



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΡΥΘΜΙΚΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ
ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ
ΜΟΝΟΑΡΘΡΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ»**

Πτυχιακή Εργασία

Κοντόπουλος Γεώργιος

A.M. 9980201700277

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: «Ευρωστία και Υγεία»

Επιβλέπουσα: Ελισσάβητ Ρουσάνογλου

Καθηγήτρια Αθλητικής Βιομηχανικής

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022

© Copyright

Γεώργιος Κοντόπουλος

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά οφείλω και θέλω να ευχαριστήσω το Θεό.

Για την αμέριστη βοήθειά τους θα ήθελα να ευχαριστήσω

- την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κα. Ρουσάνογλου Ελισσάβετ, η οποία έκανε τεράστια προσπάθεια ώστε να καταφέρω να ολοκληρώσω την εργασία μου

-τους γονείς μου Ιωάννη και Σταυρούλα, η οποίοι με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας και με πρακτικές διευκολύνσεις σε αρκετά αξεπέραστα σημεία

-την αδελφή μου Βαΐα, η οποία αφιέρωσε όσο χρόνο διέθετε για να με βοηθήσει να ολοκληρώσω την εργασία μου

-την Άννα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η σημασία της ακρόασης ενός ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος στην μεταβλητότητα μίας μονο-αρθρικής κίνησης στο χώρο και το χρόνο. Η απουσία μεγάλης βιβλιογραφίας που να άπτεται του θέματος κάνουν επιτακτική την επικύρωση οποιονδήποτε ερευνητικών υποθέσεων με την εφαρμογή σχετικών πειραμάτων.

Μέθοδος: Στην έρευνα μας επιλέχθηκαν 9 δοκιμαζόμενοι, 5 γυναίκες και 4 άνδρες, ηλικίας από 15 έως 30 ετών, οι οποίοι εκτέλεσαν μία ελεύθερη απαγωγή του δεξιού βραχίονα για 15 επαναλήψεις σε κάθε μία από 4 διαφορετικές συνθήκες κίνησης. Η κίνηση εκτελούνταν σε ελεύθερα επιλεγόμενο ρυθμό, με ακρόαση του ίδιου ρυθμού, με ακρόαση ρυθμικού ερεθίσματος 20% πιο γρήγορα από τον προτιμώμενο ρυθμό και 20 % πιο αργά από τον προτιμώμενο ρυθμό. Υπόθεση της εργασίας ήταν πως η ακρόαση ρυθμικού ερεθίσματος θα έχει επίδραση μεταβλητότητα της κίνησης. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με εικονοληψία των υποκειμένων κατά την εκτέλεση της άσκησης υπό τις διαφορετικές συνθήκες κίνησης. Στη συνέχεια τα δεδομένα εισήχθησαν στο λογισμικό πρόγραμμα LoggerPro, όπου και έγινε η πρώτη επεξεργασία τους. Για την ανάλυση τους απαιτήθηκε η χρήση του λογισμικού Microsoft Excel.

Αποτελέσματα: Τα αποτελέσματα παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0.05$) μεταβλητότητας μόνο στην σύγκριση μεταξύ συνθήκης ηρεμίας και 20% κάτω του προτιμώμενου ρυθμού για τις χρονικές μεταβλητές. Για τις χωρικές μεταβλητές διαπιστώθηκε σημαντική στατιστική διαφορά από τη συνθήκη ηρεμίας σε όλες τις συνθήκες ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος, χωρίς όμως να διαπιστωθεί διαφορά στην επίδραση μεταξύ των επιβαλλόμενων ερεθισμάτων. Σε όλες τις περιπτώσεις, η μεταβλητότητα αυξήθηκε σε σχέση με τη συνθήκη ηρεμίας.

Συμπέρασμα: Η αρχική υπόθεση πως θα υπάρξει επίδραση στην κίνηση υπό ακρόαση ρυθμικού ερεθίσματος επιβεβαιώθηκε καθώς όλοι οι δοκιμαζόμενοι διαφοροποίησαν την χωροχρονική τους μεταβλητότητα. Απεναντίας, η υπόθεση πως η ρυθμική συχνότητα ρυθμικού ερεθίσματος θα προκαλέσει μείωση μεταβλητότητας των μετρούμενων παραμέτρων καθώς και η υπόθεση πως το ταχύτερο ρυθμικό ερέθισμα θα προκαλέσει μεγαλύτερη μείωση της μεταβλητότητας συγκριτικά με το πιο αργό ερέθισμα δεν επιβεβαιώθηκαν, καθώς οι μεταβολές ήταν παρόμοιες για όλες τις συνθήκες κίνησης υπό ακρόαση ρυθμικού ερεθίσματος.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: απαγωγή ώμου, συχνότητα ρυθμού, εγκεφαλική απόκριση

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	iv
Πίνακας Περιεχομένων	v
Κατάλογος Εικόνων	vii
Κατάλογος Πινάκων	vii

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....σελ. 1	
1.2. Σημασία της έρευνας	σελ. 1
1.3. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις	σελ. 2
1.4. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας	σελ. 2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Ορισμός της χωροχρονικής μεταβλητότητας της κίνησης.....σελ. 3	
2.2. Δομή και λειτουργία του εγκεφάλου.....σελ 4	
2.3 Ρυθμός.....σελ. 6	
2.4 Σχέση του ρυθμού με τον εγκέφαλο.....σελ. 7	
2.5. Σχέση της ρυθμικής ταχύτητας με την κίνηση.....σελ. 9	
2.6. Σταθερότητα της κίνησης.....σελ 12	
2.7. Σκοπός της εργασίας.....σελ. 13	
2.8. Ερευνητικά ερωτήματα	σελ 13
2.9. Ερευνητικές υποθέσεις.....σελ 14	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Δείγμα.....	σελ 15
3.2. Όργανα μέτρησης.....	σελ 16
3.3. Διαδικασία μέτρησης.....	σελ 17
3.4. Εξαρτημένες μεταβλητές.....	σελ 18
3.5. Στατιστική ανάλυση.....	σελ 20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Καταγραφή ατομικών δεδομένων.....	σελ 21
4.2. Καταγραφή ομαδικών δεδομένων.....	σελ 24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1. Σύγκριση ατομικών δεδομένων ανά κατηγορία.....	σελ 31
5.2. Σύγκριση δεδομένων σε ομαδικό επίπεδο.....	σελ 31
5.3. Περιορισμοί εργασίας.....	σελ 32
5.4. Συμπεράσματα.....	σελ 32

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ. 34
---------------------------	---------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	σελ. 37
------------------------	---------

Δήλωση συναίνεσης συμμετοχής

Πρωτόκολλο διαδικασίας μέτρησης

Απόφαση Επιτροπής Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής Σ.Ε.Φ.Α.Α., Ε.Κ.Π.Α

Γράφημα ΠΑΡ-1. Συγκριτική απεικόνιση του εύρους τιμών των συνολικών αποτελεσμάτων των χωρικών μεταβλητών για τα 9 υποκείμενα σε μορφή boxplot.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1. Απεικόνιση του εγκεφάλου.....σελ 5

<https://i.pinimg.com/originals/2e/6f/82/2e6f8234a4f9f5122f2be8a0a2809b19.gif>

Εικόνα 3.1. Τα όργανα μέτρησης του πειράματος.....σελ 16

<https://cdn.ilovefreesoftware.com/wp-content/uploads/2018/04/flutetunes.png>

Εικόνα 4.1. Σχηματική απεικόνιση των στοιχείων ενός γραφήματος boxplot.σελ 23

<https://www.simplypsychology.org/boxplot.jpg>

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1. Παρουσίαση της ενδοζευγικής στατιστικής ανάλυσης στην μέση ατομική μεταβλητότητα μεταξύ των τεσσάρων συνθηκών κίνησης σελ 32

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 4.1. Ενδεικτική περιοδικότητα των κύκλων κίνησης ενός ατόμου, για κάθε συνθήκη ρυθμικής ταχύτητας όπως αυτή καταγράφηκε μέσω της κατακόρυφης μετατόπισης του καρπιαίου ανατομικού δείκτη σελ 21

Γράφημα 4.2. Τιμές των χρονικών και των χωρικών μεταβλητών κάθε δοκιμαζόμενου για το σύνολο των 12 επαναλήψεων σελ 22

Γράφημα 4.3. Συγκριτική απεικόνιση του εύρους τιμών των συνολικών αποτελεσμάτων των χωρικών μεταβλητών για τα υποκείμενα S03 και S04 σελ 23

Γράφημα 4.4. Απεικόνιση της διάρκειας κύκλου κίνησης κάθε συνθήκης για κάθε δοκιμαζόμενο και σε συλλογικό επίπεδο σελ 24

Γράφημα 4.5. Διαγραμματική απεικόνιση των χρονικών μεταβλητών: Τιμές μεταβλητότητας της μέσης διάρκειας κύκλου κίνησης για τις 4 πειραματικές συνθήκες, Συγκριτική απεικόνιση

απολύτων τιμών της μέσης διάρκειας ανόδου και καθόδου, Συγκριτική απεικόνιση των ποσο-
στιαίων τιμών μέσης διάρκειας ανόδου και καθόδου σελ 26

Γράφημα 4.6. Παρουσίαση των χωρικών και χορικών μεταβλητών για κάθε συνθήκη κίνησης
σελ 27

Γράφημα 4.7. Διαγραμματική απεικόνιση της μέσης ατομικής μεταβλητότητας στις 3 χρονι-
κές μεταβλητές: Διάρκεια κύκλου κίνησης, Διάρκεια ανόδου και Διάρκεια καθόδου σελ 28

Γράφημα 4.8. Διαγραμματική απεικόνιση των τιμών της μέσης ατομικής μεταβλητότητας των
χρονικών μεταβλητών για τις 4 συνθήκες κίνησης σελ 29

Γράφημα 4.9. Διαγραμματική απεικόνιση της καταγραφόμενης μεταβλητότητας κίνησης των
δοκιμαζομένων σε συλλογικό επίπεδο για κάθε χωρική μεταβλητή σελ 29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Αν παρακαλέσουμε έναν τυχαίο παρατηρητή να μας καταγράψει τι ακριβώς βλέπει σε ένα πλήθος ασκουμένων διαφόρων ειδών άσκησης, το πιο πιθανό είναι να προσθέσει στην αναφορά του τη φράση “...ενώ άκουγαν μουσική με ακουστικά”. Είναι πραγματικά άξιο θαυμασμού το γεγονός ότι στις μέρες μας η μουσική, χωρίς να περιλαμβάνεται σε οποιοδήποτε πρόγραμμα σωματικής άσκησης αποτελεί παράλληλα απαραίτητο εργαλείο κατά την εφαρμογή της. Το φαινόμενο αυτό μπορεί, εν μέρει, να εξηγηθεί από το ότι η μουσική φαίνεται να είναι αναπόσπαστο κομμάτι στην καθημερινότητα του κάθε ανθρώπου στις προηγμένες κοινωνίες, καθώς η χρήση της είναι φανερή σε πληθώρα καταστάσεων όπως η χαλάρωση μετά από άγχος, η διασκέδαση ή και απλώς “για να περάσει η ώρα” (Lonsdale & North, 2011).

Στο χώρο της Φυσικής Αγωγής, η μουσική δεν αποτελεί απλώς ένα μέσο ευχαρίστησης ή ένα τρόπο για να αποφύγουμε άβολες καταστάσεις. Η διαχείριση της έντασης που αναφέραμε είναι πραγματικά βασικό στοιχείο στον αθλητισμό και τον πρωταθλητισμό. Αλλά θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να διαπιστώσουμε αν υπάρχουν και άλλα οφέλη στην σχέση μουσικής και σωματικής άσκησης. Ως μία βασική και κυρίως εύκολα διαχειρίσιμη παράμετρος, ο ρυθμός μπορεί να μας δείξει αν και κατά πόσο μπορεί να επηρεάσει έναν ασκούμενο κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μίας άσκησης. Στην παρούσα έρευνα, αναλύοντας τη μουσική στα δομικά της στοιχεία, ήρθαμε αντιμέτωποι με το κομμάτι του ρυθμού. Δεδομένου ότι η υπάρχουσα βιβλιογραφία επιβεβαιώνει την επίδραση του ρυθμού στην κίνηση (Crossley-Holland, 2022), ως τομέας παρατήρησης επιλέχθηκε η χωροχρονική μεταβλητότητα. Η επίδραση ενός ερεθίσματος σε αυτό τον τομέα αποτελεί πραγματικά ένα πολύ σημαντικό βοήθημα στην εφαρμογή του πρωταθλητισμού ενώ πρέπει να τονιστεί ότι εφαρμογή μπορεί να υπάρξει και στον ιατρικό κλάδο, στο πεδίο της αποκατάστασης και της γρηγορότερης επανένταξης του εκάστοτε ατόμου που βιώνει κάποια κινητική δυσλειτουργία (Καραβοκύρου, 2019).

1.2. Σημασία της έρευνας

Στην εργασία που επιτελέσαμε, έγινε μία προσπάθεια ώστε να αναλυθούν οι πιθανές κινητικές προσαρμογές που προκαλούνται από ακουστικά ερεθίσματα διαφορετικής ρυθμικής συχνότητας. Τα αποτελέσματα που αναμένονται δεν πρέπει να ληφθούν μεμονωμένα αλλά στόχος είναι, μέσω αυτών να μπορέσουμε να δώσουμε μία αρχική κατεύθυνση γύρω από την

πιο αποτελεσματική επιλογή μουσικής που ακούει ο εκάστοτε ασκούμενος προκειμένου να βελτιστοποιήσει την απόδοση του. Με αυτό τον τρόπο ο κάθε γυμναστής θα είναι σε θέση να εκμεταλλεύεται τις ακουστικές συνήθειες των αθλητών του ώστε να μπορεί να τους προσφέρει τα μεγαλύτερα δυνατά οφέλη σε συνδυασμό και με τη δική τους ευχαρίστηση.

1.3. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις

Βασική υπόθεση της εργασίας είναι πως η ακρόαση ενός ρυθμικού ερεθίσματος θα έχει επίδραση στη μεταβλητότητα της κίνησης στο επίπεδο του χρόνου και του χώρου. Σε δεύτερο στάδιο θα ελεγχθεί αρχικά η πιθανή επίδραση των ερεθισμάτων με την υπόθεση ότι το ρυθμικό ερέθισμα θα μειώνει τη χωροχρονική μεταβλητότητα της κίνησης απαγωγής ώμου και καταληκτικά γίνεται η υπόθεση πως το ταχύτερο ερέθισμα μειώνει τη χωροχρονική μεταβλητότητα σε μεγαλύτερο βαθμό από το πιο αργό ερέθισμα

1.4. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας

Η έρευνα που διεξάγεται καταγράφει την επίδραση ρυθμικών ερεθισμάτων σε σχέση με τον προτιμώμενο ρυθμό κίνησης, δηλαδή 20% άνω και 20% κάτω αυτού. Επομένως δεν μπορεί να γίνει μια σαφής τεκμηρίωση όσον αφορά τον βέλτιστο ρυθμό κίνησης. Επιπλέον, η κίνηση που αναλύεται είναι η απαγωγή ώμου, οπότε μπορούμε να καταλήξουμε σε τεκμηριωμένα συμπεράσματα μόνο για την συγκεκριμένη κίνηση. Τέλος, πρέπει να τονιστεί η διαφοροποίηση στην μουσική εμπειρία των συμμετεχόντων, η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στην επίδραση που μπορεί να έχει η ακρόαση ενός ρυθμικού ερεθίσματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

2.1. Ορισμός της χωροχρονικής μεταβλητότητας της κίνησης

Θέλοντας να ορίσουμε την έννοια “χωροχρονική μεταβλητότητα”, οφείλουμε κατ’ αρχήν να διευκρινίσουμε την έννοια “χωροχρόνος”, η οποία διέπει κάθε λειτουργία στο σύμπαν και κατ’ επέκταση το πείραμά μας. Με τον όρο χωροχρόνος ή χωροχρονικό συνεχές, η επιστήμη της Φυσικής ονομάζει το μαθηματικό μοντέλο που ενώνει τον χώρο και τον χρόνο σε μία συνέχεια. Μπορεί να ερμηνευθεί και ως συνδυασμός των τριών διαστάσεων του ευκλείδειου χώρου, με τον χρόνο ως μια επιπλέον διάσταση, οπότε καταλήγουμε σε μία αλληλένδετη συνύπαρξη τεσσάρων διαστάσεων. Η τέταρτη διάσταση, του χρόνου, είναι διαφορετική από τις άλλες τρεις, οι οποίες στον ευκλείδειο χώρο αφορούν μήκος.

Στο πεδίο της κλασικής μηχανικής σε σχετικά χαμηλές ταχύτητες, που δεν πλησιάζουν την ταχύτητα του φωτός, μπορούμε ανεμπόδιστα να εκμεταλλευτούμε την ύπαρξη της ευκλείδειας γεωμετρίας, δεδομένου ότι ο χρόνος δεν επηρεάζει την μαθηματική περιγραφή των παρατηρούμενων προβλημάτων, αφού είναι ο ίδιος παντού για τον παρατηρητή και το παρατηρούμενο φαινόμενο. Από την άλλη, όταν οι παρατηρούμενες και υπολογιζόμενες κινήσεις πλησιάζουν την ταχύτητα του φωτός, τότε αναγκαστικά ο χρόνος λαμβάνει θέση στην μαθηματική περιγραφή και η μέτρησή μας αποτελεί χωροχρονικό γεγονός. Η χρήση της ευκλείδειας γεωμετρίας σε χώρο τριών διαστάσεων δυσκολεύει την μέτρηση σε ανάλογες περιπτώσεις, καθώς ο χρόνος ορίζεται με βάση τον παρατηρητή και υπάρχει και η επίδραση της βαρύτητας, η οποία φαίνεται να προκαλεί επιβράδυνση στη διάρκεια του χρόνου (Χωροχρόνος, 2022).

