



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΟΜΕΑΣ: ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΑΛΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΚΛΑΣΙΚΟ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΣΤΟ ΑΛΜΑ ΣΕ  
ΜΗΚΟΣ»**

**Γιώργος Στείρος**

**A.M. 9980201600105**

**Επιβλέπων Καθηγητής**

**Θεοδώρου Απόστολος**

**Επ. Καθηγητής Διδακτική και Προπονητική Αθλητικών Αλμάτων**

**ΙΟΥΛΙΟΣ 2021**

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

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές με τους οποίους συνεργάστηκα. Ιδιαίτερα, θέλω να ευχαριστήσω την κ. Πολυξένη Αργειτάκη για την πολύτιμη καθοδήγηση της, την κ. Στέλλα Αγρότου και κ. Νικόλαο Γρίβα υπεύθυνους της ειδικότητας της Αντισφαίρισης, τον κ. Γρηγόρη Μπογδάνη υπεύθυνο της ειδικότητας των αλμάτων, και τον κ. Απόστολο Θεοδώρου, για την υποστήριξή του καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας, μέσα σε αυτήν την δύσκολη περίοδο που διανύσαμε.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΣΤΟ ΑΛΜΑ ΣΕ ΜΗΚΟΣ**

### **Περίληψη**

Ενώ έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες σχετικά με τις επιδράσεις των μεταβλητών που καθορίζουν την επίδοση του άλματος εις μήκος, δεν υπάρχει κάποια βιβλιογραφική ανασκόπηση που να περιέχει όλες τις εξισώσεις κινηματικής ανάλυσης μαζί. Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η συστηματική ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας σε ό,τι αφορά τα μοντέλα πρόβλεψης (εξισώσεις παλίνδρομης ανάλυσης) της επίδοσης στο άλμα εις μήκος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πιο σημαντική παράμετρος ήταν η ταχύτητα και ιδιαίτερα η οριζόντια, η οποία χρησιμοποιείται στις περισσότερες εξισώσεις και έχει τον μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης στο άλμα εις μήκος. Η δεύτερη πιο χρησιμοποιούμενη παράμετρος μετά την ταχύτητα ήταν το ύψος του κέντρου βάρους του σώματος, είτε την στιγμή της τοποθέτησης, είτε την στιγμή της απογείωσης.

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	1
<b>ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b> .....	5
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b> .....	6
<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b> .....	31
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</b> .....	34
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	35

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο άλμα εις μήκος, ο σκοπός του αθλητή είναι να αναπτύξει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ταχύτητα στον διάδρομο, και να επιτύχει άλμα από τον βατήρα μέχρι το πιο μακρινό σημείο που μπορεί να φτάσει στην άμμο. Η απόσταση μεταξύ του ίχνους που αφήνει στην άμμο, το οποίο είναι πιο κοντά στον βατήρα και την γραμμική άλματος, ορίζεται ως η επίσημη απόσταση άλματος. Πολλές έρευνες έχουν διεξαχθεί σχετικά με τις επιδράσεις των μεταβλητών που καθορίζουν την επίδοση του άλματος εις μήκος. (Bayraktar & Çilli, 2018; Fattah & Bataineh, 2020; Hay & Miller, 1985; Panoutsakopoulos, Theodorou, Kotzamanidou, & Kollias, 2020). Σε μία έρευνα που αφορά την ποσοστιαία συμμετοχή στην τελική επίδοση με βάση τις παραμέτρους της φάσης απογείωσης, πτήσης και προσγείωσης, οι οποίες αποτελούν την συνολική απόσταση του άλματος, βρέθηκαν ότι το 4% αντιπροσωπεύει την απογείωση, το 89% την πτήση και το 7% την προσγείωση. (Hay, Miller, & Canterna, 1986). Αυτό καθιστά ξεκάθαρο ότι η φάση της πτήσης η οποία καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της επίδοσης, σχετίζεται με την οριζόντια ταχύτητα, την γωνία του άλματος και το ύψος του κέντρο μάζας του σώματος από το έδαφος. Σε πολλές έρευνες έχει αποδειχθεί ότι μεταξύ αυτών των μεταβλητών, η ταχύτητα που αποκτάται στην φάση φόρας συνιστά τον σημαντικότερο παράγοντα της επίδοσης. (Bridgett, Galloway, & Linthorne, 2002; Bridgett & Linthorne, 2006; Hay, 1986, 1993; Hay et al., 1986; Lees, Graham-Smith, & Fowler, 1994). Οι πιο γρήγοροι αθλητές δεν είναι οι καλύτεροι και στο άλμα εις μήκος, παρόλα αυτά, μπορεί να ειπωθεί ότι οι καλύτεροι αθλητές άλματος εις μήκος είναι αυτοί που είναι γρηγορότεροι. Το γεγονός αυτό έχει παρατηρηθεί στην βιομηχανικής ανάλυση του άλματος εις μήκος στο Παγκόσμιο Πρωτάθλημα Στίβου της IAAF το 2009. Και οι άνδρες και οι γυναίκες αθλητές που κατέλαβαν την πρώτη θέση, είχαν υψηλότερη οριζόντια ταχύτητα από τους υπόλοιπους (Hommel, 2009). Είναι γνωστό ότι οι Beamon, Powel και Lewis, οι οποίοι έχουν τα 3 καλύτερα ρεκόρ επιδόσεων, είχαν οριζόντια ταχύτητα 11 m/s ο καθένας. Σε μία μελέτη, οι Bridgett και Linthorne (2006) κατέγραψαν μία ισχυρή συσχέτιση του 0.97 ανάμεσα στην οριζόντια ταχύτητα και την επίδοση του άλματος. Με άλλα

λόγια, παρατηρήθηκε ότι κάθε 0.1 m/s αύξηση της οριζόντιας ταχύτητας είχε ως αποτέλεσμα μία αύξηση του άλματος κατά 10.7 cm (Bayraktar & Çilli, 2018). Παρομοίως άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι κάθε 0.1 m/s αύξηση της οριζόντιας ταχύτητας θα έχει ως συνέπεια αύξηση της επίδοσης του άλματος κατά 8-12 cm (Hay, 1986).

Πολλές τέτοιες μελέτες έχουν παρουσιάσει ότι η ταχύτητα που αποκτήθηκε στην φάση φόρας αποτελεί τον πιο καθοριστικό παράγοντα της επίδοσης (Bridgett, Galloway, & Linthorne, 2002; Bridgett & Linthorne, 2006; Hay, 1993; Hay et al., 1986; Lees, Graham-Smith, & Fowler, 1994). Ένας αριθμός ερευνητών, που ανέφεραν μία σημαντική συσχέτιση μεταξύ της οριζόντιας ταχύτητας και της απόστασης άλματος, δημιούργησαν αντίστοιχα μοντέλα πρόβλεψης. Στον αντίποδα αυτές οι μελέτες σχετικά με την σχέση μεταξύ της ταχύτητας και της επίδοσης αποκάλυψαν διάφορους συντελεστές συσχέτισης, καθώς και διάφορα μοντέλα. Οι διαφορές σε αυτές τις μελέτες μπορούν να εξηγηθούν από κάποιους λόγους. Μεταξύ αυτών των λόγων, για την δημιουργία των μοντέλων, είναι η ηλικία, το φύλο και το επίπεδο της επίδοσης των αθλητών που ερευνήθηκαν. Επίσης είναι γνωστό ότι τέτοιες μελέτες έχουν διεξαχθεί με περιορισμένο αριθμό ανδρών αλτών κατά την διάρκεια μεγάλων διοργανώσεων. Για παράδειγμα, οι Hay και Miller (1985) διεξήγαγαν την έρευνα τους με 12 αθλητές του τελικού του άλματος εις μήκος στους Ολυμπιακούς αγώνες του 1984 στο Λος Άντζελες. Οι Fukasiro και Wakayama (1992), από την άλλη, χρησιμοποίησαν τα δεδομένα που αποκτήθηκαν κατά την διάρκεια των Ολυμπιακών αγώνων το 1968 στο Μεξικό και το 1988 στην Σεούλ, αλλά και στο παγκόσμιο πρωτάθλημα στο Τόκιο το 1991. Ο Lees και οι συνεργάτες του (1994) διεξήγαγαν την μελέτη του με 12 αθλητές που συμμετείχαν στην καλοκαιρινή Πανεπιστημιάδα του 1991. Ωστόσο υπάρχουν κάποιες αντιπαραθέσεις στην βιβλιογραφία σχετικά με το πώς ο αντίκτυπος της συσχέτισης μεταξύ της οριζόντιας ταχύτητας και της απόστασης άλματος ποικίλλει ανάλογα με το επίπεδο απόδοσης. Ο Lukin, σύμφωνα με τον, Hay (1986) παρατήρησε ότι η οριζόντια ταχύτητα ήταν σημαντική, όπως αναμενόταν, σε γκρουπ χαμηλής απόδοσης, αλλά η σημασία αυτή μειωνόταν σταδιακά με την αύξηση της

απόδοσης. Ο Karas και οι συνεργάτες του (1983) βρήκαν στην έρευνα τους παρόμοια αποτελέσματα με αυτά του Lukin σε σύνολο 700 αλτών.

