ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ & ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ανθρωπομετρικό-Δυναμική Σχέση Λαβής του χεριού και Απόδοσης σε διάφορα κτυπήματα τη Αντισφαίρισης»

Ιωάννα Τσιάρα

Α.Μ.: 201700133

Επιβλέπων Καθηγητής: Κωνσταντίνος Μπουντόλος

ΙΟΥΛΙΟΣ 2021

© Copyright
Ιωάννα Τσιάρα
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

«Ανθρωπομετρικό-Δυναμική Σχέση Λαβής του χεριού και Απόδοσης σε διάφορα κτυπήματα τη Αντισφαίρισης»

Περίληψη

Εισαγωγή: Η τεχνική βελτίωση στην αντισφαίριση είναι ερευνητικά ενδιαφέρουσα, συνδυάζοντας την ανθρωπομετρική απεικόνιση του χεριού και τη δύναμης λαβής. Οι αδρανειακοί αισθητήρες ενσωματωμένοι στη ρακέτα εξασφαλίζουν την κινηματική της τεχνικής του χεριού σε διάφορα κτυπήματα. Σκοπός της εργασίας ήταν να εξεταστεί η σχέση μεταξύ της ανθρωπομετρικής απεικόνισης και της δύναμης του χεριού λαβής της ρακέτας, όπως και μεταξύ της ταχύτητας και απόδοσης σε διάφορα κτυπήματα της αντισφαίρισης.

Μέθοδος: Δέκα (10) άνδρες μέσης χρον. ηλικίας 28.4 ± 4.72 χρόνων, εμπειρίας 6.5 μηνών, μάζας 84.9 ± 9.2 kg, αναστήματος 182.6 ± 5.7 cm και BMI 25.4 ± 1.6 εκτέλεσαν ο καθένας δέκα (10) προσπάθειες σε τρία (3) είδη κτυπημάτων (1_FOREHAND, 2_BACKHAND & 3_SERVE) με ρακέτα, όπου σ' αυτή είχε ενσωματωθεί αισθητήρας Head Tennis Sensor by Zepp, με μάζα & διαστάσεις και βάρος (7gr, 3,5(π) x 2,7(μ) x 1,5(υ) cm). Η σύνδεση γίνονταν μέσω Bluetooth σε κινητό τηλέφωνο, μέσω εφαρμογής «HEAD Tennis Sensor». Επίσης, με την αποτύπωση της δεξιάς παλάμης του χεριού καταγράφηκαν 13 επιμήκεις διαστάσεις και με το χειροδυναμόμετρο Takei Scientific Instruments Co, LTD μετρήθηκε η δύναμη λαβής του ίδιου χεριού (4 προσπάθειες). Με την περιγραφική στατιστική και την ανάλυση συσχέτισης κατά Pearson ($p < .05$) επεξεργάστηκαν τα αποτελέσματα.

Αποτελέσματα: Οι μέσες ταχύτητες (km/h) μετατράπηκαν σε m/s και για τρία κτυπήματα και εμφάνισαν τιμές (1_F - 26.3±1.5), 2_B – 24.8 ± 1.2 & 3_S – 29.7±2.9) και συντελεστές μεταβλητότητας να κυμαίνονται μεταξύ 4.9 & 9.8%. Η δύναμη λαβής (kgf) μετατράπηκε σε μονάδες Newton και βρέθηκε στα 426.0 ± 98.7 N, με συντελεστή μεταβλητότητας 23.2%. Όλες οι ανθρωπομετρικές επιμήκεις διαστάσεις έδειξαν πλήρη ομοιογένεια και κυμάνθηκαν μεταξύ 4.9 και 13.9%. Οι σχέσεις μεταξύ της ταχύτητας της ρακέτας στα τρία (3) είδη κτυπημάτων διαφέρουν μεταξύ των δύο πρώτων και του 3ου κτυπήματος. Ειδικότερα, οι σημαντικές συσχετίσεις >0.500 σε πλήθος 45 στο 1ο κτύπημα είναι 14 (31.1%), στο 2ο κτύπημα 12 (26.7%), ενώ στο 3ο κτύπημα είναι 34 (75.5%). Σε πλήθος 78 συσχετίσεων μεταξύ των ανθρωπομετρικών δεικτών οι 28 ήταν σημαντικές >0.500 (35.9%), ενώ οι συσχετίσεις μεταξύ των προσπαθειών της δύναμης λαβής ήταν όλες σημαντικές >0.900.

Συζήτηση/Συμπέρασμα: Είναι προφανής η ιδιαιτερότητα των αλληλο-συσχετίσεων μεταξύ της τεχνικής των 3 κτυπημάτων, όπως και της ανθρωπομετρικής-δυναμικής του χεριού για την αντισφαίριση, γεγονός που δείχνει την τάση εξοικείωσης των αρχάριων στο άθλημα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη……..…….3
Πίνακας Περιεχομένων……..……5
Παράρτημα Ι……..……..37
Παράρτημα ΙΙ…….……..39
Παράρτημα ΙΙΙ……..40
Παράρτημα IV……..48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ……....……7
1.1 Γενικά για το άθλημα……...8
1.2 Ορισμός του προβλήματος……..8
1.3 Σκοπός της εργασίας……9
1.4 Σημασία της έρευνας……9
1.5 Ερευνητικά ερωτήματα……9
1.6 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας……..9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ……...……11
2.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά χεριού……11
2.2. Δύναμη λαβής του χεριού……...……..13
2.3. Αισθητήρες καταγραφής της κίνησης και απόδοση……..15
2.4. Τεχνικές ικανότητες στην αντισφαίριση……...17
2.5 Βιβλιογραφική Σύνοψη……19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ……20
3.1 Δείγμα ……20
3.2. Όργανα & εξοπλισμός……...20
3.2.1 Μέτρηση Ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών…….…21
3.2.2 Μέτρηση δύναμης λαβής του άκρου χεριού……21
3.2.3. Μέτρηση με αισθητήρα κίνησης τεχνικών χαρακτηριστικών……..21
3.3. Διαδικασία μετρήσεων……..23
3.3.1. Διαδικασία μετρήσεων ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών……..23
3.3.2. Διαδικασία μέτρησης δύναμης της λαβής του χεριού……..24
3.3.3. Διαδικασία μέτρησης ταχύτητας της μπάλας……...25
3.4. Στατιστική ανάλυση……..25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ…….26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ……30

5.1. Δύναμη λαβής και Ταχύτητα Ρακέτας……..30

5.2. Ανθρωπομετρικοί Δείκτες Άκρου Χεριού & Σχέση με Δύναμη λαβής και Ταχύτητα Ρακέτας…….31

5.3. Συμπέρασμα και Προτάσεις……..32

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ……....37

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Εισαγωγή

1.1. Γενικά για το άθλημα

Η πρώτη εμφάνιση παιχνιδιών με μπάλα χρονολογείται το 2000 π.Χ. στην Αίγυπτο ενώ οι ιστορικοί αναφέρουν ψυχαγωγικά παιχνίδια με μπάλα τόσο στην αρχαία Ελλάδα όσο και στην αρχαία Ρώμη. Το σημερινό άθλημα της αντισφαίρισης φαίνεται να είναι απόγονος του παιχνιδιού jeu de paume (παιχνίδι παλάμης) που έπαιζαν οι μοναχοί τον 12ο αιώνα. Στην συνέχεια το άθλημα μεταφέρθηκε στις πόλεις και οι ευγενείς το εξέλιξαν στην σημερινή του μορφή τον 16ο αιώνα.

Το άθλημα της αντισφαίρισης διεξάγεται σε διαφορετικές επιφάνειες γηπέδου (χωμάτινη, σκληρή, τάπητας, γρασίδι) με συγκεκριμένες διαστάσεις στο χώρο. Ο αγωνιστικός χώρος (δηλ. το γήπεδο) περιλαμβάνει την κεντρική και τη βασική γραμμή, τη γραμμή του σερβίς, την πλάγια γραμμή του μονού και του διπλού, το φιλέ (δίκτυ) που χωρίζει το γήπεδο σε δύο ίσα συμμετρικά μέρη.

Ο αθλητικός εξοπλισμός που απαιτείται για να διεξαχθεί ένας αγώνα είναι μία ρακέτα για κάθε παίκτη και ειδικές μπάλες. Όσον αφορά τους κανονισμούς η αντισφαίριση θεωρείται ένα από τα πιο αυστηρά αθλήματα καθώς ορίζει αυστηρά την ενδυμασία και τη συμπεριφορά του αθλητή, τη χρονική περίοδο κάθε διαλείμματος και τα πρωτόκολλα κάθε διοργάνωσης. Νικητής σε έναν αγώνα αναδεικνύεται αυτός που κερδίζει τους περισσότερους πόντους.

Βασικό στοιχείο που χαρακτηρίζει την αντισφαίριση είναι η τεχνική του καθώς θεωρείται άθλημα με υψηλές απαιτήσεις φυσικής κατάστασης και συνδυασμό ειδικών τεχνικών ενεργειών. Υπάρχουν τρεις βασικές δεξιότητες-κτυπήματα στην αντισφαίριση το forehand, το backhand και το serve (σερβίς). α) Το forehand είναι ένα χτύπημα που εκτελείται από την κυρίαρχη πλευρά του αθλητή με το κυρίαρχο χέρι. β) Το backhand είναι το χτύπημα που εκτελείται από την μη κυρίαρχη πλευρά του αθλητή με το κυρίαρχο χέρι είτε και με τα δύο χέρια. γ) Το serve (σερβίς) είναι το εναρκτήριο χτύπημα κατά το οποίο ο αθλητής πετάει τη μπάλα πάνω από το κεφάλι του και με το κυρίαρχο χέρι την ωθεί προς τον αντίπαλό του. Σε όλα τα χτυπήματα το σώμα έχει σημαντική συμβολή στη μεταφορά δύναμης πάνω στην μπάλα και με τη σωστή τεχνική αυτή αποκτά ταχύτητα, ικανή να αποτρέψει την επιτυχή αμυντική ενέργεια του αντιπάλου.

Κάθε τεχνική δεξιότητα στην αντισφαίριση χωρίζεται σε κύρια και δευτερεύουσα ενέργεια. Κύρια ενέργεια ονομάζεται αυτή που είναι χρονικά κοντά στην επαφή με την μπάλα (λίγο πριν, κατά την διάρκεια και λίγο μετά την επαφή) ενώ δευτερεύουσα όλη η υπόλοιπη δεξιότητα (αρχική και τελική φάση). Η κύρια ενέργεια πρέπει σε κάθε δεξιότητα να είναι ίδια σε όλους τους παίκτες ώστε να μην υπάρχει τραυματισμός και με την λιγότερη ενεργειακή δαπάνη να υπάρχει μέγιστη απόδοση. Στη δευτερεύουσα ενέργεια κάθε αθλητής βάζει το προσωπικό του στυλ ανάλογα με το σωματότυπό του, την τακτική που ακολουθεί και την προσωπικότητά του.

1.2. Ορισμός του προβλήματος

Στην αντισφαίριση η ταχύτητα της μπάλας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση του αθλητή, κατά τη διάρκεια ενός αγώνα. Για να αποκτήσει την απαραίτητη ταχύτητα απελευθέρωσης η μπάλα, είναι απαραίτητο ο αθλητής να μεταδώσει κινηματικά και κινητικά την ταχύτητα των επιμέρους μελών του σώματος και του άκρου χεριού τελικώς στη ρακέτα και κατ' επέκταση στο κτύπημα της μπάλας. Η κινηματική αυτή ακολουθία καταλήγει στη λαβή του χεριού, δηλαδή το σημείο του σώματος που έρχεται σε επαφή με τον εξοπλισμό (ρακέτα). Μία σχέση μεταξύ των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών της λαβής του χεριού και της δύναμης που εκδηλώσει σε συνδυασμό με την ταχύτητα την οποία αποκτά η μπάλα μετά την επαφή με τη ρακέτα, έχει ερευνητικό ενδιαφέρον. Σύμφωνα με τη μελέτη των John Cronin, Trent Lawton (2017)(4) η δύναμη και τα χαρακτηριστικά της λαβής του χεριού επηρεάζουν την απόδοση σε πολλά αθλήματα, όπως και το τένις. Αυτή την προσέγγιση προσπαθεί να εξετάσει η παρούσα εργασία, ειδικά σε αρχάριους ασκούμενους με την αντισφαίριση και να αξιολογηθεί ο ρόλος αυτής της σχέσης στην απόδοση του αθλήματος της αντισφαίρισης.

1.3. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι να εξεταστεί η σχέση μεταξύ των ανθρωπομετρικό-δυναμικών χαρακτηριστικών της λαβής του χεριού με την απόδοση σε διαφορετικές δεξιότητες (κτυπήματα) στην αντισφαίριση.

1.4. Σημασία της εργασίας

Με την εργασία αυτή γίνεται προσπάθεια να διερευνηθεί τυχόν σχέση μεταξύ ανθρωπομετρικών και δυναμικών χαρακτηριστικών της λαβής του χεριού σε αρχάριους παίκτες αντισφαίρισης, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να συμβάλουν στην καλύτερη κατανόηση και συμβολή στη βελτίωση της προπονητικής του αθλήματος.

1.5. Ερευνητικά ερωτήματα

Στην παρούσα μελέτη τέθηκαν τα εξής βασικά διερευνητικά ερωτήματα:

Α) Η δύναμη της λαβής του χεριού σχετίζεται και σε τι βαθμό με την ταχύτητα της ρακέτας σε παίκτες αντισφαίρισης;

Β) Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά της λαβής του χεριού σχετίζονται και σε τι βαθμό με την ταχύτητα της ρακέτας σε παίκτες αντισφαίρισης;

Γ) Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά της λαβής του χεριού σχετίζονται και σε τι βαθμό με τη δύναμη της λαβής του χεριού σε παίκτες αντισφαίρισης;

1.6. Περιορισμοί και οριοθετήσεις

Στην παρούσα μελέτη συμμετέχουν αθλητές αρχάριου επιπέδου, οι οποίοι ξεκίνησαν την ενασχόλησή τους με το άθλημα της αντισφαίρισης για ψυχαγωγικούς λόγους. Καθόλη τη διάρκεια των μετρήσεων τηρήθηκαν τα απαραίτητα μέτρα προστασίας κατά του Covid-19 που συνιστά η Γενική Γραμματεία Αθλητισμού, η

Ομοσπονδία Αντισφαίρισης Ελλάδος (Ε.Φ.Ο.Α) και η Πολιτική Προστασία. Κανένας συμμετέχων ή ερευνητικό πρόσωπο δεν νόσησε 20 μέρες πριν και κατά τη διάρκεια των μετρήσεων της μελέτης. Τα αποτελέσματα δεν μπορούν να γενικευτούν σε ευρύτερη κλίμακα και ειδικά σε διαφορετικά αγωνιστικά επίπεδα ή και ως προς το φύλο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

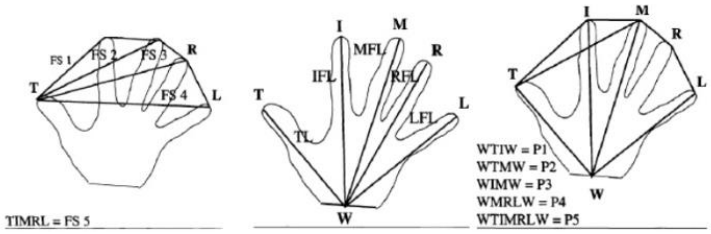
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται ένας βασικός σχολιασμός των ορισμένων επιστημονικών άρθρων που σχετίζονται με το ερευνητικό ερώτημα της παρούσας έρευνας, δηλαδή, κατά πόσο τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του άκρου χεριού, η δύναμη λαβής του χεριού, όπως και απόδοση των ασκούμενων μέσω της ταχύτητας της ρακέτας στα διάφορα κτυπήματα βρίσκεται σε μια αλληλοσυσχέτιση.

