



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΦΕΪΝΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ
ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ»**

Σταύρος Τσούμπας

Επιβλέπουσα : Βασιλική Μάλλιου, Ε.Ε.Π.

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2019

© Copyright
Σταύρος Τσούμπας
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα (Times New Roman 12 στο κέντρο)

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΦΕΪΝΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Περίληψη

Η καφεΐνη αποτελεί ένα συνηθισμένο συμπλήρωμα της καθημερινότητας του απλού ανθρώπου, καθώς και του αθλητή. Στον αθλητισμό η καφεΐνη κατατάσσεται στην κατηγορία των εργογόνων συμπληρωμάτων. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνηθεί η επίδραση της καφεΐνης, 3mg/kg σωματικού βάρους (ΣΒ), στην μέγιστη αναερόβια ισχύ (Peak Power Watt), PP/kg.ΣΒ και στον δείκτη κόπωσης % (Power drop %). Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 4 ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές (4-6 προπονήσεις ανά βδομάδα), ηλικίας $24 \pm 2,5$ χρονών, με σωματικό βάρος $75,75 \pm 7,27$ κιλά. Η αξιολόγηση έγινε με τη δοκιμασία Wingate 30 sec και με αντίσταση 7,5% ΣΒ του ασκούμενου. Πριν την δοκιμασία προηγήθηκε τρίλεπτη προθέρμανση στο κυκλοεργόμετρο στα 60 RPM και ενδιάμεσα εκτελέστηκαν 2 μέγιστες προσπάθειες για 4-8'' ώστε να συνηθίζει στον γρήγορο ρυθμό. Οι δοκιμασίες για κάθε αθλητή ήταν δύο και πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικές μέρες με απόσταση τουλάχιστον 7 ημερών. Οι δοκιμασίες ήταν τυχαιοποιημένες και διπλά τυφλές από δοκιμαζόμενους και ερευνητές. Σε κάθε επίσκεψη έγινε τυχαία χορήγηση συμπληρώματος που περιείχε ή καφεΐνη, ή placebo 60 λεπτά πριν την δοκιμασία. Η παρούσα εργασία έδειξε ότι η χορήγηση της καφεΐνης δεν είχε καμία επίδραση στη μέγιστη αναερόβια ισχύ, ούτε στην αναερόβια ικανότητα των αθλητών.

Λέξεις κλειδιά: αναερόβια ισχύ, καφεΐνη, κυκλοεργόμετρο, μέγιστη απόδοση, wingate.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	i
Πίνακας Περιεχομένων	ii
Κατάλογος Σχημάτων	iii
Κατάλογος Πινάκων	iv
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών	v
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ.1
1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....	σελ.1
1.2. Σημασία της έρευνας	σελ.2
1.3. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας	σελ.2
1.4. Διευκρίνιση όρων	σελ.2
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	σελ.3
2.1. Επίδραση της καφεΐνης στον οργανισμό.....	σελ.3
2.2. Επίδραση της καφεΐνης στον κεντρικό σύστημα	σελ.4
2.3. Επίδραση της καφεΐνης στο περιφέρεια.....	σελ.5
2.4. Διαχωρισμός αερόβιας και αναερόβιας απόδοσης.....	σελ.6
2.5. Καφεΐνη και αναερόβια απόδοση σε κυκλοεργόμετρο (wingate)	σελ.7
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	σελ.8
3.1. Συμμετέχοντες.....	σελ.8
3.2. Σχεδιασμός - Πρωτόκολλο.....	σελ.9
3.3. Στατιστική ανάλυση.....	σελ.9
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	σελ.10
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	σελ.13
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ.16
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ.17
VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	σελ.20

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1	Καφεΐνη και αθλητική απόδοση.....σελ.4
Σχήμα 2.2	Κεντρικό νευρικό σύστημα και καφεΐνη.....σελ.6
Σχήμα 4.1	Η παραγόμενη αναερόβια ισχύς για τις δυο συνθήκεςσελ.11
Σχήμα 4.2	Μέγιστη ισχύς για τις δυο καταστάσεις.....σελ.12
Σχήμα 4.3	Δείκτης κόπωσης ανά κιλό σωματικού βάρους.....σελ.12
Σχήμα 4.4	Ποσοστό δείκτης κόπωσης.....σελ.12

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1.	Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων.....σελ.10
Πίνακας 4.2.	Δείκτες αναερόβιας ικανότητας και ισχύος από την δοκιμασία Wingate...σελ.10
Πίνακας 4.3.	Παραγόμενη ισχύς στο Wingate για τις δυο συνθήκες.....σελ.10

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καφεΐνη αποτελεί μια ουσία η οποία καταναλώνεται από τα άτομα, σε καθαρή μορφή, αλλά και σε πολλά σκευάσματα στην αγορά τροφίμων και ποτών. Επίσης, μπορεί να βρεθεί σε μερικά φάρμακα, χωρίς ιατρική συνταγή, όπως είναι αναλγητικά και διουρητικά. Σε υψηλές δόσεις, η καφεΐνη είναι ένα υπό παρακολούθηση ή περιορισμένο φάρμακο. Επομένως η καφεΐνη κατατάσσεται στην κατηγορία των εργογόνων ουσιών σε περίπτωση που βρεθεί μεγάλη ποσότητα συμπεριλαμβάνεται στο ντόπινγκ (Woolf et al., 2008; Juan Del Coso et al., 2011).

Συνεπώς, είναι σημαντικό να γίνουν ξεκάθαρες οι επιδράσεις αυτής στον ανθρώπινο οργανισμό, στα πλαίσια της υγείας καθώς και το αν οι επιδράσεις αυτές μπορούν να αλλάξουν, όταν η καφεΐνη λαμβάνεται συστηματικά. Η καφεΐνη αποτελεί διεγερτικό του κεντρικού νευρικού συστήματος, έχει έντονες συνέπειες στις μεταβολικές διεργασίες και διεγείρει τη λειτουργία της καρδιάς, την κυκλοφορία του αίματος και την έκκριση επινεφρίνης. Με την έκκριση επινεφρίνης οδηγεί στην διέγερση της λιπόλυσης η οποία έχει ως αποτέλεσμα αύξηση της συγκέντρωσης των ελευθέρων λιπαρών οξέων στο αίμα. Η αυξημένη συγκέντρωση των λιπαρών οξέων οδηγεί στην εξοικονόμηση των αποθηκών γλυκογόνου του οργανισμού και συνεπώς τη βελτίωση της απόδοσης.