Ένας άλλος παράγοντας για τις διαφορές που παρατηρούνται σε αυτές τις μελέτες μπορεί να είναι η μαθηματική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε σε αυτό το μοντέλο. Πολλές έρευνες αναφέρουν ότι η σχέση ανάμεσα στην οριζόντια ταχύτητα και την απόσταση άλματος είναι γραμμική και πολύ σημαντική (Béres, Csende, Lees, & Tihanyi, 2014; Hussain, Khan, Mohammad, Bari, & Ahmad, 2011; Lees et al., 1994; Linthorne, 2008). Εντωμεταξύ σύμφωνα με τον Beres και τους συνεργάτες του (2014), δεν υπάρχει κανένας λόγος για μία γραμμική σχέση μεταξύ της οριζόντιας ταχύτητας και την απόστασης άλματος στο άλμα εις μήκος, και τα στοιχεία ότι αυτή η σχέση μπορεί να μην είναι γραμμική προέρχονται από διάφορες πηγές. Σε διασταύρωση μελετών, οι Mikhailov, Yakunin, Aleshinsky (1981) και οι Tiupa, Aleshinsky, Primakov, Pereverzev (1982) εξέτασαν έναν μεγάλο αριθμό διαφορετικών ηλικιών, φύλων και επιπέδου, και κατέγραψαν μία μη γραμμική σχέση μεταξύ των 2 μεταβλητών (Béres, Csende, Lees, & Tihanyi, 2014). Ωστόσο, μία μη γραμμική σχέση μπορεί να αναμένεται με βάση το ότι η ταχύτητα δεν μπορεί να αυξηθεί επ'άοριστο στο άλμα εις μήκος, και οι δεξιότητες και οι φυσικές ικανότητες του αθλητή να μετατρέψει την οριζόντια ταχύτητα, σε απόσταση άλματος θα αρχίσουν να επιδεινώνονται από κάποιο σημείο και μετά.

Με βάση τους προαναφερθέντες λόγους, μπορεί να φανεί ότι τα μοντέλα πρόβλεψης που αναπτύχθηκαν σε διαφορετικές μελέτες, μπορεί να αποκαλύψουν ιδιαίτερα εσφαλμένα αποτελέσματα στην εκτίμηση δεδομένων εκτός του εύρους μέτρησης. Η εξίσωση πρόβλεψης των Tiupa, Aleshinski, Primakov και Pereverzev (1982) υποδηλώνει ότι ένας αθλητής με 11m/s οριζόντια ταχύτητα θα πρέπει να κάνει ένα άλμα απόστασης 8.87μ. Εντωμεταξύ, σύμφωνα με την εξίσωση παλινδρόμησης του Bayraktar και Çilli (2018), ένας αθλητής με 11m/s οριζόντια ταχύτητα, θα έπρεπε να φτάσει σε απόσταση άλματος 8.55μ. Φαίνεται επίσης, σύμφωνα με τον Hay (1986), ότι πραγματοποιήθηκαν 13 άλματα στην έρευνα του Mikhailov et al., 113 άλματα σε αυτήν του Tiupa et al. (1982), και 327 άλματα σε αυτήν του Bayraktar and Çilli (2018). Ο αριθμός των αλμάτων και το εύρος των αποστάσεων που πρέπει να αξιολογηθούν σε τέτοιες μελέτες, αυξάνουν την



αξιοπιστία των μοντέλων στην εκτίμηση των αλμάτων στα διάφορα επίπεδα δεξιοτήτων ενώ τα μοντέλα πρέπει να λαμβάνουν υπόψιν τις επιπτώσεις μεταβλητών όπως η ηλικία και το φύλο πρέπει να δίνουν πιο ακριβή αποτελέσματα. Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η συστηματική ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας σε ό,τι αφορά τα μοντέλα πρόβλεψης (εξισώσεις παλίνδρομης ανάλυσης) της επίδοσης στο άλμα εις μήκος.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ήταν μία βιβλιογραφική ανασκόπηση. Το ζητούμενο ήταν να βρεθούν όλες οι κινηματικές εξισώσεις παλίνδρομης ανάλυσης που αφορούσαν το άλμα εις μήκος. Για την αναζήτηση χρησιμοποιήθηκαν οι βάσεις αναζήτησης PubMed, Web of science, Scopus, Mendeley, Medline και Google Scholar. Επιλέχθηκαν φράσεις ή λέξεις κλειδιά όπως: long jump, jump distance, ,performance prediction, regression analysis, relative evaluation, estimation, model. Στην αναζήτηση δεν υπήρχε κάποιος περιορισμός στην γλώσσα ή τη χρονολογία και έγινε προσπάθεια για την συγκέντρωση όσων περισσότερων ερευνών ήταν δυνατό, από τις πιο παλιές σε έντυπη μορφή μέχρι τις πιο σύγχρονες σε ψηφιακή μορφή.

Για την επιλογή των ερευνών, πραγματοποιήθηκε αρχικά έλεγχος των τίτλων, έπειτα των περιλήψεων και τέλος το πλήρες κείμενο. Μόνο αυτές που περιείχαν εξισώσεις πρόβλεψης της επίδοσης απόδοσης στο άλμα σε μήκος συμπεριλήφθηκαν στην εργασία για λεπτομερή μελέτη.

Οι εξισώσεις μεταφέρθηκαν σε υπολογιστικό περιβάλλον Excel, και με την χρήση ενδεικτικών τιμών στις επιμέρους μεταβλητές τους αξιολογήθηκε η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων τους.. Κατόπιν ταξινομήθηκαν με βάση τις χρησιμοποιούμενες μεταβλητές και τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων όπως το φύλο, η ηλικία και το επίπεδο απόδοσης.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από το σύνολο των 150 ερευνών περίπου που υπάρχουν στην διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με το άλμα εις μήκος, βρέθηκαν 15 έρευνες που πληρούσαν τα κριτήρια για την συγκεκριμένη μελέτη, δηλαδή να αφορούν το μήκος και να περιέχουν εξισώσεις πρόβλεψης επίδοσης.

**Πίνακας 1.** Χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στις έρευνες που αναλύθηκαν

Φύλο	Έρευνες	Εξισώσεις	Ηλικία	Επίπεδο Φυσικής Κατάστασης	Επίδοση
Άνδρες	Beres et al (2014)	7	22.1±2.4	Τουλάχιστον 3 χρόνια εμπειρίας προπόνησης και συμμετοχής σε αγώνες	6.96±.55μ
	Bayraktar, Çilli (2018)	1	18.7±2.8	Αθλητές μήκους	6.3μ
	Beres (2004)	1	22.1±2.4	Αθλητές μήκους	-
	Kinomura (2013)	1	19.2±0.96	Μαθητές αρχάριοι	4.83±0.67μ με 6 διασκελισμούς 5.31±0.68μ με 12 διασκελισμούς
	Koutsioras (2007)	3	14-18	Έλληνες αθλητές	6.08±0.51μ
	Mishra (2016)	1	22	Αθλητές	4.7176μ
	Pan (2012)	1	-	Ελίτ αθλητές	Πάνω από 8 μ
	Smith, lees (2005)	3	-	Καλοί αθλητές	7.45±0.18μ
	Fukashiro (2009)	1	14-17	Υγιή άτομα	4.02±0.53m
		Σύνολο 19			
Γυναίκες	Azuma, Matsui (2019)	2	17-18	Αθλητές κολεγίου	≈3μ
	Fukashiro (2009)	1	14-17	Υγιή άτομα	2.90±0.35m
		Σύνολο 3			
Άνδρες και Γυναίκες	Shimizu (2017)	1	11-12	Αθλητές μήκους δημοτικού	3.92μ
	Hay (1986)	2	-	Αθλητές όλων των επιπέδων	-
	Nemtsev et al (2014)	1	-	Ερασιτέχνες αθλητές μήκους	6.23±0.78μ

	Pyanzin (2016)	2	-	-	-
	Kilani, Al-Rofu (2005)	1	13-15	Μαθητές σχολείου	4.48μ
		Σύνολο 7			
		Σύνολο 29			

