



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



**ΘΞΕΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΩ ΑΚΡΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΜΟΧΛΟΥΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟΥ ΣΕ ΕΙΔΙΚΟΥΣ ΚΑΙ ΚΛΙΝΙΚΟΥΣ
ΠΛΗΘΥΣΜΟΥΣ**

Κουναλάκη Ελευθερία

Αριθμός Μητρώου (Α.Μ.): 0719189

Διπλωματική Εργασία στο πλαίσιο των προπτυχιακών σπουδών του Τμήματος
Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Τρίκαλα

2023

Επιβλέπων: Δρ. Θεμιστοκλής Τσαταλάς, μέλος ΕΕΠ ΤΕΦΑΑ ΠΘ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	6
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ABSTRACT.....	10
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	14
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	24
ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ.....	24
ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	24
ΟΡΓΑΝΑ – ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	26
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	26
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	28
ΣΥΖΗΤΗΣΗ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	34
ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	35
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	37
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	40

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Δρ. Θεμιστοκλή Τσαταλά (μέλος του Ειδικού Προσωπικού – ΕΕΠ του ΤΕΦΑΑ ΠΘ), όντας επιβλέποντα της προπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, για τις άοκνες προσπάθειες που κατέβαλε για την διεκπεραίωση της συγκεκριμένης έρευνας.

Ακόμα, θα ήθελα να εκφράσω την ευχαρίστησή μου στους δοκιμαζόμενους που έλαβαν μέρος στις μετρήσεις και συνέβαλαν στην επίτευξη και ολοκλήρωση της προκείμενης έρευνας.

Τέλος, θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για την αμέριστη συμπαράστασή της κατά την διάρκεια διεξαγωγής της μελέτης και γενικότερα για την στήριξή της σε κάθε μου απόφαση.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Τα μέρη ενός νευρώνα.

Εικόνα 2. Η ροή των ιόντων κατά τη διάρκεια ενός δυναμικού ηρεμίας και οι μεταβολές στη μεμβρανική διαπερατότητα.

Εικόνα 3: Επίπεδα οργάνωσης των σκελετικών μυών.

Εικόνα 4: Σύζευξη διέγερσης – συστολής και χάλασης των μυών.

Εικόνα 5: Η κυκλική αλληλεπίδραση των εγκάρσιων γεφυρών με την ακτίνη και η κατανάλωση ενέργειας ATP.

Εικόνα 6: Η ταχυδυναμική σχέση για μυϊκό ιστό.

Εικόνα 7. Τοποθέτηση ενδεικτικού εξεταζόμενου κατά την εργομετρική αξιολόγηση στο καινοτόμο σύστημα άσκησης. Κατά τη σύγκεντρη άσκηση ζητήθηκε από τους εξεταζόμενους να σπρώχνουν ταυτόχρονα τους μοχλούς, ενώ κατά την έκκεντρη άσκηση ζητήθηκε να τους αντιστέκονται με σταθερή εφαρμογή της απαιτούμενης δύναμης. Πρόσθια (α) και πλάγια (β) λήψη.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Σύγκριση (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις) της κατανάλωσης οξυγόνου μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης.

Σχήμα 2. Σύγκριση (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις) της ενεργειακής δαπάνης μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης.

Σχήμα 3. Σύγκριση (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις) της καρδιακής συχνότητας μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης.

Σχήμα 4. Σύγκριση (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις) του γαλακτικού οξέος στο αίμα μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης.

Σχήμα 5. Σύγκριση (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις) του αναπνευστικού πηλίκου μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο πρόγραμμα άσκησης.

Σχήμα 6. Σύγκριση (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις) της υποκειμενικής κόπωσης των εξεταζόμενων πριν και μετά το πέρας 10, 20 και 30 επαναλήψεων μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Μέσος όρος (MEAN) και Τυπικές Αποκλίσεις (STANDARD DEVIATION, SD) στα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων.

Πίνακας 2. Ενδεικτικό πρόγραμμα ολοκλήρωσης των συνεδριών της έρευνας.

Πίνακας 3. Περιγραφική στατιστική (μέσοι όροι, MO και τυπικές αποκλίσεις, TA) και αποτελέσματα του τεστ Shapiro-Wilks στα ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν αναφορικά με το βαθμό ικανοποίησής της λειτουργικότητας και χρηστικότητας της έκκεντρης και σύγκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης.

Πίνακας 4. Περιγραφική στατιστική (μέσοι όροι, MO και τυπικές αποκλίσεις, TA) και αποτελέσματα του τεστ Shapiro-Wilks στις απαντήσεις του κάθε εξεταζόμενου στα ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν αναφορικά με το βαθμό ικανοποίησής της λειτουργικότητας και χρηστικότητας της έκκεντρης και σύγκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Μέσος Όρος: ΜΟ

Standard Deviation: SD

Τυπικές Αποκλίσεις: ΤΑ

Δείκτη Μάζας Σώματος: ΔΜΣ

Μέγιστη σύγκεντρη μυϊκή συστολή: Peak_{con}

Μέγιστη έκκεντρη μυϊκή συστολή: Peak_{ecc}

Νάτριο: Na⁺

Κάλιο: K⁺

Ασβέστιο: Ca²⁺

Τριφωσφορική Αδενοσίνη: ATP

Ελαστικό Στοιχείο σε Σειρά: ΕΣΣ

Spinal Cord Injured: SCI

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κουναλάκη Ελευθερία: Οξεία επίδραση της άσκησης των άνω άκρων με χρήση πρωτότυπου συστήματος με μοχλούς προσαρμοσμένου σε ειδικούς και κλινικούς πληθυσμούς.

(Με την επίβλεψη του Δρ. Θεμιστοκλή Τσαταλά, μέλος ΕΕΠ ΤΕΦΑΑ ΠΘ)

Η φυσική δραστηριότητα έχει αναγνωριστεί ευρέως για τα οφέλη της στη σωματική υγεία και την ψυχολογική ευεξία. Βελτιώνει τη λειτουργική ανεξαρτησία και την κοινωνική συμμετοχή, μειώνοντας τον κίνδυνο ανάπτυξης δευτερογενών παθήσεων. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα άτομα που χρησιμοποιούν αναπηρικά αμαξίδια, καθώς εξαρτώνται κυρίως από τα άνω άκρα για να ασκηθούν. Η έλλειψη φυσικής δραστηριότητας σε αυτήν την πληθυσμιακή ομάδα οδηγεί σε σταδιακή μείωση της λειτουργικής ικανότητας και της ποιότητας ζωής τους και παράλληλα επιβαρύνει οικονομικά το σύστημα υγείας (Ferdiana et al., 2014; Miller & Herbert, 2016; Smith et al., 2016; Van Korpenhagen et al., 2014). Σκοπός της παρούσας έρευνας, ήταν η μελέτη επιλεγμένων φυσιολογικών και εμβιομηχανικών παραμέτρων, αξιολογώντας τις διαφορές μεταξύ έκκεντρης (eccentric) και σύγκεντρης (concentric) μυϊκής δράσης χρησιμοποιώντας ένα καινοτόμο σύστημα άσκησης με μοχλούς, που λειτουργεί ισοκινητικά και ο ασκούμενος μπορεί να το χρησιμοποιήσει ως μέθοδο εκγύμνασης αλλά και αξιολόγησης της φυσικής του κατάστασης. Στην έρευνα αξιολογήθηκαν 11 υγιείς ενήλικες άντρες [Ηλικίας 21.1 ± 1.7 έτη, Ύψους 180.9 ± 4.7 cm, Βάρους 77.7 ± 3.6 kg], με εμπειρία σε προπόνηση αντιστάσεων άνω άκρων, με τον κάθε ένα από αυτούς να λαμβάνει μέρος σε 3 συνεδρίες. Η 1^η συνεδρία είχε σκοπό την εξοικείωση και τον υπολογισμό της μέγιστης βουλητικής έκκεντρης ($Peak_{ecc}$) και σύγκεντρης ($Peak_{con}$) δύναμης των εξεταζόμενων. Στην 2^η συνεδρία οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν 30 επαναλήψεις υπομέγιστης έκκεντρης άσκησης στο σύστημα FIT-WHEEL, με ένταση 30% της $Peak_{ecc}$ και στην 3^η συνεδρία, πραγματοποιήθηκε το ίδιο πρωτόκολλο, αλλά με σύγκεντρη μυϊκή λειτουργία. Για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό IBM SPSS Statistics Software (version 26). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν σε όλες τις εξεταζόμενες φυσιολογικές παραμέτρους (μηχανικό έργο, κατανάλωση οξυγόνου, ενεργειακή δαπάνη, καρδιακή συχνότητα, γαλακτικό οξύ στο αίμα), μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης,

πέραν του αναπνευστικού πηλίκου. Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η έκκεντρη μέθοδος εκγύμνασης είναι πιο αποδοτική και ενεργειακά οικονομικότερη από τον σύγκεντρο, αφού παράγει περισσότερο μηχανικό έργο με λιγότερη ενεργειακή δαπάνη.

Λέξεις κλειδιά: αναπηρικό αμαξίδιο, φυσική κατάσταση, περιορισμένη κινητικότητα, εμβιομηχανική, άσκηση με μοχλούς, άνω άκρα, σύγκεντρο μυϊκή δράση, έκκεντρο μυϊκή δράση.

ABSTRACT

Kounalaki Eleftheria: The effects of eccentric and concentric exercise on a prototype upper extremities lever-driven exercise system for clinical populations.

(Under the supervision of Dr. Themistoklis Tsatalas, Teaching Faculty at DPESS, University of Thessaly)

Physical activity is widely recognised for its benefits to physical health and psychological well-being. It improves functional independence and social participation, reducing the risk of developing secondary conditions. This is particularly true for people who use wheelchairs, as they depend mainly on their upper limbs for exercise. The lack of exercise in this group leads to gradual physical impairment, reduced functional capacity and a significant economic burden (Ferdiana et al., 2014; Miller & Herbert, 2016; Smith et al., 2016; Van Koppenhagen et al., 2014). The aim of the present study was to evaluate various physiological and biomechanical parameters by assessing the differences between eccentric and concentric muscle contractions using an innovative lever exercise system that works isokinetically and can be used as a training modality or for strength and condition evaluation. The study examined 11 healthy adult males [Age 21.1 ± 1.7 years, Height 180.9 ± 4.7 cm, Weight 77.7 ± 3.6 kg], experienced in upper limb resistance training, with each of them taking part in 3 sessions. The 1st session was aimed at familiarizing and calculating the maximum eccentric (Peakecc) and concentric (Peakcon) upper limbs force of the subjects. In the 2nd session, subjects performed 30 repetitions of submaximal eccentric exercise on the FIT-WHEEL, at 30% of Peakecc intensity, and in the 3rd session, the same protocol was performed, but with concentric muscle actions. The IBM SPSS Statistics Software (version 26) was used for statistical analysis of the results. Statistically significant differences were found in all physiological and biomechanical parameters tested (mechanical work, oxygen consumption, energy expenditure, heart rate, blood lactic acid), between concentric and eccentric exercise, except for the respiratory quotient. More specifically, the results showed that the eccentric exercise

method is more efficient and energy-efficient than the concentric one, since it produces more mechanical work with less energy expenditure.

Key words: wheelchair, fitness, limited mobility, biomechanics, lever exercise, upper limbs, concentric muscle actions, eccentric muscle actions.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι η φυσική δραστηριότητα έχει ευεργετικές επιδράσεις στη σωματική υγεία και την ψυχολογική ευεξία. Αυξάνει τη λειτουργική ανεξαρτησία και την κοινωνική συμμετοχή, μειώνοντας τον κίνδυνο εμφάνισης δευτερογενών παθήσεων υγείας. Αποτέλεσμα αυτού είναι και η βελτίωση της ποιότητας ζωής όλων των ανθρώπων αλλά κυρίως εκείνων που χρησιμοποιούν αναπηρικά αμαξίδια (Selph et al., 2021; Smith et al., 2016; Valent et al., 2007). Αυτή η ομάδα του πληθυσμού εξαρτάται κυρίως από τα άνω άκρα για την άσκηση, και η αποτυχία αυτής της άσκησης οδηγεί σταδιακά σε σωματική αποδυνάμωση και μείωση της λειτουργικής ικανότητας καθώς και σημαντική οικονομική επιβάρυνση για το σύστημα υγείας (Miller & Herbert, 2016; Selph et al., 2021; Van Korpenhagen et al., 2014). Τα άτομα που χρησιμοποιούν αναπηρικά αμαξίδια δεν εμπλέκονται σε ευρεία σωματική δραστηριότητα με αποτέλεσμα να έχουν χαμηλότερη φυσική κατάσταση σε σύγκριση με τον γενικό πληθυσμό (Martin Ginis et al., 2010; Miller & Herbert, 2016; Selph et al., 2021). Έχει αναφερθεί ότι περίπου το ήμισυ των ασθενών με παράλυση του νωτιαίου μυελού που χρησιμοποιούν αναπηρικά αμαξίδια δεν ασκούνται καθόλου, ενώ το 15% συμμετέχει σε σωματική δραστηριότητα που δεν φτάνει το απαραίτητο όριο ώστε να προκληθούν οφέλη στην υγεία (Miller et al., 2004)

Ωστόσο, υπάρχει αρκετά μεγάλη ασάφεια για την επιβάρυνση που δέχονται τα άνω άκρα με την χρήση των αναπηρικών αμαξιδίων, όπως επίσης και για τον τρόπο και είδος εκγύμνασης των συγκεκριμένων ατόμων, ώστε να μην υπάρχει επιπλέον επιβάρυνση των άνω άκρων μέσα από αυτή. Για αυτό, στη συγκεκριμένη έρευνα επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί το καινοτόμο σύστημα άσκησης με μοχλούς FIT-WHEEL (Tsatalas et al., 2021), καθώς είναι πιο λειτουργικό συγκριτικά με τη συμβατική μορφή αναπηρικού αμαξιδίου, αφού συνδυάζει ταυτόχρονα όλα τα είδη μυϊκής δράσης (έκκεντρη, σύγκεντρη, ισομετρική) των άνω άκρων και την χρήση μοχλών, η οποία τεκμηριωμένα, επιβαρύνει λιγότερο τα άνω άκρα (Flemmer & Flemmer, 2016; Skendraoui et al., 2019), κάτι το οποίο καθιστά την άσκηση πιο προσιτή στα συγκεκριμένα άτομα. Ένα ακόμα θετικό χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου συστήματος είναι ότι προσομοιάζεται στην καθημερινή μετακίνηση των χρηστών, ενώ ταυτόχρονα προσαρμόζεται στις ιδιαίτερες ανάγκες του εκάστοτε

χρήστη και βασίζεται στην εξατομικευμένη υποστήριξη ασθενών με χρόνιες παθήσεις και περιορισμένη κινητικότητα των κάτω άκρων.