Προφανώς η παρούσα έρευνα δεν διεξήχθη σε σχετιστικές ταχύτητες, οπότε η έννοια του χωροχρόνου αναφέρεται κυρίως στις εξαρτημένες μεταβλητές του πειράματος, ως δύο μετρούμενα στοιχεία μέσω των οποίων εξάγουμε τα αποτελέσματά μας.

Η μεταβλητότητα που αναφέρεται στην εργασία, μπορεί να οριστεί από τον κλάδο της Στατιστικής ως ο βαθμός στον οποίο το πλήθος των δεδομένων ή τα σημεία δεδομένων σε μια στατιστική κατανομή αποκλίνουν από τη μέση τιμή, καθώς και ο βαθμός στον οποίο αυτά τα σημεία διαφέρουν μεταξύ τους (<https://www.investopedia.com/terms/v/variability.asp>).

Με τον όρο “χωροχρονική μεταβλητότητα” στη συγκεκριμένη εργασία, προσεγγίζουμε τις μετρούμενες μεταβλητές ώστε να κατανοήσουμε πως μεταβάλλονται, η κάθε μία ξεχωριστά

μαζί με τις υποκατηγορίες της, όταν ο δοκιμαζόμενος λειτουργεί υπό την ακρόαση διαφορετικών συχνοτήτων ρυθμού.

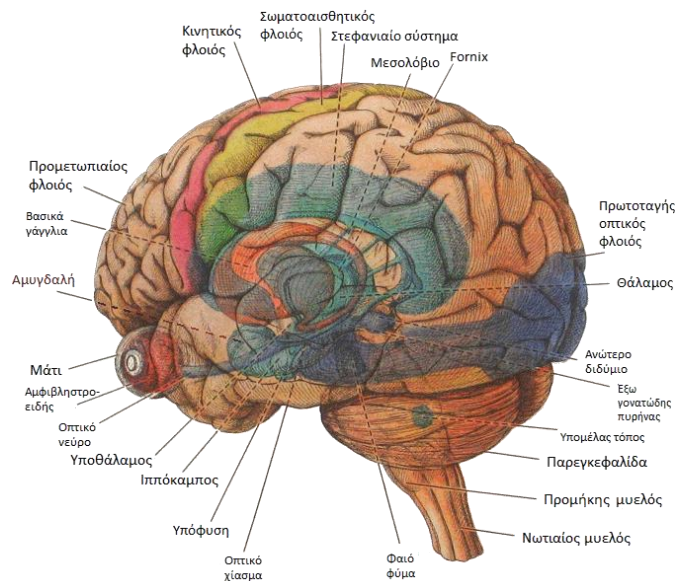
2.2. Δομή και λειτουργία του εγκεφάλου

Εξετάζοντας τις βασικές δομές του νευρικού συστήματος του ανθρώπου, δεν μπορούμε να μην κάνουμε μία προσπάθεια κατανόησης του πιο πολύπλοκου οργάνου του ανθρωπίνου σώματος, το οποίο είναι ο εγκέφαλος.

Το κεντρικό νευρικό σύστημα αποτελείται από έναν σωλήνα, ο οποίος κατά τη διάρκεια του σχηματισμού του συνεχώς αναδιπλώνεται με αποτέλεσμα να σχηματίζονται τέσσερα διαφορετικά τμήματα. Αυτά τα τέσσερα τμήματα είναι τα εγκεφαλικά ημισφαίρια, ο διεγκέφαλος, το στέλεχος και η παρεγκεφαλίδα, τα οποία καταληκτικά, απαρτίζουν τον εγκέφαλο ως ενιαίο όργανο. Από αυτά, ο διεγκέφαλος και τα εγκεφαλικά ημισφαίρια αποτελούν τον πρόσθιο εγκέφαλο. Παράλληλα, το στέλεχος απαρτίζεται από τον μεσεγκέφαλο, τη γέφυρα και τον προμήκη μυελό. Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια, συνίστανται από τον εγκεφαλικό φλοιό, δηλαδή την φαιά ουσία, και από την λευκή ουσία (Κλεισούρας, 2016).

Ο εγκεφαλικός φλοιός είναι περιοχή επεξεργασίας των πληροφοριών με πολύ σύνθετο χαρακτήρα. Εκεί συλλέγονται νευρικές πληροφορίες, οι οποίες μετατρέπονται σε αντιληπτά πρότυπα σωματικής λειτουργίας. Επιπλέον, εκεί γίνεται και η τελική ρύθμιση της κίνησης των σκελετικών μυών. Βαθιά στα εγκεφαλικά ημισφαίρια βρίσκονται οι υποφλοιϊκοί πυρήνες εκ των οποίων τα βασικά γάγγλια παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στο έλεγχο της στάσης και της κίνησης. Τέλος πρέπει να αναφερθεί και η σύσταση της παρεγκεφαλίδας.

Η παρεγκεφαλίδα αποτελείται από έναν εξωτερικό κυτταρικό χιτώνα, τον παρεγκεφαλικό φλοιό και από αρκετούς πυρήνες. Παρόλο που δεν είναι υπεύθυνη για την πρόκληση εκούσιων κινήσεων, είναι βασικό συντονιστικό κέντρο, όσον αφορά την κίνηση και τον έλεγχο της στάσης και της ισορροπίας, λαμβάνοντας πληροφορίες από πολλές περιοχές του οργανισμού που συνορεύουν με το εξωτερικό μέρος του σώματος αλλά και από μέρη του εγκεφάλου που εστιάζουν στον έλεγχο της κίνησης.



Εικόνα 2.1. Απεικόνιση του εγκεφάλου.

<https://i.pinimg.com/originals/2e/6f/82/2e6f8234a4f9f5122f2be8a0a2809b19.gif>

Για την πραγματοποίηση της όποιας κίνησης, ο εγκεφαλικός φλοιός έχει καθοριστικό ρόλο τόσο στον συνεχόμενο έλεγχο των εκουσιών κινήσεων όσο και στον σχεδιασμό τους. Ο επονομαζόμενος αισθητικοκινητικός φλοιός συμπεριλαμβάνει όλα τα τμήματα του εγκεφαλικού φλοιού, τα οποία συντελούν στην πραγματοποίηση της μυϊκής κίνησης. Από αυτόν προέρχεται μεγάλος αριθμός νευρικών ινών ενώ είναι σημαντική και η συνεισφορά ορισμένων συνειρμικών περιοχών του εγκεφάλου στον κινητικό έλεγχο όπως για παράδειγμα ο οπτικός έλεγχος, τον οποίο παρέχει ο βρεγματικός συνειρμικός φλοιός.

Ο ρόλος της παρεγκεφαλίδας, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, επηρεάζει έμμεσα τη στάση του σώματος με την αποστολή σημάτων στους πυρήνες του εγκεφαλικού στελέχους και σε ορισμένες περιοχές του αισθητικοκινητικού φλοιού. Η ίδια εφοδιάζει τον εγκεφαλικό φλοιό και το νωτιαίο μυελό με χρονικά σήματα, τα οποία ρυθμίζουν την ακριβή εκτέλεση του κινητικού προτύπου και κυρίως την συνδυασμένη κίνηση αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών. Επιπλέον, μεγάλη σημασία για την παρούσα εργασία έχει η αποθηκευτική της λειτουργία, η οποία συμβάλει στην άμεση ανάκληση μνήμης σε περιπτώσεις επανάληψης της κίνησης. Σε γενικό πλαίσιο, η παρεγκεφαλίδα ολοκληρώνει την πραγματοποιούμενη κίνηση με την διαρκή σύγκριση της καθ' αυτής κίνησης με αυτό που θα έπρεπε να συμβαίνει στην πραγματικότητα.

Έτσι παρέχει διαρκή ανατροφοδότηση, είτε θετική, είτε αρνητική προς τους υποφλοιικούς πυρήνες και τον κινητικό φλοιό, προκειμένου να γίνει διόρθωση στο εξελισσόμενο κινητικό πρόγραμμα (Widmaier, Raff & Strang, 2016).

2.3. Ρυθμός

Ξεκινώντας την διαδικασία προσέγγισης του φαινομένου που χαρακτηρίζει την παρούσα έρευνα, δηλαδή την επιρροή του ρυθμού με την κίνηση, αναπόφευκτα ερχόμαστε αντιμετώπι και με την ανάλυση του όρου “ρυθμός”. Είναι κατ’ αρχήν σημαντικό να διευκρινιστεί η σημασία του ρυθμού στον ανθρώπινο οργανισμό. Ο άνθρωπος, παρά τις όποιες παρεκκλίσεις του από το γενικό πρότυπο διαβίωσης, καθοδηγείται από ένα μηχανισμό ο οποίος ονομάζεται κirkάδιος ρυθμός. Ο κirkάδιος ρυθμός ή κύκλος συμβαίνει σε όλη τη φύση και έχει μια περίοδο περίπου 24 ωρών. Επιπλέον, μπορεί να συγχρονιστεί με εξωτερικά σήματα χρόνου, αλλά μπορεί επίσης να επιμείνει απουσία τέτοιων σημάτων.

Ο κirkάδιος κύκλος ελέγχεται από τον υποθάλαμο, ο οποίος είναι το κύριο κέντρο για την ενσωμάτωση ρυθμικών πληροφοριών και την καθιέρωση προτύπων ύπνου. Ένα τμήμα του υποθαλάμου που ονομάζεται υπερχιασματικός πυρήνας λαμβάνει σήματα σχετικά με το φως και το σκοτάδι από τον αμφιβληστροειδή του ματιού. Με την ενεργοποίηση από το φως, ειδικά κύτταρα φωτουποδοχέα στον αμφιβληστροειδή μεταδίδουν σήματα στο κεντρικό νευρικό σύστημα μέσω νευρώνων της αμφιβληστροειδο-υποθαλαμικής οδού. Ο χρόνος ύπνου και εγρήγορσης υπό φυσιολογικές συνθήκες είναι σε συγχρονισμό με τον κirkάδιο έλεγχο του κύκλου ύπνου και όλους τους άλλους κirkάδιους ελεγχόμενους ρυθμούς στα περισσότερα ζώα. Οι άνθρωποι, από την άλλη, μπορούν να παρακάμπτουν ενσυνείδητα το εσωτερικό βιολογικό τους ρολόι και τις ρυθμικές εξόδους του. Όταν αυτή η σχέση μεταξύ καθημερινής λειτουργίας και κirkάδιων ρυθμών διαταράσσεται, όπως στην περίπτωση της νυχτερινής εργασίας, ενδέχεται να προκύψουν δυσμενείς επιπτώσεις για την υγεία του ανθρώπου (Κλεισούρας, 2016).

Βλέπουμε, λοιπόν ότι ο ρυθμός αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ανθρώπινης φύσης αλλά και του φυσικού κόσμου γενικότερα. Η επίδραση του φαίνεται πως είναι άμεση στην καθημερινή μας λειτουργία. Χαρακτηριστικό είναι το σχόλιο που βρίσκουμε στη βιβλιογραφία πως “ο ρυθμός μπορεί να υπάρξει χωρίς κάποια μελωδία, όπως στις τυμπανοκρουσίες της λεγόμενης πρωτόγονης μουσικής, αλλά η μελωδία δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς ρυθμό” (Crossley-Holland, 2022). Στόχος λοιπόν, της έρευνας μας δεν είναι να διαπιστώσουμε την γενική σημαία και επίδραση του ρυθμού αλλά να αποδείξουμε την επιρροή του και σε πιο

λεπτές κινήσεις. Αναφερόμενοι, λοιπόν, στο ρυθμό πολλές φορές δεν έχουμε συγκεκριμένο αντικείμενο στο μυαλό μας κατατάσσοντας τον στο ευρύ πεδίο της μουσικής.

Με τον όρο “ρυθμός” μπορούμε γενικά να ορίσουμε "οποιαδήποτε κίνηση που χαρακτηρίζεται από την οργανωμένη διαδοχή ισχυρών και αδύναμων στοιχείων (ή/και το αντίθετο)»(Ρυθμός, 2022). Αυτή η γενική έννοια του ρυθμού ως “τακτική επαναλαμβανόμενη κίνηση”, μπορεί να παρατηρηθεί σε ένα μεγάλο εύρος φυσικών φαινομένων, τα οποία διακρίνονται από μία περιοδικότητα μεταβαλλόμενου εύρους.

Σύμφωνα με τον [Καραγεώργη \(Καραγεώργης, 2017\)](#) συναντάμε μία πληθώρα όρων που σχετίζονται με την μουσική, βάση των οποίων μπορούμε να χαρακτηρίσουμε ένα μουσικό κομμάτι και οι οποίοι μπορούν να μας κατευθύνουν σε διαφορετική κατεύθυνση από την προοπτική της έρευνας μας. Πιο αναλυτικά, στο προαναφερόμενο σύγγραμμα συναντούμε τους όρους “μελωδία”, “ρυθμός”, “αρμονία”, “τέμπο”, “μέτρο”, “ποιότητα τόνου” και “μουσική συγχώνευση”, κάθε ένας από τους οποίους διευκρινίζει συγκεκριμένη έκφραση του κεφαλαίου που ονομάζουμε μουσική. Ο ορισμός που δίνεται για την έννοια “ρυθμός” είναι ο εξής: “ο ρυθμός αφορά τον τρόπο με τον οποίο οι νότες διανέμονται στο χρόνο και τονίζονται. Πιο απλά, ο ρυθμός αφορά το πώς μεταδίδεται η ενέργεια της μουσικής.” Ένα σημαντικό μειονέκτημα του συγκεκριμένου ορισμού είναι το γεγονός ότι ο συγγραφέας τον συνδέει άρρηκτα με τη μουσική, κάτι το οποίο δεν αφορά την δική μας έρευνα και που γενικότερα δεν αντιπροσωπεύει την έννοια του ρυθμού. Η λέξη που πιο αποτελεσματικά χαρακτηρίζει τον τίτλο της εργασίας είναι το “τέμπο”. Ο συγγραφέας αναφερόμενος στο τέμπο το ταυτίζει με την ταχύτητα, την συχνότητα την οποία εκφέρεται η μουσική ενώ η καταγραφή του γίνεται σε κτύπους ανά λεπτό.

2.4. Σχέση του ρυθμού με τον εγκέφαλο

Μία σημαντική πληροφορία που λαμβάνουμε από την έρευνα του [Καραγεώργη \(2017\)](#) είναι η βασικές περιοχές του εγκεφάλου, οι οποίες ερεθίζονται από την μουσική. Η μουσική βέβαια, αποτελεί προέκταση του ρυθμού, τον οποίο αξιοποιούμε στην παρούσα εργασία, αλλά είναι πολύ στενά συνδεδεμένη μαζί του. Ο εγκέφαλος λοιπόν, ερεθίζεται σε αρκετές περιοχές, λόγω της αλληλεξάρτησης των περιοχών στην εκτέλεση των όποιων ενεργειών. Ο βρεγματικός λοβός, ο μετωπιαίος λοβός, η περιοχή Broca, ο ινιακός λοβός, ο πρωτοπαθής ακουστικός φλοιός, η αμυγδαλή, ο κροταφικός λοβός, το δικτυωτό σύστημα ενεργοποίησης και η παρεγκεφαλίδα ως υποπεριοχές του εγκεφάλου, έχουν πολύ σημαντικό ρόλο είτε στην πρόσληψη

του ήχου και του ερεθίσματος, είτε στην συγκράτηση του αλλά και τη μετάφραση του σε συναίσθημα, μνήμη και κίνηση (Καραγεώργης, 2017).

Σύμφωνα με την Sylvie Nozaradan (Nozaradan, 2014) έγινε μία προσπάθεια κατανόησης και καταγραφής της εγκεφαλικής επεξεργασίας που υφίσταται ένας ηχητικός παλμός μετρονόμου μέσω εγκεφαλογραφήματος. Βασιζόμενη σε προηγούμενες μελέτες, η συγγραφέας αναφέρει πως “όταν ένα ερέθισμα ή μια ιδιότητα ενός ερεθίσματος επαναλαμβάνεται με σταθερό ρυθμό (δηλαδή περιοδικά), δημιουργεί μια περιοδική αλλαγή στο πλάτος της τάσης στην ηλεκτρική δραστηριότητα που καταγράφεται στο ανθρώπινο τριχωτό της κεφαλής”. Όταν οι συνθήκες είναι ιδανικές, η ηλεκτροφυσιολογική απόκριση είναι σταθερή σε φάση και πλάτος με την πάροδο του χρόνου, και για αυτό το λόγο έχει οριστεί και ως προκλητό δυναμικό «σταθερής κατάστασης».

Ενδιαφέρον έχει να αναφέρουμε πως ο μουσικός ρυθμός και η περιοδικότητα του ρυθμικού μέτρου διαμορφώνεται από ήχους περιοδικούς και μη. Δηλαδή δεν απαιτείται να έχουμε μια σταθερή πρόκληση ήχου όπως σε έναν μετρονόμο αλλά μπορεί να λαμβάνουμε σήματα από πιο πολύπλοκες ηχητικές δομές. Επομένως, ο ρυθμός δεν αποτελεί αυτούσιος ερέθισμα, αν και συνήθως προέρχεται από κάποιο ρυθμικό ερέθισμα. Στην πραγματικότητα το κάθε άτομο μπορεί να δημιουργεί το δικό του αντιληπτό ρυθμικό μοτίβο μέσα από μια ποικιλία συνδυασμών συχνοτήτων σε ένα μουσικό κομμάτι.

