



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ – ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ  
ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ & ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ  
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΑΣΚΗΣΗ, ΕΡΓΟΣΠΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»**

### **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Αξιολόγηση των εμβιομηχανικών παραμέτρων (κινηματικών και  
κινητικών) και φορτίσεων στα κάτω άκρα με τη χρήση του  
εξοπλισμού Kangoo Jumps Rebound Boots σε σύγκριση με τα  
αθλητικά υποδήματα κατά την άσκηση»**

**ΚΑΤΕΡΙΝΑ ΒΕΝΕΡΗ**

#### **ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**Παναγιώτης Τσακλής, Επιβλέπων Καθηγητής  
Αθανάσιος Τσιόκανος, Καθηγητής, Μέλος Τριμελούς Επιτροπής  
Ιωάννης Γιάκας, Καθηγητής, Μέλος Τριμελούς Επιτροπής**

**Λάρισα 2023**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ – ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ  
ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ & ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ  
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΑΣΚΗΣΗ, ΕΡΓΟΣΠΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»**

**«Evaluation of Biomechanics Parameters (Kinematics and  
Kinetics) and Loads in the Lower Limbs Using Kangoo Jumps  
Rebound Boots Compared to Sports Shoes during exercise»**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εφεύρεση νέων μεθόδων εκγύμνασης αποτελεί την κινητήρια δύναμη για την ένταξη της άσκησης στην ζωή των ανθρώπων. Η νέα μέθοδος γυμναστικής Kangoo Jumps με την χρήση του γνήσιου εξοπλισμού Kangoo Jumps Rebound Boots, αποτέλεσε για πολλούς ένα νέο ενδιαφέρον. Σκοπός της μελέτης ήταν η σύγκριση των εμβιομηχανικών παραμέτρων κατά την άσκηση με την χρήση του εξοπλισμού KJRB σε σύγκριση με τα αθλητικά υποδήματα με το τρισδιάστατο σύστημα Vicon Motion System. Το πρωτόκολλο άσκησης, βασισμένο στο μοντέλο Lower Body Plug-in gait, χωρίστηκε σε δύο μέρη: Το πρώτο μέρος πραγματοποιήθηκε με αθλητικά υποδήματα ενώ το δεύτερο μέρος με KJRB.

Ειδικότερα, μελετήθηκαν οι εμβιομηχανικές παράμετροι i) της γωνίας του γόνατος στην φάση προσγείωσης (Knee Angle) και ii) της δύναμης αντίδρασης του εδάφους (Ground Reaction Force) στην φάση προσγείωσης κατά την εκτέλεση δύο ασκήσεων: i) το ψηλό Skipping και ii) το Squat Jump. Το δείγμα αποτέλεσαν 10 υγιείς γυναίκες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μετρήσεων με αθλητικά υποδήματα και των μετρήσεων με KJRB στις μεταβλητές Knee Angle skipping ( $t_9 = 6.274$ ,  $p < .001$ , Cohen's  $d = .81$ ) και GRF squat jump ( $t_9 = 4.859$ ,  $p \leq .001$ , Cohen's  $d = .72$ ). Αναλύοντας τους μέσους όρους, φαίνεται ότι στη μέτρηση με KJRB οι συμμετέχουσες είχαν μικρότερο σκορ στις μεταβλητές Knee Angle skipping ( $M = 21.41 \pm 7.86$ ) και GRF squat jump ( $M = 89.11 \pm 14.28$ ) σε σύγκριση με τα σκορ στα αθλητικά υποδήματα στις μεταβλητές Knee Angle skipping ( $M = 36.48 \pm 4.36$ ) και GRF squat jump ( $M = 102.29 \pm 18.75$ ). Αντίθετα, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μετρήσεων με αθλητικά υποδήματα και των μετρήσεων με KJRB στις μεταβλητές Knee Angle squat jump ( $t_8 = .598$ ,  $p = .566$ ) και GRF skipping ( $t_9 = .207$ ,  $p = .840$ ).

Συμπερασματικά, τα παραπάνω αποτελέσματα αποτελούν βάση για περαιτέρω μελέτες στον χώρο της άσκησης με KJRB, θέτοντας ως αρχή τα θετικά αποτελέσματα της συγκεκριμένης μεθόδου γυμναστικής για το μυοσκελετικό σύστημα και την άρθρωση του γόνατος στις ασκήσεις ψηλό Skipping και Squat Jump.

**Λέξεις-κλειδιά:** Kangoo Jumps, Kangoo Jumps Rebound Boots, Lower Body Plug-In Gait, rebound exercise, γόνατο, δύναμη αντίδρασης, GRF, squat jump, skipping

## ABSTRACT

The invention of new methods of exercise is the driving force for the inclusion of exercise in people's lives. The new Kangoo Jumps fitness method using the original Kangoo Jumps Rebound Boots equipment has been a new interest for many. The purpose of the study was to compare biomechanical parameters during exercise using the KJRB compared to sports shoes with the 3D Vicon Motion System. The exercise protocol, based on the Lower Body Plug-in gait model, was divided into two parts: The first part was performed with sports shoes and the second part with KJRB.

In particular, the biomechanical parameters of i) the knee angle in the landing phase (Knee Angle) and ii) the ground reaction force in the landing phase during the execution of two exercises were studied: i) the high Skipping and ii) the Squat Jump. The sample consisted of 10 healthy women. The results showed that there are statistically significant differences between measurements with sports shoes and measurements with KJRB in the variables Knee Angle Skipping ( $t_9 = 6.274$ ,  $p < .001$ , Cohen's  $d = .81$ ) and GRF squat jump ( $t_9 = 4.859$ ,  $p \leq .001$  (Cohen's  $d = .72$ ). Analyzing the averages, it appears that in the measurement with KJRB the participants had a lower score in the variables Knee Angle skipping ( $M = 21.41 \pm 7.86$ ) and GRF squat jump ( $M = 89.11 \pm 14.28$ ) compared to the scores in sports shoes in the variables Knee Angle Skipping ( $M = 36.48 \pm 4.36$ ) and GRF squat jump ( $M = 102.29 \pm 18.75$ ). In contrast, no statistically significant differences were found between measurements with sports shoes and measurements with KJRB in the variables Knee Angle squat jump ( $t_8 = .598$ ,  $p = .566$ ) and GRF Skipping ( $t_9 = .207$ ,  $p = .840$ ).

In conclusion, the above results form a basis for further studies in the field of exercise with KJRB, starting with the positive effects of this specific exercise method for the musculoskeletal system and the knee joint in the High Skipping and Squat Jump exercises.

**Keywords:** Kangoo Jumps, Kangoo Jumps Rebound Boots, Lower Body Plug-In Gait, rebound exercise, knee, ground reaction force, GRF, squat jump, skipping

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

GRF	Ground Reaction Force
IPS	Impact Protection System
KJRB	Kangoos Jumps Rebound Boots
M.O.	Μέσος Όρος
T.A.	Τυπική Απόκλιση

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Σημασία της έρευνας.....	2
1.2 Σκοπός της έρευνας.....	2
1.3 Περιορισμοί της έρευνας.....	2
1.4 Ερευνητικά ερωτήματα .....	3
2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας.....	4
2.1. Εμβιομηχανική επιστήμη .....	4
2.2. Αθλητική εμβιομηχανική .....	4
2.3 Εμβιομηχανικοί παράμετροι (κινηματικοί και κινητικοί).....	5
2.3.1 Γωνία.....	6
2.3.2 Δύναμη αντίδρασης του εδάφους (GRF) .....	7
3. Εξοπλισμός Kangoo Jumps Rebound Boots (KJRB).....	9
3.1. Ιστορική αναδρομή.....	9
3.2 Περιγραφή και χρήση εξοπλισμού .....	10
3.3 Προστασία και ασφάλεια .....	12
3.4 Ενδείξεις - Αντενδείξεις .....	13
4. Οφέλη στο σώμα και στην υγεία.....	14
5. Σύγκριση Kangoo Jumps Rebound Boots με τα αθλητικά υποδήματα.....	17
6. Μεθοδολογία.....	18
6.1 Δείγμα (Πληθυσμός μελέτης).....	18
6.2 Κριτήρια Συμμετοχής.....	18
6.3 Εξοπλισμός – Υλικό.....	18
6.4 Ερευνητικός Σχεδιασμός.....	19
6.4.1 Μέτρηση Ανθρωπομετρικών/Σωματομετρικών χαρακτηριστικών.....	19
6.4.2 Τοποθέτηση Παθητικών Ανακλαστήρων (Markers).....	20
6.4.3 Προθέρμανση / Εξοικείωση με το δυναμοδάπεδο .....	20
6.5 Ερευνητικό Πρωτόκολλο .....	21
6.6 Στατιστική ανάλυση .....	22
7. Αποτελέσματα.....	23
7.1 Έλεγχος Κανονικής Κατανομής και Περιγραφικά στατιστικά .....	23
7.2 Αναλύσεις μεταβλητών σύμφωνα με το κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (Paired Samples t-test).....	24
8. Συζήτηση.....	26
Βιβλιογραφία.....	29

## 1. Εισαγωγή

Η σωματική άσκηση αποτελεί φάρμακο στην ζωή των ανθρώπων δίνοντας καλύτερη ποιότητα ζωής στην καθημερινότητά τους είτε σωματικά είτε ψυχικά. Το Kangoo Jumps αποτελεί μία νέα μέθοδο γυμναστικής με στοιχεία πλειομετρικής μεθόδου εξαιτίας του ειδικού εξοπλισμού που τοποθετείται στα πόδια και ονομάζεται Kangoo Jumps Rebound Boots. Με τη συγκεκριμένη μέθοδο εκγύμνασης εκτελούνται κάθετες αναπηδήσεις, δηλαδή άλματα, μειώνοντας κατά 80% την μυοσκελετική επιβάρυνση, σύμφωνα με τα ερευνητικά δεδομένα της εταιρείας Kangoo Jumps (Mellars, et al., 2014). Βασίζεται στην διαλειμματική μέθοδο άσκησης, γνωστή ως “Interval”, που περιλαμβάνει μια σειρά ασκήσεων μέτριας έως υψηλής έντασης με ενδιάμεσα διαστήματα ξεκούρασης είτε ενεργητικά, όπως το χαλαρό τζόκινγκ και το περπάτημα, είτε παθητικά, όπως η ανάπαυση. Η διάρκεια του προγράμματος είναι περίπου 45 λεπτά (Lucas et al., 2015).

Με το πρόγραμμα Kangoo Jumps το πρωταρχικό όφελος είναι η απόσβεση (εκμηδένιση) των κρούσεων, με το σύστημα IPS (Impact Protection System) που έχουν οι γνήσιες μπότες KJRB, στα κάτω άκρα κατά την φάση προσγείωσης. Αυτό είναι και το πιο σημαντικό, αφού με αυτό τον τρόπο, παρέχεται υψηλός βαθμός προστασίας των αρθρώσεων από τραυματισμούς. Μάλιστα, οι ασκούμενοι που έχουν χρόνια μυοσκελετικά προβλήματα τόσο στα γόνατα, όσο και στην ποδοκνημική άρθρωση, δεν καταπονούνται κατά την διάρκεια του προγράμματος, εξαιτίας της απόσβεσης των κρούσεων κατά την φάση προσγείωσης στο έδαφος (Mellars, et al., 2014).

Ένα ιδιότυπο χαρακτηριστικό γνώρισμα της εκγύμνασης με KJRB είναι πως μέσω των συνεχόμενων και έντονων αναπηδήσεων και αλμάτων, συντελεί στην ταχύτερη έκκριση ορμονών, όπως η ενδορφίνη, η σεροτονίνη κ.α. με αποτέλεσμα να αυξάνεται το αίσθημα της ευεξίας, της ευφορίας και της καλής διάθεσης εξουδετερώνοντας το στρες και καθιστώντας την άσκηση ως φυσικό αντικαταθλιπτικό (Karoni, et al., 2020).