Σκοπός λοιπόν της προκείμενης έρευνας, ήταν η συλλογή, επεξεργασία και αξιολόγηση διαφόρων φυσιολογικών και εμβιομηχανικών παραμέτρων, όπως για παράδειγμα, η αναλογία κατανάλωσης ενέργειας και έργου, η εύρεση τυχόν ανισοροπιών μυϊκών ομάδων και ο έλεγχος της πορείας δεικτών φυσικής κατάστασης και υγείας των δοκιμαζόμενων, αξιολογώντας τις διαφορές μεταξύ έκκεντρης και σύγκεντρης λειτουργίας κατά την άσκηση με το καινοτόμο σύστημα άσκησης με μοχλούς FIT-WHEEL. Τέλος, η συγκεκριμένη έρευνα, έχει ως στόχο να αποτελέσει το πρώτο βήμα για την εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος άσκησης σε άλλες πληθυσμιακές ομάδες, όπως κλινικούς και ειδικούς πληθυσμούς.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Α] Ο ΝΕΥΡΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Οι νευρώνες είναι υπεύθυνοι για την γρήγορη μετάδοση ηλεκτρικών σημάτων στο σώμα μας, εκκρίνοντας μικρούς χημικούς αγγελιοφόρους (νευροδιαβιβαστές), οι οποίοι με την σειρά τους δρουν σε συγκεκριμένα κύτταρα-στόχους, εξασφαλίζοντας έτσι την νευρική επικοινωνία (neural Communication). Ακόμα, το νευρικό σύστημα έχει την δυνατότητα να προσαρμόζεται σε αλλαγές, ρυθμίζοντας έτσι τις λειτουργίες κάποιων εξωκρινών αδένων και μυών του σώματος (Sherwood, 2016). Οι μετάδοση σημάτων από το νευρικό σύστημα στους μύες, προηγείται πάντα της μυϊκής συστολής για την εκτέλεση κινήσεων, οι οποίες μπορεί να είναι είτε εκούσιες, είτε ακούσιες και αντανακλαστικές. Στις πρώτες, το αρχικό σήμα ξεκινάει από τον κινητικό φλοιό (περιοχή του εγκεφάλου), ενώ στις δεύτερες, τις αποφάσεις τις παίρνει ο νωτιαίος μυελός ως άμεση ανταπόκριση στις πληροφορίες από το εξωτερικό περιβάλλον (Mougiou, 2008).

Οι νευρώνες, δηλαδή τα κύτταρα του νευρικού ιστού, αποτελούνται από το σώμα, τους δενδρίτες, τον νευράξονα και τις νευρικές απολήξεις. Τον νευράξονα περιβάλλει μία αδρανής, λιποειδής ουσία που ονομάζεται μυελίνη και αποτελεί το «μονωτικό» υλικό του, επιταχύνοντας την διάδοση των νευρικών ώσεων, ελαχιστοποιώντας την επίδραση στους γειτονικούς άξονες και εξοικονομώντας ενέργεια (Mougiou, 2008). Εκφυλισμός της μυελίνης μπορεί να προκαλέσει μη αναστρέψιμες βλάβες στον οργανισμό, όπως Πολλαπλή Σκλήρυνση. Ο νευρικός, όπως και ο μυϊκός ιστός, είναι διεγέρσιμοι ιστοί (excitable tissues), καθώς έπειτα από κατάλληλο ερεθισμό, μπορούν να επηρεάσουν το δυναμικό ηρεμίας της μεμβράνης, παράγοντας ηλεκτρικά σήματα (Sherwood, 2016). Η μετάδοση των νευρικών σημάτων μέσα σε κάθε νευρώνα γίνεται ηλεκτρικά μέσω της αντλίας $\text{Na}^+\text{-K}^+$, η οποία για να λειτουργήσει πρέπει να φωσφορυλιωθεί. Από την άλλη, η μετάδοση από τον ένα νευρώνα στον άλλο ή από ένα κινητικό νευρώνα στον μυ γίνεται χημικά, μέσω των νευροδιαβιβαστών, οι οποίοι αφού συντεθούν στους νευρώνες, αποθηκεύονται σε συναπτικά κυστίδια μέσα στις τελικές διακλαδώσεις, από όπου απελευθερώνονται με την εισροή ιόντων ασβεστίου στο κυτταρόπλασμα (Mougiou, 2008)

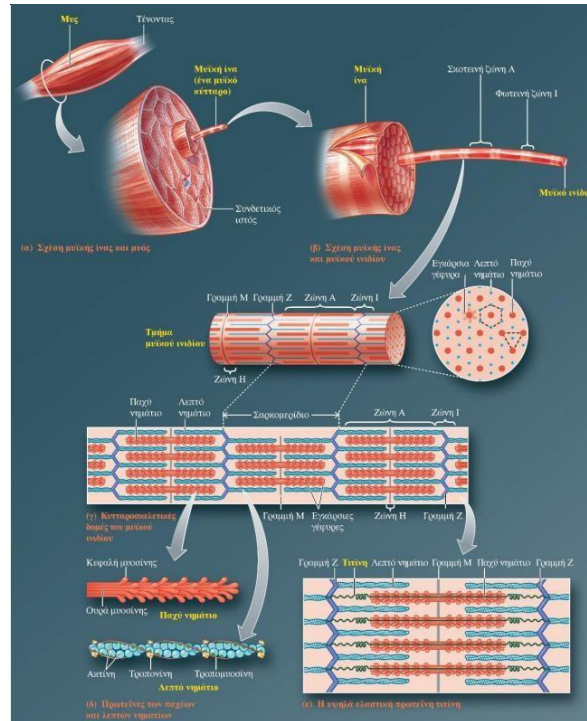
Μία Κινητική Μονάδα αποτελείται από μυϊκά κύτταρα και τον κινητικό νευρώνα τους, τα οποία ενώνονται με νευρομυϊκές συνδέσεις. Οι μύες έχουν την δυνατότητα να συσταλούν χάρη στον υποδοχέα ακετυλοχολίνης, ο οποίος βρίσκεται στην κυτταροπλασματική μεμβράνη των μυϊκών κυττάρων και μπορεί να δεσμευτεί με την ακετυλοχολίνη σε δύο θέσεις δημιουργώντας πόρους, από όπου K^+ μετακινείται από το κυτταρόπλασμα προς το εξωκυττάριο υγρό και Na^+ αντίστροφα, με αποτέλεσμα η μεμβράνη του μυϊκού κυττάρου να εκπολώνεται (Mougiος, 2008). Τα δυναμικά ενέργειας έχουν μία ιδιότητα που ονομάζεται “νόμος του «όλα ή τίποτα»”, δηλαδή μία μεμβράνη που έχει διεγερθεί είτε θα αντιδράσει σε ένα έναυσμα, είτε δεν θα αντιδράσει καθόλου (Sherwood, 2016).

Β) ΜΥΪΚΗ ΣΥΣΤΟΛΗ

Η μεγαλύτερη ομάδα ιστών στο σώμα μας είναι οι μύες, με τους σκελετικούς να αποτελούν το 32%-40% του σωματικού βάρους γυναικών και αντρών αντίστοιχα, ενώ τους λείους μυς και τον καρδιακό μυ να αποτελούν το 10%. Οι μύες διακρίνονται σε γραμμωτούς και μη γραμμωτούς και ταξινομούνται σε εκούσιους και ακούσιους. Οι μύες που νευρώνονται από το αυτόνομο νευρικό σύστημα είναι οι ακούσιοι και δεν υπόκεινται σε εκούσιο έλεγχο, ενώ οι μύες που νευρώνονται από το σωματικό νευρικό σύστημα είναι οι εκούσιοι και ελέγχονται ηθελήμενα (Sherwood, 2016).

Ένα μυϊκό κύτταρο αλλιώς ονομάζεται μυϊκή ίνα εξαιτίας της εμφάνισης του και είναι πολυπύρηνο, με τους πυρήνες να βρίσκονται κάτω από την κυτταροπλασματική μεμβράνη. Όπως βλέπουμε στην «*Εικόνα 3*» το τμήμα ενός μυοϊνιδίου μεταξύ δύο γραμμών Z ονομάζεται σαρκομέριο, με το κάθε ένα από αυτά να περιέχει δύο είδη νηματίων (παχιά και λεπτά). Τα νημάτια αποτελούνται κυρίως από τις πρωτεΐνες μυοσίνη (παχιά νημάτια), ακτίνη, τροπομυοσίνη και τροπονίνη (λεπτά νημάτια). Κάθε λεπτό νημάτιο περιβάλλεται από τρία παχιά, και αντίστοιχα, κάθε παχύ νημάτιο περιβάλλεται από έξι λεπτά (*Εικόνα 3*), τα οποία αλληλεπιδρούν μέσω εγκάρσιων γεφυρών, που είναι μέρος των μορίων μυοσίνης και έχουν αντίθετες κατευθύνσεις στα δύο μισά του σαρκομερίου. Σύμφωνα με το μοντέλο των συρόμενων νηματίων, παρόλο που το σαρκομέριο συστέλλεται, τα μήκη των λεπτών και παχέων νηματίων

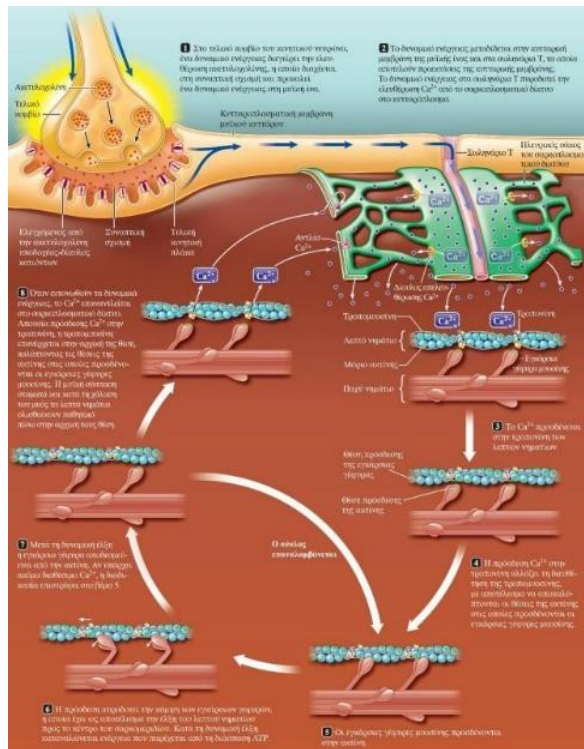
δεν μεταβάλλονται, αλλά μεγαλώνει η αλληλοεπικάλυψη τους, μέσω της ενεργητικής μετακίνησης των παχίων νηματίων κατά μήκος των λεπτών (Mougiou, 2008).



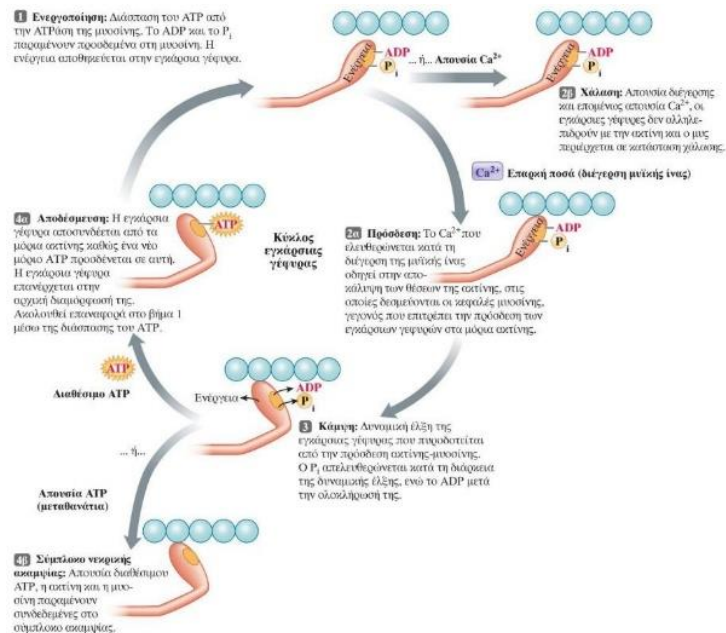
Εικόνα 3: Επίπεδα οργάνωσης των σκελετικών μυών.

Η ζεύξη διέγερσης – σύζευξης ξεκινάει από τη νευρική διέγερση και συνεχίζει με την διάδοση του σήματος από την επιφάνεια στο εσωτερικό της μυϊκής ίνας. Αυτό μπορεί να συμβεί λόγω του σαρκοπλασματικού δικτύου, το οποίο αποτελεί μία δεξαμενή Ca²⁺ που χρησιμοποιείται όταν υπάρχει νευρική διέγερση. Η τροπονίνη και τροπομοσίνη βρίσκονται συνδεδεμένες στα λεπτά νηματία της ακτίνης, με την πρώτη να είναι συνδεδεμένη στην δεύτερη. Τα ιόντα Ca²⁺ που απελευθερώνονται από το σαρκοπλασματικού δίκτυο, ενώνονται με την τροπονίνη μετατοπίζοντας με αυτό τον τρόπο την τροπομοσίνη. Έτσι, δημιουργείται η γέφυρα μυοσίνης – ακτίνης, δηλαδή η πρόσδεση των παχίων νηματίων της μυοσίνης με τα αντίστοιχα λεπτά νηματία της ακτίνης. Αυτό προκαλεί μόνο μία μικρή μετατόπιση της ακτίνης πάνω στην μυοσίνη. Έτσι, για να υπάρξει σύσπαση χρειάζεται επανάληψη της δημιουργίας του παραπάνω δεσμού. Ωστόσο, για την πραγματοποίηση αυτής της συνεχής

σύνδεσης και απομάκρυνσης απαιτείται ενέργεια ATP (Enoka, RM., 2015; Mina, M. A., 2020).