Στην έρευνα της Nozaradan (2014) καταγράφηκε το εγκεφαλογράφημα ατόμων που άκουγαν ρυθμικά μοτίβα, τα οποία δεν ήταν απόλυτα ισόχρονα όσον αφορά τη σχέση ήχου-σιωπής, δηλαδή δεν αποτελούνταν από μία μόνο συχνότητα.

Λόγω της πληθώρας σημάτων που καταγράφονται στον εγκέφαλο κατά την λήψη βηματοδοτικών σημάτων, δεν είναι ακόμη δυνατή η κατανόηση του τρόπου συνεργασίας των περιοχών του στον αισθητηριοκινητικό συγχρονισμό. Σε συνδυασμό με την εκτέλεση κάποιας κίνησης υπό την ακρόαση ρυθμικού ερεθίσματος, προκαλείται μια απόκριση του τριχωτού της κεφαλής περίπου 100 ms πριν από την έναρξη της κίνησης. Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται μια γεννήτρια εντός του πρωτογενούς κινητικού φλοιού, αντίθετη προς το κινούμενο μέλος, η οποία πιθανότατα πρωτοστατεί στον σχεδιασμό και την εκτέλεση της όποιας κίνησης. Επιπλέον, ένα εγκεφαλικό σήμα προκαλείται περίπου 100 ms μετά την έναρξη της κίνησης, το οποίο προέρχεται από τον πρωτογενή σωματοαισθητικό φλοιό, και το οποίο αποτελεί την σωματοαισθητική ανατροφοδότηση που λαμβάνει ο εγκέφαλος (Nozaradan, 2014).

Μία περιοχή την οποία οφείλουμε να επεξηγήσουμε λίγο εκτενέστερα είναι ο θάλαμος. Ο θάλαμος είναι ένα σύμπλεγμα πυρήνων που βρίσκεται στο διεγκέφαλο. Αποτελεί ένα κέντρο αναμετάδοσης το οποίο τροφοδοτεί τόσο τους αισθητήριους, όσο και τους κινητικούς μηχανισμούς. Οι 50 με 60, ανάλογα με το άτομο, θαλαμικοί πυρήνες δραστηριοποιούνται σε μία ή μερικές ειδικά καθορισμένες περιοχές του φλοιού. Πολλαπλές φλοιικές περιοχές λαμβάνουν προσαγωγά μηνύματα από έναν μόνο θαλαμικό πυρήνα και στέλνουν πίσω πληροφορίες σε διαφορετικούς θαλαμικούς πυρήνες. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος έχει προβολές που, προερχόμενες από τον θάλαμο, καταλήγουν στον κινητικό και πρωτογενή κινητικό φλοιό, οι οποίες σχετίζονται άμεσα με τον εθελοντικό κινητικό έλεγχο των άκρων (Harding, Sammlen, Henry, Large & Kotz, 2018).

Μία έρευνα που περιλάμβανε ανάλυση των εγκεφαλογραφημάτων νεογέννητων παιδιών, στηρίχθηκε στις εγκεφαλικές αποκρίσεις κατά την εναλλαγή του ρυθμού που υπήρχε προς ακρόαση, ώστε να καταλήξει στο συμπέρασμα πως η αντίληψη του ρυθμού, παρ' όλο που καλλιεργείτε, κυρίως στην παιδική ηλικία, υπάρχει έμφυτη στον ανθρώπινο οργανισμό (Winkler, Haden, Ladinig, Sziller & Honing, 2009). Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνει, κατά μία έννοια, και η εργασία των Large και Snyder (2009) η οποία παρατήρησε τις ρυθμικές εκρήξεις που καταγράφονται στις φάσεις μετασχηματισμού των παραγόμενων ρυθμικών σημάτων.

Μια άλλη θεωρία υποστηρίζει μια νευροβιολογική βάση της χρονικής παρακολούθησης και της επαγωγής παλμών ως μια μορφή καθοδηγούμενης δράσης μέσω των αισθήσεων. Σε αυτή τη θεωρία προτείνονται τρία συστατικά για την σύνθεση αυτής της βάσης τα οποία είναι το κεντρικό ακουστικό σύστημα, το μυοσκελετικό σύστημα, το οποίο πραγματοποιεί την δράση και ένας ελεγκτής, με τη μορφή βρεγματικού-παραγκεφαλιδικού-μετωπιαίου βρόχου, ο οποίος εκτελεί το συγχρονισμό μεταξύ εισόδου και εξόδου (Todd, Lee & O' Boyle, 2002).

2.5. Σχέση της ρυθμικής ταχύτητας με την κίνηση

Επίκεντρο της παρούσας μελέτης είναι η σχέση της ρυθμικής ταχύτητας στη μεταβλητότητα μίας κίνησης. Παρ' όλα αυτά, αναφερόμενοι στο ρυθμό, συνήθως θα καταλήξουμε να προσεγγίζουμε την έννοια της μουσικής, η οποία είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τα ρυθμικά μοτίβα. Επομένως, προχωρήσαμε στην παράθεση και ερευνών που έχουν αξιοποιήσει τα μουσικά σχήματα για την εξαγωγή διαφόρων δεδομένων, σχετιζόμενα με την κίνηση. Σύμφωνα

με τους [Zelechowska, Gonzalez-Sanchez, Laeng & Jensenius \(2020\)](#), η μουσική εκτός της επίδρασης στην εκούσια κίνηση, έχει επιρροή και στην ακούσια κίνηση. Η συγκεκριμένη μελέτη δεν εξήγαγε πολύ μεγάλα ποσοστά διαφοροποίησης από την ακούσια κίνηση που έχει καταγραφεί για καταστάσεις ηρεμίας. Παρ' όλα αυτά, αυτό το πεδίο πρέπει να διευρυνθεί περαιτέρω καθώς η συγκεκριμένη έρευνα είχε διάφορους περιορισμούς, όπως η διάρκεια ή η επιλογή των μουσικών σχημάτων, οι οποίοι μπορούν να εξαλειφθούν σε μελλοντικά πειράματα.

Σε μία έρευνα που ασχολήθηκε με τον συγχρονισμό βάδισης και μουσικής ακρόασης, των [Styns et al \(2007\)](#), τα αποτελέσματα έδειξαν μεγάλη συσχέτιση στην ρυθμική κίνηση και την ακρόαση μουσικής, με μεγαλύτερη συσχέτιση να παρατηρείται στους 120 κτύπους ανά λεπτό. Αυτό είναι αρκετά σημαντικό, δεδομένου ότι στην δική μας έρευνα δεν καταγράφηκε κίνηση κοντά σε αυτήν την ταχύτητα ρυθμικού ερεθίσματος. Σε γενικό βαθμό, συγχρονισμός της κίνησης με εξωτερικά ερεθίσματα παρατηρείται καλύτερα με τα μουσικά μοτίβα. Ο περιορισμός των κτύπων φαίνεται να διευκολύνει τον συγχρονισμό των κινήσεων στο ρυθμικό μουσικό μέτρο. Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί ότι η μουσική έχει παρορμητικό ρόλο στην ανθρώπινη κίνηση, αλλά και από την άλλη, έχει αποδειχθεί πως και η κίνηση επηρεάζει τη ρυθμική μουσική αντίληψη.

Μία ενδιαφέρουσα έρευνα, των [Marup, Moller & Vuust \(2022\)](#) πραγματοποίησε μετρήσεις ώστε να διευκρινιστεί αν υπάρχει ρυθμική διαβάθμιση και σε ορισμένα μέρη του σώματος καθώς και στη φωνή. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν την φωνή του ανθρώπου ως το κυρίαρχο μέσο συγκράτησης του ρυθμού. Για την παρούσα μελέτη, αυτό το δεδομένο φανερώνει την πολυπλοκότητα στην κατανόηση της έννοιας “ρυθμός”, καθώς χρησιμοποιήθηκε μόνο το δεξί άκρο για την παραγωγή των δεδομένων μας, ενώ στην προαναφερθείσα έρευνα, το συγκεκριμένο μέλος καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση, κάτω από τη φωνή και πάνω από το αριστερό άκρο. Επιπλέον, η σύγκριση σε συμμετέχοντες με μουσικό ή μη μουσικό ιστορικό έδειξε ανώτερες βαθμολογίες στους δοκιμαζόμενους με κάποια μουσική εμπειρία.

Άλλη πληροφορία που εξάγουμε από τη βιβλιογραφία είναι η ιδανική ρυθμική ταχύτητα ή ο ρυθμός τον οποίο προτιμάει το κεντρικό νευρικό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού προκειμένου να προβεί σε μία ρυθμική κίνηση. Στην έρευνα των [Etani, Marui, Kawase & Keller \(2018\)](#) η ταχύτητα αυτή ήταν τα 100 με 120 κτυπήματα ανά λεπτό, τόσο για την ρυθμική κίνηση, όσο και για την επιθυμία να προβεί σε αυτή την κίνηση. Η εργασία, των [Styns, Noorden, Moelants & Leman \(2007\)](#) έδειξε επίσης πως οι άνθρωποι περπατούν πιο

γρήγορα στη μουσική παρά στα ερεθίσματα του μετρονόμου και πως το περπάτημα στη μουσική μπορεί να μοντελοποιηθεί ως φαινόμενο ρυθμικού συντονισμού που σχετίζεται με τον αντιληπτικό ρυθμικό συντονισμό. Και σε αυτή την έρευνα η βέλτιστη ρυθμική ταχύτητα ήταν γύρω από τα 120 κτυπήματα ανά λεπτό.

Η εργασία των [Stegemoller, Tatz, Warnecke, Hibbing, Bates & Zaman \(2018\)](#) είχε ως πεδίο έρευνας τους τρόπους αντιμετώπισης της νόσου Πάρκινσον. Για το συγκεκριμένο σκοπό πραγματοποιήθηκε πείραμα, παρόμοιο με τη δική μας έρευνα, στο οποίο δόθηκαν δύο ταχύτητες ρυθμικού ερεθίσματος στα 70 και στα 140 κτυπήματα ανά λεπτό αλλά με τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις, δηλαδή διαφορετικά είδη μουσικής. Στο συγκεκριμένο πείραμα, παρουσιάστηκε μείωση στη μεταβλητότητα πλάτους και για τα δύο είδη μουσικής και όχι τόσο στην παραγωγή μονοτονικού ήχου, αλλά τα αποτελέσματα αυτά αφορούσαν μόνο την χαμηλότερη ταχύτητα μουσικής υπόκρουσης.

Μία εργασία του [Karageorghis \(2017\)](#), η οποία αναφέρεται στην επιρροή του μουσικού ρυθμού σε συνδυασμό με την κίνηση, τονίζει πως ο μετρονόμος συντονίζει τα εισερχόμενα και τα εξερχόμενα εγκεφαλικά σήματα και πιθανόν μας ενεργοποιεί ώστε να πραγματοποιούμε επαναλαμβανόμενα κινητικά πρότυπα, και μάλιστα δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή μόνο στο αρχικό ερέθισμα ([Karageorghis, 2017](#)). Επιπλέον, μια άλλη εργασία των [Karageorghis & Jones \(2014\)](#), στηριζόμενη σε δεδομένα παλαιότερων εργασιών, επιβεβαίωσε την άμεση επίδραση της μουσικής και κατ' επέκταση του ρυθμού, στην μείωση της αντιλαμβανόμενης κόπωσης. Βέβαια, η συγκεκριμένη επίδραση αναφέρεται σε χαμηλές εντάσεις άσκησης καθώς σε πολύ υψηλές εντάσεις ο ανθρώπινος οργανισμός επικεντρώνεται κατά κύριο λόγο στο ισχυρότερο ερέθισμα, το οποίο είναι η άσκηση, πιθανότατα ως μηχανισμός αυτοπροστασίας.

Στη βιβλιογραφία καταγράφεται πως ανάλογα με τον ρυθμό του μετρονόμου, οι περιοδικότητες στην καθοδική δύναμη του σώματος που σχετίζονται με τα μετρικά επίπεδα στη μουσική έχουν διαφορετικές σχετικές εντάσεις ([Coorevits, Moelants, Maes & Leman, 2017](#)). Οι χαμηλότερες περιοδικότητες ήταν πιο παρούσες όταν εκτελούνταν σε πιο γρήγορους ρυθμούς και οι υψηλότερες περιοδικότητες ήταν περισσότερες όταν εκτελούνταν σε πιο αργούς ρυθμούς. Σημειώνουμε πως η παρατήρηση ότι οι ρυθμικές ενδείξεις και η κίνηση συνδέονται δεν είναι κάτι καινούργιο αλλά δεν έχει διερευνηθεί ακόμη διεξοδικά ως προς την απόδοση της μουσικής σε αυτή τη σχέση. Το φαινόμενο μπορεί να εξηγηθεί από τη σχέση του εκάστοτε εμπλεκόμενου με τη μουσική (έμπειρος ή μη) και την, εδώ χαρακτηριζόμενη, ρυθμική παιδεία του, η οποία μπορεί να οδηγήσει στη χρήση διαφορετικών στρατηγικών κίνησης. Πιθανότερα,

βέβαια θα μπορούσε να υποδηλώνει ότι τα παραδοσιακά σημάδια ρυθμού προήλθαν από την ενσυναίσθηση της μουσικής.

Από ιστορική σκοπιά οι λεκτικές ενδείξεις ρυθμού όπως το αλέγκρο(χαρούμενος) και αντάντε(μέτριος ρυθμός) άρχισαν να χρησιμοποιούνται, κάνοντας κυρίως αναφορά σε μια χαρακτηριστική κίνηση ή διάθεση στη μουσική. Στην πραγματικότητα, όχι σκέτες φιγούρες μετρονόμου, αλλά «το εσωτερικό μέτρο της κίνησης είναι ο μοναδικός καθοριστικός παράγοντας», είπε κάποτε ο Robert Schumann. Σε μια εργασία του, ο [Gabrielsson, \(2001\)](#) δήλωσε ότι «το τέμπο σχετίζεται πρώτα απ' όλα με βιωμένη κίνηση. Αν και η αρχική λατινική λέξη τέμπο σημαίνει χρόνος, στη μουσική, το τέμπο υποδηλώνει την βιωμένη ταχύτητα κίνησης ή ροής» ([Gabrielsson, 2001](#)). Από τα δεδομένα κίνησης που εξάγονται φανερόνται σχεδόν ακριβώς αυτά τα όρια μεταξύ των περιοχών τέμπο που χρησιμοποιούνται στην απόδοση κλασικής μουσικής. Αυτές οι κατηγορίες προέκυψαν αρχικά από την ανάγκη ταξινόμησης της μουσικής κίνησης (δηλαδή, της χορευτικής μουσικής), αντί να ορίζουν απλώς ποιος είναι ο σωστός ρυθμός.

Αυτό δείχνει ότι είναι πολύ φυσικό να αισθάνεσαι και να σκέφτεσαι το ρυθμό ως προς την κίνηση του σώματος και την αίσθηση της κίνησης, και με αυτό το σκεπτικό διαφαίνεται και η αντίληψη ότι η μουσική έκφραση που συνδέεται με το τέμπο, αναδύεται πιθανώς από την αίσθηση της κίνησης. Η κίνηση μαζί με τις σχετικές κινηματικές και κιναισθητικές πτυχές της καθώς και η συνεχής αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφορετικών ενσωματωμένων ρυθμικών μέτρων φαίνεται να μπορούν να δώσουν μία καθαρή εικόνα γύρω από τις χαρακτηριστικές αλλαγές στις καταστάσεις απόδοσης όπως τη βιώνουμε σε διαφορετικούς μουσικούς ρυθμούς ([Coorevits, Moelants, Maes & Leman, 2017](#)).

2.6. Σταθερότητα της κίνησης

Η σταθερότητα της κίνησης είναι ένα στοιχείο που αξιοποιείτε σε κάθε επιστημονικό πεδίο που άπτεται της πρακτικής εφαρμογής. Στο χώρο της Φυσικής Αγωγής και του Αθλητισμού, η ικανότητα της σταθερότητας επιφέρει πολύ σημαντικά αποτελέσματα στην προσπάθεια ατομικής βελτίωσης σε αγωνιστικό επίπεδο και όχι μόνο. Για να κατανοήσουμε τη σημασία της σταθερότητας σε αυτό το χώρο μπορούμε να αναλύσουμε τις πληροφορίες που μας παρέχει η βιβλιογραφία. Σε μία εργασία των [Pohl, Brauner, Wearing & Horstmann \(2020\)](#) διαβάζουμε πως προκειμένου ένας αθλητής να αντισταθμίσει την αστάθεια του, μειώνει συχνά το εύρος κίνησης του ενώ παράλληλα χαμηλώνει το κέντρο μάζας του. Αυτή η πληροφορία δεν μπορεί να μην ανησυχήσει την προπονητική κοινότητα. Είναι πραγματικά πολύ ασύμφορο

να αλλάζει ο αθλητής ολόκληρο το κινητικό του πρότυπο προκειμένου να αντιμετωπίσει μία συνθήκη, η οποία ευτυχώς για τον αθλητή και τον προπονητή, μπορεί να αλλάξει. Βέβαια, όταν αναφερόμαστε στην σταθερότητα της κίνησης θα πρέπει να προσδιορίσουμε για ποια ακριβώς κίνηση ενδιαφερόμαστε. Σε σχετική έρευνα, παραδείγματος χάριν, η οποία ασχολήθηκε με τη σταθερότητα του πυρήνα, τα αποτελέσματα δεν έδειξαν ιδιαίτερη σχέση μεταξύ σταθερότητας και απόδοσης, χωρίς από την άλλη, να υποδηλώνεται πως πρέπει να αγνοούμε την συγκεκριμένη παράμετρο (Okada, Huxel, Nesser, 2011).