Η καφεΐνη στο ΚΝΣ εμφανίζεται μειωμένο αίσθημα κούρασης και πόνου ενώ ενισχύεται η διάθεση, σε επίπεδο ορμονών διεγείρει την απελευθέρωση κατεχολαμινών και αυξάνει την κορτιζόλη. Επομένως επιδρά στην μυϊκή συστολή, αυξάνει τον καρδιακό ρυθμό και την καρδιακή παροχή. Επίσης έχει διουρητική δράση μειώνοντας τους ηλεκτρολύτες και αυξάνει πνευμονικό αερισμό.

Η καφεΐνη φαίνεται να έχει συσχετιστεί και με την άσκηση, καθώς είναι γνωστή η εργογόνα δράση αυτής σε κάποιες μορφές άσκησης. (Bullent et al., 1998; Hoffman, 2010; Davis & Green, 2009; Goldstein et al., 2009; Pallares et al., 2013; Graham & Spriet., 1995)

1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Σκοπός αυτής της εργασίας λοιπόν, είναι η μελέτη της επίδρασης της καφεΐνης στην μέγιστη αναερόβια ισχύ (Peak Power Watt), PP/kg.ΣΒ και στον δείκτη κόπωσης % (Power drop %). Επιπλέον σκοπός της εργασίας, είναι ο προσδιορισμός της επίδρασης της κατανάλωσης καφεΐνης 1 ώρα πριν την άσκηση, στην μέγιστη αναερόβια απόδοση των ασκούμενων.

1.2 Σημασία της έρευνας

Η έρευνα στόχο είχε να μελετήσει την επίδραση της καφεΐνης στην μέγιστη αναερόβια ισχύ. Πολλές έρευνες, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, έχουν δείξει πως υπάρχει σημαντική επίδραση της καφεΐνης στην απόδοση ανάλογα με την δόση της καφεΐνης την ένταση και διάρκεια της άσκησης.

1.3 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας

Περιοριστικοί παράγοντες στην παρούσα εργασία είναι ότι δεν έχει γίνει αξιολόγηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, έχει χρησιμοποιηθεί μόνο μία δόση καφεΐνης, και μικρός αριθμός συμμετεχόντων. Η έρευνα είναι βασιζόμενη σε ποδοσφαιριστές ερασιτεχνικού επιπέδου προπονημένοι (4 φορές την εβδομάδα).

1.4 Διευκρίνηση όρων

PP	Μέγιστη ισχύς
PP/kg	Μέγιστη ισχύς ανά κιλό σωματικού βάρους
Average P (W)	Μέση ισχύς
AP (W/kg)	Μέση ισχύς ανά κιλό σωματικού βάρους
PD	Δείκτης κόπωσης
ΣΒ	Σωματικό βάρος
RPM	Περιστροφές το λεπτό
ΚΝΣ	Κεντρικό νευρικό σύστημα
ATP	Τριφωσφορική αδενοσίνη
SD	Standard deviation
Mean	Μέσος όρος

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Επίδραση της καφεΐνης στον οργανισμό

Η καφεΐνη αποτελεί διεγερτικό του κεντρικού νευρικού συστήματος, έχει έντονες συνέπειες στις μεταβολικές διεργασίες και διεγείρει τη λειτουργία της καρδιάς, την κυκλοφορία του αίματος και την έκκριση επινεφρίνης. Με την έκκριση επινεφρίνης οδηγεί στην διέγερση της λιπόλυσης η οποία έχει ως αποτέλεσμα αύξηση της συγκέντρωσης των ελευθέρων λιπαρών οξέων στο αίμα. Η αυξημένη συγκέντρωση των λιπαρών οξέων οδηγεί στην εξοικονόμηση των αποθηκών γλυκογόνου του οργανισμού και συνεπώς τη βελτίωση της απόδοσης. (Hoffman, 2010; Davis & Green, 2009; Goldstein et al., 2009)

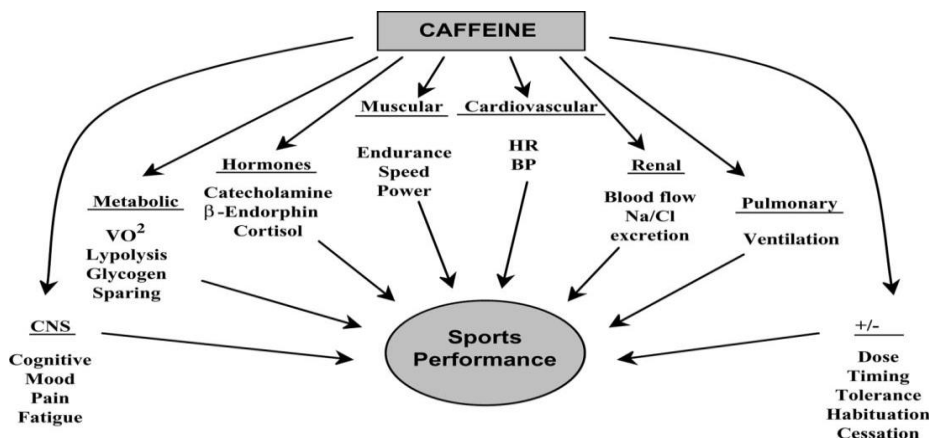
Η καφεΐνη στο κεντρικό νευρικό σύστημα εμφανίζεται μειωμένο αίσθημα κούρασης και πόνου ενώ ενισχύεται η διάθεση, ενώ σε επίπεδο ορμονών διεγείρει την απελευθέρωση κατεχολαμινών και αυξάνει την κορτιζόλη. Επομένως επιδρά στην μυϊκή συστολή, αυξάνει τον καρδιακό ρυθμό και την καρδιακή παροχή. Επίσης έχει διουρητική δράση μειώνοντας τους ηλεκτρολύτες και αυξάνει τον πνευμονικό αερισμό.

Ορισμένοι θεωρούν τον καφέ υγιεινό ρόφημα, αλλά όπως οι περισσότερες τροφές, αν υπερβεί την δόση του ανάλογου ατόμου μπορεί να έχετε παρενέργειες.

