



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΟΠΑΙΔΙΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Επιρροή της πλειομετρικής προπόνησης στην αλτική ικανότητα
αθλητών καλαθοσφαίρισης»**

Χρήστος Κρίνος

Επιβλέπων Καθηγητής: Αποστολίδης Νικόλαος

ΙΟΥΝΙΟΣ 2022

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

Επιρροή της πλειομετρικής προπόνησης στην αλτική ικανότητα αθλητών καλαθοσφαίρισης

Περίληψη

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση έχει σκοπό να αναζητήσει επαρκή επιστημονικά ευρήματα, μέσω της διεθνούς βιβλιογραφίας, με κεντρικό θέμα την επιρροή της πλειομετρικής προπόνησης στην αλτική ικανότητα αθλητών καλαθοσφαίρισης. Ειδικότερα, θα παρουσιαστεί αναλυτικά η φυσιολογία της πλειομετρικής προπόνησης, οι φάσεις που την απαρτίζουν, καθώς επίσης και τα υπάρχοντα επιστημονικά δεδομένα που την συσχετίζουν με την αλτική ικανότητα. Επιπροσθέτως, θα αναλυθεί η σημαντικότητα της αλτικής ικανότητας στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης και οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η βελτίωσή της. Στη συνέχεια θα γίνει διαχωρισμός μεταξύ ανδρών και γυναικών καλαθοσφαιριστών, όσον αφορά τις αλλαγές στην αλτική τους ικανότητα έπειτα από προγράμματα πλειομετρικής προπόνησης και θα αναφερθούν τα αποτελέσματα για τα δύο φύλα. Τα γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν από το σύνολο των ερευνών που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία αφορούν θετική συσχέτιση μεταξύ της ένταξης πλειομετρικής προπόνησης στα προγράμματα εκγύμνασης αθλητών καλαθοσφαίρισης και της βελτίωσης της αλτικής ικανότητας τόσο σε κάθετα όσο και σε οριζόντια άλματα, γεγονός που επισημαίνει την ύψιστη σημασία της ένταξης πλειομετρικών ασκήσεων στα προγράμματα εκγύμνασης των αθλητών και αθλητριών καλαθοσφαίρισης.

Λέξεις κλειδιά: πλειομετρική προπόνηση, αλτική ικανότητα, καλαθοσφαίριση.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	iii
Πίνακας Περιεχομένων	iv
Κατάλογος Σχημάτων	v
Κατάλογος Πινάκων	v
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών	v
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	3
2.1. Ορισμός πλειομετρικής προπόνησης	3
2.2. Φυσιολογία πλειομετρικής προπόνησης.....	6
2.3. Φάσεις πλειομετρικής προπόνησης.....	9
III. ΑΛΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....	12
3.1. Παράγοντες επιρροής της αλτικής ικανότητας.....	13
3.2. Αλτική ικανότητα στη καλαθοσφαίριση.....	16
IV. ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΣΤΗ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΗ.....	21
4.1. Πλειομετρική προπόνηση σε άνδρες	21
4.2. Πλειομετρική προπόνηση σε γυναίκες.....	27
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	32
VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	37

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1. Μυϊκή ενεργοποίηση κατά τη διασφάλιση του ριμπάουντ.....	5
Εικόνα 2. Μηχανικό μοντέλο της λειτουργίας των σκελετικών μυών.....	7
Εικόνα 3: Απεικόνιση του μυοτατικού αντανακλαστικού	8
Εικόνα 4: Απεικόνιση του κύκλου διάτασης βράχυνσης κατά το άλμα σε μήκος....	11
Εικόνα 5: Τοποθέτηση του κέντρου βάρους κατά το κατακόρυφο άλμα.....	13
Εικόνα 6: Απεικόνιση VJ με και χωρίς ταλάντευση χεριών.....	16
Εικόνα 7: Απεικόνιση δοκιμασίας υπολογισμού VJ στην προετοιμασία για το NBA draft.....	19
Εικόνα 8: Διάγραμμα ελεύθερου σώματος ενός στατικού προτύπου ανύψωσης βάρους από το οβελιαίο επίπεδο.....	20

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Οι φάσεις του κύκλου διάτασης-βράχυνσης.....	9
Πίνακας 2: Διάρκειες κύκλου διάτασης-βράχυνσης ορισμένων ασκήσεων.....	10

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

VJ:	Vertical Jump, Κατακόρυφο Άλμα
SJ:	Squat Jumps, Κάθισμα με Άλμα
SSC:	Stretch-Shortening Cycle, Κύκλος Διάτασης-Βράχυνσης
CMJ:	Countermovement jump, Άλμα με Προ-Διάταση
SEC:	Series Elastic Component, Ελαστικά Στοιχεία σε Σειρά
CC:	Contractile Component, Συσταλτά Στοιχεία
PEC:	Parallel Elastic Component, Παράλληλα Ελαστικά Στοιχεία
DJ:	Drop Jump, Πτωτικό Άλμα
ms:	Milliseconds, Χιλιοστά του δευτερολέπτου
RFD:	Rate of Force Development, Ρυθμός ανάπτυξης της Δύναμης

PF:	Peak Force, Μέγιστη Δύναμη
AS:	Arm Swing, Ταλάντευση των Χεριών
COM:	Centre of Mass, Κέντρο Μάζας
PG:	Point Guard, Πόιντ Γκαρντ
SG:	Shooting Guard, Σούτινγκ Γκαρντ
SF:	Small Forward, Σμόλ Φόργουορντ
F:	Forward, Πάουερ Φόργουορντ
C:	Center, Κεντρικός
CG:	Control Group, Ομάδα Ελέγχου
SLG:	Standing Long Jump, Άλμα εις μήκος από στάση
IAT:	Illinois Agility Test, Δοκιμασία ευκινησίας Ιλλινόις
ABKJ:	Abalakov Jump, Άλμα Αμπαλάκοβ
APT:	Aqua Plyometric Training, Πλειομετρική προπόνηση σε νερό
LPT:	Land Plyometric Training, Πλειομετρική προπόνηση εδάφους

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το άθλημα της καλαθοσφαίρισης είναι ένα ταχυδυναμικό άθλημα που περιλαμβάνει πληθώρα διαφορετικών κινήσεων και αλλαγών ρυθμού κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του, όπως αλλαγές κατεύθυνσης, απότομα σταματήματα και κατακόρυφα άλματα (Vertical Jumps). Τα άλματα κατέχουν ιδιαίτερα σημαντική θέση σε σύγκριση με άλλες δεξιότητες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη του αθλήματος, καθώς η πλειονότητα των τεχνικών δεξιοτήτων του αθλήματος εμπεριέχει τουλάχιστον ενός είδους άλμα (Ziv & Lidor, 2010). Ειδικότερα, δεξιότητες τόσο επιθετικές, όπως το jump shoot και το lay up, όσο και αμυντικές όπως το rebound και το block, έχουν σαν κύριο συστατικό τους το άλμα. Συνεπώς, οι καλαθοσφαιριστές καλούνται όχι μόνο να πραγματοποιούν μεγάλο αριθμό αλμάτων σε κάθε αγώνα, αλλά και σε απαιτητικές συνθήκες, με έντονους περιορισμούς χώρου και χρόνου, όπου αγωνίζονται εναντίον της αντίπαλης ομάδας. Τέτοιου είδους δεξιότητες, χαρακτηρίζονται από σύντομες αλλά ταυτόχρονα υψηλής έντασης κινήσεις με μέτρια προς υψηλή συχνότητα κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του αθλήματος (Gottlieb et al., 2021). Αυτές οι δεξιότητες προϋποθέτουν πως οι αθλητές θα πρέπει να βρίσκονται στη καλύτερη δυνατή φυσική τους κατάσταση προκειμένου να ανταπεξέλθουν τόσο στις ενεργειακές απαιτήσεις όσο και στη ταχύτητα, δύναμη και ισχύ που απαιτούνται για την μέγιστη απόδοση στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης.

Η Καλαθοσφαίριση με το πέρασμα των ετών έχει υποστεί ριζικές αλλαγές όσον αφορά τους κανονισμούς και τον τρόπο διεξαγωγής του αθλήματος, ειδικότερα την τελευταία δεκαετία. Πιο συγκεκριμένα, οι αλλαγές των κανονισμών τον Μάιο του 2000, ήταν η μείωση του χρόνου εκδήλωσης επίθεσης και του χρόνου για να περάσει η μπάλα τη γραμμή του κέντρου από 30 σε 24 δευτερόλεπτα και από 10 σε 8 δευτερόλεπτα αντίστοιχα, καθώς επίσης και η διαίρεση του χρόνου διεξαγωγής από δύο περιόδους των 20 λεπτών σε τέσσερις των 10 λεπτών, είχαν ως αποτέλεσμα την τροποποίηση στις τακτικές και σωματικές απαιτήσεις του αθλήματος (Gottlieb et al., 2021). Όπως είναι αναμενόμενο, οι αλλαγές αυτές επηρέασαν άμεσα τις τακτικές και φυσιολογικές απαιτήσεις του αθλήματος, καθώς οι χρονικές αλλαγές αύξησαν τον ρυθμό του

αθλήματος, αναγκάζοντας έτσι τους παίκτες να βελτιώσουν σε μεγαλύτερο βαθμό τη φυσική τους κατάσταση και την αθλητικότητα.

Επιπροσθέτως, επειδή όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η αθλητικότητα και η γενική φυσική κατάσταση των αθλητών με έμφαση στην αλτικότητα είναι ύψιστης σημασίας. Η ικανότητα πραγματοποίησης υψηλών αλμάτων κατά τη διάρκεια του αγώνα είναι ένας παράγοντας που προσδίδει σαφές πλεονέκτημα σε έναν καλαθοσφαιριστή. Για αυτό, η πλειονότητα των γυμναστών και προπονητών αφιερώνει αρκετό χρόνο τόσο στη δημιουργία εξατομικευμένων προγραμμάτων εκγύμνασης όσο και στην εύρεση καινοτόμων τρόπων βελτίωσης της αλτικής ικανότητας (Ziv & Lidor, 2010). Ένας από τους πλέον καινοτόμους τρόπους βελτίωσης της αλτικής ικανότητας και της εκρηκτικότητας κατά επέκταση είναι οι πλειομετρικές ασκήσεις. Τέτοιου είδους ασκήσεις αποτελούν μια σχετικά νέα προσθήκη στα προγράμματα εκγύμνασης αθλητών διαφόρων αθλημάτων και αποσκοπούν στη βελτίωση της μυϊκής ισχύος. Πιο συγκεκριμένα, οι ασκήσεις αυτές εμπεριέχουν γρήγορες, δυναμικές κινήσεις στις οποίες οι πρωταγωνιστές μυσ διατείνονται πριν τη συστολή τους (Baechle & Earle, 2016).

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η συγκεκριμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση έχει σκοπό να αναλύσει την επιρροή προγραμμάτων πλειομετρικής προπόνησης στην αλτική ικανότητα των αθλητών καλαθοσφαίρισης καθώς επίσης και στις διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών, όσον αφορά την αλτική ικανότητα, μέσα από ευρήματα της διεθνούς βιβλιογραφίας. Τα ευρήματα που θα προκύψουν έχουν ιδιαίτερη σημασία, καθώς τυχόν διαφορές που αφορούν την αποτελεσματικότητα αυτού του είδους προπόνησης σε άνδρες και γυναίκες, θα μπορούν να ληφθούν υπόψη κατά τη δημιουργία προπονητικών προγραμμάτων. Η σημαντικότητα της παρούσας ανασκόπησης έγκειται στο γεγονός πως η αλτική ικανότητα αποτελεί μια θεμελιώδη δεξιότητα στη σύγχρονη μορφή του αθλήματος και η βελτίωσή της μέσω πλειομετρικών προγραμμάτων προπόνησης θα αποτελέσει σημαντικότερο εύρημα, με σκοπό την ένταξη τέτοιου είδους ασκήσεων στα προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης των αθλητών και των αθλητριών καλαθοσφαίρισης τα οποία θα είναι εξατομικευμένα για τις ανάγκες του καθενός.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Στη σημερινή εποχή, ο φρενήρης ρυθμός ανάπτυξης της τεχνολογίας, σε συνδυασμό με τη ταυτόχρονη πρόοδο της αθλητικής επιστήμης έχει προσφέρει εκπληκτικές δυνατότητες σε προπονητές και αθλητικούς επιστήμονες, όσον αφορά την εύρεση αποδοτικότερων μεθόδων προπόνησης με σκοπό να μεγιστοποιήσουν τις ικανότητες των αθλητών. Πριν από μισό αιώνα προπονητές και αθλητικοί επιστήμονες δημιούργησαν μια διαφορετική προσέγγιση στη προπόνηση η οποία βασιζόταν σε εκρηκτικές αθλητικές κινήσεις με σκοπό να βελτιώσει τη παραγόμενη ισχύ του ανθρώπινου σώματος (Hansen & Kennelly, 2017). Ο Verkhoshanski, ένας ευρέως γνωστός Ρώσος προπονητής στίβου δημιούργησε για πρώτη φορά μια μέθοδο προπόνησης, που ονόμασε shock training ή jump training, όπου βασιζόταν σε ταχείες εναλλαγές μυοτενόντιων συστολών με σκοπό τη βελτίωση της παραγόμενης ισχύος από τους αθλητές του (Davies et al., 2015). Ο όρος πλειομετρική προπόνηση (plyometrics), χρησιμοποιήθηκε αρκετά χρόνια αργότερα από τον Fred Wilt, προπονητή της γυναικείας ομάδας στίβου του Πανεπιστημίου Purdue το 1975 (Davies et al., 2015). Ο όρος έχει Ελληνική ετυμολογία και σχηματίζεται από τη πρόθεση “plyo” που σημαίνει περισσότερο και η κατάληξη “metric” που σημαίνει μήκος (Hansen & Kennelly, 2017). Πρωταρχικός σκοπός αυτού του τρόπου προπόνησης ήταν να μεγιστοποιηθεί η παραγόμενη δύναμη κατά τη μειωμετρική φάση μιας κίνησης όταν αυτή προηγείται μια απότομη διάταση των πρωταγωνιστών μυών (Potach & Chu, 2009).

2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ

Σύμφωνα με τους Potach, & Chu (2009), η πλειομετρική προπόνηση είναι ένας είδος προπόνησης που βασίζεται στη αντιδραστική δύναμη και περιγράφεται ως η ικανότητα των μυών να παράγουν ισχυρή σύγκεντρη σύσπαση έπειτα από ταχεία έκκεντρη συστολή τους. Ένας πιο πρακτικός ορισμός της πλειομετρικής άσκησης είναι η περιγραφή της ως μία γρήγορη, δυναμική κίνηση στην οποία οι μυοτενόντιες μονάδες διατείνονται πριν από τη συστολή τους με σκοπό την βελτίωση της παραγόμενης ισχύος.

Οι Neagu et al., (2018), παραθέτουν πως η πλειομετρική μέθοδος προπόνησης περιλαμβάνει εκρηκτικές κινήσεις που εκτελούνται ή επαναλαμβάνονται σε πολύ σύντομα χρονικά διαστήματα. Επιπροσθέτως, οι ταχείες μυϊκές συστολές που

πραγματοποιούνται κατά την εκτέλεση τέτοιων ασκήσεων ορίζονται ως βαλλιστικές κινήσεις καθώς παρατηρούνται ομοιότητες όσον αφορά την μηχανικό-κινητική ανάλυση των εσωτερικών φαινομένων που εμπλέκονται σε εκρηκτικές ενέργειες κατά τη διάρκεια αλμάτων (internal ballistics), σε σχέση με εξωτερικά φαινόμενα (external ballistics) που επηρεάζουν την τροχιά ενός βλήματος.

Οι Grgic et al., (2021) ορίζουν την πλειομετρική άσκηση ως μια άσκηση που περιλαμβάνει γρήγορες έκκεντρες δράσεις που ακολουθούνται από αντίστοιχες σύγκεντρες δράσεις σε μικρό χρονικό διάστημα. Αναφέρουν επίσης πως αυτή η γρήγορη αλλαγή της κίνησης από την έκκεντρη στη σύγκεντρη δράση είναι γνωστή ως κύκλος διάτασης-βράχυνσης (SSC).