Ακολουθώντας την ίδια γραμμή, γίνεται κάποια προσπάθεια και στο θέμα της προπόνησης της σχετικής περιοχής, όσον αφορά την σταθερότητα και την ενεργοποίηση, προκειμένου να συλλέξουμε νέα δεδομένα σε ένα, προς το παρόν, αδιερεύνητο πεδίο (Behm, Drinkwater, Willardson, Cowley, 2010). Βέβαια, στο πεδίο της προπόνησης της σταθερότητας γίνεται ήδη σημαντική εργασία λόγω και της αύξησης των αθλητικών και φυσιοθεραπευτικών απαιτήσεων, αλλά υπάρχει ακόμη σημαντική έλλειψη, όσον αφορά την τεκμηρίωση της αξίας αυτής της προπόνησης στην πλειονότητα των βασικών μερών του ανθρώπινου σώματος.

Στην παρούσα εργασία, θα ασχοληθούμε με την σταθερότητα συγκεκριμένης κίνησης και μόνο στο δεξιό βραχίονα. Από άποψη ερευνητικής αξίας το εν λόγω πεδίο δεν αποτελεί σημαντικό σημείο της γενικότερης ερευνητικής προσπάθειας. Τα αποτελέσματα, λοιπόν, του παρόντος πειράματος, αποτελούν πιθανότατα μία καινούργια σχετικά προσπάθεια και χωρίς την απαραίτητη προϋπάρχουσα θεωρητική επιβεβαίωση.

2.7. Σκοπός της εργασίας

Η εργασία που πραγματοποιήθηκε έχει ως σκοπό να παρουσιάσει κάποια στοιχεία που πιθανόν να ορίζουν την χρήση των ερεθισμάτων ρυθμικής ταχύτητας ως ένα αποδεδειγμένο δραστικό μέσο για την διαμόρφωση ενός κινητικού προτύπου. Η υπάρχουσα βιβλιογραφία, αυτή τη στιγμή δεν έχει εστιάσει ιδιαίτερα προς την συγκεκριμένη κατεύθυνση, δηλαδή της μεταβλητότητας στην κίνηση, οπότε στην παρούσα έρευνα κρίθηκε απαραίτητο να επιβεβαιωθεί η θεωρία με την πειραματική προσέγγιση, από τα δεδομένα που εξάγουμε στις μετρήσεις των δοκιμαζομένων. Παρ' όλα αυτά, τα μέχρι στιγμής δεδομένα μας επιτρέπουν να αναμένουμε κάποια ενδιαφέροντα αποτελέσματα καθώς η ύπαρξη ρυθμικής ταχύτητας έχει αποδειχτεί πως επηρεάζει την διανοητική, τουλάχιστον, λειτουργία του ατόμου (Patrick & Anderson, 2021), ενώ είναι ευρέως γνωστά τα αποτελέσματα που επιφέρει η ακρόαση μουσικής κατά την άσκηση σε αύξηση των επιδόσεων και της διάρκειας προπόνησης (Markell, 2015).

2.8. Ερευνητικά ερωτήματα

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα της εργασίας είναι:

- Η ρυθμική ταχύτητα του ακουστικού ερεθίσματος έχει επίδραση στην χωροχρονική μεταβλητότητα του κινητικού προτύπου της κίνησης απαγωγής ώμου;

Το δευτερεύον ερώτημα της εργασίας είναι:

- Η ακρόαση ακουστικού ερεθίσματος με ρυθμική ταχύτητα έχει διαφορετική επίδραση στο κινητικό πρότυπο απαγωγής ώμου, ανάλογα με την συχνότητα του ρυθμικού ερεθίσματος;

2.9. Ερευνητικές υποθέσεις

Η βασική υπόθεση στην οποία στηρίζεται η εργασία, αντλούμενη από τα βιβλιογραφικά δεδομένα (Coorevits, Moelants, Maes & Leman, 2017) είναι ότι:

- Η ρυθμική ταχύτητα του ακουστικού ερεθίσματος έχει σημαντική επίδραση στην χωροχρονική μεταβλητότητα του κινητικού προτύπου της κίνησης.

Σε δεύτερο στάδιο, με επίπεδο αναφοράς την ελεύθερα προτιμώμενη ρυθμική ταχύτητα υποθέτουμε ότι:

- Η χωροχρονική μεταβλητότητα του κινητικού προτύπου αναμένεται να μειωθεί κατά την ακρόαση κάποιου ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος και ότι:
- Το ρυθμικό ερέθισμα υψηλότερης ρυθμικής ταχύτητας θα προκαλέσει μικρότερη χωροχρονική μεταβλητότητα συγκριτικά με την ακρόαση ακουστικού ερεθίσματος χαμηλότερης ρυθμικής ταχύτητας.

Η μεταβλητότητα αυτή εμπεριέχει τους άξονες του χώρου σε οριζόντιο, κάθετο και γωνιακό επίπεδο, και του χρόνου για τη διάρκεια κάθε κύκλου, τη διάρκεια της φάσης ανόδου και τη διάρκεια της φάσης καθόδου, οπότε η υπόθεση μας αναφέρει πως όλες οι παράμετροι θα διαφοροποιηθούν

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

Μεθοδολογία

3.1. Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν εννέα (9) δοκιμαζόμενοι, ανδρικού και γυναικείου φύλου, με καλή λειτουργικότητα των άνω άκρων και φυσιολογική κινητικότητα της ωμικής άρθρωσης, χωρίς κάποιο μυοσκελετικό τραυματισμό οποιουδήποτε βαθμού τους τελευταίους έξι (6) μήνες πριν τη δοκιμασία μέτρησης. Το εύρος των ηλικιών των δοκιμαζομένων εκτεινόταν από δεκαπέντε(15) έως τριάντα(30) ετών. Οι δοκιμαζόμενοι δεν επιλέχθηκαν με κάποια ιδιαίτερα κριτήρια εκτός από την προϋπόθεση να είναι φυσικά δραστήριοι στην καθημερινή λειτουργία τους. Το συγκεκριμένο εύρος ηλικιών ορίστηκε προκειμένου να διαπιστωθεί ένα γενικό φαινόμενο και μία συσχέτιση όσον αφορά την επίδραση ενός ακουστικού ερεθίσματος στην κίνηση, και όχι σε σχέση με κάποια ηλικιακή κατηγορία. Δεδομένου του επιπέδου δυσκολίας της άσκησης, δεν κρίθηκε απαραίτητη κάποια ιατρική γνωμάτευση για την ελεύθερη συμμετοχή στη μέτρηση.

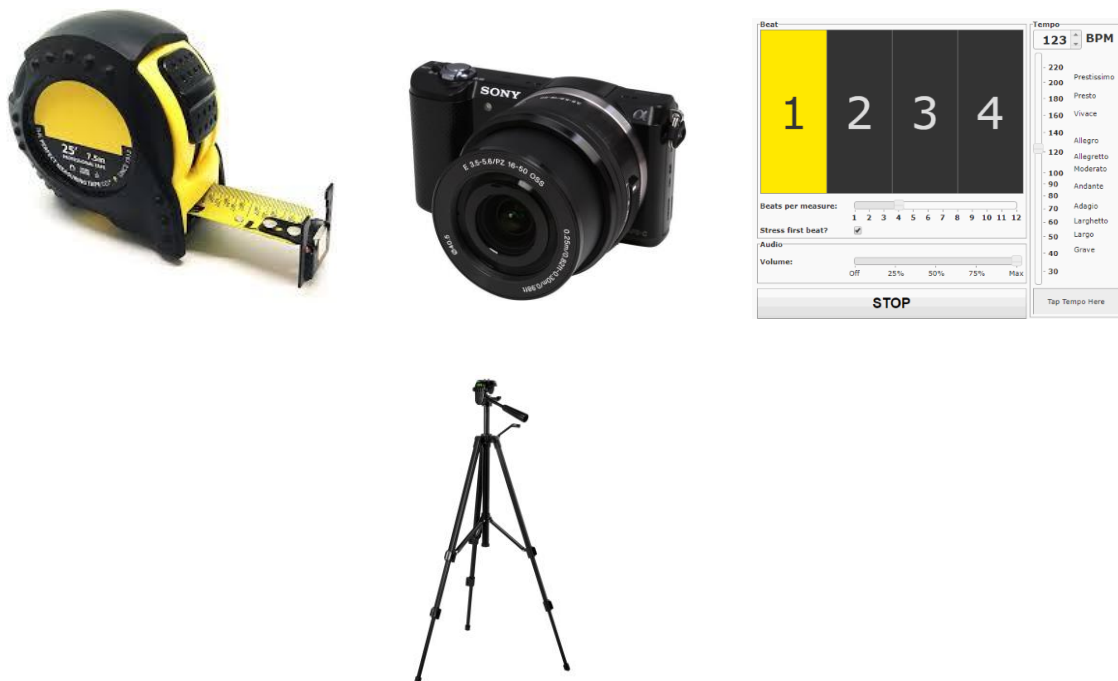
Κάθε δοκιμαζόμενος συμμετείχε στην έρευνα εθελοντικά χωρίς κάποια οικονομική απολαβή και έπειτα από συναίνεση του, η οποία επικυρωνόταν σε σχετικό έντυπο συγκατάθεσης. Στο συγκεκριμένο έντυπο γίνεται μια αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας μέτρησης ώστε ο υποψήφιος συμμετέχων να κατανοεί απόλυτα όλο το πρωτόκολλο εξαγωγής αποτελεσμάτων, στο επίπεδο πάντα της δοκιμασίας μέτρησης. Επιπλέον στο έντυπο επισημαίνεται πως δεν υπάρχει κάποιο επίφοβο για τραυματισμό στάδιο, στη διάρκεια της όλης διαδικασίας. Εν γνώσει κάθε συμμετέχοντος, έχουμε την άδεια, σε μελλοντικό στάδιο, να δημοσιεύσουμε τα αποτελέσματα της έρευνάς μας πάντοτε όμως, διατηρώντας ανωνυμία ως προς τους συμμετέχοντες και σε περίπτωση παρουσίασης φωτογραφιών των συμμετεχόντων, το πρόσωπο, καθώς και οποιοδήποτε διακριτικό σημάδι, όπως τατουάζ, θα έχει καλυφθεί. Στις περιπτώσεις συμμετοχής ανηλίκων δοκιμαζομένων, το έντυπο συγκατάθεσης έπρεπε να συμπληρωθεί και από έναν νόμιμο κηδεμόνα του συμμετέχοντος. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, οι συμμετέχοντες είχαν την δυνατότητα να αποσύρουν τη συμμετοχή τους, σε οποιοδήποτε στάδιο της μέτρησης, χωρίς να επιβάλλεται κάποια αιτιολόγηση από μέρους τους.

Επιπλέον, υπήρχε η δυνατότητα ενημέρωσης και επικοινωνίας με τον κύριο ερευνητή ή την επιβλέπουσα καθηγήτρια καθ' όλη τη διάρκεια παραμονής του δοκιμαζόμενου στο χώρο μέτρησης, καθώς και η δυνατότητα τηλεφωνικής επικοινωνίας για οποιεσδήποτε διευκρινίσεις. Παρά την απουσία κάποιας οικονομικής φύσεως απολαβής, τα δεδομένα των μετρήσεων

καθώς και τα αποτελέσματα της έρευνας είναι, εν γνώσει των δοκιμαζομένων, ελεύθερα προς ανάγνωση για όλους τους συμμετέχοντες, πάντοτε βέβαια σε προσωπικό επίπεδο(κάθε δοκιμαζόμενος μπορεί να γνωρίζει μόνο τις δικές του μετρήσεις). Η όλη διαδικασία πριν τεθεί σε εφαρμογή ελέγχθηκε και εγκρίθηκε από την Επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας της Σ.Ε.Φ.Α.Α.

3.2. Όργανα μέτρησης

Για την βιντεοσκόπηση χρησιμοποιήθηκε κάμερα μάρκας Sony, μοντέλο a5000 με συχνότητα λήψης 25 εικόνες το δευτερόλεπτο(p/sec), η οποία στηριζόταν πάνω σε τρίποδο ύψους 1,21 μέτρων σε απόσταση 2,80 μέτρων από τον δοκιμαζόμενο (Εικόνα 3). Σε σχέση με τον δοκιμαζόμενο, η καταγραφή της κίνησης έγινε στο μετωπιαίο επίπεδο.



Εικόνα 3.1. Τα όργανα μέτρησης του πειράματος.

<https://cdn.ilovefreesoftware.com/wp-content/uploads/2018/04/flutetunes.png>

3.3. Διαδικασία μέτρησης

Η διαδικασία μέτρησης περιλάμβανε τέσσερις (4) διαφορετικές συνθήκες περιόδου ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος, όμοιες κατά το κινητικό πρότυπο, στις οποίες ο δοκιμαζόμενος έπρεπε να κάνει επαναληπτική ρυθμική απαγωγή του δεξιού βραχίονα με παραγωγή της δύναμης από την ωμική ζώνη. Η απαγωγή έπρεπε να πραγματοποιηθεί χωρίς τη συμμετοχή του κορμού του ασκούμενου, χωρίς δηλαδή να κάμπτεται το σώμα στην αριστερή πλευρά. Κατά τη διάρκεια των απαγωγών, ο ασκούμενος έπρεπε να έχει τα πόδια ελαφρώς ανοιχτά σε

αντιστοιχία με το πλάτος των ώμων του και το βλέμμα του να είναι διαρκώς εστιασμένο προς την κατεύθυνση της κάμερας βιντεοσκόπησης.

Οι μετρήσεις γίνονταν σε κλειστό χώρο με καλό φωτισμό, επιλογής του εξεταστή. Η όλη διαδικασία μέτρησης δεν απαιτούσε δεύτερη συνεδρία μετρήσεων για κάθε συμμετέχοντα, καθώς τα αποτελέσματα εξάγονταν αυθημερόν. Πριν από την έναρξη κάθε συνθήκης κίνησης, ο συμμετέχων ασκούμενος πραγματοποιούσε πέντε(5) επαναλήψεις απαγωγής του δεξιού βραχίονα προκειμένου να εξοικειωθεί με τη ρυθμική ταχύτητα κίνησης και την καθ' αυτή κίνηση. Επιπλέον, ανάμεσα στις εναλλαγές συνθηκών κίνησης, πραγματοποιούταν διάλειμμα διάρκειας ενός (1) λεπτού.

- Στην 1η συνθήκη ρυθμικής ταχύτητας, κάθε ασκούμενος έπρεπε να εκτελέσει δεκαπέντε(15) επαναληπτικές απαγωγές του δεξιού βραχίονα του, διατηρώντας την προσωπικά επιλεγόμενη ρυθμική ταχύτητα κίνησης. Για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης προσπάθειας δεν δόθηκαν επιπλέον οδηγίες, με δεδομένο ότι ο συμμετέχων είχε υπ' όψιν του τις βασικές οδηγίες κίνησης και εστίασης της προσοχής του και είχε τη δυνατότητα να κινήσει τον δεξιό βραχίονα του σε προσωπικά επιλεγόμενες μοίρες απαγωγής και στην προσωπικά επιλεγόμενη ρυθμική ταχύτητα κίνησης
- Στην 2η συνθήκη περιόδου ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος, αφού καταγράφηκε η προσωπικά επιλεγόμενη ρυθμική ταχύτητα του ασκούμενου, επιλεγόταν σε ηλεκτρονικό μετρονόμο η ρυθμική περίοδος που ταυτιζόταν με τη διάρκεια του κύκλου κίνησης στην προσωπικά επιλεγόμενη ρυθμική ταχύτητα απαγωγής. Ο δοκιμαζόμενος έπρεπε να επαναλάβει την μέτρηση σε συγχρονισμό με τους ηχητικούς κτύπους του μετρονόμου*
- Η 3η και η 4η συνθήκη περιόδου ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος, περιλάμβανε δεκαπέντε (15) επαναλήψεις απαγωγής του ώμου με όλα τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά, και σε συγχρονισμό με ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος (ηλεκτρονικός μετρονόμος). Η διαφορά ήταν ότι η περίοδος του ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος, οριζόταν σε είκοσι τοις εκατό πιο γρήγορα (+20%) και σε είκοσι τοις εκατό πιο αργά (-20%) για την 3^η και 4^η συνθήκη, αντίστοιχα από την προσωπικά επιλεγόμενη ρυθμική ταχύτητα κίνησης. Σε κάθε συνθήκη όλοι οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν από μία προσπάθεια των 15 επαναλήψεων. Για τη διευκόλυνση του ψηφιακού εντοπισμού των επιλεγόμενων σημείων μέτρησης, τοποθετήθηκαν ευδιάκριτα αυτοκόλλητα στον καρπό,

στον ώμο(ακρώμιο) και στο ισχίο (δεξιά λαγόνια ακρολοφία) του ασκούμενου. Η εξαγωγή των δεδομένων έγινε με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος LoggerPro3 16 2(Vernier, <https://www.vernier.com/>) μέσω του οποίου έγινε ο εντοπισμός των σημείων και εξάχθηκαν οι δισδιάστατες θέσεις τους στην χρονική εξέλιξη της κίνησης καθώς και τα αντίστοιχα χρονικά σημεία. Μέσω των ανατομικών δεικτών που τοποθετήθηκαν στον ώμο και στην άρθρωση του καρπού ήταν δυνατή η εξαγωγή των εξής δεδομένων, για κάθε ένα κύκλο κίνησης της απαγωγής του ώμου:

- Η χρονική στιγμή έναρξης του κύκλου κίνησης, δηλαδή το κατώτερο σημείο στο οποίο μπορούσε να βρεθεί η άρθρωση του καρπού κατά τη διάρκεια του κύκλου κίνησης.
- Η χρονική στιγμή ανοδικού ορίου του κύκλου κίνησης, δηλαδή το ανώτερο σημείο στο οποίο ανερχόταν η άρθρωση του καρπού κατά τη διάρκεια του κύκλου κίνησης
- Η δισδιάστατη θέση (x,y) ώμου, καρπού και ισχίου από το σημείο τομής των αξόνων, κατά τη χρονική στιγμή έναρξης κάθε κύκλου κίνησης
- Η δισδιάστατη θέση ώμου, καρπού και ισχίου από το σημείο τομής των αξόνων, κατά τη χρονική στιγμή του ανοδικού ορίου του κύκλου κίνησης.

