σταθερότητας των επιδόσεων.

Τέλος, για τον έλεγχο των μηδενικών υποθέσεων εφαρμόστηκε για κάθε τεστ ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (three-way ANOVA for repeated measures) με παράγοντα επανάληψης τον χρόνο εφαρμογής του τεστ (Χρόνος 1, 2 & 3) και ανεξάρτητους παράγοντες το φύλο (αγόρι, κορίτσι) και την τάξη του Δημοτικού σχολείου (Α΄ έως ΣΤ΄). Για τις πολλαπλές συγκρίσεις των μέσων όρων των διαφόρων βαθμίδων των παραπάνω παραγόντων χρησιμοποιήθηκε το τεστ Sidak. Σε όλες τις αναλύσεις το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε ως $p < .05$.

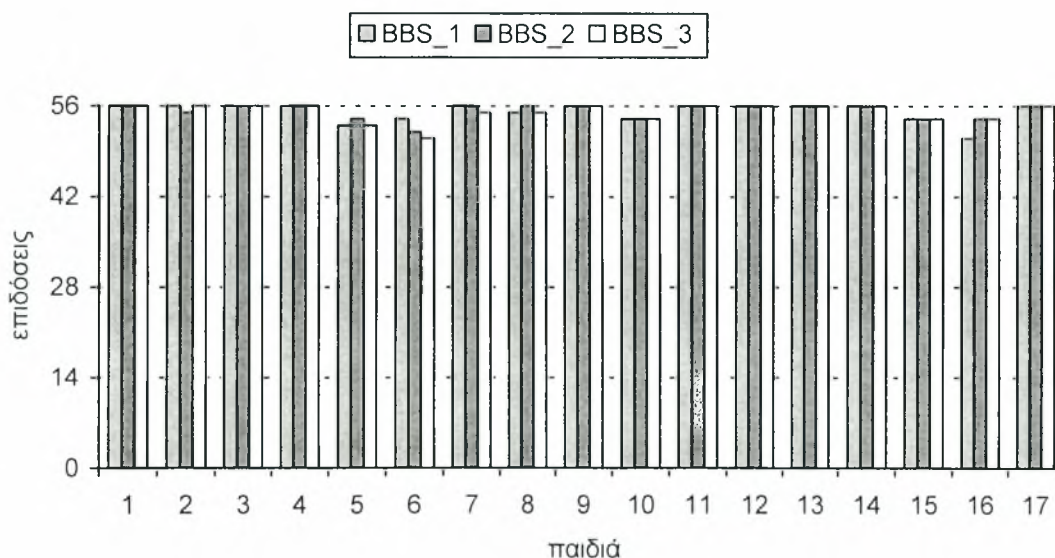
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όπως αναφέρθηκε πριν από τη διενέργεια οποιασδήποτε στατιστικής ανάλυσης ελέγχθηκε η κανονικότητα της κατανομής όλων των μεταβλητών μέσω του τεστ Kolmogorov-Smirnov ($p < .05$). Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι όλες οι μεταβλητές ακολουθούσαν την κανονική κατανομή.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για κάθε ένα από τα τρία τεστ (BBS, TUG και BOT).

Berg Balance Scale (BBS)

Στο Σχήμα 6 παρουσιάζονται οι επιδόσεις των παιδιών στο τεστ BBS στις τρεις διαφορετικές μετρήσεις. Όπως είναι φανερό υπάρχει μια πολύ μεγάλη σταθερότητα των επιδόσεων από μέτρηση σε μέτρηση.



Σχήμα 6. Επιδόσεις των παιδιών στο τεστ BBS στις τρεις διαφορετικές μετρήσεις

Η παραπάνω διαπιστωμένη μεγάλη σταθερότητα των επιδόσεων των παιδιών στο BBS στις τρεις διαφορετικές μετρήσεις αποδεικνύεται επίσης από τον πολύ μικρό συντελεστή μεταβλητότητας μεταξύ όλων των συνδυασμών των τριών μετρήσεων (Πίνακας 1). Επιπλέον, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, οι δείκτες αξιοπιστίας (SE και LOA) του τεστ BBS μεταξύ όλων των συνδυασμένων μετρήσεων του είναι ιδιαίτερα μεγάλοι.

Πίνακας 1. Τυπικό σφάλμα (SE), συντελεστής μεταβλητότητας (CV%) και όρια συμφωνίας (LOA) των τιμών μεταξύ διαφορετικών μετρήσεων του BBS, για το σύνολο του δείγματος

Μέτρηση	SE	CV%	LOA
		(M.O.±T.A.)	
1 ^η & 2 ^η	0,70	0,62 ± 1,17	0,12 ± 2,07
1 ^η & 3 ^η	0,77	0,55 ± 1,35	0,06 ± 2,27
2 ^η & 3 ^η	0,37	0,38 ± 0,61	0,18 ± 1,10
1 ^η & 2 ^η & 3 ^η	0,63	0,61 ± 1,04	0,04 ± 1,85

Από τα αποτελέσματα επίσης διαπιστώθηκε ότι οι τιμές των συντελεστών εσωτερικής συσχέτισης (ICC) μεταξύ της 1^{ης} και 2^{ης} μέτρησης ήταν ICC_{1,2}=0.845 (p=308), μεταξύ της 1^{ης} και της 3^{ης} μέτρησης ICC_{1,3}=0.842 (p=.321), μεταξύ της 2^{ης} και 3^{ης} μέτρησης ICC_{2,3}=0.916 (p<.05) και μεταξύ των τριών μετρήσεων (1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης}) ICC_{1,2,3}=0.918 (p<.05). Οι παραπάνω τιμές θεωρούνται μέγιστες κατά τον έλεγχο της αξιοπιστίας ενός τεστ.

Επιπλέον, από τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση του φύλου των παιδιών στις διάφορες μετρήσεις (Wilk’s L: 0,998, p=.988, η^2 =.002) ούτε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών μετρήσεων (Wilk’s L: 0,896, p=.464, η^2 =.104). Τα παραπάνω πιστοποιήθηκαν επίσης από τα αποτελέσματα των μονομεταβλητών τεστ, από τα οποία ειδικότερα βρέθηκε ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση του φύλου των παιδιών στις τρεις μετρήσεις ($F_{2,30}$ =0.021, p=.979, η^2 =.001) ούτε στατιστικά

σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα μέτρηση ($F_{2,30}=0,292, \quad p=.749, \quad \eta^2=.019$). Επίσης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές των επιδόσεων των παιδιών στο BBS ανάλογα με το φύλο τους ($F_{1,15}=2,098, \quad p=.168, \quad \eta^2=.123$). Οι μέσοι όροι των επιδόσεων των αγοριών και των κοριτσιών στο τεστ BBS παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Μέσοι όροι ($\pm$ SD) των επιδόσεων των παιδιών στο τεστ BBS, σε σχέση με το φύλο τους και συνολικά.