Για παράδειγμα, πολλή καφεΐνη μπορεί να φέρει πονοκέφαλο. Αυτό κυρίως συνδέεται με τη στέρηση, μερικά συμπτώματα στέρησης είναι το άγχος, η ευερεθιστότητα και η υπνηλία. Τα αγγεία στον εγκέφαλο συνηθίζουν την επίδραση της καφεΐνης, επομένως αν κάποιος σταματήσει ξαφνικά την κατανάλωση μπορεί να εμφανίσει πονοκέφαλο.

Η καφεΐνη επηρεάζει την αθλητική απόδοσή κυρίως τον αερόβιο μηχανισμό. Η παρακάτω έρευνα σε συσχέτιση με άλλες έρευνες δείχνει πως η αναερόβια επίδοση δεν επηρεάζεται από την καφεΐνη. (Bullent et al., 1998; Pallares et al., 2013; Graham & Spriet., 1995; Woolf et al., 2008; Duncan, 2014; Greer et al., 1998)

Σχήμα 2.1 Καφεΐνη και αθλητική απόδοση. (Sokmen et al., 2008)



2.2 Επίδραση της καφεΐνης στο κεντρικό σύστημα

Είναι κοινώς γνωστό ότι η καφεΐνη διεγείρει το ΚΝΣ πιο συγκεκριμένα, με τις μεσολαβούμενες επιπτώσεις μέσω ανταγωνισμού υποδοχέα της αδενοσίνης. Η αδενοσίνη είναι μια ένωση που αποτελείται από αδενίνη και ριβόζης, με την ιδιότητα της αγγειοδιαστολής. Ο μεταβολισμός της αδενοσίνης ρυθμίζεται κυρίως μέσω νουκλεοτιδίου της αδενίνης (ATP), έτσι μπορεί να ασκήσει αύξηση της συγκέντρωσης της αδενοσίνης στο σκελετικό μυ, στο κυκλοφορικό σύστημα και τον εγκέφαλο. Συγκεκριμένα, το ερέθισμα θεωρείται ότι προκαλεί απελευθέρωση αδενοσίνης από νευρώνες, όπου γίνεται αποικοδόμηση των νουκλεοτιδίων αργότερα. Η αδενοσίνη είναι ένα παρόμοιο μόριο σε δομή με την καφεΐνη, και έχει αποδειχθεί ότι ενισχύουν την αντίληψη του πόνου. Η καφεΐνη είναι εκλεκτικός αναστολέας αδενοσίνης και μπορεί εύκολα να διασχίσει το φράγμα αίματος-εγκεφάλου με απλή διάχυση και μεταφορά με μεσολάβηση φορέα λόγω της λιποφιλικής φύσης. Αυτό λοιπόν είναι η κύρια υπόθεση για το εργογόνο αποτέλεσμα της καφεΐνης στην απόδοση, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της αναερόβιας απόδοσης. Η καφεΐνη χρησιμοποιείται συνήθως σε για την παυσίπονη επίδρασή της, λόγω των αποκλεισμό υποδοχέων της αδενοσίνης, επίσης

χρησιμοποιείται συνήθως για να βοηθήσει σε πονοκεφάλους. Η καφεΐνη σε συνδυασμό με άλλα αναλγητικά φάρμακα (π.χ. παρακεταμόλη) έχει αποδειχθεί ότι ενισχύεται η ανακούφιση από τον πόνο καλύτερα από ό, τι με χορήγηση φαρμάκων. Επιπλέον, τα αναλγητικά αποτελέσματα της καφεΐνης έχουν αποδειχθεί πειραματικά ότι μειώνουν τους μυϊκούς πόνους. Επομένως, σύμφωνα με τις βασικές έννοιες πίσω από τον μηχανισμό της καφεΐνης φαίνεται να επηρεάζει την αντίληψη του πόνου.(Davis & Green, 2009; Goldstein et al., 2009; Pallares et al., 2013; Graham & Spriet., 1995; Woolf et al., 2008)

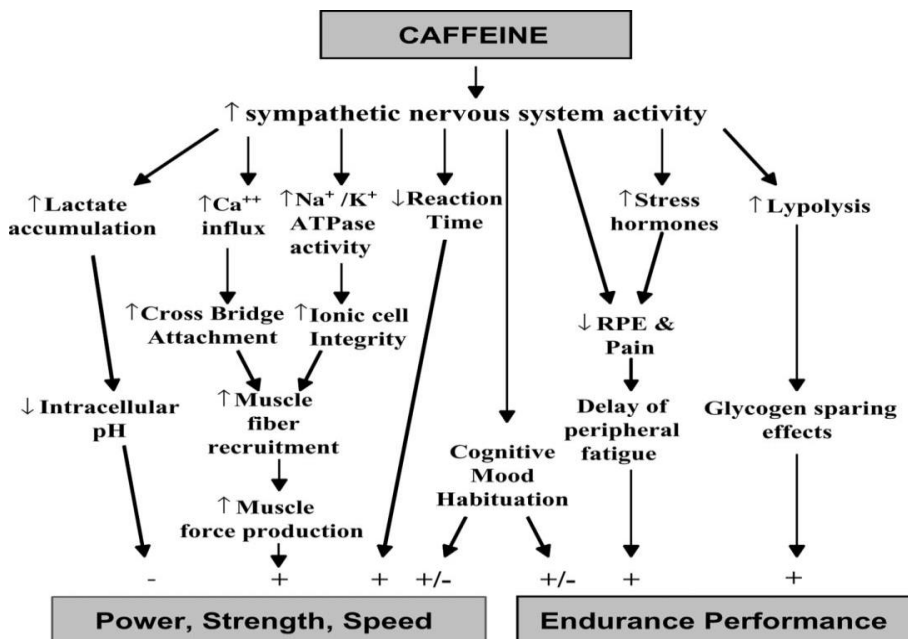
2.3 Επίδραση της καφεΐνης στη περιφέρεια