2.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά χεριού

Στη διεθνή βιβλιογραφία δεν υπάρχει σημαντικός αριθμός επιστημονικών άρθρων που να εξετάζουν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά της λαβής του χεριού. Ωστόσο ορισμένα από τα υπάρχοντα συσχετίζουν τις μετρήσεις του χεριού με τη δύναμη της λαβής.

Μία τέτοια μελέτη είναι των Ali Asghar Fallahi, Ali Akbar Jadidian (2011) (1) , στην οποία εξετάζεται η σχέση μεταξύ του μεγέθους και των διαστάσεων της λαβής με την εκδηλούμενη δύναμή της σε αθλητές διαφορετικών αθλημάτων και μη-αθλητές. Τα αποτελέσματα έδειξαν τη θετική συσχέτιση μεταξύ των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών της λαβής και της δύναμής της σε αθλητές των οποίων το άθλημα έχει κράτημα μπάλας ή αντιπάλου (χειροσφαίριση, πάλη, αναρρίχηση). Επίσης, οι επιμέρους διαστάσεις της παλάμης FS5, IFL και P5 φαίνεται να σχετίζονται με την δύναμη της λαβής.

Σε αντίστοιχες έρευνες των Fernanda O. Madalenoa, Evert Verhagen (2020)(2) και των Berit Kristin κ.α.(2020) (3) σε αθλητές judo και αναρρίχησης αντίστοιχα δεν είναι ξεκάθαρη κάποια συσχέτιση της δύναμης της λαβής και της απόδοσης.



Σχήμα 1. Περιγράμματα των ανθρωπομετρικών παραμέτρων και επιμήκεις διαστάσεις του χεριού (αποστάσεις δακτύλων FS1, FS2, FS3, FS4, FS5, μήκος δακτύλων TL, IFL, MFL, RFL, LFL, και 5 περίμετροι P1, P2, P3, P4, P5) (Vinsapuu and Jurimae, 2007).

Στη μελέτη ανασκόπησης άρθρων των John Cronin, Trent Lawton και άλλων με αντικείμενο τη σχέση της δύναμης λαβής και της απόδοσης σε ποικίλα αθλήματα (2017) (4) τα στοιχεία που παρουσιάζονται είναι αρκετά ενδιαφέροντα. Ειδικότερα, σε αθλήματα που περιλαμβάνουν ρίψεις, κτυπήματα και βολές (υδατοσφαίριση, πετοσφαίριση, δίσκος) βρέθηκαν ορισμένες συσχετίσεις μεταξύ της δύναμης και την απόδοση διαφοροποιούνται ανάλογα με τη δεξιότητα. Σημαντικός παράγοντας είναι η σωστή εφαρμογή δύναμης μέσω κινητικής αλυσίδας και σωστής τεχνικής.

Στα αθλήματα που περιλαμβάνουν επαφή της λαβής με επιφάνειες (αναρρίχηση, ενόργανη γυμναστική) υπάρχει μεγάλη, έως αρκετά μεγάλη επίδραση της δύναμης της λαβής στην απόδοση. Στα αθλήματα επαφής (πολεμικές τέχνες) η δύναμη της λαβής διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή των διάφορων τεχνικών, όμως δεν μπορεί εύκολα να απομονωθεί ως παράμετρος. Στα αθλήματα του υγρού στίβου η επίδραση της δύναμης της λαβής του χεριού διαφοροποιείται ανάλογα με το αγώνισμα (αγωνιστικό στυλ και απόσταση).

Τέλος, στα αθλήματα με χειρισμό αντικειμένου (αθλήματα ρακέτας, golf, hockey) η δύναμη της λαβής αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για το κτύπημα του αντικειμένου.

Πιο συγκεκριμένα, στο άθλημα της αντισφαίρισης σημαντικότερο ρόλο φαίνεται να διαδραματίζουν στην απόδοση του αθλητή οι δυνάμεις των μυών, του γονάτου και του ώμου. Οι συγγραφείς John Cronin, Trent Lawton συμπεραίνουν ότι η δύναμη λαβής επηρεάζει σημαντικά την απόδοση σε πολλά αθλήματα καθώς από εκείνο το σημείο του σώματος μεταφέρονται οι δυναμικές φορτίσεις.

2.2. Δύναμη λαβής του χεριού

Με την ικανότητα της δύναμης λαβής και πως αυτή επηρεάζει την απόδοση στο άθλημα της αντισφαίρισης ασχολήθηκαν οι Julie Vercruyssen κ.α. (2016) (5) σε σχετική πρόσφατη μελέτη. Πιο συγκεκριμένα 60 τενίστες (30 διακεκριμένοι και 30 ψυχαγωγίας) υποβλήθηκαν σε διάφορα τεστ για τη δύναμη των μυών του πήχη, μέσω καταγραφής και αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης με ηλεκτρονικό δυναμόμετρο χεριού. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως διαφορές στις μέγιστες τιμές δύναμης διακρίνονται μόνο ανάμεσα στα δύο φύλλα και όχι μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων τεχνικής κατάρτισης των αθλητών.

Οι Hugo Maxwell Pereira κ.α. (2011) (6) εξέτασαν τη δύναμης της λαβής σε παίκτες αντισφαίρισης έως 18 ετών και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η δύναμη της λαβής της κυρίαρχης έναντι της μη κυρίαρχης πλευράς αυξάνεται ομαλά και παράλληλα με την ηλικιακή πορεία των παιδιών, χωρίς σημαντικές στατιστικές μεταβολές.

Μία ακόμα μελέτη στην οποία εξετάστηκε η δύναμη λαβής σε αθλητές αντισφαίρισης ήταν αυτή των Ewendi Wenik Mangolo και Fredrik Alfrets Makadada (2020) (12). Ειδικότερα, η μελέτη αυτή αποσκοπούσε στη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ της δύναμης της λαβής του χεριού και της ακρίβειας στη δεξιότητα του σερβίς σε άντρες νεαρής ηλικίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ακρίβεια στο σερβίς επηρεάζεται σημαντικά από τη δύναμη της λαβής και από το μήκος του άνω άκρου.

Σημαντική μπορεί να θεωρηθεί, επίσης, και η μελέτη των Olivier Girard και Gregoire P. Millet (2009) (13), η οποία είχε ως σκοπό να εξετάσει τη σχέση μεταξύ της φυσικής κατάστασης και το βαθμό που αυτή επηρεάζει την κατάταξη των αθλητών σε αγώνες αντισφαίρισης. Στη μελέτη συμμετείχαν 12 αθλητές αντισφαίρισης ηλικίας 14 ετών υψηλού επιπέδου, οι οποίοι υποβλήθηκαν σε τεστ φυσικής κατάστασης για την καταγραφή και αξιολόγηση της ταχύτητάς τους, της αλτικότητάς τους και της δύναμής τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σχεδόν όλοι οι παράγοντες της φυσικής κατάστασης (συμπεριλαμβανομένης και της δύναμης της λαβής p=-0,67) συσχετίζονταν με την αγωνιστική κατάταξη των αθλητών.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκύπτει από τα ευρήματα της μελέτης των Singhal Vishesh κ.α. (2020) (10), στην οποία συμμετείχαν αθλητές της πετοσφαίρισης και της καλαθοσφαίρισης. Συλλέχθηκαν ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των άνω άκρων και μετρήθηκε η δύναμη λαβής των χεριών. Τα αποτελέσματα για τους αθλητές καλαθοσφαίρισης έδειξαν θετική και σημαντική στατιστική σχέση μεταξύ της δύναμης και των εξής διαστάσεων των χεριών (*σχήμα 1*): περίμετρος πήχη, περίμετρος καρπού, μήκος χεριού, μήκος παλάμης (FS4), μήκος αντίχειρα (WT), μήκος δείκτη (WI), μήκος μεσαίου δακτύλου (WM), μήκος παράμεσου δακτύλου (WR), ενώ για τους αθλητές πετοσφαίρισης η δύναμη λαβής συσχετιζόταν με την περίμετρο του πήχη. Για όλους τους αθλητές υπήρξε συσχέτιση μεταξύ των παραπάνω ανθρωπομετρικών δεικτών, της ηλικίας, του σωματικού βάρους και του αναστήματος.

Οι Matteo Bonato κ.α. (2014) (11) εξέτασαν τη σχέση μεταξύ ανθρωπομετρικών και κινητικών χαρακτηριστικών με την μέγιστη ταχύτητα της δεξιότητας του σερβίς σε επαγγελματίες παίκτες αντισφαίρισης. Δεν εντοπίστηκε συσχέτιση της μέγιστης δύναμης της λαβής και της μέγιστης ταχύτητας της μπάλας στο πρώτο και στο δεύτερο σερβίς. Ο

παράγοντας που σχετίζεται περισσότερο με την επίδοση στο σερβίς είναι το σωματικό ανάστημα των αθλητών.

2.3. Αισθητήρες καταγραφής της κίνησης και απόδοση

Με την είσοδο στον 21ο αιώνα η αθλητική κοινότητα άρχισε να περιλαμβάνει στις μελέτες «πεδίου» τους αισθητήρες κίνησης του σώματος ή και μελών του σώματος. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στους αδρανειακούς αισθητήρες, οι οποίοι μέσα με τη μεταβολή της κινητικής κατάστασης καταγράφουν τις επιταχύνσεις ενός αντικειμένου.

Αυτό το γεγονός είναι ιδιαίτερα εμφανές στη μελέτη ανασκόπησης των José Jair Alves Mendes Jr. κ.α. (2016) (15). Παρουσίασαν εφαρμογές έξυπνων αισθητήρων, γυροσκοπίων, μαγνητόμετρων και επιταχυνσιόμετρων στον αθλητισμό και ευρύτερα στην καθημερινή ζωή, στην εργασία κ.λπ.. Πιο συγκεκριμένα, οι μέθοδοι καταγραφής της κίνησης χρησιμοποιούνται στον αθλητισμό για τη συλλογή δεδομένων που έχουν συνδυάζουν την ταχύτητα, την επιτάχυνση, την τοποθέτηση αντικειμένων στο χώρο ή αθλητών, ώστε να αξιοποιηθούν τα δεδομένα και γενικότερες πληροφορίες από αθλητές και προπονητές για την κατανόηση κινήσεων και την αξιολόγηση της απόδοσης (βιομηχανική, εργονομία, εργομετρία). Επίσης, ο εξοπλισμός των αδρανειακών αισθητήρων μπορεί να συμβάλει στην πρόγνωση, διάγνωση και αποκατάσταση φυσιολογικών, ορθοπεδικών ή παθολογικών καταστάσεων στον τομέα της ιατρικής, της φυσικοθεραπείας και της προπονητικής. Ανάλογα με τον σκοπό και τη φύση της κάθε κίνησης επιλέγεται και η εφαρμογή της κατάλληλης μεθόδου καταγραφής της κίνησης και η αντίστοιχη χρήση και εφαρμογή του απαραίτητου εξοπλισμού.

Σε μία ακόμα μελέτη ανασκόπησης των Valentina Camomilla κ.α. (2018) (7) αθλητικοί επιστήμονες όλων των αθλημάτων χρησιμοποιούν είτε σε μελέτες είτε σε προπονητικό και αγωνιστικό περιβάλλον αισθητήρες που τοποθετούν ανάλογα με το

άθλημα σε διάφορα σημεία του σώματος ή και του εξοπλισμού. Η συλλογή τέτοιων δεδομένων είναι σημαντική για τον προπονητικό σχεδιασμό, την ατομική εξειδίκευση και την αποφυγή τραυματισμών. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη ανασκόπηση 293 μελέτες έκαναν χρήση αισθητήρα κίνησης σε 51 διαφορετικά αθλήματα. Όσον αφορά το άθλημα της αντισφαίρισης 7 μελέτες χρησιμοποίησαν αισθητήρα, ο οποίος τοποθετήθηκε στην ρακέτα, προκειμένου να εξεταστεί η ταχύτητα αυτής.

Επίσης, σε πρόσφατη μελέτη ανασκόπησης των Gobinath Aroganam κ.α. (2019) (16) εξετάστηκαν μελέτες που χρησιμοποίησαν αισθητήρες κίνησης στον αθλητισμό. Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκαν όργανα - εφαρμογής σε γυροσκόπια, επιταχυνσιόμετρα, μαγνητόμετρα, συστήματα εντοπισμού θέσης (GPS), παλμογράφοι, βηματομετρητές, δυναμομετρητές και 12 εφαρμογές κινητών συσκευών, οι οποίες εφαρμόστηκαν από μελέτες σε διαφορετικά αθλήματα. Στο άθλημα της αντισφαίρισης έγινε χρήση έξυπνου αισθητήρα που τοποθετήθηκε στη ρακέτα και περιλαμβάνει επιταχυνσιόμετρο, γυροσκόπιο και GPS (Zepp play tennis). Σκοπός του αισθητήρα είναι η καταγραφή και η αξιολόγηση δεδομένων για τις δεξιότητες forehand, backhand, μέσω των παραμέτρων της ταχύτητα του χεριού, των περιστροφών της μπάλας, των θερμίδων που καταναλώθηκαν και τη χρονική διάρκεια της άσκησης.

Για το ίδιο άθλημα στοιχεία έχουν συλλεχθεί με ειδικό αισθητήρα οι Hongyang Zhao κ.α. (2019) (8) και οι José María Giménez-Egido κ.α. (2020) (9). Οι πρώτοι συγγραφείς τοποθέτησαν έναν αισθητήρα επιτάχυνσης και γυροσκόπιο στον λαιμό της ρακέτας, ο οποίος συνδεόταν με σύστημα Bluetooth με το κινητό και υπολόγισαν την ταχύτητα, την επιτάχυνση, τον χρόνο και την τοποθέτηση στο χώρο, σε διάφορες δεξιότητες του αθλήματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως αυτός ο αισθητήρας (tenniseye) είναι πιο ακριβής σε σχέση με άλλους αισθητήρες που βρίσκονται στην αγορά. Στη δεύτερη μελέτη χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας Zepp Tennis 2 και η καταγραφή

αφορούσε στον αριθμό και το είδος των χτυπημάτων, στην ταχύτητα της ρακέτας, στο σημείο επαφής (sweetspot), στις θερμίδες που καταναλώθηκαν και στο χρόνο διεξαγωγής του αγώνα. Οι συμμετέχοντες ήταν 20 αθλητές (<10 ετών) και τα στοιχεία συλλέχθηκαν από 75 αγώνες πράσινου επιπέδου στους οποίους συμμετείχαν. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως με τον Zepp Tennis 2 οι προπονητές έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες σε άμεσο χρόνο χωρίς κόπο. Έτσι οι προπονήσεις τακτικής, τεχνικής και φυσικής κατάστασης θα βελτιωθούν με χαμηλό κόστος στις ηλικίες πράσινου επιπέδου.

Οι Amin Ahmadi κ.α. (2010) (14) εξέτασαν τρεις διαφορετικές μεθόδους καταγραφής της κίνησης στο σερβίς στο άθλημα της αντισφαίρισης. Συνέκριναν τα κινηματικά δεδομένα της βιντεογράφησης, του γυροσκοπίου και των αισθητήρων κίνησης. Για την χρήση του γυροσκοπίου 2 σημάδια τοποθετήθηκαν στο σώμα του αθλητή, ένα στο στέρνο και ένα στην εξωτερική πλευρά του βραχιονίου, ενώ 3 αισθητήρες κίνησης τοποθετήθηκαν στο χέρι. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μέθοδος της βιντεοσκόπησης και του γυροσκοπίου είναι πιο αξιόπιστες καθώς τα δεδομένα τους σχεδόν ταυτίζονταν, ενώ οι αισθητήρες κίνησης παρουσίαζαν μικρά σφάλματα.