Μέτρηση	Φύλο		Σύνολο
	Αγόρια	Κορίτσια	
1 ^η	55,45 $\pm$ 1,03	54,50 $\pm$ 1,97	55,12 $\pm$ 1,45
2 ^η	55,55 $\pm$ 0,82	54,67 $\pm$ 1,63	55,24 $\pm$ 1,20
3 ^η	55,36 $\pm$ 1,02	54,50 $\pm$ 1,97	55,06 $\pm$ 1,43

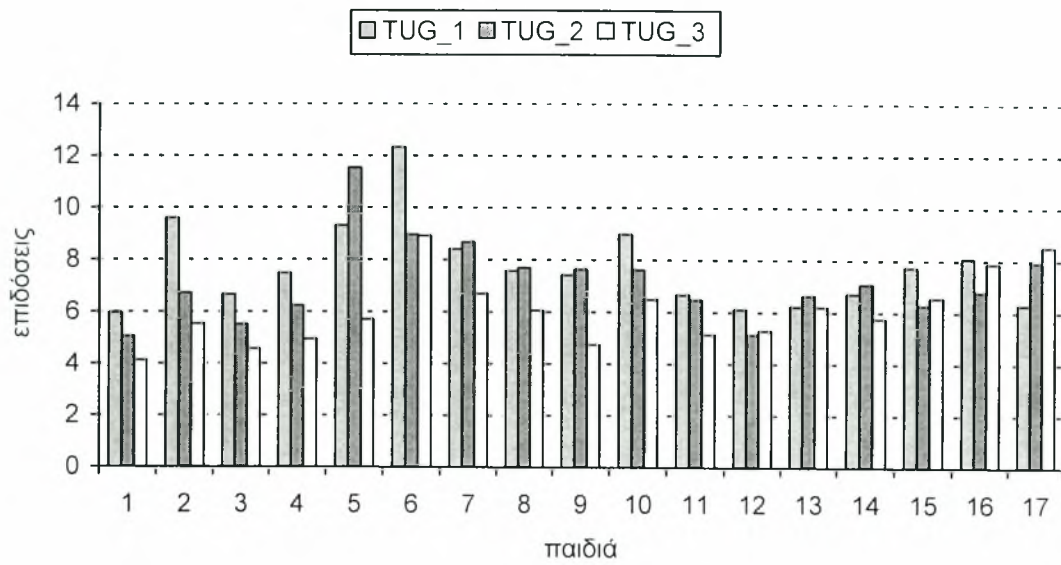
Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα για το τεστ BBS διαπιστώθηκε ότι το συγκεκριμένο τεστ χαρακτηρίζεται από εξαιρετική σταθερότητα και άριστη αξιοπιστία μεταξύ όλων των μετρήσεων του σε παιδιά με κώφωση.

Timed up and go (TUG)

Στο Σχήμα 7 παρουσιάζονται οι επιδόσεις των παιδιών στο τεστ TUG στις τρεις διαφορετικές μετρήσεις. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 7, δεν υπάρχει μεγάλη σταθερότητα των επιδόσεων στις τρεις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, σε αρκετά παιδιά του δείγματος.

Η παραπάνω διαπιστωμένη έλλειψη μεγάλης σταθερότητας των επιδόσεων των παιδιών στο TUG στις τρεις διαφορετικές μετρήσεις αποδεικνύεται επίσης από τις τιμές του συντελεστή μεταβλητότητας μεταξύ όλων των συνδυασμών των τριών μετρήσεων (Πίνακας 3), οι οποίες είναι μεγαλύτερες από 10%. Επιπλέον, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3, οι τιμές του SE και των LOA του τεστ TUG μεταξύ όλων των συνδυασμένων

μετρήσεων του είναι αρκετά μεγάλες, υποδεικνύοντας μειωμένη σταθερότητα των επιδόσεων των παιδιών στις τρεις μετρήσεις.



Σχήμα 7. Επιδόσεις των παιδιών στο τεστ TUG στις τρεις διαφορετικές μετρήσεις

Πίνακας 3. Τυπικό σφάλμα (SE), συντελεστής μεταβλητότητας (CV%) και όρια συμφωνίας (LOA) των τιμών μεταξύ διαφορετικών μετρήσεων του TUG, για το σύνολο του δείγματος

Μέτρηση	SE	CV%	LOA
		(M.O.±T.A.)	
1 ^η & 2 ^η	1,01	10,76 ± 7,15	0,56 ± 2,98
1 ^η & 3 ^η	1,07	19,76 ± 10,68	1,67 ± 3,17
2 ^η & 3 ^η	1,11	14,26 ± 11,69	1,11 ± 3,29
1 ^η & 2 ^η & 3 ^η	1,34	16,43 ± 7,42	1,12 ± 3,96

Από τα αποτελέσματα επίσης διαπιστώθηκε ότι οι τιμές των συντελεστών εσωτερικής συσχέτισης (ICC) μεταξύ της 1^{ης} και 2^{ης} μέτρησης ήταν ICC_{1,2}=0.739 (p=.704), μεταξύ της 1^{ης} και της 3^{ης} μέτρησης ICC_{1,3}=0.473 (p=.959), μεταξύ της 2^{ης} και 3^{ης} μέτρησης ICC_{2,3}=0.510 (p=.959) και μεταξύ των τριών μετρήσεων (1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης}) ICC_{1,2,3}=0.669 (p=.857). Οι παραπάνω τιμές είναι μικρότερες από την τιμή 0.80 που θεωρείται ως το ελάχιστο κριτήριο της αξιοπιστίας ενός τεστ. Κατά συνέπεια απορρίπτεται

η μηδενική υπόθεση ότι ο συντελεστής αξιοπιστίας του τεστ TUG θα είναι ίση με 0.80 και αποδεικνύεται ότι η αξιοπιστία του τεστ TUG στα παιδιά με κώφωση δεν είναι μεγάλη.

Επιπλέον, από τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση του φύλου των παιδιών στις διάφορες μετρήσεις (Wilk’s L: 0,648, $p=.053$, $\eta^2=.352$). Αντιθέτως, υπήρξε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» (Wilk’s L: 0,452, $p<.005$, $\eta^2=.548$). Τα παραπάνω πιστοποιήθηκαν επίσης από τα αποτελέσματα των μονομεταβλητών τεστ, από τα οποία δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση του φύλου των παιδιών στις τρεις μετρήσεις ($F_{2,30}=3,084$, $p=.061$, $\eta^2=.171$). Αντίθετα βρέθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» ($F_{2,30}=10,950$, $p<.001$, $\eta^2=.422$). Στη συνέχεια το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak έδειξε ότι στατιστικά σημαντικές ήταν οι διαφορές των μέσων όρων των επιδόσεων των παιδιών μόνο μεταξύ της 1^{ης} και 3^{ης} μέτρησης ($p<.005$). Επίσης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές των επιδόσεων των παιδιών στο TUG ανάλογα με το φύλο τους ($F_{1,15}=0,003$, $p=.958$, $\eta^2=.001$). Οι μέσοι όροι των επιδόσεων των αγοριών και των κοριτσιών στο τεστ TUG παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

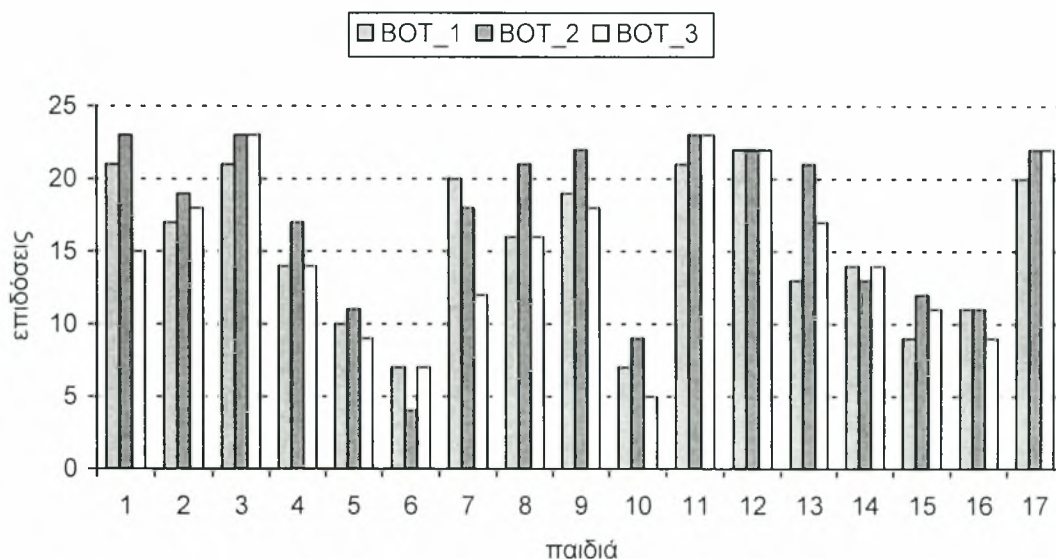
Πίνακας 4. Μέσοι όροι ($\pm$ SD) των επιδόσεων των παιδιών στο τεστ TUG, σε σχέση με το φύλο τους και συνολικά.