**Πίνακας 2, Μεταβλητές** των εξισώσεων στις έρευνες που αναλύθηκαν

Παράμετροι για την πρόβλεψη της επίδοσης	Έρευνες
Επίδοση άλματος εις μήκος ( <i>Jump distance</i> )	Beres et al (2014)
	Bayraktar, Çilli (2018)
	Azuma, Matsui (2019)
	Fukashiro (2009)
	Smith, lees (2005)
	Hay (1986)
	Kilani, Al-Rofu (2005)
	Kinomura et al (2013)
	Koutsioras (2007)
	Mishra, Rathore (2016)
	Pan (2012)
	Shimizu, Ae (2017)
	Nemtsev et al (2014)
Pyanzin, Pyazina (2016)	
Οριζόντια ταχύτητα τοποθέτησης ( <i>Horizontal Velocity at the touch down</i> )	Beres et al (2014)
Οριζόντια ταχύτητα ώθησης ( <i>Horizontal Velocity at the take off</i> )	Beres et al (2014)
	Kilani, Al-Rofu (2005)
	Koutsioras (2007)
	Shimizu (2017)
	Fukashiro (2009)
	Hay (1986)
	Koutsioras (2007)
Ταχύτητα απογείωσης ( <i>Resultant CM velocity at take off</i> )	Kinomura et al (2013)
	Nemtsev et al (2014)
	Beres et al (2014)
Ταχύτητα τοποθέτησης ( <i>Resultant CM velocity at touch-down</i> )	Smith, lees (2005)
Αύξηση επίδοσης άλματος εις μήκος) ( <i>Increase in jump distance</i> )	Beres (2004)
Αύξηση της οριζόντιας ταχύτητας ( <i>Increase in run up velocity</i> )	Beres (2004)
Ταχύτητα των τελευταίων 10 μέτρων ( <i>Velocity of last 10 meters</i> )	Bayraktar, Çilli (2018)
Χρόνος στα 50 μέτρα ταχύτητα ( <i>50 meter run time</i> )	Azuma, Matsui (2019)
	Mishra, Rathore (2016)
Δείκτης αποτελεσματικότητας της ταχύτητας	Azuma, Matsui (2019)

<i>(Speed-Effectiveness Index)</i>	
Εκτιμώμενη απόσταση άλματος <i>(Estimated jumping distance)</i>	Azuma, Matsui (2019)
Πραγματική απόσταση άλματος <i>(Actual jumping distance)</i>	Azuma, Matsui (2019)
Αλλαγή ύψους του ΚΒ κατά την διάρκεια της φάσης απογείωσης <i>(Change in height during the take-off phase)</i>	Smith, lees (2005)
	Pan (2012)
Απώλεια ταχύτητας στη φάση ώθησης <i>(Change (loss) in speed during the take-off phase (expressed as an absolute value))</i>	Smith, lees (2005)
Κέρδος (αύξηση) στην κάθετη ταχύτητα από την στιγμή της τοποθέτησης, μέχρι την στιγμή της απογείωσης <i>(Gain in vertical velocity from the instant of touch-down on the board to the instant of takeoff)</i>	Smith, lees (2005)
Ύψος του ΚΒ την στιγμή της τοποθέτησης <i>(Height of the center of mass at touch-down – the center of mass is in its lowest vertical position at the instant of touch-down)</i>	Smith, lees (2005)
	Koutsioras (2007)
	Nemtsev et al (2014)
Γωνία της άρθρωσης του γονάτου του ποδιού ώθησης την στιγμή της τοποθέτησης <i>(Angle knee joint of the supporting leg at the moment of touching the board)</i>	Smith, lees (2005)
	Nemtsev et al (2014)
Μέγιστη ταχύτητα κάμψης του γόνατος <i>(Peak knee flexion velocity (expressed as an absolute value))</i>	Smith, lees (2005)
Μείωση της οριζόντιας ταχύτητας από την στιγμή της τοποθέτησης μέχρι την στιγμή της απογείωσης <i>(Loss in horizontal velocity from the instant of touch-down to take-off (expressed as an absolute value))</i>	Smith, lees (2005)
Εύρος της προσαγωγής του ισχίου από την στιγμή της τοποθέτησης μέχρι την επίτευξη της ελάχιστης γωνίας προσαγωγής του <i>(Range of hip adduction (frontal) from touch-down to its minimum hip adduction angle (expressed as an absolute value))</i>	Smith, lees (2005)

Εύρος της έκτασης της άρθρωσης του ισχίου κατά την διάρκεια της φάσης ώθησης ( <i>Range of hip joint extension throughout the take-off phase</i> )	Smith, lees (2005)
Δύναμη στην έναρξη της έκτασης της άρθρωσης του γόνατος ( <i>Force at knee joint extension (the magnitude of the ground reaction at the instant of initial knee joint extension)</i> )	Hay (1986)
Η οριζόντια απόσταση μεταξύ του δαχτύλου του ποδιού ώθησης και του κέντρου βάρους την στιγμή της απογείωσης ( <i>The horizontal distance between the toe of the take-off leg and the CG at take-off</i> )	Kinomura et al (2013)
Η γωνία απογείωσης του κέντρου βάρους την στιγμή της απογείωσης ( <i>The angle of velocity of the CG at take off relative to the horizontal</i> )	Kinomura et al (2013)
	Pan (2012)
Η επιτάχυνση της βαρύτητας ( <i>The acceleration due to gravity</i> )	Kinomura et al (2013)
	Pan (2012)
Το κάθετο ύψος του κέντρου βάρους την στιγμή της απογείωσης ( <i>The vertical height of the CG at take-off</i> )	Kinomura et al (2013)
	Nemtsev et al (2014)
Μέγιστη ισοκινητική ροπή του γονάτου σε έκκεντρη έκταση 300 °/s ( <i>Isokinetic peak torque of the knee at 300 °/s eccentric extension</i> )	Koutsioras (2007)
Επίδοση στο Drop jump από ύψος 40 εκατοστών ( <i>Drop jump from 40cm level</i> )	Koutsioras (2007)
Διάρκεια της τελευταίας φάσης πτήσης ( <i>Duration of the last flight</i> )	Koutsioras (2007)
Μέγιστη γωνιακή ταχύτητα κάμψης του ισχίου(ποδιού στήριξης) ( <i>Peak angular velocity of hip flexion</i> )	Koutsioras (2007)
Γωνία του αστραγάλου την στιγμή την επαφής με την βαλβίδα ( <i>Angle of the ankle at TD</i> )	Koutsioras (2007)
Μέγιστη γωνιακή ταχύτητα κάμψης του γονάτου(ποδιού στήριξης) ( <i>Peak angular velocity of knee flexion</i> )	Koutsioras (2007)

Μέγιστη γωνιακή ταχύτητα ραχιαίας κάμψης του άκρου ποδιού(ποδιού στήριξης) ( <i>Peak angular velocity of ankle flexion</i> )	Koutsioras (2007)
Γωνία τοποθέτησης του ποδιού την στιγμή της επαφής με την βαλβίδα ( <i>Planting Angle of the leg at TD</i> )	Koutsioras (2007)
	Nemtsev et al (2014)
Μέγιστη ισοκινητική ροπή του γονάτου σε σύγκεντρη έκταση 300 °/s ( <i>Isokinetic peak torque of the knee at 300 °/s concentric extension per body weight</i> )	Koutsioras (2007)
Γωνία γονάτου στήριξης στην απογείωση ( <i>Angle of the knee at take-off</i> )	Koutsioras (2007)
Μέγιστη ισοκινητική ροπή του γονάτου σε έκκεντρη έκταση 300 °/s ( <i>Isokinetic peak torque of the knee at 300 °/s eccentric extension</i> )	Koutsioras (2007)
Τεστ 4X10μ παλίνδρομου τρεξίματος ( <i>4X10m shuttle run test</i> )	Mishra, Rathore (2016)
Ύψος ( <i>Height</i> )	Mishra, Rathore (2016)
	Pan (2012)
Βάρος ( <i>Weight</i> )	Mishra, Rathore (2016)
Συνισταμένη ταχύτητα σώματος την στιγμή της απογείωσης ( <i>Initial speed of body jumping</i> )	Pan (2012)
Η απόσταση από την βαλβίδα στην επιτεύχθηκε η μέγιστη οριζόντια ταχύτητα ( <i>The distance from the take-off line at which the maximum run-up speed appeared (appearance distance)</i> )	Shimizu, Ae (2017)
Μείωση στην οριζόντια ταχύτητα από την μέγιστη τιμή μέχρι την ταχύτητα απογείωσης ( <i>Decrease in the run-up speed from the maximum to the take-off speed (decreased speed)</i> )	Shimizu, Ae (2017)
Μήκος φόρας ( <i>The distance from the take-off time at which a long jumper started the approach (start point)</i> )	Shimizu, Ae (2017)
Χρόνος από την αρχή της φόρας μέχρι την απογείωση	Shimizu, Ae (2017)



<i>(The time from the start to the take-off (run-up time))</i>	
Χρονική διάρκεια ώθησης <i>(Repulsion time)</i>	Nemtsev et al (2014)
Άλμα σε μήκος χωρίς φόρα <i>(Jump from the spot)</i>	Pyanzin, Pyazina (2016)
Κάθετο άλμα <i>(High jump from the spot)</i>	Pyanzin, Pyazina (2016)