2.4. Τεχνικές ικανότητες της αντισφαίρισης

Το άθλημα της αντισφαίρισης είναι ένα από τα πιο πολύπλοκα αθλήματα επειδή η απόδοση απαιτεί συνδυασμό πολλών παραγόντων, όπως είναι η τακτική, η ψυχολογία, η τεχνική, η φυσική και σωματική κατάσταση (Ferrani 1996) (17). Σύμφωνα με την βιβλιογραφία στον τομέα της φυσικής κατάστασης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση ενός αθλητή η ταχύτητα, η αντοχή και η νευρομυϊκή συναρμογή (Ferrani 1996) (17).

Εδώ πρέπει να διευκρινισθεί πως η αντισφαίριση είναι ένα άθλημα ταχυδυναμικό με επαναλαμβανόμενες έντονες προσπάθειες. Αυτό είναι φανερό από ορισμένα χαρακτηριστικά κινητικής απόδοσης του αθλήματος: όπως, α) ο μέσος χρόνος διάρκειας ολοκλήρωσης μιας δραστηριότητας για να επιτευχθεί ένας πόντος είναι 6,9±3,1 sec, β) ο μέσος όρος χτυπημάτων κατά τη διάρκεια ενός αγώνα ανέρχεται στα 490 με επιβάρυνση 23 kg ανά χτύπημα (συνολικά 11.270 κιλά), γ) η μέση απόσταση που καλύπτει ένας παίκτης ανά αγώνα είναι 2.000 μέτρα με μέσο όρο μετακίνησης 32,5 χλμ./ώρα, (Γρίβας 2015) (18) δ) το μεγαλύτερο μέρος του αγώνα (70%) είναι αγαλακτική αναερόβια δραστηριότητα με μέση καρδιακή συχνότητα 60-80% της μέγιστης (Fernandez 2006)(21). Για αυτούς τους λόγους, η δύναμη στο άθλημα της αντισφαίρισης αναπτύσσεται προκειμένου να «διοχετευθεί» στη μετάδοση της από μέλος σε μέλος του σώματος και ως τελικός αποδέκτης η επίτευξη της ταχύτητας, της ισορροπίας και της αποφυγής τραυματισμών.

Οι κινητικές δεξιότητες στη άθλημα της αντισφαίρισης, ή αλλιώς χτυπήματα, αποτελούν έναν συνδυασμό κινήσεων των μελών του σώματος που καταλήγουν στην επαφή της ρακέτας με την μπάλα. Τα χτυπήματα του εδάφους (forehand, backhand, slice, vole) είναι περιστροφικές κινήσεις, ενώ τα χτυπήματα του αέρα (serve, smash) συνδυάζουν περιστροφική και ανυψωτική κίνηση (Κελλής 2015) (20). Σε όλες τις δεξιότητες είναι χαρακτηριστική η «κινητική αλυσίδα», δηλαδή η σταδιακή ενεργοποίηση και μεταφορά κινητικής ενέργειας μεταξύ των μελών του σώματος και των συστημάτων (οστικό-αρθρικό-συνδεσμικό-μυϊκό) με φορά από κάτω προς τα πάνω, από το σώμα προς το αντικείμενο. Η δύναμη κατά τη διάρκεια της κρούσης της ρακέτας με τη μπάλα είναι αυτή που θα επιφέρει επιτάχυνση στην μπάλα. Ο μέσος όρος της διάρκειας επαφής της μπάλας με τη ρακέτα είναι 5-6 millisecond (Miller 2006)(22) ενώ η ταχύτητα της ρακέτας κυμαίνεται 0-152 χλμ./ώρα (Γρίβας 2015) (18).

2.5. Βιβλιογραφική Σύνοψη

Στη σχετική βιβλιογραφία δεν υπάρχει ικανοποιητικός αριθμός μελετών που να έχουν εξετάσει τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του άκρου χεριού στο άθλημα της αντισφαίρισης, σε συνδυασμό με τη δύναμη λαβής. Αν και εμπειρικά μπορεί να υπάρχει αυτή η σύνδεση δύναμης λαβής και σχέσης με την απόδοση, ως συνεπακόλουθο της συνολικής σωματικής δύναμης και της δύναμης του άνω άκρου, εν τούτοις συστηματικές μελέτες, είναι ανάγκη να το επιβεβαιώσουν. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και φορητών συστημάτων, αλλά και λογισμικών ευρείας χρήσης, φαίνεται πως εδώ και μερικά χρόνια υπάρχει ερευνητικό ενδιαφέρον ειδικώς στη χρήση έξυπνων αισθητήρων οποιασδήποτε μορφής με σκοπό την καταγραφή της ταχύτητας και των περιστροφών της μπάλας, της χρονικής διάρκειας της άσκησης κ.α. Προς αυτή την κατεύθυνση, η εφαρμογή αισθητήρων κίνησης ή εξειδικευμένων αισθητήρων για το άθλημα της αντισφαίρισης που προσαρμόζονται στη ρακέτα, μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της αγωνιστικής απόδοσης, αλλά και στην πρόληψη επικείμενων τραυματισμών.

Συνοπτικά, η βιβλιογραφική ανασκόπηση αναδεικνύει την ανάγκη να εξεταστούν συνδυαστικά οι τρεις παράγοντες (δύναμη της λαβής, ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του άκρου χεριού και η εκτέλεση διαφορετικών δεξιοτήτων κτυπημάτων) που θα προσδώσουν την τελική ταχύτητα στην μπάλα, έτσι ώστε να καθιστά και την παρούσα εργασία μια πρωτόλεια ερευνητική δραστηριότητα για το άθλημα της αντισφαίρισης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Μεθοδολογία

3.1 Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν N=10 άντρες αθλητές αντισφαίρισης αρχάριου επιπέδου, οι οποίοι ασκούνται σε συνθετικό χλοοτάπητα κατά μέσο όρο 2,3 ώρες/εβδομ. Όλοι οι ασκούμενοι εμφάνισαν δεξιά πλευρίωση. Τα περιγραφικά στατιστικά των δοκιμαζόμενων φαίνονται στον πίνακα 3.1 και η εθελοντική τους συμμετοχή δεν συνοδευόταν από οποιοδήποτε τραυματισμό στο τελευταίο χρονικό διάστημα. Όλοι οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν για τις διαδικασίες της έρευνας, συναίνεσαν και υπέγραψαν το αντίστοιχο έντυπο (Παράρτημα 1).

Πίνακας 3.1. Επιδημιολογικά στοιχεία ασκούμενων (Μ.Ο, Τ.Α & Σ.Μ)

α/	**Στοιχεία δείγματος**	**Μ.Ο**	**Τ.Α**	**Σ.Μ (%)**
1	Σωματικό Ανάστημα (cm)	182,6	5,7	3,1
2	Σωματική Μάζα (kg)	84,9	9,2	10,9
3	Χρονολογική Ηλικία (έτη)	28,4	4,7	16,6
4	Προπονητική εξάσκηση (μήνες)	6,5	2,8	43,1
5	Συχνότητα άσκησης (ώρες/εβδομ.)	2,3	0,5	21,0
6	BMI	25,4	1,5	6,1

3.2. Όργανα & εξοπλισμός

Οι μετρήσεις διεξήχθησαν στο πεδίο της άσκησης (γήπεδο τένις) και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν: α) ένας ηλεκτρονικός χάρακας ακριβείας 0,001 m , για τη μέτρηση των ανθρωπομετρικών δεικτών, β) μιλιμετρέ χαρτί Α3 για το αποτύπωμα της λαβής του χεριού, γ) ένα δυναμόμετρο λαβής του χεριού (τιμές σε kg., δ) ένας αδρανειακός αισθητήρας (Tennis Sensor by Zepp) και ε) ρακέτες της εταιρίας Head.

3.2.1 Μέτρηση Ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών

Για την μέτρηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών σκιαγραφήθηκε η παλάμη του χεριού της κυρίαρχης πλευράς κάθε συμμετέχοντα σε μιλιμετρέ χαρτί Α3. Στη συνέχεια με ακρίβεια 1mm και με τον ηλεκτρονικό χάρακα μετρήθηκαν 13 επιμέρους διαστάσεις, αναφερόμενοι ως ανθρωπομετρικοί δείκτες του χεριού.

3.2.2 Μέτρηση δύναμης λαβής του άκρου χεριού

Η δύναμη λαβής του χεριού έγινε με τη χρήση του δυναμόμετρου TAKEI SCIENTIFIC INSTRUMENTS CO., LTD (εύρος μέτρησης: 0 kg έως 100 kg., διαστάσεις: 154 (π) × 240 (κ) × 60 (π) mm, βάρος: 0.65 kg, με υποδιαίρεση 0,500 kg, ρύθμιση λαβής 4-7cm).

Σχήμα 1. Το δυναμόμετρο λαβής του χεριού TAKEI

3.2.3. Μέτρηση με αισθητήρα κίνησης τεχνικών χαρακτηριστικών

Για τη μέτρηση της ταχύτητας της μπάλα χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας Head Tennis Sensor by Zepp με δειγματοληψία 2.402-2.480 Hz και διαστάσεις και βάρος ίδια με την τάπα της ρακέτας της οποίας λαμβάνει τη θέση (7gr, 3,5(π) x 2,7(μ) x 1,5(υ) cm) . Ο αισθητήρας συνδέεται μέσω Bluetooth με το κινητό τηλέφωνο και μέσω ειδικής εφαρμογής παρουσιάζει τα στοιχεία συλλογής. Η εφαρμογή είναι συμβατή για κινητά με λογισμικό Android και IOS, διατίθεται δωρεάν στα αντίστοιχα Google Play και App Stores με την ονομασία “HEAD Tennis Sensor”. Πριν από την χρήση του του αισθητήρα πρέπει να καταχωρηθεί η ρακέτα της οποίας θα γίνει χρήση, η πλευρίωση του αθλητή, το

ανάστημά και η σωματική του μάζα. Εναλλακτικά, διαθέτει τέσσερις διαφορετικές λειτουργίες (play, train, compete, practice serve).

Κατά τον κατασκευαστή, στη λειτουργία play ο αισθητήρας μπορεί να αναγνωρίσει τη δεξιότητα (forehand, backhand, serve, volley, smash) και το είδος αυτής (topspin, flat, slice), μπορεί να καταγράψει την ταχύτητα και τον αριθμό περιστροφών της μπάλας, το σημείο επαφής της ρακέτας με τη μπάλα (sweetspot), τον χρόνο διεξαγωγής της δοκιμασίας και την δυσκολία που θα επιφέρει η μπάλα στον αντίπαλο (heaviness) (συνδυασμός ταχύτητας και περιστροφών). Καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας αλλά και μετά την ολοκλήρωσή της είναι δυνατή η εμφάνιση αναλυτικά κάθε κτυπήματος, ο μέσος όρος και η μέγιστη απόδοση ταχύτητας, περιστροφών και δυσκολίας ανά κατηγορία και είδος δεξιότητας. Αυτή η λειτουργία της εφαρμογής είναι που χρησιμοποιήθηκε για την παρούσα μελέτη.

Στη λειτουργία train περιέχονται ορισμένα βίντεο και οδηγίες από τους εξειδικευμένους προπονητές της εταιρίας Head. Στη λειτουργία compete ο αισθητήρας καταγράφει ότι και η πρώτη λειτουργία κατά τη διάρκεια ενός αγώνα. Μπορεί να γίνει καταγραφή σε μονό ή διπλό αγώνα σε μία ποικιλία από σκορ που παρέχει το μενού. Η τελευταία λειτουργία practice serve εξειδικεύεται στην προπόνηση της δεξιότητας του σερβίς, καταγράφει την ταχύτητα και τις περιστροφές της μπάλας, τον χρόνο αιώρησης της ρακέτας μέχρι τη στιγμή επαφής με τη μπάλα (backswing time) και τη χρονική διάρκεια επαφής με τη μπάλα (impact time). Ταυτόχρονα δημιουργεί ένα ψηφιακό 3D αντίγραφο της κίνησης με δυνατότητα προβολής από κάθε γωνία και επίπεδο. Σκιαγραφείται η κίνηση της ρακέτας και η στιγμή επαφής με τη μπάλα.

Σχήμα 2. Η ρακέτα και ο αισθητήρας/ η τοποθέτησή του στη λαβή/ ο αισθητήρας / η σύνδεσή του με έξυπνη κινητή συσκευή

3.3. Διαδικασία μετρήσεων

Οι μετρήσεις διεξήχθησαν σε οργανωμένο αθλητικό κέντρο της αντισφαίρισης και σε κατάλληλες συνθήκες για τη διαδικασία των μετρήσεων, με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος 25˚C και υγρασία 43%.

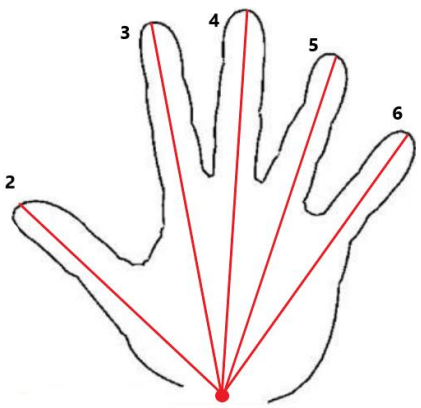
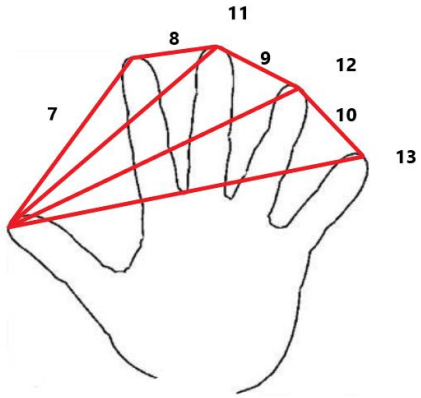
Η σειρά των μετρήσεων είχε ως εξής: α) μέτρηση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών, β) μέτρηση δύναμης λαβής χεριού, γ) μέτρηση με αισθητήρα κίνησης τεχνικών χαρακτηριστικών. Όλοι οι συμμετέχοντες μετά την πρώτη μέτρηση εκτελούσαν γενική προθέρμανση διάρκειας 10 λεπτών (5 λεπτά τρέξιμο και 5 λεπτά κινητικές διατάσεις) και ειδική προθέρμανση διάρκειας 10 λεπτών (ανταλλαγή μπαλιών από τη γραμμή του σερβίς, από τη βασική γραμμή και μερικά δοκιμαστικά σερβίς).

Στη συνέχεια ακολουθούσε η μέτρηση της δύναμης λαβής του χεριού με πέντε (5) επαναλήψεις σε κάθε άτομο. Η τελευταία διαδικασία των μετρήσεων ήταν οι δοκιμασίες των κτυπημάτων με ρακέτα που διέθετε τον ειδικό αισθητήρα με την εξής σειρά: 10 κτυπήματα forehand, 10 κτυπήματα backhand, 10 κτυπήματα serve, ενώ στο τέλος ολοκληρωνόταν οι μετρήσεις με 1 κτύπημα forehand (max), 1 κτύπημα backhand (max) και 1 κτύπημα serve (max).

