



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**



**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

Τομέας Κλασικού Αθλητισμού-Ειδικότητα Άρσης Βαρών

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- ο “Παράλληλο και Βαθύ Κάθισμα και οι διαφορές τους σε αθλητές Crossfit και Kick-boxing στη Μυϊκή Δύναμη”

ΜΠΑΣΤΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΑΜ:9980201600072
Επιβλέπων Καθηγητής
ΧΑΡΙΛΑΟΣ ΤΣΟΛΑΚΗΣ

ΔΑΦΝΗ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	σελ.3
Εισαγωγή στο CrossFit	σελ.4
Εισαγωγή στο Kick Boxing	σελ. 6
Φυσιολογικές και μυοδυναμικές απαιτήσεις ενός CrossFiter.....	σελ.8
Φυσιολογικές και μυοδυναμικές απαιτήσεις ενός Kick Boxer	σελ.9
Βιομηχανικές διαφορές και ανατομική συμμετοχή διαφόρων μυϊκών ομάδων μεταξύ ημικαθίσματος και βαθύ καθίσματος.....	σελ.10
Αξιολόγηση δύναμης κάτω άκρων.....	σελ.15
Έρευνα(Θέμα-Μέθοδος-Διαδικασία-Αποτελέσματα)	σελ.15
Συμπέρασμα.....	σελ.17
Βιβλιογραφία	σελ.17

Περίληψη

Το CrossFit και το Kick-Boxing παρόλο που ανήκουν στα μαχητικά αθλήματα, συχνά διαφέρουν ως προς την ενδυνάμωση τους καθώς χρησιμοποιούν-πιθανόν λόγω παλαιότερων ερευνών-θεωριών διαφορετικό εύρος κίνησης της άσκησης του καθίσματος, συνήθως μέχρι εκεί που εξυπηρετεί το εκάστοτε άθλημα. Πιο συγκεκριμένα, στην ενδυνάμωση των ποδιών με την άσκηση του καθίσματος οι αθλητές του kick boxing διαχρονικά χρησιμοποιούν το παράλληλο κάθισμα-καθώς το υπόλοιπο εύρος τους είναι περιττό στις κινήσεις του αθλήματος ενώ οι αθλητές του CrossFit επιδιώκουν όλο το εύρος του καθίσματος καθώς τους είναι απαραίτητο στο κομμάτι της άρσης βαρών για να προλαμβάνουν την μπάρα στο "στρίψιμο" όταν αυτή είναι βαριά. Σε μια αναδρομή που κάναμε στη βιβλιογραφία βρέθηκε πως όχι μόνο δεν είναι επικινδυνότερο το βαθύ κάθισμα με την μπάρα πίσω συγκριτικά με το παράλληλο αναφορικά με την οσφυϊκή μοίρα και το μυοτενόντιο σύμπλεγμα των γονάτων αλλά υπάρχει και μεγαλύτερη ενεργοποίηση των γλουτιαίων, των μυών του τετρακέφαλου αλλά και των οπίσθιων μηριαίων. Σε μια έρευνα που διενεργήθηκε μεταξύ αθλητών CrossFit και Kick-Boxing συμμετείχαν 5 αθλητές από το κάθε άθλημα και έγιναν 2 μετρήσεις (1 σε βαθύ και 1 σε παράλληλο κάθισμα) σε 2 μη διαδοχικές ημέρες. Το αποτέλεσμα της έρευνας ήταν πως ενώ οι αθλητές του Kick-Boxing είχαν μεγαλύτερο φορτίο στην μέτρηση του παράλληλου καθίσματος σε σύγκριση με το βαθύ, αυτό δεν ήταν στατιστικά σημαντικό. Οι αθλητές του CrossFit, από την άλλη, φάνηκε να έχουν σηκώσει το ίδιο ή και μικρότερο φορτίο στο παράλληλο απ' ότι στο βαθύ κάθισμα, κάτι που έρχεται αντίθετο με την βιβλιογραφία. Η πιο πιθανή εξήγηση στα αποτελέσματα αυτά είναι πως οι αθλητές CrossFit δεν ήταν εξοικειωμένοι με την άσκηση παράλληλου καθίσματος, ενώ για τους αθλητές Kick Boxing εκτός από τον παράγοντα της εξοικείωσης σημαντικό ρόλο έπαιξε και η πιθανή έλλειψη μυϊκής δύναμης.

Εισαγωγή στο CrossFit

Ως εταιρική οντότητα, το CrossFit ιδρύθηκε επίσημα το 2000 από τον πρώην γυμναστή Greg Glassman και τη τότε σύζυγό του, Lauren Jenai, αν και ο Glassman χρησιμοποίησε τον όρο και εργαζόταν πάνω σε προγράμματα γυμναστικής για αρκετά χρόνια πριν από αυτό. Το CrossFit αναγνωρίζεται ως ένας από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους τρόπους λειτουργικής γυμναστικής υψηλής έντασης. Σύμφωνα με τον επίσημο ιστότοπο CrossFit τα γυμναστήρια CrossFit βρίσκονται σε 142 χώρες σε επτά ηπείρους με περισσότερους από 10.000 συνεργάτες [1]. Αυτό το πρόγραμμα δύναμης και conditioning χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση της φυσικής επάρκειας σε δέκα τομείς φυσικής κατάστασης: (1) καρδιαγγειακή / αναπνευστική αντοχή, (2) αντοχή, (3) δύναμη (4) ευκαμψία (5) ισχύς, (6) ταχύτητα, (7) συντονισμός, (8) ευκινησία, (9) ισορροπία και (10) ακρίβεια [2]. Η προπόνηση CrossFit περιλαμβάνει λειτουργικές κινήσεις υψηλής έντασης και ονομάζεται “workout of the day” (WOD)[3]. Σε αυτές τις προπονήσεις, οι ασκήσεις υψηλής έντασης εκτελούνται γρήγορα, επαναλαμβανόμενα και με λίγο ή καθόλου χρόνο ανάκαμψης μεταξύ των σετ[4]. Με έμφαση στις συνεχώς μεταβαλλόμενες λειτουργικές κινήσεις, η προπόνηση CrossFit χρησιμοποιεί ως ασκήσεις τα κύρια στοιχεία της ενόργανης γυμναστικής (π.χ. κατακόρυφο και ασκήσεις στους κρίκους), ασκήσεις άρσης βαρών (π.χ. καθίσματα και πιέσεις μπάρας) και καρδιαγγειακές δραστηριότητες (π.χ. τρέξιμο και κωπηλασία)[5]. Το CrossFit θεωρείται επίσης μια επιλογή για διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης (HIIT). Κατά συνέπεια, το HIIT έχει γίνει μία από τις 3 κορυφαίες τάσεις φυσικής κατάστασης από το 2013, σύμφωνα με την ετήσια έρευνα του American College Sports Medicine (ACSM)[6–9]. Συγκεκριμένα, το CrossFit επισημάνθηκε ως ο πρωταρχικός λόγος που οι προπονήσεις HIIT κατατάχθηκαν τόσο υψηλά[6–9]. Παρά τους προτεινόμενους κινδύνους του CrossFit, άλλοι έχουν υποστηρίξει ότι τα προγράμματα υψηλής λειτουργικής προπόνησης υψηλής έντασης, συμπεριλαμβανομένου του CrossFit, έχουν παρόμοια ή χαμηλότερη πιθανότητα τραυματισμού από ό, τι πολλές παραδοσιακές δραστηριότητες φυσικής δραστηριότητας[10]. Γενικά, έχει υιοθετηθεί τόσο σε στρατιωτικούς όσο και σε απλό πληθυσμό με τεράστια διάδοση ανέκδοτων αναφορών για εντυπωσιακά κέρδη φυσικής κατάστασης. Αυτά τα οφέλη συνάδουν με την υπάρχουσα βιβλιογραφία που υποστηρίζει τον ισχυρισμό ότι η υψηλής έντασης, μονότροπη άσκηση (single modal) είναι αποτελεσματική με σχετικά ελάχιστο χρόνο επένδυσης. Μια πρόσφατη μελέτη διαπίστωσε ότι η συμμετοχή στο CrossFit βελτίωσε τη μεταβολική ικανότητα και είχε ως αποτέλεσμα βελτιώσεις στην υγεία με βάση τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO2 max) και τη σύσταση του σώματος. Αυτές οι βελτιώσεις σημειώθηκαν μεταξύ των ατόμων και των δύο φύλων και σε όλα τα επίπεδα φυσικής κατάστασης. Σε μια μελέτη που διεξήχθη από τον Αμερικανικό στρατό βρέθηκε ότι η εφαρμογή του CrossFit μεταξύ στρατιωτών οδήγησε σε σημαντικές βελτιώσεις στη φυσική κατάσταση των στρατιωτών. Πρέπει να τονίσουμε σε αυτό το σημείο πως το CrossFit, όπως και η αθλητική αερόμπικ, μετέτρεψε με επιτυχία την προπόνηση γυμναστικής σε ανταγωνιστικό άθλημα και με αυτή τη μετατόπιση, οι φανατικοί του εμφανίστηκαν εκ νέου ως αθλητές. Τα ετήσια CrossFit Games, χρηματοδοτημένα από την Reebok, ξεκίνησαν το 2007, με περίπου 70 εγγεγραμμένους αθλητές να παλεύουν να ανακηρυχθούν ως οι πιο κατάλληλοι στη γη και για μια ευκαιρία να λάβουν 500 \$ σε χρηματικό έπαθλό (Reebok CrossFit Games, Nd.). Το 2013, 138.619 αθλητές εγγράφηκαν για να συμμετάσχουν στο Open (που είναι το πρώτο στάδιο των CrossFit Games) και το 2014 ο αριθμός αυτός αυξήθηκε σε 209.585 (Achauer, 2014). Η σειρά των event κορυφώνεται στα CrossFit Games, στα οποία 80 από τους πιο κατάλληλους ανθρώπους στον κόσμο (40 άνδρες και 40 γυναίκες) ανταγωνίζονται σε μια σειρά από συνηθισμένα προγράμματα άσκησης- άγνωστα σε αυτούς μέχρι λίγο πριν από την έναρξη των Αγώνων - για να προσδιορίσουν ποιος θα στεφθεί ως ο καλύτερος άνδρας και η πιο κατάλληλη γυναίκα στη γη. Στους Αγώνες του 2014, ο πιο κατάλληλος άντρας και γυναίκα έλαβαν ο καθένας 275.000 δολάρια ΗΠΑ. Η συνολική

πληρωμή στους 20 κορυφαίους άνδρες και τις 20 κορυφαίες γυναίκες το 2014 ανήλθε σε 1,75 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ και αναφέρεται ότι τα κέρδη του διαγωνισμού θα αυξηθούν σε 2 εκατομμύρια δολάρια το 2015(CrossFit, 2014). Για πολλούς, η ιδέα της παρακολούθησης των ατόμων που ασκούνται μπορεί να φαίνεται γελοία, αλλά η θετική βαθμολογία και η δημοτικότητα του διαγωνισμού οδήγησαν το ESPN να επεκτείνει τη σύμβασή του με την CrossFit Inc. για να έχει αποκλειστικά δικαιώματα τηλεοπτικής μετάδοσης των Αγώνων.