Μέτρηση	Φύλο		Σύνολο
	Αγόρια	Κορίτσια	
1 ^η	7,56 $\pm$ 1,32	8,06 $\pm$ 2,21	7,74 $\pm$ 1,63
2 ^η	7,55 $\pm$ 1,62	6,49 $\pm$ 1,35	7,18 $\pm$ 1,58
3 ^η	5,91 $\pm$ 1,15	6,36 $\pm$ 1,75	6,06 $\pm$ 1,35

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα για το τεστ TUG διαπιστώθηκε ότι το συγκεκριμένο τεστ δεν χαρακτηρίζεται από μεγάλη σταθερότητα και δεν διαθέτει μεγάλη αξιοπιστία για την αξιολόγηση των παιδιών με κώφωση.

Bruininks-Oseretsky test: Balance subtest (BOT)

Στο Σχήμα 8 παρουσιάζονται οι επιδόσεις των παιδιών στο τεστ BOT στις τρεις διαφορετικές μετρήσεις. Όπως είναι φανερό υπάρχει σχετική σταθερότητα των επιδόσεων από μέτρηση σε μέτρηση.



Σχήμα 8. Επιδόσεις των παιδιών στο τεστ BOT στις τρεις διαφορετικές μετρήσεις

Η παραπάνω διαπιστωμένη σχετική σταθερότητα των επιδόσεων των παιδιών στο BOT στις τρεις διαφορετικές μετρήσεις αποδεικνύεται επίσης από τον σχετικά μικρό συντελεστή μεταβλητότητας μεταξύ όλων των συνδυασμών των τριών μετρήσεων (Πίνακας 5). Επιπλέον, όπως φαίνεται στον Πίνακα 5, οι δείκτες αξιοπιστίας (SE και LOA) του τεστ BOT μεταξύ όλων των συνδυασμένων μετρήσεων του είναι αρκετά μεγάλοι.

Από τα αποτελέσματα επίσης διαπιστώθηκε ότι οι τιμές των συντελεστών εσωτερικής συσχέτισης (ICC) μεταξύ της 1^{ης} και 2^{ης} μέτρησης ήταν $ICC_{1,2}=0.860$ ($p=.282$), μεταξύ της 1^{ης} και της 3^{ης} μέτρησης $ICC_{1,3}=0.857$ ($p=.233$), μεταξύ της 2^{ης} και 3^{ης} μέτρησης $ICC_{2,3}=0.834$ ($p=.412$) και μεταξύ των τριών μετρήσεων (1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης}) $ICC_{1,2,3}=0.850$ ($p=.238$). Οι παραπάνω τιμές είναι αποδεκτές για την τεκμηρίωση της αξιοπιστίας ενός κινητικού τεστ όπως ήταν το BOT.

Πίνακας 5. Τυπικό σφάλμα (SE), συντελεστής μεταβλητότητας (CV%) και όρια συμφωνίας (LOA) των τιμών μεταξύ διαφορετικών μετρήσεων του BOT, για το σύνολο του δείγματος

Μέτρηση	SE	CV%	LOA
		(M.O.±T.A.)	
1 ^η & 2 ^η	1,82	12,13 ± 10,71	1,71 ± 5,37
1 ^η & 3 ^η	2,09	9,68 ± 10,42	0,41 ± 6,18
2 ^η & 3 ^η	1,98	14,96 ± 13,24	2,12 ± 5,86
1 ^η & 2 ^η & 3 ^η	2,21	13,33 ± 9,11	0,27 ± 6,54

Επιπλέον, από τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση του φύλου των παιδιών στις διάφορες μετρήσεις (Wilk’s L: 0,799, $p=.207$, $\eta^2=.201$). Αντιθέτως, υπήρξε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» (Wilk’s L: 0,615, $p<.05$, $\eta^2=.385$). Τα παραπάνω πιστοποιήθηκαν επίσης από τα αποτελέσματα των μονομεταβλητών τεστ, από τα οποία δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση του φύλου των παιδιών στις τρεις μετρήσεις ($F_{2,30}=1,633$, $p=.212$, $\eta^2=.098$). Αντίθετα βρέθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» ($F_{2,30}=3,751$, $p<.05$, $\eta^2=.200$). Στη συνέχεια το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak έδειξε ότι στατιστικά σημαντικές ήταν οι διαφορές των μέσων όρων των επιδόσεων των παιδιών μόνο μεταξύ της 1^{ης} και 2^{ης} μέτρησης ($p<.05$), καθώς και μεταξύ της 2^{ης} και της 3^{ης} μέτρησης ($p<.05$). Επίσης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές των επιδόσεων των παιδιών στο BOT ανάλογα με το φύλο τους ($F_{1,15}=0,663$, $p=.428$, $\eta^2=.042$). Οι μέσοι όροι των επιδόσεων των αγοριών και των κοριτσιών στο τεστ BOT παρουσιάζονται στον Πίνακα 6

Πίνακας 6. Μέσοι όροι ($\pm$ SD) των επιδόσεων των παιδιών στο τεστ BOT, σε σχέση με το φύλο τους και συνολικά.

Μέτρηση	Φύλο		Σύνολο
	Αγόρια	Κορίτσια	
1 ^η	16,18 $\pm$ 4,71	14,00 $\pm$ 6,26	15,41 $\pm$ 5,22
2 ^η	18,36 $\pm$ 5,04	14,83 $\pm$ 7,25	17,12 $\pm$ 5,94
3 ^η	15,36 $\pm$ 5,29	14,33 $\pm$ 6,74	15,00 $\pm$ 5,65

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα για το τεστ BOT διαπιστώθηκε ότι το συγκεκριμένο τεστ δεν χαρακτηρίζεται από μεγάλη σταθερότητα και δεν διαθέτει μεγάλη αξιοπιστία για την αξιολόγηση των παιδιών με κώφωση.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία ελέγχθηκε η αξιοπιστία τριών δοκιμασιών σε παιδιά με προβλήματα ακοής, ώστε να διαπιστωθεί η κλινική αξία της εφαρμογής τους για την αξιολόγηση της ισορροπίας πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από οποιεσδήποτε θεραπευτικές παρεμβάσεις άσκησης για τη βελτίωση της ισορροπίας. Οι τρεις δοκιμασίες ήταν η ενότητα ισορροπίας του Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP) (Bruininks, 1978), η δοκιμασία Timed Up and Go (TUG) (Podsiadlo & Richardson, 1991) και η κλίμακα Berg Balance Scale (BBS) (Berg et al., 1992).