Εικόνα 4: Σύζευξη διέγερσης – συστολής και χάλασης των μυών.



Εικόνα 5: Η κυκλική αλληλεπίδραση των εγκάρσιων γεφυρών με την ακτίνη και η κατανάλωση ενέργειας ATP.

Γ] ΕΙΔΗ ΜΥΙΚΗΣ ΣΥΣΤΟΛΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ

Κατά την ανάπτυξη τάσης, το μήκος του μυός μεταβάλλεται (σύγκεντρη και έκκεντρη μυϊκή συστολή) ή διατηρείται σταθερό (ισομετρική μυϊκή συστολή). Κατά την σύγκεντρη, ή αλλιώς μειομετρική μυϊκή συστολή, ο μυς βραχύνεται. Μία μυϊκή ίνα έχει την ικανότητα να βραχυνθεί περίπου στο μισό συγκριτικά με το φυσιολογικό μήκος που έχει στην ηρεμία της, προκαλώντας μία μεταβολή στη γωνία της άρθρωσης, κάτι που συμβαίνει όταν η ροπή αντίστασης στην άρθρωση είναι μικρότερη από την μυϊκή τάση που παράγει η ροπή στρέψης. Έτσι, η συνολική ροπή στρέψης και η κίνηση που προκαλείται στην άρθρωση βρίσκονται προς την ίδια κατεύθυνση. Στην έκκεντρη, ή αλλιώς πλειομετρική μυϊκή συστολή, ο μυς επιμηκύνεται, με την ροπή αντίστασης στην άρθρωση να είναι μεγαλύτερη από την μυϊκή τάση που παράγει η ροπή στρέψης και την συνολική μυϊκή ροπή να έχει αντίθετη κατεύθυνση κίνησης. Ακόμα, η έκκεντρη κίνηση λειτουργεί ως αντισταθμιστικός παράγοντας της βαρύτητας και είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο της ταχύτητας κίνησης. Τέλος, στην ισομετρική μυϊκή συστολή το μήκος του μυός παραμένει σταθερό αλλά αυξάνεται η διάμετρός του, με την ροπή στρέψης που παράγεται από τον μυ και την ροπή αντίστασης στην άρθρωση να είναι ίση (Hall, 2005). Η απόδοση σε δυναμικές αθλητικές δραστηριότητες, ωστόσο, δεν έχει παρατηρηθεί να βελτιώνεται μέσω της ισομετρικής προπόνησης σε συγκεκριμένη αρθρική γωνία (Fleck & Kraemer, 2006).

Ένας από τους τρόπους εκγύμνασης είναι η ισοκινητική συστολή, κατά την οποία η άσκηση γίνεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα. Η ιδανική ταχύτητα της ισοκινητικής προπόνησης εξαρτάται από την ταχύτητα που υποβάλλεται ατομικά ο κάθε ασκούμενος στην καθημερινότητά του, ή/και ανάλογα με τις απαιτήσεις του αθλήματός του, εκεί όπου εμφανίζεται η μέγιστη αύξηση της μυϊκής δύναμης. Ωστόσο, έρευνες έχουν δείξει ότι για την μεγαλύτερη δυνατή αύξηση της μέσης τιμής της μυϊκής ισχύος, η ιδανική ταχύτητα είναι μία μέση ταχύτητα κίνησης, περίπου 179°/sec. Όταν, όμως, στόχος είναι η αύξηση της μυϊκής δύναμης, οι επιθυμητές ταχύτητες πρέπει να κυμαίνονται από 180°/sec έως 240°/sec, ενώ όταν θέλουμε να αναπτύξουμε την μέγιστη μυϊκή δύναμη, η ιδανική ταχύτητα είναι εκείνη που θέλουμε να αναπτυχθεί η μέγιστη δύναμη. Ακόμα, η πιθανότητα τραυματισμού με

ισοκινητικές συστολές είναι μηδαμινές και προκαλούν ελάχιστον μυϊκό πόνο (Fleck & Kraemer, 2006).

Οι σύγκεντρες συστολές σε συνδυασμό με την ισοκινητική προπόνηση μπορεί να προκαλέσει σημαντική αύξηση της εγκάρσιας επιφάνειας των μυϊκών ινών, του μυός και της μυϊκής δύναμης, με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η άλιπη σωματική μάζα. Από την άλλη, η έκκεντρη προπόνηση εκτός από την βελτίωση της μυϊκής δύναμης, μπορεί να βελτιώσει και την κινητική απόδοση. Παρόλα αυτά, μέσα από την έκκεντρη άσκηση το σαρκοπλασματικό δίκτυο διατείνεται, επιβραδύνοντας την πρόσληψη ασβεστίου. Έτσι, ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος είναι πιο συχνός και έντονος μετά από πλειομετρική προπόνηση συγκριτικά με οποιοδήποτε άλλο είδος προπόνησης. Αυτό πιθανόν να συμβαίνει, ακόμα, επειδή κατά την έκκεντρη μυϊκή συστολή χρησιμοποιούνται και επιβαρύνονται λιγότερες μυϊκές ίνες, άρα οι πιθανότητες να καταστραφούν τα μυϊκά κύτταρα είναι μεγαλύτερες. Ακόμα, κατά την πλειομετρική άσκηση συστέλλονται περισσότερες μυϊκές ίνες τύπου II, οι οποίες είναι πιο ευαίσθητες σε τραυματισμούς. Συμπερασματικά, η έκκεντρη άσκηση είναι πιθανότερο να προκαλέσει πιο έντονο πόνο συγκριτικά με την σύγκεντρη. Υπάρχουν αρκετά στοιχεία που μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η μειομετρική προπόνηση μπορεί να επιφέρει σημαντική αύξηση και στα δύο είδη ισοκινητικής ροπής, κάτι που με την πλειομετρική προπόνηση δεν συμβαίνει. Αυτό αντικρούει στο γεγονός ότι προπόνηση με μόνο έκκεντρη συστολή, αυξάνει πολύ περισσότερο την εγκάρσια επιφάνεια των μυών συγκριτικά με την αποκλειστικά ισοκινητική σύγκεντρη προπόνηση. Ωστόσο, παρόλο που έρευνες έχουν δείξει ότι η πλειομετρική προπόνηση προκαλεί μεγαλύτερη αύξηση της περιφέρειας των άνω άκρων, τα αποτελέσματα δεν διαφέρουν πολύ από εκείνα της μειομετρικής προπόνησης. Παρόμοια αποτελέσματα λαμβάνουμε όταν θέλουμε να συγκρίνουμε δυναμική προπόνηση με σταθερή εξωτερική αντίσταση χρησιμοποιώντας μόνο μειομετρικές ή πλειομετρικές συστολές, καθώς δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές ως προς το αποτέλεσμα που προκύπτει προπονητικά. Τέλος, έχει παρατηρηθεί ότι η ισοκινητική προπόνηση φέρει σημαντικότερα αποτελέσματα στην ανάπτυξη της ισοκινητικής ροπής, στην κινητική απόδοση και στην βελτίωση της αθλητικής απόδοσης συγκριτικά με την ισομετρική προπόνηση (Fleck & Kraemer, 2006).

Δ] Ταχυδυναμική σχέση

Η μέγιστη ισχύς που μπορεί να αναπτύξει ένας μυς καθορίζεται από την ταχύτητα με την οποία συσπάται ή επιμηκύνεται. Ωστόσο, σύμφωνα με την ταχυδυναμική σχέση, είναι πιθανό μία μεγάλη αντίσταση να κινηθεί με γρήγορη ταχύτητα, όπως και μία ελαφριά φόρτιση με αργή ταχύτητα. Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες στον ανθρώπινο οργανισμό, συμπεριλαμβανομένων των σκελετικών, λείων και καρδιακών μυών, καθώς και σε μυϊκούς ιστούς άλλων ειδών, που επιβεβαιώνουν την ταχυδυναμική θεωρία. Οι μέγιστες τιμές δύναμης στη μηδενική ταχύτητα και οι μέγιστες τιμές ταχύτητας σε ελάχιστη φόρτιση διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο και το μέγεθος των μυών. Τέλος, όταν η αντίσταση (δύναμη) είναι αμελητέα, ο μυς συσπάται με τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα. Καθώς η φόρτιση αυξάνεται, η ταχύτητα της σύγκεντρης συστολής μειώνεται μέχρι να φτάσει στη μέγιστη ισομετρική συστολή και από εκεί και έπειτα επέρχεται η έκκεντρη συστολή με τον μυ να επιμηκύνεται μέχρι τέλους (Hall, 2005).



Εικόνα 6: Η ταχυδυναμική σχέση για μυϊκό ιστό.

Ε] Μηκοδυναμική σχέση

Η μέγιστη ισομετρική τάση που μπορεί να αναπτυχθεί από ένα μυ εξαρτάται μερικώς από το μήκος του μυός. Σε μεμονωμένες μυϊκές ίνες, μυϊκά παρασκευάσματα και λειτουργικούς μύες, η παραγωγή δύναμης είναι η μεγαλύτερη δυνατή, όταν ο μυς

είναι ελαφρώς διατεταμένος. Η ικανότητα του μυός να αναπτύξει μυϊκή τάση μειώνεται μετά τη βράχυνση του μυός αυτού. Η διάρκεια της μυϊκής διάτασης ή βράχυνσης και ο χρόνος μετά τη διάταση ή τη βράχυνση επηρεάζουν την ικανότητα να παραχθεί δύναμη. Μέσα στο ανθρώπινο σώμα, όταν ο μυς είναι διατεταμένος ελαφρώς, αυξάνεται η ικανότητα παραγωγής δύναμης. Οι μύες με παράλληλες ίνες μπορούν να παράξουν την μέγιστη δυνατή τάση όταν το μήκος τους είναι ελαφρώς μεγαλύτερο από ότι όταν βρίσκεται σε ηρεμίας, ενώ οι μύες με πτεροειδείς ίνες μπορούν να παράξουν μέγιστη τάση όταν βρίσκονται στο 120-130% του μήκους ηρεμίας τους. Αυτό το φαινόμενο οφείλεται στη συνεισφορά των ελαστικών στοιχείων του μυοσκελετικού συστήματος (κυρίως του ΕΣΣ), τα οποία αυξάνουν την τάση που ασκείται στον μυς κατά τη διάταση του. Τέλος, η συνολική τάση που αναπτύσσεται σε έναν μυ υπό τάση περιλαμβάνει την ενεργητική τάση που παράγουν οι μυϊκές ίνες και την παθητική τάση που προκύπτει από τους τένοντες και τις μυϊκές μεμβράνες (Hall, 2005).

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Το 2022 πραγματοποιήθηκε μία έρευνα σχετικά με την επίδραση της χειροκίνητης ποδηλασίας σε άντρες χωρίς προβλήματα υγείας. Πιο συγκεκριμένα εξέτασαν την επίδραση ενός προπονητικού προγράμματος στο άνω μέρος του σώματος, σε μέγιστη και υπομέγιστη ένταση, χρησιμοποιώντας ποδήλατο χειρός. Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα έλαβαν μέρος 18 άντρες χωρίς προβλήματα υγείας, οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες, μία ομάδα ελέγχου που δεν έλαβε καμία προπόνηση και μία ομάδα προπόνησης αντίστασης στο άνω μέρος του σώματος. Μέσω της έρευνας αξιολογήθηκαν φυσιολογικοί παράμετροι, όπως η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, καρδιακή συχνότητα, πνευμονικός αερισμός, κ.α. Μετά την στατιστική ανάλυση των δεδομένων, οι ερευνητές συμπέραναν ότι η απόδοση της ομάδας προπόνησης αυξήθηκε σημαντικά σε σχέση με την απόδοση της ομάδας ελέγχου με την χρήση του ποδήλατου χειρός. (Abonie et al., 2022)

Έχει παρατηρηθεί ότι οι χρήστες αναπηρικών αμαξιδίων εμφανίζουν συχνά αυξημένη καταπόνηση των άνω άκρων και κυρίως ενοχλήσεις στους ώμους. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω μυϊκών ανισορροπιών του μυϊκού συστήματος των άνω άκρων που

προκαλείται εξαιτίας της καταπόνησης που επέρχεται από την καθημερινή μετακίνηση ή αθλητικής άσκησης εκείνων των ανθρώπων. Για αυτό πραγματοποιήθηκε μία έρευνα για την μέγιστη δύναμη στους ώμους, ανάμεσα σε 14 προπονημένους και 13 μη προπονημένους παραπληγικούς ανθρώπους, με σκοπό να εξεταστούν τυχόν διαφορές μεταξύ αυτών των δύο ομάδων κατά την ομόκεντρη και έκκεντρη άσκηση του ώμου, καθώς επίσης και σε διαφορετικές ταχύτητες κίνησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ροπή στην έκκεντρη άσκηση υπερτερούσε και στις δύο ομάδες σε σχέση με την ομόκεντρη άσκηση και κυρίως στους προπονημένους παραπληγικούς. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι παραπληγικοί που έχουν υποβληθεί σε προπόνηση καταφέρνουν να πετύχουν αποτελέσματα παρόμοια με αυτά των μη παραπληγικών αθλητών όσον αφορά την άσκηση του ώμου σε εκκεντρική και ισομετρική άσκηση. Έτσι, συμπεραίνουμε ότι μπορούν να ληφθούν αντικειμενικά δεδομένα για το επίπεδο δύναμης της ωμικής ζώνης με ισοκινητικές μετρήσεις δύναμης σε παραπληγικούς. (Mayer et al., 1998)

Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι υπάρχει υψηλός επιπολασμός ενοχλήσεων στην ωμική ζώνη παραπληγικών και τετραπληγικών ανθρώπων που είναι τραυματίες του νωτιαίου μυελού (SCI), λόγω της μετακίνησής τους με αναπηρικά αμαξίδια. Έτσι, πραγματοποιήθηκε έρευνα με σκοπό να ερευνηθεί ένας διαφορετικός τρόπος προώθησης με αναπηρικό αμαξίδιο και πιο συγκεκριμένα ένα σύστημα με μοχλούς, αξιολογώντας ταυτόχρονα φυσιολογικές παραμέτρους, όπως πρόσληψη οξυγόνου και καρδιακή συχνότητα. (Sarraj & Massarelli, 2011)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ

Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά 15 ενήλικες άντρες ηλικίας 20-30 ετών, εκ των οποίων ολοκλήρωσαν τη συμμετοχή στη μελέτη οι 11, για ποικίλους λόγους. Τα ηλικιακά και ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος ήταν τα εξής: Ηλικία: 21.1 ± 1.7 έτη, Σωματικό ύψος: 180.9 ± 4.7 cm, Σωματικό Βάρος: 77.7 ± 3.6 kg. Όλοι οι συμμετέχοντες ήταν υγιείς, χωρίς ιστορικό τραυματισμού της σπονδυλικής στήλης και των άνω άκρων. Οι εξεταζόμενοι απείχαν από προπόνηση δύναμης και από άσκηση που περιλαμβάνει έκκεντρη δράση του μυός για τουλάχιστον 1 μήνα πριν την έναρξη και κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, ώστε να μην παρατηρηθεί το φαινόμενο της επαναλαμβανόμενης άσκησης. Επιπρόσθετα, δόθηκε η οδηγία να μη γίνει χρήση αντι-φλεγμονωδών σκευασμάτων μια εβδομάδα πριν και κατά τη διάρκεια των μετρήσεων (Tsatalas et al., 2013; Tsatalas et al., 2021). Όλοι οι εξεταζόμενοι έδωσαν την έγγραφη συγκατάθεσή τους, αφού πρώτα ενημερώθηκαν αναλυτικά για τα οφέλη και τους κινδύνους που εμπεριέχει η συμμετοχή τους στις μετρήσεις. Αποκλείστηκαν από την επιλογή του δείγματος υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα με δείκτη μάζας σώματος (Δείκτη Μάζας Σώματος, ΔΜΣ) άνω του 25kg/m^2 , λόγω των προβλημάτων που δημιουργεί ο λιπώδης ιστός στην καταγραφή και ανάλυση της κίνησης, καθώς και του ηλεκτρομυογραφήματος.

Πίνακας 1. Μέσος όρος (MEAN) και Τυπικές Αποκλίσεις (STANDARD DEVIATION, SD) στα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων.

	ΗΛΙΚΙΑ (ετών)	ΥΨΟΣ (εκατοστά)	ΒΑΡΟΣ (κιλά)
MEAN	21.1	180.9	77.7
SD	1.7	4.7	3.6

ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Οι εργαστηριακές μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο εμβιομηχανικής του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (ΤΕΦΑΑ) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στα Τρίκαλα. Αρχικά κατατέθηκε αίτηση στην Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του ΤΕΦΑΑ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τη διεξαγωγή εργαστηριακών μετρήσεων που εγκρίθηκε με την υπ. Αριθμ. 1-2/5-4-2023

συνεδρίαση της επιτροπής (Παράρτημα 1). Η βασική μελέτη που πραγματοποιήθηκε αφορούσε την εργαστηριακή αξιολόγηση επιλεγμένων εμβιομηχανικών και φυσιολογικών δεικτών κατά την άσκηση με έκκεντρη (eccentric) και σύγκεντρη (concentric) λειτουργία σε πρωτότυπο σύστημα άσκησης.

Η πρώτη συνεδρία διεξήχθητε 72 ώρες πριν την εφαρμογή του πρωτοκόλλου άσκησης με στόχο την εξοικείωση των εξεταζόμενων με το καινοτόμο σύστημα άσκησης καθώς και με την πειραματική διαδικασία. Επιπρόσθετα, υπολογίστηκε η μέγιστη βουλητική δύναμη των εξεταζόμενων κατά την έκκεντρη ($Peak_{ecc}$) και σύγκεντρη ($Peak_{con}$) μυϊκή συστολή. Στη δεύτερη συνεδρία πραγματοποιήθηκε υπομέγιστη σύγκεντρη άσκηση 30 επαναλήψεων στο ίδιο σύστημα άσκησης με ένταση στο 30% της $Peak_{con}$ με ταυτόχρονη χρήση και των δύο άνω άκρων. Ακριβώς μια εβδομάδα αργότερα οι ίδιοι εξεταζόμενοι επανέλαβαν το ίδιο πρωτόκολλο, αλλά εκτελώντας υπομέγιστη έκκεντρη άσκηση 30 επαναλήψεων με ένταση στο 30% της $Peak_{ecc}$. Η σύγκεντρη άσκηση προηγήθηκε της έκκεντρης για να αποφευχθεί η πιθανότητα να πρέπει να εκτελέσουν οι εξεταζόμενοι την τρίτη συνεδρία παρουσιάζοντας συμπτώματα ασκησιογενή μυϊκού τραυματισμού που τεκμηριωμένα είναι περισσότερο εμφανή μετά από πρωτόκολλο έκκεντρης άσκησης (LaStayo et al., 2014). Αξιολογήθηκε και στις δύο συνεδρίες το παραγόμενο μηχανικό έργο (μέσος όρος των δύο άνω άκρων), η κατανάλωση οξυγόνου, η ενεργειακή δαπάνη, η καρδιακή συχνότητα, το γαλακτικό οξύ στο αίμα, το αναπνευστικό πηλίκο και η υποκειμενική αίσθηση της κόπωσης με χρήση της κλίμακας Borg. Ακόμα, αξιολογήθηκε ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος επιλεγμένων μυϊκών ομάδων, 24 και 48 ώρες μετά την εφαρμογή και των δύο πρωτοκόλλων στη δεύτερη και τρίτη συνεδρία, σύμφωνα με προγενέστερη βιβλιογραφία (Jamurtas et al., 2005; Tsatalas et al., 2013).

Πίνακας 2. Ενδεικτικό πρόγραμμα ολοκλήρωσης των συνεδριών της έρευνας.

Δ	Τ	Τ	Π	Π	Σ	Κ	Δ	Τ	Τα	Π
1 ^η	REST	REST	2 ^η	REST	REST	REST	REST	REST	REST	3 ^η

ΟΡΓΑΝΑ – ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Όπως φαίνεται και στην *Εικόνα 7*, τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή της έρευνας ήταν το FIT-WHEEL, ένα καινοτόμο σύστημα άσκησης άνω άκρων με μοχλούς και μία μάσκα ανάλυσης αερίων για την αξιολόγηση των φυσιολογικών παραμέτρων. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα όργανα και την διαδικασία μέτρησης μπορείτε να βρείτε στην παρακάτω πηγή



(α)



(β)

Εικόνα 7. Τοποθέτηση ενδεικτικού εξεταζόμενου κατά την εργομετρική αξιολόγηση στο καινοτόμο σύστημα άσκησης. Κατά τη σύγκεντρη άσκηση ζητήθηκε από τους εξεταζόμενους να σπρώχνουν ταυτόχρονα τους μοχλούς, ενώ κατά την έκκεντρη άσκηση ζητήθηκε να τους αντιστέκονται με σταθερή εφαρμογή της απαιτούμενης δύναμης. Πρόσθια (α) και πλάγια (β) λήψη.

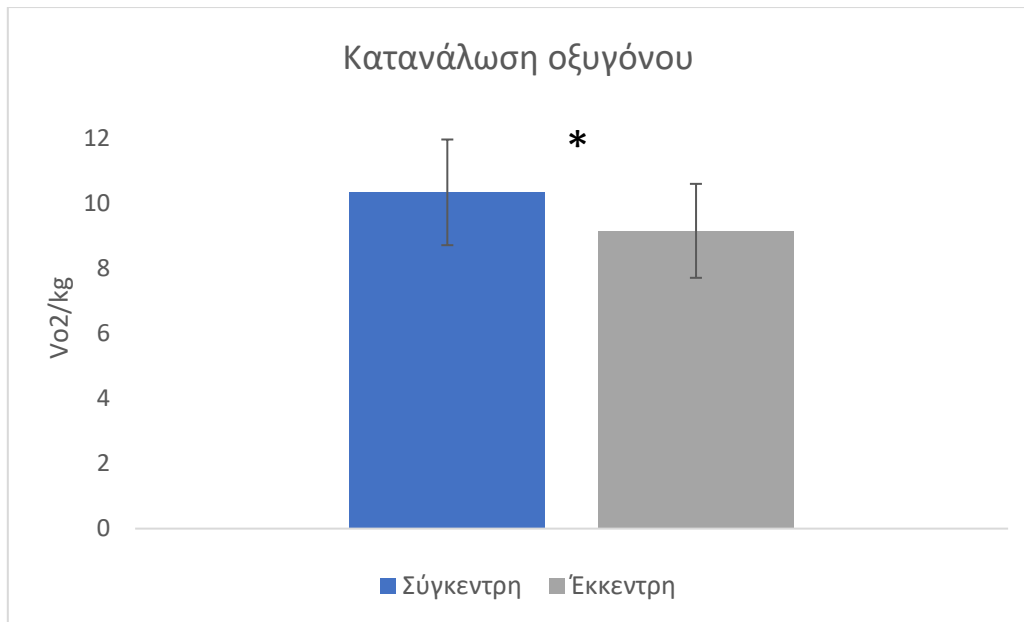
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό IBM SPSS Statistics software (version 26). Για τον έλεγχο ομαλής κατανομής των δεδομένων εφαρμόστηκε το Shapiro-Wilks test. Για τη σύγκριση των εξεταζόμενων παραμέτρων μεταξύ έκκεντρης και σύγκεντρης άσκησης εφαρμόστηκε t-test για

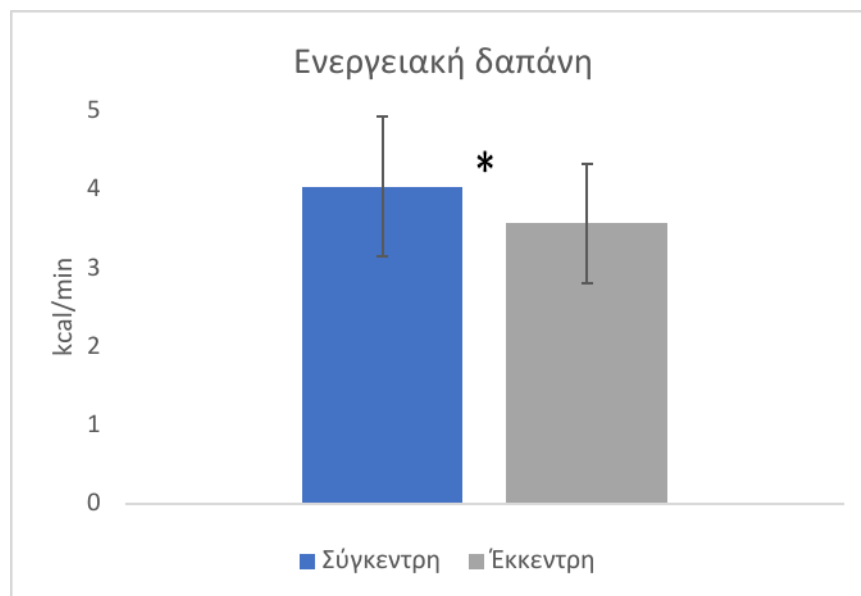
εξαρτημένα δείγματα και στις παραμέτρους που απαιτήθηκε (υποκειμενική αίσθηση της κόπωσης) ανάλυση διακύμανσης (Anova) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Στις περιπτώσεις που δεν υπήρξε ομαλή κατανομή του δείγματος εφαρμόστηκαν αντίστοιχα μη παραμετρικά τεστ. Για όλες τις παραμέτρους υπολογίστηκε η περιγραφική στατιστική (μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις) ενώ στα ερωτηματολόγια που εφαρμόστηκαν υπολογίστηκαν επιπρόσθετα ο δείκτης αξιοπιστίας Cronbachs' α και συσχετίσεις κατά Spearman μεταξύ των εξεταζόμενων παραμέτρων τόσο για το πρωτόκολλο έκκεντρης όσο και σύγκεντρης άσκησης. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε σε $p < 0.05$.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