### **Πίνακες 3 έως 17**

Στους πίνακες 3 έως 17 παρουσιάζονται οι εξισώσεις που βρέθηκαν στις ξεχωριστές έρευνες, μαζί με τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, τις επιδόσεις, και τα στατιστικά στοιχεία όπου υπήρχαν. Παρακάτω φαίνεται ο πίνακας που αντιστοιχεί στην κάθε έρευνα:

### Πίνακας 3

<b>Έρευνα: Azuma, Matsui (2019)</b>	
<b>Μέγεθος δείγματος:</b> 62 <b>Φύλλο:</b> Γυναίκες <b>Ηλικία:</b> 17-18 <b>Μάζα:</b> 51.8±6.4kg <b>Ύψος:</b> 158.9±5.6cm <b>Επίδοση:</b> ≈ 3m <b>Επίπεδο φυσικής κατάστασης:</b> Αθλητές κολεγίου	
<b>Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης</b>	<b>Παράμετροι εξίσωσης</b>
$Y=0.56x+7.987$ $r^2=0.595$	Y = Άλμα εις μήκος ( <i>jumping distance(m)</i> )
	X = Χρόνος 50 μέτρων ( <i>50-Meter Run Time(sec)</i> )
$Y=2.396 \cdot SEI+0.448$ $r^2=0.305$	Y = Άλμα εις μήκος ( <i>jumping distance(m)</i> )
	Δείκτης αποτελεσματικότητας της ταχύτητας ( <i>Speed-effectiveness index (SEI)= actual jump distance(m) / estimated jump distance (m)</i> ) ( <i>where actual jump distance is the subject's maximum recorded jump distance and estimated jump distance is calculated by substituting the subject's 50-meter run time into a linear regression equation Jump</i> )

#### Πίνακας 4

Έρευνα: Bayraktar, Çilli (2018)	
Μέγεθος δείγματος: 73 Φύλλο: Άνδρες Ηλικία: 18.7±2.8 Μάζα: - Ύψος: - Επίδοση: 6.3m Επίπεδο φυσικής κατάστασης: Αθλητές μήκους	
Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης	Παράμετροι εξίσωσης
Y=1.067x-3.184 r <sup>2</sup> = 0.76	Y = Άλμα εις μήκος ( <i>jumping distance(m)</i> )
	X = Ταχύτητα των τελευταίων 10 μέτρων ( <i>velocity of last 10 meters(v10) (m/s)</i> )

### Πίνακας 5

<b>Έρευνα: Beres, Csende, Lees και Tihanyi (2014)</b>	
<b>Μέγεθος δείγματος:</b> 8 <b>Φύλλο:</b> Άνδρες <b>Ηλικία:</b> 22.1±2.4 <b>Μάζα:</b> 75.2±2.2kg <b>Ύψος:</b> 1.88±0.042m <b>Επίδοση:</b> 6.96±.55m <b>Επίπεδο φυσικής κατάστασης:</b> Τουλάχιστον 3 χρόνια εμπειρίας προπόνησης και συμμετοχής σε αγώνες	
<b>Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης</b>	<b>Παράμετροι εξίσωσης</b>
$Y=0.89x-0.82$ $r^2=0.83$	Y = Άλμα εις μήκος <i>(jumping distance(m))</i> X = Οριζόντια ταχύτητα την στιγμή της επαφής με την βαλβίδα <i>(VxTD(horizontal CM velocity at the touch down)(m/s))</i> Για πλήρη φόρα 18,5 διασκελισμών (Μέσο όρο)
$Y=1.1x-1.36$ $r^2=0.63$	Y = Άλμα εις μήκος <i>(jumping distance(m))</i> X = Οριζόντια ταχύτητα την στιγμή της απογείωσης <i>(VxTO(horizontal CM velocity at the take-off) (m/s))</i> Για πλήρη φόρα 18,5 διασκελισμών (Μέσο όρο)
$Y=1.19x-3.03$ $r^2=0.88$	Y = Άλμα εις μήκος <i>(jumping distance(m))</i> X = Συνιστάμενη ταχύτητα του ΚΒ <i>(Vo(resultant CM velocity) (m/s))</i> Για πλήρη φόρα 18,5 διασκελισμών (Μέσο όρο)
$Y=1.06x-1.8$	Y = Άλμα εις μήκος <i>(jumping distance(m))</i> X = Οριζόντια ταχύτητα την στιγμή της επαφής με την βαλβίδα <i>(VxTD(horizontal CM velocity at the touch down)(m/s))</i> Για 6 διασκελισμούς
$Y=1.35x-4.2$	Y = Άλμα εις μήκος <i>(jumping distance(m))</i> X = Οριζόντια ταχύτητα την στιγμή της επαφής με την βαλβίδα <i>(VxTD(horizontal CM velocity at the touch down)(m/s))</i> Για 8 διασκελισμούς
$Y=1.02x-1.9$	Y = Άλμα εις μήκος <i>(jumping distance(m))</i> X = Οριζόντια ταχύτητα την στιγμή της επαφής με την βαλβίδα

	( $V_{xTD}$ (horizontal CM velocity at the touch down)(m/s)) Για 10 διασκελισμούς
$Y=1.3x-4.0$	Y = Άλμα εις μήκος (jumping distance(m)) X = Οριζόντια ταχύτητα την στιγμή της επαφής με την βαλβίδα ( $V_{xTD}$ (horizontal CM velocity at the touch down)(m/s)) Για 12 διασκελισμούς

### Πίνακας 6

<b>Έρευνα: Beres (2004)</b>	
<b>Μέγεθος δείγματος:</b> 8 <b>Φύλλο:</b> Άνδρες <b>Ηλικία:</b> 22.1±2.4 <b>Μάζα:</b> 75.2±2.2kg <b>Ύψος:</b> 188±4.2cm <b>Επίδοση:</b> - <b>Επίπεδο φυσικής κατάστασης:</b> Αθλητές μήκους	
<b>Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης</b>	<b>Παράμετροι εξίσωσης</b>
$Y=0.89x + 0.81$	Y = Αύξηση επίδοσης άλματος εις μήκος ( <i>Increase in jump distance (cm)</i> )
	X = Αύξηση της οριζόντιας ταχύτητας ( <i>Increase in velocity (m/s)</i> )

**Πίνακας 7**

<b>Έρευνα: Fukashiro (2009)</b>	
<b>Μέγεθος δείγματος:</b> 46 <b>Φύλλο:</b> 22 Άνδρες, 24 Γυναίκες <b>Ηλικία:</b> 14-17 <b>Μάζα:</b> - <b>Ύψος:</b> - <b>Επίδοση:</b> Άνδρες 4.02±0.53m, Γυναίκες 2.90±0.35m <b>Επίπεδο φυσικής κατάστασης:</b> Υγιής άνθρωποι	
<b>Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης</b>	<b>Παράμετροι εξίσωσης</b>
$Y=0.569x-0,24$ $r^2=0.57$ <u>male</u>	Y = Άλμα εις μήκος <i>(jumping distance(m))</i>
	X = οριζόντια ταχύτητα <i>(run up velocity (m/s))</i>
$Y=0.361x+0.59$ $r^2=0.348$ <u>female</u>	Y = Άλμα εις μήκος <i>(jumping distance(m))</i>
	X = οριζόντια ταχύτητα <i>(run up velocity (m/s))</i>

**Πίνακας 8**

<b>Έρευνα: Hay (1986)</b>	
<b>Μέγεθος δείγματος:</b> - <b>Φύλλο:</b> Άνδρες και Γυναίκες <b>Ηλικία:</b> - <b>Μάζα:</b> - <b>Ύψος:</b> - <b>Επίδοση:</b> <b>Επίπεδο φυσικής κατάστασης:</b> Αθλητές όλων των επιπέδων	
Η 1 <sup>η</sup> εξίσωση βρέθηκε στην έρευνα των Siluyanov και Maximov Η 2 <sup>η</sup> εξίσωση βρέθηκε στην έρευνα του Tiura et al.	
<b>Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης</b>	<b>Παράμετροι εξίσωσης</b>
$Y=54.9+0.91 \cdot F+0.36 \cdot V$ $r^2=0.864$ Siluyanov and Maximov	$Y = \text{Άλμα εις μήκος}$ <i>(jumping distance(m))</i>
	$F = \text{Δύναμη στην έκταση της άρθρωσης του γόνατος}$ <i>(Force at knee joint extension(the magnitude of the ground reaction at the instant of initial knee joint extension))</i>
	$V = \text{Οριζόντια ταχύτητα}$ <i>(approach speed(m/s))</i>
$Y=0.021 \cdot V^2+0,725 \cdot V-1.65(\pm 0.38)$ Tiura et al.	$Y = \text{Άλμα εις μήκος}$ <i>(jumping distance(m))</i>
	$V = \text{Οριζόντια ταχύτητα}$ <i>(approach speed(m/s))</i>