Η κύρια ερευνητική υπόθεση ήταν ότι οι τρεις δοκιμασίες θα παρουσίαζαν μεγάλη αξιοπιστία σε δύο διαφορετικές μετρήσεις που θα απείχαν χρονικά μεταξύ τους μία εβδομάδα. Για τον έλεγχο της ερευνητικής υπόθεσης διατυπώθηκαν για την κάθε δοκιμασία δύο μηδενικές υποθέσεις. Η πρώτη μηδενική υπόθεση ήταν ότι ο συντελεστής εσωτερικής συσχέτισης των επιδόσεων της δοκιμασίας στις δύο διαφορετικές μετρήσεις θα ήταν σημαντικά διαφορετικός από την τιμή 0.80 ($H_0: \rho_0=0.8$) με εναλλακτική την $H_1: \rho>0.8$. Η δεύτερη μηδενική υπόθεση ήταν οι μέσες επιδόσεις των παιδιών με προβλήματα ακοής στην κάθε δοκιμασία σε μια από τις μετρήσεις δεν θα παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές με τις άλλες δύο μετρήσεις.

Επιπλέον, ελέγχθηκε η σταθερότητα των επιδόσεων στις διάφορες προσπάθειες του κάθε τεστ (εκφρασμένη στη μονάδα μέτρησης κάθε τεστ) μέσω των πλέον δημοφιλών δεικτών (Hopkins, 2000): α) του τυπικού σφάλματος (typical error) ή σταθερού σφάλματος μέτρησης (standard error of measurement; SEM), β) του τυπικού ποσοστιαίου σφάλματος (typical percentage error) ή συντελεστή μεταβλητότητα (coefficient of variation; CV) και γ) των ορίων συμφωνίας (limits of agreement; LOA) των τιμών σε δύο μετρήσεις. Όλοι οι παραπάνω δείκτες υπολογίστηκαν για κάθε τεστ για τις μετρήσεις εντός της ίδιας ημέρας (1^{η} & 2^{η}) και μεταξύ διαφορετικών ημερών (1^{η} & 3^{η}).

Bruininks-Oseretsky test: Balance subtest (BOT)

Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι οι τιμές του συντελεστή εσωτερικής συσχέτισης για κάθε ζεύγος μετρήσεων δεν διέφεραν σημαντικά από την τιμή 0.80, η οποία θεωρείται ως η ελάχιστη αποδεκτή τιμή σε μελέτες αξιοπιστίας. Ως εκ τούτου για την δοκιμασία BOT επιβεβαιώθηκε η πρώτη μηδενική υπόθεση. Αντίθετα, δεν επιβεβαιώθηκε η δεύτερη μηδενική υπόθεση καθώς τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ 1^{ης} – 2^{ης} και 2^{ης} – 3^{ης} μέτρησης. Κατά συνέπεια θεωρείται ότι η κύρια ερευνητική υπόθεση για την αξιοπιστία της ενότητας ισορροπίας του Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP) (Bruininks, 1978) δεν τεκμηριώνεται επαρκώς.

Η παραπάνω διαπίστωση υποστηρίζεται από τις μεγάλες τιμές του τυπικού σφάλματος (SEM), του συντελεστή μεταβλητότητας (CV) και των ορίων συμφωνίας (LOA) των τιμών σε δύο μετρήσεις.

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας βρίσκονται σε συμφωνία με τα ευρήματα προηγούμενων μελετών, που αμφισβητούν την κλινική χρησιμότητα του BOT λόγω χαμηλής αξιοπιστίας (Wilson et al., 1995). Ειδικότερα, οι Liao και συν. (2001) διαπίστωσαν χαμηλή αξιοπιστία της ενότητας ισορροπίας του BOT (μόλις 0.40) ακόμη και σε παιδιά χωρίς προβλήματα υγείας. Επιπλέον ανάλυση έδειξε ότι υπήρχε 100% συμφωνία μεταξύ των διαφορετικών μετρήσεων μόνο σε δύο δοκιμασίες από την ενότητα της ισορροπίας: α) στη στάση πάνω στο πάτωμα με το κυρίαρχο πόδι και β) στη βάδιση προς τα εμπρός πάνω σε γραμμή. Αντίθετα για τις υπόλοιπες έξι δοκιμασίες της ενότητας η συμφωνία ήταν κάτω από 80% και οι διαφορές μεταξύ των επιδόσεων στις δύο μετρήσεις διέφεραν μέχρι και 5 μονάδες. Επίσης, οι Cagnon και συν. (2004) μελέτησαν την αξιοπιστία της ενότητας ισορροπίας του BOTMP σε παιδιά με και χωρίς ήπια εγκεφαλική βλάβη. Από τα αποτελέσματα βρέθηκαν μέσες τιμές αξιοπιστίας $r=0.56$ (οι διαφορές εξαρτώνταν από την ηλικία, την νοητική υστέρηση, τις μαθησιακές δυσκολίες, κ.λ.π.).

Timed Up and Go (TUG)

Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι οι τιμές του συντελεστή εσωτερικής συσχέτισης για κάθε ζεύγος μετρήσεων στο TUG δεν διέφεραν σημαντικά από την τιμή

0.80, η οποία θεωρείται ως η ελάχιστη αποδεκτή τιμή σε μελέτες αξιοπιστίας. Παρόλα αυτά ήταν σε απόλυτες τιμές αρκετά μικρότερες από την παραπάνω αποδεκτή τιμή. Ως εκ τούτου για την δοκιμασία TUG παρότι επιβεβαιώθηκε η πρώτη μηδενική υπόθεση στατιστικά, δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι στηρίζει την αξιοπιστία της δοκιμασίας. Αντίθετα, δεν επιβεβαιώθηκε η δεύτερη μηδενική υπόθεση καθώς τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ 1^{ης} – 3^{ης} μέτρησης. Κατά συνέπεια θεωρείται ότι η κύρια ερευνητική υπόθεση για την αξιοπιστία της δοκιμασίας Timed Up and Go (TUG) (Podsiadlo & Richardson, 1991) δεν τεκμηριώνεται επαρκώς.

Η παραπάνω διαπίστωση επίσης υποστηρίζεται από τις σχετικά μεγάλες τιμές του τυπικού σφάλματος (SEM), του συντελεστή μεταβλητότητας (CV) και των ορίων συμφωνίας (LOA) των τιμών σε δύο μετρήσεις.

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας βρίσκονται σε αντίθεση με τα αντίστοιχα ευρήματα των Williams και συν. (2005) οι οποίοι όμως αναφέρονται στην αξιοπιστία του τεστ Timed Up and Go (TUG) σε φυσιολογικά παιδιά και παιδιά με εγκεφαλική παράλυση. Οι εν λόγω ερευνητές διαπίστωσαν ότι για τα φυσιολογικά παιδιά η τιμή του ICC μεταξύ των διαφορετικών προσπαθειών της ίδιας μέτρησης ήταν 0.89 ενώ μεταξύ των διαφορετικών μετρήσεων ήταν 0.83. Για τα παιδιά με εγκεφαλική παράλυση οι τιμές του ICC μεταξύ των διαφορετικών προσπαθειών της ίδιας μέτρησης ήταν 0.99. Δυστυχώς όμως δεν ελέγχθηκε η αξιοπιστία του TUG μεταξύ των διαφορετικών μετρήσεων, ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Επιπλέον, οι Held και συν. (2006) έλεγξαν την αξιοπιστία του TUG κατά την διάρκεια δύο συνεδριών που απείχαν μια εβδομάδα μεταξύ τους, σε παιδιά με και χωρίς αναπηρίες και βρήκαν πολύ υψηλή εσωτερική αξιοπιστία του TUG τόσο όσον αφορά στις μετρήσεις του χρόνου (ICC=0.83 – 0.97) όσο και στον αριθμό των βημάτων (ICC = 0.84 – 0.96) που εκτελέστηκαν στη διάρκεια του τεστ. Το εύρημα αυτό βρίσκεται επίσης σε αντίθεση με τα ευρήματα της παρούσας έρευνας, πιθανόν λόγω μεγαλύτερο βαθμού διαταραχής του αιθουσαίου συστήματος του αυτιού στα δείγματα των υπό σύγκριση μελετών.