Για την εξαγωγή των χρονικών και χωρικών κινηματικών δεδομένων, εξαιρέθηκαν οι 3 πρώτοι κύκλοι κίνησης για να αποφευχθεί η μεταβατική φάση έναρξης της προσπάθειας από την κατάσταση ηρεμίας, και χρησιμοποιήθηκαν οι επόμενοι 12 κύκλοι κίνησης.

3.4. Εξαρτημένες Μεταβλητές

Με βάση τα εξαγόμενα χρονικά και χωρικά κινηματικά δεδομένα υπολογίσθηκαν οι εξής τρεις (3) χρονικές και οι εξής (6) εξαρτημένες μεταβλητές, για κάθε ένα ξεχωριστά από τους 12 κύκλους κίνησης της απαγωγής:

Χρονικές μεταβλητές:

1. Διάρκεια κύκλου κίνησης κίνησης (δευτ) από τη χρονική στιγμή έναρξης του κύκλου κίνησης έως τη χρονική στιγμή κατά την οποία το άνω άκρο επανερχόταν στη εναρκτήρια θέση.
2. Η απόλυτη διάρκεια ανοδικής φάσης του κύκλου κίνησης (δευτ): Από χρονική στιγμή έναρξης του κύκλου κίνησης έως τη χρονική στιγμή του ανοδικού τελικού ορίου κίνησης.

3. Η απόλυτη διάρκεια καθοδικής φάσης του κύκλου κίνησης κίνησης (δευτ): από τη χρονική στιγμή του ανοδικού τελικού ορίου της κίνησης έως τη χρονική στιγμή του καθοδικού τελικού ορίου της κίνησης.
4. Η σχετική διάρκεια ανοδικής φάσης του κύκλου κίνησης ως ποσοστό της διάρκειας του κύκλου κίνησης (%tcycle): Σχετική διάρκεια ανοδικής φάσης = ([Απόλυτη διάρκεια ανοδικής φάσης / διάρκεια κύκλου κίνησης] X 100).
5. Η σχετική διάρκεια καθοδικής φάσης του κύκλου κίνησης ως ποσοστό της διάρκειας του κύκλου κίνησης (%tcycle): Σχετική διάρκεια καθοδικής φάσης = ([Απόλυτη διάρκεια καθοδικής φάσης / διάρκεια κύκλου κίνησης] X 100).

Χωρικές μεταβλητές:

1. Η ανοδική κάθετη μετατόπιση του άνω άκρου (cm): Διαφορά της κάθετης θέσης (y) του ανατομικού δείκτη του καρπού μεταξύ της αρχικής και τελικής θέσης (τελικό καθοδικό και ανοδικό όριο της κίνησης, αντίστοιχα).
2. Η ανοδική οριζόντια μετατόπιση του άνω άκρου (cm): Διαφορά της οριζόντιας θέσης (x) του ανατομικού δείκτη του καρπού μεταξύ της αρχικής και τελικής θέσης (τελικό καθοδικό και ανοδικό όριο της κίνησης, αντίστοιχα).
3. Γωνιακό εύρος ανοδικής κίνησης (degrees): Διαφορά γωνιακής θέσης του άνω άκρου για τη γωνία μεταξύ του άνω άκρου (άξονας άνω άκρου: από το ακρώμιο έως την καρπική άρθρωση) και του άξονα του κορμού (άξονας κορμού: από το ακρώμιο έως την δεξιά άνω λαγόνια ακρολοφία με την τοποθέτηση των δεικτών μέτρησης στην άρθρωση του ισχίου(δεξιά άνω λαγόνια ακρολοφία).

Προκειμένου να συγκριθούν συνολικά οι χωρικές μεταβλητές σε άτομα διαφορετικού αναστήματος και μήκος βραχίονα, πραγματοποιήθηκε κανονικοποίηση των τιμών κάθε μεταβλητής ως προς τη μέση τιμή της κάθε μεταβλητότητας κατά την εκτέλεση της άσκησης σε κατάσταση ηρεμίας από τον κάθε δοκιμαζόμενο. Ως εκ τούτου, οι μέσες τιμές των κανονικοποιημένων μεταβλητών σε κατάσταση ηρεμίας είναι ίσες με 1 για κάθε δοκιμαζόμενο.

Για κάθε μία από τις χρονικές και χωρικές μεταβλητές, και για κάθε μία από τις συνθήκες ρυθμικής ταχύτητας, υπολογίστηκε η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των 12 κύκλων κίνησης κάθε προσπάθειας. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ο ατομικός συντελεστής μεταβλητότητας (CV) για το σύνολο των 12 κύκλων κίνησης και εκφράστηκε σε ποσοστό (%) ($CV\% = [Τυπική\ απόκλιση / Μέση\ τιμή] \times 100$).

3.5. Στατιστική ανάλυση

Για τον έλεγχο της επίδρασης της ρυθμικής ταχύτητας εφαρμόστηκε μονοπαραγοντική ανάλυση διασποράς επαναληπτικών μετρήσεων (One Way Anova for repeated measures) με 4 επίπεδα του ανεξάρτητου παράγοντα της ρυθμικής ταχύτητας (SPSS 25.0). Εάν υπήρχε παραβίαση της σφαιρικότητας (κριτήριο Mauchly) τότε επιλεγόταν η διόρθωση Greenhouse Correction για τον έλεγχο της επίδρασης της ρυθμικής ταχύτητας σε κάθε μία από τις εξαρτημένες μεταβλητές. Για όποια εξαρτημένη μεταβλητή υπήρχε σημαντική επίδραση του κύριου παράγοντα, ελέγχθησαν οι ενδοζευγικές συγκρίσεις μεταξύ των 4 συνθηκών ρυθμικής ταχύτητας. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε σε $p \leq 0.05$.

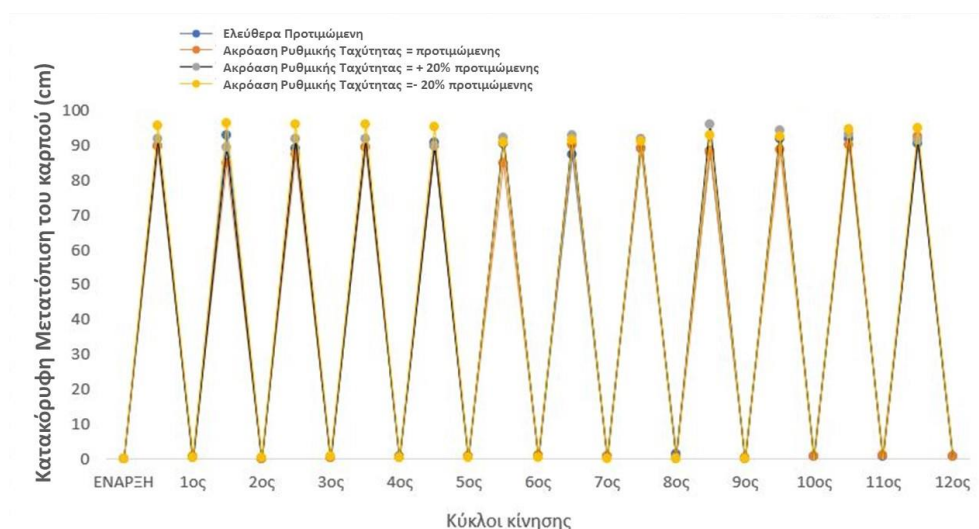
ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

Αποτελέσματα

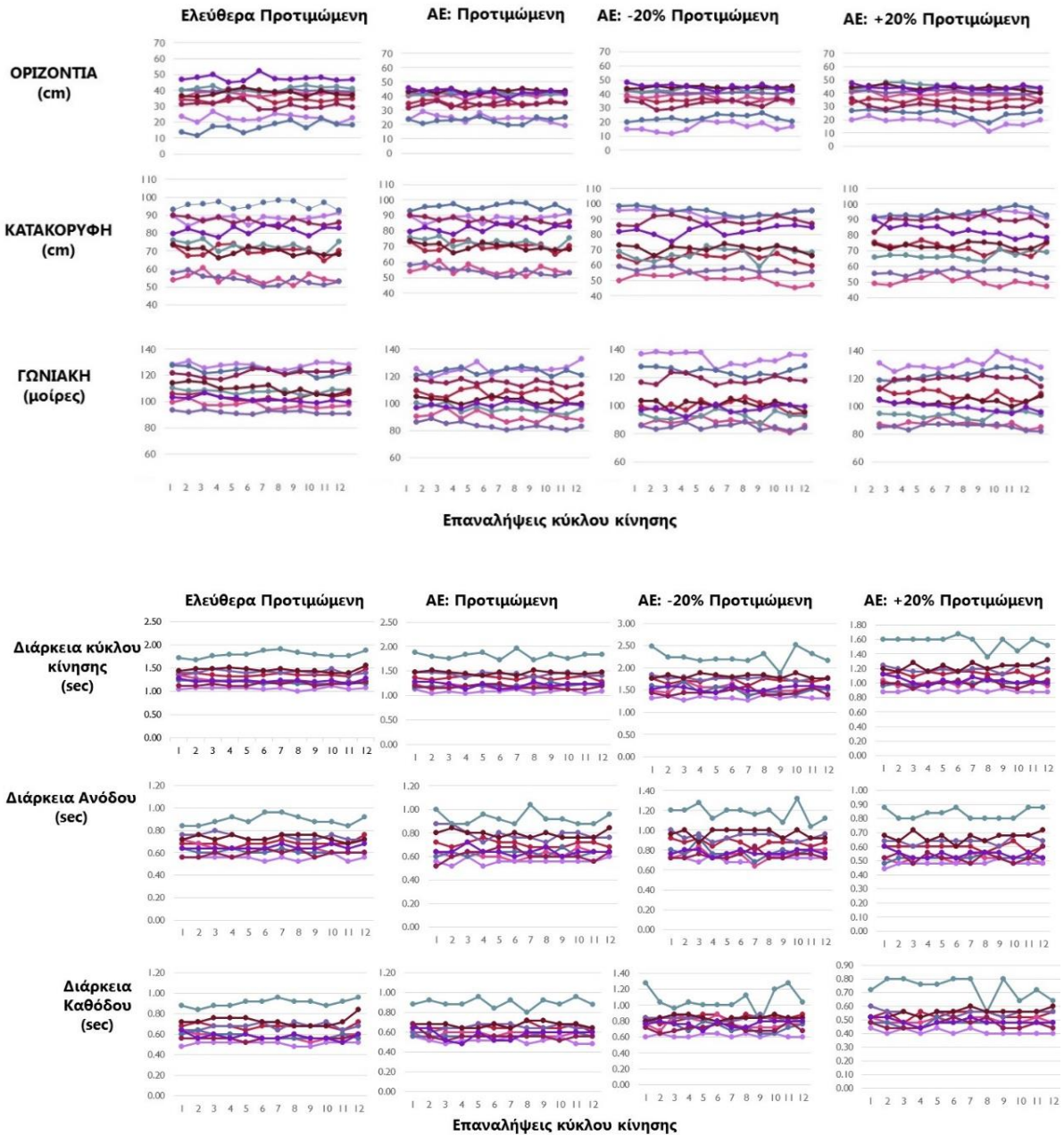
4.1. Καταγραφή ατομικών δεδομένων

Στο [Γράφημα 4.1](#), παρουσιάζεται ενδεικτική περιοδικότητα των κύκλων κίνησης για κάθε συνθήκη ρυθμικής ταχύτητας όπως αυτή καταγράφηκε μέσω της κατακόρυφης μετατόπισης του καρπιαίου ανατομικού δείκτη. Στο [Γράφημα 4.2](#), παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές των χρονικών και χωρικών μεταβλητών κάθε δοκιμαζόμενου για το σύνολο των 12 επαναλήψεων. Τα γραφήματα αυτά δείχνουν παραστατικά την εξέλιξη των 12 επαναλήψεων για το σύνολο των ατόμων και μας δίνουν μία επισκόπηση ως προς την σταθερότητα της εκτέλεσης του πειράματος από το εκάστοτε υποκείμενο. Παρατηρείται ότι κάποια από τα υποκείμενα παρουσιάζουν σταθερά μεγάλη απόκλιση από τη μέση τιμή σε όλες τις μετρούμενες μεταβλητές, ενώ κάποια άλλα υποκείμενα παρουσιάζουν ιδιαίτερη σταθερότητα ως προς τις παρατηρούμενες τιμές τους ([Γράφημα 4.3](#)).

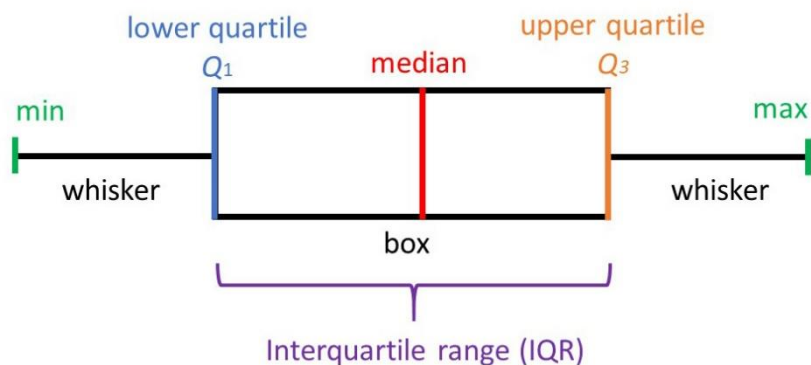
Το γεγονός αυτό επιβεβαιώθηκε με επισκόπηση των αποτελεσμάτων του [Γραφήματος A.1](#) του παραρτήματος. Στο συγκεκριμένο γράφημα απεικονίζονται τα boxplots των αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν στο [Γράφημα 4.2](#), οργανωμένα κατά υποκείμενα. Το συγκεκριμένο γράφημα παρουσιάζει με ευδιάκριτο τρόπο την μέση τιμή του συνόλου, τις ακραίες τιμές καθώς και το πρώτο και τρίτο τεταρτημόριο του συνόλου. Στην [Εικόνα 4.1](#), φαίνονται τα στοιχεία αυτά του γραφήματος.



Γράφημα 4.1. Ενδεικτική περιοδικότητα των κύκλων κίνησης ενός ατόμου, για κάθε συνθήκη ρυθμικής ταχύτητας όπως αυτή καταγράφηκε μέσω της κατακόρυφης μετατόπισης του καρπιαίου ανατομικού δείκτη.

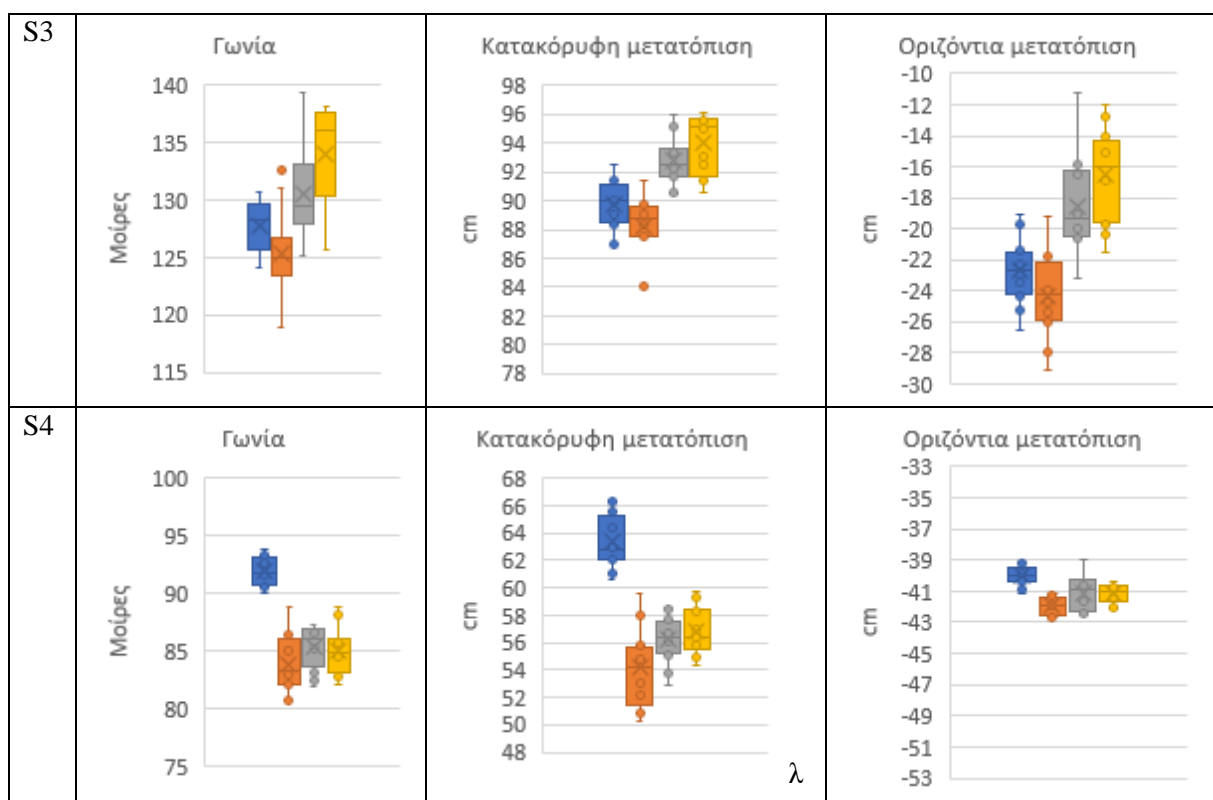


Γράφημα 4.2. Τιμές των χρονικών (ΠΑΝΩ) και των χωρικών (ΚΑΤΩ) μεταβλητών κάθε δοκιμαζόμενου για το σύνολο των 12 επαναλήψεων.