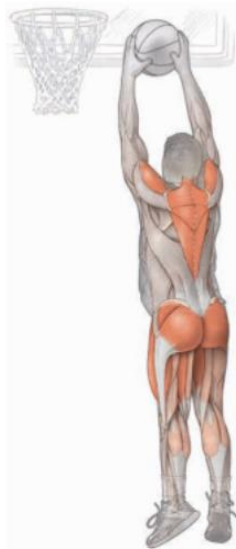
Επίσης, ένας ακόμα ορισμός της πλειομετρικής προπόνησης, που παρουσιάζει διαφορετικό τρόπο προσέγγισης της κίνησης, ήρθε από τους Booth & Orr (2016), όπου παραθέτουν πως η πλειομετρική προπόνηση ανήκει στη κατηγορία ασκήσεων με το βάρος του σώματος, με απώτερο σκοπό την αξιοποίηση της επιπρόσθετης δύναμης από το αντανεκλαστικό διάτασης του μυ για την αύξηση της παραγόμενης μυϊκής ισχύος. Περιγράφουν την πλειομετρική άσκηση ως μια περίοδο σύγκεντρης συστολής του μυός έπειτα από μια ταχεία έκκεντρη επιμήκυνση του υπό φορτίο, όπου συμβάλλει στην ενίσχυση της παραγόμενης δύναμης. Ακόμα, υπογραμμίζουν πως μέσα από τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης (SSC) συλλαμβάνεται μια ποσότητα ενέργειας από τους διατεταμένους μυς, η οποία απελευθερώνεται κατά την σύγκεντρη συστολή τους με την προϋπόθεση ότι θα εκτελεστεί γρήγορα (Booth & Orr, 2016) .

Με βάση τη διατύπωση των Slimani et al., (2016), η πλειομετρική προπόνηση απαρτίζεται από ασκήσεις που χαρακτηρίζονται από τη λειτουργία του κύκλου διάτασης βράχυνσης (SSC) που αναπτύσσεται κατά τη μετάβαση από μια ταχεία έκκεντρη μυϊκή συστολή (επιβράδυνση ή πλειομετρική φάση) σε μια γρήγορη σύγκεντρη μυϊκή συστολή (επιτάχυνση ή μειομετρική φάση). Επιπροσθέτως, αναφέρουν πως μέσα από τις διεργασίες του κύκλου διάτασης-βράχυνσης (SSC) αξιοποιούνται οι ελαστικές ιδιότητες του συνδετικού ιστού και των μυϊκών ινών, επιτρέποντας στους μυς τη συσσώρευση

ελαστικής ενέργειας κατά την πλειομετρική φάση και την απελευθέρωση της κατά τη διάρκεια της επιτάχυνσης/μειομετρικής φάσης, ενισχύοντας έτσι τη παραγωγή δύναμης.

Οι Cole, B., & Panariello, R. (2015) ορίζουν την πλειομετρική άσκηση ως μια διαδικασία διάτασης της μυοτενόντιας ένωσης που ακολουθείται από μια απότομη βράχυνση της κατά τη διάρκεια του κύκλου διάτασης-βράχυνσης, ο οποίος έχει καταλυτικό ρόλο στη λειτουργία της πλειομετρικής άσκησης. Ακόμα, υποστηρίζουν πως η ικανότητα της μυοτενόντιας ένωσης να παράγει μέγιστη δύναμη στο μικρότερο δυνατό χρόνο ενισχύεται μέσα από τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης (SSC). Αυτά είναι τα πλεονεκτήματα που εκμεταλλεύεται η μέθοδος αυτή και τα χρησιμοποιεί για την ανάπτυξη δύναμης και ειδικής ισχύος για το άθλημα.

Αξίζει να σημειωθεί πως σύμφωνα με τους Meszler, B., & Váczi, M. (2019), η πλειομετρική προπόνηση περιλαμβάνει ασκήσεις όπως κάθισμα με άλμα-squat jumps (SJ), άλματα με προ-διάταση (CMJ) και διάφορες δρομικές ασκήσεις, που αξιοποιούν την ικανότητα του νευρομυϊκού συστήματος να ενεργοποιεί τους μυς κατά την έκκεντρη φάση, ενισχύοντας έτσι την συσσώρευση ελαστικής ενέργειας για τη χρησιμοποίηση της στη σύγκεντρη φάση.



Εικόνα 1: Μυϊκή ενεργοποίηση κατά τη διασφάλιση του ριμπάουντ (Hansen, D., & Kennelly, S., 2017)

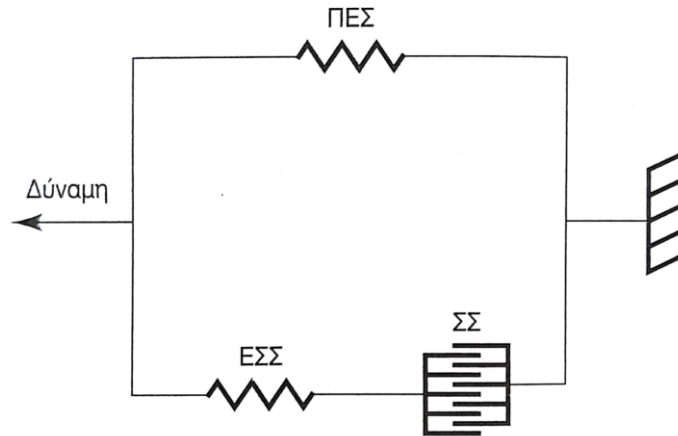
2.2. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ

Για επιτυχημένη αθλητική προσπάθεια είναι αναγκαία η σωστή λειτουργία των πρωταγωνιστών μυών που συμμετέχουν στη κίνηση, καθώς επίσης και η ταχύτητα εκτέλεσης της δεξιότητας (Potach & Chu, 2009). Η προ-διάταση των πρωταγωνιστών μυών που παρατηρείται κατά τη πρώτη φάση της πλειομετρικής άσκησης (έκκεντρη συστολή) επηρεάζει σημαντικά τη παραγωγή δύναμης στη διάρκεια της έκκεντρης συστολής. Σύμφωνα με τους Potach & Chu, (2009), η αύξηση αυτή οφείλεται στο συνδυασμό της αξιοποίησης της ελαστικής ενέργειας του μυός, η οποία προέρχεται κυρίως από τη διάταση των εγκάρσιων γεφυρών ακτίνης-μυοσίνης, και τη λειτουργία του μυοτατικού αντανακλαστικού που προκύπτει από την απότομη διάταση του μυός. Ειδικότερα, οι εγκάρσιες γέφυρες ακτίνης-μυοσίνης σε συνδυασμό με τον αριθμό των σαρκομερίων σε σειρά, γεγονός που επιταχύνει τη ταχύτητα συστολής, παίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της κίνησης και τη παραγωγή μυϊκής ισχύος (Davies et al., 2015). Αυτή η αύξηση της μυϊκής ισχύος μπορεί να εξηγηθεί χρησιμοποιώντας δύο φυσιολογικούς μηχανισμούς: ένα μηχανικό και ένα νευροφυσιολογικό.

Το μηχανικό μοντέλο, σύμφωνα με τους Haff & Triplett (2015), σχετίζεται με την απότομη διάταση του μυός, μέσω της οποίας προκαλείται αποθήκευση ελαστικής ενέργειας στα μυοτενόντια στοιχεία του. Όταν επέλθει μειομετρική διάταση αμέσως μετά την αναφερόμενη διάταση, ποσότητα αυτής της ενέργειας απελευθερώνεται, αυξάνοντας κατά συνέπεια τη συνολική παραγωγή δύναμης. Ο Ramirez-Campillo, (2020) παρομοιάζει την αποθήκευση και απελευθέρωση της ελαστικής ενέργειας από το μυοτενόντιο σύνολο με την διαστολή ενός ελατηρίου το οποίο τείνει να επανέλθει στο φυσικό του μήκος. Στη περίπτωση του ανθρώπινου μυϊκού συστήματος το ελατήριο είναι ένα συστατικό των μυών και τενόντων που ονομάζεται ελαστικά στοιχεία σε σειρά-series elastic component (SEC).

Τα SEC παίζουν καταλυτικό ρόλο στην αποθήκευση και απελευθέρωση της ελαστικής ενέργειας κατά τη πλειομετρική άσκηση καθώς κατά τη πλειομετρική φάση διατείνονται και με την ταχεία μειομετρική συστολή απελευθερώνουν την ενέργεια στη προσπάθειά τους να επαναφέρουν το μυοτενόντιο σύνολο στο αρχικό του μήκος ηρεμίας (Haff &

Triplett, 2015). Επιπλέον αξίζει να αναφερθεί πως σύμφωνα με τους Potach, & Chu (2009) αν υπάρξει καθυστέρηση ανάμεσα στη πλειομετρική και μειομετρική φάση ή αν η έκκεντρη συστολή είναι πολύ μεγάλη ή απαιτεί μεγάλο εύρος κίνησης της άρθρωσης τότε η ενέργεια που αποθηκεύεται χάνεται υπό τη μορφή θερμότητας.

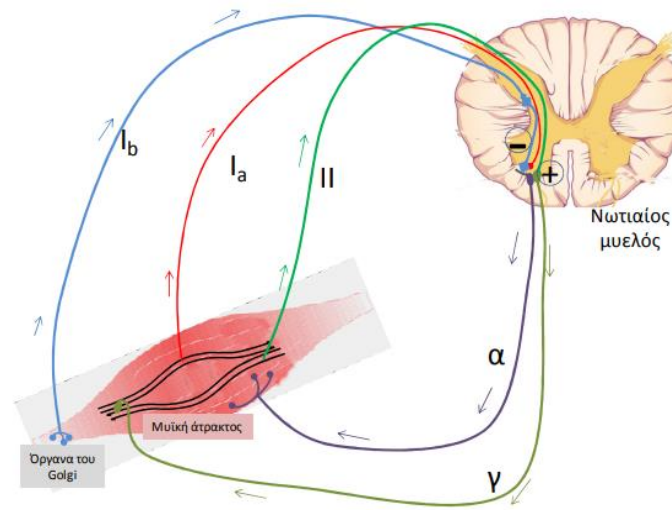


Εικόνα 2: Μηχανικό μοντέλο της λειτουργίας των σκελετικών μυών. ΕΣΣ-ελαστικά στοιχεία σε σειρά, ΣΣ-Συσταλτά στοιχεία, ΠΕΣ-παράλληλα ελαστικά στοιχεία (Potach, & Chu, 2009).

Σύμφωνα με το παραπάνω μηχανικό μοντέλο, το οποίο προέκυψε μέσα από τα πειράματα του νομπελίστα εργοφυσιολόγου A.V. Hill, τα στοιχεία που επηρεάζουν την μυϊκή ισχύ κατά τη πλειομετρική προπόνηση είναι τα ελαστικά στοιχεία σε σειρά (SEC), τα οποία περιέχουν κάποια μυϊκά συστατικά, τα συσταλτά στοιχεία (CC) όπου αποτελούν την κύρια πηγή παραγωγής ενέργειας και τα παράλληλα ελαστικά στοιχεία (PEC), όπως είναι το επιμύιο, το περιμύιο, το ενδομύιο, τα οποία διατείνονται παθητικά με μη διεγερτική διάταση του μυός (Haff & Triplett, 2015).

Το νευροφυσιολογικό μοντέλο, σε αντίθεση με το μηχανικό, αναφέρεται στην ενίσχυση της μειομετρικής μυϊκής συστολής μέσα από τη λειτουργία του μυοτατικού αντανακλαστικού. Αναλυτικότερα, οι Potach, & Chu (2009), παραθέτουν πως κατά τη πλειομετρική συστολή όπου επέρχεται και διάταση των πρωταγωνιστών μυών, η μυϊκή δραστηριότητα αυξάνεται αντανακλαστικά κυρίως μέσα από την ιδιοδεκτική δράση των μυϊκών ατράκτων. Κατά συνέπεια, μέσα από διέγερση των μυϊκών ατράκτων

προκαλείται μια αντανακλαστική μυϊκή κίνηση η οποία διευκολύνει τη παραγωγή δύναμης των πρωταγωνιστών μυών (νευρική διευκόλυνση).



Εικόνα 3: Απεικόνιση του μυοτατικού αντανακλαστικού. (Donti et al., 2014)

Οι Hansen & Kennelly (2017), αναφέρουν ότι παρότι οι μυϊκές άτρακτοι είναι ο πρωταρχικός ιδιοδεκτικός μηχανισμός που ενεργοποιεί ταχυδυναμική σύγκεντρη μυϊκή συστολή, ένας επιπλέον μηχανισμός που συμβάλει στο μυοτατικό αντανακλαστικό είναι το τενόντιο όργανο Golgi. Με άλλα λόγια, το όργανο Golgi αποτελεί ενός είδους αμυντικό μηχανισμό όπου αποτρέπει τους μυς από το να διαταθούν σε υπερβολικό βαθμό και κατά συνέπεια να τραυματιστούν. Όπως και στο μηχανικό μοντέλο, αν η μειομετρική συστολή που ακολουθεί την διάταση δεν πραγματοποιηθεί ακαριαία, αναιρείται η ιδιότητα νευρικής διευκόλυνσης στην μειομετρική συστολή που προσδίδει το μυοτατικό αντανακλαστικό.

Τα δύο αυτά φυσιολογικά μοντέλα έχουν ύψιστη σημασία στην αύξηση της μυϊκής ισχύος κατά τη μειομετρική συστολή. Ωστόσο, δεν υπάρχουν επαρκή επιστημονικά δεδομένα που να διασαφηνίζουν το ποσοστό συμμετοχής του κάθε μηχανισμού στη κίνηση, με αποτέλεσμα κάθε συμβολή των μηχανισμών να παραμένει υποθετική. Είναι αναγκαίες επιπρόσθετες μελέτες προκειμένου να καθοριστούν περαιτέρω λεπτομέρειες που αφορούν τις ιδιότητες των δυο μηχανισμών, καθώς επίσης και ο ρόλος του καθενός στη πλειομετρική προπόνηση.

2.3. ΦΑΣΕΙΣ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ

Η έννοια της πλειομετρικής προπόνησης είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης των μυών. Στη διεργασία αυτή τίθενται σε εφαρμογή τόσο τα ελαστικά στοιχεία σε σειρά (SEC), τα οποία αποθηκεύουν ελαστική ενέργεια, όσο και το μυοτατικό αντανακλαστικό προκειμένου να επιτευχθεί μέγιστη αύξηση της μυϊκής δύναμης στο μικρότερο δυνατό χρονικό διάστημα (μυϊκή ισχύς). Οι διαδικασίες του κύκλου διάτασης βράχυνσης, για την αποτελεσματικότερη κατανόηση τους, έχουν διαχωριστεί από τους εργοφυσιολόγους σε επιμέρους φάσεις. Στη διεθνή βιβλιογραφία επικρατεί αντιπαράθεση όσον αφορά τον αριθμό των επιμέρους φάσεων, καταλήγοντας στη δημιουργία τριών διαφορετικών μοντέλων που μοιράζονται την ίδια ουσία (Chu & Meyer, 2013). Ειδικότερα, ορισμένοι ειδικοί χωρίζουν τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης σε δύο φάσεις, υποστηρίζοντας ότι αποτελείται από μια πλειομετρική και μια μειομετρική. Αντιθέτως, το πιο ευρέως διαδεδομένο μοντέλο φάσεων του κύκλου διάτασης-βράχυνσης είναι τριφασικό, προσθέτοντας μια ενδιάμεση ισομετρική φάση στις ήδη υπάρχουσες (Potach, & Chu, 2009).

Κύκλος Διάτασης- Βράχυνσης		
Φάση	Μυϊκή Δραστηριότητα	Φυσιολογικά γεγονότα
Πλειομετρική	Διάταση των πρωταγωνιστών μυών	<ul style="list-style-type: none">• Αποθήκευση ελαστικής ενέργειας στα SEC• Διέγερση των μυϊκών ατράκτων
Ισομετρική	Παύση ανάμεσα στις δύο φάσεις	Μεταφορά του σήματος από τις ίνες Ia στους α κινητικούς νευρώνες και στη συνέχεια στους πρωταγωνιστές μύες
Μειομετρική	Μειομετρική (σύγκεντρη) συστολή των πρωταγωνιστών μυών	<ul style="list-style-type: none">• Απελευθέρωση της ελαστικής ενέργειας από τα SEC• Διέγερση των πρωταγωνιστών μυών από τους α κινητικούς νευρώνες

Πίνακας 1: Οι φάσεις του κύκλου διάτασης-βράχυνσης (Potach, & Chu, 2009).