Berg Balance Scale (BBS)

Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι οι τιμές του συντελεστή εσωτερικής συσχέτισης για κάθε ζεύγος μετρήσεων στο BBS παρουσίαζαν στατιστικά σημαντικές

διαφορές με την τιμή 0.80, η οποία θεωρείται ως η ελάχιστη αποδεκτή τιμή σε μελέτες αξιοπιστίας. Για το λόγο αυτό επιβεβαιώθηκε η εναλλακτική υπόθεση η οποία στηρίζει την μεγάλη αξιοπιστία της εν λόγω δοκιμασίας. Επίσης, δεν επιβεβαιώθηκε η δεύτερη μηδενική υπόθεση καθώς τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ κανενός ζεύγους μετρήσεων. Κατά συνέπεια θεωρείται ότι η κύρια ερευνητική υπόθεση για την αξιοπιστία της κλίμακας Berg Balance Scale (BBS) (Berg et al., 1992) τεκμηριώνεται απόλυτα.

Επιπλέον, η παραπάνω διαπίστωση για την κλίμακα BBS υποστηρίζεται από τις μικρές τιμές του τυπικού σφάλματος (SEM), του συντελεστή μεταβλητότητας (CV) και των ορίων συμφωνίας (LOA) των τιμών σε δύο μετρήσεις.

Τα προαναφερθέντα αποτελέσματα συμφωνούν με τους ισχυρισμούς των σχεδιαστών της δοκιμασίας BBS περί αξιοπιστίας (Berg et al., 1992). Η έλλειψη όμως ερευνών της αξιοπιστίας της εν λόγω δοκιμασίας σε παιδιά με προβλήματα ακοής ή παρεμφερείς διαταραχές δεν επιτρέπει τη συγκριτική αξιολόγηση των ευρημάτων της παρούσας έρευνας. Μπορεί όμως να αναφερθεί η γενική συμφωνία των ευρημάτων της παρούσας έρευνας με αυτά της μελέτης του Holbein-Jenny και συν. (2005) όπου ελέγχθηκε η αξιοπιστία του BBS άτομα της τρίτης ηλικίας και βρέθηκε μέτρια έως πολύ καλή αξιοπιστία τόσο για τον ίδιο εξεταστή ($ICC=0.66-0.83$) όσο και διαφορετικούς εξεταστές ($ICC=0.88-0.98$).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας τα πορίσματα της παρούσας έρευνας, μπορούν να διατυπωθούν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

α) Η κλίμακα αξιολόγησης της ισορροπίας της Berg (BBS) χαρακτηρίζεται από εξαιρετική σταθερότητα και άριστη αξιοπιστία μεταξύ όλων των μετρήσεων του σε παιδιά με κώφωση.

β) Η ενότητα ισορροπίας της δέσμης BOTMP και η δοκιμασία TUG υπολείπονται τόσο σε αξιοπιστία όσο και σε σταθερότητα σε σχέση με την κλίμακα αξιολόγησης της ισορροπίας της Berg (BBS).

Κατά συνέπεια συνιστάται για την αξιολόγηση της ισορροπίας σε παιδιά με προβλήματα ακοής η κλίμακα Berg Balance Scale (BBS) (Berg et al., 1992).

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η μεγάλη σημασία των δοκιμασιών αξιολόγησης της ισορροπίας στην κλινική πράξη και έρευνα, βρίσκεται στην εφαρμογή τους ως μέσο αξιολόγησης των διαφόρων θεραπευτικών παρεμβάσεων που αποσκοπούν στη βελτίωση της ισορροπιστικής ικανότητας παιδιών με διαταραχές ισορροπίας, όπως είναι τα παιδιά με προβλήματα ακοής. Έτσι, μελλοντικές έρευνες μπορούν να επιχειρήσουν την αξιολόγηση διαφόρων παρεμβάσεων άσκησης για τη βελτίωση της ισορροπίας σε παιδιά με προβλήματα ακοής ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για τη διαμόρφωση των πλέον αποτελεσματικών προγραμμάτων άσκησης.

Επιπλέον, με σκοπό την επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας κρίνεται σκόπιμο, σε μελλοντικές έρευνες να μελετηθεί εκτενέστερα η αξιοπιστία των συγκεκριμένων δοκιμασιών για ηλικίες παιδιών διαφορετικών ηλικιών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αθανασόπουλος, Κ. Ωτολογία, Ημερομηνία ανάκτησης 20/03/13
<http://www.akoustikavarikoias.gr/Content.php?PageId=90>.
- Atwater, S.W., Crowe, T.K., Deitz, J.C. & Richardson, P.K. (1990). Interrater and test-retest reliability of two pediatric balance tests. *Physical Therapy*, 70, 79-87.
- Baumgartner, T.A. (1989). Norm-referenced measurement: reliability. In M.J. Safrit, & T.M. Woods (Eds.), *Measurement concepts in physical education and exercise science* (pp. 45-72). Champaign: Human Kinetics.
- Berg, K., Wood-Dauphinee, S., Williams, J.I. & Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly. Validation of an instrument. *Canadian Journal Publication Health*, 2, S7-S11.
- Bess, F.H., Dodd-Murphy, J. & Parker, R.A. (1998). Children with minimal sensorineural hearing loss: Prevalence, educational performance and functional status. *Ear and Hearing*, 19(5), 339-354.
- Boyd, J. (1967). Comparison of motor behavior in deaf and hearing boys. *American Annals of the Deaf*, 112, 598-605.
- Broadstone, B.J., Westcott, S.L. & Deitz, J.C. (1993). Test-retest reliability of tiltboard tests in children. *Physical Therapy*, 73, 618-625.
- Bruininks, R.H. (1978). *The Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency: examiner's manual*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Butterfield, S.A. & Ersing, W.F. (1986). Influence of age, sex, etiology, and hearing loss on balance performance by deaf children. *Perceptual and Motor Skills*, 62(2), 659-663.
- Butterfield, S.A. & Ersing, W.F. (1987). Age, sex, hearing loss and balance in development of jumping by deaf children. *Perceptual and Motor Skills*, 64, 942.
- Butterfield, S.A. & Ersing, W.F. (1987). Influence of age, sex, hearing loss, and balance on kicking development by deaf children. *Perceptual and Motor Skills*, 65(1), 312.

- Butterfield, S.A. & Ersing, W.F. (1988). Influence of age, sex, hearing loss and balance on development of catching by deaf children. *Perceptual and Motor Skills*, 66(3), 997-998.
- Butterfield, S.A. (1986). Gross motor profiles of deaf children. *Perceptual and Motor Skills*, 62(1), 68-70.
- Butterfield, S.A. (1989). Influence of age, sex, hearing loss and balance on development of throwing by deaf children. *Perceptual and Motor Skills*, 69(2), 448-450.
- Butterfield, S.A. (1991). Influence of age, sex, hearing loss and balance on development of running by deaf children. *Perceptual and Motor Skills*, 73(2), 624-626.
- Cagnon, I., Swaine, B., Friedman, D. & Forget, R. (2004). Children show decreased dynamic balance after mild traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(3), 444-452.
- Carlson, B.R. (1972). Assessment of motor ability of selected deaf children in Kansas. *Perceptual and Motor Skills*, 34(1), 303-305.
- Chen, H.L. (1994). Hearing in the elderly. Relation of hearing loss, loneliness, and self-esteem. *Journal of Gerontological Nursing*, 20(6), 22-28.
- Collins, J.G. (1997). Prevalence of selected chronic conditions: United States, 1990-1992. *Vital and Health Statistics. Series 10, Data From the National Health Survey*. 194, 1-89.
- Crowe, T.K. & Horak, F.B. (1988). Motor proficiency associated with vestibular deficits in children with hearing impairments. *Physical Therapy*, 68(10), 1493-1499.
- Crowe, T.K., Deitz J.C., Richardson, P.K. & Atwater, S.W. (1990). Interrater reliability of the pediatric clinical test of sensory interaction for balance. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, 10(4), 1-27.
- Davis, A., Bamford J., Ramkalawan T., Forshaw M. & Wright, S. (1997) A critical review of the role of neonatal hearing screening in the detection of congenital hearing impairment. *Health Technology Assessment*, 1(10), 1-176.