Εισαγωγή στο Kick Boxing

Αν και η γένεση του σύγχρονου kickboxing παραμένει αόριστη και συζητήσιμη, πολλές πηγές έχουν εντοπίσει την προέλευσή του στον δέκατο έκτο αιώνα. [11–13] Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, στρατιώτες στην Ινδοκίνα εκπαιδεύτηκαν να χρησιμοποιούν κάθε τμήμα από κάθε άκρο για επιθετικούς και αμυντικούς σκοπούς. Αυτή η εκπαίδευση ώθησε τα στρατιωτικά μέλη να δοκιμάσουν τις ικανότητές τους μεταξύ τους σε ανταγωνιστικούς αγώνες kickboxing. Στην Ταϊλάνδη ειδικά, αυτοί οι αγώνες αγκαλιάστηκαν από τους βασιλείς και τον γενικό πληθυσμό [11–13]. Οι αγώνες αποτελούνταν από δύο αγωνιζόμενους που εξαπέλυαν πλήρους δύναμης χτυπήματα με τα χέρια, τους αγκώνες, τα γόνατα, τις κνήμες και τα πόδια μεταξύ τους. Οι αγώνες σταματούσαν μετά τη λήξη ενός δεδομένου χρονικού ορίου ή όταν ένας αγωνιζόμενος δεν μπορούσε πλέον να συνεχίσει. Οι κανόνες έγιναν τυποποιημένοι τον εικοστό αιώνα και οι αγώνες kickboxing αναγνωρίστηκαν επίσημα ως Muay Thai, το οποίο μεταφράζεται σε Thai boxing [11–13]. Το παρακάτω δεν περιλαμβάνει όλα τα στυλ kickboxing, αλλά επισημαίνει τα πιο συνηθισμένα και επιδραστικά στυλ που παρατηρούνται διεθνώς. Το Japanese kickboxing, επίσης γνωστό ως διεθνές kickboxing, κέρδισε δημοτικότητα στη δεκαετία του 1960 και η ανάπτυξή του στην Ιαπωνία πιθανότατα επηρεάστηκε άμεσα από το Thai kickboxing [12]. Το Japanese kickboxing είναι παρόμοιο με το Thai kickboxing, εκτός του ότι το πρώτο δεν επιτρέπει συνεχόμενα χτυπήματα με τους αγκώνες και τα γόνατα. Επιπλέον, το ιαπωνικό kickboxing δεν ενσωματώνει τις τελετουργικές πτυχές του Thai προκατόχου του. Μέχρι το 1800, ιδρύθηκε ένα πανεπιστημιακό κέντρο εκπαίδευσης στο Παρίσι, το ύψος έγινε δημοφιλές σε όλη τη Γαλλία και ο Ναπολέων Γ' ανέθεσε στους στρατιώτες του να είναι ικανοί στην εφαρμογή του. Το kickboxing των αμερικανικών ή ευρωπαϊκών κανόνων εμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1960 ως πλήρης παραλλαγή του sport karate. Ως εκ τούτου, αυτό το στυλ αναφέρεται επίσης ως karate πλήρους επαφής [14]. Με εξαίρεση το "σκουπισμα" με τα πόδια οι κανόνες αυτού του στυλ επιβάλλουν την κατεύθυνση όλων των χτυπημάτων πάνω από τη μέση. Μερικά άτομα συμμετέχουν σε αγώνες kickboxing πόντων ή ημι-επαφών, στους οποίους οι τεχνικές με πλήρη δύναμη δεν επιτρέπονται ή είναι αυστηρά περιορισμένες [15]. Οι εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις του αθλήματος έχουν γενικά μια ποικιλία από βαριές τσάντες, επιθέματα χειρός, σάκους ταχύτητας, προστατευτικά επιθέματα σώματος, σχοινάκια, ιατρικές μπάλες, προστατευτικά κεφαλής, γάντια πυγμαχίας, επικαλαμίδες και χώρο για καλλισθενική γυμναστική και sparring. Οι πραγματικοί αγώνες συνήθως διεξάγονται σε ρινγκ του μποξ. Ωστόσο, ορισμένοι χώροι διεξάγουν αγώνες σε μια κλειστή πλατφόρμα ή σε ένα κλουβί όπως συνηθίζεται στο MMA. Ο προστατευτικός εξοπλισμός για τη διοργάνωση ποικίλλει ανάλογα με το φύλο του kickboxer, το επίπεδο εμπειρίας και τους ειδικούς κανόνες για ένα συγκεκριμένο στυλ kickboxing. Οι κανόνες ερασιτεχνικών αγώνων kickboxing, γενικά, δίνουν εντολή στους αγωνιζόμενους να φορούν γάντια του μποξ, προστατευτικά μασελάκια στο στόμα, προστατευτικά καλύμματα κεφαλής, προστατευτικά βουβώνων για άνδρες, και επικαλαμίδες. Για εκείνους τους ερασιτέχνες αγώνες στους οποίους οι αγωνιζόμενοι δεν επιτρέπεται να κλωτσούν κάτω από τη μέση, συνήθως απαιτούνται επικαλαμίδες. Οι ερασιτεχνικοί αγώνες στο Tin kickboxing μπορεί να περιλαμβάνουν την προσθήκη καλύμματος σε αγκώνα και θωρακοκοιλιακό τοίχωμα. Οι κανόνες επαγγελματικών αγώνων kickboxing, γενικά, υποχρεώνουν τους διαγωνιζόμενους να φορούν γάντια του μποξ, μασελάκια στόματος και προστατευτικά βουβωνικής χώρας για άνδρες. Για επαγγελματικούς αγώνες στους οποίους οι αγωνιζόμενοι δεν επιτρέπεται να κλωτσούν κάτω από τη μέση, συνήθως απαιτούνται επίσης προστατευτικά επιθέματα ποδιών και επικαλαμίδες. Ένας αγώνας kickboxing χωρίζεται συνήθως σε γύρους των 2-4 λεπτών ο καθένας με υπόλοιπο 1-2 λεπτών μεταξύ κάθε γύρου. Ένας ταϊλανδέζικος αγώνας kickboxing αποτελείται συχνά από 3-5 γύρους, ενώ άλλα στυλ kickboxing μπορεί να έχουν περισσότερους από 12 γύρους ανά αγώνα. Ένας αγωνιζόμενος επιδιώκει τη νίκη καθιστώντας ανίκανο τον αντίπαλό του μέσω

οποιαδήποτε παραλλαγής τεχνικών ή ξεπερνώντας σε πόντους έναν αντίπαλο με εκτέλεση χτυπημάτων πιο συχνά και αποφασιστικά.

Φυσιολογικές και μυοδυναμικές απαιτήσεις ενός CrossFiter

Όπως και σε άλλες δραστηριότητες που σχετίζονται με την δύναμη ή και την ισχύ, ο στόχος των προπονήσεων CrossFit είναι η παραγωγή και εκτέλεση υψηλών ποσοτήτων ισχύος που προέρχονται από αναερόβιο μεταβολισμό. Ωστόσο, ενώ άλλες μορφές άσκησης υψηλής έντασης έχουν διαλειμματικά χαρακτηριστικά καθιερωμένες περιόδους δραστηριότητας και ανάπαυσης, το CrossFit είναι μοναδικό στο ότι σχεδόν πάντα δεν υπάρχει (συγκεκριμένο) διάλειμα αλλά σχετίζεται με τον τύπο του προγράμματος της προπόνησης. Οι περισσότερες προπονήσεις στερούνται καθορισμένων περιόδων ανάπαυσης, καθιστώντας έτσι την απόδοση εξαρτημένη από την ικανότητα των ατόμων να διατηρούν υψηλή απόδοση ισχύος. Οι ατομικές προπονήσεις βαθμολογούνται με βάση την ικανότητα του αθλητή να ολοκληρώσει ένα καθορισμένο σετ ασκήσεων όσο το δυνατόν γρηγορότερα ή να ολοκληρώσει όσο το δυνατόν περισσότερες επαναλήψεις μέσα σε μια δεδομένη χρονική περίοδο (Smith et al., 2013)(56). Έτσι, είναι πιθανό οι ενεργειακές απαιτήσεις που υποστηρίζουν την απόδοση στο CrossFit να προέρχονται τόσο από αερόβια όσο και από αναερόβια μέσα. Το CrossFit είναι μια μεταβολικά απαιτητική μέθοδος conditioning που βασίζεται σε μεγάλο βαθμό τόσο στην αερόβια όσο και στην αναερόβια παραγωγή ενέργειας. Η τακτική προπόνηση μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας καθώς και σε βελτιωμένη μεταβολική υγεία. Έτσι, η μεθοδολογία της προπόνησης CrossFit φαίνεται να αντιπροσωπεύει μια νέα εναλλακτική λύση στις παραδοσιακές μεθόδους άσκησης και conditioning που πιθανόν να οδηγήσουν σε θετικά αποτελέσματα της φυσικής κατάστασης και της μακροζωίας.

Φυσιολογικές και μυοδυναμικές απαιτήσεις ενός Kick Boxer

Όπως και με το karate, η επαναλαμβανόμενη εκτέλεση τεχνικών υψηλής ισχύος καθιστά το kickboxing ένα αναερόβια απαιτητικό άθλημα[16] . Η αναερόβια αναπλήρωση του ATP είναι το κλειδί για τη μέγιστη απόδοση ισχύος , η οποία είναι η μέγιστη ποσότητα έργου που γίνεται στο λιγότερο χρονικό διάστημα.[17] Ωστόσο, καθώς οι γύροι διαρκούν μεταξύ 2 και 4 λεπτών, ένας αγώνας μπορεί έχει έως και 12 γύρους και η ανάκαμψη διευκολύνεται από τον αερόβιο μεταβολισμό, ένας kickboxer θα μπορούσε πιθανώς να αντλήσει περισσότερο από το 50% του ATP από τον αερόβιο μεταβολισμό[17,18] . Δεδομένου ότι το kickboxing επιβαρύνει τόσο τα αναερόβια όσο και τα αερόβια συστήματα, ο kickboxer πρέπει να επικεντρωθεί στη βελτιστοποίηση του καθενός. Η κακή αναερόβια ή αερόβια ικανότητα είναι ανησυχητική, γιατί ο απροπόνητος-unconditioned , άπειρος αντίπαλος μπορεί να διατρέχει αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού[19]. Εκτός από επαρκή ανάπαυση, διατροφή, καλλιέργεια δεξιοτήτων kickboxing και ψυχολογική ετοιμότητα, ένας κρίσιμος καθοριστικός παράγοντας της επιτυχίας ενός μαχητή είναι ο βαθμός στον οποίο εκπαιδεύει τις μεταβολικές οδούς και τους σκελετικούς μύες [20] . Η αναερόβια ικανότητα μπορεί να βελτιωθεί μέσω διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης, άλλων μορφών προπόνησης ισχύος και προπόνησης δύναμης[18, 20]. Η αερόβια ικανότητα μπορεί να βελτιωθεί μέσω διαλειμματικής προπόνησης και προπόνησης αντοχής[17, 18, 21]. Δεδομένου ότι η προπόνηση με διαλείμματα μπορεί να βελτιώσει ταυτόχρονα τα αναερόβια και αερόβια συστήματα, θα πρέπει να είναι ο βασικός άξονας του προγράμματος εκπαίδευσης του μαχητή[20,21] . Η προπόνηση για τον kickboxer πρέπει να περιλαμβάνει έντονες ασκήσεις τύπου σπριντ. Για να εκπαιδεύσει το φωσφορογόνο σύστημα , ο kickboxer πρέπει να εκτελεί σπριντ μέγιστης έντασης που διαρκούν λιγότερο από 15 δευτερόλεπτα. Για να εκπαιδεύσει το σύστημα αναερόβιας γλυκόλυσης και να βελτιώσει την ανοχή στη συσσώρευση γαλακτικού οξέος, ο kickboxer θα πρέπει να εκτελεί σπριντ που διαρκούν περίπου 15 s-2 λεπτά. Εκτός από την διαλειμματική προπόνηση για αναερόβια βελτίωση, άλλες μέθοδοι προπόνησης δύναμης-ισχύος μπορούν να ενσωματωθούν επίσης στο πρόγραμμα προπόνησης του kickboxer. Παραδείγματα αποτελούν οι εκρηκτικές ασκήσεις άρσης βαρών, η πλειομετρική προπόνηση και ασκήσεις ευκινησίας. Ωστόσο, η ισχύς και η αντοχή παραμένουν ουσιαστικά για την επιτυχία του kickboxer. [22] Επομένως, η προπόνηση με διαλείμματα και οι ασκήσεις για το kickboxing πρέπει να υπερισχύουν μόνο της προπόνησης δύναμης. Η προπόνηση ενδυνάμωσης για μαχητές θα πρέπει να περιλαμβάνει πολυαρθρικές άρσεις οι οποίες μιμούνται κινήσεις που χρησιμοποιούνται στον αγώνα (π.χ., η άσκηση του πάγκου είναι παρόμοια με εκείνη μιας ευθείας γροθιάς). [20] Για να βελτιωθεί η μέγιστη αερόβια χωρητικότητα (δηλ. Ο μέγιστος ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου ή VO₂max), ο kickboxer θα πρέπει να εξετάσει το ενδεχόμενο να ενσωματώσει την διαλειμματική προπόνηση και την προπόνηση αντοχής στο πλάνο του. Η αερόβια ικανότητα μπορεί επίσης να βελτιστοποιηθεί μέσω συνετής προπόνησης αντοχής. Παραδείγματα αποτελούν το τρέξιμο, το sparring και ασκήσεις με βαρείας σάκους .

Βιομηχανικές διαφορές και ανατομική συμμετοχή διαφόρων μυϊκών ομάδων μεταξύ ημικαθίσματος και βαθύ καθίσματος

Ο Klein(1961) υποστήριξε την συσχέτιση μεταξύ του βαθύ καθίσματος και του κινδύνου τραυματισμού[23].Μεταγενέστερη έρευνα, ωστόσο, αντέκρουσε τα ευρήματα αυτά[24,25,26].Στην πραγματικότητα, υπάρχουν κάποιες ενδείξεις ότι όσοι εκτελούν βαθιά καθίσματα έχουν αυξημένη σταθερότητα στην άρθρωση του γόνατος. Σε μια μελέτη που χρησιμοποιεί αρθρόμετρο συνδέσμου γόνατος για να ελέγξει εννέα μετρήσεις σταθερότητας γόνατος Chandler, et al.(1989), διαπίστωσαν ότι τα οι άνδρες powerlifters , πολλοί από αυτούς, κατηγορίας ελίτ, παρουσίασαν σημαντικά πιο σφιχτές αρθρώσεις σε δοκιμές πρόσθιου χιαστού σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου[27]. Επιπλέον, τόσο οι powerlifters όσο και μια ομάδα αγωνιστικής Άρσης Βαρών ήταν σημαντικά πιο σφιχτοί στο τεστ τετρακέφαλου ως προς τον πρόσθιο χιαστό σε 90 βαθμούς κάμψης του γόνατος από ό, τι τα άτομα ελέγχου. Σε αντίθεση με την υπόθεση του Klein, οι δυνάμεις ACL και PCL έχουν αποδειχθεί ότι μειώνονται σε υψηλότερους βαθμούς κάμψης του γόνατος. Η κορυφή των δυνάμεων που ασκούνται στον ACL συμβαίνει μεταξύ 15 - 30 μοιρών κάμψης, μειώνεται σημαντικά στις 60 μοίρες και κατεβαίνει μετά από εκεί στις υψηλότερες γωνίες κάμψης[28,29,30].Οι δυνάμεις που ασκούνται στον PCL αυξάνονται συστηματικά με κάθε γωνία κάμψης πέρα από τις 30 μοίρες κάμψης του γόνατος, κορυφώνονται περίπου στις 90 μοίρες και μετά μειώνονται σημαντικά[31]. Πέρα από τις 120 μοίρες, οι δυνάμεις που ασκούνται στον PCL είναι ελάχιστες[32]. Η μείωση των δυνάμεων ACL και PCL που σχετίζεται με το βαθύ κάθισμα πιστεύεται ότι οφείλεται σε πρόσκρουση μεταξύ της οπίσθια όψη του άνω ημμορίου της κνήμης με τους οπίσθιοι μηριαίους κονδύλους καθώς και στη συμπίεση διαφόρων μαλακών μοριών που περιλαμβάνουν τον μηνίσκο, οπίσθια κάψα, μυ, λίπος και δέρμα[33] . Αυτό βοηθά στον περιορισμό της κίνησης της άρθρωσης του γόνατος , μειώνοντας σημαντικά την πρόσθια και οπίσθια κνημιαίος μετατόπιση και την περιστροφή της κνήμης σε σύγκριση με τις μικρότερες γωνίες κάμψης. Ως εκ τούτου, η αντοχή στο φορτίο αυξάνεται στη βαθύτερη στάση του καθίσματος με ένα προστατευτικό αποτέλεσμα για τις δομές των συνδέσμων. Μπορεί να υποστηριχθεί ότι ο κίνδυνος τραυματισμού στους συνδέσμους κατά τη διάρκεια του καθίσματος είναι στην πραγματικότητα μεγαλύτερος στην παράλληλη στάση - τη θέση όπου οι δυνάμεις PCL βρίσκονται στην κορυφή τους. Ωστόσο, το μέγεθος της μέγιστης οπίσθιας διάτμησης κατά τη διάρκεια του καθίσματος (περίπου 2.700 N) είναι πολύ κάτω από την ικανότητα αντοχής του PCL ενός νεαρού, υγιούς ατόμου, το οποίο εκτιμάται ότι υπερβαίνει τα 4.000 N[34] . Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η προπόνηση αντίστασης παρέχει προσαρμοστική απόκριση στον συνδετικό ιστό, αυξάνοντας την ικανότητα αντοχής . Ένας ισχυρότερος σύνδεσμος χρησιμεύει για τη βελτίωση της ανοχής στο φορτίο, μειώνοντας έτσι περαιτέρω την προοπτική τραυματισμού[35]. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος τραυματισμού κατά το βαθύ κάθισμα θα ήταν θεωρητικά για τους χόνδρους των μηνίσκων και τους αρθρικούς[31,35]. Έχει αποδειχθεί ότι οι κνημομηριαίες συμπίεστικές δυνάμεις κορυφώνονται στους 130 βαθμούς κάμψης του γόνατος όπου οι μηνίσκοι και ο αρθρικός χόνδρος αντέχουν σημαντικές ποσότητες στρες[36]. Τα βαθιά καθίσματα μπορούν επίσης να αυξήσουν την ευαισθησία στον εκφυλισμό του επιγονατιδικού τένοντα λόγω μεγάλου όγκου επιγονατιδικού στρες που προκύπτει από την επαφή της κάτω πλευράς της επιγονατίδας με την αρθρωτή πλευρά του μηρού κατά την υψηλή κάμψη[37] . Ωστόσο, υπάρχουν λίγα στοιχεία που να δείχνουν μια σχέση αιτίου-αποτελέσματος που συνεπάγεται αυξημένο βάθος καθίσματος με τραυματισμό αυτών των δομών σε υγιή άτομα. Το βάθος κατάληψης έχει αποδειχθεί ότι έχει σημαντική επίδραση στη μυϊκή ανάπτυξη στις αρθρώσεις του ισχίου και του γόνατος, ιδιαίτερα σε σχέση με το μεγάλο γλουτιαίο(GM). Οι Caterisano, et al.(2002) απέδειξε ότι ενώ η μέση μυϊκή δραστηριότητα του μεγάλου γλουτιαίου δεν ήταν σημαντικά διαφορετική τόσο στο μερικό κάθισμα ($16,92 \pm 8,78\%$) όσο και στο ημικάθισμα ($28,00 \pm 10,29\%$), αυξήθηκε σημαντικά κατά το βαθύ κάθισμα ($35,47 \pm$