Επιπρόσθετα, βελτιώνει την αντοχή, μία σημαντική πτυχή της φυσικής κατάστασης, ενώ ταυτόχρονα ενδυναμώνει τα άνω άκρα, τον κορμό και τα κάτω άκρα. Επιπλέον, η εξισορρόπηση πάνω στον εξοπλισμό KJRB, έχει ως επακόλουθο την ενδυνάμωση μυών του κορμού που δεν γυμνάζονται καθημερινά, την βελτίωση της ισορροπίας, της ιδιοδεκτικότητας και του νευρομυϊκού συντονισμού. Τέλος, βελτιώνεται η στάση του σώματος εξαιτίας του ειδικού σχεδιασμού KJRB, που βοηθούν στην σωστή διατήρηση των φυσιολογικών

κυρτωμάτων της σπονδυλικής στήλης αποτρέποντας την κακή στάση σώματος (Cardozo, et.al., 2014).

### **1.1 Σημασία της έρευνας**

Το πρόγραμμα Kangoo Jumps αποτελεί έναν ενδιαφέροντα τρόπο εκγύμνασης, με πολλά οφέλη κυρίως στο μυοσκελετικό σύστημα, κάτι που δεν έχει ακόμη διαπιστωθεί πλήρως ερευνητικά. Τα τελευταία χρόνια, είναι αρκετά διαδεδομένο, όμως ταυτόχρονα υπάρχει φόβος από μεγάλο μέρος πληθυσμού λόγω έλλειψης ερευνητικών δεδομένων για τυχόν επιβαρύνσεις στις αρθρώσεις των κάτω άκρων. Η διαπίστωση αυτή αποτέλεσε το κίνητρο να πραγματοποιηθεί η παρούσα έρευνα με στόχο την περαιτέρω διερεύνηση των εμβιομηχανικών παραμέτρων κατά την άσκηση με τον εξοπλισμό KJRB.

### **1.2 Σκοπός της έρευνας**

Σκοπός της μελέτης είναι η σύγκριση των εμβιομηχανικών παραμέτρων i) της γωνίας του γόνατος στην φάση προσγείωσης (Knee Angle) και ii) της δύναμης αντίδρασης του εδάφους (Ground Reaction Force) στην φάση προσγείωσης κατά την εκτέλεση δύο ασκήσεων: i) το ψηλό Skipping και ii) το Squat Jump, με την χρήση του εξοπλισμού KJRB σε σύγκριση με τα αθλητικά υποδήματα σύμφωνα με το τρισδιάστατο σύστημα Vicon Motion System.

### **1.3 Περιορισμοί της έρευνας**

Εξαιτίας της πρόσφατης ένταξης του προγράμματος στον χώρο της γυμναστικής, υπάρχει έλλειψη ερευνητικών δεδομένων. Σύμφωνα με την ερευνητική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε, υπήρχε περιορισμένη βιβλιογραφία πάνω στον τομέα των εμβιομηχανικών παραμέτρων της άσκησης με KJRB. Επίσης, σε καμία δημοσιευμένη βιβλιογραφία δεν περιλαμβάνεται το ερευνητικό πρωτόκολλο, στο οποίο βασίστηκε η έρευνα.



## 1.4 Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν για την συγκεκριμένη έρευνα αφορούσαν την σύγκριση των δύο μεθόδων εκγύμνασης, με αθλητικά υποδήματα και με τον εξοπλισμό KJRB, μέσω της αξιολόγησης των εμβιομηχανικών παραμέτρων i) της γωνίας του γόνατος στην φάση προσγείωσης (Knee Angle) και ii) της δύναμης αντίδρασης του εδάφους στην φάση προσγείωσης (Ground Reaction Force) κατά την εκτέλεση δύο ασκήσεων: i) το ψηλό Skipping και ii) το Squat Jump. Συγκεκριμένα, παρακάτω βρίσκονται πιο αναλυτικά τα ερευνητικά ερωτήματα:

- 1) Με την χρήση του εξοπλισμού KJRB, επηρεάζεται το κινηματικό μέγεθος της γωνίας του γόνατος κατά την διάρκεια της άσκησης squat jump;
- 2) Με την χρήση του εξοπλισμού KJRB, επηρεάζεται το κινηματικό μέγεθος της γωνίας του γόνατος κατά την διάρκεια της άσκησης skipping;
- 3) Κατά την εκτέλεση της άσκησης squat jump με KJRB, μειώνεται η δύναμη αντίδρασης του εδάφους συγκριτικά με τα αθλητικά υποδήματα;
- 4) Κατά την εκτέλεση της άσκησης skipping με KJRB, μειώνεται η δύναμη αντίδρασης του εδάφους συγκριτικά με τα αθλητικά υποδήματα;
- 5) Η άσκηση με KJRB μειώνει την πιθανότητα τραυματισμών στην άρθρωση του γόνατος συγκριτικά με τα αθλητικά υποδήματα κατά την άσκηση του squat Jump;
- 6) Συμβάλλει στην μείωση της μυοσκελετικής επιβάρυνσης των κάτω άκρων, η άσκηση με KJRB κατά την διάρκεια της άσκησης με την άσκηση squat jump;
- 7) Συμβάλλει στην μείωση της μυοσκελετικής επιβάρυνσης των κάτω άκρων, η άσκηση με KJRB κατά την διάρκεια της άσκησης με την άσκηση skipping;
- 8) Ποιά μέθοδος εκγύμνασης συνιστάται σε άτομα με μυοσκελετικά προβλήματα και συγκεκριμένα στο γόνατο για μείωση τραυματισμών στα κάτω άκρα;
- 9) Αλλάζει το εύρος κίνησης της άρθρωσης του γονάτου με τον εξοπλισμό KJRB συγκριτικά με τα αθλητικά υποδήματα κατά την διάρκεια της άσκησης Squat jump;
- 10) Αλλάζει το εύρος κίνησης της άρθρωσης του γονάτου με τον εξοπλισμό KJRB συγκριτικά με τα αθλητικά υποδήματα κατά την διάρκεια της άσκησης Skipping;

## **2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας**

### **2.1 Εμβιομηχανική επιστήμη**

Ως εμβιομηχανική (biomechanics) ορίζεται η μελέτη της δομής, της λειτουργίας και της κίνησης των βιολογικών συστημάτων με την χρήση της επιστήμης της μηχανικής. Η εμβιομηχανική αποτελεί κλάδο της φυσικής, που ασχολείται με τις μηχανικές αρχές των ζωντανών οργανισμών, δηλαδή την κίνηση και την δομή τους (Hatze, 1974). Η ετυμολογία του όρου «εμβιομηχανική» προέρχεται από τις λέξεις «έμβιο» που σχετίζεται με την ζωή και «μηχανική» που μελετά τις δράσεις των δυνάμεων. Ως όρος υιοθετήθηκε από τον χώρο της επιστήμης στις αρχές της δεκαετίας του 1970, με σκοπό να περιγράψει την μελέτη των μηχανικών παραμέτρων των ζωντανών οργανισμών. Όσον αφορά τον τομέα της κινησιολογίας, το ανθρώπινο σώμα αποτελεί βασικό παράγοντα για μελέτη της ανθρώπινης κίνησης (Knudson, 2007).

### **2.2 Αθλητική εμβιομηχανική**

Η εμβιομηχανική υφίσταται σε πολλούς κλάδους. Στην παρούσα έρευνα θα μελετηθεί η εμβιομηχανική της ανθρώπινης κίνησης κατά την άσκηση. Στον συγκεκριμένο κλάδο, λοιπόν, εξετάζονται οι κινήσεις των μελών του σώματος ή ακόμα και ολόκληρο το σώμα, με βάση τους νόμους της φυσικής και ειδικότερα της κλασικής μηχανικής. Η εμβιομηχανική στην άσκηση θέτει ως στόχο την βελτίωση της αθλητικής απόδοσης, της κίνησης και της αποκατάστασης αλλά και την μείωση των αθλητικών τραυματισμών (Dabnichki, 2002).

Πιο αναλυτικά, εφαρμόζονται οι επιστημονικές αρχές της μηχανικής φυσικής για να περιγραφούν οι κινητικές δράσεις των σωμάτων σε συνδυασμό με τον αθλητικό εξοπλισμό για παράδειγμα της μπάλας, του ακοντίου ή σύμφωνα με την παρούσα έρευνα τον εξοπλισμό KJRB. Μ' αυτόν τον τρόπο, δίνεται η δυνατότητα να αναγνωρίζουν οι επαγγελματίες της κινησιολογίας τι είναι λειτουργικό και τι όχι, ώστε να μπορούν να προσδώσουν λύσεις σε οποιοδήποτε πρόβλημα κίνησης υπάρχει (Knudson, 2007).

Η μελέτη της αθλητικής εμβιομηχανικής γίνεται σαφώς με την βοήθεια διαφόρων εργαλείων, μεθόδων και συστημάτων, όπως των στοιχείων της μηχανολογίας, των ηλεκτρομαγνητικών ανακλαστήρων, των φωτοκυττάρων, της ηλεκτρομυογραφίας, τα μαθηματικά μοντέλα κ.α. (Knudson, 2007).

Η εμβιομηχανική επιστήμη στον αθλητικό τομέα, ασχολείται με τις κινηματικές και τις κινητικές παραμέτρους των αρθρώσεων, του σκελετού και των μυών του σώματος κατά την διαδικασία άσκησης. Γι' αυτό, λοιπόν, μελετάται το «πώς» και το «γιατί» που αφορά το ανθρώπινο σώμα, με τον συνδυασμό, φυσικά, κι άλλων κλάδων της κινησιολογίας (φυσιολογίας, μηχανικής και ανατομίας) για την αναζήτηση των βέλτιστων αποτελεσμάτων, εφόσον τα προβλήματα της ανθρώπινης κίνησης μπορεί να οφείλονται σε πολλούς παράγοντες (Pradhan, et al., 2020).

Ο ρόλος της εμβιομηχανικής είναι να δώσει λύσεις για την καλύτερη ανάλυση της κίνησης πάνω στον αθλητισμό ή την άσκηση ή γενικότερα σε δραστηριότητες που είναι σημαντική η τεχνική κι όχι τόσο η σωματική ικανότητα. Είναι μια ποσοτική μελέτη και ανάλυση της ανθρώπινης κίνησης που βοηθά στην καλύτερη τεχνική των ασκήσεων και των προγραμμάτων γυμναστικής (Knudson, 2007).

Επιπλέον, τα άλματα αποτελούν μια σημαντική παράμετρο στην εμβιομηχανική μελέτη καθώς πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη, ώστε να βγουν έγκυρα αποτελέσματα. Οι αλλαγές κατευθύνσεων και οι δυναμικές κινήσεις τέτοιου είδους, κατά την διάρκεια της άθλησης που εκτελούνται, μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο τις αρθρώσεις και τους μύες, έχοντας σοβαρές επιβαρύνσεις στο σώμα. Επομένως, κρίνεται απαραίτητη η μελέτη της ταχύτητας και της γωνίας που πρόκειται να γίνει η αλλαγή κατεύθυνσης (Winter, 2004).

Για την μελέτη της εμβιομηχανικής χρησιμοποιούνται οι κλάδοι της μηχανικής, όπως η στατική που αναφέρεται στην μελέτη των συστημάτων, εφόσον βρίσκονται σε σταθερή κατάσταση, χωρίς καμία κίνηση, ή με κίνηση σε σταθερή όμως ταχύτητα και την δυναμική, η οποία μελετά τα συστήματα που βρίσκονται σε κίνηση με επιτάχυνση. Ειδικότερα, η δυναμική περιλαμβάνει την κινηματική και την κινητική (Winter, 2004).