- Eilers, R.E. & Oller, D.K. (1994). Infant vocalizations and the early diagnosis of severe hearing impairment. *Journal Pediatric*, 124(2), 199-203.
- Engel-Yeger, B., Golz, A. & Parush, S. (2004). Impact of middle ear effusion on balance performance in children. *Disability and Rehabilitation*, 26(2), 97-102.
- Fortnum, H.M., Summerfield, A.Q., Marshall, D.H., Davis, A.C. & Bamford J.M. (2001). Prevalence of permanent childhood hearing impairment in the United Kingdom and implications for universal neonatal hearing screening: questionnaire based ascertainment study. *British Medical Journal*, 323, 536-540.
- Gayle, G.W. & Pohlman, R.L. (1990). Comparative study of the dynamic, static, and rotary balance of deaf and hearing children. *Perceptual and Motor Skills*, 70(3), 883-888.
- Gayle, G.W., Pohlman, R. L. (1990). Balance of deaf and hearing children. *Perceptual and Motor Skills*, 70, 883-888
- Hagerman, P.A., Leibowitz, J.M. & Blanke, D. (1995). Age and gender effects on postural control measures. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(10), 961-965.
- Haymes, E.M. & Dickinson, A.L. (1980). Characteristics of elite male and female ski racers. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 12(3), 153-158.
- Held, S.L., Kott, K.M. & Young, B.L. (2006). Standardized walking obstacle course (SWOG): reliability and validity of a new functional measurement tools for children. *Pediatric Physical Therapy*, 18(1), 23-30.
- Holbein-Jenny, M.A., Billek-Sawhney, B., Beckman, E. & Smith, T. (2005). Balance in personal care home residents: a comparison of the Berg Balance Scale, The Multi-Directional Reach Test and the Activities-Specific Balance Confidence Scale. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 28(2), 48-53.
- Hopkins, W.G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine*, 30(1), 1-15.
- Horak, F.B. (1987). Clinical measurement of postural control in adults. *Physical Therapy*, 67(12), 1881-1885.

- Horak, F.B., Shumway-Cook, A., Crowe, T.K. & Black, F.O. (1988). Vestibular function and motor proficiency of children with impaired hearing, or with hearing disability and motor impairments. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 30(1), 64-79.
- Kembhavi, G., Darrah, J., Magill-Evans, J. & Loomis, J. (2002). Using the Berg Balance Scale to distinguish balance abilities in children with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*, 14(2), 92-99.
- Liao, H.F., Jeng, S.F., Cheng, C.K. & Hu, M.H. (1997). The relation between standing balance and walking function in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 39(2), 106-112.
- Liao, H.F., Mao, P.J. & Hwang, A.W. (2001). Test-retest reliability of balance tests in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 43(3), 180-186.
- Lusardi, M.M., Pellecchia, G.L. & Schulman, M. (2003). Functional performance in community living older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 26(3), 14-22.
- Markides, A. (1986). Age at fitting of hearing aids and speech intelligibility. *British Journal of Audiology*, 20(2), 165-167.
- Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (1993). *Hanbuch Trainingslehre*. Schorndorf: Hofmann.
- Meinel, K. & Schnabel, G. (1998). *Bewegungslehre Sportmotorik*. Berlin: Sportverlag.
- Μπαλτόπουλος, Ι.Π. (1997). *Λειτουργική ανατομική του ανθρώπου II*. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδη.
- Myklebust, H. (1960). *The psychology of deafness*. New York: Grune and Stratton.
- Myklebust, H.R. (1964). *The psychology of deafness*. New York: Grune and Stratton.
- Neumaier, A. (1999). *Koordinatives Anforderungsprofil und koordinatorisches Training*. Cologne: Sport und Buch Strauss.

- Padden, D.A. (1959). Ability of deaf swimmers to orient themselves when submerged in water. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 30(2), 214-226.
- Podsiadlo, D. & Richardson, S. (1991). The timed 'Up and Go': a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatric Society*, 39(2), 142-148.
- Rogers, M. (2005). Help older adults reduce their risk of falls with a strategically designed balance and strength training program. *IDEA Fitness Journal*, 1, 46-55.
- Rogers, M.W. & Mille, M.L. (2003). Lateral stability and falls in older people. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 31(4), 182-187.
- Sherril, C. (1993). *Adapted physical activity, recreation and sport*. Melbourne: Brown & Benchmark.
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M.H. (1985). Dynamics of postural control in the child with Down syndrome. *Physical Therapy*, 65(9), 1315-1322.
- Sloan, W. (1954). *The Lincoln-Oseretsky Motor Development Scale: Manual*. Chicago: IL: Sloelting.
- Tinetti, M.E. (1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, 34(2), 119-126.
- Vance, P.C. (1968). *Motor characteristics of deaf children*. Unpublished Doctoral Dissertation, Colorado State College. Greeley, USA.
- Westcott, S.L., Lowes, L.P. & Richardson, P.K. (1997). Evaluation of postural stability in children: current theories and assessment tools. *Physical Therapy*, 77(6), 629-645.
- Williams, E.N., Carroll, S.G., Reddihough, D.S., Phillips, B.A. & Galea, M.P. (2005). Investigation of the timed "up & go" test in children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47 (8), 518-524.
- Wilson, B.N., Polatajko, H.J., Kaplan, B.J. & Faris, P. (1995). Use of the Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency in occupational therapy. *The American Journal of Occupational Therapy*, 49(1), 8-17.

Woollacott, M.H. & Sveistrup, H. (1992). Changes in the sequencing and timing of muscle response coordination associated with developmental transitions in balance abilities. *Human Movement Science*, 11(1-2), 23-36.

Yoshinaga-Itano, C., Sedey, A.L., Coulter, D.K. & Mehl, A.L. (1998). Language of early- and later-identified children with hearing loss. *Pediatrics*, 102(5), 1161-1171.

Παράρτημα Α

Κλίμακα αξιολόγησης ισορροπίας της Berg (Berg Balance Scale – BBS)

(Μέγιστο δυνατό σκορ = 56/56)

1. Ανόρθωση

Μπορεί να σηκωθεί όρθιος, χωρίς να χρησιμοποιήσει τα χέρια του και να σταθεροποιηθεί μόνος του
Μπορεί να σηκωθεί όρθιος μόνος του, αλλά χρησιμοποιώντας τα χέρια του
Μπορεί να σηκωθεί όρθιος, χρησιμοποιώντας τα χέρια του, αλλά με περισσότερες από μια προσπάθειες
Χρειάζεται ελάχιστη βοήθεια να σηκωθεί όρθιος ή να σταθεροποιηθεί
Χρειάζεται μέτρια ή μέγιστη βοήθεια για να σηκωθεί όρθιος

2. Όρθια στάση χωρίς υποστήριξη

Μπορεί να σταθεί όρθιος με ασφάλεια για 2 λεπτά
Μπορεί να σταθεί όρθιος για 2 λεπτά αλλά με επίβλεψη από ένα βοηθό
Μπορεί να σταθεί όρθιος για 30 δευτερόλεπτα χωρίς υποστήριξη
Χρειάζεται αρκετές προσπάθειες για να σταθεί 30 δευτερόλεπτα χωρίς υποστήριξη
Δεν μπορεί να σταθεί όρθιος για 30 δευτερόλεπτα χωρίς βοήθεια