Η πλειομετρική άσκηση ξεκινάει από την φάση προ-φόρτισης της μυϊκής ομάδας που θα συμμετέχει στη κίνηση. Αναλυτικότερα, κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης τα ελαστικά στοιχεία σε σειρά (SEC) αποθηκεύουν ελαστική ενέργεια σύμφωνα με το μηχανικό μοντέλο ενώ παράλληλα ερεθίζονται οι μυϊκές άτρακτοι (Potach, & Chu, 2009). Οι Chu & Meyer, (2013) παραθέτουν πως η φάση αυτή αποτελείται από τη διάταση των μυοτενόντιων μονάδων των πρωταγωνιστών και συνεργών μυών, η οποία προκαλείται από την κινητική ενέργεια που εφαρμόζεται στην άρθρωση. Η κινητική ενέργεια αυτή προέρχεται από μία σύγκεντρη συστολή των ανταγωνιστών μυών. Η πιο διαδεδομένη ονομασία της πρώτης φάσης είναι πλειομετρική ενώ μερικοί επιστήμονες την περιγράφουν ως έκκεντρη φάση ή φάση επιβράδυνσης (Chu & Meyer, 2013).

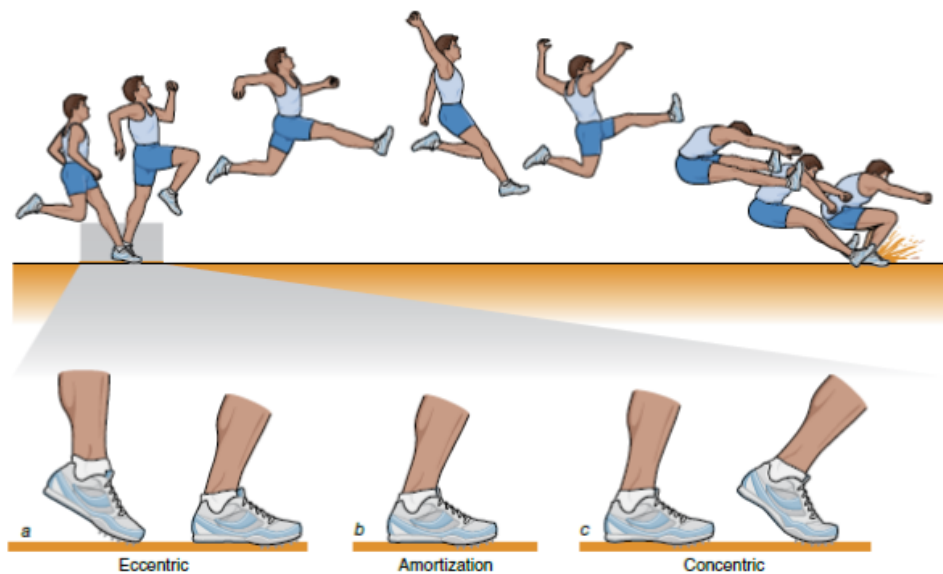
Η δεύτερη φάση αποτελεί το χρόνο που μεσολαβεί από την πλειομετρική φάση έως και την έναρξη της μειομετρικής φάσης και περιγράφεται ως ισομετρική φάση. Παρότι η φάση αυτή αποτελεί μια μετάβαση μεταξύ των άλλων δύο φάσεων κατέχει σημαντικό έργο, καθώς καθορίζει τα συνεργικά αποτελέσματα του κύκλου διάτασης βράχυνσης (Chu & Meyer, 2013). Η ισομετρική φάση πρέπει να έχει απειροελάχιστη χρονική διάρκεια ούτως ώστε να μην χάνεται η ελαστική ενέργεια υπό μορφή θερμότητας, όπως αναφέρεται και στο μηχανικό μοντέλο. Ειδικότερα, έρευνες έχουν αποδείξει πως παρατηρείται μείωση της παραγόμενης ελαστικής ενέργειας όταν η ισομετρική φάση της κίνησης υπερβαίνει τα 25 milliseconds (ms) (Haff & Triplett, 2015). Ένας ενδεικτικός μέσος όρος διάρκειας αυτής της φάσης είναι 23ms, ενώ ο ιδανικός χρόνος για μέγιστη αξιοποίηση του κύκλου διάτασης βράχυνσης είναι λιγότερος από 15ms.

Exercise	SSC Duration in ms	SSC Classification
Sprinting	80-90	Fast
Countermovement Jump (CMJ)	500-1000	Slow
Squat Jump (SJ)	300-430	Slow
Drop Jump	130-300	Fast/Slow
Multiple Hurdle Jump	150	Fast

Πίνακας 2: Διάρκειες κύκλου διάτασης-βράχυνσης ορισμένων διαδεδομένων πλειομετρικών ασκήσεων (Van Hooren & Zolotarjova, 2017; Padulo et al., 2013)

Η τρίτη φάση ή μειομετρική φάση, αντικατοπτρίζει την αντίδραση του σώματος στις δύο προηγούμενες φάσεις του κύκλου διάτασης βράχυνσης (SSC). Κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής η ενέργεια που έχει αποθηκευτεί στα ελαστικά στοιχεία σε σειρά από την πλειομετρική φάση απελευθερώνεται υπό μορφή ελαστικής ενέργειας (ή θερμότητας εάν υπάρξει καθυστέρηση), ενώ παράλληλα οι α κινητικοί νευρώνες διεγείρονται από το μυοτατικό αντανακλαστικό προκαλώντας την περαιτέρω ενεργοποίηση των πρωταγωνιστών μυών (Potach, & Chu, 2009). Με άλλα λόγια, επέρχεται σύγκεντρη συστολή του μυοτενόντιου συνόλου αξιοποιώντας τη συμβολή των δύο φυσιολογικών μηχανισμών για μέγιστη παραγωγή ενέργειας.

Οι Haff & Triplett (2015), στη προσπάθειά τους να περιγράψουν αποδοτικότερα τις φάσεις της πλειομετρικής κίνησης, ανέλυσαν τη κίνηση του άλματος σε μήκος και ξεχώρισαν τις επιμέρους φάσεις. Η πλειομετρική φάση αρχίζει μόλις το πέλμα του αθλητή έρθει σε επαφή με το έδαφος με τον γαστροκνήμιο να διατείνεται απότομα, έπειτα υπάρχει μια μικρή καθυστέρηση στη κίνηση (ισομετρική φάση) και στη συνέχεια ακολουθεί η μειομετρική φάση, όπου ο μυς συστέλλεται επιτρέποντας στον αθλητή να ξεκολλήσει από το δάπεδο.

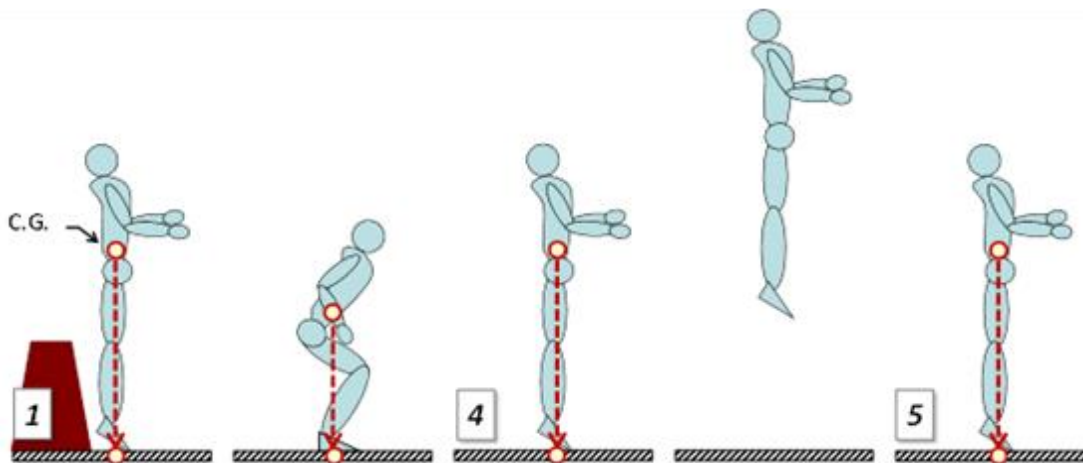


Εικόνα 4: Απεικόνιση του κύκλου διάτασης βράχυνσης κατά το άλμα σε μήκος.(Haff & Triplett, 2015)

III. ΑΛΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Η ικανότητα παραγωγής ισχύος έχει ζωτική σημασία στην απόδοση των αθλητών. Η ισχύς ορίζεται ως η ικανότητα του νευρομυϊκού συστήματος να δημιουργήσει μέγιστη δύναμη στο συντομότερο χρονικό διάστημα ή σε συνθήκες υψηλής ταχύτητας (Pagaduan et al., 2019). Η αλτική ικανότητα και ειδικότερα το κατακόρυφο άλμα (VJ), αποτελεί σύνηθες φαινόμενο στη πλειονότητα των αθλητικών δραστηριοτήτων και εξαρτάται άμεσα από τη παραγωγή ισχύος των κάτω άκρων. Εξ αιτίας της σημαντικότητας του και της συχνότητας με την οποία πραγματοποιείται σε πληθώρα αθλημάτων, το κατακόρυφο άλμα αποτελεί θεμελιώδη δεξιότητα και η βελτίωση του μέσα από εξατομικευμένα προγράμματα προπόνησης έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς θα επηρεάσει την αθλητική απόδοση. Οι McLellan et al., (2011) αναφέρουν ότι το κατακόρυφο άλμα συχνά χρησιμοποιείται ως παράγοντας υπολογισμού της αθλητικότητας, ενώ παράλληλα προσδιορίζει τα δυνατά και αδύνατα σημεία ενός αθλητή και αξιολογεί την αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων εκγύμνασης.

Από βιομηχανική οπτική, για την πραγματοποίηση του άλματος, ο αθλητής κατά τη διάρκεια της φάσης απογείωσης ασκεί δύναμη μέσω των κάτω άκρων προς το έδαφος, η οποία καθορίζει το μέγιστο ύψος που θα φτάσει το κέντρο μάζας (COM) στη φάση πτήσης (McGinnis, 2020). Ειδικότερα, τα κάτω άκρα ασκούν κάθετη προς το έδαφος δύναμη, η οποία σύμφωνα με τον τρίτο Νόμο του Νεύτωνα (δράση-αντίδραση) προκαλεί μια αντίδραση ίδιου μέτρου και αντίθετης φοράς. Έτσι η κάθετη αντίδραση του εδάφους ωθεί το σώμα προς τα πάνω (Pehar et al., 2017). Όταν το κατακόρυφο άλμα (VJ) πραγματοποιείται έπειτα από τρέξιμο, η οριζόντια ταχύτητα του αθλητή ενισχύει τη δύναμη των κάτω άκρων προς το έδαφος, και κατά επέκταση την αντιδραστική δύναμη του εδάφους, με αποτελέσματα να επιτυγχάνονται υψηλότερα άλματα. Σύμφωνα με τον McGinnis, (2020) για να ισχύσουν τα παραπάνω πρέπει η οριζόντια ταχύτητα να μετατραπεί αποτελεσματικά σε κατακόρυφη ταχύτητα κατά τη διάρκεια του άλματος. Ωστόσο, αυτός ο μετασχηματισμός είναι δυνατός μόνο εάν οι εκκίνοντες μύες των κάτω άκρων παρέχουν επαρκή δύναμη για να αντισταθούν στην κάμψη του ποδιού λόγω της προς τα εμπρός ορμής του αθλητή.



Εικόνα 5: Τοποθέτηση του κέντρου βάρους κατά το κατακόρυφο άλμα. (Pagaduan et al., 2019)

3.1. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΑΛΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ

Η απόδοση του κατακόρυφου άλματος (VJ) καθορίζεται από μια σύνθετη αλληλεπίδραση μεταξύ διαφόρων παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της μέγιστης δύναμης που αναπτύσσεται από το εμπλεκόμενο μυϊκό σύστημα, του ρυθμού ανάπτυξης της δύναμης και του νευρομυϊκού συντονισμού των τμημάτων του άνω και κάτω μέρους του σώματος (McLellan et al., 2011).

Ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης (RFD) των μυών των κάτω άκρων, αποτελεί έναν αμφιλεγόμενο τρόπο καθορισμού της απόδοσης του κατακόρυφου άλματος, με πολλά ερευνητικά ευρήματα να αντιτίθενται μεταξύ τους. Ο παράγοντας αυτός ορίζεται ως η ανάπτυξη της μέγιστης δύναμης στο μικρότερο δυνατό χρόνο και χρησιμοποιείται ευρέως ως δείκτης της εκρηκτικής δύναμης. Οι McLellan et al., (2011), με την έρευνα τους θέλησαν να συσχετίσουν το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης (RFD) των κάτω άκρων με την απόδοση στο κατακόρυφο άλμα (VJ), αναφέρουν πως παρατηρήθηκε θετική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραμέτρων. Ειδικότερα, μέσα από τις εργομετρικές δοκιμασίες που πραγματοποιήθηκαν, οι αθλητές που είχαν τις υψηλότερες τιμές όσον αφορά το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης (RFD) είχαν και τις υψηλότερες αποδόσεις στα άλματα που επιχείρησαν (CMJ, SJ). Επιπροσθέτως, σημαντική συσχέτιση παρατηρήθηκε ανάμεσα στο μέγιστο ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης (PRFD) και του ύψους του

κατακόρυφου άλματος, με τους αθλητές που πέτυχαν μέγιστες τιμές RFD να πραγματοποιούν και τα υψηλότερα άλματα. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί ότι είναι σημαντικό η δύναμη που παράγεται στα πρώτα χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms) της σύγκεντρης φάσης του άλματος να διατηρείται σε υψηλές τιμές συσχέτισης με τη μετατόπιση του αθλητή, υποστηρίζοντας την άποψη ότι ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης επηρεάζει το κατακόρυφο άλμα περισσότερο σε σχέση με τις τιμές της μέγιστης δύναμης (maximal power).

Οι Marques et al. (2015) αναφέρουν πως ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές μεταβλητές για την εξήγηση των επιδόσεων στις δραστηριότητες όπου απαιτείται μεγάλη επιτάχυνση, καθώς οι αθλητές που συμμετείχαν στην έρευνα είχαν την τάση να πραγματοποιούν καλύτερες επιδόσεις στα κατακόρυφα άλματα όταν παράγαν υψηλότερα ποσά δύναμης κατά τη σύγκεντρη συστολή (μειομετρική φάση). Αναλυτικότερα, τα ευρήματα αυτής της μελέτης υποδεικνύουν ότι οι επιδόσεις στα άλματα με προ-διάταση (CMJ) σχετίζονται σημαντικά με το μέγιστο ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης (PRFD) και άλλες παραμέτρους που αφορούν το RFD, όπως ο χρόνος επίτευξης της μετατόπισης σε μέγιστες τιμές παραγωγής δύναμης (RFDmax).