Οι πρώτοι μηχανισμοί της εργογόνο καφεΐνης στην αερόβια απόδοση προέρχεται από την ενισχυμένη οξείδωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων και την εξοικονόμηση γλυκογόνου, κατά κύριο λόγο θεωρείται ότι εμφανίζεται από μια ενισχυμένη ουσία την αδρεναλίνη (επινεφρίνη), ωστόσο φαίνεται πιθανό ότι η καφεΐνη μπορεί να λειτουργήσει ως μέσο εναλλακτικών μηχανισμών. Μελέτες που εξετάζουν την ανταπόκριση της κατεχολαμίνης στην άσκηση υψηλής έντασης έχουν δείξει αυξημένη έκκριση αδρεναλίνης με χορήγηση καφεΐνης σε σύγκριση με το εικονικό φάρμακο.(Goldstein et al., 2010) Η καφεΐνη έχει αποδειχθεί μέσω διαφόρων ερευνών πως οδηγείται στην συγκέντρωση γαλακτικού οξέως όσων αφορά την άσκηση αντοχής. Το γαλακτικό οξύ μαζί με άλλες μεταβλητές έχει αυξηθεί σε κατάσταση ηρεμίας, στις συνθήκες κατανάλωσης καφεΐνης. Η ηπατική παραγωγή γλυκόζης έχει αποδειχθεί ότι αυξάνεται δραματικά κατά την εκκίνηση υψηλής έντασης, ως αποτέλεσμα της παράλληλης αύξησης των αδρεναλίνης και νοραδρεναλίνης (νορεπινεφρίνης). Η ενισχυμένη γλυκολυτική απόδοση δεν φαίνεται να επηρεάζεται άμεσα από την καφεΐνη, αλλά έχει ένα έμμεσο αποτέλεσμα, κυρίως μέσω του ΚΝΣ. (Greer et al., 1998; Goldstein et al., 2009; Pallares et al., 2013; Graham & Spriet., 1995; Woolf et al., 2008; Del Coso et al., 2011; Bullent et al., 1998; Dracoo et al., 2011; Davis & Green, 2009)

2.4 Διαχωρισμός αερόβιας και αναερόβιας απόδοσης

Η διέγερση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος με την χρήση της καφεΐνης, δρα σε πολλαπλές μεταβολικές οδούς για την βελτίωση αντοχής. Μέχρι πρόσφατα, ο μηχανισμός για την βελτίωση απόδοσης αντοχής θεωρήθηκε ότι ήταν βελτιωμένη λυπόλυση από λιπώδη και ενδομυϊκή τριγλυκερίνη (αποθήκευση υδατανθράκων) για μεταγενέστερη χρήση κατά τη διάρκεια της άσκησης. Οι προτεινόμενοι μηχανισμοί για σχετικά μικρής διάρκειας άσκησης (10δευτερόλεπτα) βελτιώθηκε η απόδοση ισχύος παραγωγής δύναμης που προκύπτει από την αύξηση στο ενδοκυτταρικό του ασβεστίου Ca και βελτιωμένα τα στοιχεία νατρίου Na, κάλιου K και την δραστηριότητα της αντλίας ATP (Davis & Green et al., 2009). Ο μειωμένος χρόνος αντίδρασης θα μπορούσε να είναι ένας άλλος παράγοντας σε σχετικά σύντομα γεγονότα. Ωστόσο, σε επαναλαμβανόμενες περιόδους μέγιστης άσκησης που διαρκούν 15 δευτερόλεπτα έως 3 λεπτά και συνεπώς βασίζονται σε βαριά αναερόβια γλυκόλυση, η καφεΐνη έχει αποδειχθεί σαφώς ότι δεν έχει καμία επίδραση, αλλά δεν αποτελεί αρνητικό παράγοντα στην απόδοση ισχύος και σπριντ.(Duncan.,2014; Hogervorst et al, 2008; Dracoo et al., 2011; Jordan et al., 2012; Bullent et al., 1998; Collomp et al., 1991; Del Coso et al., 2011)

Σχήμα 2.2 Κεντρικό νευρικό σύστημα και καφεΐνη. (Sokmen et al., 2008)



2.5 Καφεΐνη και αναερόβια απόδοση σε κυκλοεργόμετρο (wingate)

Η δοκιμασία Wingate είναι ένα ευρέως αποδεκτό για την εκτίμηση και αξιολόγηση αναερόβιας ικανότητας. Χρησιμοποιώντας μη εξοικειωμένα με το ποδήλατο άτομα μπορεί να μην είναι το καλύτερο μοντέλο για την εκτίμηση της εργογονικής επίδρασης της καφεΐνης μέσα από το κυκλοεργόμετρο, είναι όμως ο πιο δημοφιλής και αξιόπιστος τρόπος μέτρησης ακόμα και για αρχάρια άτομα. Τρεις επαναλαμβανόμενες δοκιμές Wingate 30 δευτερολέπτων έχουν δείξει το υψηλότερο ποσοστό παραγωγής ενέργειας (ATP) από αναερόβιος μηχανισμό 60 - 84% παραγωγής (Davis & Green, 2009). Ο Greer et al., 1998 απέδειξε την επίδραση της καφεΐνης με μια μείωση στην ισχύς στην τέταρτη περίοδο Wingate σε σύγκριση με το εικονικό φάρμακο (placebo).

Η πλειοψηφία των μελετών και ερευνών αποδεικνύουν πως δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ της καφεΐνης και placebo για την μέγιστη ισχύ, μέση ισχύ και μείωση των επιδόσεων κατά μία μονάδα (Davis & Green, 2009; Greer et al., 1998; Duncan, 2014).

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Συμμετέχοντες

Στη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας συμμετείχαν 4 δοκιμαζόμενοι (N=4), ηλικίας $24 \pm 2,5$ και με σωματικό βάρος $75,75 \pm 7,27$ kg. Οι συμμετέχοντες ήταν υγιείς και προπονημένοι (έντονη προπόνηση 4-6 φορές την εβδομάδα). Η συμμετοχή ήταν εθελοντική αφού πρωτίστως είχαν ενημερωθεί για την διαδικασία (BIOETHIC με αρ. πρωτ. 1086/13/10/2018). Κατά την πρώτη επίσκεψη πραγματοποιήθηκαν ανθρωπομετρικές μετρήσεις, όπως δύναμομέτρηση των κάτω άκρων (Take Kiki Kogyo Japan), επίσης οι δοκιμαζόμενοι ζυγίστηκαν με την βοήθεια ζυγού 100 γραμμαρίων (Bilance Salus Milano).

3.2. Σχεδιασμός-πρωτόκολλο

Οι δοκιμασίες ήταν δυο, τυχαιοποιημένες, διπλά τυφλές, από δοκιμαζόμενους και ερευνητές. Έγινε τυχαία χορήγηση συμπληρώματος που περιείχε: α) σκόνη καφεΐνης σε ποσότητα 3 mg/kg σωματικού βάρους, ή β) σκόνη placebo. Η χορήγηση έγινε αμέσως μετά από τις σωματικές μετρήσεις και μια ώρα πριν την εκτέλεση της απόδοσης στο κυκλοεργόμετρο. Η κάθε δοκιμασία απείχε από την προηγούμενη τουλάχιστον 7 μέρες. Όλες οι δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν πρωινές ώρες και οι δοκιμαζόμενοι απείχαν από αλκοόλ, καφεΐνη και άλλου είδους εργογόνα συμπληρώματα τουλάχιστον 24 ώρες πριν την προγραμματισμένη δοκιμασία.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο εργοφυσιολογίας σε εσωτερικό χώρο σε σταθερή θερμοκρασία $23 \pm 3^\circ\text{C}$.

Ανεξάρτητες μεταβλητές: ηλικία, φύλο, βάρος.

Εξαρτημένες μεταβλητές (δεδομένα που μετρήθηκαν): μέγιστη αναερόβια απόδοση (Peak Power Watt), PP/kg.ΣΒ, δείκτης κόπωσης % (Power drop %), μέση ισχύς (AP).

3.3 Στατιστική ανάλυση

Για την παρουσίαση των ανθρωπομετρικών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική (μέσος όρος και τυπική απόκλιση). Στην συνέχεια για την αξιολόγηση της επίδρασης των συμπληρωμάτων στην μέγιστη αναερόβια απόδοση (Peak Power Watt), PP/kg.ΣΒ, στο δείκτη κόπωση % (Power drop %) και την μέση ισχύ (AP) σε σχέση με το placebo, σε χρονικό διάστημα 1 ώρας, χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική το paired t-test για κάθε εξαρτημένη μεταβλητή.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1. Τα αποτελέσματα από την περιγραφική στατιστική ανάλυση για την μέγιστη αναερόβια ισχύ (Peak Power Watt), PP/kg.ΣΒ και στον δείκτη κόπωσης % (Power drop %) παρουσιάζονται στο πίνακα 4.2(mean & SD). Στον πίνακα 4.3 και στο σχήμα 4.1 παρουσιάζονται τα δεδομένα ισχύος σε σχέση με τον χρόνο, κατά την διάρκεια του wingate, ανά 5sec.

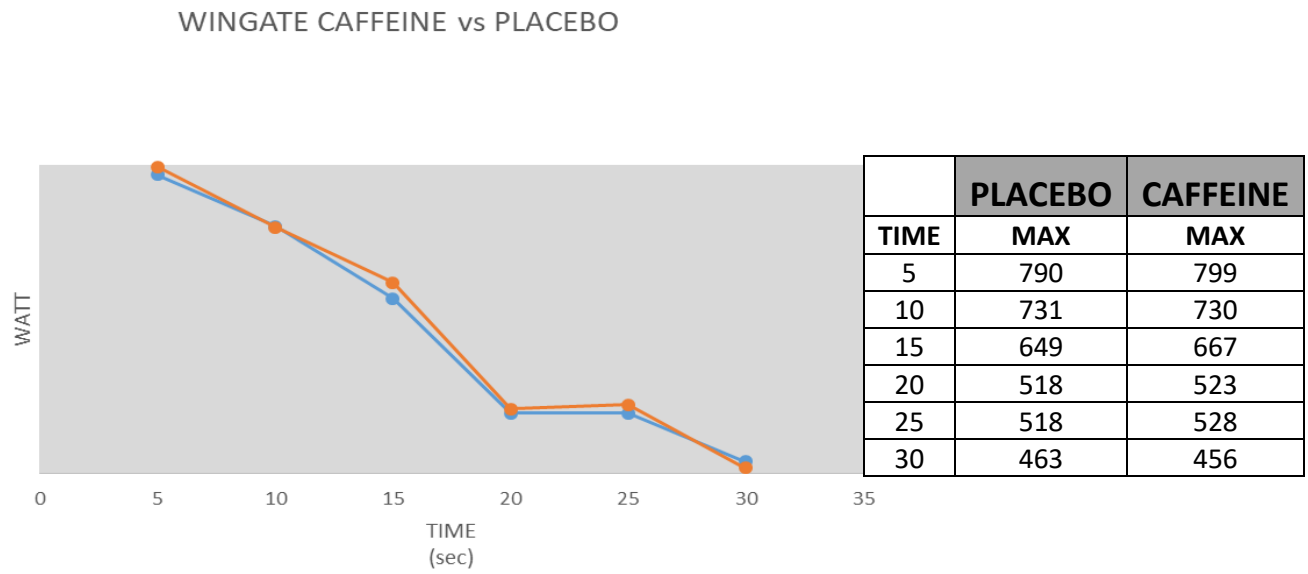
Πίνακας 4.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων (άντρες N=4)

	Mean	SD
Χρονολογική ηλικία	24	2.5
Σωματικό βάρος (kg)	75	9
Ύψος (cm)	173	4
Δυναμομέτρηση (N)	161,8	11,65

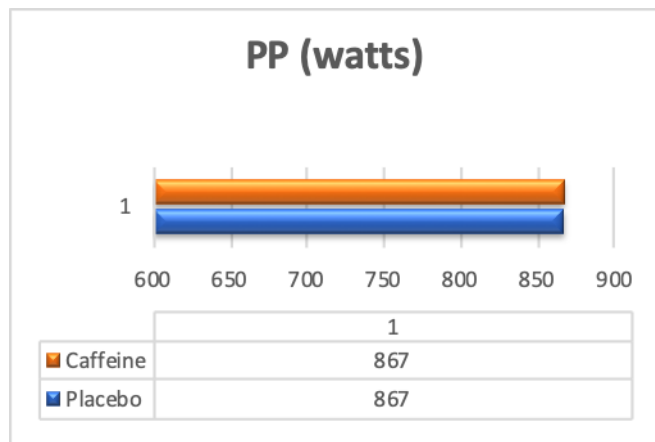
Πίνακας 4.2 Δείκτες αναερόβιας ικανότητας και ισχύος από την δοκιμασία Wingate για τις δυο συνθήκες (placebo και καφεΐνη, άντρες N=4).

	PLACEBO		CAFFEINE	
N=4	MEAN	SD	MEAN	SD
PP (W)	867	136.2	867	103.56
PP (W/kg)	11.7	1.94	12	1.09
AP (W)	641.2	62.73	648	69.72
PD (%)	51	8.9	60	14.14

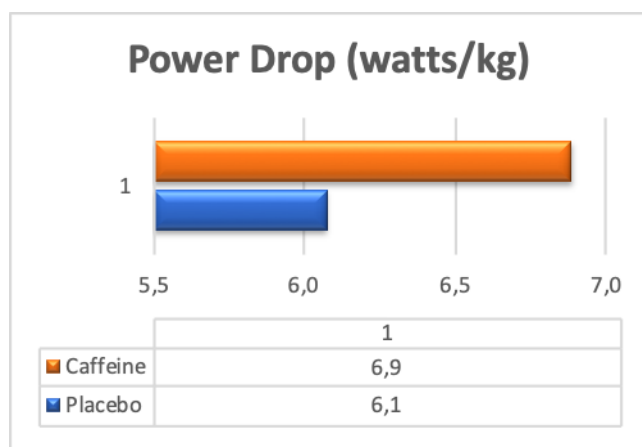
Σχήμα 4.1 : Η παραγόμενη αναερόβια ισχύς για τις δυο συνθήκες (placebo – καφεΐνη) στο χρονικό διάστημα 30sec



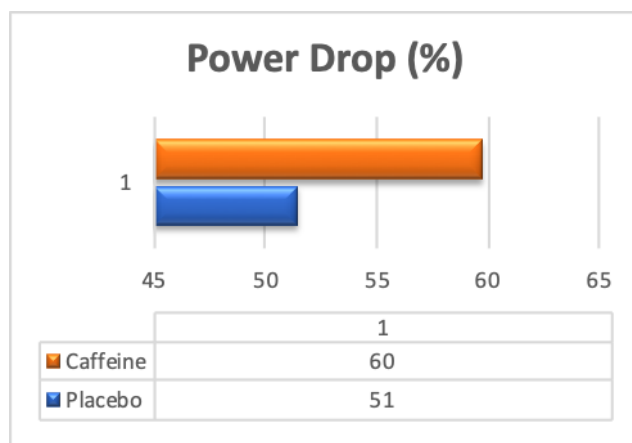
Σχήμα 4.2: Η Μέγιστη ισχύς (Peak Power) στις δυο καταστάσεις.



Σχήμα 4.3 : Δείκτης κοπώσεως ανά κιλό σωματικού βάρους (Power Drop / ΣΒ) για τις δυο καταστάσεις.



Σχήμα 4.4: Ποσοστό του δείκτη κοπώσεως (% Power Drop) για τις δυο καταστάσεις.



V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η καφεΐνη είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα και κοινωνικά αποδεκτά φάρμακα που καταναλώνονται σε όλο τον κόσμο. Καταναλώνεται όχι μόνο για πρόσδοση ενέργειας στην καθημερινότητα αλλά συνηθίζεται να καταναλώνεται από αθλητές για τη βελτίωση της απόδοσής τους. Η πρόσληψή της λαμβάνεται πολύ συχνά από τα ενεργειακά ποτά που διαφημίζονται σε αθλητικούς αγώνες.

Η επίδραση της καφεΐνης στον αερόβιο και αναερόβιο μηχανισμό

Στην μελέτη της βιβλιογραφίας διαπιστώθηκε ότι μεγάλο πλήθος ερευνών αναφέρεται στην οξείδωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων μετά τη χορήγηση της καφεΐνης, με αποτέλεσμα την καλύτερη απόδοση στον αερόβιο μηχανισμό. Αρκετές έρευνες αποδεικνύουν πως με την χορήγησή καφεΐνης δεν υπάρχει σημαντική διαφορά για την επίδοση στην αναερόβια ισχύ (Peak Power Watt) σε αντίθεση με την αερόβια εκτέλεση λόγω ενισχυμένης οξείδωσης των ελεύθερων λιπαρών οξέων και την εξοικονόμηση γλυκογόνου. Μετά την χορήγηση καφεΐνης το γαλακτικό οξύ μαζί με άλλες μεταβλητές αυξάνεται σε κατάσταση ηρεμίας (Duncan et al., 2014). Η ηπατική παραγωγή γλυκόζης έχει αποδειχθεί ότι αυξάνεται δραματικά κατά την εκκίνηση υψηλής έντασης, συνεπάγεται με την παράλληλη αύξηση της αδρεναλίνης και της νοραδρεναλίνης (νορεπινεφρίνης). Αυτές οι παράμετροι έχουν ως συνέπεια την βελτίωση του πνευμονικού αερισμού με αποτέλεσμα την βέλτιστη λειτουργία του αερόβιου μηχανισμού (Graham, 2001; Graham & Spriet, 1995; Woolf et al., 1998).

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας που εξέτασε την επίδραση μιας μέτριας δόσης καφεΐνης (3 mg / kg) σχετικά με την απόδοση της αναερόβιας άσκησης δεν μας έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές πιθανόν και λόγω της μικρής συμμετοχής ατόμων. Έτσι, αν συμπεριληφθούν περισσότεροι συμμετέχοντες, θα μπορούσαν να έχουν σημαντικά αποτελέσματα. Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα των ασκούμενων και σε συνδυασμό με την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, στην έρευνα επαληθεύεται πως με τη χορήγηση της καφεΐνης δεν υπάρχει βελτίωση στην αναερόβια ισχύ (Peak Power Watt) κατά την εκτέλεση της

κυκλοεργομέτρησης (wingate). Πιο πρόσφατα, οι Woolf et al εξέτασαν την επίδραση των 5 mg kg⁻¹ σωματικού βάρους καφεΐνης σε σύγκριση με το εικονικό φάρμακο (placebo) στην πρέσα των ποδιών, πιέσεις στήθους στον θωρακικό και στην δοκιμή Wingate σε 18 αθλητές. Ανέφεραν ότι η κατανάλωση καφεΐνης είχε ως αποτέλεσμα σημαντική αύξηση της μέγιστης ισχύος κατά τη διάρκεια της δοκιμής Wingate και μεγαλύτερο βάρος ανυψώθηκε κατά τη διάρκεια της θωρακικής πρέσας. Ωστόσο, δεν διαπιστώθηκαν διαφορές μεταξύ συνθήκες για RPE, μέγιστο καρδιακό ρυθμό, γαλακτικό πλάσμα και συγκεντρώσεις κορτιζόλης στον ορό. Οι Woolf et al., 2008 πρότεινε ότι, δεδομένων των αντιφατικών αποτελεσμάτων της παραπάνω ερευνάς, η αποτελεσματικότητα της καφεΐνης ως εργογονικής και η ενίσχυση της κατά τη διάρκεια της αναερόβιας άσκησης παραμένει αβέβαιη και απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την εξέταση της αποτελεσματικότητας της καφεΐνης στην απόδοση της αναερόβιας άσκησης.

Αρκετές θεωρητικές μελέτες αναφέρουν ότι η εργογόνος επίδραση της καφεΐνης, κατά την αναερόβια εκτέλεση, δεν είναι αξιοσημείωτη κατά γτην εκτέλεση της μέγιστης ισχύος. Επίσης, η καφεΐνη μπορεί να δράσει μέσω του κεντρικού νευρικού συστήματος για να επηρεάσει την αντίληψη του ατόμου κατά την άσκηση. (Greer et al., 1998; Duncan et al., 2014; Woolf et al., 2008; Davis & Green., 2009)

Wingate και καφεΐνη

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκαν η επίδρασης της καφεΐνης σε διπλά τυφλή χορήγηση της για τα αποτελέσματα της μέγιστης αναερόβιας ισχύος (Peak Power Watt), PP/kg.ΣΒ και για τον δείκτη κόπωσης % (Power drop %) με την δοκιμασία wingate. Η δοκιμασία Wingate είναι ένα ευρέως αποδεκτό μέτρησης ισχύος και της αναερόβιας δυναμικότητας και έχει συνήθως χρησιμοποιηθεί κατά την αξιολόγηση εργομετρικών βοηθημάτων και τις αναερόβιες επιδόσεις. Ο συνδυασμός των δυο παραμέτρων, δηλαδή της καφεΐνης και την επίδραση της κατά την εκτέλεση της κυκλοεργομέτρησης (wingate), έδωσε το ερέθισμα για την εφαρμογή και την επαλήθευση της ερευνάς, πως με την χορήγηση καφεΐνης (3mg/ΣΒ) δεν σημειώνεται βελτίωση απόδοσης στην αναερόβια ισχύ (Peak Power Watt), PP/kg.ΣΒ και στον δείκτη κόπωσης % (Power drop %).

Απαιτείται περαιτέρω έρευνα πάνω σε αυτό το θέμα, καθώς μερικές μελέτες δεν αναφέρουν καμία διαφορά στην RPE κατά την κατανάλωση καφεΐνης, ενώ κάποιες άλλες αναφέρουν τις εν λόγω διαφορές. Για παράδειγμα, οι Greer et al ανέφεραν ότι η κατανάλωση 6 mg kg⁻¹ καφεΐνης ή εικονικού φαρμάκου (placebo) δεν παρουσίασε σημαντική βελτίωση στις επιδόσεις των αθλητών. Τα ανωτέρω επηρεάζουν την αντίληψη της άσκησης, του μέγιστου καρδιακού ρυθμού ή του αριθμού των επαναλήψεων των wingate που πρόκειται να αποτύχουν. Οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι η εργογόνος επίδραση της καφεΐνης ως προς την απόδοση της άσκησης αντίστασης μπορεί να είναι περιορισμένη, όμως απαιτείται μελλοντική έρευνα.

Εν κατακλείδι η καφεΐνη, παρότι βρίσκεται στην καθημερινότητα του μέσου ανθρώπου, στον αθλητισμό κατατάσσεται στην κατηγορία των εργογονων ουσιών με σημαντική επίδραση στον αθλητή κατά την εκτέλεση της άσκησης όταν ο οργανισμός λειτουργεί στον αερόβιο μηχανισμό. Ο αναερόβιος μηχανισμός όπως μελετήθηκε με την παρούσα ερευνά, δεν επηρεάζεται απο την χορήγηση της συγκριμένης δόσης καφεΐνης και συμφωνεί με προηγούμενες έρευνες (Davis & Green, 2009; Greer et al., 1998; Duncan et al., 2014).

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα έρευνα επιβεβαιώνεται για ακόμη μια φορά πως δεν υπάρχει σημαντική επίδραση της καφεΐνης στην αναερόβια εκτέλεση. Η καφεΐνη στο ΚΝΣ εμφανίζεται μειωμένο αίσθημα κόπωσης και πόνου ενώ ενισχύεται η διάθεση, σε επίπεδο ορμονών διεγείρει την απελευθέρωση κατεχολαμινών και αυξάνει την κορτιζόλη (Duncan et al., 2014; Woolf et al., 2008; Greer et al., 1998; Hoffman., 2010). Επομένως επιδρά στην μυϊκή συστολή, αυξάνει τον καρδιακό ρυθμό και την καρδιακή παροχή. Επίσης έχει διουρητική δράση μειώνοντας τους ηλεκτρολύτες και αυξάνει πνευμονικό αερισμό. Η καφεΐνη αποτελεί διεγερτικό του κεντρικού νευρικού συστήματος, έχει έντονες συνέπειες στις μεταβολικές διεργασίες και διεγείρει τη λειτουργία της καρδιάς, την κυκλοφορία του αίματος και την έκκριση επινεφρίνης. Έχει ως συνέπεια να επηρεάζει την αθλητική απόδοσή κυρίως τον αερόβιο μηχανισμό. Η πλειοψηφία των μελετών και ερευνών σε συνδυασμό με την παρούσα, όσων αφορά τον αναερόβιο μηχανισμό, αποδεικνύουν πως δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ της καφεΐνης και placebo για τις τιμές που ζητήσαμε, δηλαδή την μέγιστη αναερόβια ισχύ (Peak Power Watt), PP/kg.ΣΒ και τον δείκτη κόπωσης % (Power drop %), κατά την εφαρμογή του κυκλοεργόμετρησης (wingate). Επαληθεύεται σε μια ακόμα έρευνα πως με την χορήγηση καφεΐνης (3mg/ΣΒ) σε σχέση με την χορήγηση placebo, δεν υπάρχει επίδραση της καφεΐνης κατά την αναερόβια εκτέλεση.