3. Κάθισμα με την πλάτη χωρίς υποστήριξη, με τα πόδια στο πάτωμα ή σε ένα υποπόδιο

Μπορεί να καθίσει με σιγουριά και ασφάλεια για 2 λεπτά
Μπορεί να καθίσει για 2 λεπτά με επίβλεψη από ένα βοηθό
Μπορεί να καθίσει για 30 δευτερόλεπτα
Μπορεί να καθίσει για 10 δευτερόλεπτα
Δεν μπορεί να καθίσει χωρίς υποστήριξη για 10 δευτερόλεπτα

4. Κάθισμα από την όρθια στάση

Κάθεται με ασφάλεια, με ελάχιστη ή καθόλου χρήση των χεριών του
Ελέγχει την κάθοδο του στην καρέκλα χρησιμοποιώντας τα χέρια του
Χρησιμοποιεί το πίσω μέρος των κνημών του ενάντια στην καρέκλα για να ελέγξει την κάθοδο του
Κάθεται μόνος του αλλά δεν ελέγχει την κάθοδο του (πέφτει απότομα)
Χρειάζεται βοήθεια για να κάτσει

5. Μετακινήσεις

Μπορεί να μετακινείται με ασφάλεια, με ελάχιστη βοήθεια των χεριών του
Μπορεί να μετακινείται με ασφάλεια, αλλά πρέπει να βοηθιέται με τα χέρια του
Μπορεί να μετακινείται με προφορική προτροπή ή/και με επίβλεψη από βοηθό
Χρειάζεται ένα άτομο για βοήθεια
Χρειάζεται δύο άτομα για βοήθεια ή επίβλεψη για να είναι ασφαλής

6. Όρθια στάση με κλειστά μάτια, χωρίς υποστήριξη

Μπορεί να σταθεί με ασφάλεια για 10 δευτερόλεπτα
Μπορεί να σταθεί για 10 δευτερόλεπτα με επίβλεψη από βοηθό
Μπορεί να σταθεί για 3 δευτερόλεπτα
Δεν μπορεί να κρατήσει τα μάτια του κλειστά για 3 δευτερόλεπτα αλλά παραμένει σταθερός
Χρειάζεται βοήθεια για να αποφύγει την πτώση

7. Όρθια στάση με τα πόδια κλειστά

Μπορεί να κλείσει τα πόδια μόνος του και να σταθεί όρθιος με ασφάλεια για 1 λεπτό
Μπορεί να κλείσει τα πόδια μόνος του και να σταθεί για 1 λεπτό αλλά με επίβλεψη
Μπορεί να κλείσει τα πόδια μόνος του, αλλά δεν μπορεί να σταθεί για 30 δευτερόλεπτα
Χρειάζεται βοήθεια για να επιτύχει την θέση (με κλειστά πόδια), αλλά μπορεί να σταθεί όρθιος με τα πόδια κλειστά για 15 δευτερόλεπτα
Χρειάζεται βοήθεια για να επιτύχει την θέση και δεν μπορεί να σταθεί όρθιος για 15 δευτερόλεπτα

8. Απλωμα του τεντωμένου χεριού προς τα εμπρός

Μπορεί να φθάσει προς τα εμπρός, με σιγουριά, περισσότερο από 10 ίντσες (25,4 cm)
Μπορεί να φθάσει προς τα εμπρός περισσότερο από 5 ίντσες (12,7 cm), με ασφάλεια
Μπορεί να φθάσει προς τα εμπρός περισσότερο από 2 ίντσες (5,08 cm), με ασφάλεια
Φθάνει προς τα εμπρός, αλλά χρειάζεται επίβλεψη
Χρειάζεται βοήθεια για να αποφύγει την πτώση

9. Άρση ενός αντικειμένου από το έδαφος, από την όρθια στάση

Μπορεί να σηκώσει το παπούτσι εύκολα και με ασφάλεια
Μπορεί να σηκώσει το παπούτσι αλλά χρειάζεται επίβλεψη
Δεν μπορεί να σηκώσει το παπούτσι, αλλά φτάνει μέχρι 1-2 ίντσες (2,54 με 5,08 cm) από αυτό και διατηρεί την ισορροπία του μόνος του
Δεν μπορεί να σηκώσει το παπούτσι και χρειάζεται επίβλεψη καθώς προσπαθεί
Δεν μπορεί να προσπαθήσει/ χρειάζεται βοήθεια για να μην χάσει την ισορροπία του ή

για να μην πέσει

10. Στροφή και κοίταγμα πίσω, πάνω από τον δεξί και αριστερό ώμο, από όρθια στάση

Κοιτάζει πίσω και από τις δύο πλευρές, με καλή μετατόπιση του βάρους του στα πόδια
Κοιτάζει πίσω μόνο από την μία πλευρά. Από την άλλη πλευρά εμφανίζει μικρότερη μετατόπιση του βάρους του πάνω στο αντίστοιχο πόδι
Γυρίζει από την μία πλευρά μόνο, αλλά διατηρεί την ισορροπία του
Χρειάζεται επίβλεψη όταν γυρίζει
Χρειάζεται βοήθεια για να αποφύγει την πτώση

11. Στροφή 360°

Μπορεί να στραφεί κατά 360° με ασφάλεια, σε λιγότερο από 4 δευτερόλεπτα, σε κάθε κατεύθυνση
Μπορεί να στραφεί κατά 360° με ασφάλεια, αλλά μόνο προς μια κατεύθυνση, σε λιγότερο από 4 δευτερόλεπτα
Μπορεί να στραφεί κατά 360° με ασφάλεια, αλλά αργά (περισσότερο από 4 δευτερόλεπτα)
Χρειάζεται στενή επίβλεψη ή προφορική προτροπή
Χρειάζεται βοήθεια καθώς γυρίζει

12. Εναλλάξ τοποθέτηση του ποδιού σε πάγκο ή υποπόδιο, από όρθια στάση χωρίς υποστήριξη

Μπορεί να σταθεί όρθιος μόνος του, με ασφάλεια και να ολοκληρώσει τα 8 βήματα σε λιγότερο από 20 δευτερόλεπτα
Μπορεί να σταθεί όρθιος μόνος του και να ολοκληρώσει τα 8 βήματα σε περισσότερο από 20 δευτερόλεπτα
Μπορεί να ολοκληρώσει 4 βήματα χωρίς βοήθεια, αλλά με επίβλεψη
Μπορεί να ολοκληρώσει λιγότερα από 2 βήματα. Χρειάζεται ελάχιστη βοήθεια
Χρειάζεται βοήθεια για να μην πέσει / δεν μπορεί να προσπαθήσει

13. Στάση χωρίς υποστήριξη με το ένα πόδι μπροστά

Μπορεί να τοποθετήσει μόνος του το ένα πόδι ακριβώς μπροστά από το άλλο (κολλητά) και να διατηρήσει τη θέση για 30 δευτερόλεπτα
Μπορεί να τοποθετήσει μόνος του το ένα πόδι σε κάποια απόσταση μπροστά από το άλλο και να διατηρήσει τη θέση για 30 δευτερόλεπτα
Μπορεί να κάνει ένα μικρό βήμα από μόνος του και να διατηρήσει τη θέση για 30 δευτερόλεπτα
Χρειάζεται βοήθεια για να τοποθετήσει τα πόδια του, αλλά διατηρεί τη θέση για 15 δευτερόλεπτα

Χάνει την ισορροπία του καθώς κάνει το βήμα (ή τοποθετεί τα πόδια του) ή καθώς στέκεται (μετά την τοποθέτηση των ποδιών του)