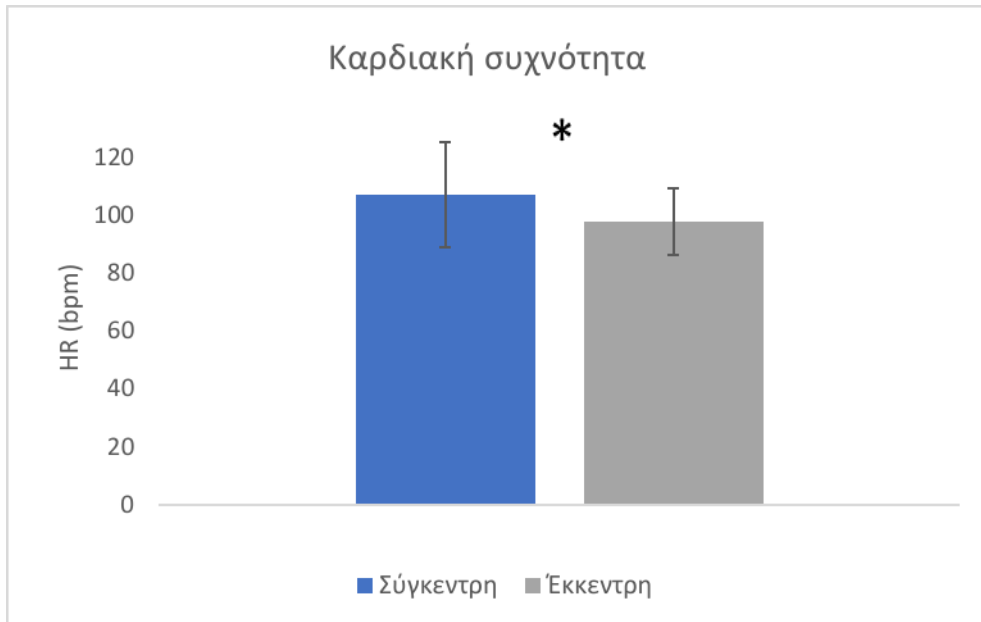
Πέρα από το αναπνευστικό πηλίκο, όλες οι εξεταζόμενες φυσιολογικές παράμετροι παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ έκκεντρης και σύγκεντρης άσκησης στο καινοτόμο σύστημα άσκησης. Συγκεκριμένα, η κατανάλωση οξυγόνου (σύγκεντρη άσκηση 10.37 ± 1.63 , έκκεντρη άσκηση 9.17 ± 1.45 , $p = 0.01$), η ενεργειακή δαπάνη (σύγκεντρη άσκηση 4.03 ± 0.89 , έκκεντρη άσκηση 3.57 ± 0.76 , $p = 0.01$), η καρδιακή συχνότητα (σύγκεντρη άσκηση 107.15 ± 18.17 , έκκεντρη άσκηση 98.07 ± 11.36 , $p = 0.01$), το γαλακτικό οξύ στο αίμα (σύγκεντρη άσκηση 5.93 ± 1.53 , έκκεντρη άσκηση 4.41 ± 1.79 , $p = 0.02$), παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερες τιμές κατά την εφαρμογή του σύγκεντρου πρωτοκόλλου άσκησης. Το αναπνευστικό πηλίκο δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων άσκησης που εφαρμόστηκαν (σύγκεντρη άσκηση 4.02 ± 0.89 , έκκεντρη άσκηση 3.57 ± 0.76 , $p = 0.34$). Το μηχανικό έργο κατά τη σύγκεντρη άσκηση ήταν κατά 18.3% μικρότερο από την έκκεντρη άσκηση ($p = 0.001$). Η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις δεν παρουσίασε αλληλεπιδράσεις μεταξύ των εξεταζόμενων παραγόντων αναφορικά με την υποκειμενική αίσθηση της κόπωσης που εξετάστηκε πριν την εφαρμογή του πρωτοκόλλου σύγκεντρης ή έκκεντρης άσκησης καθώς και κατά τη διάρκεια εφαρμογής τους μετά το πέρας 10, 20 και 30 επαναλήψεων στο συγκεκριμένο σύστημα άσκησης ($p > 0.05$). Ωστόσο, παρατηρήθηκε κύρια επίδραση της χρονικής στιγμής μέτρησης ανεξάρτητα του πρωτοκόλλου που εφαρμόστηκε ($p = 0.001$). Η υποκειμενική κόπωση των εξεταζόμενων ήταν μεγαλύτερη μετά το πέρας των 30 επαναλήψεων (σύγκεντρη άσκηση 16.45 ± 1.91 , έκκεντρη άσκηση 16.63 ± 1.56), σε σχέση μετά το πέρας των 20 επαναλήψεων (σύγκεντρη άσκηση 14.18 ± 2.48 , έκκεντρη άσκηση 14.09 ± 2.16) και των 10 επαναλήψεων (σύγκεντρη άσκηση 11.72 ± 2.05 , έκκεντρη άσκηση 11.54 ± 2.38), αντιστοίχως. Τα συγκριτικά αποτελέσματα των επιλεγμένων παραμέτρων που αξιολογήθηκαν παρουσιάζονται στα Σχήματα 1-6 που ακολουθούν.



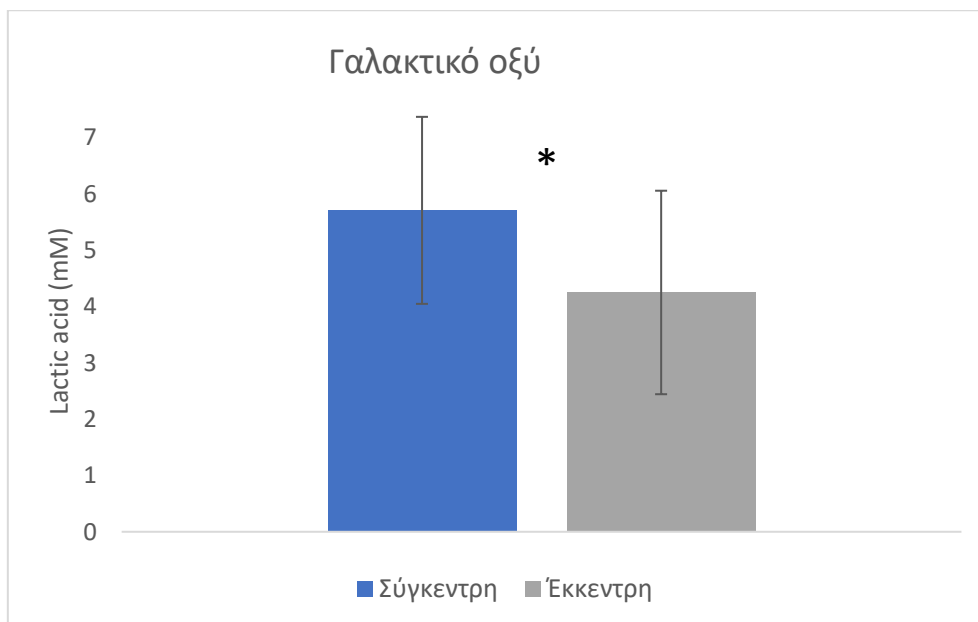
Σχήμα 1. Σύγκριση (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις) της κατανάλωσης οξυγόνου μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης. *στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο εφαρμοζόμενων πρωτοκόλλων.



Σχήμα 2. Σύγκριση (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις) της ενεργειακής δαπάνης μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης. *στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο εφαρμοζόμενων πρωτοκόλλων.



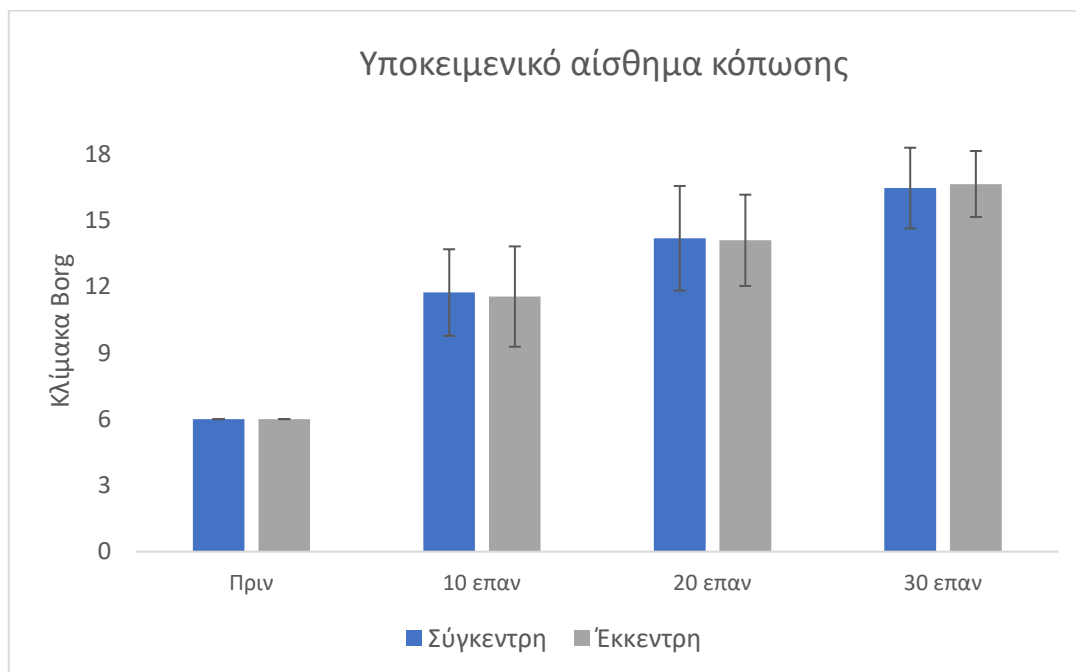
Σχήμα 3. Σύγκριση (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις) της καρδιακής συχνότητας μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης. *στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο εφαρμοζόμενων πρωτοκόλλων.



Σχήμα 4. Σύγκριση (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις) του γαλακτικού οξέος στο αίμα μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης. *στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο εφαρμοζόμενων πρωτοκόλλων.



Σχήμα 5. Σύγκριση (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις) του αναπνευστικού πηλίκου μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο πρόγραμμα άσκησης.



Σχήμα 6. Σύγκριση (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις) της υποκειμενικής κόπωσης των εξεταζόμενων πριν και μετά το πέρας 10, 20 και 30 επαναλήψεων μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης.

Στον Πίνακα 3 που ακολουθεί παρουσιάζεται η περιγραφική στατιστική καθώς και τα αποτελέσματα από το τεστ Shapiro-Wilks που πραγματοποιήθηκε για τον έλεγχο της ομαλής κατανομής των απαντήσεων των εξεταζόμενων στα ερωτηματολόγια αναφορικά με τις στάσεις (attitude), την πρόθεση (intention), την ευχαρίστηση (enjoyment) και τη χρηστικότητα (usability) της άσκησης στο FIT-WHEEL. Το t-test για εξαρτημένα δείγματα που εφαρμόστηκε δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην πρόθεση να χρησιμοποιήσουν στο μέλλον οι εξεταζόμενοι την σύγκεντρη σε σχέση με την έκκεντρη λειτουργία στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης ($p = 0.31$). Αντίστοιχα ήταν τα αποτελέσματα για την χρηστικότητα της σύγκεντρης και έκκεντρης λειτουργίας ($p = 0.14$). Το μη παραμετρικό τεστ Wilcoxon signed-rank δεν έδειξε διαφορές μεταξύ σύγκεντρης και έκκεντρης λειτουργίας στις στάσεις ($p = 0.25$) και την ευχαρίστηση κατά την άσκηση με το πρωτότυπο σύστημα καινοτόμο σύστημα άσκησης ($p = 0.08$).

Πίνακας 3. Περιγραφική στατιστική (μέσοι όροι, ΜΟ και τυπικές αποκλίσεις, ΤΑ) και αποτελέσματα του τεστ Shapiro-Wilks στα ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν αναφορικά με το βαθμό ικανοποίησής της λειτουργικότητας και χρηστικότητας της έκκεντρης και σύγκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης.

Τύπος άσκησης	Παράμετροι	ΜΟ ± ΤΑ	Shapiro-Wilks	Τιμή p
Σύγκεντρη	Στάσεις	6.03 ± 0.82	0.829	0.02
	Πρόθεση	5.00 ± 0.88	0.893	0.15
	Ευχαρίστηση	4.07 ± 0.36	0.955	0.70
	Χρηστικότητα	3.70 ± 0.45	0.870	0.07
Έκκεντρη	Στάσεις	5.89 ± 0.57	0.845	0.03
	Πρόθεση	5.18 ± 0.98	0.972	0.90
	Ευχαρίστηση	3.84 ± 0.49	0.793	0.00
	Χρηστικότητα	3.95 ± 0.31	0.960	0.77

Πίνακας 4. Περιγραφική στατιστική (μέσοι όροι, ΜΟ και τυπικές αποκλίσεις, ΤΑ) και αποτελέσματα του τεστ Shapiro-Wilks στις απαντήσεις του κάθε εξεταζόμενου στα ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν αναφορικά με το βαθμό ικανοποίησής της λειτουργικότητας και χρηστικότητας της έκκεντρης και σύγκεντρης άσκησης στο πρωτότυπο σύστημα άσκησης.