3.3.1. Διαδικασία μετρήσεων ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών

Για τις ανάγκες της μελέτης μετρήθηκαν το σωματικό βάρος και το ανάστημα των ασκούμενων. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ο ασκούμενος βρίσκεται σε καθιστή θέση και τοποθετούσε το χέρι του σε επαφή με το μιλιμετρέ χαρτί πάνω σε ένα τραπέζι. Ο ερευνητής σκιαγραφούσε το χέρι του και με τον τρόπο αυτό διαγραφόταν το αποτύπωμα του άκρου χεριού στο μιλιμετρέ. Ακολουθούσε με έναν ειδικό ηλεκτρονικό χάρακα η

λεπτομερής μέτρηση (2 φορές για κάθε ασκούμενο) των 13 διαστάσεων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2, αναφερόμενοι ως ανθρωπομετρικοί δείκτες του χεριού.

Κωδικός μέτρησης	Περιγραφή	Εικόνα
1	Πλάτος καρπού	
2	Μήκος αντίχειρα (από μέσον καρπού)	
3	Μήκος δείκτη (από μέσον καρπού)	
4	Μήκος μεσαίου (από μέσον καρπού)	
5	Μήκος παράμεσου (από μέσον καρπού)	
6	Μήκος μικρού (από μέσον καρπού)	
7	Απόσταση αντίχειρα-δείκτη	
8	Απόσταση δείκτη-μεσαίου	
9	Απόσταση μεσαίου-παράμεσου	
10	Απόσταση παράμεσου-μικρού	
11	Απόσταση αντίχειρα-μεσαίου	
12	Απόσταση αντίχειρα-παράμεσου	
13	Απόσταση αντίχειρα-μικρού	

3.3.2. Διαδικασία μέτρησης δύναμης της λαβής του χεριού

Ο ασκούμενος αφού λάμβανε την κατάλληλη θέση, ίδια για όλους, συγκρατεί το δυναμόμετρο σε θέση λαβής της κυρίαρχης πλευράς του και ο ερευνητής ρυθμίζει το μέγεθος της λαβής ανάλογα με τα ανατομικά χαρακτηριστικά του. Ο ίδιος τοποθετεί το χέρι του, έτσι ώστε η άρθρωση του αγκώνα να βρίσκεται σε γωνία 90˚ (σε επαφή με τραπέζι από καθιστή θέση), η άρθρωση του ώμου και του καρπού σε φυσική θέση. Δόθηκε μία δοκιμαστική προσπάθεια και 4 μέγιστες προσπάθειες στη συνέχεια, με την ανάλογη παρακίνηση.

3.3.3. Διαδικασία μέτρησης ταχύτητας της μπάλας

Για τις ανάγκες της έρευνας συλλέχθηκε από τα δεδομένα της εφαρμογής του αισθητήρα η ταχύτητα για τις δεξιότητες forehand, backhand και serve από κάθε συμμετέχων. Η τροφοδοσία της μπάλας έγινε με καλάθι από κοντινή απόσταση και ο παίκτης κλήθηκε να κάνει 10 επαναλήψεις από κάθε δεξιότητα με φυσιολογική για εκείνον δύναμη. Στη συνέχεια, οι ίδιοι κλήθηκαν να εκτελέσουν μία μέγιστη προσπάθεια για κάθε δεξιότητα (max try). Ο αισθητήρας συνδέεται μόνο με ρακέτες της εταιρίας Head, για τον λόγο αυτό σε όποιον παίκτη δεν είχε ρακέτα Head του δόθηκε της ίδιας μάρκας ρακέτα με βάρος ίδιο με την ρακέτα της κατοχής του.

3.4. Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική ανάλυση της έρευνας εφαρμόστηκε η περιγραφική στατιστική, με τους στατιστικούς δείκτες του Μέσου Όρου (Μ.Ο), της Τυπικής Απόκλισης (Τ.Α) και του Συντελεστή Μεταβλητότητα (Σ.Μ σε %). Επίσης, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση συσχέτισης κατά Pearson με $p < .05$. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε φύλλο εργασίας Microsoft Excel και SPSS 24.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους επόμενους πίνακες, ως εξής: α) ανθρωπομετρικοί δείκτες άκρου χεριού, β) δεδομένα δύναμης λαβής του κυρίαρχου άκρου χεριού, γ) σύγκριση δεδομένων ταχύτητας ρακέτας στις τρείς (3) δεξιότητες – κτυπήματα και δ) πίνακες συσχετίσεων.

Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα των 13 ανθρωπομετρικών δεικτών του άκρου χεριού, με σχετική ομοιογένεια σε όλους τους δείκτες, εκτός του 1ου, που είναι η διάμετρος του καρπού και του 10ου, δηλ. μήκους παράμεσου-μικρού δακτύλου. Το μεγαλύτερο μήκος παρατηρείται στο μεσαίο δάκτυλο, με δεύτερο σε μήκος, κατά σειρά, τον δείκτη.

Πίνακας 4.1. Ανθρωπομετρικές Επιμήκεις Διαστάσεις (Δείκτες), (N=10), Μέσος Όρος, Τυπική Απόκλιση, Συντελεστής Μεταβλητότητας, Σημαντικές Συσχετίσεις σε πλήθος.

Ανθρωπομετρικοί Δείκτες	Μ.Ο.	Τ.Α.	Σ.Μ. (%)	p <.05 (%)
Α.Δ. 1 (m)	0,062	0,009	13,9	
Α.Δ. 2 (m)	0,157	0,014	8,9	
Α.Δ. 3 (m)	0,207	0,015	7,0	
Α.Δ. 4 (m)	0,213	0,016	7,7	
Α.Δ. 5 (m)	0,201	0,015	7,3	
Α.Δ. 6 (m)	0,173	0,014	8,0	
Α.Δ. 7 (m)	0,124	0,012	10,0	
Α.Δ. 8 (m)	0,060	0,006	10,4	
Α.Δ. 9 (m)	0,053	0,008	10,8	
Α.Δ. 10 (m)	0,062	0,013	13,2	
Α.Δ. 11 (m)	0,174	0,012	7,3	
Α.Δ. 12 (m)	0,204	0,012	5,8	
Α.Δ. 13 (m)	0,224	0,011	4,9	
Αλληλο-Συσχετίσεις Α.Δ				35,9

Στον πίνακα 4.2 εμφανίζονται τα δεδομένα της δύναμης λαβής του άκρου χεριού σε τιμές kg, και με ανάλογη μετατροπή των τιμών σε μονάδες Newton (N).

Πίνακας 4.2. Δύναμη λαβής άκρου χεριού σε μονάδες (N) των 4 προσπαθειών και το Μ.Ο. αυτών για του δείγμα (N=10).

Προσπάθειες	Μ.Ο	Τ.Α	Σ.Μ (%)
1η	404,2	99,9	24,7
2η	440,5	103,3	23,5
3η	434,1	100,4	23,1
4η	425,3	98,9	23,3
Μ.Ο	**426.0**	**98,7**	**23,2**

Στον πίνακα 4.3. δίνονται τα στατιστικά δεδομένα για τις μετρήσεις της ταχύτητας ρακέτας για τα τρία (3) διαφορετικά κτυπήματα, όπως και η σύγκριση των τιμών. Η διαγραφόμενη ταχύτητα της ρακέτας στο 3ο κτύπημα – serve ήταν η μεγαλύτερη εκ των τριών (p<.003 και p<.000), ενώ μεταξύ του 1ου και του 2ου υπήρχε επίσης σημαντική στατιστική διαφορά (p<.013). Για αναλυτικά αποτελέσματα στο Παράρτημα ΙΙΙ.

Πίνακας 4.3. Ταχύτητα της ρακέτας (m/s) σε τρεις δεξιότητες, για το δείγμα (N=10), Μέσος Όρος, Τυπική Απόκλιση, Συντελεστής Μεταβλητότητας και η σύγκριση με το t-test μεταξύ των τιμών.

Είδη Κτυπημάτων	Μ.Ο	Τ.Α	Σ.Μ	p /t-test
Κτύπημα 1 - Forehand	26,3	1,5	5,6	1 vs 2, p<.013
Κτύπημα 2 - Backhand	24,8	1,2	4,9	1 vs 3, p<.003
Κτύπημα 3 - Serve	29,7	2,9	9,8	2 vs 3, p<.000

Στους πίνακες 4.4, 4.5 και 4.6 δίνονται οι συντελεστές συσχέτισης κατά Pearson για κάθε είδος εκ των τριών (3) κτυπημάτων και για τις δέκα (10) προσπάθειες που εκτέλεσε το σύνολο του δείγματος σε κάθε ξεχωριστό κτύπημα. Οι σημαντικά στατιστικές συσχετίσεις κυριαρχούν στο 3ο κτύπημα – serve, με το πλήθος των συντελεστών να υπερβαίνει το r=0.50 σε ποσοστό 75,6% επί του συνόλου, ακολουθούμενο από το 1ο κτύπημα – Forehand σε ποσοστό 31,1% και τέλος το 2ο κτύπημα – Backhand σε ποσοστό 26,7%.

Πίνακες 4.4, 4.5 και 4.6. Συντελεστές συσχέτισης (αριθμός και %) κατά Pearson για r>0.500 μεταξύ των 10 συνεχών προσπαθειών για τους N=10 ασκούμενους στα τρία είδη κτυπημάτων.

FOREHAND

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.569	0.302	0.387	0.461	0.345	0.365	0.359	0.109	0.240
2			0.421	0.608	0.515	0.323	0.286	0.271	0.334	0.255
3				0.338	0.830	0.731	0.657	0.184	-0.215	0.146
4					0.446	0.239	0.253	0.561	0.367	0.425
5						0.832	0.889	0.234	0.148	0.430
6							0.949	0.277	0.248	0.471
7								0.322	0.357	0.566
8									0.632	0.726
9										0.751
10										
										14 **31.1%**

BACKHAND

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		*0.588*	0.445	0.455	0.114	-0.096	0.342	0.118	0.387	0.259
2			0.440	0.628	0.329	-0.031	0.667	0.430	*0.752*	0.466
3				0.677	0.473	-0.522	0.272	*0.527*	0.138	*0.595*
4					0.287	-0.146	0.739	0.229	0.247	*0.708*
5						-0.258	0.398	*0.552*	0.244	*0.535*
6							-0.012	-0.255	0.227	-0.117
7								0.408	0.475	*0.501*
8									0.374	0.406
9										0.355
10										
										12 **26.7**

SERVE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		*0.589*	0.463	0.079	0.591	0.460	0.279	0.447	0.487	0.461
2			*0.865*	0.425	*0.839*	*0.826*	*0.733*	*0.758*	*0.890*	*0.824*
3				*0.674*	*0.915*	*0.932*	*0.854*	*0.759*	*0.897*	*0.908*
4					*0.595*	0.489	0.463	0.267	*0.532*	*0.507*
5						*0.859*	*0.825*	*0.694*	*0.767*	*0.757*
6							*0.902*	*0.864*	*0.896*	*0.934*
7								*0.869*	*0.760*	*0.841*
8									*0.875*	*0.819*
9										*0.887*
10										
										34 **75.6**

Στον πίνακα 4.7 δίνονται οι συσχετίσεις μεταξύ της δύναμης λαβής του άκρου χεριού (4 προσπάθειες) και της ταχύτητας της ρακέτας (10 προσπάθειες) στα τρία (3) κτυπημάτων. Είναι προφανές, πως το πλήθος των σημαντικών συσχετίσεων $p<0.5$ ($r>0.500$) παρατηρείται στο 3^{ο} κτύπημα – Serve και κατά δεύτερο λόγο στο 2^{ο} κτύπημα – Backhand.

Πίνακας 4.7. Συσχετίσεις μεταξύ της δύναμης λαβής του χεριού (4 προσπάθειες) και της ταχύτητας της ρακέτας (10 προσπάθειες) στα τρία (3) είδη κτυπημάτων

Forehand

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
0.029	-0.425	-0.038	0.192	-0.291	-0.211	-0.287	0.308	-0.295	0.005
-0.042	-0.390	0.124	0.288	-0.161	-0.067	-0.149	0.360	-0.259	-0.053
0.057	-0.365	-0.042	0.229	-0.310	-0.164	-0.259	0.365	-0.208	-0.109
0.011	-0.434	0.011	0.219	-0.233	-0.063	-0.155	0.315	-0.230	-0.106

Backhand

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.216	0.284	0.475	*0.521*	0.446	-0.212	*0.584*	0.498	0.464	*0.757*
0.099	0.204	0.478	*0.577*	0.392	-0.290	*0.653*	*0.563*	0.235	*0.701*
0.208	0.329	0.473	*0.695*	0.303	-0.166	*0.695*	0.460	0.333	*0.800*
0.223	0.310	0.465	*0.644*	0.251	-0.264	*0.695*	*0.511*	0.300	*0.705*

Serve

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.341	*0.535*	*0.555*	0.466	*0.605*	*0.721*	*0.660*	*0.676*	*0.632*	*0.632*
0.385	0.436	*0.528*	0.302	*0.593*	*0.742*	*0.719*	*0.711*	*0.545*	*0.633*
0.312	0.395	0.440	0.311	*0.548*	*0.638*	*0.673*	*0.602*	0.429	*0.559*
0.372	0.434	0.489	0.298	*0.596*	*0.687*	*0.706*	*0.624*	0.454	*0.585*

Στον πίνακα 4.8. δίνονται οι συσχετίσεις μεταξύ των 13 ανθρωπομετρικών δεικτών και του Μ.Ο της δύναμης λαβής των τεσσάρων (4) προσπαθειών. Οι σημαντικότεροι συντελεστές παρατηρούνται μεταξύ της δύναμης λαβής και των ανθρωπομετρικών δεικτών του μήκους του αντίχειρα (2), του δείκτη (3), του μέσου δακτύλου (4), του παράμεσου δακτύλου (5) και του μικρού δακτύλου (6).

Πίνακας 4.8. Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ Μ.Ο δύναμης λαβής του άκρου χεριού και των 13 ανθρωπομετρικών δεικτών.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0.460	*0.663*	*0.800*	*0.784*	*0.785*	*0.679*	0.108	0.427	0.066	0.067	0.381	0.549	0.413

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Συζήτηση

Η παρούσα εργασία είχε ως σκοπό να εξετάσει τη σχέση μεταξύ των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών του άκρου χεριού, της δύναμης της λαβής του χεριού και της απόδοσης σε διαφορετικές δεξιότητες στο άθλημα της αντισφαίρισης. Για την υλοποίησή του χρησιμοποιήθηκε δείγμα αρχαρίων ασκούμενων με το άθλημα της αντισφαίρισης, οι οποίοι εθελοντικά συμμετείχαν σε ειδικές μετρήσεις που αφορούσαν α) δέκα τρεις (13) ανθρωπομετρικούς δείκτες του άκρου χεριού, β) δύναμης λαβής του κυρίαρχου χεριού και γ) προσπάθειες καταγραφής της ταχύτητας της ρακέτας σε τρεις (3) διαφορετικές δεξιότητες-κτυπήματα της αντισφαίρισης, με την εφαρμογή ενσωματωμένου αδρανειακού αισθητήρα στη ρακέτα. Η έλλειψη βιβλιογραφικών πηγών δυσχεραίνει εν μέρει τη συζήτηση των αποτελεσμάτων, αλλά δημιουργεί έδαφος για συζήτηση, όπως και για εκπόνηση μελλοντικών ανάλογων εργασιών, οι οποίες ενδεχομένως να προσθέτουν και πρωτόκολλα προπονητικής παρέμβασης.