### Πίνακας 9

Έρευνα: Kilani, Al-Rofu (2005)	
<b>Μέγεθος δείγματος:</b> 11 <b>Φύλλο:</b> Άνδρες και Γυναίκες <b>Ηλικία:</b> 13-15 <b>Μάζα:</b> - <b>Ύψος:</b> - <b>Επίδοση:</b> 4.48m <b>Επίπεδο φυσικής κατάστασης:</b> Μαθητές τελευταίων τάξεων δημοτικού high primary stage	
Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης	Παράμετροι εξίσωσης
$Y=0.712 \cdot H_{TV}+0.284$ $r^2=0.506$	$Y$ = Άλμα εις μήκος με 20 μέτρα φόρα ( <i>jumping distance(m)</i> ) 20m run up length $H_{TV}$ = Οριζόντια ταχύτητα την στιγμή της απογείωσης ( <i>Horizontal take off velocity(m/s)</i> )

## Πίνακας 10

Έρευνα: Kinomura, Fujibayashi και Zushi (2013)	
<b>Μέγεθος δείγματος:</b> 28 <b>Φύλλο:</b> Άνδρες <b>Ηλικία:</b> 19.2±0.96 χρονών <b>Μάζα:</b> 64.9±12.4kg <b>Ύψος:</b> 1.71±0.05m <b>Επίδοση:</b> 4.83±0.67m για 6 διασκελισμούς, 5.31±0.68m για 12 διασκελισμούς <b>Επίπεδο φυσικής κατάστασης:</b> Μαθητές αρχάριοι	
Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης	Παράμετροι εξίσωσης
$Y = x_0 + \frac{v_0^2 \sin \theta_v \cos \theta_v + v_0 \cos \theta_v \sqrt{(v_0 \sin \theta_v)^2 + 2g y_0}}{g}$ $r^2 = 0.692 \text{ για } 12 \text{ διασκελισμούς}$ $r^2 = 0.685 \text{ για } 6 \text{ διασκελισμούς}$	$Y$ = Άλμα εις μήκος <i>(jumping distance(m))</i>
	$X_0$ = Η οριζόντια απόσταση μεταξύ του δαχτύλου του ποδιού στήριξης και του κέντρου βάρους την στιγμή της απογείωσης <i>(The horizontal distance between the toe of the take-off leg and the CG at take-off) (m/s)</i>
	$v_0$ = Συνισταμένη ταχύτητα του ΚΒ την στιγμή της απογείωσης <i>(The velocity of the CG at take-off(m/s))</i>
	$\theta_v$ = Η γωνία της συνισταμένης σε σχέση με την οριζόντια ταχύτητα κατά την στιγμή της απογείωσης <i>(The angle of <math>v_0</math> relative to the horizontal)</i>
	$g$ = Η επιτάχυνση της βαρύτητας <i>(The acceleration due to gravity) (m/s<sup>2</sup>)</i>
	$y_0$ = Το κάθετο ύψος του κέντρου βάρους την στιγμή της απογείωσης <i>(The vertical height of the CG at take-off)</i>

**Πίνακας 11**

<b>Έρευνα: Koutsioras (2007)</b>	
<b>Μέγεθος δείγματος:</b> 40 <b>Φύλλο:</b> Άνδρες <b>Ηλικία:</b> 14-18 <b>Μάζα:</b> 65.7±7.6kg <b>Ύψος:</b> 175.7±5.3cm <b>Επίδοση:</b> 6.08±0.51m <b>Επίπεδο φυσικής κατάστασης:</b> Έλληνες αθλητές	
<b>Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης</b>	<b>Παράμετροι εξίσωσης</b>
$Y = 3.717 + 0.420 \cdot kcoex300 + 0.405 \cdot dj40$ $r^2 = 0.478$	$Y$ = Άλμα εις μήκος <i>(jumping distance(m))</i>
	$kcoex300$ = Μέγιστη ισοκινητική ροπή του γονάτου σε έκκεντρη έκταση 300 %/s <i>(Isokinetic peak torque of the knee at 300 %/s eccentric extension)</i>
	$dj40$ = Drop jump από ύψος 40 εκατοστών <i>(Drop jump from 40cm level)</i>
$Y = 9.815 + 0.574 \cdot V_{apr} - 0.349 \cdot T_{fl} - 0.293 \cdot H(TD) - 0.388 \cdot paV(hip)_{fl} - 0.284 \cdot Aknee(TD) - 0.154 \cdot paV(knee)_{fl} + 0.106 \cdot paV(ankle)_{fl} + 0.241 \cdot V_{x(TO)}$ $r^2 = 0.997$	$V_{apr}$ = Οριζόντια ταχύτητα <i>(Velocity of approach)(m/s)</i>
	$T_{fl}$ = Διάρκεια της τελευταίας φάσης πτήσης <i>(Duration of the last flight) (sec)</i>
	$H(TD)$ = Ύψος του ΚΒ την στιγμή της τοποθέτησης <i>(Height of the CG at touch down)(m)</i>
	$paV(hip)_{fl}$ = Μέγιστη γωνιακή ταχύτητα κάμψης του ισχίου <i>(Peak angular velocity of hip flexion)</i>
	$Aknee(TD)$ = Γωνία του αστραγάλου την στιγμή την επαφής με την βαλβίδα <i>(Angle of the ankle at TD) (°)</i>
	$paV(knee)_{fl}$ = Μέγιστη γωνιακή ταχύτητα κάμψης του γονάτου <i>(Peak angular velocity of knee flexion)</i>
	$paV(ankle)_{fl}$ = Μέγιστη γωνιακή ταχύτητα ραχιαίας κάμψης του άκρου ποδιού <i>(Peak angular velocity of ankle flexion)</i>
	$V_{x(TO)}$ = Οριζόντια ταχύτητα του ΚΒ την στιγμή της απογείωσης <i>(Horizontal Velocity of CG at take-off)(m/s)</i>
$Y = 0.600 + 0.512 \cdot V_{apr} - 0.260 \cdot A(TD) + 0.286 \cdot kcoex300/bw + 0.321 \cdot Aknee(TO) + 0.226 \cdot dj40 - 0.176 \cdot kecex300$	$V_{apr}$ = Οριζόντια ταχύτητα <i>(Velocity of approach)(m/s)</i>
	$A(TD)$ = Γωνία τοποθέτησης του ποδιού την στιγμή της επαφής με την βαλβίδα

$r^2=0.875$	<i>(Planting Angle of the leg at TD) (°)</i>
	kcoex300/bw = Μέγιστη ισοκινητική ροπή του γονάτου σε σύγκεντρη έκταση 300 °/s <i>(Isokinetic peak torque of the knee at 300 °/s concentric extension per body weight)</i>
	Aknee(TO) = Γωνία γονάτου στήριξης στην απογείωση <i>(Angle of the knee at take-off)</i>
	dj40 = Drop jump από ύψος 40 εκατοστών <i>(Drop jump from 40cm level)</i>
	kecex300 = Μέγιστη ισοκινητική ροπή του γονάτου σε έκκεντρη έκταση 300 °/s <i>(Isokinetic peak torque of the knee at 300 °/s eccentric extension)</i>

**Πίνακας 12**

<b>Έρευνα: Mishra, Rathore (2016)</b>	
<b>Μέγεθος δείγματος:</b> 46 <b>Φύλλο:</b> Άνδρες <b>Ηλικία:</b> 22 χρονών <b>Μάζα:</b> 65.22kg <b>Ύψος:</b> 167.42m <b>Επίδοση:</b> Άλμα μήκος 4.7176m, Ταχύτητα 6.7809sec, Ευκινησία 10.4987sec <b>Επίπεδο φυσικής κατάστασης:</b> Αθλητές	
<b>Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης</b>	<b>Παράμετροι εξίσωσης</b>
$Y = 5.356 - 0.283 \cdot S - 0.102 \cdot A + 0.021 \cdot H - 0.019 \cdot W$ $r^2 = 0,717$	Y = Άλμα εις μήκος ( <i>jumping distance(m)</i> )
	S = (ταχύτητα-speed) Τεστ 50 μέτρων γρήγορου σπριν ( <i>50m dash sprin test</i> )
	A = (Ευκινησία-Agility) Τεστ 4X10μ τρεξίματος ( <i>4X10m shuttle run test</i> )
	H = Ύψος ( <i>Height</i> ) (m)
	W = Βάρος ( <i>Weight</i> ) (kg)