	Σύγκεντρη άσκηση				Έκκεντρη άσκηση			
	Attitudes	Intention	Enjoyment	Usability	Attitudes	Intention	Enjoyment	Usability
N	ΜΟ ± ΤΑ	ΜΟ ± ΤΑ	ΜΟ ± ΤΑ	ΜΟ ± ΤΑ	ΜΟ ± ΤΑ	ΜΟ ± ΤΑ	ΜΟ ± ΤΑ	ΜΟ ± ΤΑ
1	6.33 ± 0.52	4.00 ± 1.00	4.75 ± 0.50	4.29 ± 0.53	6.17 ± 0.75	4.67 ± 0.58	4.50 ± 1.00	3.71 ± 0.49
2	6.00 ± 1.10	6.00 ± 0.00	4.00 ± 0.82	3.14 ± 0.58	6.17 ± 0.75	6.33 ± 0.58	3.75 ± 0.50	3.43 ± 0.79
3	6.50 ± 0.55	5.67 ± 0.58	4.50 ± 0.58	4.00 ± 0.58	6.50 ± 0.55	5.67 ± 0.58	4.50 ± 0.58	4.14 ± 0.38
4	6.17 ± 0.98	4.33 ± 0.58	4.00 ± 0.82	3.14 ± 1.25	5.50 ± 1.22	3.33 ± 0.58	3.25 ± 0.50	4.00 ± 0.58
5	6.00 ± 0.00	6.33 ± 0.58	4.00 ± 0.82	3.29 ± 0.69	6.00 ± 0.00	6.00 ± 0.00	4.50 ± 1.00	4.14 ± 0.69
6	7.00 ± 0.00	5.00 ± 1.00	4.25 ± 0.50	4.29 ± 0.49	6.33 ± 0.52	5.00 ± 0.00	4.25 ± 0.50	4.43 ± 0.53
7	6.67 ± 0.52	6.00 ± 0.00	3.75 ± 1.26	3.71 ± 0.95	6.33 ± 0.82	6.67 ± 0.58	3.50 ± 1.29	4.00 ± 0.58
8	6.17 ± 0.75	5.00 ± 0.00	4.00 ± 0.82	4.00 ± 0.38	5.67 ± 0.52	5.00 ± 0.00	3.50 ± 0.58	4.00 ± 0.58
9	6.33 ± 0.52	4.00 ± 1.00	4.25 ± 1.50	3.86 ± 0.69	6.17 ± 0.41	4.00 ± 1.00	3.50 ± 1.00	3.71 ± 0.49
10	4.00 ± 0.89	4.67 ± 0.58	3.75 ± 0.50	3.14 ± 1.13	4.50 ± 1.05	5.33 ± 0.58	3.50 ± 0.58	4.29 ± 0.49
11	5.17 ± 0.75	4.00 ± 1.00	3.50 ± 0.58	3.86 ± 0.00	5.50 ± 0.55	5.00 ± 1.00	3.50 ± 0.58	3.57 ± 0.53

N1- 11 = Συμμετέχοντες

ΣΥΖΗΤΗΣΗ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα έρευνα έγινε με σκοπό να βρεθούν τυχόν διαφορές μεταξύ των φυσιολογικών και εμβιομηχανικών παραμέτρων κατά την έκκεντρη και σύγκεντρη μυϊκή λειτουργία, χρησιμοποιώντας το καινοτόμο σύστημα FIT-WHEEL (Tsatalas et al., 2021). Η ερευνητική μας υπόθεση επιβεβαιώθηκε, ως επί των πλείστων, καθώς πέρα από το αναπνευστικό πηλίκο, όλες οι υπόλοιπες εξεταζόμενες παράμετροι (μηχανικό έργο, κατανάλωση οξυγόνου, ενεργειακή δαπάνη, καρδιακή συχνότητα, γαλακτικό οξύ στο αίμα) παρουσίασαν διαφορές μεταξύ έκκεντρης και σύγκεντρης λειτουργίας υποδουλώνοντας ότι η έκκεντρη άσκηση στο FIT-WHEEL είναι πιο αποδοτική, αφού παράγει περισσότερο μηχανικό έργο με λιγότερη ενεργειακή δαπάνη.

Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα της τρέχουσας έρευνας, έδειξαν ότι κατά την σύγκεντρη μυϊκή δράση απαιτείται μεγαλύτερη προσπάθεια, με λιγότερα πρακτικά προπονητικά αποτελέσματα, κάτω από τις ίδιες συνθήκες, συγκριτικά με την έκκεντρη μυϊκή δράση, κατά την οποία δεν παρουσιάζονται διαφορές στην υποκειμενική αντίληψη κόπωσης σχετικά με την πρώτη. Παρόλο, λοιπόν, που φαίνεται ότι η έκκεντρη μέθοδος εκγύμνασης είναι πιο αποδοτική και ενεργειακά οικονομικότερη από τον σύγκεντρη, οι έρευνες έχουν δείξει ότι για καλύτερα αποτελέσματα, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται όλες οι μέθοδοι μυϊκής συστολής συνδυαστικά (Fleck & Kraemer, 2006).

Αναλυτικότερα, παρατηρήθηκε ότι κατά την εφαρμογή του σύγκεντρου πρωτόκολλου άσκησης, οι τιμές της κατανάλωσης οξυγόνου, η ενεργειακή δαπάνη, η καρδιακή συχνότητα και το γαλακτικό οξύ στο αίμα είχαν μεγαλύτερες τιμές, το μηχανικό έργο είχε μικρότερη τιμή και το αναπνευστικό πηλίκο καμία διαφορά σε σχέση με τα αποτελέσματα της χρήσης του έκκεντρου πρωτόκολλου άσκησης. Ακόμα, παρατηρήθηκε ότι η υποκειμενική κόπωση των εξεταζόμενων ήταν μεγαλύτερη μετά το πέρας των 30 επαναλήψεων σε σχέση με τις 20 και 10 επαναλήψεις, ανεξάρτητα από το είδος της μυϊκής λειτουργίας.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Ο κύριος περιορισμός της προκείμενης έρευνας ήταν ότι η πληθυσμιακή ομάδα που εξετάστηκε ήταν μόνο άντρες συγκεκριμένης ηλικίας, χωρίς κανένα πρόβλημα υγείας και με προπονητική εμπειρία στην άσκηση των άνω άκρων. Αυτό σημαίνει ότι, ακόμα, δεν είναι δυνατό να προτείνουμε ασφαλή προγράμματα άσκησης, βασισμένα στην μεθοδολογία και το μηχάνημα που χρησιμοποιήθηκε, σε πληθυσμό διαφορετικής ηλικίας, φύλου, επιπέδου φυσικής κατάστασης, καθώς και ατόμων με χρόνιες παθήσεις.

Σε μελλοντικές έρευνες, αρχικά, θα μπορούσε να υλοποιηθεί το ίδιο πρωτόκολλο άσκησης σε υγιείς γυναίκες και στη συνέχεια να γίνει σύγκριση με εκείνα του ανδρικού πληθυσμού. Ωστόσο, κύριος στόχος της προκείμενης και προαναφερόμενης έρευνας, είναι να υπάρξουν μελλοντικές έρευνες βασισμένες σε ειδικούς και κλινικούς πληθυσμούς με περιορισμένη κινητικότητα κάτω άκρων που είναι χρήστες αναπηρικών αμαξιδίων. Με αυτό τον τρόπο, θα μπορούσαμε να ερευνήσουμε τυχόν διαφορές σε υγιείς και ειδικούς-κλινικούς πληθυσμούς και αν ο συγκεκριμένος τρόπος εκγύμνασης μπορεί να φανεί χρήσιμος και αποτελεσματικός στην συγκεκριμένη πληθυσμιακή ομάδα. Μία τέτοια έρευνα μπορεί να έχει αξιοσημείωτα αποτελέσματα για την καθημερινότητα εκείνων των ανθρώπων, καθώς το FIT-WHEEL, προσομοιάζεται στην καθημερινότητά τους, με αποτέλεσμα να μπορούμε να αξιολογήσουμε φυσιολογικές παραμέτρους κατά την χρήση των αναπηρικών αμαξιδίων και πιθανές επιβαρύνσεις του άνω μέρους του σώματος κατά την χρήση αυτού. Ένας ακόμα λόγος, που η συγκεκριμένη μελλοντική μελέτη είναι άξια σημασίας, είναι ότι τα παραπάνω άτομα βασίζονται κυρίως στα άνω άκρα για να ασκηθούν, με αποτέλεσμα η αδυναμία χρήσης των κάτω άκρων να τους οδηγεί σε μείωση της φυσικής τους κατάστασης, σε μειωμένη λειτουργική ικανότητα εκτέλεσης καθημερινών δραστηριοτήτων και σημαντική οικονομική επιβάρυνση λόγω παρεπόμενων ιατρικών εξόδων που απαιτούνται για την αποκατάστασή τους (Miller, 2021; Selph et al., 2021; Van Drongelen et al., 2006). Έχει τεκμηριωθεί βιβλιογραφικά, ότι η φυσική δραστηριότητα έχει ευεργετικές επιδράσεις στη σωματική και ψυχική υγεία ατόμων με αναπηρία, καθώς μέσω αυτής βελτιώνεται η λειτουργική τους ανεξαρτησία, η συμμετοχή τους στα κοινά, καθώς επίσης μειώνεται το ρίσκο πρόκλησης άλλων συνοδών προβλημάτων υγείας, συμβάλλοντας έτσι ουσιαστικά

την επίτευξη καλύτερης ποιότητας ζωής (Selph et al., 2021; Valent et al., 2007). Παράλληλα, όμως, υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που εμποδίζουν του χρήστες αναπηρικών αμαξιδίων να ασκηθούν, όπως οι περιορισμένες επιλογές εξειδικευμένων εγκαταστάσεων και εξοπλισμού για προσαρμοσμένη φυσική δραστηριότητα, το υψηλό κόστος εξατομικευμένης παρακολούθησής τους από ειδικούς της άσκησης και της αποκατάστασης, άλλες συνοδές παθήσεις, κίνδυνοι τραυματισμού κατά την άσκηση και αδυναμία προσαρμογής των υφιστάμενων μεθόδων άσκησης στις ανάγκες και στα διαφορετικά επίπεδα φυσικής τους κατάστασης συγκριτικά με τον υγιή πληθυσμό (Lee et al., 2021; Roberton et al., 2011; Scelza et al., 2005). Έτσι, συμπεραίνουμε ότι συστήματα άσκησης που μπορούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες του κάθε ατόμου, όπως είναι το σύστημα που χρησιμοποιείται στην συγκεκριμένη μελέτη, θέτουν αυτομάτως την άσκηση πιο ελκυστική και προσιτή στους συγκεκριμένους ανθρώπους, με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η φυσική κατάσταση εκείνων και κατά συνέπεια να διευκολύνεται η καθημερινότητά τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abonie, U. S., Albada, T., Morrien, F., Van Der Woude, L., & Hettinga, F. (2022). Effects of 7-week Resistance Training on Handcycle Performance in Able-bodied Males [Article]. *International Journal of Sports Medicine*, 43(1), 46-54. <https://doi.org/10.1055/a-1373-6033>
- Ferdiana, A., Post, M. W., Hoekstra, T., Van Der Woude, L. H., Van Der Klink, J. J., & Bültmann, U. (2014). Employment trajectories after spinal cord injury: Results from a 5-year prospective cohort study [Article]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(11), 2040-2046. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.04.021>
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2006). *Σχεδιασμός προγραμμάτων άσκησης με αντίσταση* (G. Georgiadis & G. Terzis, Trans.). Broken Hill Publishers LTD, Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ. (Human Kinetics)
- Flemmer, C. L., & Flemmer, R. C. (2016). A review of manual wheelchairs [Review]. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 11(3), 177-187. <https://doi.org/10.3109/17483107.2015.1099747>
- Hall, S. J. (2005). *Βασική Εμβιομηχανική* (K. D. Katsoulakis, Trans.; G. Giakas & G. Paradeisis, Eds. 7 ed.). ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε.
- Jamurtas, A. Z., Theocharis, V., Tofas, T., Tsiokanos, A., Yfanti, C., Paschalis, V., Koutedakis, Y., & Nosaka, K. (2005). Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage [Article]. *European Journal of Applied Physiology*, 95(2-3), 179-185. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-1345-0>
- LaStayo, P., Marcus, R., Dibble, L., Frajacom, F., & Lindstedt, S. (2014). Eccentric exercise in rehabilitation: Safety feasibility, and application [Review]. *Journal of Applied Physiology*, 116(11), 1426-1434. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84899518029&partnerID=40&md5=5335350532cf4a0d4a74256665c62556>
- Lee, S. Y., Lee, J. A., Chung, H. J., Kim, H. J., Kim, Y. C., & Kim, H. (2021). Subjective Perception of Individuals with Physical Disabilities Regarding Exercise Equipment Use [Article]. *Inquiry (United States)*, 58. <https://doi.org/10.1177/00469580211010429>
- Martin Ginis, K. A., Latimer, A. E., Arbour-Nicitopoulos, K. P., Buchholz, A. C., Bray, S. R., Craven, B. C., Hayes, K. C., Hicks, A. L., McColl, M. A., Potter, P. J., Smith, K., & Wolfe, D. L. (2010). Leisure Time Physical Activity in a Population-Based Sample of People With Spinal Cord Injury Part I: Demographic and Injury-Related Correlates [Article]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(5), 722-728. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.12.027>

- Mayer, F., Horstmann, T., Martini, F., Bilow, H., & Dickhuth, H. H. (1998). Quantification of shoulder strength in trained and untrained paraplegics confined to wheelchair. *Sportverletzung-Sportschaden*, 12(4), 147-151. <https://doi.org/10.1055/s-2007-993353>
- Miller, J. M. (2021). Aerobic and Resistance Training for Individuals with Spinal Cord Injuries [Article]. *Strength and Conditioning Journal*, 43(6), 1-8. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000672>
- Miller, L. E., & Herbert, W. G. (2016). Health and economic benefits of physical activity for patients with spinal cord injury [Review]. *ClinicoEconomics and Outcomes Research*, 8, 551-558. <https://doi.org/10.2147/CEOR.S115103>
- Miller, T. L., Mattacola, C. G., & Santiago, M. C. (2004). Influence of varied, controlled distances from the crank axis on peak physiological responses during arm crank ergometry [Article]. *Journal of Exercise Physiology Online*, 7(3), 61-67. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-21744441048&partnerID=40&md5=ec07b2208950356d3a9c93c10e89a38c>
- Mougiou, V. C. (2008). *BIOXHMEIA THΣ AΣKHΣHΣ*. Broken Hill Publishers LTD
- Π. Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ
- Robertson, T., Bucks, R. S., Skinner, T. C., Allison, G. T., & Dunlop, S. A. (2011). Barriers to Physical Activity in Individuals with Spinal Cord Injury: A Western Australian Study [Article]. *The Australian Journal of Rehabilitation Counselling*, 17(2), 74-88. <https://doi.org/10.1375/jrc.17.2.74>
- Sarraj, A. R., & Massarelli, R. (2011). Design history and advantages of a new lever-propelled wheelchair prototype [Article]. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 8(3), 12-21. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-80052430679&partnerID=40&md5=3b5f191e167913566161de43bed64f29>
- Scelza, W. M., Kalpakjian, C. Z., Zemper, E. D., & Tate, D. G. (2005). Perceived barriers to exercise in people with spinal cord injury [Review]. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(8), 576-583. <https://doi.org/10.1097/01.phm.0000171172.96290.67>
- Selph, S. S., Skelly, A. C., Wasson, N., Dettori, J. R., Brodt, E. D., Ensrud, E., Elliot, D., Dissinger, K. M., & McDonagh, M. (2021). Physical Activity and the Health of Wheelchair Users: A Systematic Review in Multiple Sclerosis, Cerebral Palsy, and Spinal Cord Injury [Review]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 102(12), 2464-2481.e2433. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.10.002>

- Sherwood, L. (2016). *Εισαγωγή στην Φυσιολογία του Ανθρώπου: Από τα κύτταρα στο σύστημα*. Ι. Μπάσδρα και ΣΙΑ Ο.Ε.
- Skendraoui, N., Bogard, F., Murer, S., Ahram, T. Z., Fiok, K., & Taiar, R. (2019). The musculoskeletal contribution in wheelchair propulsion systems: Numerical analysis. In F. Rebelo & M. M. Soares (Eds.), *AHFE International Conference on Ergonomics in Design, 2018* (Vol. 777, pp. 251-260): Springer Verlag.
- Smith, E. M., Sakakibara, B. M., & Miller, W. C. (2016). A review of factors influencing participation in social and community activities for wheelchair users [Review]. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 11(5), 361-374. <https://doi.org/10.3109/17483107.2014.989420>
- Tsatalas, T., Giakas, G., Spyropoulos, G., Sideris, V., Kotzamanidis, C., & Koutedakis, Y. (2013). Walking kinematics and kinetics following eccentric exercise-induced muscle damage [Article]. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(5), 1229-1236. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.04.008>
- Tsatalas, T., Karampina, E., Mina, M. A., Patikas, D. A., Laschou, V. C., Pappas, A., Jamurtas, A. Z., Koutedakis, Y., & Giakas, G. (2021). Altered Drop Jump Landing Biomechanics Following Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage [Article]. *Sports*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/sports9020024>
- Valent, L., Dallmeijer, A., Houdijk, H., Talsma, E., & van der Woude, L. (2007). The effects of upper body exercise on the physical capacity of people with a spinal cord injury: A systematic review [Review]. *Clinical Rehabilitation*, 21(4), 315-330. <https://doi.org/10.1177/0269215507073385>
- Van Drongelen, S., De Groot, S., Veeger, H. E. J., Angenot, E. L. D., Dallmeijer, A. J., Post, M. W. M., & Van Der Woude, L. H. V. (2006). Upper extremity musculoskeletal pain during and after rehabilitation in wheelchair-using persons with a spinal cord injury [Article]. *Spinal Cord*, 44(3), 152-159. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101826>
- Van Koppenhagen, C. F., Post, M., De Groot, S., Van Leeuwen, C., Van Asbeck, F., Stolwijk-Swüste, J., Van Der Woude, L., & Lindeman, E. (2014). Longitudinal relationship between wheelchair exercise capacity and life satisfaction in patients with spinal cord injury: A cohort study in the Netherlands [Article]. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 37(3), 328-337. <https://doi.org/10.1179/2045772313Y.0000000167>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1. Έγκριση Επιτροπής Δεοντολογίας ΤΕΦΑΑ ΠΘ.



Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Τρίκαλα: 5/4/2023
Αριθμ. Πρωτ.:2143

Βεβαίωση έγκρισης της πρότασης για διεξαγωγή Έρευνας με τίτλο: Οξεία επίδραση της άσκησης των άνω άκρων με χρήση πρωτότυπου συστήματος με μοχλούς προσαρμοσμένου σε ειδικούς και κλινικούς πληθυσμούς.

Επιστημονικώς υπεύθυνος-η / επιβλέπων-ουσα: Τσαταλάς Θεμιστοκλής

Ιδιότητα: ΕΕΠ ΤΕΦΑΑ ΠΘ

Ίδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τμήμα: Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Κύριος ερευνητής-τρια / φοιτητής-τρια: Κουναλάκη Ελευθερία

Πρόγραμμα Σπουδών: Βασικό πτυχίο στην Επιστήμη Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Ίδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τμήμα: Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Η προτεινόμενη έρευνα θα είναι: Διπλωματική εργασία

Τηλ. επικοινωνίας: 6908622446

Email επικοινωνίας: ekounalaki@uth.gr

Η Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Τ.Ε.Φ.Α.Α., Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μετά την υπ. Αριθμ. 1-2/5-4-2023 συνεδρίασή της εγκρίνει τη διεξαγωγή της προτεινόμενης έρευνας.

Ο Πρόεδρος της
Εσωτερικής Επιτροπής
Δεοντολογίας – ΤΕΦΑΑ

Τσιόκανος Αθανάσιος
Καθηγητής

Παράρτημα 2. Έντυπο συναίνεσης συμμετεχόντων στη μελέτη.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



Έντυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενου σε ερευνητική εργασία

Τίτλος Ερευνητικής Εργασίας: Οξεία επίδραση της άσκησης των άνω άκρων με χρήση πρωτότυπου συστήματος με μοχλούς προσαρμοσμένου σε ειδικούς και κλινικούς πληθυσμούς.

Επιστημονικός Υπεύθυνος-η: Τσαταλάς Θεμιστοκλής, ΕΕΠ ΤΕΦΑΑ ΠΘ (email: tsatalas@uth.gr, τηλ. 24310-47025)

Ερευνητές: Κουναλάκη Ελευθερία (email: ekounalaki@uth.gr, τηλ. 6908622446)

1. Σκοπός της ερευνητικής εργασίας

Να συγκριθεί σε υγιείς ενήλικες η οξεία επίδραση της σύγκεντρης και έκκεντρης άσκησης των άνω άκρων κατά τη χρήση ενός πρωτότυπο συστήματος με μοχλούς, εξατομικευμένου σε ειδικούς και κλινικούς πληθυσμούς που είναι χρήστες αναπηρικών αμαξιδίων (εξολοκλήρου ή βοηθητικά), όπως ηλικιωμένοι, πάσχοντες από νευροεκφυλιστικά νοσήματα (π.χ. Πολλαπλή Σκλήρυνση) και αναπηρίες.

2. Διαδικασία

Οι συμμετέχοντες θα αξιολογηθούν 3 φορές στο εργαστήριο Εμβιομηχανικής του ΤΕΦΑΑ για περίπου μια ώρα την φορά. Στην 1η επίσκεψη θα γίνει εξοικείωση με την πειραματική δοκιμασία και αξιολόγηση της μέγιστης βουλητικής έκκεντρης και σύγκεντρης δύναμης των άνω άκρων των ασκούμενων. Στη 2η επίσκεψη οι συμμετέχοντες θα συμμετέχουν σε μία συνεδρία σύγκεντρης άσκησης στο σύστημα άσκησης με μοχλούς. Πιο συγκεκριμένα, θα εκτελέσουν 30 επαναλήψεις σύγκεντρης μυϊκής συστολής, ταυτόχρονα με τα δύο άνω άκρα, σε ένταση 30% και με σταθερή ταχύτητα. Στην 3η και τελευταία επίσκεψη, οι συμμετέχοντες θα εκτελέσουν ακριβώς το ίδιο πρωτόκολλο άσκησης, αλλά αυτή την φορά εκτελώντας έκκεντρη άσκηση. Κατά την άσκηση, σε όλες τις επισκέψεις, θα αξιολογηθεί το παραγόμενο μηχανικό έργο, η κατανάλωση οξυγόνου, η ενεργειακή δαπάνη, η καρδιακή συχνότητα, το γαλακτικό οξύ στο αίμα, το αναπνευστικό πηλίκιο, και η υποκειμενική αίσθηση της κόπωσης.

3. Κίνδυνοι και ενοχλήσεις

Το δείγμα αίματος θα ληφθεί από τον δείκτη ή τον παράμεσο με ένα μικρό τσίμπημα. Θα νιώσετε την φυσιολογική κόπωση που προκαλεί η σύγκεντρη και έκκεντρη άσκηση. Δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος τραυματισμού κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών. Παρ' όλα αυτά υπάρχει πρόβλεψη πρώτων βοηθειών και εκπαιδευμένο προσωπικό για κάθε ενδεχόμενο.

4. Προσδοκώμενες ωφέλειες

Με την συμμετοχή σας θα λάβετε πολλές πληροφορίες για το λειτουργικό σας προφίλ των άνω άκρων. Επίσης θα λάβετε δωρεάν αποτελέσματα από αξιολογήσεις που στο εμπόριο κοστίζουν > 100 ευρώ.

5. Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων

Η συμμετοχή σας στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείτε με την μελλοντική δημοσίευση των αποτελεσμάτων της, με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν θα κωδικοποιηθούν με αριθμό, ώστε το όνομα σας δε θα φαίνεται πουθενά.

6. Πληροφορίες

Μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από το σκοπό ή την διαδικασία της εργασίας. Αν έχετε οποιαδήποτε αμφιβολία ή ερώτηση ζητήστε μας να σας δώσουμε διευκρινίσεις.

7. Ελευθερία συναίνεσης

Η συμμετοχή σας στην εργασία είναι εθελοντική. Είστε ελεύθερος-η να μην συναινέσετε ή να διακόψετε τη συμμετοχή σας όποτε το επιθυμείτε.

8. Δήλωση συναίνεσης

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες που θα ακολουθήσω. Συναινώ να συμμετάσχω στην ερευνητική εργασία.

Ημερομηνία: ___ / ___ / ___

Ονοματεπώνυμο και
υπογραφή συμμετέχοντος

Υπογραφή ερευνητή

Ονοματεπώνυμο και
υπογραφή ενός ή περισσότερων

Ονοματεπώνυμο και
υπογραφή παρατηρητή

Παράρτημα 3. Ιατρικό ιστορικό συμμετεχόντων στη μελέτη

ΦΥΛΛΟ ΙΑΤΡΙΚΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ/ ΟΥΣΙΑΣ ΙΑΤΡΙΚΟ ΑΠΟΡΡΗΤΟ

ΕΠΩΝΥΜΟ: _____ ΟΝΟΜΑ: _____

ΕΥΛΟ: Α Θ ΗΛΙΚΙΑ: _____ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΝΝΗΣΗΣ: _____

ΟΝΟΜΑ ΠΑΤΕΡΑ: _____

ΤΗΛΕΦΩΝΟ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ: _____

ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΥΨΟΣ (cm): _____ ΒΑΡΟΣ (Kg): _____ ΒΜΙ: _____

ΑΤΟΜΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ (ΚΥΚΛΩΣΤΕ ΤΗΝ ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΠΟΥ ΣΑΣ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΕΙ)

- Είχατε πρόσφατα νοσηλευτεί για CoVID-19;
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ [Αναφέρατε Νοσοκομείο και Ημερομηνίες] _____
- Είχατε κάνει για σκοποδήποτε λόγω τεστ PCR (ρινικό ή φαρυγγικό επίχρισμα) για CoVID-19;
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ ΗΤΑΝ ΑΡΝΗΤΙΚΟ (ΗΜΕΡΟΜ) _____
Γ. ΝΑΙ ΗΤΑΝ ΘΕΤΙΚΟ ΧΩΡΙΣ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΜΕΙΝΑ ΣΠΙΤΙ (ΗΜΕΡΟΜ) _____
- Είχατε κάνει για σκοποδήποτε λόγω τεστ αντισωμάτων για CoVID-19;
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ ΗΤΑΝ ΑΡΝΗΤΙΚΟ (ΗΜΕΡΟΜ) _____
Γ. ΝΑΙ ΗΤΑΝ ΘΕΤΙΚΟ ΧΩΡΙΣ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΜΕΙΝΑ ΣΠΙΤΙ (ΗΜΕΡΟΜ) _____
- Είχε κάποιο άτομο του στενού περιβάλλοντος σας πρόσφατα νοσήσει από CoVID-19;
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ [Αναφέρατε Νοσοκομείο και Ημερομηνίες] _____
- Ταξιδέψατε τις τελευταίες 20 μέρες στα εξωτερικά;
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ [Σε ποιες χώρες] _____

-
6. **Είχατε πρόσφατα (τελευταίες 6 εβδομάδες) κάποιο εμπόδιο νόσημα;**
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ (Αναλύστε) _____
-
7. **Έχετε αίσθημα εύκολης κόπωσης, ξηρό βήχα ή δύσπνοια τις τελευταίες 6 εβδομάδες;**
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ (Αναλύστε) _____
-
8. **Είστε καπνιστής/καπνίστρια;**
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ (μέσος αριθμός τσιγάρων ανά ημέρα: _____)
-
9. **Είχατε ποτέ ενοχλήσεις κατά τη διάρκεια της άσκησης (ταχυκαρδία, ζάλη, δύσπνοια);**
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ (Αναλύστε) _____
-
10. **Έχετε κάποια χρόνια νόσημα (όπως σακχαρώδης διαβήτης ή άσθμα);**
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ (Αναλύστε) _____
-
11. **Παίρνετε αυτή την περίοδο κάποια φάρμακα;**
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ (Αναλύστε) _____
-
12. **Είχατε ποτέ παλαιότερα πόνο στο στήθος ή δυσφορία στο στήρνο κατά την άσκηση;**
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ (Αναλύστε) _____
-
13. **Είχατε ποτέ παλαιότερα ταχυκαρδία (έντονη) ή αρρυθμία (άρρυθμο σφυγμό) κατά την άσκηση;**
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ (Αναλύστε) _____
-
14. **Σας έχει ενημερώσει ποτέ ιατρός ότι έχετε ένα από τα ακόλουθα;**
Α. Υψηλή αρτηριακή πίεση
Β. «Θύσημα» στην καρδιά

- Γ. Υψηλή χοληστερίνη
Δ. Φλεγμονή στην καρδιά (περικαρδίτιδα, μυοκαρδίτιδα)
15. Έχετε κάνει πρόσφατα καρδιολογικές εξετάσεις (π.χ. καρδιογράφημα ή triplex);
Α. Εντός των τελευταίων 12 μηνών
Β. Εντός των τελευταίων 2 ετών
Γ. Έχω να κάνω εξέταση πάνω από δύο έτη
16. Υπάρχει κάποιος στην οικογένειά σας που υπέστη αιφνίδιο θάνατο;
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ (Αναλύστε) _____

17. Υπάρχει κάποιος στην οικογένειά σας που έχει κάποιο ιατρικό πρόβλημα;
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ (Αναλύστε) _____

18. Νοσηλεύτηκατε ποτέ σε νοσοκομείο;
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ (Αναλύστε) _____

24. Είχατε ποτέ κάνει επέμβαση;
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ(Αναλύστε) _____

25. Είχατε ποτέ στο παρελθόν τραυματιστεί στα μαλακά μέρια (συνδεσμικές κακώσεις, τενοντίτιδα, θλάση) με αποτέλεσμα να χάσετε προπονήσεις ή αγώνες;
Α. ΟΧΙ
Β. ΝΑΙ (Αναλύστε) _____

26. Έχετε κάτι άλλο να προσθέσετε;

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ/ ΟΥΣΑΣ (Η ΚΗΔΕΜΟΝΑ ΣΕ ΑΝΗΛΙΚΟ)

Ο/ Η κάτωθι υπογεγραμμένος/ η συμμετέχων/ ούσα (ή κηδεμόνας αυτού/ ης) δηλώνουμε υπεύθυνα ότι τα ανωτέρω στοιχεία είναι αληθή.