Η συζήτηση των αποτελεσμάτων αφορά σε στοιχεία που αναδείχτηκαν στην παρούσα εργασία. Ειδικότερα, αυτά αφορούν:

5.1. Δύναμη λαβής και Ταχύτητα Ρακέτας

Σε ό,τι αφορά τις σχέσεις μεταξύ δύναμη λαβής του χεριού και επιμέρους ταχυτήτων της ρακέτας, φαίνεται πως στο 3ο κτύπημα – serve υπάρχει σημαντικότερη συνάφεια, γεγονός που αυτό ενδεχομένως να παίζει ρόλο και στην αύξηση της ταχύτητας της ρακέτας και φυσικά της απόδοσης στο άθλημα της αντισφαίρισης. Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνει και πρόσφατη μελέτη των (John Cronin et al. 2017) (4), στην οποία βρέθηκε πως η δύναμη λαβής του χεριού σε αθλήματα με ρακέτα φαίνεται να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση, όχι, όμως κυρίαρχο.

Η λαβή ρακέτας με το χέρι λειτουργούν ως ένα ενιαίο, τεχνικό και «στιβαρό» σύστημα που συνδέει το σώμα με το αθλητικό όργανο. Επομένως η εκδηλούμενη δύναμη, αλλά και η εφαρμογή της μέσα σε πολύ μικρή χρονική διάρκεια έχει σημασία να διδάσκεται μεθοδικά σε αρχάριους ασκούμενους της αντισφαίρισης. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η βελτίωση της ταχύτητας κίνησης της ρακέτας, αλλά και η αποφυγή επικείμενων τραυματισμών. Αυτό επιβεβαιώνεται από την μελέτη των Martin C. et al. (2014) (22) τα αποτελέσματα της οποίας έδειξαν ότι η κίνηση του serve με σωστή ροή της κινητικής ενέργειας σε υγιές επιδέξιο χέρι συμβάλει σημαντικά στην απόδοση της δεξιότητας.

5.2. Ανθρωπομετρικοί Δείκτες Άκρου Χεριού & Σχέση με Δύναμη λαβής και Ταχύτητα Ρακέτας.

Οι επιμήκεις ανθρωπομετρικές διαστάσεις έχουν βασική σημασία στο άθλημα της αντισφαίρισης, επειδή αποτελούν τη σύζευξη του σώματος με τη ρακέτα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ομοιογενή εικόνα του δείγματος, με το Σ.Μ. μικρότερο του 10%, ενώ τα μεγαλύτερα μήκη να εμφανίζονται στο δείκτη και το μέσο δάκτυλο.

Οι ανθρωπομετρικοί δείκτες και η δύναμη λαβής του χεριού έδειξαν, σύμφωνα με τον πίνακα 4.8, τουλάχιστον σημαντική συσχέτιση και με διακύμανση μεταξύ r=.663 έως r=.800, κυρίως με τα επιμέρους μήκη όλων των δακτύλων, δηλ. του αντίχειρα, του δείκτη, του μέσου, του παράμεσου και του μικρού δακτύλου.

Ειδικότερα, στη δεξιότητα του Forehand (κτύπημα 1) η ταχύτητα ρακέτας διαθέτει σημαντικά στατιστική συσχέτιση με τους ανθρωπομετρικούς δείκτες 9 (p=0,66) και 10 (p=-0,61). Η απόσταση μεσαίου-παράμεσου (9) δακτύλου επηρεάζει θετικά την απόδοση στο κτύπημα 1, ενώ η απόσταση παράμεσου-μικρού (10) δακτύλου αρνητικά. Οι υπόλοιπες επιμήκεις διαστάσεις εμφάνισαν μη σημαντικές συσχετίσεις ενώ στο σύνολό τους φαίνεται να υπάρχει μηδενική συσχέτιση (p=0,09).

Στη δεξιότητα του Backhand (κτύπημα 2) η ταχύτητα της ρακέτας διαθέτει σημαντική σχέση η απόσταση αντίχειρα-παράμεσου δακτύλου (12) (p=0,62). Ομοίως με το κτύπημα 1, οι υπόλοιπες διαστάσεις δεν εμφάνισαν σημαντικές συσχετίσεις ενώ μικρό δείκτη σημαντικότητας (p=0,31) παρουσίασαν στο σύνολό τους.

Στη δεξιότητα του Serve (κτύπημα 3) η ταχύτητα της ρακέτας εμφανίζει σημαντική συσχέτιση (p=0,5) με την απόσταση δείκτη-μεσαίου δακτύλου (8).

Η τεχνική των επιμέρους δεξιοτήτων – κτυπημάτων φαίνεται να παίζει ρόλο στην ανάπτυξη της ταχύτητας, η οποία σε ένα βαθμό επηρεάζεται και από τους ανθρωπομετρικούς δείκτες. Το γεγονός αυτό χρειάζεται περεταίρω μελέτη, εάν θεωρηθεί πως η ανατομική κατασκευή του άκρου χεριού αλλά και η παραγόμενη δύναμη από κάθε ξεχωριστό δάκτυλο έχουν ξεχωριστή σημασία σε αθλήματα ρακέτας, αναρρίχησης, χειροπάλης, υγρού στίβου κ.ά. (Ali Asghar Fallahi, 2011)(1), (Fernanda O, 2020)(2).

Τα αποτελέσματα των αρχάριων ασκούμενων στην αντισφαίριση μεταξύ των τριών κτυπημάτων δείχνουν εικόνα κυριαρχίας στο 3^{ο} κτύπημα με σημαντικό ποσοστό (75,6%) αλληλοσυσχετίσεων μεταξύ των 10 προσπαθειών.

5.3 Συμπέρασμα και Προτάσεις

Συμπερασματικά, η αντισφαίριση ως τεχνικό άθλημα ρακέτας στα πλαίσια των πρώτων σταδίων εκμάθησης των βασικών ενεργειών, μπορεί να εξετάζεται από διαφορετικές πλευρές, δηλ. της ανθρωπομετρίας για διαστάσεις του σώματος που πλεονεκτούν στις κινήσεις, π.χ. το άνοιγμα των χεριών, της ανθρωπομετρικής εικόνας του χεριού και της δύναμης λαβής του. Η τεχνική των κινήσεων στα διάφορα κτυπήματα και ειδικά η ταχύτητα της ρακέτας πριν την επαφή με την μπάλα μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από τη σωματική διάπλαση και τις φυσικές ικανότητες του ασκούμενου.

Στην παρούσα εργασία τέθηκαν τρία (3) βασικά ερωτήματα και οι απαντήσεις που μπορούν να δοθούν είναι οι εξής:

Στο (α) ερώτημα, εάν η δύναμη της λαβής του χεριού σχετίζεται και σε τι βαθμό με την ταχύτητα της ρακέτας, σε αρχάριους ασκούμενους της αντισφαίρισης, η απάντηση που μπορεί να δοθεί είναι πως ειδικά στην τεχνική δεξιότητα – κτύπημα Serve αυτή η σχέση είναι σημαντική και η εξήγηση που δίνεται είναι λόγω της σταθερότητας που διαθέτει το σώμα όταν γίνεται εκκίνηση της προσπάθειας και σε αντίθεση με τα υπόλοιπα κτυπήματα που εκτελούνται εν κινήσει στο χώρο. Ειδικά για αρχάριους ασκούμενους αυτό αποτελεί μειονέκτημα στην απόδοσή τους.

Στο (β) ερώτημα, εάν οι ανθρωπομετρικοί δείκτες του άκρου χεριού σχετίζονται και σε τι βαθμό με την ταχύτητα της ρακέτας σε αρχάριους ασκούμενους της αντισφαίρισης, η απάντηση είναι πως τα μήκη και των πέντε δακτύλων, δηλ. του αντίχειρα, του δείκτη, του μέσου, του παράμεσου και του μικρού δακτύλου επιδρούν σημαντικά και θετικά στην ανάπτυξη της ταχύτητας της ρακέτας. Εξηγώντας το εύρημα αυτό μπορεί να θεωρηθεί πως με τη σχέση αυτή επιτυγχάνεται η καλύτερη σύζευξη χεριού και ρακέτας, γεγονός που επηρεάζει θετικά την ταχύτητα της ρακέτας.

Στο (γ) ερώτημα εάν οι ανθρωπομετρικοί δείκτες του άκρου χεριού σχετίζονται και σε τι βαθμό με τη δύναμη της λαβής του χεριού σε αρχάριους ασκούμενους της αντισφαίρισης, η απάντηση είναι πως υπάρχει θετική σχέση μεταξύ κυρίως των πέντε (5) ανθρωπομετρικών δεικτών (αντίχειρας, δείκτης, μέσος, παράμεσος και μικρό δάκτυλο) με την παραγόμενη δύναμη λαβής και η σχέση αυτή επηρεάζει θετικά την ανάπτυξη της ταχύτητας της ρακέτας κατά βάση στο κτύπημα – serve.

Επίσης, η σημαντική κυριαρχία των αλληλοσυσχετίσεων της ταχύτητας της ρακέτας στις δέκα (10) προσπάθειες των ασκούμενων στη δεξιότητα – κτύπημα serve δείχνει και την προσφιλή και πιο σταθερή από τεχνικής πλευράς δεξιότητα για το επίπεδο των ασκούμενων της αντισφαίρισης.

Οι προτάσεις που μπορούν να διατυπωθούν, με βάση τα αποτελέσματα και τη συζήτηση είναι οι εξής:

1) Η σχέση μεταξύ τεχνικών στοιχείων που συνθέτουν την απόδοση στο άθλημα της αντισφαίρισης μπορεί να βασιστεί στην εξέταση τόσο επιμέρους παραμέτρων (π.χ. ταχύτητα της ρακέτας), όσο και στη βάση ανθρωπομετρικών δεικτών και ικανοτήτων (π.χ. δύναμη λαβής).
2) Η τεχνολογία μέσω των αδρανειακών αισθητήρων, προσαρμοσμένων στα αθλητικά όργανα (π.χ. ρακέτα της αντισφαίρισης), αλλά και στα μέρη του σώματος του ασκούμενου, αποδεικνύεται αρκετά ωφέλιμη για τη βελτίωσης της απόδοσης και της εκμάθησης του αθλήματος στα διάφορα στάδια και σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες.
3) Τελικώς, η παρούσα μελέτη μπορεί να συμβάλει στη περαιτέρω διερεύνηση διαφόρων πλευρών βελτίωσης της απόδοσης του αθλήματος, αλλά και άλλων αθλημάτων. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει, με αντικειμενικό και σχολαστικό τρόπο, να ακολουθηθούν τα μεθοδολογικά μονοπάτια και οι προβληματισμοί των νέων ερευνητών, οι οποίοι με τη σειρά θα πρέπει να εισαγάγουν την εφαρμογή της τεχνολογίας και των νέων μεθόδων της Αθλητικής Βιομηχανικής στην υπηρεσία της βελτίωσης της ανθρώπινης κίνησης.

Βιβλιογραφία

1) Fallahi, A. A., & Jadidian, A. A. (2011). The effect of hand dimensions, hand shape and some anthropometric characteristics on handgrip strength in male grip athletes and non-athletes. *Journal of human kinetics*, *29*, 151.
2) Madaleno, F. O., Verhagen, E., Ferreira, T. V., Ribeiro, T., Ocarino, J. M., & Resende, R. A. (2021). Normative reference values for handgrip strength, shoulder and ankle range of motion and upper-limb and lower limb stability for 137 youth judokas of both sexes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *24*(1), 41-45.
3) Labott, B. K., Held, S., & Donath, L. (2020). Grip Strength-Endurance in Ambitious and Recreational Climbers: Does the Strength Decrement Index Serve as a Feasible Measure?. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(24), 9530.
4) Cronin, J., Lawton, T., Harris, N., Kilding, A., & McMaster, D. T. (2017). A brief review of handgrip strength and sport performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *31*(11), 3187-3217.
5) Vercruyssen, J., Scafoglieri, A., & Cattrysse, E. (2016). The impact of palmaris longus muscle on function in sports: an explorative study in elite tennis players and recreational athletes. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, *1*(2), 167-182.
6) Pereira, H. M., Menacho, M. D. O., Takahashi, R. H., & Cardoso, J. R. (2011). Handgrip strength evaluation on tennis players using different recommendations. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, *17*(3), 184-188.
7) Camomilla, V., Bergamini, E., Fantozzi, S., & Vannozzi, G. (2018). Trends supporting the in-field use of wearable inertial sensors for sport performance evaluation: A systematic review. *Sensors*, *18*(3), 873.
8) Zhao, H., Wang, S., Zhou, G., & Jung, W. (2019, April). Tenniseye: tennis ball speed estimation using a racket-mounted motion sensor. In *Proceedings of the 18th International Conference on Information Processing in Sensor Networks* (pp. 241-252).
9) Giménez-Egido, J. M., Ortega, E., Verdu-Conesa, I., Cejudo, A., & Torres-Luque, G. (2020). Using smart sensors to monitor physical activity and technical–tactical actions in junior tennis players. *International journal of environmental research and public health*, *17*(3), 1068.
10) Vishesh, S., Panda, S., & Gaurav, K. (2020). ASSOCIATION OF ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS OF HAND AND FOREARM WITH GRIP STRENGTH IN BASKETBALL AND VOLLEYBALL PLAYERS. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, *7*(7), 4722-4737.

11) Bonato, M., Maggioni, M., Rossi, C., Rampichini, S., La Torre, A., & Merati, G. (2015). Relationship between anthropometric or functional characteristics and maximal serve velocity. *J Sport Med Phys Fitness*, *55*(10), 1157-65.

12) Mangolo, E. W., & Makadada, F. A. (2020). The Relationship between Hand Grip Strength and the Accuracy of Field Tennis Services in Eighth Semester Male Students in Department of Training Faculty of Sports Science UNIMA. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, *3*(2), 1220-1239.

13) Girard, O., & Millet, G. P. (2009). Physical determinants of tennis performance in competitive teenage players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(6), 1867-1872.

14) Ahmadi, A., Rowlands, D. D., & James, D. A. (2010). Development of inertial and novel marker-based techniques and analysis for upper arm rotational velocity measurements in tennis. *Sports Engineering*, *12*(4), 179-188.

15) Mendes Jr, J. J. A., Vieira, M. E. M., Pires, M. B., & Stevan Jr, S. L. (2016). Sensor fusion and smart sensor in sports and biomedical applications. *Sensors*, *16*(10), 1569.

16) Aroganam, G., Manivannan, N., & Harrison, D. (2019). Review on wearable technology sensors used in consumer sport applications. *Sensors*, *19*(9), 1983.

17) Ferrani, A., Maier, P., & Weber, K., (2011), Προπόνηση στο τένις (Ο. Καραγιάννη, Δ. Νταλώσης, Μετ.). Θεσσαλονίκη: Σάλτο.

18) Γρίβας Ν., (2015). *Αντισφαίριση: τεχνική, τακτική, ασκησιολόγιο, κανονισμοί.* Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε από: https://repository.kallipos.gr/pdfviewer/web/viewer.html?file=/bitstream/11419/3771/1/10012-Grivas.pdf

19) Βεληγκέκας Π., Μπογδάνης Γ. & Παραδείσης Γ. (2020). *Σχεδιασμός και προγραμματισμός της αθλητικής προπόνησης.* Κύπρος: Π. Χ. Πασχαλίδης

20) Κελλής Ε., (2015). *Αθλητική βιομηχανική: Αρχές και μεθοδολογία εμβιομηχανικής ανάλυσης της κίνησης*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε από: https://repository.kallipos.gr/pdfviewer/web/viewer.html?file=/bitstream/11419/4943/1/00_master_document.pdf

21) Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Pluim, B. M. (2006). Intensity of tennis match play. *British journal of sports medicine*, *40*(5), 387-391.