**Πίνακας 13**

Έρευνα: Nemtsev, Nemtseva, Doronin, Shubin και Kucherenko (2014)	
<p><b>Μέγεθος δείγματος:</b> 58  <b>Φύλλο:</b> Άνδρες και Γυναίκες  <b>Ηλικία:</b> -  <b>Μάζα:</b> -  <b>Ύψος:</b> -  <b>Επίδοση:</b> 6.23±0.78m  <b>Επίπεδο φυσικής κατάστασης:</b> Μη επαγγελματίες αθλητές άλματος εις μήκος</p>	
Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης	Παράμετροι εξίσωσης
$Y=0.391 \cdot RS-0.075 \cdot SA-36.609 \cdot RT+9.3 \cdot HMS-0.037 \cdot AKJ-5.402 \cdot HMC+13.367$	Y = Άλμα εις μήκος ( <i>jumping distance(m)</i> )
	RS = Συνισταμένη ταχύτητα απογείωσης ( <i>take off velocity (vector)</i> )(m/s)
	SA = γωνία τοποθέτησης ( <i>shin angle</i> )
	RT = Χρόνος αντίδρασης ( <i>Repulsion time</i> ) (sec)
	HMS = Το κάθετο ύψος του κέντρου βάρους την στιγμή της απογείωσης ( <i>height of OCMT at the moment of separation from the board</i> )(m)
	AKJ = Γωνία τοποθέτησης του ποδιού την στιγμή της επαφής με την βαλβίδα ( <i>angle knee joint of the supporting leg at the moment of touching the board</i> )
	HMC = Ύψος του KB την στιγμή της επαφής με την βαλβίδα ( <i>OCMT height at the moment of contact with the board</i> )(m)

**Πίνακας 14**

Έρευνα: Pan (2012)	
<p><b>Μέγεθος δείγματος:</b> -  <b>Φύλλο:</b> Άνδρες  <b>Ηλικία:</b> -  <b>Μάζα:</b> -  <b>Ύψος:</b> -  <b>Επίδοση:</b> Άλμα μήκος &gt;8m, Vo μέσος όρος 9.5m/s  <b>Επίπεδο φυσικής κατάστασης:</b> Ελίτ αθλητές</p>	
Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης	Παράμετροι εξίσωσης
$Y = \frac{H}{2 \cos a} + \frac{V_o^2 \cos a}{(\sin a/g)(1 + \sqrt{1 + 2 \cdot g \cdot Y_o/V_o^2 \sin a^2})}$	Y = Άλμα εις μήκος ( <i>jumping distance(m)</i> )
	H = Ύψος ( <i>Height</i> ) (kg)
	A = Γωνία απογείωσης ( <i>Take-off angle of jumping</i> )(°)
	Vo = Συνισταμένη ταχύτητα σώματος την στιγμή της απογείωσης ( <i>Initial speed of body jumping</i> ) (m/s)
	g = Επιτάχυνση της βαρύτητας ( <i>Gravity acceleration</i> )(m/s <sup>2</sup> )
	Yo = Αλλαγή ύψους του KB κατά την διάρκεια της φάσης απογείωσης ( <i>Vertical displacement of the gravity center at the moment of take off</i> )(m)

### Πίνακας 15

Έρευνα: Ryzanin, Ryzina (2016)	
Μέγεθος δείγματος: 147 Φύλλο: 102 Άνδρες και 45 Γυναίκες Ηλικία: - Μάζα: - Ύψος: - Επίδοση: - Επίπεδο φυσικής κατάστασης: -	
Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης	Παράμετροι εξίσωσης
$L=4.479 \cdot V$	L = Άλμα χωρίς φόρα(m)
	V = Κάθετο άλμα προς τα πάνω χωρίς φόρα
$Y=8.736 \cdot V$	Y = Άλμα εις μήκος ( <i>jumping distance(m)</i> )
	V = Άλμα χωρίς φόρα



**Πίνακας 16**

Έρευνα: Shimizu, Ae (2017)	
<p><b>Μέγεθος δείγματος:</b> 19  <b>Φύλλο:</b> 9 Άνδρες, 10 Γυναίκες  <b>Ηλικία:</b> 11-12 χρονών  <b>Μάζα:</b> -  <b>Ύψος:</b> -  <b>Επίδοση:</b> 3.92m  <b>Επίπεδο φυσικής κατάστασης:</b> Αθλητές μήκους δημοτικού σχολείου(<i>elementary school long jumpers</i>)</p>	
Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης	Παράμετροι εξίσωσης
$Y = -0.31B + 0.93C - 0.91D - 0.11E - 0.2F - 0.07$ $r^2 = 0,27$	Y = Άλμα εις μήκος ( <i>jumping distance(m)</i> )
	B = Η απόσταση από την οποία η μέγιστη οριζόντια ταχύτητα επιτεύχθει ( <i>The distance from the take-off line at which the maximum run-up speed appeared (appearance distance)</i> )
	C = Οριζόντια ταχύτητα την στιγμή της απογείωσης ( <i>The run-up speed at the take-off (take-off speed)</i> )(m/s)
	D = Μείωση στην οριζόντια ταχύτητα από την μέγιστη μέχρι την απογείωση ( <i>Decrease in the run-up speed from the maximum to the take-off speed (decreased speed)</i> ) (m/s)
	E = Μήκος φόρας ( <i>The distance from the take-off time at which a long jumper started the approach (start point)</i> ) (m)
	F = Χρόνος από την αρχή της φόρας μέχρι την απογείωση ( <i>The time from the start to the take-off (run-up time)</i> ) (sec)

**Πίνακας 17**

<b>Έρευνα: Smith, lees (2005)</b>	
<p><b>Μέγεθος δείγματος:</b> 14  <b>Φύλλο:</b> Άνδρες  <b>Ηλικία:</b> -  <b>Μάζα:</b> -  <b>Ύψος:</b> -  <b>Επίδοση:</b> Άλμα μήκος 7.45±0.18m, VYTD-TO 3.52±0.26m/s, VXTD-TO 1.30±0.23m/s  <b>Επίπεδο φυσικής κατάστασης:</b> Αθλητές από τον τελικό του AAA UK national championship</p>	
<b>Εξίσωση Παλίνδρομης ανάλυσης</b>	<b>Παράμετροι εξίσωσης</b>
<p><math>Y = 1.396 + 0.485 \cdot STD + 5.836 \cdot H_{TD-TO} - 0.655 \cdot STD \cdot TO</math>  <math>r^2 = 0.655</math>            TD-TO=Take-off phase</p>	Y = Άλμα εις μήκος ( <i>jumping distance(m)</i> )
	STD(m/s)= Συνισταμένη ταχύτητα του ΚΒ την στιγμή της επαφής με την βαλβίδα ( <i>Resultant velocity of the centre of mass at touch-down</i> )
	H <sub>TD-TO</sub> (m)= Αλλαγή ύψους του ΚΒ κατά την διάρκεια της φάσης απογείωσης ( <i>Change in height during the take-off phase</i> )
	STD-TO(m/s)= Απώλεια ταχύτητας κατά την διάρκεια της φάσης απογείωσης ( <i>Change (loss) in speed during the take-off phase (expressed as an absolute value)</i> )
<p><math>V_{YTD-TO} = -3.283 - 5.591 \cdot H_{TD} + 0.0851 \cdot A_{(KNEE)TD} - 0.188 \cdot pAV_{(KNEE)}</math>  <math>r^2 = 0.788</math>            TD-TO=Take-off phase</p>	V <sub>YTD-TO</sub> (m/s)= Κέρδος σε οριζόντια ταχύτητα από την στιγμή της επαφής με την βαλβίδα, μέχρι την στιγμή της απογείωσης ( <i>Gain in vertical velocity from the instant of touch-down on the board to the instant of takeoff</i> )
	H <sub>TD</sub> (m)= Ύψος του ΚΒ την στιγμή της τοποθέτησης ( <i>Height of the center of mass at touch-down – the center of mass is in its lowest vertical position at the instant of touch-down</i> )
	A <sub>(KNEE)TD</sub> (°)= Γωνία της άρθρωσης του γονάτου την στιγμή της τοποθέτησης ( <i>Knee joint angle at touch-down</i> )
	pAV <sub>(KNEE)</sub> (rad/s)= Μέγιστη ταχύτητα κάμψης του γόνατος ( <i>Peak knee flexion velocity (expressed as an absolute value)</i> )
<p><math>V_{XTD-TO} = 0.370 + 4.4 \cdot H_{TD-TO} + 0.041 \cdot A_{(HIP-A)TD} - 0.008 \cdot A_{(HIP-E)TD-TO}</math></p>	V <sub>XTD-TO</sub> (m/s)= Μείωση της οριζόντιας ταχύτητας από την στιγμή της επαφής με την βαλβίδα μέχρι την στιγμή της απογείωσης

$r^2=0.845$ MHA=Instant of minimum hip adduction	<i>(Loss in horizontal velocity from the instant of touch-down to take-off (expressed as an absolute value))</i>
	HTD-TO(m)= Αλλαγή ύψους του ΚΒ κατά την διάρκεια της φάσης απογείωσης <i>(Change in height during the take-off phase)</i>
	A(HIP-A) TD-MHA(°)= Εύρος της προσαγωγής του ισχίου από την στιγμή της επαφής στην ελάχιστη γωνία προσαγωγής του ισχίου <i>(Range of hip adduction (frontal) from touch-down to its minimum hip adduction angle (expressed as an absolute value))</i>
	A(HIP-E) TD-TO(°)= Εύρος της άρθρωσης του ισχίου κατά την διάρκεια της φάσης απογείωσης <i>(Range of hip joint extension throughout the take-off phase)</i>