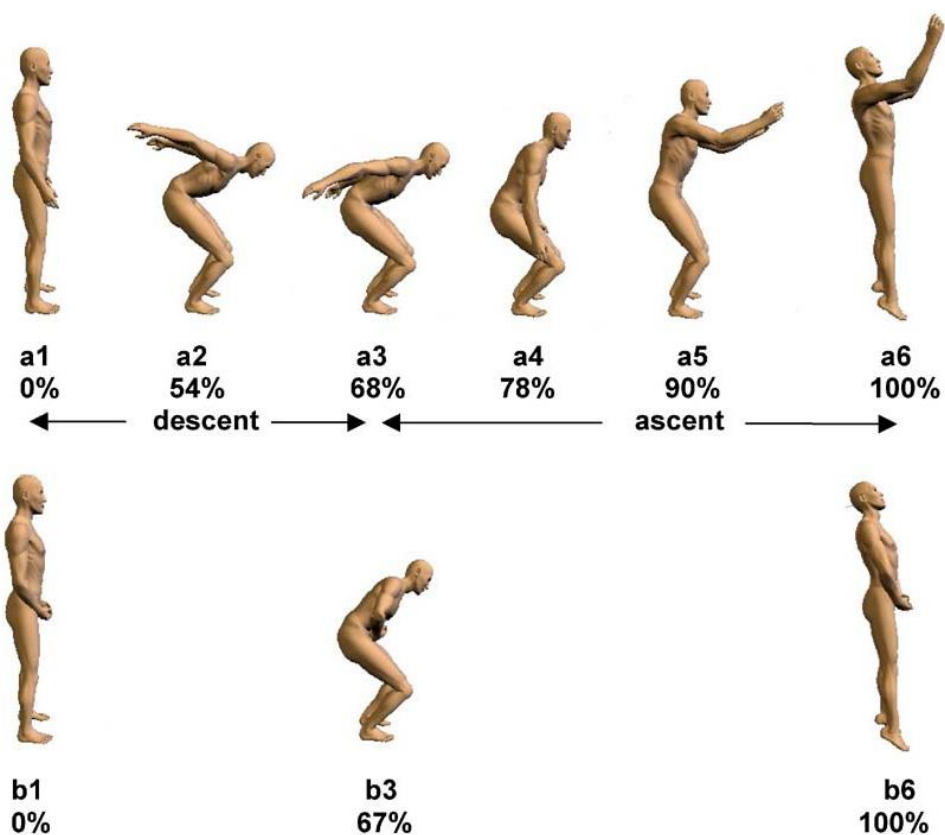
Αντιθέτως, σε πολλά ερευνητικά αποτελέσματα δεν έχει παρατηρηθεί επαρκής συσχέτιση μεταξύ του RFD και των δυναμικών επιδόσεων σε άλματα με προ-διάταση (CMJ). Οι Boulosa et al. (2018), μέσα από την έρευνα τους, όπου σύγκριναν τις κινητικές παραμέτρους στο κατακόρυφο άλμα τριάντα εννέα αθλητών διαφορετικών αγωνισμάτων και ειδικότερα τη συσχέτιση μεταξύ του RFD και της επίδοσης του άλματος, δεν παρατήρησαν επαρκή επιστημονικά δεδομένα που να δικαιολογούν τη συσχέτιση αυτή. Οι μόνες παράμετροι που παρατηρήθηκε να έχουν θετική συσχέτιση ήταν το ύψος του άλματος (h) και η μέγιστη ισχύς τη στιγμή της απογείωσης.

Ο νευρομυϊκός συντονισμός είναι ακόμα ένας παράγοντας που κατέχει σημαντική θέση στην απόδοση των κατακόρυφων αλμάτων. Οι Lin et al.,(2018) αναφέρουν τον νευρομυϊκό συντονισμό ως την ικανότητα του κεντρικού και περιφερικού νευρικού συστήματος σε λειτουργίες συγκράτησης και ελέγχου ή και για καταστολή στοχευμένων

μηχανικών κινήσεων που απαιτούν ακρίβεια και σωστό χρονισμό. Με άλλα λόγια, είναι η ικανότητα του νευρικού συστήματος να αξιοποιεί αποτελεσματικά έναν μυ ή μια μυϊκή ομάδα προκειμένου να εκτελέσει μια συγκεκριμένη κίνηση ασυνείδητα. Μέσα από μια σειρά αλληλεπιδράσεων μεταξύ νευρολογικών μηνυμάτων, σχηματίζεται ένα πολύπλοκο σύστημα, που συνδέει διαφορετικές πτυχές των μυϊκών ενεργειών (στατικές, δυναμικές, αντιδραστικές), και στοχεύει στο συντονισμό, τη σταθερότητα των αρθρώσεων, την ευθυγράμμιση και την ισορροπία του σώματος.

Στο κατακόρυφο άλμα (VJ), παρότι η πλειονότητα της ώθησης δίνεται μέσω των αρθρώσεων των κάτω άκρων του σώματος (ισχίο, γόνατο, ποδοκνημική), τα άνω άκρα έχουν εξίσου σημαντική επίδραση στη κίνηση. Η μελέτη των Vaverka et al., (2016) έδειξε ότι το ύψος άλματος ήταν 38% υψηλότερο με τη ταλάντευση των χεριών (AS) από ότι χωρίς, γεγονός που έδειξε ότι η χρήση των άνω άκρων ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματική στην ενίσχυση της απόδοσης άλματος. Επιπροσθέτως, βασικός παράγοντας για να διασφαλιστεί ότι η ταλάντευση των χεριών συμβάλλει αποτελεσματικά στην απόδοση άλματος είναι η έναρξη της προς τα πάνω κίνησης λίγο μετά την έναρξη της μειομετρικής φάσης του άλματος. Κατά αυτό το τρόπο, αυξάνεται σημαντικά η ώθηση που εξαρτάται από το συνδυασμό παρατεταμένης διάρκειας και αυξημένης μέσης δύναμης κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης.

Οι McLellan et al., (2011) υποστηρίζουν πως η ταλάντευση των χεριών κατά τη διάρκεια αλμάτων με προ-διάταση (CMJ) που εφαρμόστηκε κατά τη διάρκεια της μελέτης τους αιτιολογεί τη λειτουργική οπτική με την οποία η επικράτηση των αθλητικών κινήσεων και δεξιοτήτων απαιτεί τα άνω άκρα να ενσωματωθούν στη δυναμική κίνηση και να ταλαντευθούν έντονα προς τα πάνω κατά τη διάρκεια της απογείωσης για να ενισχυθούν οι επιδόσεις. Η κίνηση αυτή, εκτός από τη βελτίωση της απόδοσης, προσδίδει και μια πιο φυσική κίνηση, διευκολύνοντας έτσι τους αθλητές στη πραγματοποίησή της. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελέτη των Vanezis & Lees, (2005) που υποστηρίζουν ότι οι υψηλές αποδόσεις σε κατακόρυφα άλματα οφείλονται στη μεγαλύτερη μυϊκή ικανότητα όσον αφορά τη δύναμη και το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης σε όλες τις αρθρώσεις των κάτω άκρων και όχι στην τεχνική της κίνησης και των άνω άκρων.



Εικόνα 6: Απεικόνιση VJ με και χωρίς ταλάντευση χεριών. (Vaverka et al., 2016)

3.2. ΑΛΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΗ

Το άθλημα της καλαθοσφαίρισης εμπεριέχει πληθώρα κινητικών δεξιοτήτων στη διεξαγωγή του, με την πλειονότητα να χαρακτηρίζεται από ταχυδυναμικές κινήσεις με έντονο το στοιχείο της εκρηκτικότητας. Στο υψηλότερο επίπεδο και όχι μόνο, η αναερόβια ισχύς των κάτω άκρων και η ταχεία εκτέλεση κινήσεων όπως σπριντ, άλματα, αλλαγές κατεύθυνσης έχουν αποδεχθεί καθοριστικοί παράγοντες της επιτυχούς απόδοσης καλαθοσφαίρισης (Bradic et al., 2009). Τα άλματα είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με το άθλημα, με τους ερευνητές να υπολογίζουν πως ανά μέσο όρο οι καλαθοσφαιριστές πραγματοποιούν 46 ± 12 κατακόρυφα άλματα στη διάρκεια ενός αγώνα (Ziv & Lidor, 2010). Τα άλματα αυτά προέρχονται τόσο από επιθετικές δεξιότητες όπως το σουτ και το μπάσιμο, όσο και από αμυντικές όπως το ριμπάουντ και το μπλοκ. Ως εκ τούτου, η αλτική ικανότητα είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση και αποτελεί επιθυμητό στόχο των καλαθοσφαιριστών, ανεξάρτητα από τη θέση στην οποία αγωνίζονται (Guard, Forward, Center). Παρόλα αυτά, πολλά ερωτήματα

έχουν προκύψει σχετικά με το πως διαφοροποιείται η αλτική ικανότητα των παικτών ανάλογα με τις θέση στην οποία αγωνίζονται, όπως επίσης και το επίπεδο των αθλητικών τους ικανοτήτων. Ειδικότερα, τα φυσιολογικά και ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των παικτών σχετίζονται άμεσα με την αγωνιστική τους θέση, γεγονός που προϋποθέτει εξατομικευμένο τρόπο προπόνησης ανάλογα με τη θέση για να βελτιωθούν οι συγκεκριμένες κινητικές δεξιότητες και συγκριμένα η αλτική ικανότητα (Kucsa & Mačuga, 2015).

Πολλές επιστημονικές μελέτες τόσο παρατηρητικές όσο και πειραματικές έχουν ασχοληθεί τα τελευταία χρόνια με τις διαφορές που παρουσιάζουν οι καλαθοσφαιριστές σχετικά με την αλτική ικανότητα, και ειδικότερα αν η θέση στην οποία αγωνίζονται επηρεάζει το κατακόρυφο άλμα τους. Οι Ferioli et al. (2018), όπου σύγκριναν φυσιολογικά χαρακτηριστικά μεταξύ επαγγελματιών καλαθοσφαιριστών, δεν παρατήρησαν ουσιώδεις διαφορές μεταξύ των Centers (C) και των Forwards (F), ενώ η απόλυτη μέγιστη ισχύς (PP) και η μέγιστη δύναμη (PF) που παράχθηκαν κατά τις δοκιμασίες αλμάτων με προ-διάταξη είχαν υψηλότερες τιμές στους Forwards συγκριτικά με τους Guards. Ακόμα, παρατηρήθηκε μεγάλη διαφορά στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των παικτών, ανάλογα με τη θέση στην οποία αγωνίζονταν με τους Forwards να έχουν χαμηλότερο σωματικό ανάστημα από τους Centers και να είναι ελαφρύτεροι, ενώ συγκριτικά με τους guards είχαν περισσότερα κιλά και ήταν ψηλότεροι.

Πέρα από τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά που διαφοροποιούνται ανάλογα με τη θέση, υπάρχει η πεποίθηση ότι και η αλτική ικανότητα αλλάζει τιμές ανάμεσα στους περιφερειακούς παίκτες και τους ψηλούς. Οι Brumitt et al., (2018), μέσα από τα αποτελέσματα της έρευνας τους όπου συμμετείχαν εβδομήντα αθλητές καλαθοσφαίρισης, αναφέρουν πως υπήρξαν σημαντικές διαφορές στο ύψος των κατακόρυφων αλμάτων ανάμεσα στους Guards και τους Forwards. Αναλυτικότερα, οι guards ($1,02 \pm 0,08$) ($p \leq 0,0001$) είχαν υψηλότερα άλματα συγκριτικά με τους Forwards ($0,88 \pm 0,09$). Οι Ivanović et al., (2022) υπογραμμίζουν πως τυχόν διαφορές στα άλματα μεταξύ των θέσεων οφείλονται στις διαφορετικές απαιτήσεις της κάθε θέσης και κατά

συνέπεια τις συνθήκες στις οποίες πραγματοποιούνται τα άλματα. Συγκεκριμένα, αναφέρουν ότι οι περιφερειακοί παίκτες πραγματοποιούν άλματα που δεν συνοδεύονται με επαφή με τον αντίπαλο και από κίνηση που είχε προηγηθεί, όπως το jump shoot. Αντιθέτως, οι κεντρικοί παίκτες που δραστηριοποιούνται συνήθως κοντά στο καλάθι τείνουν να επιχειρούν άλμα όντας σε επαφή με τον αντίπαλο, γεγονός που προσδίδει διαφορετικά χαρακτηριστικά στα άλματα μεταξύ των δύο θέσεων.

Η έρευνα των Pehar et al., (2017), όπου ανέλυσε δεδομένα 110 επαγγελματιών καλαθοσφαιριστών, έδειξε ότι παρότι δεν παρατηρήθηκαν ουσιώδεις διαφορές μεταξύ των θέσεων όσον αφορά τα επιτόπια κατακόρυφα άλματα, οι περιφερειακοί παίκτες είχαν καλύτερες επιδόσεις στα κατακόρυφα άλματα με φόρα. Επιπροσθέτως, η παρούσα μελέτη χρησιμοποίησε ως παράμετρο και το επίπεδο των αθλητών, έχοντας αθλητές από δύο κατηγορίες (Division 1, II). Με την ανάλυση των αποτελεσμάτων από τα άλματα με προ-διάταξη (CMJ), δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους παίκτες των δύο κατηγοριών τόσο στους περιφερειακούς όσο και στους ψηλούς παίκτες. Οι ερευνητές ανέφεραν πως παρότι δεν υπήρξαν ουσιώδεις διαφοροποιήσεις στις τιμές των κατακόρυφων αλμάτων, μόλις οι αθλητές επιχειρήσαν VJ παίρνοντας φόρα παρατηρήθηκαν σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ των αθλητών διαφορετικών θέσεων. Αναλυτικότερα, οι περιφερειακοί παίκτες είχαν τις καλύτερες επιδόσεις με τους Forwards και τους Centers να ακολουθούν. Η απόκλιση αυτή δικαιολογείται λαμβάνοντας υπόψη τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των παικτών ανάλογα με τη θέση και τις αναρμοδιότητες τους. Αξιοποιώντας το βιομηχανικό μοντέλο του κατακόρυφου άλματος από τον McGinnis, (2020) που αναφέρθηκε προηγουμένως οι Guards όντας ταχύτεροι από τους συμπαίκτες τους στις άλλες θέσεις, χρησιμοποίησαν την οριζόντια ταχύτητα τους στη προπαρασκευαστική φάση για να επιτύχουν υψηλότερα άλματα, μέσα από τη μετατροπή της σε κατακόρυφη ταχύτητα. Αντιθέτως, οι ψηλότεροι παίκτες, εξαιτίας του αυξημένου σωματικού βάρους, έπρεπε να καταβάλουν μεγαλύτερη προσπάθεια, και δύναμη ώστε να είναι δυνατή η μετατροπή της οριζόντιας ταχύτητας σε κατακόρυφη.