22) Martin, C., Bideau, B., Bideau, N., Nicolas, G., Delamarche, P., & Kulpa, R. (2014). Energy flow analysis during the tennis serve: comparison between injured and noninjured tennis players. *The American journal of sports medicine*, *42*(11), 2751-2760.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν Πανεπιστήμιον Αθηνών
ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837

Έντυπο Ενημέρωσης και Συναίνεσης

Τίτλος Εργασίας Ανθρωπομετρικό-δυναμική σχέση λαβής του χεριού και απόδοσης σε διαφορετικές δεξιότητες της αντισφαίρισης.

Σκοπός της μελέτης Είναι να εξεταστεί η σχέση μεταξύ της ανθρωπομετρικής απεικόνισης και της δύναμης του χεριού λαβής της ρακέτας με την απόδοση διαφόρων δεξιοτήτων στο άθλημα της αντισφαίρισης.

Διαδικασία Οι συμμετέχοντες της έρευνας θα υποβληθούν σε μετρήσεις της σωματικής μάζας, αναστήματος, της δύναμης της λαβής και σε καταγραφή ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών της άκρας χείρας. Τέλος, θα δοκιμαστούν με ειδικό αισθητήρα που τοποθετείται στην ρακέτα σε διάφορες δεξιότητες της αντισφαίρισης.

Προσδοκόμενα οφέλη Η ποσοτικοποίηση των ιδιαίτερων ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών με τη δύναμη της λαβής και των τεχνικών χαρακτηριστικών των ασκούμενων στο άθλημα της αντισφαίρισης θα συνδράμει στην κατανόηση των σωματοδομικών παραγόντων που επηρεάζουν την απόδοση στο άθλημα της αντισφαίρισης.

Δημοσίευση δεδομένων-αποτελεσμάτων Οι δοκιμαζόμενοι θα κωδικοποιούνται ώστε να αποκρύπτονται τα προσωπικά τους στοιχεία. Τα αποτελέσματα της έρευνας θα επεξεργαστούν στατιστικά και θα δημοσιευτούν στο πλαίσιο της υποστήριξης της πτυχιακής εργασίας.

Πληροφορίες Για οποιαδήποτε ερώτηση ή αμφιβολία βρισκόμαστε στη διάθεσή σας ώστε να δοθούν διευκρινήσεις.

Ελευθερία συναίνεσης Η συμμετοχή του κάθε δοκιμαζόμενου είναι εθελοντική. Υπάρχει η επιλογή μη συναίνεσης ή διακοπής συμμετοχής στις μετρήσεις.

Δήλωση συμμετοχής Διάβασα το έντυπο ενημέρωσης και κατανοώ τις διαδικασίες που θα ακολουθήσω. Συναινώ να συμμετάσχω στις μετρήσεις και να συμβάλλω στην υλοποίηση του σκοπού της μελέτης.

Ημερομηνία:___/___/___

Υπεύθυνος: Τσιάρα Ιωάννα, (φοιτήτρια)

Επιβλέπων: Καθηγητής Κων/νος Μπουντόλος, Διευθυντής Εργαστηρίου Αθλητικής Βιομηχανικής (cbountol@phed.uoa.gr)

Ονοματεπώνυμο και υπογραφή

Υπογραφή υπεύθυνου

Υπογραφή επιβλέποντα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ.

19/7/2021 Gmail - Απόφαση Επιτροπής Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής Σ.Ε.Φ.Α.Α., Ε.Κ.Π.Α

Gmail

ΙΟΑΝΝΑ TSIARA <joantsiara@gmail.com>

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

2 μηνύματα

Gregory Bogdanis <gbogdanis@phed.uoa.gr> 1 Μαρτίου 2021 - 3:41 π.μ.
Προς: joantsiara@gmail.com

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ

Δάφνη, Τετάρτη, 17 Φεβρουαρίου 2021

Αριθμός πρωτοκόλλου έγκρισης: 1257/17-02-2021

Αγαπητή κυρία Τσιάρα,

Η εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, στη συνεδρίασή της στις 17-02-2021 εξέτασε την αίτησή σας από 12-02-2021, με τίτλο "Ανθρωπομετρικό-δυναμική σχέση λαβής του χεριού και απόδοσης σε διαφορετικές δεξιότητες της αντισφαίρισης." και αποφάσισε ότι η μελέτη εγκρίνεται ως έχει.

Ο συντονιστής της Επιτροπής

*

Γρηγόρης Μπογδάνης,

Καθηγητής ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ

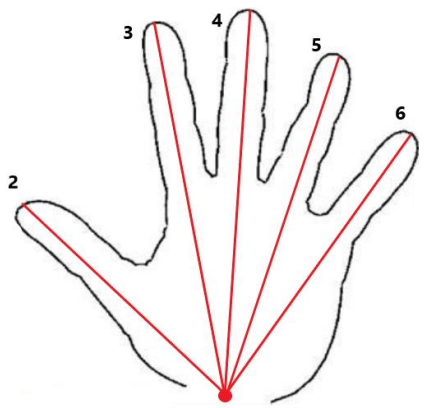
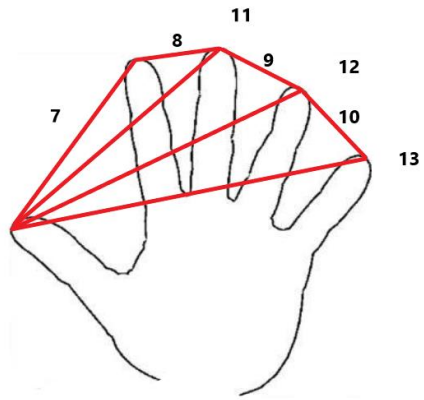
*Η υπογραφή έχει τεθεί επί του πρωτοτύπου που τηρείται στη Γραμματεία της Επιτροπής

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.

Πίνακας 3.1.: Επιδημιολογικά στοιχεία ασκούμενων

α/	Στοιχεία δείγματος	Μ.Ο	Τ.Α	Σ.Μ (%)
1	Σωματικό Ανάστημα (cm)	182,6	5,7	3,1
2	Σωματική Μάζα (kg)	84,9	9,2	10,9
3	Χρονολογική Ηλικία (έτη)	28,4	4,7	16,6
4	Προπονητική εξάσκηση (μήνες)	6,5	2,8	43,1
5	Συχνότητα άσκησης (ώρες/εβδομ.)	2,3	0,5	21,0
6	ΒΜΙ	25,4	1,5	6,1

Πίνακας 3.2.: Ανθρωπομετρικών διαστάσεων

Κωδικός μέτρησης	Περιγραφή	Εικόνα
1	Πλάτος καρπού	
2	Μήκος αντίχειρα (από μέσον καρπού)	
3	Μήκος δείκτη (από μέσον καρπού)	
4	Μήκος μεσαίου (από μέσον καρπού)	
5	Μήκος παράμεσου (από μέσον καρπού)	
6	Μήκος μικρού (από μέσον καρπού)	
7	Απόσταση αντίχειρα-δείκτη	
8	Απόσταση δείκτη-μεσαίου	
9	Απόσταση μεσαίου-παράμεσου	
10	Απόσταση παράμεσου-μικρού	
11	Απόσταση αντίχειρα-μεσαίου	
12	Απόσταση αντίχειρα-παράμεσου	
13	Απόσταση αντίχειρα-μικρού	

Πίνακας 4.1.: Ανθρωπομετρικές Επιμήκεις Διαστάσεις (Δείκτες), (N=10), Μέσος Όρος, Τυπική Απόκλιση, Συντελεστής Μεταβλητότητας, Σημαντικές Συσχετίσεις σε πλήθος.

Ανθρωπομετρικοί Δείκτες	Μ.Ο.	Τ.Α.	Σ.Μ. (%)	p <.05 (%)
Α.Δ. 1 (m)	0,062	0,009	13,9	
Α.Δ. 2 (m)	0,157	0,014	8,9	
Α.Δ. 3 (m)	0,207	0,015	7,0	
Α.Δ. 4 (m)	0,213	0,016	7,7	
Α.Δ. 5 (m)	0,201	0,015	7,3	
Α.Δ. 6 (m)	0,173	0,014	8,0	
Α.Δ. 7 (m)	0,124	0,012	10,0	
Α.Δ. 8 (m)	0,060	0,006	10,4	
Α.Δ. 9 (m)	0,053	0,008	10,8	
Α.Δ. 10 (m)	0,062	0,013	13,2	
Α.Δ. 11 (m)	0,174	0,012	7,3	
Α.Δ. 12 (m)	0,204	0,012	5,8	
Α.Δ. 13 (m)	0,224	0,011	4,9	
Αλληλο-Συσχετίσεις Α.Δ				35,9

Πίνακας 4.2. Δύναμη λαβής άκρου χεριού σε μονάδες (N) των 4 προσπαθειών και το Μ.Ο. αυτών για του δείγμα (N=10).

Προσπάθειες	Μ.Ο	Τ.Α	Σ.Μ (%)
1η	404,2	99,9	24,7
2η	440,5	103,3	23,5
3η	434,1	100,4	23,1
4η	425,3	98,9	23,3
Μ.Ο	**426.0**	**98,7**	**23,2**

Πίνακας 4.3. Ταχύτητα της ρακέτας (m/s) σε τρεις δεξιότητες, για το δείγμα (N=10), Μέσος Όρος, Τυπική Απόκλιση, Συντελεστής Μεταβλητότητας και η σύγκριση με το t-test μεταξύ των τιμών.

Είδη Κτυπημάτων	Μ.Ο	Τ.Α	Σ.Μ	p /t-test
Κτύπημα 1 - Forehand	26,3	1,5	5,6	1 vs 2, p<.013
Κτύπημα 2 - Backhand	24,8	1,2	4,9	1 vs 3, p<.003
Κτύπημα 3 - Serve	29,7	2,9	9,8	2 vs 3, p<.000

Πίνακες 4.4, 4.5 και 4.6. Συντελεστές συσχέτισης (αριθμός και %) κατά Pearson για r>0.500 μεταξύ των 10 συνεχών προσπαθειών για τους N=10 ασκούμενους στα τρία είδη κτυπημάτων.

FOREHAND

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.569	0.302	0.387	0.461	0.345	0.365	0.359	0.109	0.240
2			0.421	0.608	0.515	0.323	0.286	0.271	0.334	0.255
3				0.338	0.830	0.731	0.657	0.184	-0.215	0.146
4					0.446	0.239	0.253	0.561	0.367	0.425
5						0.832	0.889	0.234	0.148	0.430
6							0.949	0.277	0.248	0.471
7								0.322	0.357	0.566
8									0.632	0.726
9										0.751
10										
										14 **31.1%**

BACKHAND

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		*0.588*	0.445	0.455	0.114	-0.096	0.342	0.118	0.387	0.259
2			0.440	0.628	0.329	-0.031	0.667	0.430	*0.752*	0.466
3				0.677	0.473	-0.522	0.272	*0.527*	0.138	*0.595*
4					0.287	-0.146	0.739	0.229	0.247	*0.708*
5						-0.258	0.398	*0.552*	0.244	*0.535*
6							-0.012	-0.255	0.227	-0.117
7								0.408	0.475	*0.501*
8									0.374	0.406
9										0.355
10										
										12 **26.7**

SERVE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		*0.589*	0.463	0.079	0.591	0.460	0.279	0.447	0.487	0.461
2			*0.865*	0.425	*0.839*	*0.826*	*0.733*	*0.758*	*0.890*	*0.824*
3				*0.674*	*0.915*	*0.932*	*0.854*	*0.759*	*0.897*	*0.908*
4					*0.595*	0.489	0.463	0.267	*0.532*	*0.507*
5						*0.859*	*0.825*	*0.694*	*0.767*	*0.757*
6							*0.902*	*0.864*	*0.896*	*0.934*
7								*0.869*	*0.760*	*0.841*
8									*0.875*	*0.819*
9										*0.887*
10										
										34 **75.6**

Πίνακας 4.8. Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ Μ.Ο δύναμης λαβής του άκρου χεριού και των 13 ανθρωπομετρικών δεικτών.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0.460	*0.663*	*0.800*	*0.784*	*0.785*	*0.679*	0.108	0.427	0.066	0.067	0.381	0.549	0.413

Δεδομένα μετρήσεων

Δεδομένα δύναμης λαβής (N) και στατιστικά δεδομένα

ΔΟΚ.	1	2	3	4	Μ.Ο.
ΚΜ1	412,02	480,69	505,21	505,21	475,78
ΓΠ2	461,07	519,93	475,78	490,5	486,82
ΘΚ3	441,45	451,26	470,88	456,16	454,93
ΑΤ4	510,12	519,93	500,31	465,97	499,08
ΠΚ5	510,12	519,93	529,74	495,40	513,79
ΠΚ6	519,93	568,98	534,64	549,36	543,22
ΜΚ7	313,92	431,64	402,21	392,4	385,04
ΓΧ8	274,68	304,11	294,3	299,20	293,07
ΒΧ9	264,87	264,87	245,25	245,25	255,06
ΝΜ10	333,54	343,35	382,59	353,16	353,16
Μ.Ο.	404,17	440,47	434,09	425,26	426,00
sd	99,91	103,35	100,37	98,97	98,70
cv%	24,72	23,46	23,12	23,27	23,17

Δεδομένα ταχύτητας ρακέτας (m/s)

	ΔΟΚ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Μ.Ο.
FOREHAND	ΚΜ1	24,44	24,44	25,28	26,11	23,89	26,67	25,83	26,67	26,11	26,11	26,24
	ΓΠ2	22,50	19,72	27,50	23,06	27,78	27,22	27,50	25,56	21,94	26,39	25,96
	ΘΚ3	25,28	25,00	26,11	25,00	26,94	28,06	27,50	26,11	26,94	27,78	26,99
	ΑΤ4	23,61	26,11	26,94	26,94	24,44	24,17	23,33	25,56	21,39	25,83	25,40
	ΠΚ5	22,22	21,94	23,06	25,83	20,83	23,61	24,17	29,44	30,00	28,89	25,96
	ΠΚ6	23,89	23,06	25,56	28,89	27,78	26,11	26,67	26,11	25,83	27,50	27,12
	ΜΚ7	23,33	28,06	28,06	28,33	30,56	27,78	28,06	28,06	28,89	27,50	28,28
	ΓΧ8	18,61	21,94	23,61	23,06	21,94	24,17	24,17	22,22	25,28	25,56	23,71
	ΒΧ9	25,83	27,78	26,94	26,94	31,39	28,33	28,89	27,22	28,89	29,72	28,36
	ΝΜ10	26,39	25,28	24,17	24,72	24,44	23,61	24,44	24,72	24,72	25,28	24,85
BACKHAND	ΚΜ1	24,17	26,39	22,78	26,11	22,78	26,67	26,94	26,11	26,39	24,72	25,43
	ΓΠ2	22,78	21,67	24,44	21,94	23,61	24,72	22,78	28,89	24,17	24,17	24,67
	ΘΚ3	23,89	22,50	24,17	23,89	23,33	22,78	22,50	24,17	23,33	26,11	23,91
	ΑΤ4	21,39	23,06	23,33	23,89	26,39	25,83	24,72	26,11	26,39	25,83	24,92
	ΠΚ5	25,56	25,00	26,94	27,22	26,67	26,11	25,28	26,67	25,56	26,94	26,41
	ΠΚ6	24,44	26,67	28,06	26,94	26,39	19,44	25,83	28,61	26,11	25,83	26,67
	ΜΚ7	21,94	21,67	25,00	25,00	25,28	23,33	23,61	26,11	19,17	24,72	23,66
	ΓΧ8	23,06	20,83	23,06	22,50	21,11	25,00	21,94	22,78	22,22	21,11	22,65
	ΒΧ9	23,89	24,44	23,06	21,11	26,11	24,72	22,78	26,39	25,28	22,78	24,44
	ΝΜ10	23,33	26,11	25,83	25,28	23,33	26,11	22,78	26,39	26,39	25,56	25,23
SERVE	ΚΜ1	28,61	27,78	29,17	30,28	31,94	30,00	30,56	25,28	26,11	30,28	29,67
	ΓΠ2	35,00	33,61	32,78	28,89	33,33	35,56	34,44	36,11	35,28	36,94	35,03
	ΘΚ3	31,67	32,22	30,56	30,56	33,61	30,83	33,61	33,89	31,94	31,67	32,53
	ΑΤ4	31,39	29,17	29,17	29,72	31,11	31,11	28,89	31,11	31,39	30,83	30,61
	ΠΚ5	18,89	29,72	31,11	32,50	30,56	33,06	35,28	33,06	32,22	34,17	31,34
	ΠΚ6	26,39	27,78	28,33	29,44	28,89	30,83	30,83	31,39	29,72	29,72	30,18
	ΜΚ7	25,28	25,00	26,94	26,11	26,11	28,33	30,00	30,56	26,67	29,17	27,98
	ΓΧ8	21,94	28,33	27,50	26,11	27,78	28,33	28,06	26,94	27,50	27,50	27,40
	ΒΧ9	25,00	26,94	28,61	31,94	26,94	27,22	25,28	24,44	28,61	28,89	27,90
	ΝΜ10	23,61	25,28	23,61	25,56	21,11	24,17	22,78	23,33	24,17	26,67	24,77