1,45%)[38]. Παρόμοια αποτελέσματα εμφανίστηκαν για τις τιμές αιχμής, οι οποίες εμφάνισαν σημαντικά μεγαλύτερη δραστηριότητα στο βαθύ κάθισμα σε σύγκριση με τα υπόλοιπα είδη καθίσματος. Σε αντίθεση με το μεγάλο γλουτιαίο, το βάθος καθίσματος έχει μικρή επίδραση στους οπίσθιους μηριαίους. Η μέγιστη δραστηριότητα τους τείνει να εμφανίζεται μεταξύ 10 έως 70 βαθμών κάμψης, αλλά το μέγεθος της διακύμανσης στην κορυφή και τη μέση ροπή δεν είναι σημαντική μεταξύ μερικού καθίσματος, ημικαθίσματος και βαθιού καθίσματος[39,40,41]. Αυτό συνάδει με τη δι-αρθρική δομή του μυϊκού συμπλέγματος. Δεδομένου ότι οι οπίσθιοι μηριαίοι λειτουργούν τόσο ως εκτεινόντες ισχίου όσο και ως καμπτήρες γόνατος, το μήκος των μυών παραμένει αρκετά σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης, παρέχοντας μια σχετικά ομοιόμορφη ισχύ. Οι μυϊκές δυνάμεις στο γόνατο παράγονται σε μεγάλο βαθμό από τους τετρακέφαλους μηριαίους, με τη μυϊκή δραστηριότητα να κορυφώνεται περίπου στις 80 έως 90 μοίρες κάμψης και παραμένουν σχετικά συνεπείς στη συνέχεια[39,41]. Αυτό φαίνεται να συμπεραίνει ότι κάθισμα μεγαλύτερο των 90 μοιρών είναι περιττό εάν ο στόχος είναι η μεγιστοποίηση της ανάπτυξης των τετρακέφαλων.

Σε μια άλλη έρευνα αναφέρεται πως κατά τη διάρκεια του πίσω καθίσματος, το ACL υπόκειται σε σχετικά χαμηλές δυνάμεις μόνο όταν το γόνατο κάμπτεται $<50^\circ$ και σε μεγαλύτερες γωνίες, το PCL αντί του ACL δέχεται αυξημένα φορτία[42,43]. Επιπρόσθετα, οι δυνάμεις ACL φαίνονται επίσης πολύ χαμηλότερες όταν πραγματοποιούνται καθίσματα με την πτέρνα στο έδαφος σε σύγκριση με όταν οι πτέρνες ανυψώθηκαν τόσο κατά την κατάβαση (~365%) όσο και την ανάβαση (~16%)[43]. Υπάρχει συζήτηση μεταξύ των ασκήσεων δύναμης και προετοιμασίας σχετικά με την καταλληλότερη τοποθέτηση ποδιών και το βάθος καθίσματος, όχι μόνο όσον αφορά τις πιέσεις στις αρθρώσεις του γόνατος, του ισχίου και της σπονδυλικής στήλης, αλλά και όσον αφορά την ενεργοποίηση των μυών. Σημαντικά, τα ευρήματα μιας πρόσφατης μελέτης τα οποία υπογράμμισαν ότι η ενεργοποίηση των μυών, σε όλους τους μελετημένους μυς, ήταν υψηλότερα σε ελεύθερο πίσω κάθισμα συγκριτικά με ένα πίσω κάθισμα σε μηχανήμα Σμίθ, αν και αυτή ήταν σημαντικά υψηλότερη κυρίως για το γαστροκνήμιο, τον έξω πλατύ και τον δικέφαλο μηριαίο[44]. Τα αποτελέσματα των ηλεκτρομυογραφικών μελετών (EMG) κατέδειξαν σαφώς ότι το αυξημένο βάθος καθίσματος οδηγεί σε μεγαλύτερη ποσοστιαία συνεισφορά στο μεγάλο γλουτιαίο[45,46]. Τα δεδομένα του έσω πλατύ υποδηλώνουν μια τάση στην οποία αυξάνεται η συμβολή του έσω πλατύ με αυξημένο βάθος καθίσματος[45]. Πιο πρόσφατα, οι Bryanton et al.(2012)[47] ανέφεραν ότι η ενεργοποίηση του εκτεινόντα του γόνατος αυξάνεται με το βάθος καθίσματος, αν και η δραστηριότητα του εκτεταμένου ισχίου αυξάνεται τόσο με το βάθος όσο και με την αύξηση του φορτίου ενώ η ενεργοποίηση του τετρακέφαλου έχει αποδειχθεί ότι εξαρτάται από τη στρατολόγηση των εκτεινόντων μυών του ισχίου[48]. Κατά τη διάρκεια της έκκεντρης φάσης του πίσω καθίσματος με βάρος, οι σχετικές συνεισφορές 4 μυϊκών ομάδων (έσω πλατύ, έξω πλατύ, δικέφαλο μηριαίο, μεγάλο γλουτιαίο) στα 3 βάθη που δοκιμάστηκαν δεν ήταν στατιστικά διαφορετικές τόσο για το μέσο και το μέγιστο EMG [45]. Ωστόσο, το αυξημένο βάθος καθίσματος έχει αποδειχθεί ότι οδηγεί σε αυξημένη αναλογία ενεργοποίησης έσω πλατύ και έξω πλατύ[49]. Η περιστροφή των ποδιών (π.χ. ουδέτερη, μεσαία περιστροφή $30-40^\circ$, πλευρική περιστροφή 80°) ενώ εκτελείτε κάθισμα, ανεξάρτητα από το βάθος και το πλάτος της στάσης (75-140% πλάτος ώμου), έχει αποδειχθεί ότι δεν έχει αξιοσημείωτη επίδραση στη δραστηριότητα των μυών των ποδιών[42,46,50,51,52]. Μεγαλύτερη εξωτερική περιστροφή των ποδιών θα έπρεπε να έχει ως αποτέλεσμα αυξημένη εξωτερική περιστροφή της άρθρωσης του ισχίου, ωστόσο, αυτό δεν άλλαξε τη δραστηριότητα των μυών του τετρακέφαλου, αλλά αύξησε τη δραστηριότητα του προσαγωγού του ισχίου (53). Επιπροσθέτως, οι ουδέτερες, οι φαρδύτερες και οι στενότερες θέσεις του ισχίου δεν φαίνεται να αλλοιώνουν την αναλογία ενεργοποίησης του. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το αυξημένο βάθος καθίσματος έχει ως

αποτέλεσμα την αύξηση της ενεργοποίησης του έσω και έξω πλατύ και την αναλογία ενεργοποίησης έσω και έξω πλατύ μηριαίου (54). Η έξω περιστροφή των ποδιών μπορεί επίσης να επιτρέψει μεγαλύτερο βάθος καθίσματος. Το αυξημένο πλάτος στάσης μπορεί να μην αλλάξει τα πρότυπα στρατολόγησης του τετρακέφαλου, αλλά οδηγεί σε αυξημένη δραστηριότητα του μακρού προσαγωγού (> άνοιγμα των ώμων) και των γλουτιαίων μυών (46,51,) όταν χρησιμοποιείται μια ευρεία στάση. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η αύξηση της ενεργοποίησης των μυών μπορεί να αυξήσει την παραγωγή δύναμης και συνεπώς την απόδοση κατά την εκτέλεση της άρσης. Προτείνεται λοιπόν ότι ένα φυσικό, αυτοεπιλεγμένο, πλάτος ποδιού και τοποθέτηση, το οποίο επιτρέπει ένα πλήρες εύρος κίνησης, υιοθετείται κατά τη διάρκεια του καθίσματος, επειδή αυτό δεν αλλοιώνει αισθητά στρατολόγηση των μυών του πρωτεύοντος εμπλεκόμενου μυϊκού συστήματος.

Εκτός από τα παραπάνω σημαντικό ρόλο στο κάθισμα παίζει και η μέγιστη εκτατική ροπή του γόνατος(pKEM). Σε μία έρευνα που έγινε(Flores V et.al 2020) στην οποία συμμετείχαν 19 ενεργές γυμνασμένες γυναίκες ηλικίας 25 με 31 αξιολογήθηκε τόσο 1MAE σε βαθύ κάθισμα με πίσω την μπάρα όσο και η μέγιστη εκτατική ροπή του γόνατος σε παράλληλο και βαθύ κάθισμα (τυχαία επιλογή) στο 0% , στο 50% και στο 85% της 1MAE. Αναφορικά με την 1MAE αυτή ήταν μεγαλύτερη ,χωρίς κάποια σημαντική διαφορά, στο παράλληλο από το βαθύ κάθισμα. Σχετικά με το δεύτερο μέρος της έρευνας, το pKEM δεν είχε καμία διαφορά στο 0 και για τους 2 τύπους καθίσματος. Αντίθετα, στο 50% και στο 85% το pKEM ήταν υψηλότερο για το βαθύ κάθισμα.

Ο Alejandro Martinez-Cava et al.(2019) σε μία ενδιαφέρουσα έρευνα που έκανε συνέκρινε το φορτίο με βάση προωθητική δύναμη και την δύναμη ισχύος σε παράλληλο και βαθύ κάθισμα σε αυτή την έρευνα χρησιμοποιήθηκε δείγμα 52 αθλητών δύναμης και βγήκαν τα παρακάτω συμπεράσματα. Αναφορικά με την 1MAE αυτή βρέθηκε υψηλότερη στο παράλληλο από το βαθύ κάθισμα ενώ αντίθετα οι γωνίες ισχίου και γόνατος καθώς και η καμπυλότητα της οσφυϊκής μοίρας υπερίσχυε στο βαθύ κάθισμα έναντι του παράλληλου. Σχετικά με τη δύναμη προώθησης(MPV-mean propulsive velocity) υπήρξε σημαντική διαφορά σε φορτίο 40% -75% με το βαθύ κάθισμα να υπερισχύει και σε αυτήν την κατηγορία. Καμία σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε στην πραγματική μέση ταχύτητα και στους δύο τύπους καθισμάτων, ενώ η προωθητική φάση και στα δύο καθίσματα αποτελούσε το 84% της σύγκεντρης φάσης του καθίσματος στο 40% της 1MAE και αυξανόταν προοδευτικά έως το 100% στο φορτίο του 100% της 1MAE. Ένα ακόμη στοιχείο το οποίο είναι χρήσιμο να αναφερθεί είναι πως το φορτίο που μεγιστοποιεί σε την μηχανική ισχύ βρέθηκε να εξαρτάται από τη μεταβλητή αποτελέσματος που χρησιμοποιήθηκε(MP,MPP,PP) και τη συμπερίληψη ή τον αποκλεισμό της μάζας σώματος στους υπολογισμούς της εξάγω μένει ισχύος. Το φορτίο Pmax ήταν σημαντικά διαφορετικό(p<0,05) μεταξύ των δύο ειδών καθίσματος στις περισσότερες από τις συνθήκες που μελετήθηκαν.

Table 1. Comparison of 1RM strength, concentric displacement and joint angles in the sagittal plane at the starting position of the three squat variations analyzed: full squat (F-SQ), parallel squat (P-SQ) and half squat (H-SQ) (n = 50).

	F-SQ	P-SQ	H-SQ
1RM strength (kg)	87.3 ± 15.0	94.3 ± 15.0*	131.4 ± 22.2* [#]
1RM to body mass ratio	1.17 ± 0.24	1.27 ± 0.25*	1.75 ± 0.38* [#]
Concentric displacement (cm)	63.9 ± 5.3	54.0 ± 5.4*	36.4 ± 4.8* [#]
Thoracic curvature (°)	21.8 ± 12.2	20.1 ± 9.5	19.7 ± 8.7
Lumbar curvature (°)	-1.2 ± 1.1	-14.4 ± 4.8*	-18.5 ± 6.2* [#]
Sacroiliac/hip curvature (°)	27.5 ± 5.4	41.0 ± 5.7*	40.8 ± 7.9*
Hip angle (°)	54.6 ± 4.7	62.0 ± 4.1*	90.4 ± 4.9* [#]
Knee angle (°)	43.7 ± 4.1	62.7 ± 3.6*	90.6 ± 0.7* [#]
Ankle angle (°)	76.5 ± 6.4	80.5 ± 3.6*	82.9 ± 4.3*

*Significantly different than F-SQ; #significantly different than P-SQ (p < 0.05).

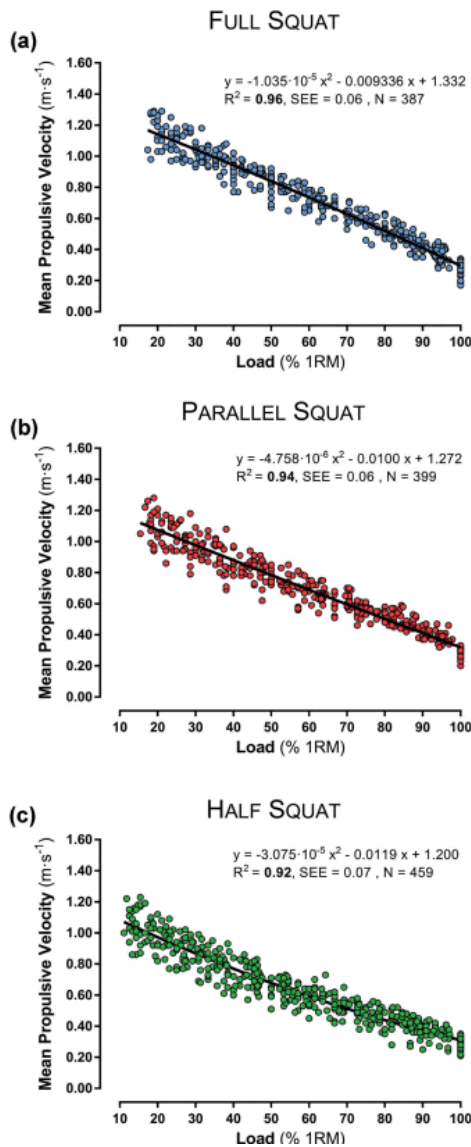


Table 2. Mean propulsive velocity ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) attained against each load (% 1RM) and relative contribution of the propulsive phase to the total concentric duration in the three squat variations: full squat (F-SQ), parallel squat (P-SQ) and half squat (H-SQ) ($n = 50$).

Load (% 1RM)	F-SQ			P-SQ			H-SQ		
	MPV ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	95% CI ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Propulsive Phase (%)	MPV ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	95% CI ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Propulsive Phase (%)	MPV ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	95% CI ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Propulsive Phase (%)
40	0.94 ± 0.06	0.92–0.95	84	0.88 ± 0.07^f	0.86–0.90	83	0.77 ± 0.07*	0.79–0.75	84
45	0.89 ± 0.06	0.87–0.91	86	0.83 ± 0.06^f	0.81–0.85	84	0.72 ± 0.06*	0.70–0.74	86
50	0.84 ± 0.05	0.82–0.86	87	0.78 ± 0.06^f	0.76–0.80	86	0.68 ± 0.06*	0.66–0.70	89
55	0.79 ± 0.05	0.77–0.81	89	0.73 ± 0.06^f	0.71–0.75	88	0.63 ± 0.06*	0.61–0.65	91
60	0.74 ± 0.05	0.72–0.75	90	0.69 ± 0.05^f	0.67–0.70	89	0.59 ± 0.06*	0.57–0.60	93
65	0.69 ± 0.05	0.67–0.70	91	0.64 ± 0.05^f	0.63–0.66	91	0.55 ± 0.05*	0.54–0.57	94
70	0.63 ± 0.05	0.62–0.65	93	0.59 ± 0.05^f	0.58–0.61	92	0.51 ± 0.05*	0.49–0.52	96
75	0.58 ± 0.05	0.57–0.59	94	0.54 ± 0.04^f	0.53–0.55	94	0.47 ± 0.05*	0.45–0.49	97
80	0.52 ± 0.04	0.51–0.53	95	0.50 ± 0.04	0.51–0.53	95	0.43 ± 0.04*	0.42–0.44	98
85	0.47 ± 0.04	0.46–0.48	96	0.45 ± 0.04	0.44–0.47	96	0.40 ± 0.04*	0.39–0.41	99
90	0.41 ± 0.04	0.40–0.42	98	0.40 ± 0.04	0.39–0.41	98	0.36 ± 0.04*	0.35–0.37	100
95	0.36 ± 0.04	0.35–0.38	99	0.36 ± 0.04	0.35–0.38	99	0.33 ± 0.04	0.34–0.35	100
100	0.30 ± 0.04	0.28–0.31	100	0.30 ± 0.04	0.28–0.31	100	0.30 ± 0.04	0.29–0.31	100

MPV: Mean propulsive velocity; CI: confidence interval; ^fsignificantly different to the F-SQ and P-SQ; * significantly different to the F-SQ ($p < 0.001$)

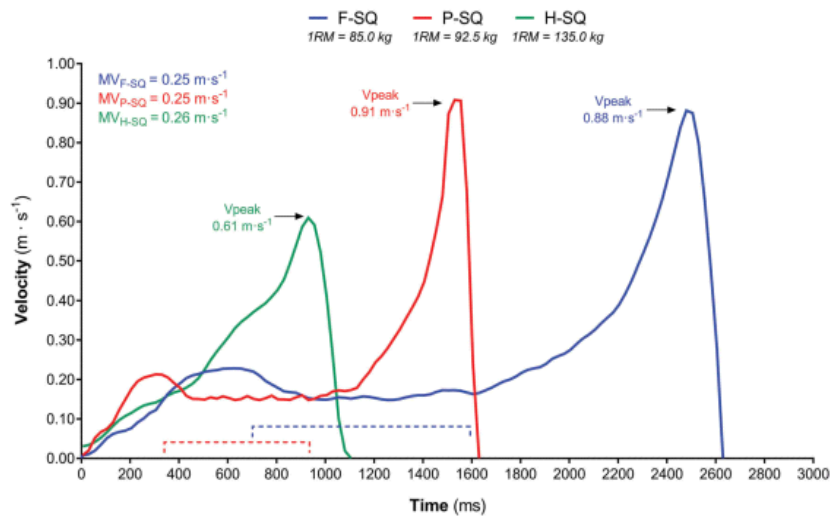


Figure 3. Example of the actual velocity-time curves for the concentric phase of each exercise variation when lifting the maximal 1RM load for a representative subject. Square brackets indicate the duration of the sticking region for each exercise. Vpeak: peak velocity; MV: mean velocity; 1RM: one-repetition maximum; H-SQ: half squat; P-SQ: parallel squat; F-SQ: full squat.

Αξιολόγηση δύναμης κάτω άκρων

Γενικώς, η μυϊκή αντοχή καθώς και μυϊκή δύναμη είναι δύο από τους σημαντικότερους παράγοντες στην αθλητική απόδοση ενώ η συμβουλή τους στην κίνηση και μεταφορά αντικειμένων ή αλλιώς στη λειτουργικότητα του ανθρώπινου σώματος είναι τεράστια. Κατά την κίνηση ή την απόπειρα κίνησης(ισομετρική δύναμη) ενός σώματος εμφανώς ή μη εφαρμόζεται κάποια δύναμη. Μία από τις πιο αξιόπιστες μετρήσεις της δύναμης σε δυναμική κίνηση αποτελεί η μέθοδος της 1 Μέγιστης Επανάληψης με το μεγαλύτερο δυνατό φορτίο. Αποτελεί μία εύκολη και γρήγορη διαδικασία η οποία μπορεί να γίνει για όλες σχεδόν τις μυϊκές ομάδες του σώματος ενώ απαραίτητο είναι να υπάρχει ένας υπεύθυνος για την λήψη οδηγιών, την καθοδήγηση και την επίβλεψη της σωστής τεχνικής των ασκήσεων και των μετρήσεων αλλά και για το ψυχολογικό κομμάτι του αθλητή.

Θέμα-Μέθοδος Έρευνας

Συνολικά 10(5 αθλητές CrossFit-5 αθλητές Kick-Boxing)υγείς, αθλητικά ενεργοί άνδρες, μέσος όρος ηλικίας 24(+6), ύψος: 1,82(+6), σωματικής μάζας: 84(+6) κιλά, χρόνια εμπειρίας καθίσματος: 4(+2) συγκεντρώθηκαν για την διενέργεια της έρευνας. Οι συμμετέχοντες δεν είχαν ιστορικό χειρουργικής επέμβασης ή συνδεδεσμένου τραυματισμού είτε στα κάτω άκρα είτε στην οσφυϊκή μοίρα, καμία συμμετοχή σε επαγγελματικούς αγώνες και αξιολογήθηκαν οπτικά από τον ερευνητή για σωστή τεχνική σε βαθύ και παράλληλο κάθισμα. Η σωστή τεχνική ορίστηκε ως η επίτευξη του επιθυμητού βάθους στο κάθισμα με πτέρνες στο έδαφος, ουδέτερη οσφυϊκή λόρδωση και χωρίς πόνο. Οι διαδικασίες μελέτης εξηγήθηκαν στους συμμετέχοντες ο οποίοι στη συνέχεια συμπλήρωσαν γραπτή συγκατάθεση μετά από έγκριση από την Εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας – Βιοηθικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών της Σχολής Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού. Πραγματοποιήθηκαν 2 μετρήσεις (1 για Βαθύ και 1 για Παράλληλο κάθισμα) σε 2 μη διαδοχικές ημέρες .Οι συμμετέχοντες ειδοποιήθηκαν να μην έχουν ασχοληθεί με φυσική δραστηριότητα 24 ώρες πριν από τη δοκιμή και δεν αποζημιώθηκαν για την συμμετοχή τους.

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ

Υπόδειγμα Ενημερωτικού σημειώματος με δήλωση συγκατάθεσης

(συμπληρώνεται από τους συμμετέχοντες στην έρευνα, αφού ο ερευνητής τους ενημερώσει αναλυτικά για όλα τα παρακάτω)

- ο Γεώργιος Μπάσιος φοιτητής ΤΕΦΑΑ (Αρ.τηλ.:6970210246 email:georgebasias17@gmail.com) σας προσκαλώ να συμμετάσχετε σε έρευνα που διεξάγεται στο πλαίσιο της επίταξης μου ως μέλους του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών με τίτλο "Παράλληλο και Βαθύ Κάθισμα και οι διαφορές τους σε αθλητές Crossfit και Kick-boxing στη Μυϊκή Δύναμη"
 - ο Η έρευνα γίνεται υπό την επίβλεψη του Χαρύλαου Τσολάκη(καθηγητής ΤΕΦΑΑ,Αρ.τηλ.:6932753173,email:tsolakis@phed.uoa.gr)Η ερευνητική πρόταση έχει εγκριθεί με την υπ' αριθμ.....απόφαση της Επιτροπής Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής του τμήματος
 - ο Σκοπός της έρευνας είναι να δούμε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις 2 ασκήσεις στις 2 κατηγορίες αθλητών να την αιτιολογήσουμε και να βρούμε πιθανούς τρόπους επίλυσης
- Επίσης:**
- ο Οι συμμετέχοντες έχουν κάθε δικαίωμα να μην πάρουν μέρος στην έρευνα ή να διακόψουν όποτε θέλουν.
 - ο Έχουν ληφθεί μέτρα ως προς την ανωνυμία/εξομύθωση/εμπιστευτικότητα των δεδομένων με τη χρήση κωδικού αρχικών.
 - ο Χρόνος απασχόλησης των συμμετεχόντων 40-60'
 - ο Τα αποτελέσματα της έρευνας ενδέχονται να δημοσιευθούν σε επιστημονικά περιοδικά, ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν για διδακτικούς σκοπούς κ.λ.π. και όλοι μπορούν να έχουν δυνατότητα ενημέρωσης, είτε ο καθένας για τον εαυτό του ή για τα γενικά αποτελέσματα, αν επιθυμούν.
 - ο Η έρευνα γίνεται για καθαρά επιστημονικούς λόγους και ότι δεν υπάρχει εκμετάλλευση.
 - ο Δεν υπάρχει άλλο όφελος για τους συμμετέχοντες πέραν της ολοκλήρωσης από τη συμμετοχή τους στο συγκεκριμένο επιστημονικό έργο.
- Περιγραφή διαδικασίας:**
- ο Θα πραγματοποιηθούν 2 μετρήσεις σε 2 μη συνεχόμενες μέρες,1 για κάθε ημέρα, τόσο σε βαθύ όσο και σε παράλληλο κάθισμα όπου θα μετρηθεί η μέγιστη δύναμη στην εκάστοτε άσκηση με την μέθοδο της 1 μέγιστη επανάληψης. Οποιαδήποτε στιγμή ο εθελοντής νιώσει πόνο, δυσφορία ή για οποιονδήποτε λόγο δεν επιθυμεί να συνεχίσει την μέτρηση ή κρίνει ο ερευνητής ότι πρέπει να σταματήσει, η μέτρηση διακόπτεται.
 - ο Θα χρησιμοποιηθεί ολυμπιακή μπάρα, δίσκοι και ροβότρες. Τα δεδομένα θα καταγραφούν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και η μέτρηση θα γίνει υπό την επίβλεψη του ερευνητή τηρώντας όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας.
 - ο Χρόνος απασχόλησης των συμμετεχόντων 40-60'
 - ο Τα προσωπικά δεδομένα θα αντικατασταθούν από κωδικούς ώστε να παραμείνουν ανώνυμα και να προστατευθούν.
 - ο Οι συμμετέχοντες θα ενημερωθούν γραπτώς αν επιθυμούν για τις διαφορές των 2 ειδών καθίσματος τους σε σύγκριση με τους υπόλοιπους συμμετέχοντες.

Η παρακάτω δήλωση αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του εντύπου ενημέρωσης και θα πρέπει να μην δίδεται ξεχωριστά, αλλά μαζί με όλο το πακέτο κείμενο.

1

Δηλώνω ότι: α) διαβάζω και κατανοώ το περιεχόμενο έρευνας με τίτλο "Παράλληλο και Βαθύ Κάθισμα και οι διαφορές τους σε αθλητές Crossfit και Kick-boxing στη Μυϊκή Δύναμη" που διεξάγεται από επιστημονικό προσωπικό του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, β) μου δόθηκε το δικαίωμα να κάνω διευκρινιστικές ερωτήσεις, γ) μου δόθηκε το δικαίωμα να αποφασίσω αν θα συμμετάσχω ή όχι, δ) η συμμετοχή μου είναι εντελώς εθελοντική, ε) έχω δικαίωμα να διατηρήσω την ανωνυμία μου και στ) έχω δικαίωμα να διακόψω όποτε θέλω, χωρίς να έχω την υποχρέωση να εξηγήσω τους λόγους για τους οποίους θα το κάνω.

Ευχαριστώ για την συμμετοχή σας στην πινακίδα εργασίας.

Ονοματεπώνυμο δηλούντος ή χρήστη κωδικού ή αρχικών.....

Υπογραφή

Υπογραφή γονέα ή κηδεμόνα ή άλλου νόμιμου υπευθύνου (αρχίζει για τις ειδικές περιπτώσεις)

Ημερομηνία.....

Υπογραφή απόμου που πήρε τη συγκατάθεση Ημερομηνία.....

Υπογραφή ερευνητή (εάν δεν είναι το άτομο που πήρε τη συγκατάθεση):
Ημερομηνία.....

|

2

Διαδικασία υπολογισμού IMAE

Μετά από μία σύντομη προθέρμανση όλου του σώματος με καρδιοαναπνευστική άσκηση οι αθλητές πραγματοποιούν μία σειρά πίσω καθίσματος με την μπάρα με αντίσταση περίπου στο 50% της 1 MAE. Συνεχίζοντας, μετά από διάλειμμα 2με 3 λεπτών εκτελούν μία σειρά με υψηλότερη αντίσταση περίπου στο 60 με 65% της Μέγιστης Επανάληψης. Ακολούθως ,έπειτα από 2-3 λεπτά ξεκούρασης οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν σειρές της μιας επανάληψης αυξάνοντας συνεχώς το βάρος μέχρι να φτάσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα δηλαδή να μην μπορεί να ανυψωθεί μεγαλύτερη αντίσταση. Οι συνολικές σειρές που θα εκτελεστούν δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν τις 6 με 7 μαζί με τις δύο αρχικές σειρές προθέρμανσης.

Στην έρευνα μας ,οι αθλητές ξεκίνησαν με 2-3 επαναλήψεις αυξάνοντας σταδιακά κιλά(10-15%~) κάθε φορά μέχρι το 60-70%, συνέχισαν με 2 επαναλήψεις αυξάνοντας κατά 10-15~) μέχρι το 80-85% και τελείωσαν με 1 επανάληψη κάθε φορά αυξάνοντας κατά 3-5% μέχρι να βρεθεί η 1 MAE.Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για παράλληλο και για βαθύ κάθισμα ενώ ανάμεσα στα σετ το διάλειμμα ήταν 2-2.5 λεπτά.