Κατανοούμε ότι η συλλογή αυτών των πληροφοριών γίνεται για καθαρά ιατρικούς σκοπούς και ότι λεπτομέρειες της υγείας του/ της συμμετέχοντα/ ούσας δεν θα περιέλθουν σε τρίτα πρόσωπα.

Κατανοούμε επίσης ότι το Ιατρικό Επιτελείο μπορεί να προτείνει την προσωρινή ή και οριστική απομάκρυνση του/ της συμμετέχοντα/ ούσας από τη συμμετοχή του στην παρούσα μελέτη εφόσον κριθεί ότι αυτή μπορεί να επιδεινώσει κάποιο πρόβλημα υγείας ή ακόμη και να θέσει σε κίνδυνο τη ζωή τη δική του ή άλλων.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ _____

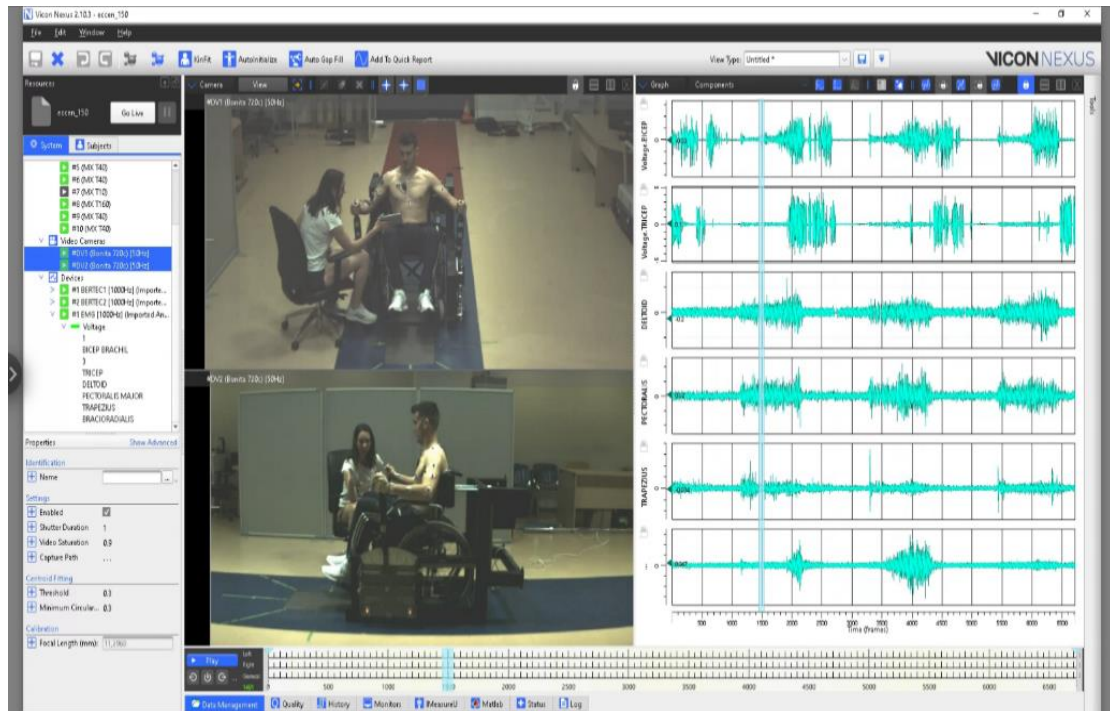
Ο/ Η ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝ/ ΟΥΣΑ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ _____ ΥΠΟΓΡΑΦΗ _____

Ο ΚΗΔΕΜΟΝΑΣ (ΣΕ ΑΝΗΛΙΚΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ/ ΟΥΣΑ)

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ _____ ΥΠΟΓΡΑΦΗ _____

Παράρτημα 4. Ενδεικτικό παράδειγμα πιλοτικής μέτρησης κατά την οποία πραγματοποιήθηκε κινηματική ανάλυση με οπτικοηλεκτρονικό σύστημα VICON T-SERIES σε υγιή ενήλικα.



Παράρτημα 5. Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης έκκεντρης και σύγκεντρης λειτουργίας του πρωτότυπου συστήματος άσκησης.

Ερωτηματολόγιο

ΑΑ: _____

1. Ημερομηνία γέννησης (π.χ. 31/Δεκεμβρίου/2002): ____/____/____

2. Φύλο: Άρρεν Θήλυ

ΟΔΗΓΕΣ: Για κάθε πρόταση κύκλωσε, ανάλογα με το πόσο διαφωνείς ή συμφωνείς, έναν από τους αριθμούς που σημαίνουν:	Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε συμφωνώ Ούτε διαφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Τι πιστεύεις για την άσκηση στο σύστημα Fitwheel (Έκκεντρη λειτουργία)					
1. Η δοκιμασία μου άρεσε πάρα πολύ.	1	2	3	4	5
2. Η δοκιμασία ήταν ευχάριστη.	1	2	3	4	5
3. Θα έλεγα ότι η δοκιμασία ήταν πολύ ενδιαφέρουσα.	1	2	3	4	5
4. Όταν έκανα τη δοκιμασία σκεφτόμουν πόσο πολύ μου άρεσε.	1	2	3	4	5
5. Η δοκιμασία ήταν μια ενδιαφέρουσα εμπειρία.	1	2	3	4	5

ΟΔΗΓΕΣ: Για κάθε πρόταση κύκλωσε, ανάλογα με το πόσο διαφωνείς ή συμφωνείς, έναν από τους αριθμούς που σημαίνουν:	Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε συμφωνώ Ούτε διαφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Τι πιστεύεις για την άσκηση στο σύστημα Fitwheel (Σύγκεντρη λειτουργία)					
1. Η δοκιμασία μου άρεσε πάρα πολύ.	1	2	3	4	5
2. Η δοκιμασία ήταν ευχάριστη.	1	2	3	4	5
3. Θα έλεγα ότι η δοκιμασία ήταν πολύ ενδιαφέρουσα.	1	2	3	4	5
4. Όταν έκανα τη δοκιμασία σκεφτόμουν πόσο πολύ μου άρεσε.	1	2	3	4	5
5. Η δοκιμασία ήταν μια ενδιαφέρουσα εμπειρία.	1	2	3	4	5

Πόσο πιθανό είναι? (Έκκεντρη λειτουργία)	Πολύ Απίθανο							Κάπως Πιθανό							Πολύ Πιθανό						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1. Σκοπεύω να χρησιμοποιήσω την άσκηση με το σύστημα Fitwheel όταν είναι διαθέσιμο	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
2. Αν είχα πρόσβαση στην άσκηση με το σύστημα Fitwheel, προβλέπω ότι θα το χρησιμοποιούσα συχνά	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
3. Υποθέτοντας ότι είχα πρόσβαση στην άσκηση με το σύστημα Fitwheel, σκοπεύω να το χρησιμοποιήσω	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7

Πόσο πιθανό είναι? (Σύγκριση λειτουργία)	Πολύ Απίθανο		Κάπως Πιθανό			Πολύ Πιθανό	
	1	2	3	4	5	6	7
1. Σκοπεύω να χρησιμοποιήσω την άσκηση με το σύστημα Fitwheel όταν είναι διαθέσιμο	1	2	3	4	5	6	7
2. Αν είχα πρόσβαση στην άσκηση με το σύστημα Fitwheel, προβλέπω ότι θα το χρησιμοποιούσα συχνά	1	2	3	4	5	6	7
3. Υποθέτοντας ότι είχα πρόσβαση στην άσκηση με το σύστημα Fitwheel, σκοπεύω να το χρησιμοποιήσω	1	2	3	4	5	6	7

Κύκλωσε ένα από τα επιρρήματα που εμφανίζονται σε κάθε πρόταση (πολύ, αρκετά, λίγο, έτσι και έτσι, λίγο, αρκετά, πολύ, κακή ή κακή, δυσάρεστη ή ευχάριστη κλπ).

Βρίσκω την άσκηση με το σύστημα Fitwheel (Έκκεντρη λειτουργία)		
Καλή	πολύ ---- αρκετά ---- λίγο ---- έτσι και έτσι ---- λίγο ---- αρκετά ---- πολύ	Κακή
Ανόητη	πολύ ---- αρκετά ---- λίγο ---- έτσι και έτσι ---- λίγο ---- αρκετά ---- πολύ	Ξευπνη
Χρήσιμη	πολύ ---- αρκετά ---- λίγο ---- έτσι και έτσι ---- λίγο ---- αρκετά ---- πολύ	Όχι χρήσιμη
Υγιεινή	πολύ ---- αρκετά ---- λίγο ---- έτσι και έτσι ---- λίγο ---- αρκετά ---- πολύ	Ανθυγιεινή
Άσχημη	πολύ ---- αρκετά ---- λίγο ---- έτσι και έτσι ---- λίγο ---- αρκετά ---- πολύ	Όμορφη
Δυσάρεστη	πολύ ---- αρκετά ---- λίγο ---- έτσι και έτσι ---- λίγο ---- αρκετά ---- πολύ	Ευχάριστη

Βρίσκω την άσκηση με το σύστημα Fitwheel (Σύγκριση λειτουργία)		
Καλή	πολύ ---- αρκετά ---- λίγο ---- έτσι και έτσι ---- λίγο ---- αρκετά ---- πολύ	Κακή
Ανόητη	πολύ ---- αρκετά ---- λίγο ---- έτσι και έτσι ---- λίγο ---- αρκετά ---- πολύ	Ξευπνη
Χρήσιμη	πολύ ---- αρκετά ---- λίγο ---- έτσι και έτσι ---- λίγο ---- αρκετά ---- πολύ	Όχι χρήσιμη
Υγιεινή	πολύ ---- αρκετά ---- λίγο ---- έτσι και έτσι ---- λίγο ---- αρκετά ---- πολύ	Ανθυγιεινή
Άσχημη	πολύ ---- αρκετά ---- λίγο ---- έτσι και έτσι ---- λίγο ---- αρκετά ---- πολύ	Όμορφη
Δυσάρεστη	πολύ ---- αρκετά ---- λίγο ---- έτσι και έτσι ---- λίγο ---- αρκετά ---- πολύ	Ευχάριστη

Ποια η γνώμη σας για το σύστημα Fitwheel (Έκκεντρη λειτουργία) που μόλις ασκηθήκατε;					
ΟΔΗΓΕΣ: Για κάθε πρόταση κύκλωσε, ανάλογα με το πόσο διαφωνείς ή συμφωνείς, έναν από τους αριθμούς που σημαίνουν:	Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
	1	2	3	4	5
1. Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ αυτό το σύστημα άσκησης συχνά	1	2	3	4	5

2. Βρήκα αυτό το σύστημα άσκησης περίπλοκο	1	2	3	4	5
3. Σκέφτηκα ότι αυτό το σύστημα άσκησης ήταν εύκολο στη χρήση	1	2	3	4	5
4. Νομίζω ότι θα χρειαστώ επιπλέον βοήθεια από κάποιον τεχνικό για να είμαι σε θέση να χρησιμοποιήσω αυτό το σύστημα άσκησης	1	2	3	4	5
5. Βρήκα τις διάφορες λειτουργίες σε αυτό το σύστημα άσκησης καλά ολοκληρωμένες	1	2	3	4	5
6. Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μάθουν να χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα άσκησης πολύ γρήγορα	1	2	3	4	5
7. Βρήκα αυτό το σύστημα άσκησης πολύ περίπλοκο / δύσκολο στην χρήση	1	2	3	4	5
8. Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν να μπορέσω να ξεκινήσω με αυτό το σύστημα άσκησης	1	2	3	4	5

Ποια η γνώμη σας για το σύστημα σύστημα Fitwheel (Σύγκεντρη λειτουργία) που μόλις ασκηθήκατε;

ΟΔΗΓΙΕΣ: Για κάθε πρόταση κύκλιση, ανάλογα με το πόσο διαφωνείς ή συμφωνείς, έναν από τους αριθμούς που σημειώνουν:	Διαφωνώ επόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε συμφωνώ Ούτε διαφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ επόλυτα
1. Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ αυτό το σύστημα άσκησης συχνά	1	2	3	4	5
2. Βρήκα αυτό το σύστημα άσκησης περίπλοκο	1	2	3	4	5
3. Σκέφτηκα ότι αυτό το σύστημα άσκησης ήταν εύκολο στη χρήση	1	2	3	4	5
4. Νομίζω ότι θα χρειαστώ επιπλέον βοήθεια από κάποιον τεχνικό για να είμαι σε θέση να χρησιμοποιήσω αυτό το σύστημα άσκησης	1	2	3	4	5
5. Βρήκα τις διάφορες λειτουργίες σε αυτό το σύστημα άσκησης καλά ολοκληρωμένες	1	2	3	4	5
6. Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μάθουν να χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα άσκησης πολύ γρήγορα	1	2	3	4	5
7. Βρήκα αυτό το σύστημα άσκησης πολύ περίπλοκο / δύσκολο στην χρήση	1	2	3	4	5
8. Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν να μπορέσω να ξεκινήσω με αυτό το σύστημα άσκησης	1	2	3	4	5

Ευχαριστούμε πολύ για τη συμμετοχή σου στην έρευνα!