Στατιστικά δεδομένα στα αποτελέσματα της ταχύτητας της ρακέτας

	ΔΕΙΚΤΕΣ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Μ.Ο.
FOREHAND	Μ.Ο.	23,61	24,33	25,72	25,89	26,00	25,97	26,06	26,17	26,00	27,06	26,29
	Sd	2,22	2,68	1,70	1,99	3,49	1,91	1,94	1,95	2,86	1,48	1,46
	cv%	9,41	11,00	6,60	7,67	13,41	7,36	7,43	7,44	10,99	5,46	5,55
BACKHAND	Μ.Ο.	23,44	23,83	24,67	24,39	24,50	24,47	23,92	26,22	24,50	24,78	24,80
	Sd	1,22	2,17	1,79	2,09	1,91	2,16	1,67	1,80	2,36	1,74	1,23
	cv%	5,22	9,09	7,27	8,59	7,82	8,82	7,00	6,87	9,63	7,01	4,94
SERVE	Μ.Ο.	26,78	28,58	28,78	29,11	29,14	29,94	29,97	29,61	29,36	30,58	29,74
	sd	4,91	2,75	2,51	2,45	3,83	3,16	3,96	4,36	3,38	3,07	2,90
	cv%	18,35	9,61	8,73	8,42	13,13	10,57	13,21	14,71	11,52	10,05	9,76

Δεδομένα ανθρωπομετρικών διαστάσεων (m) και στατιστικά δεδομένα

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ΚΜ1	0,064	0,050	0,055	0,074	0,068	0,071	0,069	0,058	0,057	0,050	0,064	0,050	0,055
ΓΠ2	0,156	0,147	0,165	0,182	0,155	0,175	0,163	0,149	0,139	0,143	0,156	0,147	0,165
ΘΚ3	0,207	0,204	0,217	0,222	0,204	0,229	0,215	0,191	0,180	0,202	0,207	0,204	0,217
ΑΤ4	0,215	0,211	0,228	0,229	0,206	0,238	0,220	0,195	0,184	0,207	0,215	0,211	0,228
ΠΚ5	0,205	0,200	0,215	0,213	0,195	0,223	0,209	0,184	0,174	0,196	0,205	0,200	0,215
ΠΚ6	0,179	0,172	0,186	0,183	0,160	0,192	0,179	0,155	0,150	0,174	0,179	0,172	0,186
ΜΚ7	0,128	0,120	0,131	0,112	0,136	0,116	0,121	0,111	0,113	0,149	0,128	0,120	0,131
ΓΧ8	0,067	0,071	0,061	0,054	0,055	0,062	0,060	0,059	0,051	0,058	0,067	0,071	0,061
ΒΧ9	0,049	0,050	0,056	0,057	0,054	0,055	0,050	0,043	0,063	0,049	0,049	0,050	0,056
ΝΜ10	0,077	0,052	0,056	0,067	0,065	0,056	0,054	0,067	0,054	0,067	0,077	0,052	0,056
Μ.Ο.	0,06	0,16	0,21	0,21	0,20	0,17	0,12	0,06	0,05	0,06	0,17	0,20	0,22
sd	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
cv%	13,94	8,92	7,00	7,69	7,32	7,99	10,03	10,42	10,84	13,24	7,28	5,82	4,93

Πίνακες συσχέτισης ταχύτητας ρακέτας-δύναμη λαβής

Συσχέτιση		Forehand										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Μ.Ο.
Δύναμη	1	0,03	-0,42	-0,04	0,19	-0,29	-0,21	-0,29	0,31	-0,30	0,00	
	2	-0,04	-0,39	0,12	0,29	-0,16	-0,07	-0,15	0,36	-0,26	-0,05	
	3	0,06	-0,36	-0,04	0,23	-0,31	-0,16	-0,26	0,37	-0,21	-0,11	
	4	0,01	-0,43	0,01	0,22	-0,23	-0,06	-0,16	0,31	-0,23	-0,11	
	Μ.Ο.											0,01

Συσχέτιση		Backhand										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Μ.Ο.
Δύναμη	1	0,22	0,28	0,48	0,52	0,45	-0,21	0,58	0,50	0,46	0,76	
	2	0,10	0,20	0,48	0,58	0,39	-0,29	0,65	0,56	0,23	0,70	
	3	0,21	0,33	0,47	0,69	0,30	-0,17	0,70	0,46	0,33	0,80	
	4	0,22	0,31	0,46	0,64	0,25	-0,26	0,69	0,51	0,30	0,71	
	Μ.Ο.											0,67

Συσχέτιση		Serve										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Μ.Ο.
Δύναμη	1	0,34	0,54	0,55	0,47	0,60	0,72	0,66	0,68	0,63	0,63	
	2	0,39	0,44	0,53	0,30	0,59	0,74	0,72	0,71	0,55	0,63	
	3	0,31	0,40	0,44	0,31	0,55	0,64	0,67	0,60	0,43	0,56	
	4	0,37	0,43	0,49	0,30	0,60	0,69	0,71	0,62	0,45	0,58	
	Μ.Ο.											0,66

Πίνακας συσχέτισης ανθρωπομετρικών δεικτών-δύναμη λαβής

Συσχέτιση		Ανθρωπομετρικοί δείκτες													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Μ.Ο.
Δύναμη	1	0,44	0,65	0,73	0,71	0,69	0,58	0,07	0,26	0,21	0,03	0,24	0,47	0,28	
	2	0,51	0,69	0,81	0,79	0,80	0,68	0,00	0,45	0,06	-0,02	0,32	0,49	0,36	
	3	0,44	0,64	0,80	0,78	0,79	0,70	0,22	0,43	0,01	0,16	0,48	0,60	0,52	
	4	0,41	0,62	0,79	0,79	0,80	0,71	0,13	0,54	-0,02	0,09	0,46	0,60	0,46	
	Μ.Ο,	0,46	0,66	0,80	0,78	0,78	0,68	0,11	0,43	0,07	0,07	0,38	0,55	0,41	0,48

Πίνακες συσχέτισης ανθρωπομετρικών δεικτών- ταχύτητα ρακέτας

Συσχέτιση		Forehand										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Μ.Ο.
Ανθρωπομετρικοί δείκτες	1	-0,18	0,24	0,07	0,75	-0,09	-0,18	-0,26	0,39	0,14	0,16	0,21
	2	-0,03	0,13	0,24	0,54	-0,04	-0,07	-0,24	0,10	-0,25	-0,12	0,10
	3	0,11	-0,02	0,21	0,47	-0,01	-0,05	-0,15	0,14	-0,28	-0,22	0,10
	4	0,17	0,00	0,25	0,45	0,04	0,05	-0,07	0,11	-0,29	-0,21	0,15
	5	0,17	-0,02	0,26	0,43	0,05	0,07	-0,04	0,13	-0,27	-0,22	0,16
	6	0,33	0,09	0,33	0,42	0,14	0,14	0,02	0,04	-0,34	-0,31	0,17
	7	0,45	-0,04	-0,46	-0,20	-0,33	-0,30	-0,21	0,23	0,21	-0,10	-0,16
	8	-0,13	-0,56	0,18	-0,33	0,02	0,28	0,22	-0,18	-0,38	-0,41	-0,10
	9	0,61	0,49	0,40	0,53	0,51	0,39	0,39	0,52	0,23	0,71	0,66
	10	-0,13	-0,07	-0,59	-0,18	-0,76	-0,60	-0,73	-0,22	-0,15	-0,53	-0,61
	11	0,42	-0,10	-0,14	-0,04	-0,08	0,04	0,06	0,19	0,09	-0,20	0,04
	12	0,59	-0,03	-0,07	0,32	0,09	0,12	0,17	0,35	0,15	0,08	0,29
	13	0,55	0,36	-0,04	0,47	-0,05	-0,05	-0,11	0,29	0,11	-0,20	0,18
	Μ.Ο.											0,09

Συσχέτιση		Backhand										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Μ.Ο.
Ανθρωπομετρικοί δείκτες	1	-0,06	0,17	0,25	0,52	0,62	-0,23	0,67	0,12	0,03	0,34	0,21
	2	-0,27	0,01	0,22	0,42	0,40	-0,43	0,47	0,07	0,04	0,51	0,24
	3	-0,17	0,15	0,46	0,59	0,30	-0,51	0,48	0,30	0,05	0,69	0,39
	4	-0,15	0,16	0,41	0,54	0,26	-0,55	0,46	0,28	0,07	0,66	0,36
	5	-0,14	0,15	0,42	0,56	0,21	-0,53	0,46	0,29	0,02	0,66	0,35
	6	-0,22	0,22	0,31	0,48	0,12	-0,49	0,42	0,28	0,08	0,60	0,31
	7	0,40	0,44	0,37	0,48	-0,13	0,32	0,04	0,05	0,24	0,54	0,34
	8	-0,01	-0,07	0,02	0,08	-0,48	-0,14	0,16	0,33	-0,09	0,01	0,04
	9	0,13	0,26	0,05	-0,14	0,75	-0,23	0,10	0,28	0,32	0,33	0,31
	10	0,11	0,35	-0,29	0,37	-0,36	0,63	0,45	-0,36	0,43	0,01	0,13
	11	0,27	0,35	0,43	0,57	-0,21	-0,09	0,17	0,19	0,03	0,59	0,31
	12	0,44	0,62	0,66	0,66	0,18	-0,43	0,38	0,44	0,27	0,75	0,62
	13	0,08	0,56	0,33	0,75	0,10	-0,11	0,53	0,11	0,16	0,68	0,41
	Μ.Ο.											0,31

Συσχέτιση		Serve										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Μ.Ο.
Ανθρωπομετρικοί δείκτες	1	-0,18	-0,26	0,37	0,23	0,15	0,19	0,21	0,17	0,02	-0,04	0,03
	2	0,31	0,10	0,15	0,17	0,37	0,31	0,33	0,45	0,24	0,08	0,29
	3	0,37	0,13	0,09	-0,05	0,11	0,33	0,39	0,51	0,21	0,17	0,33
	4	0,45	0,17	0,12	-0,01	0,35	-0,13	0,39	0,51	0,22	0,17	0,37
	5	0,45	0,16	0,11	-0,05	0,34	0,32	-0,31	0,51	0,19	0,19	0,37
	6	0,53	0,08	-0,01	-0,13	0,25	0,17	0,23	0,47	0,06	0,06	0,26
	7	-0,25	-0,12	-0,29	-0,09	-0,31	-0,26	-0,06	-0,16	-0,02	-0,02	-0,21
	8	0,56	0,44	0,35	-0,20	0,43	0,47	0,46	0,36	0,22	-0,49	0,50
	9	0,18	0,06	0,23	0,70	0,15	0,06	-0,02	0,10	0,31	0,12	0,19
	10	-0,25	-0,23	-0,26	-0,05	-0,04	-0,22	-0,20	-0,49	-0,45	-0,29	-0,33
	11	0,10	0,01	-0,15	-0,20	-0,06	-0,04	0,19	0,12	-0,17	0,09	0,05
	12	0,12	0,01	-0,07	0,10	0,00	0,03	0,21	0,18	-0,03	0,10	0,13
	13	0,02	-0,38	-0,39	-0,14	-0,17	-0,27	-0,06	-0,14	-0,44	-0,26	-0,22
	Μ.Ο.											0,14

Πίνακας συσχέτισης ανθρωπομετρικών δεικτών

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1		0,77	0,55	0,49	0,46	0,33	-0,39	-0,30	0,22	0,15	-0,28	-0,02	0,26
2			0,89	0,87	0,84	0,76	-0,31	-0,02	0,21	0,03	0,00	0,23	0,41
3				0,99	0,99	0,93	0,01	0,28	0,05	-0,04	0,41	0,58	0,63
4					0,99	0,96	0,00	0,33	0,09	-0,07	0,43	0,61	0,63
5						0,97	0,05	0,39	0,03	-0,07	0,50	0,64	0,66
6							0,09	0,42	0,04	-0,03	0,54	0,66	0,73
7								0,08	-0,17	0,26	0,81	0,62	0,57
8									-0,51	-0,01	0,51	0,34	0,15
9										-0,42	-0,26	0,14	-0,02
10											0,07	-0,11	0,32
11												0,85	0,75
12													0,76
13													

Πίνακας συσχέτισης δύναμης λαβής

	1	2	3	4
1		0,93	0,93	0,91
2			0,96	0,97
3				0,98
4				

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν Πανεπιστήμιον Αθηνών
ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837

Ανθρωπομετρικό-Δυναμική Σχέση Λαβής του χεριού και Απόδοσης σε διάφορα κτυπήματα της Αντισφαίρισης

Πτυχιακή εργασία : Ιωάννα Τσιάρα Τομέας Αθλοπαιδιών Ιούλιος 2021

Επιβλέπων Καθηγητής : Κωνσταντίνος Μπουντόλος

Εισαγωγή: Η τεχνική βελτίωση στην αντισφαίριση είναι ερευνητικά ενδιαφέρουσα, συνδιάζοντας την ανθρωπομετρική πλευρά του χεριού και τη δύναμη λαβής. Οι αδρανειακοί αισθητήρες ενσωματωμένοι στη ρακέτα εξασφαλίζουν την κινηματική της τεχνικής του χεριού σε διάφορα κτυπήματα. Σκοπός της εργασίας ήταν να εξεταστεί η σχέση μεταξύ της ανθρωπομετρικής πλευράς και της δύναμης του χεριού λαβής της ρακέτας, όπως και μεταξύ της ταχύτητας και απόδοσης σε διάφορα κτυπήματα της αντισφαίρισης.