Αποτελέσματα

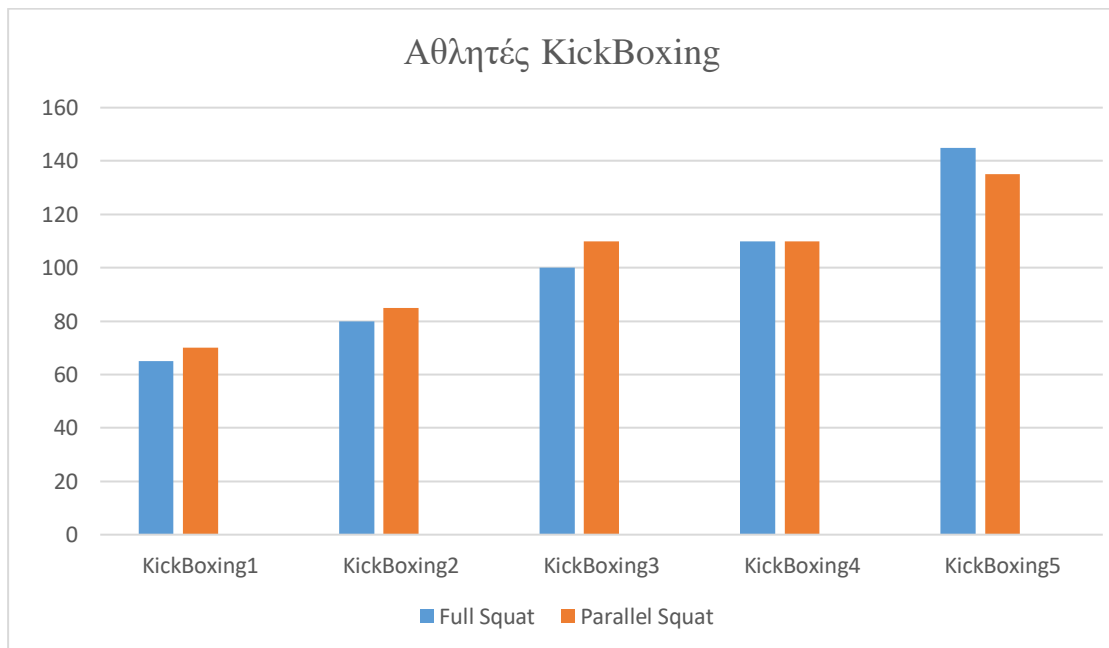
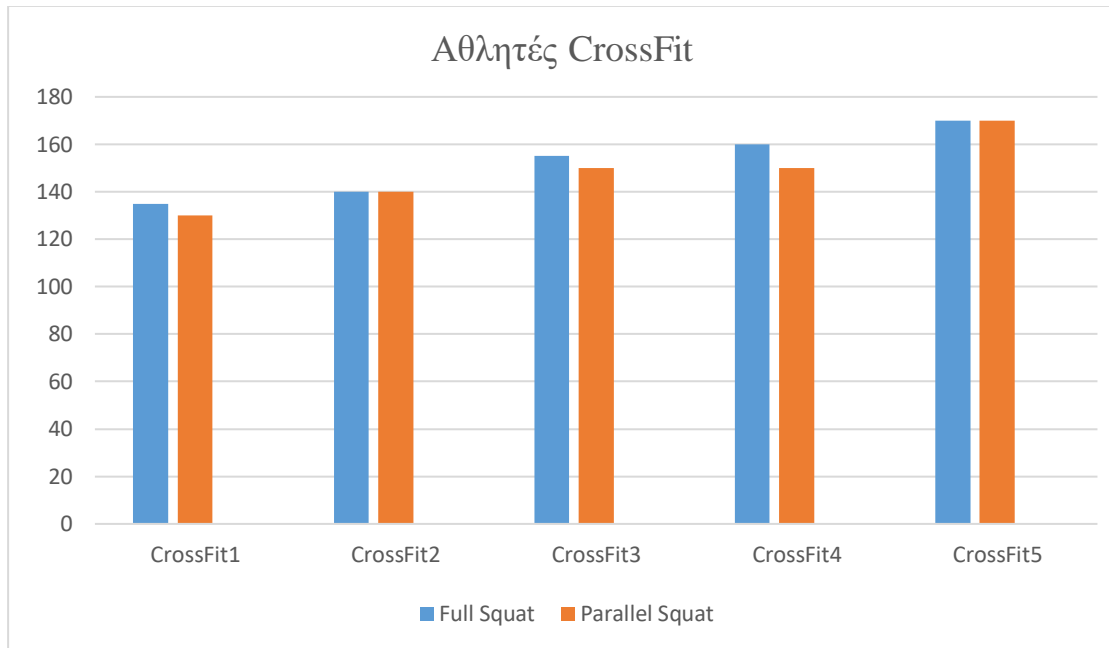
Paired Samples Statistics				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	parallelf	148,0000	14,83240	6,63325
	parallekb	102,0000	25,14955	11,24722
Pair 2	deepcf	152,0000	14,40486	6,44205
	deepkb	100,0000	30,61862	13,69306
Pair 3	parallelf	148,0000	14,83240	6,63325
	deepcf	152,0000	14,40486	6,44205
Pair 4	parallekb	102,0000	25,14955	11,24722
	deepkb	100,0000	30,61862	13,69306

Paired Samples Correlations				
		N	Correlation	Sig.
Pair 1	parallelf & parallekb	5	,985	,002
Pair 2	deepcf & deepkb	5	,978	,004
Pair 3	parallelf & deepcf	5	,959	,010
Pair 4	parallekb & deepkb	5	,982	,003

Paired Samples Test									
		Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference					
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	parallelf - parallekb	46,00000	10,83974	4,84768	32,54068	59,45932	9,489	4	,001
Pair 2	deepcf - deepkb	52,00000	16,80774	7,51665	31,13044	72,86956	6,918	4	,002
Pair 3	parallelf - deepcf	-4,00000	4,18330	1,87083	-9,19425	1,19425	-2,138	4	,099
Pair 4	parallekb - deepkb	2,00000	7,58268	3,39116	-7,41538	11,41538	,590	4	,587

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως οι αθλητές του crossfit όχι μόνο δεν ήταν δυνατότεροι στο παράλληλο κάθισμα σε σχέση με το βαθύ αλλά παρουσίασαν ίδιες ή και μικρότερες τιμές(148±14.82 vs 152±14.14).Κάτι τέτοιο φαίνεται να μην συμφωνεί με τη βιβλιογραφία καθώς εκεί φαίνεται να υπερισχύει το παράλληλο έναντι το βαθύ. Αναφορικά με τους αθλητές Kick Boxing αυτοί ενώ παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές στο παράλληλο κάθισμα σε σχέση με το βαθύ (102±25.14 vs 100±30.61),πράγμα που περιμέναμε, η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Η πιο πιθανή εξήγηση αυτών των αποτελεσμάτων είναι ότι οι αθλητές Crossfit δεν ήταν εξοικειωμένοι με την άσκηση παράλληλου καθίσματος και της δυσκολίας της άσκησης να διακόψεις την κάθοδο στο παράλληλο-και δυσκολότερο σημείο- και από νεκρό σημείο να επανέλθεις στην αρχική σου θέση, ενώ για τους αθλητές

Kick Boxing εκτός από τον παράγοντα της εξοικείωσης σημαντικό ρόλο παίζει και η πιθανή έλλειψη μυϊκής δύναμης.



Συμπέρασμα

Στην βιβλιογραφία φαίνεται πως το παράλληλο κάθισμα υπερτερεί σε αριθμούς σε σύγκριση με το βαθύ κάθισμα. Σε αντίθεση με την βιβλιογραφία όμως, η έρευνας μας δεν κατέδειξε κάποια σημαντική διαφορά στο παράλληλο σχέση με το βαθύ κάθισμα.

Παράγοντες όπως το μικρό δείγμα, η έλλειψη εξοικείωσης, και το χαμηλό επίπεδο μυϊκής δύναμης πολύ πιθανόν να αποτέλεσαν περιοριστικοί για την έκβαση της έρευνας.

Παρόλα αυτά, μπορούμε να πούμε πως το βαθύ κάθισμα όχι μόνο δεν είναι επικίνδυνο για την οσφυϊκή μοίρα και το μυοτενόντιο σύμπλεγμα των γονάτων αλλά προσφέρει και καλύτερα αποτελέσματα στους μύς των ποδιών, κυρίως των γλουτιαίων και των τετρακέφαλων και δευτερευόντως των οπίσθιων μηριαίων. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να επανεξεταστεί η χρήση τους στην προπόνηση των αθλητών, ασχέτως του αθλήματος, όπως στην προ-αγωνιστική περίοδο όπου ο στόχος του αθλητή είναι η αύξηση της δύναμης και της ισχύς των μυών.

Βιβλιογραφικές πηγές:

- Claudino,J.,G., Gabbett,T.,J., Bourgeois,F., Souza,H.,dS.,Miranda,R.,C.,et al., (2018) CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis *Sports Medicine - Open* 4:11, pp. 1-14, doi:10.1186/s40798-018-0124-5.
- Weisenthal,B., M.,Beck,C.,A., Maloney,M.,D.,DeHaven,K., E., and Giordano,B.,D., (2014), Injury Rate and Patterns Among CrossFit Athletes *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine* 2(4),pp.1-7, 2325967114531177 doi: 10.1177/2325967114531177.
- Dawson,M.,C., (2017), CrossFit: Fitness cult or reinventive institution? *Sociology of Sport* Vol. 52(3),pp. 361–379 doi: 10.1177/1012690215591793.
- Escobar, K., Morales, J., & VanDusseldorp, T.,(2017), Metabolic profile of a crossfit training bout. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(4),pp.1248-1255. doi: 10.14198/jhse.2017.124.11.
- Kordi,R., Maffulli,N.,Wroble,R.,R.,Wallace,W.,A., (2009),*Combat Sports Medicine*, Chapter 19 Kickboxing, London: Springer.
- Τερζής,Γ.,Κρασέ, Α.,Καρατζαφέρη, Χ., (2015) Εγχειρίδιο για την Σωματική Αξιολόγηση Αθλητών: Δοκιμασίες εργαστηρίου και πεδίου για την επιστημονική υποστήριξη του αγωνιστικού αθλητισμού .*Αξιολόγηση μυϊκής δύναμης – μυϊκής ισχύος*, 54-63.
- Schoenfeld,B.,The Biomechanics of Squat Depth ,*National Strength and Conditioning Association (NSCA)*,pp.1-4.
- Comfort,P.,McMahon,J., J.,Suchomel,T.,J., (2018), Optimizing Squat Technique— Revisited. *Strength and Conditioning Journal*.,Volume 40 - Issue 6 – pp. 68-74.
- Flores,V.,Becker,J.,Burkhardt,E.,Cotter,J., (2020), Knee Kinetics During Squat of Varying Loads and Depths in Recreationally Trained Women ,*Journal of Strength and Conditioning Research 2018 National Strength and Conditioning Association* , - Volume 34-Number 7-pp.1945-1952.
- Martínez-Cava,A.,Morán-Navarro,R.,Sánchez-Medina,L.,González-Badillo,J.,J.,&Pallarés,J.,G.,(2018)Velocity- and power-load relationships in the half,parallel and full back squat,*Journal of Sports Sciences*,37(10), pp. 1088-1096, DOI:10.1080/02640414.2018.1544187.

- Kubo, K., Ikebukuro, T., Yata, H., (2019) Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes, *European Journal of Applied Physiology*, 119, pp.1933–1942, doi:10.1007/s00421-019-04181-y.

1. Beers E. Virtuosity goes viral. *CrossFit J.* 2014;6:1–10
2. Glassman G. What is fitness. *CrossFit J.* 2002;3:1–11
3. Glassman G. Understanding CrossFit. *CrossFit J.* 2007;56:1–
4. Sprey JWC, Ferreira T, de Lima MV, Duarte A, Jorge PB, Santili C. An epidemiological profile of crossfit athletes in Brazil. *Orthop J Sport Med.* 2016;4:1–6
5. Fisker FY, Kildegaard S, Thygesen M, Grosen K, Pfeiffer-Jensen M. Acute tendon changes in intense CrossFit workout: an observational cohort study. *Scand J Med Sci Sports.* 2016; <https://doi.org/10.1111/sms.12781>.
6. Thompson WR. Worldwide survey of fitness trends for 2016: 10th Anniversary edition. *ACSMs. Health Fit J* 2015;19:9–18.
7. Thompson WR. World wide survey of fitness trends for 2017. *ACSMs. Health Fit J* 2016;20:8–17.
8. Thompson WR. Now trending: worldwide survey of fitness trends for 2014. *ACSMs. Health Fit J* 2013;17:10–20.
9. Thompson WR. World-wide survey of fitness trends for 2015: what’s driving the market. *ACSMs. Health Fit J.* 2014;18:8–17.
10. Poston WSC, Haddock CK, Heinrich KM, Jahnke SA, Jitnarin N, Batchelor DB. Is high-intensity functional training (HIFT)/CrossFit safe for military fitness training? *Mil Med.* 2016;181:627–37.
- 11 . Anderson WW . Sport in Thailand . In: Wagner EA (ed) *Sport in Asia and Africa: A Comparative Handbook* . New York : Greenwood Press ; 1989 , pp. 121 – 46 .
- 12 . Harris R . Muay Thai . In: Green TA (ed) *Martial Arts of the World* . Santa Barbara, CA: ABC-CLIO ; 2001 , pp. 350 – 4 .
- 13 . Prayukvong K , Junlakan LD . *Muay Thai: A Living Legacy* , 2nd ed , Vol 1 . Bangkok : SpryPublishing ; 2005 .
- 14 . Svinth JR . Chronological history of the martial arts . In: Green TA (ed) *Martial Arts of the World* . Santa Barbara, CA : ABC-CLIO ; 2001 , pp. 787 – 829
- 15 . Buse GJ , Wood RM . Safety profile of amateur kickboxing among military and civilian competitors . *Mil Med* . 2006 ; 171 : 443 – 7 .

- 16 . Francescato MP , Talon T , di Prampero PE . Energy cost and energy sources in karate . Eur J Appl Physiol Occup Physiol . 1995 ; 71 : 355 – 61
- 17 . Powers SK , Howley ET . Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance , 5th ed . New York : McGraw-Hill ; 2004 .
- 18 . Kraemer WJ . Physiological adaptations to anaerobic and aerobic endurance training programs . In: Baechle TR , Earle RW (eds) Essentials of Strength Training and Conditioning , 2nd ed . Champaign, IL : Human Kinetics ; 2000 , pp. 137 – 168 .
19. Birrer RB . Trauma epidemiology in the martial arts: the results of an eighteen-year international survey . Am J Sports Med . 1996 ; 24 : S72 – 9 .
- 20 . Sanders MS , Antonio J . Strength and conditioning for submission fighting . Strength Cond J .1999 ; 21 : 42 – 5 .
- 21 . MacDougall JD , Hicks AL , MacDonald JR , et al . Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training . J Appl Physiol . 1998 ; 84 : 2138 – 42 .
- 22 . Zabukovec R , Tiidus PM . Physiological and anthropometric profile of elite kickboxers . J Strength Cond Res . 1995 ; 9 : 240 – 2 .
- 23 Klein K. The deep squat exercise as utilized in weight training for athletes and its effects on the ligaments of the knee. JAPMR. 15(1):6 – 11.1961
24. Meyers E. Effect of selected exercise variables on ligament stability and flexibility of the knee. Research Quarterly. 42(4):411 – 422. 1971.
25. Panariello R, Backus S, Parker J. The effect of the squat exercise on anterior-posterior knee translation in professional football players. American Journal of Sports Medicine. 22(6):768 – 773. 1994
26. Steiner M, Grana W, Chilag K, and Schelberg-Karnes E. The effect of exercise on anterior-posterior knee laxity. American Journal of Sports Medicine. 14(1):24 – 29. 1986.
- 27.Chandler T, Wilson G, and Stone M. The effect of the squat exercise on knee stability. Medicine and Science in Sports and Exercise. 21(3):299 –303. 1989.
- 28.Kanamori A, Woo SL, Ma CB, Zeminski J, Rudy TW, Li G, and Livesay GA. The forces in the anterior cruciate ligament and knee kinematics during a simulated pivot shift test: A human cadaveric study using robotic technology. Arthroscopy. 16(6):633 – 639. 2000.
29. Li G, Rudy TW, Sakane M, Kanamori A, Ma CB, and Woo SL. The importance of quadriceps and hamstring muscleloading on knee kinematics and in-situ forces in the ACL. Journal of Biomechanics. 32(4):395 – 400. 1999.
- 30.Sakane M, Fox RJ, Woo SL, Livesay GA, Li G, and Fu FH. In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. Journal of Orthopaedic Research. 15(2):285 – 293. 1997.

31. Li G, Zayontz S, Most E, DeFrate LE, Suggs JF, and Rubash HE. In situ forces of the anterior and posterior cruciate ligaments in high knee flexion: an in vitro investigation. *Journal of Orthopaedic Research*. 22(2):293 – 297. 2004.
32. Markolf KL, Slauterbeck JL, Armstrong KL, Shapiro MM, and Finerman GA. Effects of combined knee loadings on posterior cruciate ligament force generation. *Journal of Orthopaedic Research*. 14(4):633 – 638. 1996.
33. Li G, Zayontz S, DeFrate LE, Most E, Suggs JF, and Rubash HE. Kinematics of the knee at high flexion angles: an in vitro investigation. *Journal of Orthopaedic Research*. 27(6):699 – 706. 2004.
34. Escamilla RF. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 33:127 – 141. 2001.
35. Buchanan CI, Marsh RL. Effects of exercise on the biomechanical, biochemical and structural properties of tendons. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular and Integrative Physiology*. 133(4):1,101 – 1,107. 2002
36. Nisell R, and Ekholm J. Joint load during the parallel squat in powerlifting and force analysis of in vivo bilateral quadriceps tendon rupture. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*. 8: 63 – 70. 1986.
37. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Lander JE, Barrentine SW, Andrews JR, Bergemann BW, and Moorman CT. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 33:1,552 – 1,566. 2001.
38. Caterisano A, Moss RF, Pellingier TK, Woodruff K, Lewis VC, Booth W, and Khadra T. The effect of back squat depth on the EMG activity of 4 superficial hip and thigh muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 16(3):428 – 432. 2002
39. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Wilk KE, and Andrews JR. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 30:556 – 569. 1998
40. Signorile JF, Weber B, Roll B, Caruso J, Lowensteyn I, and Perry AC. An electromyographical comparison of the squat and knee extension exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 8:178 – 183. 1994.
41. Wilk KE, Escamilla RF, Fleisig GS, Barrentine SW, Andrews JR, and Boyd ML. A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic activity during open and closed kinetic chain exercises. *American Journal of Sports Medicine*. 24(4):518 – 527. 1996.
42. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Lander JE, Barrentine SW, Andrews JR, Bergemann BW, and Moorman CT III. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Med Sci Sports Exerc* 33: 1552–1566, 2001.
43. Toutoungi DE, Lu TW, Leardini A, Catani F, and O'Connor JJ. Cruciate ligament forces in the human knee during rehabilitation exercises. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*15: 176–187, 2000.
44. Schwanbeck S, Chilibeck PD, and Binsted GA comparison of free weight squat to Smith machine squat using electromyography. *J Strength Cond Res* 23: 2588–2591, 2009

45. Caterisano A, Moss RF, Pellingier TK, Woodruff K, Lewis VC, Booth W, and Khadra T. The effect of back squat depth on the EMG activity of 4 superficial hip and thigh muscles. *J Strength Cond Res* 16:428–432, 2002.
46. Ninos JC, Irrgang JJ, Burdett R, and Weiss JR. Electromyographic analysis of the squat performed in self-selected lower extremity neutral rotation and 30 degrees of lower extremity turn-out from the self-selected neutral position. *J Orthop Sports Phys Ther* 25: 307–315, 1997.
47. Bryanton MA, Kennedy MD, Carey JP, and Chiu LZF. Effect of squat depth and barbell load on relative muscular effort in squatting. *J Strength Cond Res* 26: 2820–2828, 2012
48. Bryanton MA, Carey JP, Kennedy MD, and Chiu LZF. Quadriceps effort during squat exercise depends on hip extensor muscle strategy. *Sports Biomech* 14: 122–138, 2015.
49. Jaberzadeh S, Yeo D, and Zoghi M. The effect of altering knee position and squat depth on VMO:VL EMG ratio during squat exercises. *Physiother Res Int* 21: 164–173, 2015.
50. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Wilk KE, and Andrews JR. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc* 30: 556–569, 1998.
51. McCaw ST and Melrose DR. Stance width and bar load effects on leg muscle activity during the parallel squat. *Med Sci Sports Exerc* 31: 428–436, 1999.
52. Signorile JF, Kacsik D, Perry A, Robertson B, Williams R, Lowensteyn I, Digel S, Caruso J, and LeBlanc WG. The effect of knee and foot position on the electromyographical activity of the superficial quadriceps. *J Orthop Sports Phys Ther* 22: 2–9, 1995.
53. Pereira GR, Leporace G, Chagas DdV, Furtado LFL, Praxedes J, and Batista LA. Influence of hip external rotation on hip adductor and rectus femoris myoelectric activity during a dynamic parallel squat. *J Strength Cond Res* 24: 2749–2754, 2010
54. Jaberzadeh S, Yeo D, and Zoghi M. The effect of altering knee position and squat depth on VMO:VL EMG ratio during squat exercises. *Physiother Res Int* 21: 164–173, 2015.
55. Paoli A, Marcolin G, and Petrone N. The effect of stance width on the electromyographical activity of eight superficial thigh muscles during back squat with different bar loads. *J Strength Cond Res* 23: 246–250, 2009.
56. Smith, M. M., Sommer, A. J., Starkoff, B. E., & Devor, S. T. (2013). Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *J Strength Cond Res*, 27(11), 3159-3172. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318289e59f>