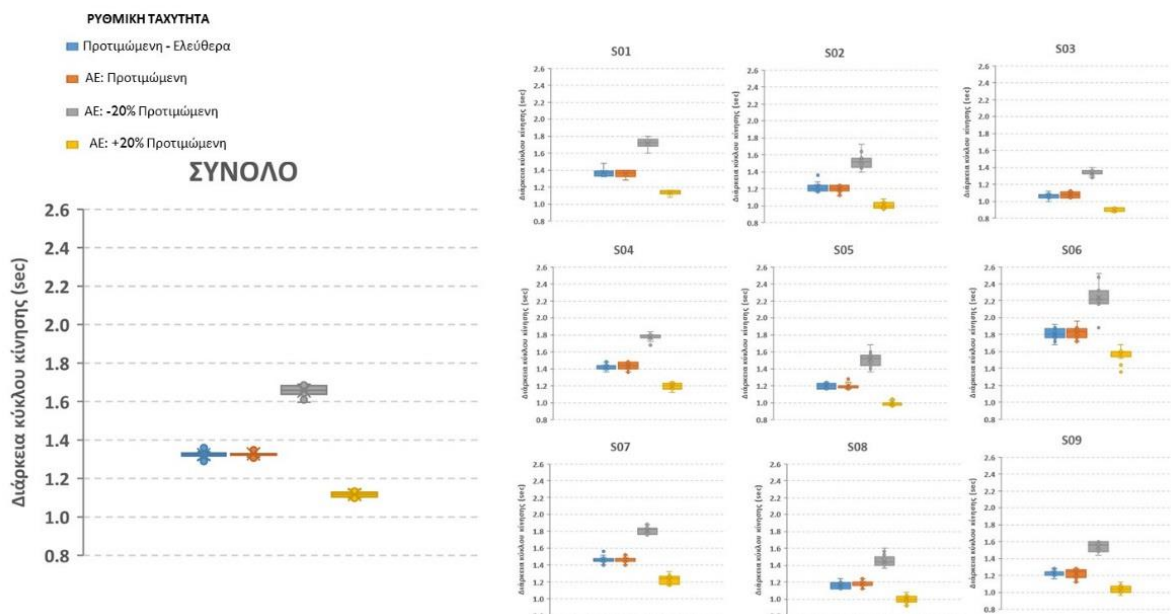
Εικόνα 4.1. Σχηματική απεικόνιση των στοιχείων ενός γραφήματος boxplot.

Στο **Γράφημα 4.3.** παρουσιάζονται τα αναλυτικά αποτελέσματα για τα υποκείμενα S03 και S04 σε μορφή διαγράμματος boxplot. Με συγκριτικό έλεγχο των αποτελεσμάτων τους βλέπουμε ότι το υποκείμενο S03 παρουσιάζει μεγάλο εύρος τιμών όσων αφορά τις χωρικές μεταβλητές του πειράματος σε αντίθεση με το υποκείμενο S04 το οποίο επιδεικνύει πολύ πιο σταθερή συμπεριφορά.



Γράφημα 4.3. Συγκριτική απεικόνιση του εύρους τιμών των συνολικών αποτελεσμάτων των χωρικών μεταβλητών για τα υποκείμενα S03 και S04.

Στο **Γράφημα 4.4**, παρουσιάζεται αναλυτικά για κάθε δοκιμαζόμενο, αλλά και σε συνολικό επίπεδο, η πορεία της άσκησης των δοκιμαζομένων. Όπως φαίνεται στο παρακάτω boxplot, πράγματι οι δοκιμαζόμενοι ταύτισαν την κίνησή τους με τον επιβαλλόμενο ρυθμό ακρόασης. Πιο αναλυτικά, όπως καταγράφηκε, οι πρώτες 2 συνθήκες κίνησης είναι χρονικά σχεδόν ταυτόσημες καθώς αυτός ήταν και ο επιβαλλόμενος ρυθμός. Η συνθήκη σε ακουστικό ερέθισμα 20% κάτω του προτιμώμενου επέφερε αύξηση στη διάρκεια του κύκλου κίνησης, και τέλος η συνθήκη 20% πάνω του προτιμώμενου επέφερε μείωση του κύκλου κίνησης, όπως και επιδιώχθηκε από το πρωτόκολλο της πειραματικής διαδικασίας.



Γράφημα 4.4. Απεικόνιση της διάρκειας κύκλου κίνησης κάθε συνθήκης για κάθε δοκιμαζόμενο και σε συλλογικό επίπεδο

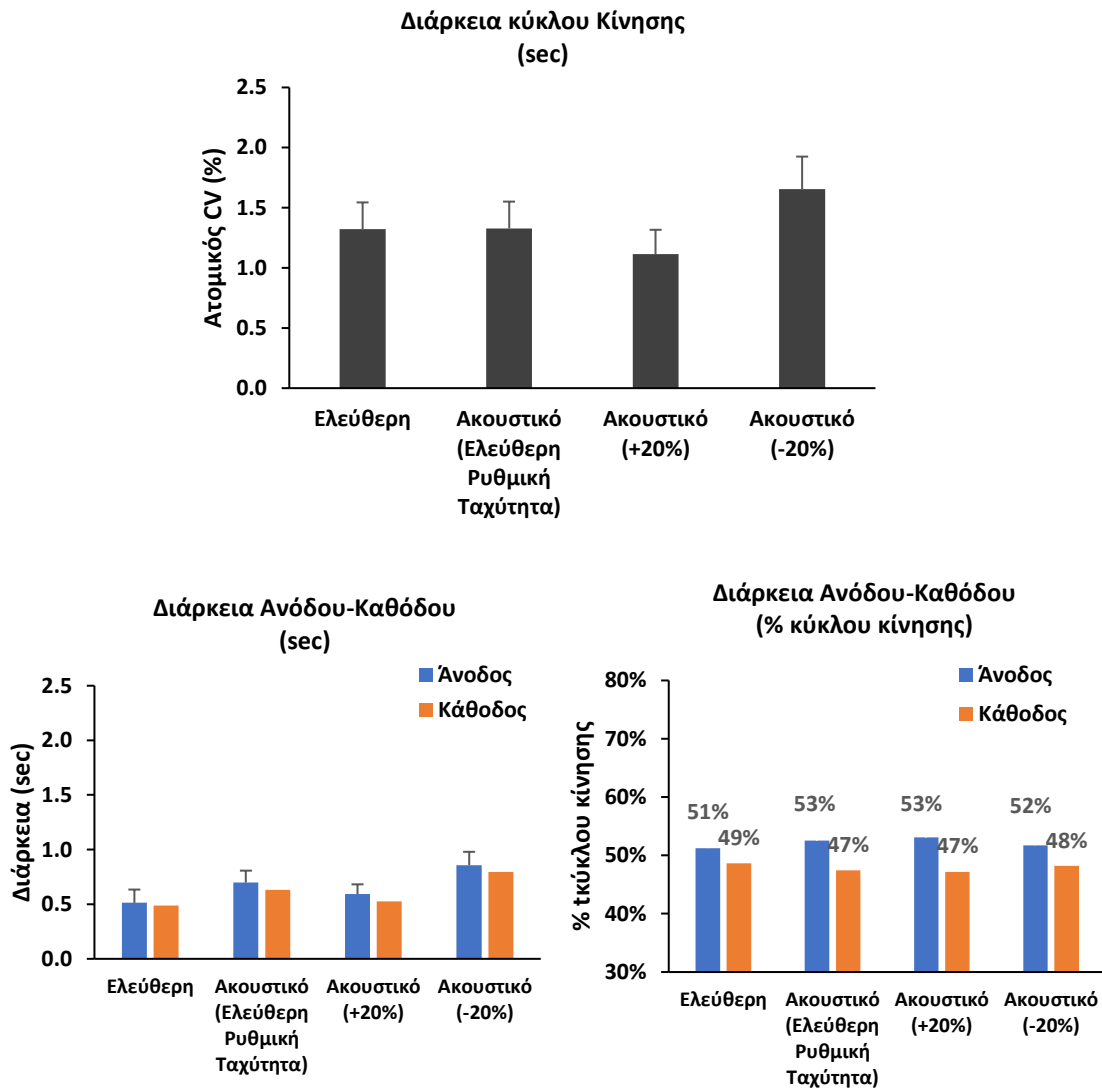
4.2. Καταγραφή ομαδικών δεδομένων

Στο πρώτο βήμα της ομαδικής ανάλυσης των ατομικών δεδομένων κίνησης, ομαδοποιήσαμε τις μέσες τιμές των 6 μεταβλητών κίνησης (διάρκεια κύκλου, απόλυτη διάρκεια ανόδου και καθόδου, σχετική διάρκεια ανοδικής και καθοδικής φάσης κίνησης, κάθετη, οριζόντια και γωνιακή μετατόπιση) ανά υποκείμενο και συνθήκη κίνησης (**Πίνακας A.6.**). Επιπλέον στον πίνακα αυτόν υπολογίστηκε η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση ανά μεταβλητή και συνθήκη κίνησης. Στα αποτελέσματα εφαρμόσαμε στατιστική ανάλυση One Way Anova με 4 επίπεδα συγκρίνοντας ενδοζευγικά τις 4 συνθήκες κίνησης. Τα αποτελέσματα των ενδοζευγικών συγκρίσεων μεταξύ συνθηκών εκτέλεσης παρουσιάζονται στο **Γράφημα 4.7**. Οι διαφορές μεταξύ συνθηκών ήταν όλες σημαντικές ($p \leq 0.05$) εκτός από τη σύγκριση της προτιμώμενης ρυθμικής ταχύτητας ΧΩΡΙΣ και ΜΕ ρυθμικό ακουστικό ερέθισμα όπου αναμενόταν και μη στατιστικά

σημαντική διαφορά ($p > 0.05$). Αντιθέτων, όταν οι διάρκειες σχετικοποιηθούν το κινητικό πρότυπο αλλάζει. Παρατηρούνται δηλαδή αυξημένα ποσοστά στην κατανομή του χρόνου της ανόδου σε σχέση με την κάθοδο (A.6., υπογραμμισμένες γραμμές). Με άλλα λόγια, η αλλαγή της επιλεγόμενης ρυθμικής ταχύτητας αλλάζει και το κινητικό πρότυπο ως προς τα χρονικά του χαρακτηριστικά, αλλά το εκάστοτε υποκείμενο εκτελεί με την ίδια μεταβλητότητα (ομοιογένεια) την ορισμένη κίνηση, το οποίο συνεπάγεται σταθερότητα του κινητικού προτύπου.

Όσον αφορά τις χωρικές μεταβλητές στον έλεγχο της μεταβλητότητας των τιμών, παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά σε κάθε σύγκριση μεταξύ συνθήκης ηρεμίας και συνθήκη κίνησης υπό ακρόαση κάποιου ρυθμικού ερεθίσματος (Γράφημα 4.9.). Οι διαφορές αυτές αφορούν αποκλειστικά αύξηση της μεταβλητότητας της κίνησης σε κάθε επιβαλλόμενο ρυθμικό ερέθισμα σε σχέση με την πρώτη συνθήκη κίνησης στον προτιμώμενο ρυθμό.

Στο Γράφημα 4.5. παρουσιάζονται ορισμένα στοιχεία των χρονικών μεταβλητών του πειράματος. Πιο συγκεκριμένα, πάνω βλέπουμε τη μεταβλητότητα της διάρκειας κύκλου κίνησης σε κάθε μία από τις πειραματικές συνθήκες. Κάτω αριστερά παρουσιάζεται μία σύγκριση των μέσων τιμών χρόνου ανόδου και καθόδου στη διάρκεια του κύκλου κίνησης κάθε συνθήκης. Κάτω δεξιά φαίνεται η ποσοστιαία σύγκριση των τιμών ανόδου και καθόδου σε σχέση με την συνολική διάρκεια του κύκλου κίνησης.

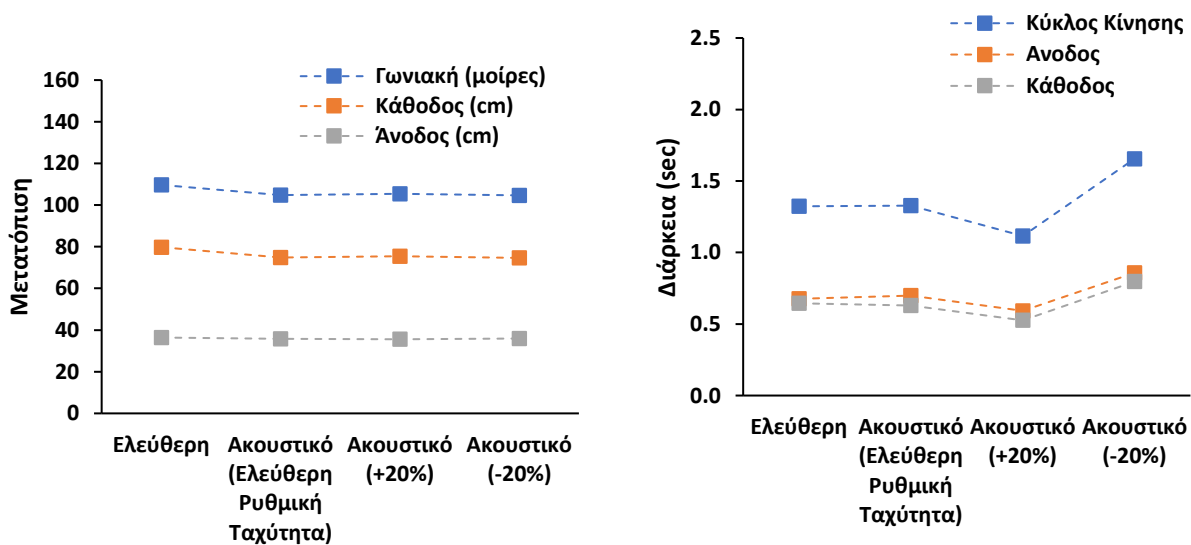


Γράφημα 4.5. Διαγραμματική απεικόνιση των χρονικών μεταβλητών: ΠΑΝΩ: Τιμές μεταβλητότητας της μέσης διάρκειας κύκλου κίνησης για τις 4 πειραματικές συνθήκες. ΚΑΤΩ ΑΡΙΣΤΕΡΑ: Συγκριτική απεικόνιση απολύτων τιμών της μέσης διάρκειας ανόδου και καθόδου. ΚΑΤΩ ΔΕΞΙΑ: Συγκριτική απεικόνιση των ποσοστιαίων τιμών μέσης διάρκειας ανόδου και καθόδου.

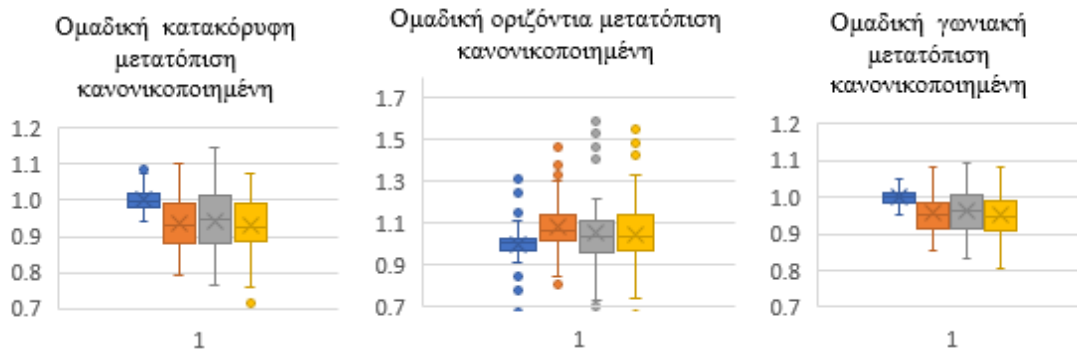
Στο **Γράφημα 4.6.** παρουσιάζεται η διαγραμματική πορεία των 3^{ων} χρονικών και χωρικών μεταβλητών. Κατά μέσο όρο παρατηρείται μεγάλη σταθερότητα όσον αφορά τα κινητικά χαρακτηριστικά του κινητικού προτύπου ενώ γίνεται σαφές πως τα υποκείμενα ακολούθησαν τα επιβαλλόμενα ρυθμικά ερεθίσματα με αναμενόμενο τρόπο δηλαδή, μείωση των χρονικών μεταβλητών στην περίπτωση αύξησης του επιβαλλόμενου ρυθμού και αύξηση στην περίπτωση μείωσης του ρυθμού κίνησης. Εντούτοις παρατηρείται ότι στην πρώτη περίπτωση, η μείωση

της διάρκειας της κίνησης είναι ορατά μικρότερη σε σχέση με την αύξηση της στην δεύτερη περίπτωση.