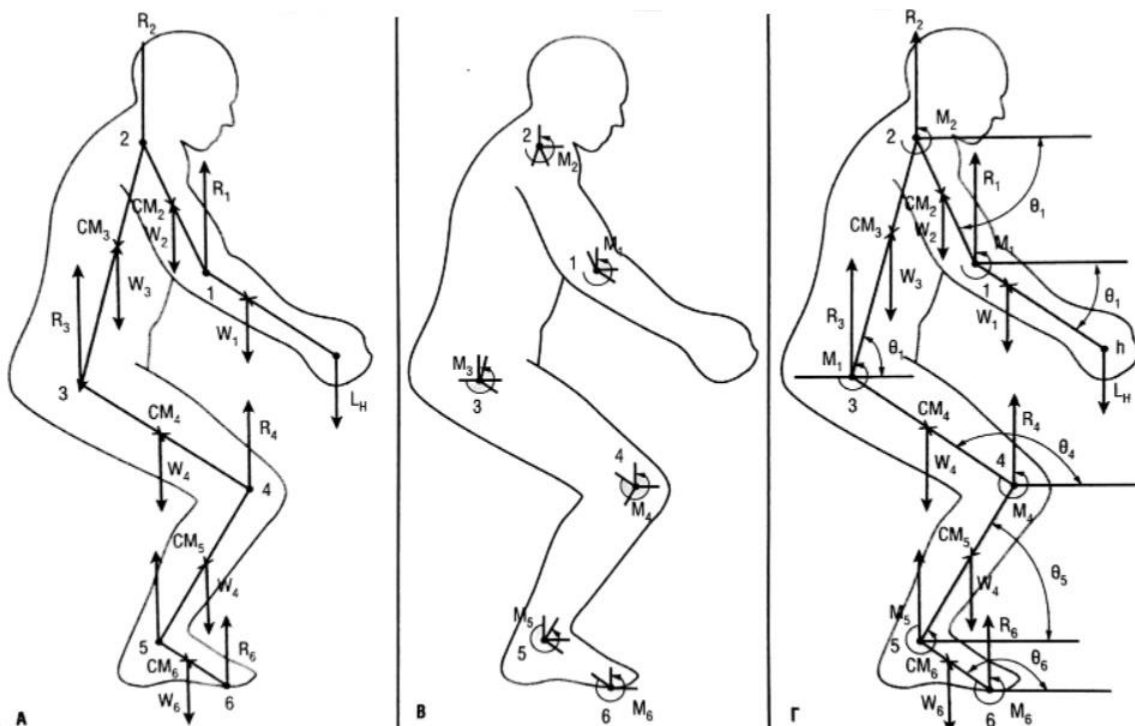
Ενδιαφέρον παρουσιάζει η έρευνα των Ziv & Lidor (2010), όπου διαπιστώθηκε ότι οι διαφορές στο επίπεδο δεξιοτήτων σχετίζονταν με την ικανότητα πραγματοποίησης

υψηλών αλμάτων (VJ). Ειδικότερα, η μελέτη σύγκρινε τις επιδόσεις στα κατακόρυφα άλματα των οκτώ καλύτερων παικτών σε κάθε θέση, σε σχέση με τους υπόλοιπους παίκτες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι καλύτεροι πόντ γκαρντ (PG) είχαν υψηλότερες μέσες τιμές VJ σε σύγκριση με τους υπόλοιπους πόντ γκαρντ (52,6cm έναντι 44,8cm, αντίστοιχα). Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν στην έρευνα των Ostojc et al., (2006) όπου συγκρίθηκε η αλτική ικανότητα των καλύτερων Forward (F) σε σχέση με τους υπόλοιπους αθλητές που αγωνίζονταν στην ίδια θέση, με τους μέσους όρους να είναι 50.5cm και 40.2cm, αντίστοιχα. Οι μελέτες αυτές φαίνεται να επιβεβαιώνουν την υπόθεση πως το γενικό επίπεδο δεξιοτήτων στο άθλημα συνδέεται με καλές επιδόσεις στο κατακόρυφο άλμα, όπως επίσης και τα πορίσματα των προαναφερθέντων ερευνών σχετικά με τις διαφορές στην αλτική ικανότητα ανάλογα τη θέση στην οποία αγωνίζονται οι αθλητές, με τους guards να έχουν υψηλότερους μέσους όρους ($59.7 \pm 9.6\text{cm}$) με τους Forwards και Centers όπου είχαν $57.8 \pm 6.5\text{cm}$ και $54.6 \pm 6.5\text{cm}$ αντίστοιχα (Ziv & Lidor, 2010; Ostojc et al., 2006).



Εικόνα 7: Απεικόνιση δοκιμασίας υπολογισμού VJ στην προετοιμασία για το NBA draft.

Παρόμοια ευρήματα υπήρξαν και στη μελέτη των Ribeiro et al. (2015), όπου ανέλυσαν ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά επαγγελματιών καλαθοσφαιριστών, οι οποίοι αγωνίζονταν στη πρώτη κατηγορία της Βραζιλίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η σωματική σύσταση των αθλητών καθώς επίσης και η κατανομή της σύστασης υποδεικνύει αθλητές που έχουν τη φυσική κατάσταση για να αποδώσουν καλά στο αγώνισμα. Ειδικότερα, επεξεργάστηκαν τα δεδομένα των αθλητών σχετικά με το ποσοστό λίπους, για να εντοπιστούν τυχόν επιρροές στην αλτική ικανότητα. Οι συγγραφείς ανέφεραν πως εκτός από την καλή τεχνική, το ύψος του VJ εξαρτάται επίσης από το συνδυασμό δύναμης και την ταχύτητας των κάτω άκρων. Συνεπώς, αθλητές ανώτερου επιπέδου είχαν χαμηλά ποσοστά σωματικού λίπους επιτρέποντας έτσι καλύτερες αποδόσεις σε καταστάσεις παιχνιδιού που απαιτούν οι αθλητές να εκτελούν μέγιστα κατακόρυφα άλματα μία ή περισσότερες φορές κατά τη διάρκεια ενός αγώνα.



Εικόνα 8: Διάγραμμα ελεύθερου σώματος ενός στατικού προτύπου ανύψωσης βάρους από το οβελιαίο επίπεδο. Απεικονίζονται οι δυνάμεις αντίδρασης και οι αρθρικές ροπές (Hamill et al., 2022).

IV. ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΣΤΗ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΗ

Το άθλημα της καλαθοσφαίρισης στηρίζεται σε ταχυδυναμικές κινήσεις, με την αλτική ικανότητα να αποτελεί βασικό παράγοντα επιρροής της απόδοσης των αθλητών. Πολλές μέθοδοι προπόνησης που στοχεύουν στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς από προπονητές φυσικής κατάστασης, ενώ συνεχίζουν να αναδύονται καινοτόμες τεχνολογίες που αλλάζουν τα δεδομένα στην αθλητική επιστήμη. Οι πλειομετρικές ασκήσεις έχουν κυριαρχήσει τα τελευταία χρόνια στο τομέα της προπόνησης ταχυδύναμης στη καλαθοσφαίριση καθώς αποτελούν ασκήσεις που αξιοποιούν το βάρος του σώματος και δεν προϋποθέτουν ιδιαίτερο εξοπλισμό για την πραγματοποίησή τους. Μέσα από τα προγράμματα πλειομετρικής προπόνησης οι προπονητές αποσκοπούν στη βελτίωση των κινητικών δεξιοτήτων των αθλητών τους και ειδικότερα στην ενίσχυση της παραγόμενης ισχύος των κάτω άκρων και τη καλύτερη νευρομυϊκή συναρμογή. Πολλές μελέτες που εξετάζουν την επιρροή της πλειομετρικής προπόνησης στην αλτική ικανότητα έχουν πραγματοποιηθεί τη τελευταία δεκαετία χρησιμοποιώντας αθλητές διαφόρων αγωνισμάτων, με σκοπό να διαπιστωθούν πιθανές συσχετίσεις μεταξύ αυτού του τρόπου προπόνησης και της βελτίωσης της απόδοσης της συγκεκριμένης κινητικής δεξιότητας. Ωστόσο, η διεθνής βιβλιογραφία που εστιάζει συγκεκριμένα στην επιρροή της πλειομετρικής προπόνησης στην αλτική ικανότητα στη καλαθοσφαίριση παραμένει περιορισμένη τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες, με τις περισσότερες έρευνες να εξετάζουν γενικά το φάσμα της πλειομετρικής προπόνησης δίχως να συγκεκριμενοποιούν τα πιθανά οφέλη στο κατακόρυφο άλμα.

4.1. ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΣΕ ΑΝΔΡΕΣ

Η πορεία ανάπτυξης της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας στους άνδρες είναι ανάλογη με αυτή της δύναμης. Αυξάνει γραμμικά με την πρόοδο της ηλικίας, με εξαίρεση την ηλικία όπου οι νεαροί εισέρχονται στην εφηβεία, όπου η αύξηση είναι πιο μεγάλη, για να ακολουθήσει στη συνέχεια η γραμμική της πορεία (Khlifa et al., 2010). Ο Asadi (2013) στην έρευνα που διεξήγαγε, θέλησε να υπολογίσει την επιρροή ενός προγράμματος πλειομετρικών ασκήσεων διάρκειας έξι εβδομάδων, στα επίπεδα αλτικότητας και ευκινησίας αθλητών καλαθοσφαίρισης κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου. Στη μελέτη συμμετείχαν είκοσι αθλητές χωρισμένοι σε δύο

ομάδες, μια ομάδα θα ακολουθούσε το πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης (PL; n = 10) ενώ η άλλη ήταν η ομάδα ελέγχου (CG; n = 10). Οι αθλητές ήταν υγιείς, δεν είχαν κανένα τραυματισμό στα κάτω άκρα και κανένα ορθοπεδικό πρόβλημα που ενδεχομένως να αλλοίωνε τα αποτελέσματα. Τα δύο γκρουπ ακολουθούσαν κανονικά τα εβδομαδιαία προγράμματα προπονήσεων τους, ενώ στο πρώτο γκρουπ προστέθηκε πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης δύο φορές εβδομαδιαίως. Ειδικότερα, το πρόγραμμα περιλάμβανε άλματα βάθους (h=45cm), κατακόρυφα άλματα και άλματα μήκους από στάση (SLG). Έπειτα το πέρας της περιόδου οι καλαθοσφαιριστές αξιολογήθηκαν σε κατακόρυφα άλματα (VJ), άλματα εις μήκος από στάση (SLJ), 4x9-m shuttle run, agility t test (ATT) και Illinois Agility Test (IAT).

Αναφορικά με τις παραμέτρους που μετρήθηκαν πριν και μετά το πέρας της έρευνας, τα δύο γκρουπ δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές στις αρχικές μετρήσεις, ενώ οι τελικές μετρήσεις έδειξαν σημαντική αύξηση των VJ στο PL γκρουπ τις τάξεως του 24.1% (από 41.31 ± 3.40 cm σε 51.25 ± 2.11 cm). Βελτίωση παρατηρήθηκε και στα SLJ όπου οι αρχικές μετρήσεις ήταν 214.82 ± 9.20 cm και οι τελικές 235.11 ± 8.42 cm ($\wedge 9.4$ %). Επιπροσθέτως οι παίκτες είχαν καλύτερες επιδόσεις και στις δοκιμασίες ευκινησίας με τα αποτελέσματα να βελτιώνονται κατά 7.5%. Οι αθλητές της ομάδας ελέγχου δεν παρουσίασαν διαφορές στα αποτελέσματά τους πριν και μετά, με τις τιμές να παραμένουν σταθερές, σε αντίθεση με τους συναθλητές τους στο άλλο γκρουπ όπου τα αποτελέσματά τους είχαν αύξουσα πορεία. Συμπερασματικά, ο ερευνητής παραθέτει πως μέσα από ένα σωστά δομημένο πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου επέρχεται βελτίωση στην αλτική ικανότητα και την εκρηκτικότητα των καλαθοσφαιριστών (Asadi, 2013).

Με τη δήλωση ότι η πλειομετρική προπόνηση έχει εποικοδομητικά οφέλη στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης και πιο συγκριμένα στην αλτική ικανότητα των αθλητών φαίνεται να συμφωνεί και η έρευνα των Chen et al., (2018) όπου εξετάστηκαν 36 αθλητές καλαθοσφαίρισης ως προς τη παραγωγή ισχύος των κάτω άκρων πριν και μετά από ένα εντατικό πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων διάρκειας 16 εβδομάδων. Οι παίκτες χωρίστηκαν τυχαία σε δύο γκρουπ, με το ένα να ακολουθεί το πρόγραμμα εκγύμνασης

και το άλλο να αποτελεί την ομάδα ελέγχου. Οι πλειομετρικές ασκήσεις πραγματοποιούνταν δύο φορές τη βδομάδα, εντάσσοντας box jumps σε ύψος 40 cm και συνεχόμενα κατακόρυφα άλματα. Η συχνότητα του προγράμματος ήταν δύο φορές εβδομαδιαίως και οι ασκήσεις πραγματοποιούνταν συνεχόμενα για χρονικό διάστημα τριών λεπτών δέκα φορές (10 x 3min intervals). Έπειτα από το πέρας των 16 εβδομάδων, οι μετρήσεις έδειξαν ότι το πειραματικό γκρουπ είχε εμφανή βελτίωση συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου στις επιδόσεις των κατακόρυφων αλμάτων, με τους καλαθοσφαιριστές που ακολούθησαν το πλειομετρικό πρόγραμμα να έχουν υψηλότερες τιμές δύναμης των κάτω άκρων και κατά συνέπεια υψηλότερα κατακόρυφα άλματα.

Σύμφωνα με τις παραπάνω τοποθετήσεις φαίνεται να είναι και η πιο πρόσφατη έρευνα των Sáez de Villarreal et al., (2021) όπου εξέτασε την επιρροή ενός προγράμματος πλειομετρικών ασκήσεων διάρκειας 7 εβδομάδων σε σχέση με ένα πρόγραμμα αντιστάσεων ίσης διάρκειας στην αλτική ικανότητα και την ευρύτερη φυσική κατάσταση σε έφηβους καλαθοσφαιριστές. Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά 40 αθλητές ηλικίας 14.2 ± 1.3 έτη. Όλοι οι αθλητές είχαν έναν αγώνα την εβδομάδα και προπόνηση δύο φορές την εβδομάδα, ενώ απορρίφθηκαν παίκτες όπου είχαν τραυματισμούς μέσα στους προηγούμενους 3 μήνες ή δεν είχε προηγηθεί επαρκής αποκατάσταση σε προηγούμενο τραυματισμό. Η πρώτη πειραματική ομάδα ακολούθησε συνολικά 14 συνεδρίες πλειομετρικής προπόνησης (2 ανά εβδομάδα), η δεύτερη πρόγραμμα αντιστάσεων, ενώ η ομάδα ελέγχου συνέχισε τις εβδομαδιαίες προπονήσεις χωρίς επιπρόσθετη εκγύμναση. Το πρόγραμμα της πλειομετρικής προπόνησης περιλάμβανε ποικιλία ασκήσεων που αξιοποιούν το κύκλο διάτασης βράχυνσης, όπως άλματα βάθους, box jumps και μονοποδικές αναπηδήσεις.

Με το πέρας των 7 εβδομάδων οι αθλητές αξιολογήθηκαν σε δύο δοκιμασίες κατακόρυφου άλματος, με τη μία να είναι άλμα με προ-διάταση (CMJ) και η άλλη να είναι άλμα Αμπαλάκοβ (ABKJ). Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση των επιδόσεων και στις δύο δοκιμασίες για τους αθλητές της πειραματικής ομάδας τις τάξεως του 16.87% και 13.45% αντίστοιχα. Βελτίωση των επιδόσεων παρατηρήθηκε και στους αθλητές της πειραματικής ομάδας που ακολούθησε προπόνηση αντιστάσεων, με το CMJ να

βελτιώνεται κατά 11.39% ενώ το ABKJ κατά 7.8%. Τα αποτελέσματα της ομάδας ελέγχου έδειξαν ελάχιστη βελτίωση, με αύξηση της επίδοσης μόλις 0.45%. Ωστόσο, ακόμα κι αν η αύξηση αυτή είναι στατιστικά ασήμαντη, υποδεικνύει ότι η τεχνική και τακτική προπόνηση καλαθοσφαίρισης μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση και ίσως και τη βελτίωση του άλματος των νέων καλαθοσφαιριστών (Sáez de Villarreal et al., 2021). Τα επιστημονικά ευρήματα φαίνεται να συνάδουν με προηγούμενες μελέτες που βρήκαν θετική συσχέτιση μεταξύ της πραγματοποίησης πλειομετρικών ασκήσεων των κάτω άκρων και της επίδοσης στα κατακόρυφα άλματα (Santos & Janeira, 2011; Zribi et al., 2014).

Αντίθετη άποψη φαίνεται να έχουν οι Lehnert et al., (2013) όπου εξέτασαν την επιρροή ενός εντατικού προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης διάρκειας έξι εβδομάδων σε επαγγελματίες καλαθοσφαιριστές ανώτατου επιπέδου, στην παραγόμενη ισχύ των κάτω άκρων και κατά επέκταση και την αλτικότητα. Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα συμμετείχαν δώδεκα αθλητές ηλικίας 24.36 ± 3.9 ετών και οι δοκιμασίες που πραγματοποιήθηκαν ήταν CMJ, και Two Step Run Up Jump. Στη διάρκεια της έρευνας έγιναν 3 μετρήσεις συνολικά, η πρώτη στην αρχή πριν ξεκινήσει το πρόγραμμα, η δεύτερη την 3^η εβδομάδα και η τρίτη στο τέλος της 6^{ης} εβδομάδας που ολοκληρώθηκε το πρόγραμμα. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ των αθλητών που ακολούθησαν το πρόγραμμα και των αθλητών της ομάδας ελέγχου.

Ερευνητικό ενδιαφέρον έχει η υπόθεση του Andrejic, (2012) πως ο συνδυασμός πλειομετρικής προπόνησης και αντιστάσεων θα προσδώσει τη μέγιστη βελτίωση στην αλτική ικανότητα. Τα τελευταία χρόνια, πολλές επιστημονικές μελέτες έχουν εξετάσει τη πιθανότητα περαιτέρω βελτίωσης της αλτικής ικανότητας αν ενταχθούν στο ήδη υπάρχον πλειομετρικό πρόγραμμα επιπρόσθετες αντιστάσεις. Αυτό ήταν το θέμα και της μελέτης των Khlifa et al., (2010) όπου χρησιμοποίησαν δείγμα 27 επαγγελματιών καλαθοσφαιριστών ηλικίας 23.61 ± 0.96 ετών. Ειδικότερα, οι αθλητές χωρίστηκαν τυχαία σε τρία γκρουπ (n=9), με το πρώτο να ακολουθεί πλειομετρική προπόνηση, το δεύτερο πλειομετρική προπόνηση με αντιστάσεις ενώ το τρίτο αποτελούσε την ομάδα ελέγχου. Πέρα από τις διαφοροποιήσεις ανάμεσα στα γκρουπ, όλοι οι παίκτες

ακολουθούσαν κανονικά το πρόγραμμα προπονήσεων της ομάδας τους, έχοντας 6 προπονήσεις την εβδομάδα και έναν αγώνα. Οι δύο πειραματικές ομάδες ακολούθησαν το ίδιο πλειομετρικό πρόγραμμα με τη μόνη διαφορά ότι οι αθλητές του γκρουπ των αντιστάσεων έπρεπε να πραγματοποιούν τις ασκήσεις φορώντας γιλέκα με βάρη που αντιστοιχούσαν στο 10%-11% του σωματικού βάρους κάθε αθλητή. Έπειτα από 10 εβδομάδες, οι αθλητές υποβλήθηκαν δοκιμασίες αξιολόγησης της αλτικής ικανότητας με τα αποτελέσματα να δείχνουν βελτίωση και στα δύο πειραματικά γκρουπ, ενώ το γκρουπ ελέγχου δεν είχε σημαντικές αποκλίσεις. Συγκεκριμένα, η ομάδα πλειομετρικής προπόνησης είχε αύξηση στις επιδόσεις τόσο σε SJ όσο και σε CMJ κατά 5.8% και 7% αντίστοιχα, ενώ παράλληλα η ομάδα πλειομετρικής προπόνησης με αντιστάσεις παρουσίασε αυξητικές τάσεις της τάξεως του 9.9% και 12.2% σε SJ και CMJ αντίστοιχως. Τα παραπάνω ερευνητικά δεδομένα υπαινίσσονται πως όταν η πλειομετρική προπόνηση πραγματοποιείται με επιπλέον επιβάρυνση, προσδίδει τη μέγιστη δυνατή απόδοση στην αλτική ικανότητα των αθλητών.

Με αυτή την άποψη φαίνεται να διαφωνεί η μελέτη των Makaruk et al., (2020) όπου ανέλυσε πληθώρα ερευνητικών δεδομένων σχετικά με τις διαφορές στην αλτική ικανότητα που προκύπτουν μέσα από τη πλειομετρική προπόνηση με αντίσταση και τη πλειομετρική προπόνηση με το βάρος του σώματος. Συγκεκριμένα αναλύθηκαν 17 έρευνες ως προς τα ευρήματά τους, και τα δεδομένα επεξεργάστηκαν για να προκύψουν συμπεράσματα. Η μετα-ανάλυση έδειξε πως και οι δύο τρόποι προπόνησης είναι εξίσου αποτελεσματικοί χωρίς να παρατηρούνται ουσιώδεις διαφορές στα μεταξύ τους αποτελέσματα. Παρόλα αυτά, περαιτέρω διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τις επιπτώσεις των μεθόδων πλειομετρικής προπόνησης στην αύξηση των αλτικών επιδόσεων είναι αναγκαία, με σκοπό να εντοπιστούν οι τρόποι προπόνησης που προσδίδουν τα μέγιστα δυνατά αποτελέσματα.

Όσον αφορά τη διενέργεια πλειομετρικών ασκήσεων με εξωτερική επιβάρυνση, μελέτες έχουν εξετάσει και το ενδεχόμενο χρησιμοποίησης medicine balls κατά τη διάρκεια του προγράμματος για να βελτιώσουν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Ειδικότερα, η μελέτη των Gönener & Kongel, (2018) χρησιμοποίησε δείγμα 24 αθλητών καλαθοσφαίρισης όπου

χωρίστηκαν τυχαία σε δύο γκρουπ. Στο πρόγραμμα των αθλητών του πειραματικού γκρουπ εντάχθηκε πρόγραμμα πλειομετρικών προπονήσεων με τη χρήση ιατρικής μπάλας (medicine ball) τρεις φορές εβδομαδιαίως για οκτώ εβδομάδες. Τα προγράμματα προπόνησης περιείχαν κάθισμα με άλμα, προβολές με άλμα και πληθώρα ασκήσεων με πέταγμα της ιατρικής μπάλας. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν με το πέρας της έρευνας έδειξαν ότι δεν υπήρχε σημαντική απόκλιση στα αποτελέσματα μεταξύ των δύο γκρουπ αθλητών.

Με την πάροδο των ετών και την συνεχή εξέλιξη της αθλητικής επιστήμης και της τεχνολογίας, έρχονται στο προσκήνιο καινοτόμοι τρόποι προπόνησης που έχουν ως βάση τους τον κύκλο διάτασης βράχυνσης. Πέρα από την πλειομετρική προπόνηση με επιβάρυνση που συζητήθηκε προηγουμένως, διάφορες μελέτες εξετάζουν την επιρροή πλειομετρικών ασκήσεων μέσα σε υδάτινο περιβάλλον. Το κύριο όφελος της μεθόδου αυτής είναι πως όταν η πλειομετρική προπόνηση διεξάγεται σε νερό μειώνεται σημαντικά η πίεση που ασκείται στο μυοσκελετικό σύστημα γιατί το υδάτινο περιβάλλον απορροφά τους κραδασμούς και τη πίεση που ασκεί το βάρος του σώματος στις αρθρώσεις των κάτω άκρων.

Η μελέτη των Arazi & Asadi, (2011) στην οποία μελετήθηκε η πλειομετρική προπόνηση σε νερό (APT) συγκριτικά με την πλειομετρική προπόνηση εδάφους (LPT) αναφορικά με τη ταχυδύναμη νεαρών καλαθοσφαιριστών. Η έρευνα είχε διάρκεια 8 εβδομάδων και συμμετείχαν 18 νεαροί καλαθοσφαιριστές (ηλικία 18.81 ± 1.46 έτη, ύψος 179.34 ± 6.11 εκατοστά, εμπειρία στο άθλημα 4.8 ± 2.47 χρόνια) που χωρίστηκαν σε 3 γκρουπς (APT, LPT, CG). Οι αθλητές των πειραματικών ομάδων προπονήθηκαν σε άλματα, ταχύτητα πορείας (speed marching), κάθισμα με άλμα (SJ) και ασκήσεις στατικού σπριντ 3 φορές την εβδομάδα για 40 λεπτά, με τους αθλητές του APT γκρουπ να πραγματοποιούν τις παραπάνω ασκήσεις μέσα σε νερό. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των γκρουπ, όσον αφορά την ισχύ των κάτω άκρων και τη δοκιμασία δυναμικής ισορροπίας. Με τα παραπάνω δεδομένα, οι ερευνητές κατέληξαν ότι η πλειομετρική προπόνηση στο νερό αποτελεί έναν επαρκή τρόπο

προπόνησης, χωρίς όμως να προσδίδει επιπρόσθετα οφέλη συγκριτικά με τη πλειομετρική προπόνηση έξω από υδάτινο περιβάλλον.

Παρόμοια μελέτη διενεργήθηκε από τους Ahmed et al (2019), όπου εξέτασε την επιρροή στην αλτική ικανότητα και τη γενική φυσική κατάσταση ενός προγράμματος οκτώ εβδομάδων πλειομετρικής προπόνησης εντός και εκτός νερού σε νεαρούς καλαθοσφαιριστές. Τα χαρακτηριστικά των αθλητών ήταν ως εξής (ηλικία= 17.49 ± 0.53 ετών, μάζα σώματος= $67,37 \pm 1,17$ kg, ύψος= $179,30 \pm 1,46$ cm, αθλητική εμπειρία= $3,40 \pm 0,36$ έτη). Στη μελέτη συμμετείχαν συνολικά 18 αθλητές που χωρίστηκαν τυχαία σε δύο πειραματικές ομάδες (APT και LPT). Όλοι οι αθλητές ανεξαρτήτως ομάδας ακολουθούσαν κανονικά τις προπονήσεις των ομάδων τους, ενώ παράλληλα πραγματοποιούσαν δυο φορές την εβδομάδα ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης διάρκειας 45 λεπτών. Η πειραματική ομάδα που είχε το πλειομετρικό πρόγραμμα σε νερό έδειξε σημαντική βελτίωση στην αλτική ικανότητα συγκριτικά με την άλλη ομάδα. Ειδικότερα, και οι δύο ομάδες παρουσίασαν αύξηση στα VJ τους τις τάξεως του 18% και 10% αντίστοιχα. Συνεπώς, οι ερευνητές παραθέτουν πως η πλειομετρική προπόνηση σε νερό έχει πολλαπλά οφέλη, όπως μειωμένη καταπόνηση των αρθρώσεων σε σχέση με τις παραδοσιακές πλειομετρικές ασκήσεις, ενώ παράλληλα βελτιώνει σε μεγαλύτερο βαθμό την αλτική ικανότητα των καλαθοσφαιριστών. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται να συνάδουν και με παλαιότερες μελέτες όπου έδειξαν παρεμφερή σχέση μεταξύ των δύο ειδών πλειομετρικής προπόνησης (Robinson et al., 2004).

4.2. ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΣΕ ΓΥΝΑΙΚΕΣ

Η επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε γυναίκες αθλήτριες καλαθοσφαίρισης έχει απασχολήσει πληθώρα ερευνητών τις τελευταίες δεκαετίες εξαιτίας της αύξησης της δημοσιότητας του αθλήματος. Προπονητές και ερευνητές έχουν επικεντρωθεί στο να εξετάσουν το αντίκτυπο ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης σε γυναίκες αθλήτριες και να συγκρίνουν τα αποτελέσματα με αυτά των ανδρών, με σκοπό να καταλήξουν στον ιδανικό τρόπο βελτίωσης της απόδοσης στα δύο φύλα. Συνεπώς, οι αθλητικοί επιστήμονες θα είναι σε θέση να σχεδιάσουν εξατομικευμένα προγράμματα βελτίωσης της αλτικής ικανότητας, λαμβάνοντας υπόψη τις φυσιολογικές παραμέτρους

του κάθε φύλου. Ωστόσο, μελέτες που εστιάζουν αποκλειστικά στη γυναικεία καλαθοσφαίριση είναι περιορισμένες, με τη πλειονότητα της διεθνούς βιβλιογραφίας να ασχολείται σε πιο γενικό βαθμό με τη πλειομετρική προπόνηση και όχι τόσο στοχευμένα στην επίδραση της στην αλτική ικανότητα στο συγκεκριμένο άθλημα.

Η έρευνα των Attene et al., (2014) εξέτασε την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε σύγκριση με την προπόνηση τεχνικής στη νευρομυϊκή συναρμογή και αλτική ικανότητα αθλητριών καλαθοσφαίρισης. Στην έρευνα συμμετείχαν 36 αθλήτριες όπου χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ισάριθμα πειραματικά γκρουπ (n=18). Όλες οι αθλήτριες ήταν υγιείς, χωρίς τραυματισμούς και δεν κατανάλωναν καφεΐνη ή αλκοόλ για τουλάχιστον 24 ώρες πριν τις μετρήσεις. Οι δοκιμασίες αλτικής ικανότητας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το CMJ και το SJ, με την κάθε παίκτρια να πραγματοποιεί 3 προσπάθειες στη καθεμία. Μετά τις αρχικές μετρήσεις οι αθλήτριες της πειραματικής ομάδας ακολούθησαν πρόγραμμα πλειομετρικών προπονήσεων διάρκειας 6 εβδομάδων, με 2 προπονήσεις ανά εβδομάδα, ενώ το άλλο γκρουπ ακολούθησε προπονήσεις τεχνικής καλαθοσφαίρισης. Οι τελικές μετρήσεις δεν έδειξαν επαρκείς διαφορές ανάμεσα στα δύο γκρουπ σχετικά την απόδοση τόσο στα CMJ όσο και στα SJ. Αξίζει να αναφερθεί πως η προπόνηση τεχνικής καλαθοσφαίρισης που χρησιμοποιήθηκε στη διάρκεια αυτής της μελέτης είχε έντονο το στοιχείο της πλειομετρικής άσκησης, καθώς εμπειρείχε γρήγορες αλλαγές ρυθμού, πλάγια βήματα, σπριντ και άλματα.

Αντιφατικά αποτελέσματα φαίνεται να είχε μια πιο πρόσφατη έρευνα για την σημασία της πλειομετρικής προπόνησης στην γυναικεία καλαθοσφαίριση που πραγματοποιήθηκε από τους Bouteraa et al. (2020), όπου εξέτασαν την επιρροή ενός προγράμματος συνδυαστικής προπόνησης πλειομετρικής και ισορροπίας στην αθλητική επίδοση και τη γενική φυσική κατάσταση καλαθοσφαιριστριών. Ειδικότερα, στην μελέτη αυτή συμμετείχαν 26 υγιείς παίκτριες τοπικού επιπέδου ηλικίας 16.5 ± 0.5 έτη, οι οποίες τυχαία χωρίστηκαν σε δύο γκρουπ (πειραματικό γκρουπ και CG). Οι πλειομετρικές προπονήσεις διήρκησαν 8 εβδομάδες και πραγματοποιούνταν δύο φορές εβδομαδιαίως για το πειραματικό γκρουπ ενώ παράλληλα όλες οι αθλήτριες συνέχισαν τις προπονήσεις καλαθοσφαίρισης κανονικά. Η αξιολόγηση των αθλητριών αναφορικά με την αλτική

ικανότητα έγινε με δοκιμασίες CMJ, SJ και DJ πριν και μετά το πέρας της έρευνας. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν στατιστικά ασήμαντη βελτίωση τόσο στο CMJ όσο και στο SJ, ενώ εμφανής βελτίωση στο ύψος τους άλματος βρέθηκε κατά το DJ ($\wedge 15.2\%$). Ο Bouteraa et al. (2020) υπογραμμίζουν πως τέτοιου είδους συνδυαστικά προγράμματα βελτιώνουν τις αποδόσεις στο DJ χωρίς όμως να βελτιώνουν σημαντικά το ύψος άλματος σε άλλες δοκιμασίες, συνεπώς περαιτέρω έρευνα είναι αναγκαία για να καθοριστούν με μεγαλύτερη βεβαιότητα τα οφέλη της προπόνησης αυτής.

Οι McCormick et al., (2016) θέλησαν να εξετάσουν τις διαφορές στην επιρροή των πλειομετρικών ασκήσεων κάθετου και οριζόντιου προσανατολισμού στην ικανότητα αλλαγής κατεύθυνσης και στη αλτική ικανότητα αθλητριών καλαθοσφαίρισης. Στη μελέτη συμμετείχαν 14 αθλήτριες ηλικίας 16 ± 0.5 έτη και χωρίστηκαν σε δύο πειραματικά γκρουπ. Το ένα γκρουπ ακολούθησε πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης με έμφαση σε ασκήσεις με κάθετο προσανατολισμό όπως επιτόπια άλματα, SJ και άλματα από μονοποδική στήριξη (single leg hops), ενώ το δεύτερο γκρουπ εστίασε σε οριζόντιες κινήσεις όπως side to side jumps και ice skater drill. Οι δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση των αθλητριών πριν και μετά τα προγράμματα πλειομετρικής προπόνησης ήταν άλματα με προ-διάταση (CMJ) και άλματα εις μήκος από στάση (SLG). Οι τελικές μετρήσεις έδειξαν σημαντικά υψηλότερες αποδόσεις του γκρουπ της πλειομετρικής προπόνησης με κάθετο προσανατολισμό όσον αφορά τα CMJ, ενώ στατιστικά ασήμαντες διαφορές παρατηρήθηκαν ανάμεσα στα δύο γκρουπ στα SLJ. Ειδικότερα, η αύξηση στα CMJ για το πρώτο γκρουπ ήταν 10.3% έναντι μόλις 3.8% του δεύτερου, ενώ στο SLG τα ποσοστά βελτίωσης ήταν 7.9% και 6% αντίστοιχα. Οι ερευνητές παραθέτουν πως ενώ παρατηρήθηκαν διαφορές στη βελτίωση της αλτικής ικανότητας αναφορικά με τον προσανατολισμό των πλειομετρικών ασκήσεων, είναι σημαντικό οι αθλητές να ακολουθούν πλειομετρικές προπονήσεις διαφόρων κατευθύνσεων για μέγιστη απόδοση στην ισχύ των κάτω άκρων και κατά επέκταση το ύψος των αλμάτων που επιχειρούν.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η έρευνα των Sánchez-Sixto et al. (2021), όπου εξέτασαν την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης συγκριτικά με τη συνδυαστική προπόνηση

αντιστάσεις και πλειομετρική) στους βιομηχανικούς παράγοντες του κατακόρυφου άλματος σε γυναίκες καλαθοσφαιρίστριες. Για τις ανάγκες της έρευνας συμμετείχαν εθελοντικά 36 επαγγελματίες καλαθοσφαιρίστριες (ηλικίας 22.6 ± 4.3 έτη) με την προϋπόθεση ότι είχαν τουλάχιστον 5 χρόνια εμπειρία στο άθλημα και προηγούμενη γνώση αλτικών δεξιοτήτων. Οι αθλήτριες χωρίστηκαν τυχαία σε τρία γκρουπ, το πρώτο πειραματικό γκρουπ (n=13) ακολούθησε συνδυαστική προπόνηση, το δεύτερο (n=11) πραγματοποίησε πλειομετρική προπόνηση, ενώ το τρίτο γκρουπ ήταν η ομάδα ελέγχου(n=12). Όλες οι συμμετέχουσες συνέχισαν κανονικά το πρόγραμμα προπονήσεων τους, με 3 προπονήσεις με διάρκεια 90 λεπτών και έναν αγώνα ανά εβδομάδα, ενώ τα δύο πειραματικά γκρουπ είχαν επιπρόσθετα 2 συνεδρίες πλειομετρικής προπόνησης. Άλματα με προ-διάταση (CMJ) χρησιμοποιήθηκαν ως μέθοδος αξιολόγησης της απόδοσης πριν και μετά το πέρας των 6 εβδομάδων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο μέθοδοι προπόνησης έχουν θετικές επιπτώσεις στην αλτική ικανότητα, ενώ παράλληλα παρατηρήθηκε πως η ομάδα που ακολούθησε συνδυαστική προπόνηση είχε υψηλότερη απόδοση στους δείκτες μέτρησης της ισχύος κατά τη διάρκεια των αλμάτων. Αναλυτικότερα, το γκρουπ συνδυαστικής προπόνησης παρουσίασε αύξηση του ύψους άλματος κατά 4cm ($\wedge 11.7\%$) ενώ το γκρουπ που πραγματοποίησε μόνο πλειομετρική προπόνηση έδειξε αύξηση κατά 2cm ($\wedge 6.5\%$). Παρότι η απόκλιση δεν χαρακτηρίστηκε στατιστικά σημαντική για να επέλθει το συμπέρασμα πως η συνδυαστική προπόνηση είναι αποδοτικότερη, το γεγονός ότι η ισχύς κατά τη διάρκεια των αλμάτων εμφάνισε υψηλότερες τιμές στις αθλήτριες του πρώτου γκρουπ αποτελεί μια σημαντική ένδειξη για την επιρροή ενός τέτοιου είδους προγράμματος.

Άλλη μια πρόσφατη έρευνα που θέλησε να εξετάσει τη συσχέτιση ανάμεσα στη συνδυαστική προπόνηση πλειομετρικής και αντιστάσεων με γνώμονα την αλτική ικανότητα ήταν η μελέτη των Kumar & Raj, (2016). Το θέμα που απασχόλησε την μελέτη ήταν η επίδραση ενός πλειομετρικού προγράμματος προπόνησης στην αλτική ικανότητα γυναικών καλαθοσφαιριστριών σε σύγκριση με ένα αντίστοιχο πρόγραμμα αντιστάσεων. Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά 16 αθλήτριες της πρώτης κατηγορίας της Ινδίας, ηλικίας 20.38 ± 3.7 έτη που χωρίστηκαν τυχαία δύο ομάδες (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου). Η μελέτη είχε διάρκεια 8 εβδομάδες με τις αθλήτριες της

πειραματικής ομάδας να ακολουθούν συνδυαστικό πρόγραμμα προπόνησης τρεις φορές εβδομαδιαίως. Τα ευρήματα έδειξαν σημαντική αύξηση του ύψους των κατακόρυφων αλμάτων στη τελικές μετρήσεις συγκριτικά με τις αρχικές στις αθλήτριες της πειραματικής ομάδας. Πιο συγκεκριμένα, η μέση τιμή στις αρχικές μετρήσεις ήταν 35.6cm ενώ με το πέρας του προγράμματος η τιμή αυτή έφτασε τα 42.2cm. Όσον αφορά την ομάδα ελέγχου δεν παρατηρήθηκε κάποια απόκλιση στις μετρήσεις πριν και μετά τη μελέτη. Οι ερευνητές αναφέρουν πως τα αποτελέσματα καταδεικνύουν τη σημαντική επίδραση του συνδυασμού της πλειομετρικής προπόνησης με την προπόνηση αντιστάσεων στην αλτική ικανότητα, και συνιστάται εισαγωγή τέτοιων προγραμμάτων στην εκγύμναση καλαθοσφαιριστριών

Συνολικά, οι επιπτώσεις των πλειομετρικών προγραμμάτων στην αλτική ικανότητα των γυναικών καλαθοσφαιριστριών με διάρκεια μεγαλύτερη των 10 εβδομάδων ($ES = 1,87$) φαίνεται να έχουν πολύ υψηλότερες τιμές από τα αντίστοιχα προγράμματα μικρότερης διάρκειας (<10 εβδομάδων)($ES = 0,58$) σύμφωνα με τους Stojanović et al., (2016). Αυτό υποδηλώνει ότι τα οφέλη της πλειομετρικής προπόνησης στο VJ αυξάνονται γραμμικά με τη διάρκεια του προγράμματος, ενώ σε προπονητικές παρεμβάσεις διάρκειας 6 εβδομάδων παρατηρείται μικρότερη βελτίωση.

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα ερευνητική ανασκόπηση είχε σκοπό να εξετάσει τη συσχέτιση ανάμεσα στην αλτική ικανότητα των καλαθοσφαιριστών και τη συμμετοχή σε προγράμματα πλειομετρικής προπόνησης μέσω τις διεθνούς βιβλιογραφίας. Πολλές από τις μελέτες που αναλύθηκαν παρουσίασαν θετική σχέση ανάμεσα στις δύο παραμέτρους σε άνδρες καλαθοσφαιριστές. Ειδικότερα οι Chen et al., (2018) πραγματοποίησαν μια έρευνα με εκτενή διάρκεια (16 βδομάδες) για να καταλήξουν στο ότι μέσω των πλειομετρικών ασκήσεων επέρχεται σημαντική βελτίωση της αλτικής ικανότητας. Ωστόσο επιπρόσθετες έρευνες που εξετάστηκαν είχαν παρόμοια ευρήματα ελαττώνοντας τη διάρκεια των προγραμμάτων στις 6 με 7 εβδομάδες (Sáez de Villarreal et al., 2021; Asadi, 2013).

Αναφορικά με το αν είναι εποικοδομητικό τα πλειομετρικά προγράμματα να πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου παράλληλα με τις προπονήσεις τεχνικής και τακτικής οι Meszler, & Váczi, (2019) ανέφεραν πως εξαιτίας του αυξημένου προπονητικού όγκου οι αθλητές καταλήγουν να μην έχουν επαρκή χρόνο αποκατάστασης και σε συνδυασμό με τις εβδομαδιαίες αγωνιστικές υποχρεώσεις επέρχεται συσσωρευμένη κόπωση. Απότοκο της κατάστασης αυτής είναι να μην παρουσιάζονται εποικοδομητικά αποτελέσματα στο κατακόρυφο άλμα, ενώ προτείνεται τέτοια προγράμματα να υλοποιούνται την προ-αγωνιστική περίοδο. Αντίθετη άποψη είχε ο Asadi, (2013) όπου εξέτασε την επιρροή ενός προγράμματος πλειομετρικών ασκήσεων, στα επίπεδα αλτικότητας και ευκινησίας αθλητών καλαθοσφαίρισης κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου. Αναλυτικότερα, τα ευρήματα της έρευνας έδειξαν πως μέσα σε ένα χρονικό διάστημα 6 εβδομάδων οι αθλητές είχαν αυξήσει εμφανώς τις αποδόσεις τους στην εν λόγω κινητική δεξιότητα χωρίς να παρατηρείται εξάντληση ή συσσωρευμένη κόπωση κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών. Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί ότι η βιβλιογραφία είναι περιορισμένη όσον αφορά την πλειομετρική προπόνηση στη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου καθώς οι περισσότερες μελέτες εξετάζουν δείγματα αθλητών στη προ-αγωνιστική περίοδο, με αποτέλεσμα να είναι αμφισβητήσιμες οι παραπάνω δηλώσεις και να χρήζουν περαιτέρω έρευνα.

Επιπροσθέτως, η πλειομετρική προπόνηση φαίνεται να είναι εξαιρετικά αποδοτική και σε έφηβους καλαθοσφαιριστές με τους Sáez de Villarreal et al., (2021) να δηλώνουν πως οι αθλητές U15 που συμμετείχαν στην έρευνα παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στην αλτική τους ικανότητα μέσα σε διάστημα 7 εβδομάδων. Παράλληλα, προηγούμενες μελέτες κατέληξαν σε παρόμοια συμπεράσματα, υποστηρίζοντας πως μέσω των πλειομετρικών ασκήσεων οι νεαροί αθλητές αυξάνουν την παραγωγή δύναμης των κάτω άκρων τους ενώ παράλληλα βελτιώνουν τη νευρομυϊκή τους συναρμογή (Santos & Janeira, 2011; Zribi et al., 2014).

Έντονο ενδιαφέρον παρουσίασαν οι μελέτες που εξέτασαν ένα πιο σύνθετο τρόπο πλειομετρικής προπόνησης και τις επιδράσεις του στη παραγόμενη ισχύ των κάτω άκρων και την αλτική ικανότητα. Ο Andrejic, (2012) ανέφερε πως ο συνδυασμός πλειομετρικής προπόνησης και αντιστάσεων προσδίδει ακόμα μεγαλύτερη βελτίωση συγκριτικά με προγράμματα που εστιάζουν αποκλειστικά στις πλειομετρικές ασκήσεις. Φαίνεται ότι η αξιοποίηση του κύκλου διάτασης βράχυνσης σε συνδυασμό με την ενδυνάμωση του σώματος μέσω της προπόνησης αντιστάσεων δημιουργεί προϋποθέσεις για εντονότερα αποτελέσματα στους καλαθοσφαιριστές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της δήλωσης αυτής αποτελεί η μελέτη των Khlifa et al., (2010) όπου οι αθλητές υποβλήθηκαν σε δοκιμασίες αξιολόγησης της αλτικής ικανότητας με τα αποτελέσματα να δείχνουν μεγαλύτερη βελτίωση στην ομάδα που πρόσθεσε προπόνηση αντιστάσεων στο ήδη υπάρχον πρόγραμμα πλειομετρικής άσκησης, τόσο στα CMJ όσο και στα SJ. Οι Makaruk et al., (2020) στην πρόσφατη μετα-ανάλυση τους φαίνεται να διαφωνούν με τις παραπάνω τοποθετήσεις, καθώς μέσα από την εκτενή βιβλιογραφία που αναλύθηκε προέκυψαν αποτελέσματα όπου χρήζουν και τους δύο τρόπους προπόνησης εξίσου αποτελεσματικούς, χωρίς να παρατηρούνται σαφείς αποκλίσεις μεταξύ των τελικών τιμών των αλμάτων. Συνεπώς, τα αποτελέσματα σχετικά με την συνδυαστική προπόνηση παραμένουν αμφιλεγόμενα με αρκετές έρευνες να έχουν αντικρουόμενες απόψεις αναφορικά με το ποιο είδος προπόνησης αποδίδει τα μέγιστα στο VJ των καλαθοσφαιριστών. Ωστόσο, όλες οι μελέτες που αναφέρθηκαν κατέληξαν είτε στην ανωτερότητα της συνδυαστικής προπόνησης είτε στην ισάξια επίδραση των δύο μεθόδων, με αποτέλεσμα να μπορεί με σαφήνεια να διατυπωθεί η άποψη ότι η

συνδυαστική προπόνηση αποτελεί ένα καινοτόμο υβρίδιο που έχει πολλαπλά οφέλη στην αλτική ικανότητα των αθλητών.

Μια ακόμα επαναστατική μέθοδος προπόνησης που κερδίζει έδαφος τα τελευταία χρόνια είναι η μίξη της πλειομετρικής προπόνησης με το υδάτινο στοιχείο. Σκοπός αυτής της μεθόδου είναι να προσδώσει στους αθλητές τα οφέλη της πλειομετρικής άσκησης ενώ παράλληλα να προστατεύσει τις αρθρώσεις των κάτω άκρων από κίνδυνο τραυματισμού μέσα από την αντικραδασμική ιδιότητα του νερού. Επιπλέον, το νερό λειτουργεί και ως επιπρόσθετη αντίσταση, βελτιώνοντας θεωρητικά ακόμα περισσότερο την απόδοση της κινητικής δεξιότητας. Η έρευνα των Arazi & Asadi, (2011) σύγκρινε την επιρροή της πλειομετρικής προπόνησης μέσα και έξω από το νερό, με σκοπό να σχηματιστεί μια ολοκληρωμένη άποψη για την αξιοποίηση του συγκεκριμένου είδους προπόνησης στην εκγύμναση των καλαθοσφαιριστών. Παρότι τα επιστημονικά ευρήματα έδειξαν ότι και οι δύο προπονητικές μέθοδοι είχαν θετικό αντίκτυπο στην αλτική ικανότητα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αποκλίσεις στις τιμές των αλμάτων. Επιπροσθέτως, παρόμοια μελέτη διενεργήθηκε από τους Ahmed et al (2019) όπου αναλύθηκαν εκτενώς τα δεδομένα δυο γκρουπ αθλητών που ακολούθησαν πλειομετρική προπόνηση σε υδάτινο περιβάλλον. Τα αποτελέσματα των τελικών μετρήσεων έδειξαν πως όταν η πλειομετρική προπόνηση διενεργείται μέσα σε νερό συνδράμει σε υψηλότερες τιμές βελτίωσης, ενώ παράλληλα μειώνει την πιθανότητα τραυματισμού καθώς οι ασκήσεις πραγματοποιούνται σε πιο ελεγχόμενο περιβάλλον. Οι έρευνες αυτές έδειξαν αντικρουόμενα αποτελέσματα, χωρίς όμως να υπάρχει περιθώριο αμφισβήτησης πως η πλειομετρική προπόνηση στο νερό ενισχύει την αλτική ικανότητα των καλαθοσφαιριστών. Ακόμα, η επιπρόσθετη αντίσταση που δημιουργεί το υδάτινο στοιχείο φαίνεται να βελτιώνει την αντοχή των καλαθοσφαιριστών με αποτέλεσμα να είναι σε θέση να πραγματοποιούν περισσότερα άλματα σε αγωνιστικές συνθήκες πριν επέλθει κόπωση (Ahmed et al. , 2019).