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τις 15 έρευνες που μελετήθηκαν, βρέθηκαν 29 εξισώσεις παλίνδρομης ανάλυσης που αποτελούνταν συνολικά από 47 διαφορετικές μεταβλητές. Οκτώ έρευνες είχαν ως συμμετέχοντες άνδρες, 1 μόνο είχε γυναίκες και 6 είχαν άνδρες και γυναίκες. Επιπλέον, το 65% των εξισώσεων αφορούσε τους άνδρες, το 24,1% και τα δύο φύλα και το 10,3% αφορούσε τις γυναίκες. Σε όλες τις έρευνες η ηλικία των συμμετεχόντων ήταν κάτω από τα 22 έτη ενώ σε 1 από αυτές, οι συμμετέχοντες ήταν παιδιά δημοτικού ηλικίας 11-12 ετών. Τέλος οι συμμετέχοντες στο 73,3% των ερευνών ήταν αθλητές και στο 40% των ερευνών είχαν επίδοση άνω των 6 μέτρων. Στις έρευνες που διεξήχθησαν σε μαθητές νεαρότερης ηλικίας ο μέσος όρος επιδόσεων ήταν κάτω των 4 μέτρων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, παρατηρήθηκε ότι η παράμετρος που χρησιμοποιήθηκε περισσότερο σε όλες τις εξισώσεις που μελετήθηκαν ήταν η οριζόντια ταχύτητα σε ποσοστό 48,2%. Επίσης το ποσοστό των παραμέτρων που είχαν γενικά να κάνουν με την ταχύτητα ήταν 63,2% και το ποσοστό των εξισώσεων που είχαν έστω και μία παράμετρο σχετική με ταχύτητα ήταν 89,6%. Επιπρόσθετα, στατιστικά παρατηρείται ότι ο συντελεστής συσχέτισης στις εξισώσεις που έχουν να κάνουν με ταχύτητα (και ιδιαίτερα με την οριζόντια ταχύτητα) είναι σημαντικά μεγαλύτερος σε σχέση με εκείνες που δεν χρησιμοποιούν την συγκεκριμένη παράμετρο.

Αυτά είναι αποτελέσματα τα οποία περιμέναμε, καθώς σε πληθώρα ερευνών έχει αποδειχθεί η πολύ ισχυρή σχέση μεταξύ της οριζόντια ταχύτητας και της απόστασης άλματος. Οι Bridgett και Linthorne (2006) ερεύνησαν ένα γκρουπ που είχε Μ.Ο. επίδοσης άλματος 7.89μ. και Μ.Ο. οριζόντιας ταχύτητας 10.4 m/s και παρατήρησαν ισχυρή συσχέτιση 0.96 μεταξύ των 2 μεταβλητών. Οι Mishra και Rathore (2016) βρήκαν συσχέτιση 0.81 και οι Moura, de Paula Moura και Borin (2005) συσχέτιση 0.72. Επιπλέον, οι Bayraktar και Çilli (2018) έδειξαν ότι το 76% της απόστασης άλματος μπορούσε να εξηγηθεί από την μεταβλητή της ταχύτητας στα τελευταία μέτρα της φόρας( $r^2=0.76$ ).

Αντίστοιχα, εξισώσεις από έρευνες που δεν είχαν ως μεταβλητή την ταχύτητα, είχαν μία πιο χαμηλή συσχέτιση όπως αυτή των Kinomura, Fujibayashi και Zushi (2013) με  $r^2=0.692$  για άλμα με 12 διασκελισμούς και  $r^2= 0.685$  για άλμα με 6 διασκελισμούς. Επιπλέον, στην εξίσωση του Koutsiora (2007) χωρίς μεταβλητή την ταχύτητα εντοπίζουμε συντελεστή συσχέτισης  $r^2=0.478$ , ενώ στις υπόλοιπες 2 εξισώσεις στις οποίες συμπεριλαμβάνεται η μεταβλητή της ταχύτητας βρίσκουμε συντελεστή συσχέτισης  $r^2=0.997$  και  $r^2=0.875$  αντίστοιχα.

Η δεύτερη πιο χρησιμοποιούμενη παράμετρος μετά την ταχύτητα ήταν το ύψος του κέντρου βάρους του σώματος, είτε την στιγμή της τοποθέτησης, είτε την στιγμή της απογείωσης, καθώς επίσης και η διαφορά του ύψους του ΚΒ μεταξύ τοποθέτησης και απογείωσης. Οι 3 αυτές παράμετροι(μόνες ή όλες μαζί) χρησιμοποιήθηκαν στο 33,3% των ερευνών, και στο 24,1% των συνολικών εξισώσεων που μελετήθηκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία. Το γεγονός αυτό προκαλεί εντύπωση, καθώς η παράμετρος αυτή καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το «μήκος ώθησης», το οποίο αποτελεί και το μικρότερο επιμέρους μήκος από τα υπόλοιπα δύο, δηλαδή το μήκος πτήσης και το μήκος προσγείωσης, Hay, Miller, & Canterna, 1986). Το «μήκος-ώθησης» αντιστοιχεί στην οριζόντια απόσταση που ορίζεται από την προβολή του Κ.Β. του σώματος τη στιγμή της τοποθέτησης στην βαλβίδα μέχρι το σημείο το οποίο βρίσκεται κατά την ολοκλήρωση της φάσης στήριξης ώθησης. Η αύξηση του «μήκους» αυτού επηρεάζεται από την σωματική διάπλαση του άλτη, την ακρίβεια τοποθέτησης του ποδιού στο σημείο ώθησης, καθώς και τη θέση των μελών του σώματος κατά την ολοκλήρωση της φάσης στήριξης-ώθησης. Η σωματική διάπλαση, δηλαδή το σωματικό ανάστημα και το μήκος των μελών του σώματος του άλτη είναι αμετάβλητα, ενώ η διαμόρφωση του σώματος μεταβάλλεται. Έτσι, ο άλτης, με την ανύψωση, για παράδειγμα, των χεριών και του ποδιού αιώρησης καταφέρνει να αυξήσει την μετατόπιση του Κ.Β του σώματος και κατά συνέπεια να αυξήσει «μήκους-ώθησης». Όσον το δυνατό υψηλότερα είναι το Κ.Β του σώματος κατά το τέλος της φάσης ανύψωσης, τόσο υψηλότερα θα ξεκινήσει το Κ.Β στην φάση πτήσης, πράγμα που σημαίνει ότι ο άλτης θα ξεκινήσει το άλμα από μεγαλύτερο ύψος.

Ένας άλλος παράγοντας που φυσικά επηρεάζει την απόσταση άλματος, σύμφωνα με τους Beres, Csende, Lees και Tihanyi (2014) είναι αυτός της ειδικής ετοιμότητας του αθλητή. Πολλές φορές ένας αθλητής μπορεί να αναπτύξει υψηλές ταχύτητες αλλά να μην πετυχαίνει υψηλές επιδόσεις στο άλμα εις μήκος. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην έλλειψη δύναμης την στιγμή της τοποθέτησης του ποδιού στην βαλβίδα, όπου αναπτύσσεται και η υψηλότερη δύναμη στο πόδι τοποθέτησης. Η μυϊκή δύναμη και η αναλογία έκκεντρης/ισομετρικής ισχύος είναι δύο παράγοντες που έχουν να κάνουν με την προπόνηση. Οι Siluyanov και Maximov, αναφέρουν ότι οι παράμετροι της οριζόντιας ταχύτητας και της δύναμης του εδάφους την στιγμή της απογείωσης (Δύναμη στην έκταση της άρθρωσης του γόνατος) είναι το ίδιο σημαντικές στην απόσταση άλματος. Επίσης ο Popov περιγράφει ότι για κάθε 0.2 m/s αύξηση οριζόντιας ταχύτητας ή για κάθε 1 μοίρα αλλαγή στην γωνία του σώματος, απαιτούν από τον αθλητή 2% αύξηση στην δύναμη του ποδιού στήριξης κατά την απογείωση. Η υψηλότερη δύναμη δημιουργεί υψηλότερη δύναμη αντίδρασης από το έδαφος, η οποία δρα ώστε να μετακινήσει τον αλτή προς τα πάνω. Αν η δύναμη αυτή του ποδιού στήριξης είναι ελλιπής, το γόνατο θα λυγίσει και θα υπάρχουν μεγαλύτερες απώλειες στην μετατροπή της οριζόντιας ταχύτητας σε κάθετη ταχύτητα. Αυτό επίσης θα συνοδευτεί και με μικρότερη από την βέλτιστη γωνία απογείωσης η οποία θα επηρεάσει την απόσταση άλματος συνολικά.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Όπως μπορούμε να διακρίνουμε, η ταχύτητα και ιδιαίτερα η οριζόντια, είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για την πρόβλεψη του άλματος εις μήκος. Όμως δεν είναι ο μοναδικός. Όπως αναφέραμε ένας γρήγορος αθλητής δεν είναι πάντα και καλός άλτης. Εκτός από την ταχύτητα και την δύναμη του ποδιού στήριξης να αντισταθεί στην αδράνεια της κίνησης την στιγμή της τοποθέτησης, χρειάζεται ακόμα και την απαραίτητη τεχνική. Ιδιαίτερα κατά την φάση αιώρησης κατά την οποία ο αθλητής πρέπει να υπερνικήσει την στροφορμή που αποκτά από την φάση τοποθέτησης. Αυτός είναι ένας παράγοντας που είναι αδύνατο να μπει μέσα σε μία εξίσωση και να μετρηθεί. Ας μην ξεχνάμε πως πάνω στα πρότυπα της τεχνικής, ο κάθε αθλητής στο τέλος προσθέτει και το προσωπικό του στυλ. Οι εξισώσεις πρόβλεψης που παρουσιάζονται σε αυτήν την πτυχιακή και χρησιμοποιούν την οριζόντια ταχύτητα για να προβλέψουν την απόσταση άλματος, είναι έγκυρες και σύμφωνα με πολλές μελέτες πολύ κοντά στα ευρήματα τους. Υπάρχουν όμως και εξισώσεις στις οποίες οι μεταβλητές είναι πιο σύνθετες και είναι αδύνατο να επαληθευτούν χωρίς εργαστηριακά μέσα. Θα μπορούσαν λοιπόν μελλοντικές έρευνες να ελέγξουν την εγκυρότητα τους πειραματικά.