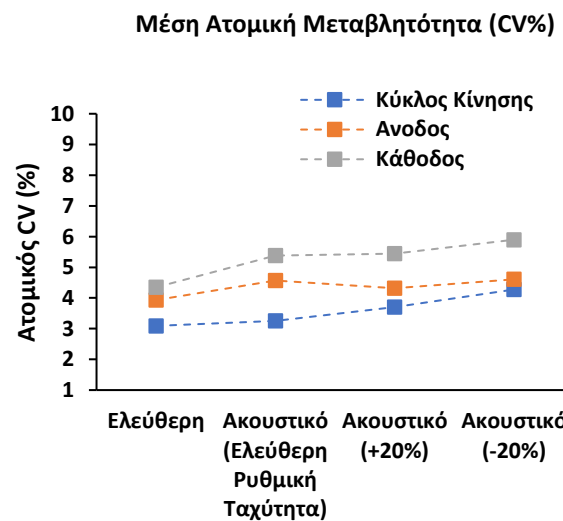
Για την στατιστική ανάλυση της μεταβλητότητας που παρατηρήθηκε ανά συνθήκη κίνησης στις χρονικές μεταβλητές εφαρμόστηκαν ενδοζευγικά τεστ και τα αποτελέσματα (Πίνακας 4.1.) έδειξαν πως δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0.05$) μεταξύ της συνθήκης ηρεμίας και των συνθηκών κίνησης υπό ακουστικό ερέθισμα στη ρυθμική συχνότητα του προτιμώμενου ρυθμού και με αύξηση 20% του προτιμώμενου ρυθμού κίνησης. Η μόνη περίπτωση που παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στο σύνολο των χρονικών μεταβλητών κίνησης αφορά τη σύγκριση της συνθήκης ηρεμίας με τη συνθήκη μείωσης της ρυθμικής συχνότητας κατά 20% του προτιμώμενου ρυθμού. Στο Γράφημα 4.7. παρατίθενται τα 3 διαγράμματα της μέσης ατομικής μεταβλητότητας για κάθε μία από τις 3 χρονικές μεταβλητές κίνησης. Τα δεδομένα αυτά παρουσιάζονται και στο Γράφημα 4. 8. για ευκολότερη συγκριτική επισκόπηση.



Γράφημα 4.6. Παρουσίαση των χωρικών (αριστερά) και των χρονικών (δεξιά) μεταβλητών για κάθε συνθήκη κίνησης.



Γράφημα 4.8. Διαγραμματική απεικόνιση των τιμών της μέσης ατομικής μεταβλητότητας των χρονικών μεταβλητών για τις 4 συνθήκες κίνησης.



Γράφημα 4.9. Διαγραμματική απεικόνιση της καταγραφόμενης μεταβλητότητας κίνησης των δοκιμαζομένων σε συλλογικό επίπεδο για κάθε χωρική μεταβλητή. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η μεταβλητότητα της συνθήκης κίνησης στον προτιμώμενο ρυθμό. Με πορτοκαλί χρώμα απεικονίζεται η συνθήκη κίνησης με ρυθμικό ακουστικό ερέθισμα ίσο με τον προτιμώμενο ρυθμό. Με γκρι απεικονίζεται η συνθήκη με ερέθισμα ταχύτητας 20% πάνω του προτιμώμενου και με κίτρινο η συνθήκη με ερέθισμα ταχύτητας 20% κάτω του προτιμώμενου.

Πίνακας 4.1. Παρουσίαση του δείκτη στατιστικής σημαντικότητας p value για την ενδοξευγική σύγκριση της ατομικής μεταβλητότητας (CV%) των χρονικών μεταβλητών μεταξύ των τεσσάρων συνθηκών κίνησης. 1= ελεύθερα προτιμώμενη, 2 = υπό ακρόαση ρυθμικής ταχύτητας ίσης με της ελεύθερα προτιμώμενης, 3 = υπό ακρόαση ρυθμικής ταχύτητας αυξημένης κατά +20% της προτιμώμενης, 4 = υπό ακρόαση ρυθμικής ταχύτητας μειωμένης κατά -20% της ελεύθερα προτιμώμενης.

Ζεύγη Σύγκρισης	Διάρκεια κύκλου κίνησης	Φάση Ανόδου	Φάση Καθόδου
1 vs 2	0.664	0.134	0.128
1 vs 3	0.097	0.357	0.291
1 vs 4	0.001	0.001	0.008
2 vs 3	0.174	0.588	0.947
2 vs 4	0.112	0.963	0.691
3 vs 4	0.277	0.671	0.565

Για τον έλεγχο της μεταβλητότητας των χωρικών μεταβλητών πραγματοποιήθηκε κανονικοποίηση των τιμών προκειμένου κάθε μεταβλητή στη συνθήκη ηρεμίας για κάθε δοκιμαζόμενο, να ισούται με 1. Από αυτό τον έλεγχο παρατηρήθηκε σημαντική στατιστική διαφορά στις ενδοξευγικές συγκρίσεις μεταξύ συνθηκών ηρεμίας και συνθήκης κάποιου ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος αλλά όχι μεταξύ των ρυθμικών ερεθισμάτων, όπως φαίνεται και στο [Γράφημα 4.9](#). Οι στατιστικές διαφορές παρουσιάζονται στον [Πίνακα 4.1](#), όπου γίνεται σύγκριση τόσο μεταξύ όλων των συνθηκών κίνησης, όσο και μεταξύ των συνθηκών κίνησης υπό ακρόαση κάποιου ρυθμικού ερεθίσματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

Συζήτηση

5.1. Σύγκριση ατομικών δεδομένων

Η ανάλυση των ατομικών δεδομένων παρουσίασε μεγάλη ποικιλομορφία ως προς τις καταγραφόμενες τιμές, ιδιαίτερα στο πεδίο της επίδρασης ορισμένης συνθήκης στην εκτέλεση της επιβαλλόμενης άσκησης. Όπως βλέπουμε και στο [Γράφημα 4.2](#), το προφίλ των χωρικών χαρακτηριστικών της κίνησης είναι διαφορετικό για κάθε υποκείμενο με τις τιμές της τυπικής απόκλισης των 9 συνόλων δεδομένων να υποδεικνύουν διαφορετικό βαθμό επίδρασης της κάθε συνθήκης κίνησης στο εκάστοτε υποκείμενο. Η παρατηρούμενη αστάθεια της παρατηρούμενης μορφής κίνησης σε ορισμένες περιπτώσεις πιθανόν να οφείλεται στην έλλειψη συγκέντρωσης του υποκειμένου στο εκτελούμενο έργο και πιθανόν να εξαρτάται από τον επιλεγόμενο ρυθμό εκτέλεσης της κίνησης, την ικανότητα του ατόμου να ακολουθήσει το ρυθμικό άκουσμα καθώς και στη νευρολογική κατάσταση του υποκειμένου κατά τη διάρκεια λήψης των μετρήσεων ([Κλεισούρας, 2016](#)).

5.2. Σύγκριση δεδομένων σε ομαδικό επίπεδο

Τα συνολικά στοιχεία που εξάγονται από την ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων οδηγούν σε μία απόδειξη πως η εκτέλεση της άσκησης υπό ακρόαση οποιουδήποτε ρυθμικού ερεθίσματος επηρεάζει το κινητικό πρότυπο. Όσον αφορά τα χρονικά χαρακτηριστικά της κίνησης, η διάρκεια του κύκλου κίνησης επηρεάζεται με αναμενόμενο τρόπο από την εισαγωγή ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος στην πειραματική διαδικασία. Από την άλλη, ενδιαφέρον παρουσιάζει η ποσοστιαία σχέση των χρόνων ανόδου και καθόδου στη συνολική διάρκεια του κύκλου. Η μεγαλύτερη διάρκεια που καταλαμβάνει ο χρόνος ανόδου είναι πιθανό να οφείλεται στη δύναμη της βαρύτητας που πρέπει να υπερνικήσει το εκάστοτε υποκείμενο.

Από τα διαγράμματα της χρονικής μεταβλητότητας επιβεβαιώθηκε η υπόθεση ότι ο χρονικός εξαναγκασμός με την κίνηση υπό ακρόαση ενός ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος θα επιφέρει αλλαγή του κινητικού προτύπου ανάλογα με το επιλεγόμενο ρυθμικό ερέθισμα. Με άλλα λόγια, στις συνθήκες κίνησης ρυθμικού ερεθίσματος μικρότερης και μεγαλύτερης συχνότητας τα υποκείμενα μετέβαλλαν το κινητικό τους πρότυπο, συμβαδίζοντας με τον επιβαλλόμενο ρυθμό.

Όσον αφορά την υπόθεση ότι τα ρυθμικά ερεθίσματα και οι ταχύτερες, ως προς τον προτιμώμενο ρυθμό κίνησης, συχνότητες θα επιφέρουν μειωμένη μεταβλητότητα της κίνησης,

αυτή δεν επιβεβαιώθηκε. Όπως φαίνεται και από τις ενδοζευγικές συγκρίσεις μεταξύ των συνθηκών κίνησης, δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0.05$) στην μεταβλητότητα της κίνησης όταν έγινε σύγκριση μεταξύ των ρυθμικών ερεθισμάτων όσων αφορά την επίδρασή τους στη χωρική μεταβλητότητα, ενώ ο έλεγχος μείωσης της μεταβλητότητα της κίνησης υπό ακρόαση κάποιου ρυθμικού ερεθίσματος παρουσίασε αντίθετα αποτελέσματα, με την μεταβλητότητα να αυξάνεται σε κάθε συνθήκη πέραν του προτιμώμενου ρυθμού. Η απουσία σημαντικών αποτελεσμάτων όσων αφορά την επίδραση ταχύτερου ή πιο αργού ρυθμού στην κίνηση μπορεί να εξηγηθεί και από την αδυναμία ταύτισης του παρόντος πειράματος με την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Όπως βλέπουμε σε σχετικές έρευνες (Styns et al., 2007; Etani, Marui, Kawase & Keller, 2018), η επιλεγόμενη ρυθμική συχνότητα ξεπερνούσε τους 100 κτύπους το δευτερόλεπτο. Αυτή η ταχύτητα δεν προσεγγίστηκε από κάποιον από τους δοκιμαζόμενους του πειράματος, οπότε μπορούμε να υποθέσουμε πως μία αναπροσαρμογή του πειράματος με πιο κατευθυντήριες, ως προς τον ελεύθερο ρυθμό, οδηγίες μπορούν να μας παρέχουν μια πιο σαφή εικόνα της επίδρασης των διαφορετικών ρυθμικών ερεθισμάτων στην εκτέλεση της εκάστοτε κίνησης.

5.3. Περιορισμοί εργασίας

Βασικός περιορισμός της εργασίας είναι η έλλειψη εξοικείωσης των δοκιμαζομένων με την δοκιμασία. Η ακρόαση οποιουδήποτε ερεθίσματος είναι κάτι το οποίο πρέπει να επεξεργαστεί από τον εγκέφαλο πριν να αποδοθεί σε μία κινητική μορφή, και αυτή η επεξεργασία είναι πολύ πιθανό να κατέχει σημαντικότερο ρόλο στο παρόν πείραμα συγκριτικά με την κίνηση καθαυτή. Ο περιορισμός αυτός είναι δύσκολο να απαλειφτεί στο χρονικό περιθώριο στο οποίο δοκιμάζεται ο εκάστοτε δοκιμαζόμενος, δηλαδή στις 15 επαναλήψεις των τεσσάρων συνθηκών κίνησης. Ο μικρός αριθμός των δοκιμαζομένων είναι ένα άλλο στοιχείο το οποίο μπορεί να επιφέρει μη ολοκληρωμένα αποτελέσματα, σχετικά με το θέμα που πραγματευόμαστε. Τέλος η έλλειψη πιο εξειδικευμένου υλικού όπως αισθητήρες που θα τοποθετούνται πάνω στον δοκιμαζόμενο είναι ένας περιορισμός που πιθανόν να μας δίνει διαφορετικά αποτελέσματα από τα ακριβή στοιχεία που είναι δυνατόν να καταγραφούν.

5.4 Συμπεράσματα

Από την εκπόνηση της παρούσας έρευνας γίνεται φανερό ότι η ακρόαση ενός ηχητικού ερεθίσματος επιδρά στην εκτέλεση ενός κινητικού προτύπου. Τα αποτελέσματα που εξάγονται κάνουν φανερή την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα σχετικά με το συγκεκριμένο θέμα. Η εξοικείωση κάθε δοκιμαζόμενου με το ηχητικό ερέθισμα είναι η βασική πρόταση που μπορεί να

εξαχθεί από τα αποτελέσματα ενώ θα μπορούσε να γίνει και σύγκριση μεταξύ δοκιμαζομένων, όπως σχετιζόμενοι με το ρυθμό (π.χ. μουσικοί) και μη σχετιζόμενοι (Coorevits, Moelants, Maes & Leman, 2017). Τα αποτελέσματα της έρευνας, σε αθλητικό επίπεδο, και όχι μόνο, μεταφράζονται ως επίδραση της μουσικής στην κίνηση ανάλογα με το ρυθμό της. Είναι λοιπόν πιθανό, αν μπορέσουμε να επαναλάβουμε σε μελλοντικό επίπεδο το πείραμά μας χρησιμοποιώντας κατευθείαν τα στοιχεία με τα οποία είναι ήδη εξοικειωμένοι οι δοκιμαζόμενοι, όπως είναι ένα είδος μουσικής, να μπορέσουμε να καταλήξουμε σε ακόμη πιο σημαντικές μεταβολές των αποτελεσμάτων και μάλιστα σε σχέση με την αξία της διαφοράς στην συχνότητα του επιβαλλόμενου ρυθμού ακρόασης.

Βιβλιογραφία

- Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., Cowley, P. M., & Canadian Society for Exercise Physiology (2010). Canadian Society for Exercise Physiology Position Stand: The Use of Instability to Train the Core in Athletic and Nonathletic Conditioning. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme*, 35(1), 109–112. <https://doi.org/10.1139/H09-128>
- Coorevits, E., Moelants, D., Maes, P.-J., & Leman, M. (2019). Exploring the Effect of Tempo Changes on Violinists' Body Movements. *Musicae Scientiae*, 23(1), 87–110. <https://doi.org/10.1177/1029864917714609>
- Crossley-Holland, P. (2022, January 31). Rhythm. Ανακτήθηκε από: Encyclopedia Britannica στις 18 Ιουλίου 2022. <https://www.britannica.com/art/rhythm-music>
- Etani, T., Marui, A., Kawase, S., & Keller, P. E. (2018). Optimal Tempo for Groove: Its Relation to Directions of Body Movement and Japanese nori. *Frontiers in Psychology*, 9, 462. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00462>
- Gabrielsson, A. (2001, January 1). Timing in music performance and its relations to music experience. OUP Academic; academic.oup.com. <https://academic.oup.com/book/8555/chapter-abstract/154423465?redirectedFrom=fulltext>
- Gonzalez-Sanchez, V. E., Zelechowska, A., & Jensenius, A. R. (2018). Correspondences Between Music and Involuntary Human Micromotion During Standstill. *Frontiers in Psychology*, 9, 1382. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01382>
- Harding, E. E., Sammler, D., Henry, M. J., Large, E. W., & Kotz, S. A. (2019). Cortical Tracking of Rhythm in Music and Speech. *NeuroImage*, 185, 96–101. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.10.037>

- Καραβοκύρου, Ευδοκία. (2019). Η χρήση του ρυθμού στην βελτίωση της κινητικότητας σε ασθενείς με νευρολογικές παθήσεις (αδημοσίευτη πτυχιακή διατριβή). Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας. Σχολή Επαγγελματιών Υγείας και Πρόνοιας. Τμήμα Φυσικοθεραπείας
<http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/7574/%CE%9A%CE%91%CE%A1%CE%91%CE%92%CE%9F%CE%9A%CE%A5%CE%A1%CE%9F%CE%A5%20.pdf>
- Karageorghis, C. I., & Jones, L. (2014). On the Stability and Relevance of the Exercise Heart Rate–Music–Tempo Preference Relationship. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(3), 299–310. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.08.004>
- Karageorghis, C. I. (2017). Applying music in exercise and sport. United States of America: Human Kinetics
- Κλεισούρας, Β. (2016). Εργοφυσιολογία. Broken Hill Publishers Ltd.
- Large, E. W., & Snyder, J. S. (2009). Pulse and Meter as Neural Resonance. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169, 46–57. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04550.x>
- Lonsdale, A. J., & North, A. C. (2011). Why do we listen to music? A uses and gratifications analysis. *British Journal of Psychology (London, England: 1953)*, 102(1), 108–134. <https://doi.org/10.1348/000712610X506831>
- Markell, J. (2015, August 4). Can Listening to Music Improve Your Workout? | National Center for Health Research. National Center for Health Research; www.center4research.org; <https://www.center4research.org/can-listening-music-improve-workout/>
- Mårup, S. H., Møller, C., & Vuust, P. (2022). Coordination of voice, hands and feet in rhythm and beat performance. *Scientific Reports*, 12(1), 8046. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11783-8>
- Nozaradan S. (2014). Exploring how musical rhythm entrains brain activity with electroencephalogram frequency-tagging. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 369(1658), 20130393. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0393>
- Okada, T., Huxel, K. C., & Nesser, T. W. (2011). Relationship between core stability, functional movement, and performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 252–261. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b22b3e>