Σχετικά με τη γυναικεία καλαθοσφαίριση οι μελέτες που αναλύθηκαν έδειξαν αμφιλεγόμενα αποτελέσματα. Οι McCormick et al., (2016) παρατήρησαν αυξημένες επιδόσεις στα κατακόρυφα άλματα έπειτα από πλειομετρικό πρόγραμμα προπόνησης σε

νεαρές αθλήτριες, ενώ οι Bouteraa et al. (2020) αναφέρουν ότι δεν παρατηρήθηκαν βελτιώσεις αναφορικά με το ύψος των αλμάτων παρά μόνο μικρή αύξηση της δύναμης των κάτω άκρων. Και οι δύο αυτές μελέτες χρησιμοποίησαν δείγμα νεαρών αθλητριών οπότε τα ευρήματα δεν είναι ενδεικτικά για το γυναικείο φύλο. Επιπροσθέτως, οι Attene et al., (2014) που διεξήγαγαν την μελέτη τους σε επαγγελματίες καλαθοσφαιρίστριες δεν βρήκαν σημαντική συσχέτιση μεταξύ στις δύο εξεταζόμενες παραμέτρους, με την πειραματική ομάδα να εμφανίζει παρόμοιες τιμές με την ομάδα ελέγχου. Αιτία αυτών των αποτελεσμάτων βέβαια φαίνεται να είναι το γεγονός ότι η ομάδα ελέγχου πραγματοποιούσε προπονήσεις με πολλές αλλαγές κατεύθυνσης και άλματα με σκοπό τα αποτελέσματα να μην είναι αντιπροσωπευτικά.

Ακόμα, όπως αναφέρθηκε και στους άνδρες, η επιστημονική κοινότητα φαίνεται να δείχνει αυξημένο ενδιαφέρον στην επιρροή συνδυαστικών προγραμμάτων προπόνησης που αξιοποιούν στοιχεία της πλειομετρικής προπόνησης. Παρότι η βιβλιογραφία στον συγκεκριμένο τομέα ήταν περιορισμένη, οι μελέτες που αναλύθηκαν έδειξαν πως ένα τέτοιο είδος προπόνησης πιθανώς να έχει μεγαλύτερη θετική επιρροή στην αλτική ικανότητα των γυναικών αθλητριών. Οι Sánchez-Sixto et al. (2021) ωστόσο υποστηρίζουν πως η συνδυαστική προπόνηση δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως αποδοτικότερη συγκριτικά με την απλή πλειομετρική, ενώ οι Kumar & Raj, (2016) παραθέτουν πως όταν εντάσσεται πρόγραμμα αντιστάσεων στο ήδη υπάρχον πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης η βελτίωση στην αλτική ικανότητα είναι σημαντικά μεγαλύτερη. Τέλος, οι Stojanović et al., (2016) υπογραμμίζουν μέσα στην ανασκόπηση τους πως ο λόγος που δεν παρουσιάζονται έντονες βελτιώσεις στην αλτική ικανότητα των γυναικών έπειτα από πλειομετρικά προγράμματα σχετίζεται με το γεγονός ότι χρειάζεται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για να αποκαλυφθούν πιθανά οφέλη. Ωστόσο, περαιτέρω διερεύνηση είναι υποχρεωτική για να είναι εφικτό να αναφερθεί με σιγουριά τι επιρροή έχει ο συγκεκριμένος τρόπος εκγύμνασης στις κινητικές δεξιότητες του αθλήματος της καλαθοσφαίρισης.

Συμπερασματικά, η πλειομετρική προπόνηση είναι ένα πολύτιμο εργαλείο στα χέρια των αθλητικών επιστημόνων που προσδίδει πληθώρα από οφέλη στις αθλητικές αποδόσεις των καλαθοσφαιριστών τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες, με αποκορύφωμα την επιρροή της στην αλτική ικανότητα. Μέσα από αυτό τον τρόπο προπόνησης που απαιτεί ελάχιστο εξοπλισμό, οι αθλητές έχουν την δυνατότητα να βελτιώσουν την εκρηκτική τους δύναμη με αποτέλεσμα να αυξήσουν σημαντικά τις αποδόσεις τους στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης. Οι γενικότερες πληροφορίες που αντλήθηκαν από την παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση χαρακτηρίζουν την πλειομετρική προπόνηση ως έναν πλέον αξιόπιστο τρόπο εκγύμνασης που αποδίδει ουσιαστικά οφέλη στην αλτική ικανότητα των αθλητών καλαθοσφαίρισης. Αναγκαία είναι η διενέργεια περαιτέρω έρευνας που να εστιάζει σε πιο συγκεκριμενοποιημένα στοιχεία της πλειομετρικής προπόνησης στη καλαθοσφαίριση, όπως η διαφοροποίηση της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων ανά χρονική περίοδο του αθλήματος, η επίδραση των προγραμμάτων που συνδυάζουν τις πλειομετρικές ασκήσεις με άλλες προπονητικές μεθόδους, καθώς επίσης και η βέλτιστη χρονική διάρκεια τέτοιων προγραμμάτων σε συνάρτηση με τα προσδοκώμενα αποτελέσματα. Κατά αυτό τον τρόπο, θα καθοριστούν οι παράγοντες που επηρεάζονται πιο συγκεκριμένα και οι αθλητικοί επιστήμονες θα είναι σε θέση να αξιοποιήσουν αυτό το είδος προπόνησης στους αθλητές τους με την πλέον αποτελεσματικότερη μέθοδο που θα είναι εξατομικευμένη στις ανάγκες του καθενός.

VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahmed T, Seleem H, Elsayed G. (2019). Effects of eight weeks aquatic-non-aquatic training program on aerobic fitness and physical preparation in junior basketball players. *Life Science Journal*, 16(1), 111–118.
<https://doi.org/10.7537/marslsj160119.14>
- Arazi, H., & Asadi, A. (2011). The effect of aquatic and land plyometric training on strength, Sprint, and balance in young basketball players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(1), 101–111. <https://doi.org/10.4100/jhse.2011.61.12>
- Asadi, A. (2013). Effects of in-season short-term plyometric training on jumping and agility performance of basketball players. *Sport Sciences for Health*, 9(3), 133–137.
<https://doi.org/10.1007/s11332-013-0159-4>
- Attene, G., Iuliano, E., Di Cagno, A., Moalla, W., Aquino, G., & Padulo, J. (2014). Improving neuromuscular performance in young basketball players: Plyometric vs. technique training. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(1).
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2016). *Essentials of strength training and conditioning*. Human Kinetics.
- Booth, M. A., & Orr, R. (2016). Effects of plyometric training on sports performance. *Strength & Conditioning Journal*, 38(1), 30–37.
<https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000183>
- Boullosa, D., Abreu, L., Conceição, F., Cordero, Y., & Jimenez-Reyes, P. (2018). The Influence of Training Background on Different Rate of Force Development Calculations During Countermovement Jump. *Kinesiology*, 50, 90–95.
<https://doi.org/796.015.1:519.2>
- Bouteraa, I., Negra, Y., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2020). Effects of combined balance and plyometric training on athletic performance in female basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(7), 1967-1973
<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002546>
- Bradic, A., Bradic, J., Pasalic, E., & Markovic, G. (2009). Isokinetic leg strength profile of elite male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1332–1337. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181a0227e>

- Brumitt, J., Engilis, A., Mattocks, A., Ellis, N., & Reyes, J. (2018). Comparison of jump and hop test measures between Naia and Division III Male Collegiate Basketball Players. *Athletic Training & Sports Health Care*, 10(5), 208–216. <https://doi.org/10.3928/19425864-20180306-01>
- Chen, L., Zhang, H., & Meng, L. (2018). Study on the influence of plyometric training on the explosive power of basketball players. *International Journal of Physical Education, Sports, and Health*, 5(3), 140–143. <https://doi.org/2394-1685>
- Chu, D. A., & Meyer, G. D. (2013). *Plyometrics*. Human Kinetics.
- Cole, B. J., & Panariello, R. (2016). *Basketball anatomy*. Human Kinetics.
- Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). Current Concepts of Plyometric Exercise. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 760–786. <https://doi.org/PMC4637913>
- Donti, O., Tsolakis, H., & Bogdanis, G. (2014). Acute and Chronic Effects of Static Stretching on Sports Performance: Physiological Bases and Practical Implications. *Hellenic Society of Biochemistry and Physiology of Exercise*, 1(23).
- Feroli, D., Rampinini, E., Bosio, A., La Torre, A., Azzolini, M., & Coutts, A. J. (2018). The physical profile of adult male basketball players: Differences between competitive levels and playing positions. *Journal of Sports Sciences*, 36(22), 2567–2574. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1469241>
- Gönener, A., & Kongel, E. E. (2018). THE EFFECT OF PLYOMETRIC TRAININGS MADE WITH MEDICINE BALL ON SOME MOTORIC AND ANTHROPOMETRIC FEATURES OF BASKETBALL PLAYERS. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 5(2). <https://doi.org/10.5281/zenodo.2528944>
- Gottlieb, R., Shalom, A., & Calleja-Gonzalez, J. (2021). Physiology of basketball – field tests. review article. *Journal of Human Kinetics*, 77(1), 159–167. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0018>
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., & Mikulic, P. (2021). Effects of plyometric vs. resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A Review. *Journal of Sport and Health Science*, 10(5), 530–536. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.010>
- Haff, G. G., & Triplett, N. T., (2015). *Essentials of strength training and conditioning* 4th edition. Human kinetics.
- Hamill, J., Knutzen, K., & Derrick, T. R. (2022). *Biomechanical basis of Human Movement*. Lippincott Williams and Wilkins.

Hansen, D., & Kennelly, S. (2017). *Plyometric anatomy*. Human Kinetics.

Ivanović, J., Kukić, F., Greco, G., Koropanovski, N., Jakovljević, S., & Dopsaj, M. (2022). Specific physical ability prediction in youth basketball players according to playing position. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2), 977. <https://doi.org/10.3390/ijerph19020977>

Khlifa, R., Aouadi, R., Hermassi, S., Chelly, M. S., Jlid, M. C., Hbacha, H., & Castagna, C. (2010). Effects of a plyometric training program with and without added load on jumping ability in basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 2955–2961. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181e37fbc>

Kucsa, R., & Mačura, P. (2015). Physical characteristics of female basketball players according to playing position. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 55(1), 46–53. <https://doi.org/10.1515/afepuc-2015-0006>

Kumar, K. M., & Raj, S. U. R. S. (2016). Effect of plyometric and weight training programs on vertical jump in female basketball players. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 3(3), 25–27.

Lehnert, M., Hůlka, K., Malý, T., Fohler, J., & Zahálka, F. (2013). The effects of a 6 week plyometric training programme on explosive strength and agility in professional basketball players. *Acta Gymnica*, 43(4), 7–15. <https://doi.org/10.5507/ag.2013.019>

Lin, Y.-C., Walter, J. P., & Pandy, M. G. (2018). Predictive simulations of neuromuscular coordination and joint-contact loading in human gait. *Annals of Biomedical Engineering*, 46(8), 1216–1227. <https://doi.org/10.1007/s10439-018-2026-6>

Makaruk, H., Starzak, M., Suchecki, B., Czaplick, M., & Stojiljković, N. (2020). The Effects of Assisted and Resisted Plyometric Training Programs on Vertical Jump Performance in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19(2), 347–357. <https://doi.org/32390728>

Malisoux, L., Francaux, M., Nielens, H., & Theisen, D. (2006). Stretch-shortening cycle exercises: An effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. *Journal of Applied Physiology*, 100(3), 771–779. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01027.2005>

Marques, M. C., Izquierdo, M., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Ferraz, R., & González-Badillo, J. J. (2015). Association between force-time curve characteristics and vertical jump performance in trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 2045–2049. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000739>

- McCormick, B. T., Hannon, J. C., Newton, M., Shultz, B., Detling, N., & Young, W. B. (2016). The effects of frontal- and sagittal-plane plyometrics on change-of-direction speed and power in adolescent female basketball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *11*(1), 102–107. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0058>
- McGinnis, P. M. (2020). *Biomechanics of Sport and exercise*. Human Kinetics.
- McLellan, C. P., Lovell, D. I., & Gass, G. C. (2011). The role of rate of force development on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *25*(2), 379–385. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181be305c>
- Meszler, B., & Váczi, M. (2019). Effects of short-term in-season plyometric training in adolescent female basketball players. *Physiology international*, *106*(2), 168–179. <https://doi.org/10.1556/2060.106.2019.14>
- Neagu, N., Gliga, A.-C., & Bătagă, T. (2018). A new approach to the role of antagonist muscle contraction synergism in plyometric training. *Palestrica Of The Third Millennium - Civilization And Sport*, *19*(4), 245–251. <https://doi.org/10.26659/pm3.2018.19.4.245>
- Ostojic, S. M., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, *20*(4), 740. <https://doi.org/10.1519/r-15944.1>
- Padulo, J., Annino, G., D'Ottavio, S., Vernillo, G., Smith, L., Migliaccio, G. M., & Tihanyi, J. (2013). Footstep analysis at different slopes and speeds in elite race walking. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*(1), 125–129. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182541eb3>
- Pagaduan, J., J. Schoenfeld, B., & Pojskić, H. (2019). Systematic Review and meta-analysis on the effect of contrast training on vertical jump performance. *Strength & Conditioning Journal*, *41*(3), 63–78. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000442>
- Pehar, M., Sekulic, D., Sisic, N., Spasic, M., Uljevic, O., Krolo, A., Milanovic, Z., & Sattler, T. (2017). Evaluation of different jumping tests in defining position-specific and performance-level differences in high level basketball players. *Biology of Sport*, *3*, 263–272. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2017.67122>
- Potach, D. H., & Chu, D. A. (2009). Plyometric Training. In *Essentials of Strength Training and Conditioning* (pp. 491–499). essay, Human Kinetics.

- Ramirez-Campillo, R. (2020). Effects of plyometric jump training on the physical fitness of basketball players: A systematic review and meta-analysis study protocol. *Journal of Sports Sciences*, 37(23). <https://doi.org/10.37766/inplasy2020.4.0088>
- Ribeiro, B. G., Mota, H. R., Sampaio-Jorge, F., Morales, A. P., & Leite, T. C. (2015). Correlation between Body Composition and the Performance of Vertical Jumps in Basketball Players. *Journal of Exercise Physiology*, 18(5). <https://doi.org/1097-9751>
- Robinson, L. E., Devor, S. T., Merrick, M. A., & Buckworth, J. (2004). The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 84. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)018<0084:teolva>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)018<0084:teolva>2.0.co;2)
- Sáez de Villarreal, E., Molina, J. G., de Castro-Maqueda, G., & Gutiérrez-Manzanedo, J. V. (2021). Effects of plyometric, strength and change of direction training on high-school basketball player's physical fitness. *Journal of Human Kinetics*, 78(1), 175–186. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0036>
- Sánchez-Sixto, A., Harrison, A. J., & Floría, P. (2021). Effects of plyometric vs. combined plyometric training on vertical jump biomechanics in female basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 77(1), 25–35. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0009>
- Santos, E. J. A. M., & Janeira, M. A. A. S. (2011). The effects of plyometric training followed by detraining and reduced training periods on explosive strength in adolescent male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 441–452. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181b62be3>
- Slimani, M., Chamari, K., Miarka, B., Del Vecchio, F. B., & Chéour, F. (2016). Effects of plyometric training on physical fitness in Team Sport Athletes: A systematic review. *Journal of Human Kinetics*, 53(1), 231–247. <https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0026>
- Stojanović, E., Ristić, V., McMaster, D. T., & Milanović, Z. (2016). Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(5), 975–986. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0634-6>
- Vanezis, A., & Lees, A. (2005). A biomechanical analysis of good and poor performers of the vertical jump. *Ergonomics*, 48(11-14), 1594–1603. <https://doi.org/10.1080/00140130500101262>
- Van Hooren, B., & Zolotarjova, J. (2017). The difference between countermovement and squat jump performances: A review of underlying mechanisms with practical

applications. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 2011–2020.
<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001913>

Vaverka, F., Jandačka, D., Zahradník, D., Uchytíl, J., Farana, R., Supej, M., & Vodičar, J. (2016). Effect of an arm swing on countermovement vertical jump performance in Elite Volleyball Players. *Journal of Human Kinetics*, 53(1), 41–50.
<https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0009>

Ziv, G., & Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male basketball players—a review of observational and experimental studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 332–339. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.02.009>

Zribi, A., Zouch, M., Chaari, H., Bouajina, E., Nasr, H. B., Zaouali, M., & Tabka, Z. (2014). Short-term lower-body plyometric training improves whole-body BMC, bone metabolic markers, and physical fitness in early pubertal male basketball players. *Pediatric Exercise Science*, 26(1), 22–32. <https://doi.org/10.1123/pes.2013-0053>