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Andre, T., Green, M., O'Neal, E., Coates, T., Gann, J., & Neal, K. (2014). Effects Of Caffeine On Repeated Upper/lower Body Wingates And Handgrip Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(29), 739. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000495712.08913.cf>
2. Bellar, D., Judge, L., Kamimori, G., & Glickman, E. (2012). The Effects of Low Dose Buccal Administered Caffeine on RPE and Pain during an Upper Body Muscle Endurance Test and Lower Body Anaerobic Test. *ICHPER-SD Journal of Research*, 7(2), 24–28.
3. Bilski, J., Jaworek, J., Pokorski, J., Nitecki, J., Nitecka, E., Pokorska, J., ... Szklarczyk, J. (2016). Effects of time of day and the wingate test on appetite perceptions, food intake and plasma levels of adipokines. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 67(5), 667–676.
4. Cheng, C. F., Hsu, W. C., Kuo, Y. H., Shih, M. T., & Lee, C. L. (2016). Caffeine ingestion improves power output decrement during 3-min all-out exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 116(9), 1693–1702. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3423-x>
5. Collomp, K., Ahmaidi, S., Chatard, J. C., Audran, M., & Préfaut, C. (1992). Benefits of caffeine ingestion on sprint performance in trained and untrained swimmers. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(4), 377–380. <https://doi.org/10.1007/BF00636227>
6. Davis, J. K., & Green, J. M. (2009). Caffeine and anaerobic performance: Ergogenic value and mechanisms of action. *Sports Medicine*, 39(10), 813–832. <https://doi.org/10.2165/11317770-000000000-00000>
7. Del Coso, J., Muñoz, G., & Muñoz-Guerra, J. (2011). Prevalence of caffeine use in elite athletes following its removal from the world anti-doping agency list of banned substances. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 36(4), 555–561. <https://doi.org/10.1139/h11-052>
8. Del Coso, J., Muñoz-Fernández, V. E., Muñoz, G., Fernández-Elías, V. E., Ortega, J. F., Hamouti, N., ... Muñoz-Guerra, J. (2012). Effects of a caffeine-containing energy drink on simulated soccer performance. *PLoS ONE*, 7(2), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031380>
9. Dragoo, K., Johnson, K., & Gonzalez, E. (2011). Effects of a Caffeine-Containing Transdermal Energy Patch on Aerobic and Anaerobic Exercise Performance. *International Journal of Exercise Science*, 4(2), 7.
10. Duncan, M. J., Clarke, N. D., Tallis, J., Guimarães-Ferreira, L., & Leddington Wright, S. (2014). The effect of caffeine ingestion on functional performance in

- older adults. *Journal of Nutrition, Health and Aging*, 18(10), 883–887.
<https://doi.org/10.1007/s12603-014-0474-8>
11. Graham, T. E. (2001). Caffeine and exercise metabolism, endurance and performance. *Sports Medicine*, 31(11), 785–807.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200131110-00002>
 12. Graham, T. E., & Spriet, L. L. (1995). Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine. *Journal of Applied Physiology*, 78(3), 867–874. <https://doi.org/10.1152/jappl.1995.78.3.867>
 13. Greer, F., McLean, C., & Graham, T. E. (1998). Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. *Journal of Applied Physiology*, 85(4), 1502–1508.
 14. Harland, B. F. (2000). Caffeine and nutrition. *Nutrition*, 16(7–8), 522–526.
[https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(00\)00369-5](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(00)00369-5)
 15. Hoffman, J. R. (2010). Caffeine and energy drinks. *Strength and Conditioning Journal*, 32(1), 15–20. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181bdafa0>
 16. Hogervorst, E., Bandelow, S., Schmitt, J., Jentjens, R., Oliveira, M., Allgrove, J., ... Gleeson, M. (2008). Caffeine improves physical and cognitive performance during exhaustive exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(10), 1841–1851. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817bb8b7>
 17. Jordan, J. B., Farley, R. S., & Caputo, J. L. (2012). Caffeine and Sprint Performance in Habitual and Caffeine Naïve Participants. *Int J Exerc Sci*, 5(1), 50–59.
 18. Mueller, E., Rado, L., Weise, M., & Cass, T. (2007). Effects of red bull on wingate testing of college aged students. *Journal of Undergraduate Kinesiology*, 2(2), 12–18. Retrieved from <http://minds.wisconsin.edu/handle/1793/23657>
 19. Pallarés, J. G., Fernández-Elías, V. E., Ortega, J. F., Muñoz, G., Muñoz-Guerra, J., & Mora-Rodríguez, R. (2013). Neuromuscular responses to incremental caffeine doses: Performance and side effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(11), 2184–2192. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31829a6672>
 20. Pereira, L. A., Curti, J. O., Camata, T. V., Gonçalves, E. M., Leite, S. T., Costa, T. G., ... Altimari, L. R. (2010). Caffeine Does not Change the Anaerobic Performance and Rate of Muscle Fatigue in Young Men and Women. *Medicina Sportiva*, 14(2), 67–72. <https://doi.org/10.2478/v10036-010-0013-6>
 21. Sokmen B., Armstrong L., Kraemer W., Casa D., Dias J., Judelson D. & Maresh C (2008). Caffeine use in sports: considerations for the athlete. *Journal of Strength and Conditioning Research* p:978-986

22. Souissi, M., Aloui, A., Chtourou, H., Aouicha, H. Ben, Atheymen, R., & Sahnoun, Z. (2015). Caffeine ingestion does not affect afternoon muscle power and fatigue during the Wingate test in elite judo players. *Biological Rhythm Research*, 46(2), 291–298. <https://doi.org/10.1080/09291016.2014.994857>
23. Souissi, N., Bessot, N., Chamari, K., Gauthier, A., Sesboüé, B., & Davenne, D. (2007). Effect of time of day on aerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. *Chronobiology International*, 24(4), 739–748. <https://doi.org/10.1080/07420520701535811>
24. Udson, G. E. M. H., Reen, J. M. A. T. T. G., & Ishop, P. H. A. B. (2008). E c a l r t p , p e , p p , 23–26.
25. Vanakoski, J., Kosunen, V., Meririnne, E., & Seppälä, T. (1998). Creatine and caffeine in anaerobic and aerobic exercise: Effects on physical performance and pharmacokinetic considerations. *International Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 36(5), 258–262.
26. Woolf, K., Bidwell, W. K., & Carlson, A. G. (2008). Woolf and Bidwell are with the The Effect of Caffeine as an Ergogenic Aid in Anaerobic Exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18, 412–429. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/bec4/3009e4dce47f8721f9ab96d2671af7d283b4.pdf>