- Παντελή, Α. (n.d.). Τι είναι ο κirkάδιος ρυθμός και πώς μας επηρεάζει; Retrieved July 16, 2022, from Enallaktiko. Gr; [www.enallaktiko.gr. https://www.enallaktiko.gr/blogs/blog/circadian-rhythm](https://www.enallaktiko.gr/blogs/blog/circadian-rhythm)
- Patrick, T., & Anderson, R.B. (2021). The influence of auditory rhythms on the speed of inferred motion. *Attention, Perception & Psychophysics*. <https://doi.org/10.3758/s13414-021-02364-4>
- Pohl, T., Brauner, T., Wearing, S., & Horstmann, T. (n.d.). Redirecting. Retrieved August 24, 2022 from Redirecting; doi.org. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.07.019>
- Stegemöller, E. L., Tatz, J. R., Warnecke, A., Hibbing, P., Bates, B., & Zaman, A. (2018). Influence of Music Style and Rate on Repetitive Finger Tapping. *Motor Control*, 22(4), 472–485. <https://doi.org/10.1123/mc.2017-0081>
- Stergiou, N. (2004). Innovative analyses of human movement. *Analytical tools for human movement research*. United States of America: Human Kinetics
- Styns, F., van Noorden, L., Moelants, D., & Leman, M. (2007). Walking on music. *Human Movement Science*, 26(5), 769–785. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2007.07.007>
- Todd, N. P., Lee, C. S., & O'Boyle, D. J. (2002). A sensorimotor theory of temporal tracking and beat induction. *Psychological Research*, 66(1), 26–39. <https://doi.org/10.1007/s004260100071>
- Variability. (2020, November 18) Ανακτήθηκε στις 19 Ιουλίου από Investopedia.com <https://www.investopedia.com/terms/v/variability.asp>
- Widmaier, E., Raff, H. & Strang, K. (2016). *Vander's Φυσιολογία του ανθρώπου. Οι μηχανισμοί του σώματος*. Nicosia: Broken Hill Publishers LTD
- Winkler, I., Háden, G. P., Ladinig, O., Sziller, I., & Honing, H. (2009). Newborn infants detect the beat in music. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(7), 2468–2471. <https://doi.org/10.1073/pnas.0809035106>
- Χωροχρόνος. 2022. Ανακτήθηκε 18 Ιουλίου 2022 από Wikipedia.org <https://el.wikipedia.org/wiki/Χωροχρόνος>

Παράρτημα

- Δήλωση συναίνεσης συμμετοχής
- Πρωτόκολλο διαδικασίας μέτρησης
- Απόφαση Επιτροπής Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής Σ.Ε.Φ.Α.Α., Ε.Κ.Π.Α
- **Πίνακας Α.1.** Συγκριτική απεικόνιση του εύρους τιμών των συνολικών αποτελεσμάτων των χωρικών μεταβλητών για τα 9 υποκείμενα σε μορφή boxplot



ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος Εργασίας: «Επίδραση Ρυθμικού Ακουστικού Ερεθίσματος στη Χωροχρονική Μεταβλητότητα Μονοαρθρικών Κινήσεων»*

* εκ των υστέρων ο τίτλος διαμορφώθηκε σε: «ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΡΥΘΜΙΚΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΜΟΝΟΑΡΘΡΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ»

Η έρευνα γίνεται υπό την επίβλεψη της Καθηγήτριας Αθλητικής Βιομηχανικής κας. Ρουσάνογλου Ελισσάβετ (erousan@phed.uoa.gr)

Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της έρευνας είναι να ελέγξει την επίδραση της περιόδου του ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος στη χωροχρονική μεταβλητότητα της μονοαρθρικής κίνησης «Απαγωγή Άνω Άκρου».

Διαδικασία μέτρησης

Δείγμα

10-15 φυσικά δραστήρια ενήλικα άτομα ηλικίας 15-30 ετών (άνδρες ή γυναίκες).

Κριτήρια Επιλογής:

Καλή λειτουργικότητα των άνω άκρων, φυσιολογική κινητικότητα στην άρθρωση του ώμου, χωρίς ιστορικό μυοσκελετικής κάκωσης τους τελευταίους 6 μήνες.

Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων.

Οι δοκιμαζόμενοι θα πραγματοποιήσουν 15 επαναλήψεις απαγωγής του δεξιού άνω άκρου σε 4 συνθήκες συχνότητας κίνησης ως εξής (1 προσπάθεια των 15 κύκλων κίνησης σε κάθε συχνότητα κίνησης): α) στην προτιμώμενη συχνότητα και εύρος κίνησης β) με ακρόαση ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος (μετρονόμος) με περίοδο ίση με τη διάρκεια του κύκλου κίνησης κατά την προτιμώμενη συχνότητα, γ) με ακρόαση ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος (μετρονόμος) του οποίου η περίοδος θα έχει οριστεί στο συν 20% (+20%) της προτιμώμενης συχνότητας κίνησης και δ) με ακρόαση ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος (μετρονόμος) του οποίου η περίοδος θα έχει οριστεί στο μείον 20% (-20%) της προτιμώμενης συχνότητας κίνησης.

Πριν από την προσπάθεια κάθε συνθήκης συχνότητας κίνησης θα δίνεται μία προσπάθεια εξοικείωσης.

Κατά την εκτέλεση των διαδοχικών απαγωγών του άνω άκρου, θα δίνεται η οδηγία η κίνηση να προέρχεται από την ωμική ζώνη με τον κορμό να διατηρείται ακίνητος.

- Κάθε προσπάθεια θα βιντεοσκοπείται στο μετωπιαίο επίπεδο για την εξαγωγή των χρονικών και χωρικών κινηματικών δεδομένων (Βιντεοκάμερα Mirrorless Sony a5000 Kit16-50mm (συχνότητα δειγματοληψίας 25Hz)
- Θα χρησιμοποιηθεί ηλεκτρονικός μετρονόμος για τη ρύθμιση του ακουστικού ερεθίσματος.

3. Ενδεχόμενοι κίνδυνοι:

Δεν υπάρχουν ενδεχόμενοι κίνδυνοι

- **Οφέλη:**

Η συμμετοχή σας στην έρευνα είναι εθελοντική και δεν θα υπάρξουν προσωπικά οφέλη.

5. Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων

Η συμμετοχή σας στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείτε με την μελλοντική δημοσίευση των ερευνητικών αποτελεσμάτων (διαλέξεις, μαθήματα, συνέδρια, ημερίδες επιστημονικού ή εκπαιδευτικού χαρακτήρα), με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Το υλικό αποθηκεύεται στον προσωπικό υπολογιστή του κύριου ερευνητή. Στα δεδομένα έχουν πρόσβαση αποκλειστικά ο κύριος ερευνητής και η επιβλέπουσα της πτυχιακής εργασίας. Τα δεδομένα δεν παρουσιάζονται με το πλήρες ονοματεπώνυμο αυτών αλλά με κωδικοποίηση της μορφής S01, S02 κλπ. όπου S το αρχικό της λέξης Subject. Διευκρινίζεται ότι η προβολή σε παρουσίαση ή συμπερίληψη σε κείμενο φωτογραφιών ή και αποσπασμάτων/στιγμιότυπων εικονοσκόπησης) θα γίνει τηρώντας την αρχή της ανωνυμίας, με απόκρυψη του προσώπου τους ΚΑΙ των προσωπικών τους στοιχείων.

7. Ελευθερία συναίνεσης:

Η συμμετοχή σας στην παρούσα έρευνα είναι εντελώς εθελοντική με σκοπό να βοηθήσει στη συλλογή πληροφοριών για την παραγωγή καινούριας γνώσης. Είστε ελεύθερος-η να μην συναινέσετε ή να αποσύρετε τη συμμετοχή σας και να αποχωρήσετε, σε οποιοδήποτε στάδιο των μετρήσεων, χωρίς να χρειαστεί να δικαιολογήσετε την απόφασή σας.

8. Πληροφορίες:

Μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις για οτιδήποτε αφορά το σκοπό και τη διαδικασία της έρευνας. Για οποιαδήποτε αμφιβολία μπορείτε να απευθυνθείτε στον κύριο ερευνητή, είτε στην επιβλέπουσα καθηγήτρια.

9. Δήλωση συναίνεσης:

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω, δηλώνω υπεύθυνα ότι συμμετέχω με την βούληση μου στη συγκεκριμένη προπτυχιακή ερευνητική εργασία και αποδέχομαι να συμμετάσχω στις δοκιμασίες που προβλέπονται από το πρωτόκολλο της έρευνας.

Ημερομηνία.....

Ονοματεπώνυμο και υπογραφή συμμετέχοντα -ουσας:

.....
Υπογραφή υπεύθυνης έρευνας

.....
Υπογραφή κύριου ερευνητή

ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗ για λήψη φωτογραφιών και εικονοσκόπησης (βιντεογράφηση).

Να συμπληρωθεί ΣΥΝΑΙΝΩ ή ΔΕ ΣΥΝΑΙΝΩ

Δηλώνω ότιγια τη λήψη φωτογραφιών μου κατά τη διαδικασία συλλογής δεδομένων και την προβολή αυτών σε παρουσίαση μέσω διαφανειών ή τη συμπερίληψή τους στο κείμενο της εργασίας υπό την προϋπόθεση της τήρησης της αρχής της ανωνυμίας.

ΥΠΟΓΡΑΦΗ:

Δηλώνω ότιγια την πραγματοποίηση εικονοσκόπησης (βιντεογράφησης) μου κατά τη διαδικασία συλλογής δεδομένων και την προβολή αυτών, αποσπασμάτων ή στιγμιότυπων αυτών, σε παρουσίαση μέσω διαφανειών ή τη συμπερίληψή τους στο κείμενο της εργασίας υπό την προϋπόθεση της τήρησης της αρχής της ανωνυμίας.

ΥΠΟΓΡΑΦΗ:

**ΕΓΚΡΙΣΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ Σ.Ε.Φ.Α.Α., Ε.Κ.Π.Α**



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ

Δάφνη, Τετάρτη, 20 Απριλίου 2022

Αριθμός πρωτοκόλλου έγκρισης: 1381/20-04-2022

Αγαπητέ κύριε *Κοντόπουλε*,

Η εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής γωγής και Αθλητισμού, στη συνεδρίασή της στις 20-04-2022 εξέτασε την αίτησή σας από 26-05-1999, με τίτλο “**Επίδραση ρυθμικού ακουστικού ερεθίσματος στη χωροχρονική μεταβλητότητα μονοαρθρικών κινήσεων**” και αποφάσισε ότι η μελέτη εγκρίνεται με την προϋπόθεση να μειωθεί ελαφρώς η έκταση του εντύπου ενημέρωσης/συγκατάθεσης, ιδιαίτερα στην ενότητα "Δείγμα".

Ο συντονιστής της Επιτροπής

*

Γρηγόρης Μπογδάνης,

Καθηγητής ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ

*Η υπογραφή έχει τεθεί επί του πρωτοτύπου που τηρείται στη Γραμματεία της Επιτροπής

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Κωδικός ατόμου.....

Επώνυμο Όνομα

Ηλικία

Ημερομηνία μέτρησης

Ανθρωπομετρικά

Σωματική μάζα(κ.)	
Σωματικό ανάστημα(εκ.)	
Μήκος δεξιού βραχίονα(εκ.)	
4. Μήκος ώμου-καρπού	

Καταγραφή δοκιμασιών

Εκτελούνται 4 προσπάθειες απαγωγής του δεξιού άκρου χεριού:

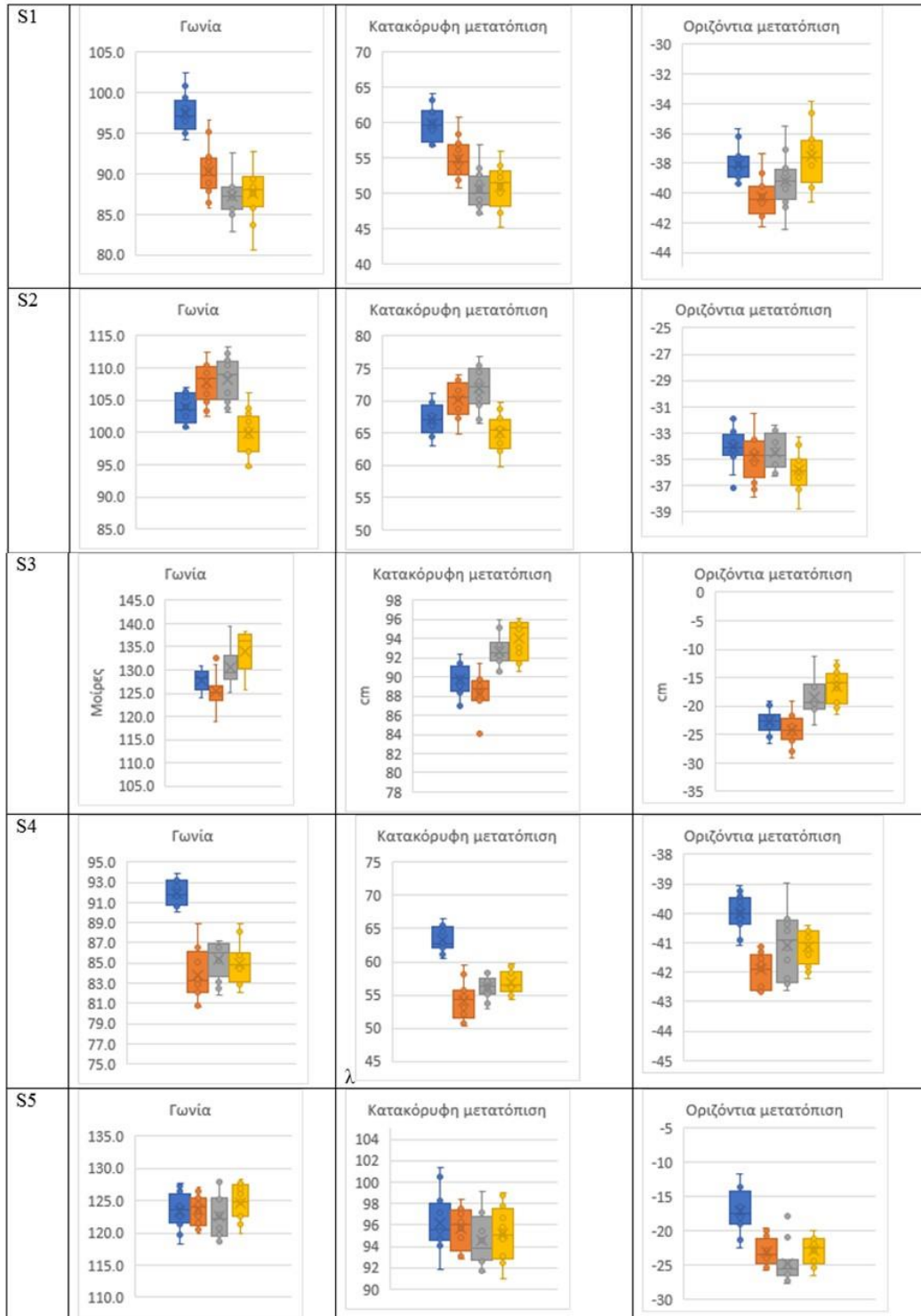
- Στον επιλεγόμενο από τον δοκιμαζόμενο, ρυθμό κίνησης:
- Στον ίδιο ρυθμό κίνησης, με την συνοδεία ηλεκτρονικού μετρονόμου
- Σε ρυθμό είκοσι τις εκατό(20%) πιο αργά από τον επιλεγόμενο ρυθμό κίνησης
- Σε ρυθμό είκοσι τις εκατό(20%) πιο γρήγορα από τον επιλεγόμενο ρυθμό κίνησης

Από τα δεδομένα μετριοούνται ο μέσος όρος και η κάθετη και οριζόντια μεταβλητότητα στη μετατόπιση του βραχίονα(με σημείο στον καρπό) ανάμεσα στις επαναλήψεις, ο χρόνος ανόδου και καθόδου στην κίνηση καθώς και η γωνιακή μεταβλητότητα(καρπός-ώμος-ισχίο) στο ανώτερο σημείο της κίνησης. Τα σημεία μέτρησης επισημαίνονται από έγχρωμη ένδειξη(αυτοκόλλητο) στο σώμα του δοκιμαζόμενου. Κάθε δοκιμαζόμενος πρέπει να διατηρεί τον κορμό σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια της μέτρησης με το βλέμμα του να εστιάζει στην κάμερα.

Για κάθε προσπάθεια θα εκτελούνται 15 επαναλήψεις και μία δοκιμαστική προσπάθεια 5-6 επαναλήψεων πριν ξεκινήσει η μέτρηση. Ανάμεσα στις προσπάθειες θα εκτελείται 1' διάλειμμα.

Γράφημα ΠΑΡ-1. Συγκριτική απεικόνιση του εύρους τιμών των συνολικών αποτελεσμάτων των χωρικών μεταβλητών για τα 9 υποκείμενα σε μορφή boxplot

Με μπλε, πορτοκαλί, γκρι και κίτρινο χρώμα απεικονίζονται, αντίστοιχα, τα διαγράμματα των μετρήσεων που αντιστοιχούν σε κίνηση του υποκειμένου στην προσωπικά επιλεγόμενη ρυθμική ταχύτητα κίνησης, σε κίνηση υπό ακρόαση της εκάστοτε επιλεγμένης ρυθμικής περιόδου, σε κίνηση υπό ακρόαση ρυθμικής ταχύτητας αυξημένης κατά 20% της επιλεγόμενης και υπό ακρόαση ρυθμικής ταχύτητας μειωμένης κατά 20% της επιλεγόμενης.



S6	<p>Γωνία</p>	<p>Κατακόρυφη μετατόπιση</p>	<p>Οριζόντια μετατόπιση</p>
S7	<p>Γωνία</p>	<p>Κατακόρυφη μετατόπιση</p>	<p>Οριζόντια μετατόπιση</p>
S8	<p>Γωνία</p>	<p>Κατακόρυφη μετατόπιση</p>	<p>Οριζόντια μετατόπιση</p>
S9	<p>Γωνία</p>	<p>Κατακόρυφη μετατόπιση</p>	<p>Οριζόντια μετατόπιση</p>