### **2.3 Εμβιομηχανικοί παράμετροι (κινηματικοί και κινητικοί)**

Η κινηματική και η κινητική αποτελούν δύο υποδιαιρέσεις της εμβιομηχανικής. Η πρώτη, λοιπόν, μελετά την κίνηση των σωμάτων συσχετιζόμενα με τον χρόνο, τα οποία είτε βρίσκεται σε ευθεία (γραμμική κίνηση) είτε σε περιστροφή (γωνιακή κίνηση), ό,τι δηλαδή μπορεί να παρατηρηθεί οπτικά. Αφορά λοιπόν, την ταχύτητα και τις γωνίες και χωρίζεται σε γραμμική και γωνιακή (Bauman, 1984).

Η κινηματική, δηλαδή, αφορά την μελέτη της τεχνικής μιας άσκησης, σε αντίθεση με την κινητική που μελετά τις δυνάμεις της κίνησης, είτε τις δυνάμεις που προκαλούν την κίνηση είτε τις δυνάμεις που προκύπτουν από την κίνηση. Η κινητική δηλαδή εστιάζει σε όλες τις δυνάμεις που παράγονται κατά την διάρκεια της κίνησης. Ένα βασικό εργαλείο που χρησιμοποιείται στην κινηματική αλλά και στην κινητική είναι το δυναμοδάπεδο (force platform) (Nigg & Herzog, 1999).

Θα ήταν σημαντικό να αναφερθεί πως η περιγραφή της ανθρώπινης κίνησης συνίσταται στα τρία βασικά ανατομικά επίπεδα κίνησης και τους τρεις άξονες, τα οποία όταν κινούνται ταυτόχρονα με το ανθρώπινο σώμα δημιουργούν ένα σύστημα αναφοράς ολόκληρου του ανθρώπινου συστήματος, των μελών και των αρθρώσεων. Αυτό συνεπικουρεί στην ανάλυση της ανθρώπινης κίνησης και μετέπειτα των εμβιομηχανικών παραμέτρων (Hall, 2003).

Συγκεκριμένα τα τρία βασικά ανατομικά επίπεδα κίνησης αποτελούν i) το οβελιαίο ή προσθιοπίσθιο επίπεδο που ελέγχει τις κινήσεις της κάμψης – έκτασης, ii) το μετωπιαίο ή στεφανιαίο επίπεδο που ελέγχει τις κινήσεις της απαγωγής – προσαγωγής και iii) το εγκάρσιο ή οριζόντιο επίπεδο που ελέγχει τις στροφικές κινήσεις (Robertson, et al., 2004). Τέλος, οι τρεις βασικοί ανατομικοί άξονες με κέντρο αναφοράς το κέντρο μάζας σώματος είναι i) ο επιμήκης άξονας (Z) που διαπερνά το σώμα από το κεφάλι ως τα πόδια ii) ο εγκάρσιος ή πλάγιος άξονας (Y) που διαπερνά το σώμα από το πλάι και iii) ο προσθιοπίσθιος ή μέσος άξονας (X) που διαπερνά το σώμα από μπροστά προς τα πίσω (Hall, 2003).

Παρακάτω θα αναλυθούν οι εμβιομηχανικές παράμετροι της παρούσας έρευνας: i) η γωνία και ii) η δύναμη αντίδρασης του εδάφους (GRF) που αποτελούν αντίστοιχα κινηματικές και κινητικές παράμετροι.

### **2.3.1 Γωνία**

Η γωνία αποτελεί κινηματική εμβιομηχανική παράμετρο ενώ στην παρούσα έρευνα διερευνάται η γωνία του γονάτου στην φάση προσγείωσης (Knee Angle). Με την βοήθεια του τρισδιάστατου συστήματος VICON, δημιουργήθηκε ένα σύστημα αναφοράς σύμφωνα με τα τρία βασικά ανατομικά επίπεδα και τους τρεις βασικούς άξονες, το οποίο συντελεί στην ανάλυση της κίνησης και συγκεκριμένα της γωνίας του γονάτου κατά την εκτέλεση των κινήσεων του ασκούμενου,. Επίσης, οι παθητικοί ανακλαστήρες που χρησιμοποιήθηκαν και

τοποθετήθηκαν σύμφωνα με το μοντέλο Lower Body Plug-In Gait, συντέλεσαν στην κατανόηση είτε των κέντρων των αρθρώσεων είτε μελών του σώματος και σύμφωνα με το καρτεσιανό σύστημα αναφοράς καθορίστηκαν τα μέλη του σώματος του ασκούμενου, τα οποία συνέβαλαν στην ακριβή και λεπτομερή ανάλυση των εμβιομηχανικών παραμέτρων και συγκεκριμένα στην γωνία του γονάτου (Hall, 2003).

### **2.3.2 Δύναμη αντίδρασης του εδάφους (GRF)**

Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους αποτελεί κινητική εμβιομηχανική παράμετρο ενώ αποτελεί βασική κινητική παράμετρο στον αθλητισμό. Στην παρούσα έρευνα διερευνάται η δύναμη αντίδρασης του εδάφους στην φάση προσγείωσης κατά την εκτέλεση των δύο ασκήσεων: i) το ψηλό Skipping και ii) το Squat Jump, με την χρήση του εξοπλισμού KJRB σε σύγκριση με τα αθλητικά υποδήματα σύμφωνα με το τρισδιάστατο σύστημα Vicon System.

Στην εμβιομηχανική, οι ερευνητές ασχολούνται με την δύναμη αντίδρασης του εδάφους (Ground Reaction Force), η οποία είναι η δύναμη που ασκείται από το έδαφος σ' ένα σώμα, όταν έρθει σε επαφή με αυτό. Οι δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους, οι οποίες μετριοούνται με το δυναμοδάπεδο ή με την χρήση άλλων εργαλείων που εφαρμόζονται για την μηχανική μέτρηση των δυνάμεων, δείχνουν την αντίδραση της επιφάνειας στήριξης όπου γίνεται η κίνηση (Robertson, et al., 2004).

Σύμφωνα με τον τρίτο Νόμο του Νεύτωνα, νόμος δράσης – αντίδρασης, δηλώνεται πως για κάθε δράση μίας δύναμης ενός σώματος υπάρχει μια άλλη ίση και αντίθετη δύναμη αντίδρασης. Οι δυνάμεις ενεργούν πάντα κατά ζεύγη και στην προκειμένη περίπτωση η ίση και αντίθετη δύναμη που ασκείται από το έδαφος προς το σώμα ονομάζεται αντίδραση.

Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους (GRF) είναι μια βασική παράμετρος που μετρείται στην εμβιομηχανική έρευνα ειδικότερα για την αξιολόγηση της μυοσκελετικής επιβάρυνσης και των φορτίσεων. Οι τιμές της GRF ποικίλλουν με την πάροδο του χρόνου και κατά τη διάρκεια της στάσης του σώματος ενώ διαφέρουν και ανάλογα τον άξονα τοποθέτησης της δύναμης αλλά και του επιπέδου. Οι κινήσεις - ενέργειες ενός ασκούμενου μεταφέρονται μέσω των άκρων στο έδαφος και αντιπροσωπεύουν την επιτάχυνση του σώματος προς αυτές τις κατευθύνσεις.

Το GRF μελετάται σε διάφορες ομάδες αθλητών αλλά και ασκούμενων με σκοπό να αξιολογηθεί η παραγωγή της δύναμης, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τους αθλητές, που βοηθάει στην αξιολόγηση της δύναμης κατά την άσκηση. Μία δραστηριότητα στην οποία χρησιμοποιείται συχνά είναι τα πλειομετρικά άλματα, όπως είναι και η μέθοδος εκγύμνασης με KJRB, που χρησιμοποιείται για την επίλυση ερευνητικών ερωτημάτων δύναμης οδηγώντας σε καλύτερα αποτελέσματα (Ball, et al., 2010).

### 3. Εξοπλισμός Kangoo Jumps Rebound Boots (KJRB)

Τα τελευταία χρόνια, ολοένα και περισσότερο, παρατηρείται η αναζήτηση προγραμμάτων εκγύμνασης που να παρέχουν τόσο τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα για το μυοσκελετικό σύστημα όσο και ασφάλεια. Μία από τις μεθόδους που έχει προσελκύσει μεγάλο μέρος ανθρώπων προς την άσκηση είναι το πρόγραμμα Kangoo Jumps, το οποίο αποτελεί το θέμα της παρούσας εργασίας και είναι ένα νέο είδος εκγύμνασης, που βασίζεται στην χρήση ειδικού εξοπλισμού, δηλαδή τις μπότες KJRB. Η νέα αυτή μέθοδος γυμναστικής είναι πλέον ευρέως διαδεδομένη, κατά κύριο λόγο, σε γυναίκες, καθώς κεντρίζει το ενδιαφέρον λόγω της πρωτότυπης κατασκευής, η οποία επιτρέπει συνεχόμενα άλματα, αναπηδήσεις και χορευτικές κινήσεις. Κατά την εφαρμογή του εξοπλισμού KJRB, ο τρόπος που περπατάς ή πηδάς την μπότα, θυμίζει τον βηματισμό των καγκουρό, απ' όπου προήλθε και η ονομασία της συγκεκριμένης μεθόδου γυμναστικής. Το πρόγραμμα γυμναστικής, παρουσιάζεται μ' έναν διασκεδαστικό τρόπο, που οι συμμετέχοντες αναπηδούν κάνοντας χορογραφίες και ταυτόχρονα γυμνάζονται έντονα χωρίς να νιώθουν το αίσθημα της κούρασης σε μεγάλο βαθμό εξαιτίας της αδρεναλίνης (De Oliveira et al., 2014).

#### 3.1 Ιστορική αναδρομή

Ο εξοπλισμός KJRB, δημιουργήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990 από τον Καναδό ορθοπεδικό, Gregory Lechtmann. Για αρκετά χρόνια είχε εφεύρει νέες μεθόδους αλλά και προϊόντα στον τομέα της ιατρικής και της γυμναστικής με στόχο την αποκατάσταση σε ασθενείς με μυοσκελετικά προβλήματα στα κάτω άκρα και την πρόληψη τραυματισμών. Ο εξοπλισμός KJRB παρουσιάστηκε για πρώτη φορά σε έκθεση αθλητικών ειδών στο Παρίσι όπου και τα ανακάλυψε ο Denis Naville, ο οποίος ήταν ο πρώτος διανομέας του εξοπλισμού KJRB στην Ευρώπη (Cardozo, et al., 2014).



Εικόνα 1. Εξέλιξη του εξοπλισμού KJRB

Από το 1994, ο Denis Naville ξεκίνησε τις αλλαγές στην μπότα KJRB με σκοπό την νόμιμη κυκλοφορία και πώληση δημιουργώντας ένα νέο μοντέλο μπότας. Για αρκετά χρόνια, γινόντουσαν αλλαγές προσθέτοντας κάθε φορά και κάποιο νέο εξάρτημα μέχρι την τελική μορφή της μπότας με το μοντέλο XR3.

Το βάρος για ένα ζευγάρι KJRB, μεγέθους small, είναι περίπου στα 3,2kg ± (100-300gr). Παρ' όλα αυτά, η βαρύτητα δεν είναι αισθητή στα πόδια αλλά λειτουργεί ευνοικά για τα κάτω άκρα προλαμβάνοντας μυοσκελετικούς τραυματισμούς και έντονους πόνους στις αρθρώσεις του γονάτου και της ποδοκνημικής εξαιτίας του ειδικού συστήματος IPS, που θα αναλυθεί παρακάτω (Mellars, et al., 2014).

### 3.2 Περιγραφή και χρήση εξοπλισμού

Το πρόγραμμα γυμναστικής με τον εξοπλισμό KJRB, αποτελεί ένα καινοτόμο πρόγραμμα εκγύμνασης που αναπτύχθηκε στην Ευρώπη. Αποτελεί μέτριο προς έντονο αερόβιο πρόγραμμα με πλειομετρικά στοιχεία εξαιτίας των συνεχόμενων αλμάτων, το οποίο γυμνάζει κυρίως τον κορμό και τα κάτω άκρα, βελτιώνοντας την αντοχή, την ισορροπία και συμβάλλοντας στην απώλεια σωματικού βάρους.

Είναι ένα είδος εκγύμνασης ιδιαίτερα αγαπητό από τις γυναίκες, αλλά απευθύνεται σε άτομα

ανεξαρτήτως ηλικίας (από 6 και άνω), φύλου, βάρους και επιπέδου φυσικής κατάστασης. Έτσι, μπορούν να ασκηθούν ταυτόχρονα, άτομα που βρίσκονται τόσο στο αρχάριο όσο και στο προχωρημένο επίπεδο, χωρίς φόβο.

Οι μπότες KJRB είναι σχεδιασμένες για να φοριούνται και σε εξωτερικό και σε εσωτερικό χώρο, με την δυνατότητα να τα χρησιμοποιήσει κανείς ακόμα και στο σπίτι του ενώ είναι ειδικά σχεδιασμένες, για να απορροφούν τους κραδασμούς και να συμβάλλουν στην μείωση των μυοσκελετικών επιβαρύνσεων. Στην όψη μοιάζουν με τις μπότες του σκι ή τα rollers ενώ έχουν ειδικά ελάσματα στο κάτω μέρος τους, ώστε να βοηθούν στην



**Εικόνα 2.** Μοντέλο XR3 του εξοπλισμού KJRB



αναπήδηση κατά την διάρκεια της άσκησης. Είναι άνετες στην εφαρμογή και σχεδιασμένες με υλικά υψηλής ποιότητας (Cardozo, et al., 2014).

Ένα ζευγάρι μπότες KJRB, αποτελείται από πολλά μέρη (εξαρτήματα), τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με έναν μοναδικό τρόπο εξασφαλίζοντας πλήρη ασφάλεια στον ασκούμενο. Κάθε εξάρτημα της μπότας μπορεί να χρειαστεί νέο ανταλλακτικό ύστερα από μακροχρόνια χρήση για την διατήρηση της ύψιστης ασφάλειας της μπότας KJRB. Τα εξαρτήματα αναγράφονται παρακάτω στην εικόνα 3.

Το κύριο σύστημα του εξοπλισμού KJRB με το οποίο λειτουργεί ονομάζεται IPS (Impact Protection System), το οποίο συμβάλλει στην σχεδόν εκμηδένιση των κραδασμών των κάτω άκρων κατά την φάση της προσγείωσης. Συγκεκριμένα, το σύστημα IPS, αποτελείται από τα παρακάτω εξαρτήματα που αναγράφονται στην εικόνα 3. προσθέτοντας και το εξάρτημα «Twin Turbos» ως μέρος του συστήματος IPS (Mellars, et al., 2014).



Εικόνα 3. Τα εξαρτήματα της μπότας KJRB και του συστήματος IPS

Για την σωστή χρήση του εξοπλισμού, ο ασκούμενος είναι απαραίτητο να έχει ένα ζευγάρι ψηλές βαμβακερές κάλτσες ώστε να τις φορέσει σε γυμνό πόδι πριν την τοποθέτηση του ποδιού στον εξοπλισμό KJRB. Κατά την τοποθέτηση, υπάρχουν ειδικά ελάσματα «Straps» που συγκρατούν το πόδι και ύστερα με την βοήθεια ενός ακόμη εξαρτήματος που ονομάζεται «Buckles» κλειδώνουν ακούγοντας έναν χαρακτηριστικό ήχο που επιβεβαιώνει την σωστή εφαρμογή και ασφάλεια του ασκούμενου. Πλέον, ο ασκούμενος είναι έτοιμος με

την βοήθεια του γυμναστή να ξεκινήσει να περπατάει και να μαθαίνει την σωστή τεχνική ώστε να ξεκινήσει το πρόγραμμα.

Τέλος, οι πρώτες επισκέψεις, όπως είναι φυσικό πρέπει να διαρκούν λιγότερη διάρκεια, ώστε να προσαρμοστεί σταδιακά ο ασκούμενος στην έντονη αερόβια άσκηση και να μάθει να εισπνέει και να εκπνέει σωστά. Τέλος, το βάρος του σώματος πρέπει να πέφτει σε όλο το πόδι και όχι σε κάποια σημεία π.χ. στα δάχτυλα ή στις φτέρνες, κάτι το οποίο μαθαίνει σταδιακά σε κάθε μάθημα (Cardozo, et al., 2014)

### **3.3 Προστασία και ασφάλεια**

Η χρήση του εξοπλισμού KJRB, θα πρέπει να γίνεται υπό την καθοδήγηση ενός ειδικού – εξειδικευμένου ατόμου καθώς, η λανθασμένη τοποθέτηση του μπορεί να επιφέρει τραυματισμό ή πτώση ειδικά αν είναι η πρώτη φορά που δοκιμάζει αυτό τον τρόπο εκγύμνασης. Απαιτείται λοιπόν, γνώση, ως προς την χρήση την μεταφορά και την συντήρηση των μποτών. Συνήθως, ο αρχάριος ασκούμενος που κάνει γυμναστική πρώτη φορά με KJRB, θέλει μερικά λεπτά μέχρι να συνηθίσει η προσαρμογή του ποδιού στον εξοπλισμό επειδή το νιώθει ξένο στο σώμα του και λόγω της αλλαγής του κέντρου βάρους σώματος. Ύστερα από λίγο ξεχνιέται λόγω της έντονης άσκησης και της αυξημένης ανδρεναλίνης.

Ο εξοπλισμός KJRB, έχει κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να απορροφά το μεγαλύτερο μέρος των κραδασμών των κάτω άκρων του σώματος κατά την φάση της προσγείωσης, εξαιτίας του συστήματος IPS (Impact Protection System). Το γεγονός αυτό, είναι πολύ σημαντικό αφού έτσι, παρέχεται υψηλός βαθμός προστασίας των αρθρώσεων από τραυματισμούς. Έτσι λοιπόν, αυτή η μέθοδος εκγύμνασης, συμβάλλει στην προστασία του μυοσκελετικού συστήματος και ιδιαίτερα στην άρθρωση του γονάτου, ενώ παράλληλα αποτελεί ένα ολοκληρωμένο και αποτελεσματικό πρόγραμμα γυμναστικής που αυξάνει συνεχώς το κοινό του (De Oliveira et al., 2014).

Ένα ερώτημα που ταλανίζει τα περισσότερα άτομα που μαθαίνουν για την μέθοδο εκγύμνασης με τον εξοπλισμό KJRB είναι αν υπάρχει η πιθανότητα ή ο κίνδυνος πτώσης, ειδικά στην αρχή. Οι μπότες προσφέρουν πλήρη ασφάλεια και είναι αδύνατον να χαθεί η ισορροπία, αφού το κάθε ζευγάρι έχει στο πάνω μέρος ειδικά ρυθμιζόμενα ελάσματα που

συγκρατούν σταθερή την ποδοκνημική άρθρωση και το κάτω μέρος της μπότας αποτελείται από μεγάλη επιφάνεια ελαστικής επένδυσης για να αποφευχθεί η ολίσθηση (Nekouei, et al., 2020).

### **3.4 Ενδείξεις - Αντενδείξεις**

Η μέθοδος γυμναστικής με KJRB, απευθύνεται σε όλες τις ηλικίες από 6 ετών και άνω, ανεξαρτήτως φύλλου, πολιτισμικής και κοινωνικής ταυτότητας, σωματικού βάρους και επιπέδου φυσικής κατάστασης. Μάλιστα, αποτελεί ιδανική άσκηση για άτομα που αντιμετωπίζουν προβλήματα με την άρθρωση του γονάτου αλλά και του αστραγάλου διότι μειώνεται ο πόνος εξαιτίας της απορρόφησης των κραδασμών από το έδαφος αλλά και η κίνηση της ποδοκνημικής άρθρωσης περιορίζεται με αποτέλεσμα να μειώνεται το εύρος κίνησης στο μετωπιαίο επίπεδο.

Όμως, το πρόγραμμα όπως και κάθε άλλο πρόγραμμα εκγύμνασης δεν συνιστάται για ορισμένες ομάδες ανθρώπων. Συγκεκριμένα, δεν συνιστάται σε έγκυες, γυναίκες με καισαρική έως τους πρώτους 3 μήνες, παιδιά κάτω των 6 ετών καθώς και σε άτομα με αυχενικό σύνδρομο επιβεβαιωμένο από ιατρό.

Επιπλέον, άτομα που είναι παχύσαρκα δεν συνιστάται αυτό ο τύπος άσκησης εξ αρχής σε έντονη ένταση, όπως και σε άτομα με καρδιαγγειακά προβλήματα, δηλαδή υψηλή πίεση που δεν έχει ρυθμιστεί με φαρμακευτική αγωγή (Cardozo, et al., 2014).

#### 4. Οφέλη στο σώμα και στην υγεία

Τα τελευταία χρόνια, ο καθημερινός τρόπος ζωής των ανθρώπων, ειδικά η καθιστική ζωή, έχει δημιουργήσει πλήθος μυοσκελετικών προβλημάτων εξαιτίας της λανθασμένης στάσης του σώματος καθώς και μυϊκή ατροφία λόγω έλλειψης της γυμναστικής. Η γυμναστική με τον εξοπλισμό KJRB, βοηθάει στην βελτίωση της γενικής φυσικής κατάστασης του ασκούμενου αφού μέσω του προγράμματος Kangoo Jumps, βελτιώνονται οι περισσότερες πτυχές της φυσικής κατάστασης όπως οι συντονιστικές ικανότητες, η ισορροπία και η δύναμη κυρίως όμως η καρδιοαναπνευστική αντοχή (Osipov, et al., 2020).

Πρωταρχικά, η άσκηση με KJRB, συμβάλλει στο καρδιαγγειακό αλλά και αναπνευστικό σύστημα όντας καρδιοαναπνευστικό πρόγραμμα. Συγκεκριμένα, η αναπνευστική ικανότητα του ασκούμενου, βελτιώνεται σε κάθε μάθημα, αφού μαθαίνει να αναπνέει σωστά και να εκτελεί γρήγορο κύκλο εισπνοών και εκπνοών για την επίτευξη των έντονων κινήσεων. Επομένως, καταναλώνεται περισσότερο οξυγόνο στους ιστούς, με αποτέλεσμα ο ασκούμενος να βελτιώνει την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_2 \max$ ) σε μεγάλο βαθμό αφού η ένταση που δουλεύει για μεγάλη διάρκεια είναι κοντά στην μέγιστη καρδιακή συχνότητα ( $MKS = 220 - \text{ηλικία}$ ). Επιπρόσθετα, αυξάνεται η λειτουργική δραστηριότητα των καρδιακών μυών (Mokrona, et al., 2018). Όσον αφορά την κυκλοφορία του αίματος μειώνονται τα επίπεδα τριγλυκεριδίων και χοληστερίνης με την καρδιοαναπνευστική άσκηση σε συνδυασμό με την υγιεινή διατροφή και επομένως των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (LDL) δηλαδή αυτών που δεν είναι καλές για τον οργανισμό, αυξάνοντας ή διατηρώντας σε καλό επίπεδο, αντιθέτως, τις λιποπρωτεΐνες υψηλής πυκνότητας (HDL) στο αίμα, δηλαδή τις καλές για τον οργανισμό, οι οποίες στέκονται εμπόδιο στην δημιουργία αθηρωματικών πλακών και μειώνουν την συχνότητα εμφάνισης στεφανιαίας νόσου (Osipov, et al., 2020).

Βέβαια, ένα από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά οφέλη που μπορεί να προσφέρει το πρόγραμμα Kangoo Jumps, με εύκολα και γρήγορα αποτελέσματα είναι η μείωση του σωματικού λίπους. Η αερόβια αυτή άσκηση, συμβάλλει στην εκγύμναση ολόκληρου του σώματος, δηλαδή των άνω άκρων, των κάτω άκρων και του κορμού ενώ ταυτόχρονα στην μείωση λίπους. Επίσης, αυξάνεται ο μεταβολικός ρυθμός κατά την ηρεμία, γεγονός που επιτρέπει να καίγονται περισσότερες θερμίδες για ώρες μετά την άσκηση (Lopes dos Santos, et al., 2014).

Το πρόγραμμα Kangoo Jumps προκαλεί σε μεγάλο βαθμό απώλεια υγρών μέσω της εφίδρωσης, λόγω της έντονης αερόβιας έντασης του προγράμματος. Φυσικά η ενυδάτωση είναι απαιτούμενη καθώς η κατανάλωση νερού θα πρέπει να αναπληρώσει τα υγρά μετά από ένα έντονο πρόγραμμα γυμναστικής. Τα αποτελέσματα είναι ορατά από τις πρώτες προπονήσεις σε συνδυασμό με μία υγιεινή διατροφή (Iulia, 2010).

Επιπλέον, βοηθάει στην βελτίωση της στάσης του σώματος εξαιτίας ότι το κάτω μέρος της μπότας είναι κυρτό, γεγονός που απαιτεί την μεγαλύτερη ενεργοποίηση των εν τω βάθει μυών του κορμού για την διατήρηση της σπονδυλικής στήλης στην σωστή θέση, καθ' όλη την διάρκεια του προγράμματος. Επομένως, οι μύες του κορμού ενεργοποιούνται ισομετρικά ώστε η σπονδυλική στήλη να διατηρήσει τα φυσιολογικά κυρτώματα του αυχένα, του θώρακα και της οσφυϊκής μοίρας και να αποφευχθούν υπέρμετρες κυρτώσεις, που οδηγούν σε προβλήματα με την πιο συνηθισμένη πάθηση, την κήλη των μεσοσπονδύλιων δίσκων. Τέλος, φαίνεται ότι με τον εξοπλισμό KJRB, μειώνεται ο κίνδυνος διαστρεμμάτων λόγω της περιορισμένης κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης στο μετωπιαίο επίπεδο (Mellars, et al., 2014).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί το πρόγραμμα Kangoo Jumps με τον εξοπλισμό KJRB, αποτελεί μια καινοτόμο μέθοδο εκγύμνασης, η οποία πρωταρχικά δημιουργήθηκε με σκοπό την αποκατάσταση τραυματισμών στα κάτω άκρα καθώς και την μείωση της μυοσκελετικής επιβάρυνσης στις αρθρώσεις των κάτω άκρων. Οι μπότες KJRB, είναι κατασκευασμένες ώστε να προλαμβάνουν τους τραυματισμούς των μυών και των αρθρώσεων ειδικά στην άρθρωση του γονάτου. Πιο αναλυτικά, οι μπότες αποτελούν ένα ιατρικό προϊόν που σχεδιάστηκε για την αποκατάσταση των τραυματισμών στα γόνατα καθώς απορροφούν μεγάλο βαθμό των κραδασμών με το έδαφος. Το σύστημα IPS της μπότας, συμβάλλει στην σχεδόν εκμηδένιση των κραδασμών, των κάτω άκρων κατά την φάση της προσγείωσης. Ο λόγος αυτός, κάνει το προϊόν «φιλικό» προς τα άτομα που αντιμετωπίζουν τραυματισμούς και μυοσκελετικά προβλήματα στο γόνατο αλλά και την ποδοκνημική άρθρωση. Ο υψηλός βαθμός προστασίας, είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του εξοπλισμού και ο λόγος που έγινε τόσο δημοφιλής από το κοινό (Miller et al., 2015).

Τέλος, είναι γεγονός πως η γυμναστική και ιδιαίτερα το πρόγραμμα Kangoo Jumps, συνδυάζει την άσκηση με την διασκέδαση, έτσι ο ασκούμενος απολαμβάνει την άσκηση και ακολουθεί το πρόγραμμα γυμναστικής ευχάριστα, έχοντας θετικό αντίκτυπο και στην προσωπική του ζωή. Με αυτό τον τρόπο, μειώνεται η επίδραση του άγχους έχοντας θετικά αποτελέσματα στην ψυχική υγεία, εξαιτίας της έκκρισης των ενδορφινών λόγω των συνεχόμενων αναπηδήσεων και αλμάτων νιώθοντας ευεξία, αναζωογόνηση και χαλάρωση. (Cosma, et al., 2015). Το Kangoo Jumps μπορεί να θεωρηθεί μια ευεργετική αερόβια άσκηση που παρέχει πολλά οφέλη στον ασκούμενο ειδικά στον τομέα της ψυχικής ευημερίας (Miller et al., 2015).

## 5. Σύγκριση Kangoo Jumps Rebound Boots με τα αθλητικά υποδήματα

Η άσκηση με τα αθλητικά υποδήματα σε σύγκριση με τον εξοπλισμό KJRB, παρουσιάζει μεγάλες διαφορές στις μυοσκελετικές επιβαρύνσεις κατά την άσκηση. Η ειδοποιός διαφορά είναι ο προηγμένος ειδικός σχεδιασμός του εξοπλισμού KJRB, με βάση το σύστημα IPS (Impact Protection System) που εστιάζει στην απορρόφηση των κραδασμών των κάτω άκρων (Oliveira, et al., 2014).

Η προπόνηση καθίσταται εύκολη για όλους και διασκεδαστική με τον εξοπλισμό KJRB, κάνοντας ενδιαφέρον ακόμα κι ένα απλό άλμα (jump). Το γεγονός αυτό οφείλεται στην έντονη άσκηση, με γρήγορο ρυθμό και επαναλαμβανόμενες ασκήσεις με άλματα, που συνδυάζονται με μουσική και χορό. Η αερόβια αυτή άσκηση θυμίζει την αίσθηση σε τραμπολίνο, κάνοντας την προπόνηση ακόμα πιο ενδιαφέρουσα σαν παιχνίδι (Oliveira, et al., 2014). Μάλιστα, γεγονός αποτελεί, ότι ο εξοπλισμός KJRB επιτρέπει την άσκηση σε άτομα με πόνο και προβλήματα στην άρθρωση του γόνατος ενώ αντενδείκνυται η προπόνηση με συνεχόμενα άλματα με τα απλά αθλητικά υποδήματα. Αυτό, οφείλεται στο πλεονέκτημα που διαθέτουν οι μπότες κατά την φάση της προσγείωσης στο έδαφος, με το σύστημα IPS. Συνεπώς, δεν υπάρχουν μεγάλες δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους άρα και πιθανόν μεγάλες μυοσκελετικές επιβαρύνσεις στα κάτω άκρα (Mellars, et al., 2014).

Τέλος, η άσκηση με τον εξοπλισμό KJRB σε αντίθεση με τα αθλητικά υποδήματα, έχει ενεργό ρόλο στην διατήρηση και την βελτίωση της σωστής στάσης του σώματος και την ισορροπία. Οι μπότες βοηθούν ακόμη κι έναν αρχάριο ασκούμενο, να ολοκληρώσει το πρόγραμμα γυμναστικής χωρίς να έχει έντονα σημάδια κόπωσης ή πόνου, που τις περισσότερες φορές λειτουργεί ως κατασταλτικός παράγοντας για τους νέους ενδιαφερόμενους (Cardozo, et al., 2014).

## 6. Μεθοδολογία

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο «Εμβιομηχανικής και Εργονομίας» της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού Τρικάλων, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Παρακάτω αναλύεται λεπτομερώς η μεθοδολογία και το ερευνητικό πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε.

### 6.1 Δείγμα (Πληθυσμός μελέτης)

Το δείγμα για την έρευνα αποτέλεσαν 10 υγιείς γυναίκες, ηλικίας 25-45 ετών.

### 6.2 Κριτήρια Συμμετοχής

Τα κριτήρια συμμετοχής στην έρευνα ήταν τα ακόλουθα:

1.  $18,5 < \Delta\text{Μ}\Sigma < 25$ , Φυσιολογικό Βάρος, σύμφωνα με τον Δείκτη Μάζας Σώματος ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )
2. Υγιείς, χωρίς μυοσκελετικά προβλήματα τους τελευταίους 6 μήνες
3. Χωρίς σοβαρή ασθένεια/πάθηση
4. Μη καπνίζουσες
5. Προπονητική ηλικία τουλάχιστον 1 έτους
6. Προπονητική ηλικία στο πρόγραμμα Kangoo Jumps, τουλάχιστον 4 μηνών

Όλες οι γυναίκες ενημερώθηκαν πλήρως για την έρευνα που θα συμμετείχαν και για το πρωτόκολλο άσκησης που θα πραγματοποιούσαν, εφόσον πληρούσαν τα κριτήρια συμμετοχής και επιθυμούσαν. Ύστερα, οι συμμετέχουσες υπέγραψαν έντυπο συγκατάθεσης και συμφώνησαν για την διαδικασία που θα ακολουθούσαν ύστερα από μερικές μέρες.

### 6.3 Εξοπλισμός – Υλικό

Στην αρχή, πραγματοποιήθηκε η μέτρηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών, τα οποία θα αναλυθούν παρακάτω, με την βοήθεια ενός παχύμετρου και μίας μεζούρας. Μετέπειτα, χρησιμοποιήθηκε το τρισδιάστατο σύστημα ανάλυσης κίνησης που ονομάζεται



VICON Motion system, το οποίο αποτελείται από δέκα υπέρυθρες κάμερες VERO στα 100HZ και δύο 3D δυναμοδάπεδα BERTEC, διαστάσεων 40x60 στα 1000HZ, τα οποία είναι συγχρονισμένα μεταξύ τους.

Για την περιγραφή και την ανάλυση της κίνησης χρησιμοποιήθηκαν 16 παθητικοί ανακλαστήρες (markers) στα κάτω άκρα, οι οποίοι τοποθετήθηκαν βασισμένοι στο μοντέλο Lower Body Plug-in gait. Οι ανακλαστήρες τοποθετήθηκαν πάνω σε μονωτική ταινία διπλής όψεως (αντιολισθητική) για την καλύτερη εφαρμογή στο σώμα και την αποφυγή πτώσης αν τοποθετούνταν πάνω σε αθλητικό ρούχο.

Τέλος, για την διεξαγωγή των μετρήσεων ήταν απαραίτητο ένα ζευγάρι αθλητικά παπούτσια και ένα ζευγάρι KJRB, μεγέθους Small. Κατά την έρευνα, πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο πριν την διεξαγωγή του πρωτοκόλλου, ζύγισμα στο δυναμοδάπεδο BERTEC, σε ένα ζευγάρι KJRB. Επίσης, πραγματοποιήθηκε ζύγισμα σε κάθε συμμετέχουσα με τον εξοπλισμό και εντοπίστηκε διαφορά 3,2kg παραπάνω έχοντας τον εξοπλισμό KJRB σε σχέση με το ζύγισμα με τα αθλητικά υποδήματα. Συμπερασματικά, το συνολικό βάρος ενός ζευγαριού KJRB μεγέθους Small, υπολογίστηκε 3,2 kg ( $\pm$  100-300 gr.).

## **6.4 Ερευνητικός Σχεδιασμός**

Οι συμμετέχουσες παρευρίσκονταν στο εργαστήριο μόνο μία φορά για την υλοποίηση του ερευνητικού πρωτοκόλλου. Δεν υπήρχε ομάδα control. Υπήρχε μηνιαίος προγραμματισμός για την επίσκεψη κάθε συμμετέχουσας σε διαφορετική ημερομηνία διότι η διαδικασία διαρκούσε αρκετές ώρες λόγω της μεγάλης ακρίβειας που απαιτούνταν για την τοποθέτηση των παθητικών ανακλαστήρων στα κάτω άκρα της συμμετέχουσας. Για την σωστή υλοποίηση της μέτρησης και την αποφυγή προβλημάτων κατά την διεξαγωγή της έρευνας, ο ρουχισμός αλλά και τα αθλητικά υποδήματα του δείγματος έπρεπε να μην έχουν καμία αντανάκλαση κατά την έκθεση τους στο φως.

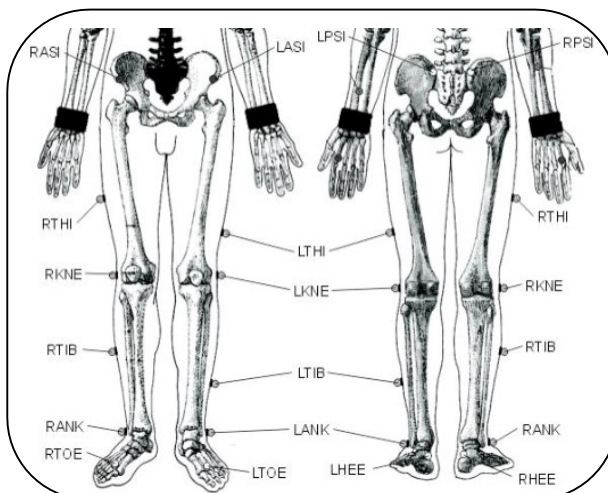
### **6.4.1 Μέτρηση Ανθρωπομετρικών/Σωματομετρικών χαρακτηριστικών**

Η διαδικασία της μέτρησης ξεκινούσε με την καταγραφή των σωματομετρικών χαρακτηριστικών και συγκεκριμένα με το ύψος και το βάρος. Στη συνέχεια, με την βοήθεια του παχύμετρου, η συμμετέχουσα τοποθετούνταν στην βασική ανατομική θέση με τα χέρια κοντά στον κορμό και τα πόδια στο άνοιγμα των ισχύων για τον υπολογισμό της απόστασης:

α) του έσω και έξω σφυρού και β) του έσω και έξω μηριαίου κόνδυλου. Η ολοκλήρωση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών, πραγματοποιούνταν με την μεζούρα, η οποία τοποθετούνταν στην πρόσθια λαγόνια άκανθα έως το έσω σφυρό. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά ήταν απαραίτητα να ληφθούν υπόψη διότι εισάγονταν στο σύστημα του VICON για να γίνουν οι σωστοί υπολογισμοί δημιουργίας του ανθρώπινου μοντέλου και να υπολογιστούν τα κινηματικά και κινητικά μεγέθη.

#### 6.4.2 Τοποθέτηση Παθητικών Ανακλαστήρων (Markers)

Αρχικά, η συμμετέχουσα ήταν τοποθετημένη σε όρθια θέση στην βασική ανατομική θέση με τα αθλητικά υποδήματα. Για την καλύτερη εφαρμογή των παθητικών ανακλαστήρων στα κάτω άκρα ήταν ιδανικό να φοράει αθλητικό σορτς ώστε η μονωτική ταινία να έχει καλύτερη εφαρμογή πάνω στο δέρμα της ενώ ταυτόχρονα η ερευνήτρια τοποθετούσε τους 16 παθητικούς ανακλαστήρες στα κάτω άκρα και των δύο ποδιών, οι οποίοι τοποθετούνταν βασισμένοι στο μοντέλο Lower Body Plug-in gait. Οι παθητικοί ανακλαστήρες, RANK, RTOE, RHEE και αντίστοιχα LANK, LTOE, LHEE, στο πρώτο μέρος τοποθετούνταν πάνω στο παπούτσι ενώ στο δεύτερο μέρος στον εξοπλισμό KJRB. Τέλος, για να μην ξεκολλήσουν, τοποθετούνταν αντιολισθητική ταινία δίπλα από τους παθητικούς ανακλαστήρες σε επαφή με το δέρμα για αποφυγή πτώσης τους κατά την διάρκεια των μετρήσεων.



Εικόνα 4. Lower Body Plug-In Gait Model

#### 6.4.3 Προθέρμανση / Εξοικείωση με το δυναμοδάπεδο

Αφού είχαν τοποθετηθεί οι παθητικοί ανακλαστήρες, ακολουθούσε η προθέρμανση. Στην αρχή ο ασκούμενος εκτελούσε δυναμικές διατάξεις για ολόκληρο το σώμα, συνέχιζε με επιτόπιο χαλαρό τζόκινγκ και στο τέλος εκτελούσε τις ασκήσεις που περιελάμβανε το ερευνητικό πρωτόκολλο σε χαμηλή ένταση, με συνολική διάρκεια προθέρμανσης 5-7 λεπτά.

Έπειτα, ακολουθούσε η εξοικείωση της συμμετέχουσας με το δυναμοδάπεδο. Λόγω της μικρής επιφάνειας του, έπρεπε να είναι συγκεντρωμένη και να έχει ένα σταθερό σημείο στο οποίο θα κοιτάει ώστε κατά την διάρκεια των ασκήσεων να πατάει μόνο μέσα σε αυτό. Κατά την μέτρηση, υπήρχε μετρονόμος που έδινε τον ρυθμό στα 140 BPM ώστε ο ασκούμενος να πατάει με σταθερή ταχύτητα στο δυναμοδάπεδο. Ταυτόχρονα, μέσα στην επιφάνεια του δυναμοδαπέδου πατούσε μόνο το δυνατό πόδι ενώ το άλλο πόδι πατούσε έξω από αυτό καθ' όλη την διάρκεια της άσκησης. Οι ασκήσεις εκτελούνταν για 20'' από 2 σετ/άσκηση.

## 6.5 Ερευνητικό Πρωτόκολλο

Το ερευνητικό πρωτόκολλο χωρίζονταν σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος, η συμμετέχουσα φορούσε τα αθλητικά υποδήματα, τοποθετούνταν στο δυναμοδάπεδο και με τα δύο πόδια πάνω, έχοντας την βασική ανατομική θέση με τα χέρια σταυρωτά στους ώμους. Από αυτή την θέση, πραγματοποιούνταν η πρώτη προσπάθεια που ονομαζόταν «Στατική Προσπάθεια» κατά την οποία παρέμενε ακίνητη και σταθερή για 10 δευτερόλεπτα. Από αυτή την προσπάθεια πραγματοποιούνταν το λεγόμενο «Labeling» στον υπολογιστή μέσω του συστήματος VICON. Δηλαδή μπορούσαμε να δημιουργήσουμε ένα κινητικό πρότυπο του σκελετού της με βάση τους παθητικούς ανακλαστήρες που ήταν τοποθετημένοι πάνω της, σύμφωνα το μοντέλο Lower Body Plug-in gait. Με την παραπάνω διαδικασία αλλά και με την προσθήκη των ανθρωπομετρικών και σωματομετρικών χαρακτηριστικών ως δεδομένα, μπορούσαμε να παίρνουμε σε κάθε κίνηση, όπως στο συγκεκριμένο πρωτόκολλο στην άσκηση ψηλό Skipping και Squat jump, τα κινηματικά αλλά και τα κινητικά μεγέθη με σκοπό την ανάλυση αυτών.

Στην παρούσα έρευνα, οι εμβιομηχανικοί παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν: i) η γωνία του γόνατος κατά την φάση της προσγείωσης (Knee Angle) και ii) η δύναμη αντίδρασης του εδάφους κατά την φάση της προσγείωσης (Ground Reaction Force). Μάλιστα, το ερευνητικό πρωτόκολλο αποτελούνταν από δύο ασκήσεις, οι οποίες στο πρώτο μέρος εκτελούνταν με τα αθλητικά υποδήματα ενώ στο δεύτερο μέρος με τον εξοπλισμό KJRB. Συγκεκριμένα, οι ασκήσεις ήταν: i) το Ψηλό Skipping και ii) το Squat Jump. Κάθε άσκηση πραγματοποιούνταν δύο φορές από 12 επαναλήψεις στο δεξί πόδι, με διάλειμμα 2 λεπτών.

Στη συνέχεια, αφού πραγματοποιούνταν η «στατική προσπάθεια», η συμμετέχουσα τοποθετούσε το δεξί (δυνατό) της πόδι μέσα στην επιφάνεια του δυναμοδαπέδου και ξεκινούσε την εκτέλεση της πρώτης άσκησης που ήταν το ψηλό Skipping. Καθ' όλη την διάρκεια της άσκησης έπρεπε να ακούει τον ρυθμό ώστε να υπάρχει σταθερό εύρος κίνησης και ταχύτητας. Αφού εκτελούσε 2 σετ από 12 επαναλήψεις, έκανε 2 λεπτά διάλειμμα στο σετ. Ύστερα, εκτελούσε την επόμενη άσκηση που ήταν το Squat Jump. Μόλις τελείωνε και τα δύο σετ, έβγαζε τα αθλητικά υποδήματα.

Έπειτα, περνούσε στο δεύτερο μέρος του πρωτοκόλλου όπου φορούσε τον εξοπλισμό KJRB, μεγέθους Small και εκτελούσε το ίδιο πρωτόκολλο άσκησης από την αρχή με όλα τα παραπάνω βήματα ξεκινώντας από την «Στατική Προσπάθεια». Η μείζονα διαφορά είναι πως κατά την «Στατική Προσπάθεια» συμπεριλαμβανόταν το επιπλέον βάρος του εξοπλισμού KJRB και δημιουργούνταν ένα νέο κινητικό πρότυπο του σκελετού της συμμετέχουσας, με βάση τους παθητικούς ανακλαστήρες που ήταν τοποθετημένοι πάνω της, σύμφωνα το μοντέλο Lower Body Plug-in gait. Να τονιστεί πως πραγματοποιήθηκε μέτρηση ενός ζευγαριού μεγέθους Small και υπολογίστηκε πως το κάθε ζευγάρι ζυγίζει  $3,2\text{kg} \pm 100\text{-}300\text{gr}$ . Επομένως, στο δεύτερο μέρος του πρωτοκόλλου τα βήματα είναι τα ίδια με του πρώτου μέρους με την διαφορά πως το βάρος της συμμετέχουσας είναι 3,2 kg παραπάνω, το οποίο θα επηρεάσει τις τιμές των εμβιομηχανικών παραμέτρων.

## 6.6 Στατιστική ανάλυση

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πακέτο IBM SPSS Statistics v26. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < .05$ . Αρχικά, έγινε έλεγχος κανονικής κατανομής χρησιμοποιώντας το τεστ Shapiro-Wilk. Όλες οι μεταβλητές που αφορούσαν την γωνία του γόνατος στην φάση προσγείωσης, «Knee Angle» και την δύναμη αντίδρασης στην φάση προσγείωσης, «GRF» των ασκήσεων i) ψηλό skipping και ii) squat jump και στις δύο μετρήσεις με αθλητικά υποδήματα και KJRB, ακολουθούσαν την κανονική κατανομή ( $p > .05$ ). Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν οι M.O. και οι T.A. των εξεταζόμενων μεταβλητών. Για να εξεταστεί εάν υπήρχαν διαφορές στις εξεταζόμενες μεταβλητές (Knee Angle skipping, Knee Angle squat jump, GRF skipping, GRF squat jump) μεταξύ των δύο μετρήσεων (αθλητικά υποδήματα, KJRB) εφαρμόστηκε κριτήριο  $t$  για εξαρτημένα δείγματα (paired samples t-test) χωριστά για τις μετρήσεις που αφορούσαν την Knee Angle και για την GRF.

## 7. Αποτελέσματα

### 7.1 Έλεγχος Κανονικής Κατανομής και Περιγραφικά στατιστικά

Οι μέσοι όροι, οι τυπικές αποκλίσεις και ο έλεγχος κανονικής κατανομής με το Shapiro-Wilk τεστ για την μεταβλητή Knee Angle παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 1.

**Πίνακας 1.** Μέσοι όροι, τυπικές αποκλίσεις και έλεγχος κανονικής κατανομής για την μεταβλητή Angle

Μετρήσεις	Knee Angle	<i>M</i>	<i>SD</i>	Shapiro Wilk	<i>p</i>
Αθλητικά υποδήματα	Skipping	36.48	4.36	.930	.453
	Squat jump	83.97	11.04	.954	.739
ΚJRB	Skipping	21.41	7.86	.917	.336
	Squat jump	82.65	7.59	.924	.427

*M* = Μέσος όρος; *SD* = Τυπική Απόκλιση; *p* = Επίπεδο Σημαντικότητας.

Οι μέσοι όροι, οι τυπικές αποκλίσεις και ο έλεγχος κανονικής κατανομής με το Shapiro-Wilk τεστ για την μεταβλητή GRF παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 2.

**Πίνακας 2.** Μέσοι όροι, τυπικές αποκλίσεις και έλεγχος κανονικής κατανομής για την μεταβλητή GRF

Μετρήσεις	GRF	<i>M</i>	<i>SD</i>	Shapiro Wilk	<i>p</i>
Αθλητικά υποδήματα	Skipping	283.13	34.21	.846	.052
	Squat jump	102.29	18.75	.979	.959
ΚJRB	Skipping	280.38	39.81	.865	.088
	Squat jump	89.11	14.28	.967	.860

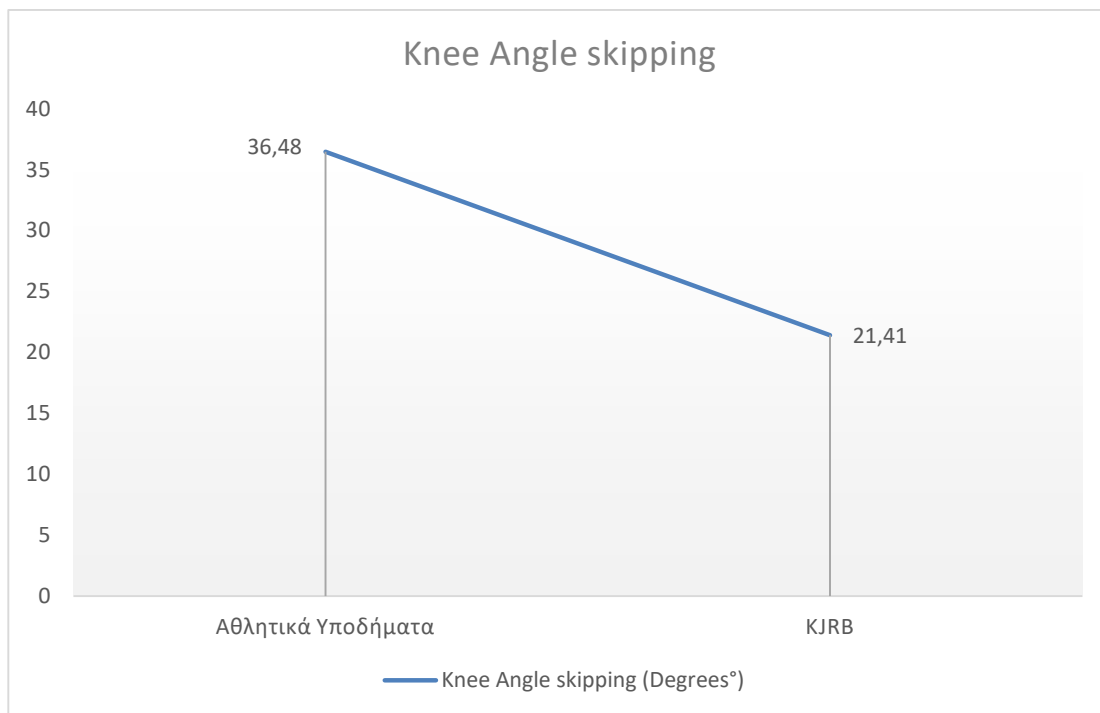
*M* = Μέσος όρος; *SD* = Τυπική Απόκλιση; *p* = Επίπεδο Σημαντικότητας.

## 7.2 Αναλύσεις μεταβλητών σύμφωνα με το κριτήριο $t$ για εξαρτημένα δείγματα (Paired Samples $t$ -test)

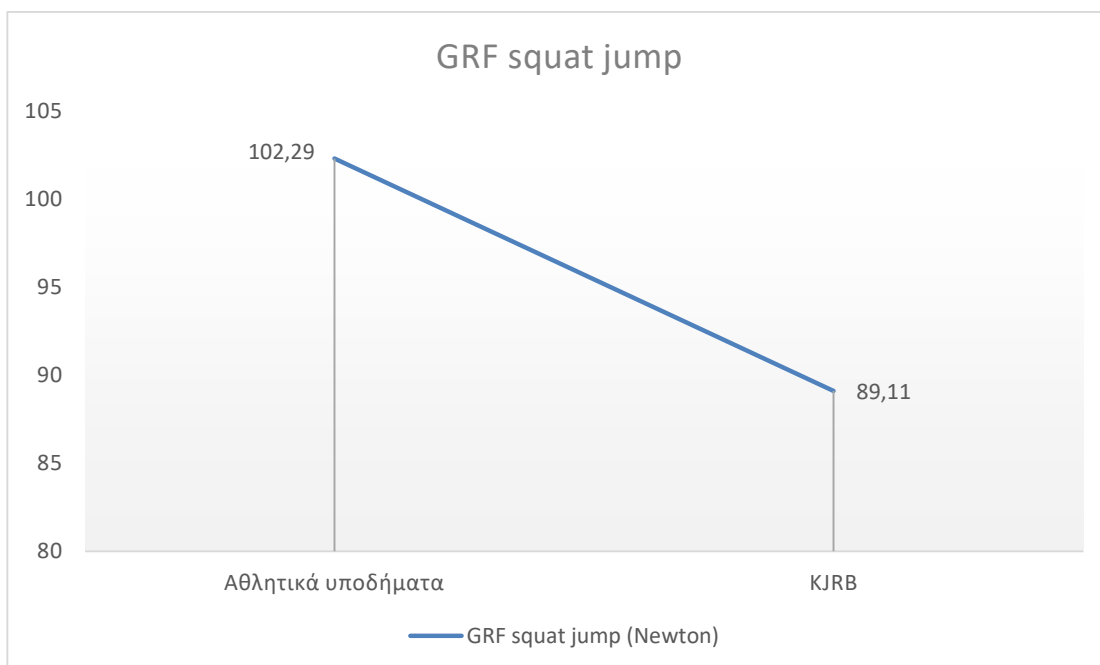
Ξεχωριστές αναλύσεις με το κριτήριο  $t$  για εξαρτημένα δείγματα ως προς την μεταβλητή Knee Angle έδειξαν ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μετρήσεων με αθλητικά υποδήματα και των μετρήσεων με τον εξοπλισμό KJRB στην μεταβλητή Knee Angle skipping ( $t_9 = 6.274, p < .001, \text{Cohen's } d = .81$ ) και ως προς την μεταβλητή GRF squat jump ( $t_9 = 4.859, p \leq .001, \text{Cohen's } d = .72$ ).

Αναλύοντας τους μέσους όρους φαίνεται ότι στη μέτρηση με τον εξοπλισμό KJRB οι συμμετέχουσες είχαν μικρότερο σκορ στην μεταβλητή Knee Angle skipping ( $M = 21.41 \pm 7.86$ ) σε σύγκριση με το σκορ στα αθλητικά υποδήματα στην μεταβλητή Knee Angle skipping ( $M = 36.48 \pm 4.36$ ). Αντίστοιχα στη μέτρηση με τον εξοπλισμό KJRB οι συμμετέχουσες είχαν μικρότερο σκορ στην μεταβλητή GRF squat jump ( $M = 89.11 \pm 14.28$ ) σε σύγκριση με το σκορ στα αθλητικά υποδήματα στην μεταβλητή GRF squat jump ( $M = 102.29 \pm 18.75$ ). Οι διαφορές στις μεταβλητές Knee Angle skipping και GRF squat jump μεταξύ των μετρήσεων με αθλητικά υποδήματα και αυτών με KJRB παρουσιάζονται στα Γραφήματα 1 και 2, αντίστοιχα.

Αντίθετα, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μετρήσεων με αθλητικά υποδήματα και των μετρήσεων με KJRB στις μεταβλητές Knee Angle squat jump ( $t_8 = .598, p = .566$ ) και GRF skipping ( $t_9 = .207, p = .840$ ).



**Γράφημα 1.** Διαφορές Μ.Ο. των τιμών της γωνίας στην μεταβλητή Knee Angle Skipping μεταξύ των μετρήσεων με αθλητικά υποδήματα και με τον εξοπλισμό KJRB



**Γράφημα 2.** Διαφορές Μ.Ο. των τιμών της δύναμης αντίδρασης του εδάφους στην μεταβλητή GRF squat jump μεταξύ των μετρήσεων με αθλητικά υποδήματα και με τον εξοπλισμό KJRB

## 8. Συζήτηση

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η σύγκριση των εμβιομηχανικών παραμέτρων κατά την άσκηση με τον εξοπλισμό KJRB σε σύγκριση με τα αθλητικά υποδήματα. Σύμφωνα με την ερευνητική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε, εξαιτίας της πρόσφατης ένταξης του προγράμματος στον χώρο της γυμναστικής, υπήρχε ελλιπής βιβλιογραφία πάνω στον τομέα των εμβιομηχανικών παραμέτρων της άσκησης με KJRB ενώ μάλιστα σε καμία δημοσιευμένη βιβλιογραφία δεν περιλαμβάνεται το ερευνητικό πρωτόκολλο, στο οποίο βασίστηκε η παρούσα έρευνα.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μεταβλητές Knee Angle skipping και GRF squat jump μεταξύ των μετρήσεων με KJRB και με αθλητικά υποδήματα. Πιο συγκεκριμένα, οι συμμετέχουσες με KJRB είχαν μικρότερο σκορ στις μεταβλητές Knee Angle skipping και GRF squat jump σε σύγκριση με τα αθλητικά υποδήματα. Αντίθετα, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μεταβλητές Knee Angle squat jump και GRF skipping μεταξύ των μετρήσεων με αθλητικά υποδήματα και με KJRB.

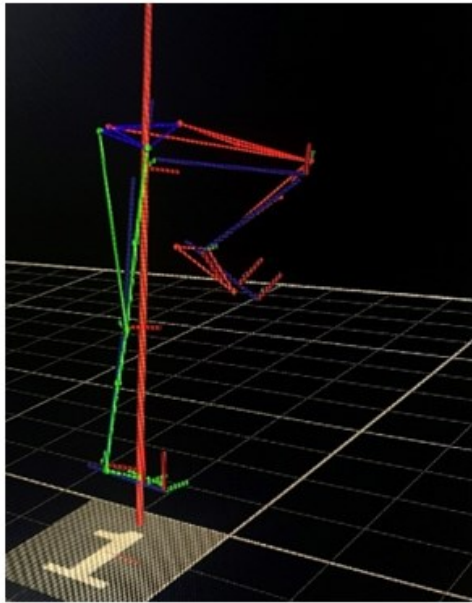
**Πίνακας 3.** Οι Μεταβλητές ανάλυσης του ερευνητικού πρωτοκόλλου. Με κόκκινο σημειώθηκαν οι μεταβλητές που έχουν στατιστικά σημαντικά διαφορές μεταξύ των μετρήσεων με KJRB και αθλητικά υποδήματα

Εμβιομηχανικοί Παράμετροι	Ασκήσεις / Μεταβλητές ανάλυσης	Τρόπος εκγύμνασης
<b>1.Knee Angle</b>	A.Skipping ( <b>Knee Angle Skipping</b> )	KJRB Αθλητικά υποδήματα
	B.Squat jump ( <b>Knee Angle Squat jump</b> )	KJRB Αθλητικά υποδήματα
<b>2.GRF</b>	A.Skipping ( <b>GRF Skipping</b> )	KJRB Αθλητικά υποδήματα
	B.Squat jump ( <b>GRF Squat jump</b> )	KJRB Αθλητικά υποδήματα

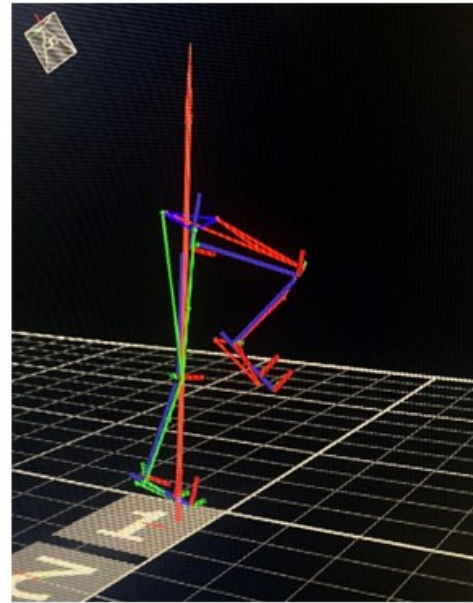


Τα αποτελέσματα της μελέτης αποδεικνύουν πως η άσκηση με KJRB, στην κινηματική παράμετρο της γωνίας του γόνατος της μεταβλητής Knee Angle Skipping, έχει μικρότερες τιμές σε σύγκριση με τα αθλητικά παπούτσια στην άσκηση ψηλό skipping. Ένας από τους λόγους είναι πως το σύστημα IPS (Impact Protection System), που έχουν οι γνήσιες μπότες, έχουν ως κύρια λειτουργία την απόσβεση (εκμηδένιση) των κρούσεων, στα κάτω άκρα κατά την φάση προσγείωσης. Οι KJRB αποτελούνται από ένα ειδικό σύστημα στο κάτω μέρος που βοηθούν συνδυαστικά στην μεγαλύτερη συμπίεση της μπότας κατά την φάση προσγείωσης όπως για παράδειγμα κάνουν τα αμορτισέρ. Η λειτουργία του συστήματος IPS της μπότας μιμείται ακριβώς αυτή την κίνηση. Αυτός ο τρόπος λειτουργίας του εξοπλισμού KJRB, συμβάλλει στο περιορισμένο εύρος κίνησης της άρθρωσης του γόνατος κατά την διάρκεια της άσκησης «ψηλό Skipping» (Cardozo, et al., 2014).

Επομένως, η χρήση του εξοπλισμού KJRB επιτρέπει στο γόνατο μεγαλύτερη έκταση κατά την έκκεντρη φάση της άσκησης, δηλαδή κατά την φάση της προσγείωσης. Αυτό σημαίνει, ότι κατά την προσγείωση, εξαιτίας της βαρύτητας του εξοπλισμού KJRB αλλά κυρίως του συστήματος IPS που διαθέτει, περιορίζει το εύρος κίνησης του γόνατου και της ενεργοποίησης των εκτεινόντων μυών του γόνατου και ως επακόλουθο έχει το πόδι προσγείωσης να είναι σχεδόν τεντωμένο. Αυτό μπορεί να αποτελέσει μία ωφέλιμη ένδειξη για άτομα με μυοσκελετικές παθήσεις στην άρθρωση του γόνατος, δηλαδή να μπορούν να ξεκινήσουν άσκηση με την συγκεκριμένη μέθοδο εκγύμνασης, καθώς το σύστημα IPS λειτουργεί ως το «αμορτισέρ» αντί του γόνατου κατά την διάρκεια της συγκεκριμένης άσκησης. Όμως, αυτό απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση εξαιτίας της έλλειψης ερευνητικών δεδομένων σύμφωνα με την διαθέσιμη βιβλιογραφία. Συμπερασματικά, η άρθρωση του γόνατου έχει μικρότερο εύρος κίνησης με KJRB σε αντίθεση με την εκτέλεση της άσκησης με αθλητικά υποδήματα. Γι' αυτό, η γωνία του γόνατος είναι και μικρότερη σε σχέση με τα αθλητικά παπούτσια (Vance, et al., 2019).



**Εικόνα 6.** Knee Angle Skipping με KJRB



**Εικόνα 7.** Knee Angle Skipping με αθλητικό υποδήμα

Επιπρόσθετα, τα αποτελέσματα απέδειξαν πως η άσκηση με KJRB, στην κινητική παράμετρο της δύναμης αντίδρασης (GRF), έχει μικρότερες τιμές σε σύγκριση με τα αθλητικά υποδήματα στην άσκηση squat jump. Η φάση της προσγείωσης, είναι η πιο σημαντική φάση για περαιτέρω ανάλυση συγκριτικά με τις υπόλοιπες φάσεις του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα (squat jump) διότι οι παράμετροι στην συγκεκριμένη φάση αξιολογούν περισσότερο την πιθανότητα τραυματισμών στις αρθρώσεις των κάτω άκρων (Κέλλης, 2008). Το αποτέλεσμα της έρευνας αποδεικνύει πως η άσκηση με KJRB έχει μικρότερη μυοσκελετική επιβάρυνση συγκριτικά με τα αθλητικά υποδήματα επομένως και μειωμένη φόρτιση στην άρθρωση του γονάτου. Σύμφωνα με την λειτουργία του εξοπλισμού KJRB, αυτό το αποτέλεσμα βασίζεται στο σύστημα IPS και αποτελεί την αιτία χαμηλότερων τιμών στην δύναμη αντίδρασης (GRF) κατά την άσκηση με KJRB συγκριτικά με τα αθλητικά υποδήματα. Συμπερασματικά, η άσκηση με KJRB συμβάλλει στην μείωση της μυοσκελετικής επιβάρυνσης των κάτω άκρων κατά την διάρκεια της εκγύμνασης του ασκούμενου στην άσκηση squat jump επιβεβαιώνοντας την μικρότερη πιθανότητα τραυματισμών (Mellars, et al., 2014; Κέλλης, 2008).

Ωστόσο, τα αποτελέσματα της μελέτης για μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων με αθλητικά υποδήματα και των μετρήσεων με KJRB στις μεταβλητές Knee Angle squat jump και GRF skipping, θέτουν μία βάση για περαιτέρω μελέτες στον χώρο της άσκησης με KJRB.

## Βιβλιογραφία

- Ball, N.B., Stock, C.G. and Scurr, J.C. (2010). Bilateral contact ground reaction forces and contact times during plyometric drop jumping. *J Strength Cond Res.*, (10), 2762-9. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181cc2408.
- Baumann, W. (1989) *Grundlagen der Biomechanik* . Verlag Karl Hofman.
- Cardozo, M. and Holland-Boyer, J. (2014). Kangoo Power Program Training Manual, Sion-Switzerland, RDM S.A.
- Cosma, J., Dimitru, R., Lica, E., Albina, A. and Cosma A. (2015) *Aerobic gymnastics on Kangoo-jumps boots and its impact on students' fitness*. *Science, Movement and Health*, 15(2): 294–299
- Dabnichki, P. (1999). Biomechanical testing and sport equipment design. *Sports Engineering*, 1(2), 93–105. doi:10.1046/j.1460-2687.1999.00007.x
- Hatze, H. (1974). The meaning of the term 'biomechanics'. *Journal of Biomechanics*, 7(2), 189– 190.
- Hall, S.J. (2003). *Εμβιομηχανική*. Επιστημονικές Εκδόσεις: Παρισιάνου, Αθήνα.
- Iulia, B. (2010). Physical activity and emotional life adjustments – a study of kangoo jumps training effects. *Romanian Journal of Experimental Applied Psychology*, 6(1),74–87.
- Karoni, K., Muniroh, M., Marijo, M. and Kumaidah, E. (2021) The comparation between plyometrics and aerobic exercise on medical student's mood in diponegoro university. *Kedokteran Diponegoro medical*, 10(2), 106-111, <https://doi.org/10.14710/dmj.v10i2.29379>
- Knudson, D. (2007). *Fundamentals of Biomechanics* (2 nd ed). *California: Springer*.
- Lopes dos Santos, J., Dias da Costa, P., Rossato, M., de Souza Bezerra, E., Ghedini Gheller, R., João Otacilio Libardoni dos Santos, Felipe, P. Carpes, (2014). *Alterações na cinemática do membro inferior durante exercícios de ginástica com botas kangoo jumps®*. [Changes in lower limb kinematics during gymnastic exercises with kangoo jumps® boots]. October 2014. Laboratory of Neuromechanics, Federal University of Pampa, Urugaiana, RS, Brazil. Scientific reports. (In Portuguese)

- Lucas, J.E.S., Cotter, D.J., Brassard, P. and Bailey M D. (2015) High-intensity interval exercise and cerebrovascular health. Curiosity, cause, and consequence. *Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 35, 902–911. doi:10.1038/jcbfm.2015.49
- Mellars, J. and Boyer-Holland J. (2014). *Kangoo Dance Program Training Manual*. Sion-Switzerland, RDM S.A.
- Miller, S.N., Taunton, J.E., Rhodes, E.C. and Zumbo, B.D., Fraser S., *Effects of 12-week aerobic training program utilizing Kangoo Jumps* [Accessed on 2023 ]. Available at: [http://www.kangoojumps.co.za/login/aerobic\\_training\\_kangoojumps\\_poster.pdf](http://www.kangoojumps.co.za/login/aerobic_training_kangoojumps_poster.pdf)
- Mokrova, T., Osipov, A., Dmitrievich, M., Kudryavtsev, R. and Markov, K., (2018). Practice of Kangoo Jumps Fitness to improve female students' cardiorespiratory fitness, Physical education of students.
- Nigg, B. and Herzog, W. (1999). *Biomechanics of Musculo-skeletal System*. John Wiley& Sons, West Sussex, England
- Nekouei, P., Zolaktaf, V. and Sadeghi - Demneh, E. (2020) Effect of Kangoo Jump on Posture Balance and Postural sway of Children with Autism. *Journal of Exercise Science and Medicine*, 12(1), 75-82. <http://dx.doi.org/10.32598/JESM.12.1.8>
- Oliveira, R., Oliveira, P., Szezerbaty, S., Oliveira, L., Almeida, J., Gil, A., Assis, V. and Oliveira, R. (2014). Effect of running exercise with and without the use of equipment Kangoo Jumps, in postural control: a case study. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal*, 12, 179. 10.17784/mtprehabjournal.2014.12.179
- Osipov, A., Ratmanskaya, T., Nagovitsyn, R.S., Zhuikova, S. and Iermakov, S.S. (2020). Increasing the level of cardiorespiratory and strength endurance of female students by means of mixed training (Kangoo–jumps fitness and resistance training). *Physical Activity Review*.
- Pradhan, A., Kuruganti, U. and Chester V. (2020). Biomechanical Parameters and Clinical Assessment Scores for Identifying Elderly Fallers Based on Balance and Dynamic Tasks, in *IEEE Access*, 8, 193532-193543, Doi: 10.1109/ACCESS.2020.3033194.
- Robertson, G., Caldwell, G., Hamill, J., Kamen, G. and Whittlesey S. (2004). *Research Methods in Biomechanics. Human Kinetics*, Champaign, IL.

- Russu, O., Pop, T.S, Feier, A.M, Iova, A., Farcaş, D.M., Burta, O., Borodi, P. and Sebestyen, K. (2022). *Evaluation of Kangoo Jumps rebound exercise program: A prospective study of a general population*, Balneo and PRM Research Journal
- Vance, J. and Mercer, J.A. (2019). *Impact forces during running in a novel spring boot*, Department of Kinesiology, University of Nevada, Las Vegas,; <http://www.kangooclub.dk/wp-content/uploads/2019/03/University-of-Nevada-impact-study.pdf>
- Winter, D.A. (2004). *Εμβιομηχανική και κινητικός έλεγχος της ανθρώπινης κίνησης* . Wiley.
- Κέλλης, Ε. (2008). *Νευρομηχανικές Αρχές Αξιολόγηση της Μυϊκής Δύναμης*. Εκδόσεις “ΤΕΛΕΘΡΙΟΝ”, Αναστάσιος Πιπέρης & ΣΙΑ Ε.Ε.