## BIBΛIOΓPAΦIA

- Azuma, A., & Matsui, K. (2019). Utilization of the Speed–Effectiveness Index for Evaluating the Jump Performance of Female College Students in a Running-Long Jump PE Class. *The Asian Journal of Kinesiology*, 21(2), 1–7. <https://doi.org/10.15758/ajk.2019.21.2.1>
- Bayraktar, I., & Çilli, M. (2018). Estimation of jumping distance using run-up velocity for male long jumpers. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*, 22(3), 124. <https://doi.org/10.15561/18189172.2018.0302>
- Bayraktar, I. (2017). The Influences of Run-Up Velocity Variables on Long Jump Performance of Female World Class Athletes and Turkish Athletes. In *The International Balkan Conference in Sport Sciences* (p. 20). Bursa.
- Béres, S., Csende, Z., Lees, A., & Tihanyi, J. (2014). Prediction of Jumping Distance Using A Short Approach Model. *Kinesiology*, 46(1), 88–96.
- Béres, S., (2007). A távolugrás utolsó lépéseinek és elugrásának biomechanikája - The biomechanics of the last strides and take-off of the long jump.
- Bridgett, L. A., Galloway, M., & Linthorne, N. P. (2002). The effect of run-up velocity on long jump performance. In K. E. Gianikellis (Ed.), *In Scientific Proceedings of the XXth International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 80–83). Cáceras, Spain: Universidad de Extremadura.
- Bridgett, L. A., & Linthorne, N. P. (2006). Changes in long jump take-off technique with increasing run-up velocity. *Journal of Sports Sciences*, 24(8), 889–897. <https://doi.org/10.1080/02640410500298040>
- Fattah, O. A., & Bataineh, A. S. (2020). Analysis of kinematics of the approach run in long jump event among Jordanian male team. *Russian Journal of Biomechanics*, 24(1), 15–22. <https://doi.org/10.15593/RJBiomech/2020.1.02>
- Fukasiro, S., & Wakavama, A. (1992). The men's Long Jump. *New Studies in Athletics (NSA)*, 7(1), 53–56.
- Fukasiro, S., (2009). Evaluation of the Efficient Motion in the Running Long Jump.



- Graham-Smith, P., Lees A. (2002). Finding the 'balance' in the horizontal jumps – part 1 utilising speed. *The Coach*, 10, May / June, 30-33.
- Graham-Smith, P., Lees, A. (2004). A three-dimensional kinematic analysis of the long jump take-off. *Journal of Sports Sciences*, September 2005; 23(9): 891 – 903
- Hay, J. G. (1986). The Biomechanics of the Long Jump. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 14(1), 401–446.
- Hay, J. G. (1993). Citius, altius, longius (faster, higher, longer): the biomechanics of jumping for distance. *Journal of Biomechanics*, 26, 7–21.
- Hay, J. G., & Miller, J. A. (1985). Techniques Used in the Transition From Approach to Takeoff in the Long Jump. *International Journal of Sport Biomechanics*, 1(2), 174.
- Hay, J. G., Miller, J. A., & Canterna, R. W. (1986). The techniques of elite male long jumpers. *Journal of Biomechanics*, 19(10), 855–866.
- Hommel, H. (2009). *Long Jump (Final Report) - Scientific Research Project. Biomechanical Analyses at the IAAF World CH in Athletics - Berlin 2009.* Darmstadt. Retrieved from <https://www.iaaf.org/development/research>
- Hussain, I., Khan, A., Mohammad, A., Bari, M. A., & Ahmad, A. (2011). A comparison of selected kinematical parameters between male and female intervarsity long jumpers. *Journal of Physical Education and Sport*, 11(2), 182.
- Karas, V., Susanka, P., Otahal, S., & Moravkova, E. (1983). Aktuelle probleme in der biomechanischen forschung der sportlokomotion. In W. Baumann (Ed.), *Biomechanik und sportliche leistung*. (pp. 41–51). Schorndorf: Verlag Karl Hoffmann.
- Kilani, H., Al-Rofu, J. (2005). The effect of run up distance and some kinematics variables on long jump distance for the primary stage athletes students in Al-Tafilah district. *Conference: XXIII ISBS*
- Kinomura, Y., Nobuaki, F., & Zushi, K. (2013). Characteristics of the long jump take-off as the novice increases the number of steps in the approach run. *Procedia Engineering* 60 ( 2013 ) 313 – 318

- Koutsioras, I., (2007). *Ισχύς των κάτω άκρων και τεχνικά χαρακτηριστικά της φάσης απογείωσης στο άλμα σε μήκος νεαρών αθλητών*. (Διδακτορική διατριβή, ΤΕΦΑΑ, Θεσσαλίας, Ελλάδα.)
- Lees, A., Graham-Smith, P., & Fowler, N. (1994). A Biomechanical Analysis of the Last Stride, Touchdown, and Takeoff Characteristics of the Men' s Long Jump. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 61–78.
- Linthorne, N. P. (2008). Biomechanics of the Long Jump. In Y. Hong & R. Bartlett (Eds.), *Handbook of biomechanics and human movement science* (pp. 340–354). Routledge.
- Mikhailov, N.G., Yakunin, N.A., & Aleshinsky, S.Y. (1981). Biomechanical assessment of take off in the long jump (Russian). *Teor. Prakt. Fiz. Kult.* 5:13-15.
- Mishra, M. K., & Rathore, V. S. (2016). Speed and agility as predictors of long jump performance of male athletes. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 18(2), 27–33. <https://doi.org/10.15314/tjse.40102>
- Moura, N. A., de Paula Moura, T. F., & Borin, J. P. (2005). Run-up velocity and performance in the horizontal jumps: What do Brazilian athletes do? *New Studies in Athletics*, 20(3), 43.
- Nemtsev, O., Nemtseva, N., Doronin, A., Shubin, M., & Kucherenko, J. (2014). Interdependencies of takeoff technique characteristics and sports results among the non-elite long jumpers. *Uchenye Zapiski Universiteta Imeni P.F. Lesgafta*, 114, 137–142. <https://doi.org/10.5930/issn.1994-4683.2014.08.114.p137-142>.
- Pan, Z. (2013). Analysis of Mechanical Model on factors influencing the Long Jump result under the perfect condition. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 5(5): 1589-1593.
- Panoutsakopoulos, V., Theodorou, A. S., Kotzamanidou, M. C., & Kollias, I. A. (2020). Biomechanical analysis of the 2017 European indoor champion in the women's long jump: case report, 12, 5–13. <https://doi.org/10.31382/eqol.200601>.
- Popov, V. B. (1971) Long Jump (Russian). Moscow: *Physical Culture and Sport*.

- Pyanzin, A. I., Pyanzina, N. N. (2016). Calculation of the Long Jump result based on standing vertical jump result. *Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева*. No 2(90)
- Shimizu, Y., & Michiyoshi, A. (2017). Run-up speed parameters for elementary school long jumpers. *ISBS Proceedings Archive*: Vol. 35: Iss. 1, Article 36.
- Siluyanov, V., & Maximov, R. (1977). Speed and strength in the long jump (Russian). *Legk Atlet.* 10:18. Μεταφρασμένο από τον Michael Yessis που το παρουσίασε στο *Yessis Review of Soviet Physical Education and Sport* 13:71-73 το 1978.
- Tiupa, V.V., Aleshinski, S.I., Primakov, I.N., & Pereverzev, A.P. (1982). The biomechanics of the movement of the body's general center of mass during the long jump (Russian) *Teor. Prakt. Fiz. Kul.* :11-14.