14. Στάση στο ένα πόδι

Μπορεί να σηκώσει το ένα πόδι μόνος του και να κρατηθεί για περισσότερο από 10 δευτερόλεπτα

Μπορεί να σηκώσει το ένα πόδι μόνος του και να κρατηθεί για 5 έως 10 δευτερόλεπτα

Μπορεί να σηκώσει το ένα πόδι μόνος τους και να κρατηθεί μέχρι 3 δευτερόλεπτα

Προσπαθεί να σηκώσει το ένα πόδι, δεν μπορεί να κρατηθεί για 3 δευτερόλεπτα , αλλά παραμένει όρθιος από μόνος του

Δεν μπορεί να το εκτελέσει ή χρειάζεται βοήθεια για να αποτραπεί η πτώση

Παράρτημα Β

Κλίμακα αξιολόγησης ισορροπίας του Time Up and Go Test

1. Υλικά: μια καρέκλα με χέρια, ένα χρονόμετρο, μια ταινία, μια μεζούρα
2. Το τεστ ξεκινάει με τον μαθητή να κάθεται σωστά στην καρέκλα με την πλάτη του ακουμπημένη στην πλάτη της καρέκλας και τα χέρια του στους βραχίονες αυτής. Η καρέκλα θα πρέπει να είναι καλά στηριγμένη, οπότε να μην κουνηθεί όταν σηκωθεί
3. Βάλε μια ταινία ή ό,τι άλλο σημάδι θες 3 μέτρα μακριά από την καρέκλα, έτσι ώστε να βλέπετε καθαρά από τον μαθητή
4. Δώσε την ακόλουθη οδηγία: «Με την λέξη «ξεκίνα» θα σταθείς όρθιος, θα περπατήσεις κατά μήκος της γραμμής του πατώματος, θα κάνεις αναστροφή και θα γυρίσεις πίσω στην καρέκλα και θα κάτσεις κάτω. Περπάτα με τον κανονικό σου ρυθμό»
5. Ξεκίνα να μετράς χρόνο με την λέξη «ξεκίνα» και σταμάτα τον χρόνο όταν ο μαθητής κάτσει σωστά πάλι στην καρέκλα, με την πλάτη του να στηρίζεται στην πλάτη της καρέκλας
6. Ο μαθητής φοράει την καθημερινή του ενδυμασία, μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιοδήποτε βοήθημα που φυσιολογικά χρησιμοποιεί στην καθημερινή του βάδιση, αλλά δεν μπορεί να βοηθηθεί από κάποιον άλλον άνθρωπο. Δεν υπάρχει κάποιος χρονικός περιορισμός. Μπορούν να σταματήσουν και να ξεκουραστούν αν το χρειάζονται αλλά δεν μπορούν να καθίσουν
7. Οι συνήθεις ηλικιωμένοι ενήλικες ολοκληρώνουν το τεστ σε 10 ή λιγότερα δευτερόλεπτα. Ευπαθείς ή αδύναμοι ηλικιωμένοι με χαμηλή κινητική ικανότητα μπορεί να χρειαστούν 2 λεπτά ή περισσότερα
8. Στον μαθητή του δίνεται μια δοκιμαστική προσπάθεια η οποία δεν χρονομετρείτε πριν το τεστ
9. Τα αποτελέσματα συσχετίζονται με την ταχύτητα βάδισης, την ισορροπία, τον βαθμό λειτουργικότητας, την ικανότητα να βγει έξω
10. Ερμηνεία αποτελεσμάτων. Αν ο χρόνος βάδισης είναι $\leq 10''$ τότε ο μαθητής θεωρείτε απόλυτα λειτουργικός, αν $\leq 20''$ έχει καλή κινητικότητα, μπορεί να βγει έξω μόνος, χωρίς να χρησιμοποιεί κάποιο βοήθημα πχ πατερίτσα, αν $\leq 30''$ χρειάζεται κάποιο βοήθημα και δεν μπορεί να βγει έξω μόνος του, αν $\leq 40''$ τότε εντάσσεται στα άτομα με υψηλό κίνδυνο πτώσης

Παράρτημα Γ

Κλίμακα αξιολόγησης ισορροπίας του Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Balance subtest

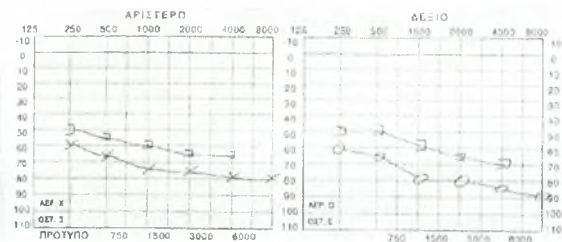
Το τεστ περιλαμβάνει τις ακόλουθες δοκιμασίες

1. Να σταθείς με τα πόδια κλειστά πάνω σε μια γραμμή στο έδαφος με τα μάτια ανοιχτά για 10''
2. Να σταθείς με τα πόδια κλειστά πάνω σε μια γραμμή στο έδαφος με τα μάτια κλειστά για 10''
3. Να περπατήσεις πάνω σε μια γραμμή με τα μάτια ανοιχτά 6 βήματα
4. Να σταθείς με το ένα πόδι πάνω σε μια γραμμή στο έδαφος με τα μάτια ανοιχτά για 10''
5. Να σταθείς με το ένα πόδι πάνω σε μια γραμμή στο έδαφος με τα μάτια κλειστά για 10''
6. Να περπατήσεις πάνω σε μια γραμμή με φτέρνα-μύτη με τα μάτια ανοιχτά για 6 βήματα
7. Να σταθείς με το ένα πόδι πάνω σε μια δοκό ισορροπίας με τα μάτια ανοιχτά για 10''
8. Να σταθείς με το ένα πόδι πάνω σε μια δοκό ισορροπίας με τα μάτια κλειστά για 10''
9. Να σταθείς πάνω στην δοκό ισορροπίας φτέρνα – μύτη με τα μάτια ανοιχτά για 10''

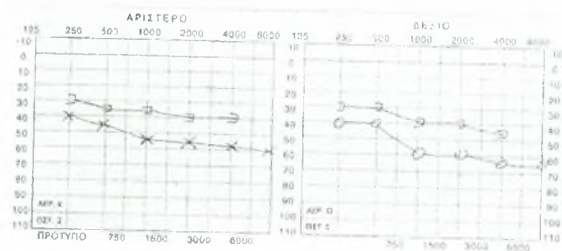
Παράρτημα Δ

Διάφορα ακουνογράμματα (Αθανασόπουλος, 2013)

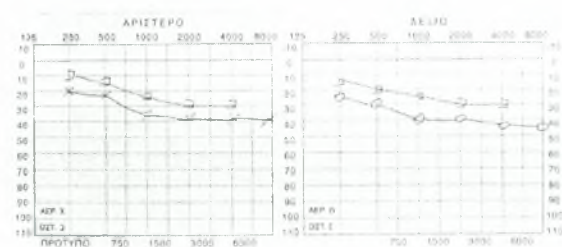
Α. Βαριά βαρηκοΐα



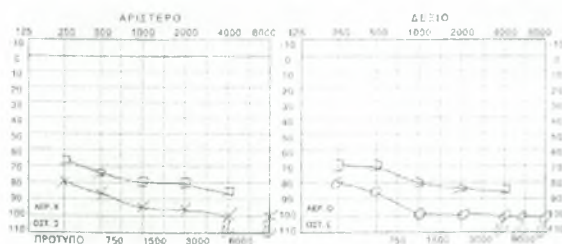
Β. Μεσαία βαρηκοΐα



Γ. Ελαφριά βαρηκοΐα



Δ. Υπολειμματική βαρηκοΐα



Ε. Φυσιολογικό ακουόγραμμα