Μέθοδος Δέκα (10) άνδρες μέσης χρον. ηλικίας 28.4 ± 4.72 χρόνων, εμπειρίας 6.5 μηνών, μάζας 84.9 ± 9.2 kg, αναστήματος 182.6 ± 5.7 cm και BMI 25.4 ± 1.6 εκτέλεσαν καθένας δέκα (10) προσπάθειες σε τρία (3) είδη κτυπημάτων (1_FOREHAND, 2_BACKHAND & 3_SERVE) με ρακέτα, όπου σ' αυτή είχε ενσωματωθεί αισθητήρας Head Tennis Sensor by Zepp, με μάζα & διαστάσεις και βάρος (7gr, 3.5(π) x 2.7(μ) x 1.5(υ) cm). Η σύνδεση γίνονταν μέσω Bluetooth σε κινητό τηλέφωνο, μέσω εφαρμογής «HEAD Tennis Sensor». Επίσης, με την αποτύπωση της δεξιάς παλάμης του χεριού καταγράφηκαν 13 επιμήκεις διαστάσεις και με το χειροδυναμόμετρο Takei Scientific Instruments Co, LTD μετρήθηκεη δύναμη λαβής του ίδιου χεριού (4 προσπάθειες) Με την περιγραφική στατιστική και την ανάλυση συσχέτισης κατά Pearson (p <.05) επεξεργάστηκαν τα αποτελέσματα

Αποτελέσματα Οι μέσες ταχύτητες (km/h) με τα τράπηκαν σε m/s και για τρία κτυπήματα και εμφάνισαν τιμές (1_F - 26.3±1.5), 2_B – 24.8 ± 1.2 & 3_S – 29.7±2.9) και συντελεστές μεταβλητότητας να κυμαίνονται μεταξύ 4.9 & 9.8%. Η δύναμη λαβής (kgf) μετατράπηκε σε μονάδες Newton και βρέθηκε στα 426.0 ± 98.7 N, με συντελεστή μεταβλητότητας 23.2%. Όλες οι ανθρωπομετρικές επιμήκεις διαστάσεις έδειξαν πλήρη ομοιογένεια και κυμάνθηκαν μεταξύ 4.9 και 13.9%. Οι σχέσεις μεταξύ της ταχύτητας της ρακέτας στα τρία (3) είδη κτυπημάτων διαφέρουν μεταξύ των δύο πρώτων και του 3ου κτυπήματος. Ειδικότερα, οι σημαντικές συσχετίσεις >0.500 σε πλήθος 45 στο 1ο κτύπημα είναι 14 (31.1%), στο 2ο κτύπημα 12 (26.7%), ενώ στο 3ο κτύπημα είναι 34 (75.5%). Σε πλήθος 78 συσχετίσεων μεταξύ των ανθρωπομετρικών δεικτόνοι 28 ήταν σημαντικές >0.500 (35.9%), ενώ οι συσχετίσεις μεταξύ των προσπαθειών της δύναμης λαβής ήταν όλες σημαντικές >0.900.

Συμπέρασμα Είναι προφανής η ιδιαιτερότητα των αλληλο-συσχετίσεων μεταξύ της τεχνικής των 3 κτυπημάτων, όπως και της ανθρωπομετρικής δύναμης λαβής του χεριού για την αντισφαίριση, γεγονός που δείχνει την τάση εξοικείωσης των αρχάριων στο άθλημα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ερευνητικά ερωτήματα

Α) Η δύναμη της λαβής του χεριού σχετίζεται και σε τι βαθμό με την ταχύτητα τηρακέτας σε παίκτες αντισφαίρισης;

Β) Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά της λαβής του χεριού σχετίζονται και σε τι βαθμό με την ταχύτητα τη ρακέτας σε παίκτες αντισφαίρισης;

Γ) Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά της λαβής του χεριού σχετίζονται και σε τι βαθμό με τη δύναμη της λαβής του χεριού σε παίκτες αντισφαίρισης;

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Μελέτες	Συμπεράσματα
John Cronin (2017)	Η δύναμη λαβής σημαντικός παράγοντας στην απόδοση στην αντισφαίριση.
Ali Asghar Fallahi (2011)	Θετική συσχέτιση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών -δύναμης.
Ewendi Wenik Mangolo (2020)	Δύναμη λαβής και μήκος άνω άκρου επηρεάζουν την ακρίβεια στο serve.
Valentina Camomilla (2018)	293 μελέτες με αισθητήρα/ 51 αθλήματα/ 7 μελέτες για αντισφαίριση.
José Giménez-Egido (2020)	Zepp Tennis 2- αριθμό, είδος κτυπημάτων, ταχύτητα ρακέτας, σημείο επαφής, χρόνο άσκησης- άμεση λήψη πληροφοριών σε ζωντανό χρόνο.
Gregoire P. Millet (2009)	Ολοι οι παράγοντες της φυσικής κατάστασης σχετίζονταν με την κατάταξη των αθλητών, συμπεριλαμβανομένης της δύναμης λαβής.
Amin Ahmadi κ.α. (2010)	Οι αισθητήρες κίνησης στην αντισφαίριση παρουσίασαν μικρά σφάλματα σε σχέση με τη βιντεοσκόπηση και το γυροσκόπιο.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Επιδημιολογικά στοιχεία ασκούμενων

n=10	Στοιχεία δείγματος	Μ.Ο	Τ.Α	Σ.Μ (%)
1	Σωματικό Ανάστημα (cm)	182,6	5,7	3,1
2	Σωματική Μάζα (kg)	84,9	9,2	10,9
3	Χρονολογική Ηλικία (έτη)	28,4	4,7	16,6
4	Προπονητική εξάσκηση (μήνες)	6,5	2,8	43,1
5	Συχνότητα άσκησης (ώρες/εβδ.)	2,3	0,5	21,0
6	BMI	25,4	1,5	6,1

Όργανα και εξοπλισμός

- Ηλεκτρονικός χάρακας
- Μιλιμετρέ χαρτί Α3
- Δυναμόμετρο λαβής χεριού
- Αδρανειακός αισθητήρα (Head Tennis Sensor by Zepp)
- Ρακέτες Head

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Μέτρηση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών

- Σκιαγράφηση παλάμης στο μιλιμετρέ
- Μέτρηση με ηλεκτρονικό χάρακα
- 13 επιμήκεις διαστάσεις

Μέτρηση δύναμη λαβής

- Χρήση του δυναμόμετρου TAKEI SCIENTIFIC INSTRUMENTS CO., LTD
- 4 μέγιστες προσπάθειες και 1 δοκιμαστική

Μέτρηση με αισθητήρα κίνησης τεχνικών χαρακτηριστικών

- Χρήση αδρανειακού αισθητήρα Head Tennis Sensor by Zepp
- 10 επαναλήψεις των δεξιοτήτων Forehand, Backhand και Serve

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Αδρανειακός αισθητήρας

- Head Tennis Sensor by Zepp
- Αισθητήρας- Bluetooth- εφαρμογή στο κινητό
- Δειγματοληψία 2.4022.480 Hz
- Αναγνώριση κτυπήματος και είδος
- Καταγραφή ταχύτητας ρακέτας
- Αριθμός περιστροφών της μπάλας
- Σημείο επαφής ρακέταμπάλα
- Χρόνο διεξαγωγής δοκιμασίας
- Heaviness= ταχύτητα + περιστροφές μπάλας

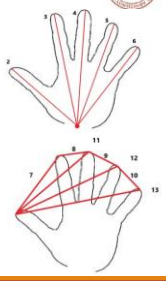
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Συντελεστής μεταβλητότητας	P<0.5 (%)
Forehand (m/s)	26,3	1,5	5,6	31,1
Backhand (m/s)	24,8	1,2	4,9	26,7
Serve (m/s)	29,7	2,9	9,8	75,6
Ανθρωπομετρικές διαστάσεις (m)			4,9 - 13,9	35,9
Δύναμη λαβής (N)	426.0	98,7	23,2	100

p /t-test
1 vs 2, p<.013
1 vs 3, p<.003
2 vs 3, p<.000

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ανθρωπομετρικοί δείκτες	Μ.Ο.	Τ.Α.	Σ.Μ. (%)	p <.05 (%)
Α.Δ. 1 (m)	0,062	0,009	13,9	
Α.Δ. 2 (m)	0,157	0,014	8,9	
Α.Δ. 3 (m)	0,207	0,015	7,0	
Α.Δ. 4 (m)	0,213	0,016	7,7	
Α.Δ. 5 (m)	0,201	0,015	7,3	
Α.Δ. 6 (m)	0,173	0,014	8,0	
Α.Δ. 7 (m)	0,124	0,012	10,0	
Α.Δ. 8 (m)	0,060	0,006	10,4	
Α.Δ. 9 (m)	0,053	0,008	10,8	
Α.Δ. 10 (m)	0,062	0,013	13,2	
Α.Δ. 11 (m)	0,174	0,012	7,3	
Α.Δ. 12 (m)	0,204	0,012	5,8	
Α.Δ. 13 (m)	0,224	0,011	4,9	
Αλληλο-Συσχετίσεις Α.Δ				35,9



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Δύναμη λαβής: άκρου χεριού σε μονάδες (N)

Προσπάθειες	Μ.Ο	Τ.Α	Σ.Μ (%)
1η	404,2	99,9	24,7
2η	440,5	103,3	23,5
3η	434,1	100,4	23,1
4η	425,3	98,9	23,3
Μ.Ο	426.0	98,7	23,2

Συσχετίσεις μεταξύ της δύναμης λαβής του χεριού και της ταχύτητας της ρακέτας

Forehand

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.029	-0.425	-0.038	0.192	-0.291	-0.211	-0.287	0.308	-0.295	0.005
-0.042	-0.390	0.124	0.288	-0.161	-0.067	-0.149	0.360	-0.259	-0.053
0.057	-0.365	-0.042	0.229	-0.310	-0.164	-0.259	0.365	-0.208	-0.109
0.011	-0.434	0.011	0.219	-0.233	-0.063	-0.155	0.315	-0.230	-0.106

Backhand

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.216	0.284	0.475	**0.521**	0.446	-0.212	**0.584**	0.498	0.464	**0.757**
0.099	0.204	0.478	**0.577**	0.392	-0.290	**0.653**	**0.563**	0.235	**0.701**
0.208	0.329	0.473	**0.695**	0.303	-0.166	**0.695**	0.460	0.333	**0.800**
0.223	0.310	0.465	**0.644**	0.251	-0.264	**0.695**	**0.511**	0.300	**0.705**

Serve

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.341	**0.535**	**0.555**	0.466	**0.605**	**0.721**	**0.660**	**0.676**	**0.632**	**0.632**
0.385	0.436	**0.528**	0.302	**0.593**	**0.742**	**0.719**	**0.711**	**0.545**	**0.633**
0.312	0.395	0.440	0.311	**0.548**	**0.638**	**0.673**	**0.602**	0.429	**0.559**
0.372	0.434	0.489	0.298	**0.596**	**0.687**	**0.706**	**0.624**	0.454	**0.585**

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

SERVE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.589	0.465	0.079	0.591	0.460	0.279	0.447	0.487	0.461
2			0.865	0.425	0.859	0.826	0.733	0.758	0.890	0.814
3				0.674	0.915	0.932	0.854	0.759	0.897	0.908
4					0.595	0.489	0.463	0.267	0.552	0.507
5						0.859	0.825	0.694	0.767	0.757
6							0.902	0.864	0.896	0.934
7								0.869	0.760	0.841
8									0.875	0.819
9										0.887
10										
										34
										75.6%

FOREHAND

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.569	0.302	0.387	0.461	0.345	0.365	0.359	0.109	0.240
2			0.421	0.608	0.515	0.313	0.286	0.271	0.334	0.255
3				0.338	0.830	0.731	0.657	0.184	-0.215	0.146
4					0.446	0.239	0.253	0.561	0.367	0.415
5						0.832	0.889	0.314	0.148	0.430
6							0.949	0.277	0.248	0.471
7								0.322	0.357	0.566
8									0.652	0.326
9										0.751
10										
										14
										31.1%

BACKHAND

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.588	0.445	0.455	0.114	-0.096	0.342	0.118	0.387	0.259
2			0.440	0.628	0.319	-0.031	0.667	0.430	0.752	0.466
3				0.677	0.473	-0.512	0.272	0.527	0.138	0.595
4					0.287	-0.146	0.739	0.229	0.247	0.708
5						-0.258	0.398	0.352	0.244	0.535
6							-0.012	-0.355	0.227	-0.117
7								0.408	0.475	0.501
8									0.374	0.406
9										0.355
10										
										12
										26.7%

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ταχύτητα ρακέτας- Δύναμη λαβής

- Forehand: μηδενική συσχέτιση (p=0,01)
- Backhand: σημαντική συσχέτιση(p=0,67)
- Serve: σημαντική συσχέτιση(p=0,66)

Η δύναμη λαβής χεριού σε αθλήματα ρακέτας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση, όχι, όμως, κυρίαρχο.(John Cronin et al. 2017)

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ταχύτητα ρακέτας- Ανθρωπομετρικοί δείκτες

- Forehand → απόσταση μεσαίου-παράμεσου δακτύλου (p=0,66)
  → απόσταση παράμεσου-μικρού δακτύλου (p=-0,61)
- Backhand → απόσταση αντίχειρα-παράμεσου δακτύλου (p=0,62)
- Serve → απόσταση δείκτη-μεσαίου δάκτυλου (p=0,5)

Συνολική συσχέτιση:
μηδενική p=0,09

χαμηλή p=0,31
χαμηλή p=0,14

Ανατομική κατασκευή άκρου χεριού και παραγόμενη δύναμη επηρεάζουν την απόδοση σε αθλήματα αναρρίχησης, ρακέτας, χειροπάλης, υγρού στίβου. (Ali Asghar Fallahi, 2011),(Fernanda O, 2020)

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Δύναμη λαβής- Ανθρωπομετρικοί δείκτες

Θετική επίδραση στη δύναμη λαβής είχαν οι παρακάτω διαστάσεις:

- Μήκος αντίχειρα (p=0,66)
- Μήκος δείκτη δακτύλου(p=0,8)
- Μήκος μεσαίου δακτύλου(p=0,78)
- Μήκος παράμεσου δακτύλου (p=0,78)
- Μήκος μικρού δακτύλου(p=0,68)
- Απόσταση αντίχειρα-παράμεσου δακτύλου(p=0,55)

Σε άντρες αθλητές βρέθηκε σημαντικά στατιστική συσχέτιση του μήκους του μεσαίου δακτύλου με την δύναμη λαβής.(Ali Asghar Fallahi, 2011)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Ταχύτητα ρακέτας- Δύναμη λαβής: σημαντική συσχέτιση στη δεξιότητα τοu **Serve**
   Στην εκκίνηση της προσπάθειας της δεξιότητας Serve το σώμα είναι σταθερό. Αυτό το γεγονός φαίνεται να συντελεί θετικά στην απόδοση του κτυπήματος συγκριτικά με τα άλλα κτυπήματα σε αρχάριους ασκούμενους της αντισφαίρισης.
2. Ταχύτητα ρακέτας- Ανθρωπομετρικοί δείκτες: μικρή συσχέτιση των 5 δακτύλων
   Τα πέντε δάκτυλα της παλάμης φαίνεται να συμβάλουν στην καλύτερη σύζευξη χεριού και ρακέτας με αποτέλεσμα να επηρεάζεται θετικά η ταχύτητα της μπάλας.
3. Δύναμη λαβής- Ανθρωπομετρικές δείκτες: σημαντική συσχέτιση των 5 δακτύλων

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- Τεχνικά στοιχεία = επιμέρους παράμετροι + ανθρωπομετρικοί δείκτες και ικανότητες.
- Οι αδρανειακοί αισθητήρες συμβάλουν στη βελτίωση της απόδοσης και εκμάθησης του αθλήματος σε διαφορετικά επίπεδα και ηλικίες.
- Η παρούσα μελέτη συμβάλει στη περαιτέρω διερεύνηση διαφόρων πλευρών βελτίωσης της απόδοσης διαφόρων αθλημάτων με τη συμβολή της τεχνολογίας και των νέων μεθόδων της Αθλητικής Βιομηχανικής.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν Πανεπιστήμιον Αθηνών
ΔΡΗΜΕΝ ΤΟ ΘΕΙΟ
Ανθρωπομετρικό-Δυναμική Σχέση Λαβής του Χεριού και Απόδοσης σε διάφορα κτυπήματα τη Αντισφαίρισης
Ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας