



ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΑΘΗΝΩΝ

ΜΠΣ ΑΘΛΗΣΗ & ΥΓΕΙΑ
ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΝΤΕΛΛΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

Τίτλος διπλωματικής εργασίας:

**«ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΣ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ, ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΜΕΛΟΣ,
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΟΝ
ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟ»**

ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΑΘΗΝΑ 2022

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών για την
απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην
«ΑΘΛΗΣΗ & ΥΓΕΙΑ»
που απονέμει η Ιατρική Σχολή του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου
Αθηνών

Εγκρίθηκε την 20/09/2022 από την εξεταστική επιτροπή:

Επιβλέπων: Κουλουβάρης Παναγιώτης, Επίκουρος Καθηγητής, Α΄ Ορθοπαιδική
Χειρουργική Κλινική, ΕΚΠΑ

Μέλος: Τσολάκης Χαρίλαος, Καθηγητής, ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ

Μέλος: Παπαγιάννης Γεώργιος, Επίκουρος Καθηγητής Φυσικοθεραπείας,
Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου και εισηγητή της διπλωματικής μου εργασίας τον κύριο Κουλουβάρη Παναγιώτη για την άψογη συνεργασία, αλλά και τη συνολική βοήθεια που μου παρείχε για την σύνταξη της διπλωματικής μου εργασίας. Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κύριο Τσολάκη Χαρίλαο για την βοήθεια του συνολικά στην πτυχιακή μου εργασία αλλά και ειδικότερα τόσο στο ερευνητικό κομμάτι της εργασίας όσο και στην στατιστική ανάλυση των δεδομένων αυτής όπως επίσης και για την επιμονή και υπομονή του σε όλο αυτό το διάστημα. Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης θερμά τους εθελοντές-αθλητές που ήρθαν μέχρι το Ορθοπαιδικό Κέντρο Έρευνας και Εκπαίδευσης «Σουκάκιο» για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί αυτή η μεταπτυχιακή μελέτη.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την ψυχολογική βοήθεια και την στήριξη τους όλο αυτό το διάστημα.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η άμεση αποκατάσταση ενός ασθενή μετά από ακρωτηριασμό είναι πάρα πολύ σημαντική, τόσο για τον ίδιο τον ασθενή, ώστε να αποκτήσει και πάλι τη λειτουργικότητά του, όσο και για το περίγυρο του. Σκοπός της εργασίας ήταν να ερευνήσει τυχόν ασυμμετρίες που θα προκύψουν μετά από επέμβαση ακρωτηριασμού στο κάτω άκρο σε άντρες αθλητές, διερευνώντας τόσο την κάμψη όσο και την έκταση της άρθρωσης του ισχίου τόσο στο υγιές όσο και στο ακρωτηριασμένο μέλος όπως επίσης και τυχόν συσχέτισή τους με την δύναμη των μυών του κορμού έπειτα από ισοκινητική αξιολόγηση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT.....	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	12
1.1 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ	12
1.2 Ο ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΣ	24
1.2.1 ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ.....	24
1.2.2 ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ	24
1.2.3 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ	25
1.2.4 ΕΙΔΗ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ	25
1.2.5 ΤΥΠΟΙ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ	26
1.3 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ	27
1.4 ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ	29
1.5 ΠΡΟΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ	30
1.5.1 ΑΠΟΦΑΣΗ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ	31
1.5.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ	31
1.5.3 ΠΡΟΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ	32
1.5.4 ΑΣΚΗΣΕΙΣ	33
1.6 ΠΡΩΙΜΟ ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ.....	34
1.6.1 ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΗ ΤΟΜΗΣ	35
1.6.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΤΟΥ ΚΟΛΟΒΩΜΑΤΟΣ.....	36
1.6.3 ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ	37
1.6.4 ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΔΕΣΗ	38
1.6.5 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΟΝΟΥ	38
1.6.6 ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ	39
1.7 ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ (ΠΡΟ-ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΟ)	40
1.7.1 ΣΤΟΧΟΙ ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ	41
1.7.2 ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ ΑΣΘΕΝΗ	42
1.7.3 ΑΣΚΗΣΕΙΣ	43
1.8 ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ	43
1.8.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΠΡΟΘΕΣΗ/ ΕΙΔΗ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΜΕΛΟΥΣ.....	43

1.8.2 ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΘΕΣΗΣ	45
1.8.3 ΑΣΚΗΣΕΙΣ	46
1.9 ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ	48
1.10 ΣΠΟΡ ΚΑΙ ΧΟΜΠΙ.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	50
2.1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	50
2.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	63
2.2.1 ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	63
2.2.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΥΠΟΘΕΣΗ	63
2.2.3 ΥΛΙΚΟ-ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΙ	64
2.2.4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	64
2.2.5 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	66
2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	67
2.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	70
2.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	76
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	79
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	89
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	90

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να ερευνήσει τυχόν ασυμμετρίες που έχουν προκύψει σε ακρωτηριασμένα άτομα τα οποία μετά από τον ακρωτηριασμό τους ασχολήθηκαν με τον αθλητισμό έχοντας πρόσθετο μέλος, διερευνώντας την κάμψη και την έκταση της άρθρωσης του ισχίου τόσο στο υγιές όσο και στο ακρωτηριασμένο άκρο όπως επίσης και την σχέση αυτών με την κάμψη αλλά και την έκταση του κορμού στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Έξι άνδρες αθλητές αξιολογήθηκαν σε ισοκινητικό δυναμόμετρο σε 2 διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες ($60^\circ/\text{s}$ και $180^\circ/\text{s}$). Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι το ακρωτηριασμένο άκρο υπολείπεται συγκριτικά με το υγιές σε δύναμη τόσο στην κάμψη όσο και στην έκταση. Πιο συγκεκριμένα φάνηκε να υπάρχει μικρή ασυμμετρία τόσο στην δύναμη όσο και στην ροπή ανάμεσα στα δυο άκρα της τάξεως περίπου του 13%. Η μεγαλύτερη διαφορά που παρατηρήθηκε ανάμεσα στα δύο άκρα ήταν στην μέση ισχύ της κάμψης κατά 13% σε γωνιακή ταχύτητα $180^\circ/\text{s}$ και με $p=0,03$ με το ακρωτηριασμένο άκρο να υπολείπεται έναντι του υγιούς. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην αναλογία καμπτηρών - εκτεινόντων του ισχίου στο υγιές και στο ακρωτηριασμένο άκρο. Στα αποτελέσματα της έρευνας βρέθηκε επίσης ότι το ratio (αναλογία) των μυϊκών ομάδων των καμπτηρών και των εκτεινόντων του κορμού έπειτα από ισοκινητική αξιολόγηση να συσχετίζεται κατά κύριο λόγο τόσο με την μέση ισχύ της κάμψης στο υπολειπόμενο άκρο σε γωνιακή ταχύτητα $60^\circ/\text{s}$ με $r=0,886$ και $p=0,019$ όσο και με την ροπή στην κάμψη επίσης στο υπολειπόμενο άκρο με $r=0,886$ και $p=0,019$. Ακόμα συσχέτιση σε μικρότερο βαθμό βρέθηκε τόσο στην μέση ισχύ της κάμψης στο υγιές άκρο σε γωνιακή ταχύτητα $60^\circ/\text{s}$ και $180^\circ/\text{s}$ με $p=0,037$ όπως όμως και στην έκταση. Το ratio καμπτηρών εκτεινόντων μυών του κορμού βρέθηκε να ισούται με 0.51 που μας υποδεικνύει μικρές τιμές των καμπτηρών μυών του κορμού. Κάνοντάς μας κατανοητό ότι ένας αδύναμος μυϊκός κορμός σε αυτά τα άτομα πιστεύεται ότι διακόπτει την μεταφορά ενέργειας στο υπόλοιπο σώμα και συγκεκριμένα στα κάτω άκρα με συνέπεια να επιφέρει μειωμένη αθλητική επίδοση. Είναι πολύ σημαντικό επίσης να μειωθούν τα ελλείματα μεταξύ των δυο άκρων και να προληφθεί η μυϊκή ατροφία όσο τον δυνατόν πιο σύντομα ξεκινώντας άμεσα ένα πρόγραμμα αποκατάστασης.

Συμπερασματικά η σταθερότητα του κορμού, η ισορροπία, και η δύναμη δεν πρέπει να αγνοούνται από τον σχεδιασμό ενός προγράμματος προπόνησης σε ακρωτηριασμένους αθλητές.

ABSTRACT

As we have seen in other studies, various asymmetries are observed in amputated athletes in the lower extremities. The purpose of this study was to investigate any asymmetries that have occurred in amputated individuals who after their amputation engaged in sports having an additional limb, investigating the flexion and extension of the hip joint in both the healthy and the amputated and their relationship to the flexion and the torso extension in the isokinetic dynamometer. Six male athletes were evaluated on an isokinetic dynamometer at 2 different angular velocities (60° / s and 180° / s). The results of the study showed that the amputated limb lags behind the healthy limb in strength both in flexion and extension. More specifically, there appeared to be a slight asymmetry in both force and torque between the two ends of the order of about 13%. The largest difference observed between the two extremities was at the mean flexural strength by 13% at an angular velocity of 180° / s and with $p = 0.03$ with the amputated limb lagging behind the healthy one. No significant differences were observed in the proportion of flexors extending the hip except at 180° with the ratio at the amputated limb being equal to 0.93 and suggesting a deficit in the extensor muscles of the hip. The results of the research also found that the ratio (ratio) of the muscle groups of the flexors and the torso extensions after isokinetic evaluation to be correlated mainly with both the average flexural strength at the remaining end at an angular velocity of 60° / s with $r = 0.886$ and $p = 0.019$ as well as with the bending moment also at the remaining end with $r = 0.886$ and $p = 0.019$. Even a lesser correlation was found both in the mean flexural strength at the healthy end at angular velocities of 60° / s and 180° / s with $p = 0.037$ but also in extent. The ratio of flexors of the trunk muscles was found to be equal to 0.51 which indicates small values of the flexors of the torso and the abdominal muscles. Understanding that a weak muscular torso in these individuals is believed to interrupt the transfer of energy to the rest of the body and specifically to the lower extremities resulting in reduced athletic performance, as it is also understood that it is very important to reduce deficits between the two limbs and to prevent muscle atrophy as soon as possible by starting a rehabilitation program immediately. Core stability, balance, and strength should not be overlooked when designing a training program for crippled athletes.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με αρκετές μελέτες, περισσότεροι από 150000 άνθρωποι υφίστανται ακρωτηριασμούς του κάτω άκρου στις Ηνωμένες Πολιτείες κάθε χρόνο. Από το 2005, εκτιμάται ότι 1,6 εκατομμύρια άνθρωποι με ακρωτηριασμό ζουν στις Ηνωμένες Πολιτείες, από τους οποίους το 65% περίπου υποβλήθηκαν σε ακρωτηριασμό του κάτω άκρου (Czerniecki et al., 2017; Dillingham et al., 2005). Στις αναπτυγμένες χώρες όπως η Δανία, η Ιαπωνία και οι Ηνωμένες Πολιτείες η αγγειακή νόσος αντιστοιχεί στο 68% όλων των ακρωτηριασμών που πραγματοποιούνται κάθε χρόνο (Liu et al., 2018, Chery et al., 2014). Στον αναπτυσσόμενο κόσμο και σε χώρες με πρόσφατο ιστορικό πολέμου ή διαφόρων πολιτικών αναταραχών, το τραύμα είναι η κύρια αιτία ακρωτηριασμού και μπορεί να ανέλθει στο 80% όλων των ακρωτηριασμών.

Άλλες μελέτες έχουν δείξει πως η αγγειακή νόσος αποτελεί το 93,4% των ακρωτηριασμών, το τραύμα είναι υπεύθυνο για το 5,8% των ακρωτηριασμών των κάτω άκρων και είναι η πιο συχνή αιτία στη δεύτερη και τρίτη δεκαετία της ζωής δηλαδή σε νεότερες παραγωγικές ηλικιακές ομάδες, ενώ ο καρκίνος σε ποσοστό 0,8% και αφορά κυρίως ηλικίες μεταξύ 10 και 20 ετών (Choksy et al., 2006). Όσο αφορά τον ακρωτηριασμό έπειτα από τραυματισμό το μεγαλύτερο ποσοστό κατέχουν τα τροχαία ατυχήματα (29%), τα τραύματα από μηχανήματα (19,4%), ηλεκτρικά εργαλεία και συσκευές (9,7%), πυροβόλα (8,5%), πτώσεις (22,6%) (Wes Coughdon, 2011; Healey & Tai, 2009).

Το τραύμα στο κατώτερο άκρο μπορεί να οδηγήσει σε ακρωτηριασμό σε πάνω από 20% των ασθενών όταν σχετίζεται με σοβαρή επιμόλυνση και σημαντική έως μέτρια απώλεια ιστού. (Weiser et al., 2008). Σε ακρωτηριασμούς κνήμης, που είναι και οι συχνότεροι σε αυτήν την ηλικιακή ομάδα, η πρόγνωση είναι καλύτερη, λόγω του νεαρού της ηλικίας (Choksy et al., 2006). Όπως αναφέρθηκε, ο συχνότερος τύπος ακρωτηριασμού είναι ο κνημιαίος ακρωτηριασμός (το 37% των περιπτώσεων ακρωτηριασμού), ενώ ο μηριαίος (με το 30% των ακρωτηριασμού) ακολουθεί, με λιγότερο συχνό τον ακρωτηριασμό με απεξάρθρωση του ισχίου, που αντιστοιχεί μόλις στο 5% του γενικού πληθυσμού (Engstrom & Van de Ven, 1999).

Στην Ελλάδα, κάθε χρόνο μπορεί να υποβληθούν σε ακρωτηριασμό, είτε μόνο του ενός, είτε και των 2 άκρων, ένας στους 5.000 ανθρώπους. Η πλειοψηφία αυτών των ακρωτηριασμών, είναι κάτω άκρου (Σπυριούνης, 2009).

Σε διεθνές επίπεδο, το ανδρικό φύλο εμφανίζει μεγαλύτερο ακρωτηριασμών, σε σχέση με το γυναικείο φύλο. Επιπλέον, μετά την αγγειακή νόσο, αυξάνεται η πιθανότητα του ακρωτηριασμού, με την πάροδο της ηλικίας (Ephraim et al., 2003).

Επιπλέον, ο ακρωτηριασμός κάτω άκρου έχει ως συνέπεια ένα ευρύ φάσμα δυσλειτουργιών. Γενικά μετά από ένα ακρωτηριασμό εμφανίζεται κακή σωματική λειτουργία, μειωμένη απόδοση των διαφόρων φυσιολογικών και κινητικών δεξιοτήτων. Ο ακρωτηριασμός μπορεί να επηρεάσει αρνητικά εκτός από την κινητικότητα και την συναισθηματική κατάσταση, τον ύπνο, αλλά και την κοινωνική λειτουργία του ατόμου. Η ψυχολογική υποστήριξη αυτών των ασθενών πολλές φορές κρίνεται απαραίτητη. Η ικανότητα για καθημερινή άσκηση περιορίζεται με την ηλικία και για τα δύο φύλα, με τους άντρες ασθενείς συνήθως να εμφανίζουν καλύτερα ποσοστά από τις γυναίκες. Επίσης ασθενείς με ακρωτηριασμό, ηλικίας άνω των 70 ετών ή ασθενείς με άνοια εμφανίζουν δυσκολίες στην διαχείριση της καθημερινότητας αφού στα άτομα αυτά περιορίζεται σημαντικά η αυτονομία τους (Weiser et al., 2008).

Μελέτες που αφορούν ακρωτηριασμένους αθλητές έπειτα από τραύμα κυρίως σε ακρωτηριασμούς κάτω από την άρθρωση του γόνατος δείχνουν ότι η συνέχιση των αθλητικών δραστηριοτήτων μετά από τον τραυματισμό τους έχει θετικό αντίκτυπο στην ισορροπία, στην βάδιση αλλά και στην δύναμη των μυών της άρθρωσης του ισχίου (Aytar et al., 2012, Nolan 2009). Επίσης πολύ σημαντικό ρόλο κατέχει και η ενασχόληση με τον αθλητισμό έπειτα από ακρωτηριασμό και σε άτομα που δεν δήλωναν πριν από τον ακρωτηριασμό τους επαγγελματίες αθλητές αλλά ασχολήθηκαν μετά από αυτόν μειώνοντας τους λειτουργικούς περιορισμούς, τον βαθμό αναπηρίας αλλά και βελτιώνοντας συνολικά την ποιότητα ζωής τους (Yazicioglu et al., 2007).

Ακρωτηριασμένοι ασθενείς που εντάχθηκαν σε προγράμματα ενδυνάμωσης και αντοχής άνω των 10 εβδομάδων σε ισοκινητικό δυναμόμετρο είχαν επίσης καλά αποτελέσματα, πολλοί εξ αυτών μάλιστα κατάφεραν να τρέξουν ενώ πριν από το πρόγραμμα δεν ήταν σε θέση να το επιτύχουν, στον αντίποδα στις ομάδες ελέγχου που απείχε από το πρόγραμμα μειώθηκε η δύναμη των καμπτηρών και εκτεινόντων μυών του ισχίου και ήταν επιζήμια για την βάδιση και την ταχύτητα τους (Nolan 2012, Crozara et al., 2012). Πρέπει να αναφέρουμε ότι είναι σημαντικό για την ισορροπία και την καλύτερη στάση των ασθενών αυτών αλλά και για την βάδισή τους, εκτός από την ενδυνάμωση του τετρακέφαλου και των ισchioκνημιαίων μυών, να εξασφαλιστεί και η επαρκής ενδυνάμωση και αντοχή του μικρού και μέσου γλουτιαίου αλλά και των

μυών του κορμού καθώς φαίνεται ότι υπάρχει συσχέτιση των αδύναμων απαγωγών με την ασυμμετρία που προκύπτει αλλά και της μειωμένης απόδοσης στην βάδιση αυτών των ατόμων(Nadollek et al., 2002)

Σύμφωνα με τον Isakov και τους συνεργάτες το μήκος του κολοβώματος σε ακρωτηριασμένους ασθενείς και κυρίως σε αυτούς με πιο κοντό κολόβωμα έδειξε ότι επηρεάζει την δύναμη των μυών του ισχίου και κατ'επέκταση και την ισορροπία του ατόμου, επιπρόσθετα παρατηρείται ότι και η δύναμη των μυών του μηρού μειώνεται κατά την διάρκεια των πρώτων χρόνων σε ασθενείς μετά από ακρωτηριασμό κάτω από το γόνατο (Isakov et al.,1996). Πολύ σημαντικό ρόλο λοιπόν έχει το να ακολουθείτε από αυτά τα άτομα τακτικά ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης (Nolan 2012).

Υπάρχουν αρκετές έρευνες, στις οποίες γίνεται λόγος για τον ακρωτηριασμό των κάτω άκρων, στις διαταραχές που ίσως παρατηρηθούν στον κύκλο βάδισης κυρίως, όπως επίσης και στο σωστό τρόπο διαχείρισης του ακρωτηριασμού, ιατρικώς. (Hof et al., 2007; Vrieling et al., 2007). Έρευνες όμως οι οποίες μελετούν την διαχείριση των ακρωτηριασμών σε αθλητές, ή γενικότερα, σε άτομα τα οποία έχουν υψηλό επίπεδο δραστηριότητας είναι σαφώς λιγότερες. Για το λόγο αυτό λαμβάνει χώρα και η παρούσα εργασία.

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να ερευνήσει τυχόν ασυμμετρίες που έχουν προκύψει μετά από επέμβαση ακρωτηριασμού στο κάτω άκρο σε άντρες αθλητές , διερευνώντας τόσο την κάμψη όσο και την έκταση της άρθρωσης του ισχίου τόσο στο υγιές όσο και στο ακρωτηριασμένο μέλος όπως επίσης και τυχόν συσχέτισή τους με την δύναμη των μυών του κορμού έπειτα από ισοκινητική αξιολόγηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ

ΟΣΤΑ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ

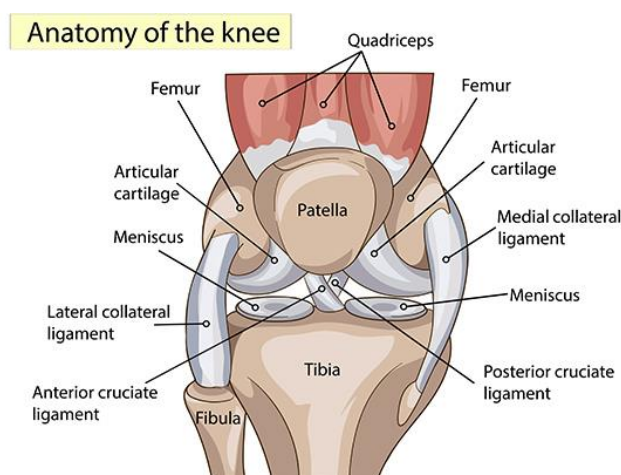
Τα κάτω άκρα σχηματίζονται την τέταρτη εβδομάδα προγεννητικής ανάπτυξης. Αναπτύσσονται από την κρανιακή κατεύθυνση προς την κατεύθυνση του ορθού. Τα κέντρα οστεοποίησης σχηματίζονται στην κνήμη περίπου την έκτη εβδομάδα, και κατά τη διάρκεια της έβδομης ή όγδοης εβδομάδας στο μηρό. Κάθε οστό σχηματίζεται μέσω της ενδοχονδρικής οστεοποίησης. Η σύντηξη των κέντρων οστεοποίησης ξεκινά περίπου το δέκατο έκτο έτος της ζωής, με την κεντρική τήξη του κέντρου οστεοποίησης πριν από τα άπω κέντρα οστεοποίησης. Η σύντηξη των κέντρων οστεοποίησης ολοκληρώνει την κανονική ανάπτυξη των οστών.

Το οστό που βρίσκεται στο άνω μέρος του κάτω άκρου είναι το μηριαίο και είναι το μεγαλύτερο του ανθρώπινου σώματος. Η κνήμη είναι το δεύτερο μεγαλύτερο οστό του σώματος και παρέχει υποστήριξη για σημαντικό μέρος των δυνάμεων που φέρουν το βάρος και μεταδίδονται από το υπόλοιπο σώμα. Κατά προσέγγιση στην εγκάρσια τομή, η κνήμη λαμβάνει ένα πυραμιδικό σχήμα/επιφάνεια που αρθρώνεται με το μηριαίο οστό στην άρθρωση του γόνατος.

Η περόνη είναι πολύ μικρότερη και παρέχει πολύ λιγότερη υποστήριξη που φέρει βάρος σε σύγκριση με το ομόλογο της οστό. Η περόνη συνδέεται με την κνήμη μέσω μιας αρθρικής επιφάνειας που συνδέει τα δύο οστά αποστέλλοντας στην άρθρωση του αστραγάλου. Κατά προσέγγιση, η εγγύς άρθρωση μεταξύ της κνήμης και της περόνης χρησιμεύει ως η κεντρική σύνδεση σταθεροποίησης μεταξύ των δύο οστών στο κάτω μέρος του ποδιού. Η περόνη σχηματίζει το πλευρικό περίγραμμα της άρθρωσης του αστραγάλου ενώ η κνήμη σχηματίζει το μεσαίο περίγραμμα. Σε σχέση με την άρθρωση του αστραγάλου, αυτά τα τμήματα αναφέρονται ως η πλευρική και μεσαία αρθρική επιφάνεια, αντίστοιχα. Η οστική ακεραιότητα της περόνης και του οστού του αστραγάλου χρησιμεύουν για την εξασφάλιση ομαλών και συγκολλητικών μορίων του αστραγάλου που βελτιστοποιούν την ευαίσθητη ισορροπία της κινητικότητας του (Bunt, 1985).

ΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

Οι μηνίσκοι είναι δύο, ο έξω και ο έσω. Πρόσθια, υπάρχει και ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος, ενώ στο οπίσθιο μέρος ο αντίστοιχος οπίσθιος χιαστός. Επιπλέον σύνδεσμοι που προσαρτούν την κνήμη με το μηριαίο είναι και ο έξω πλάγιος και ο έσω πλάγιος, ενώ εμπεριέχονται και τένοντες μυών στο σημείο του γόνατος, με μεγαλύτερη τη λαγονοκνημιαία ταινία. Αυτοί οι σύνδεσμοι προσαρτούν το μηριαίο οστό στην κνήμη (Mann & Bisset, 1983).



Εικόνα 1: Ανατομία της κατά γόνυ άρθρωσης.

[\(https://knee-arthroscopy.gr/%CE%AC%CF%81%CE%B8%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7-%CE%B3%CF%8C%CE%BD%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%82-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%AF%CE%B1/\)](https://knee-arthroscopy.gr/%CE%AC%CF%81%CE%B8%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7-%CE%B3%CF%8C%CE%BD%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%82-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%AF%CE%B1/)

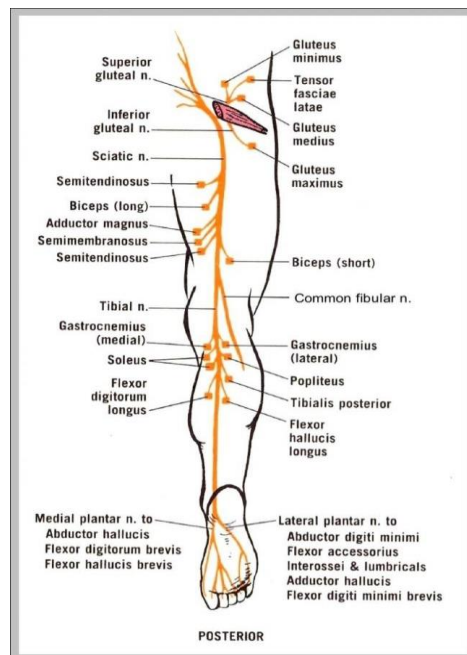
Εκτός από τους συνδέσμους που αναφέρθηκαν, η σταθερότητα των αρθρώσεων γονάτου στο επίπεδο της κατά γόνυ άρθρωσης, αποτελεί συνάρτηση του έσω πλάγιου συνδέσμου και του έξω πλάγιου συνδέσμου. Ο έσω πλάγιος εκτείνεται από την εσωτερική πλευρά του κονδύλου του μηριαίου οστού, έως την εγγύς κνήμη, όχι όμως στο σημείο της αρθρικής γραμμής. Ο έξω πλάγιος συνδέεται με την πλευρική πλευρά του κυρτώματος του κονδύλου του μηριαίου και ακολουθεί πορεία στην προσθιοπλάγια κεφαλή της περόνης. Η λαγονοκνημιαία ταινία εφάπτεται επίσης στην εγγύς κνήμη. Αυτός ο τένοντας καταφύεται στο κνημιαίο κύρτωμα στη μέση πλευρά της κνήμης, απευθείας από την άρθρωση του γόνατος. Η οπίσθια όψη του γόνατος παρέχει, γενικά, σταθερότητα για το γόνατο σε έκταση. Η οπίσθια υποστήριξη της άρθρωσης του γόνατος είναι κρίσιμη καθώς η περιοχή της

περιλαμβάνει το νευροαγγειακό δεμάτιο, το οποίο διέρχεται από την περιοχή αυτή για να παρέχει σημαντικές νευροαγγειακές συνεισφορές στην κνήμη και το πόδι (MacKenzie et al., 2002)

ΝΕΥΡΩΣΗ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ

Τα νεύρα του κάτω άκρου προέρχονται από το οσφυϊκό και το ιερό πλέγμα, τα οποία διαμορφώνονται από την αναστόμωση των νωτιαίων νεύρων. Από το οσφυϊκό πλέγμα εκφύεται το έξω μηροδερματικό νεύρο, το οποίο νευρώνει όλο το δέρμα της πρόσθιας και πλάγιας μεριάς του μηρού. Το μηριαίο νεύρο που εκφύεται πάλι από το οσφυϊκό πλέγμα νευρώνει μυς όπως είναι ο τετρακέφαλος μηριαίος, ο κτενίτης μυς και ο λαγονοψοϊτης μυς. Από το ιερό πλέγμα εκφύεται το ισχιακό νεύρο, το οποίο και νευρώνει τον δικέφαλο μηριαίο μυ, τον ημιϋμενώδη μυ, τον ημιτενοντώδη μυ, όπως επίσης και την άρθρωση του ισχίου και του γόνατος. Επιπλέον, εκφύεται και το κοινό περνιαίο νεύρο, που αργότερα θα διακλαδωθεί σε επιπολής και εν τω βάθει περνιαίο νεύρο. Το επιπολής περνιαίο νεύρο νευρώνει τον μακρύ περνιαίο μυ, τον βραχύ περνιαίο μυ, όπως επίσης και το δέρμα της ραχιαίας επιφάνειας των δακτύλων του ποδός. Το εν τω βάθει περνιαίο νεύρο νευρώνει όλους τους πρόσθιους μυς της επιφάνειας της κνήμης (Choksy et al., 2006). Τέλος, το κνημιαίο νεύρο νευρώνει τα εξής:

- Τον γαστροκνήμιο μυ
- Τον υποκνημίδιο μυ
- Τον μακρό καμπτήρα των δακτύλων μυ
- Τον μακρό καμπτήρα του μέγα δακτύλου
- Όλους τους μυς του άκρου ποδός
- Το δέρμα του πέλματος, της πτέρνας, του μικρού δακτύλου και της επιφάνειας της γαστροκνημίας (Larsson et al., 1998).



Εικόνα 2: Νεύρα και μυς της οπίσθιας επιφάνειας του κάτω άκρου.

<https://qr.pinterest.com/pin/772437773558929747/>

Οι διακλαδώσεις του επιπολής περιτοναϊκού νεύρου τερματίζονται στην κεφαλή του οστού της κνήμης, και, όπως έχει ήδη ειπωθεί, διαιρείται σε επιπολής και σε εν τω βάθει περνιαία νεύρα. Τα νεύρα αυτά τροφοδοτούν την επιφάνεια του ραχιαίου ποδιού, με εξαίρεση το χώρο της ράχης του άκρου ποδός μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου δακτύλου, που νευρώνεται από άλλο νεύρο. Το εν τω βάθει περνιαίο νεύρο διαπερνά το πρώτο και το δεύτερο δικτυωτό χώρο. Το κνημιαίο νεύρο ευθύνεται για την αναστροφή και την κάμψη του πέλματος, λόγω των μυών που αυτό νευρώνει. Το επιπολής περνιαίο νεύρο είναι μια δερματική διακλάδωση του κοινού περνιαίου νεύρου και παρέχει την αίσθηση για την πρόσθια και άνω επιφάνεια της κνήμης. Οι δερματικές διακλαδώσεις του κνημιαίου νεύρου παρέχουν αίσθηση στο μεγαλύτερο μέρος της επίπεδης επιφάνειας του ποδιού (Bunt, 1985).

ΜΥΕΣ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ

Αναφορικά με τους μυς του κάτω άκρου, στο πρόσθιο διαμέρισμα του μηρού, αυτοί είναι οι εξής:

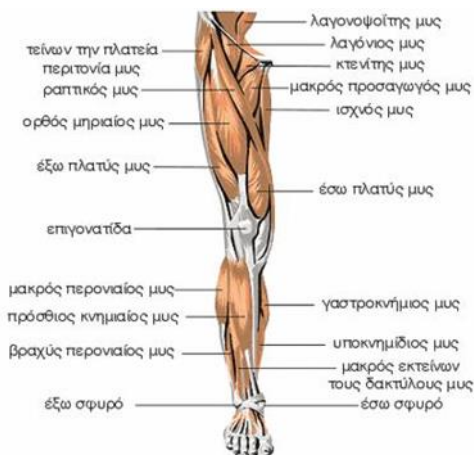
- Μείζων Ψοίτης, και Λαγόνιος μύς, Λαγονοψοίτης.
- Τείνων την πλατεία περιτονία μυς
- Τετρακέφαλος μηριαίος μυς(ορθός μηριαίος, έσω πλατύς, μέσος πλατύς, έξω πλατύς).
- Ραπτικός μυς.

Οι μύες του έσω διαμερίσματος είναι οι εξής:

- Μέγας προσαγωγός
- Ισχνός μυς
- Βραχύς προσαγωγός
- Μακρός προσαγωγός (Larsson et al., 1998)

Στην οπίσθια επιφάνεια οι μυς είναι οι εξής:

- Ο δικέφαλος μηριαίος μυς (μακρά και βραχεία κεφαλή).
- Ο ημιτενοντώδης μυς
- Ο ημιϋμενώδης μυς (Bunt, 1985).



Εικόνα 3:Μύες πρόσθιας επιφάνειας κάτω άκρου.

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.care.gr%2Fpost%2F57%2Fmys-tou-kato-akrou-epifaneia&psig=AOvVaw1DoYTMsdDbd0dKhq711mog&ust=1646251302214000&source=images&cd=vfe&ved=0CAkQjhxqFwoTCNimjJPapfYCFQAAAAAdAAAAABAE>

Στην κνήμη, οι μύες είναι οι εξής:

Πρόσθιο διαμέρισμα

- Πρόσθιος κνημιαίος
- Μακρός εκτείνων τον μέγα δάκτυλο
- Μακρός εκτείνων τους δακτύλους

Έξω διαμέρισμα

- Μακρός περνιαίος
- Βραχύς περνιαίος

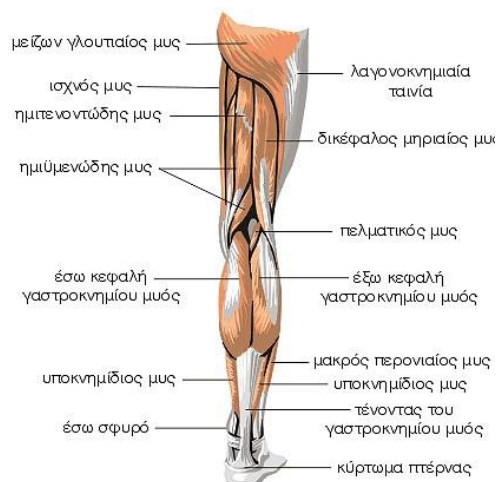
Οπίσθιο διαμέρισμα

Επιπολής ομάδα

- Γαστροκνήμιος μυς
- Υποκνημίδιος
- Πελματικός μυς

Εν τω βάθει ομάδα

- Οπίσθιος κνημιαίος
- Μακρός καμπτήρας των δακτύλων
- Μακρός καμπτήρας του μέγα δάκτυλου
- Ιγνυακός μυς (Bunt, 1985)



Εικόνα 4: Μύες οπίσθιας επιφάνειας κάτω άκρου.

<https://www.care.gr/post/58/mys-tou-kato-akrou-opisthia-epifaneia>

ΑΝΩ ΤΜΗΜΑ ΜΗΡΟΥ

Πρόσθια διαμέρισμα

Επιπολής ομάδα μυών (από έξω προς τα έσω του μηρού)

- τείνων την πλατεία περιτονία
- ορθός μηριαίος
- ραπτικός
- μακρός προσαγωγός
- ισχνός

Εν τω βάθει ομάδα μυών (από έξω προς τα έσω του μηρού)

- έξω πλατύς
- μέσος πλατύς
- έσω πλατύς
- λαγονοψοίτης
- κτενίτης
- βραχύς προσαγωγός
- μεγάλος προσαγωγός

Αγγείωση

- μείζων σαφηνής φλέβα
- μηριαία αρτηρία και φλέβα.

Νεύρωση

- έξω δερματικό νεύρο
- κλάδοι του μηριαίου νεύρου,
- θυροειδές νεύρο (οπίσθιος κάδος).

Οπίσθιο διαμέρισμα,

- μεγάλος γλουτιαίος μυς
- ημιϋμενώδης μυς
- ημιτενοντώδης μυς,
- δικέφαλος μηριαίος μυς (μακρά κεφαλή)

Νεύρωση

- ισχιακό νεύρο
- οπίσθιο δερματικό νεύρο (Netter, 2003)

ΜΕΣΟ ΤΜΗΜΑ ΜΗΡΟΥ

Πρόσθιο διαμέρισμα

Επιπολής ομάδα μυών (από έξω προς τα έσω του μηρού)

- έξω πλατύς
- ορθός μηριαίος
- έσω πλατύς
- ραπτικός
- μακρός προσαγωγός
- ισχνός

Εν τω βάθει ομάδα μυών (από έξω προς τα έσω του μηρού)

- μέσος πλατύς
- βραχύς προσαγωγός
- και μεγάλος προσαγωγός

Αγγείωση

- μείζων σαφηνής φλέβα,
- μηριαία αρτηρία και φλέβα

Νεύρωση

- νεύρο για τον έσω πλατύ μυ
- σαφηνές νεύρο

Οπίσθιο διαμέρισμα

- δικέφαλος μηριαίος μυς (βραχεία κεφαλή και μακρά κεφαλή)
- ημιτενοντώδης
- ημιϋμενώδης

Νεύρωση

- ισχιακό νεύρο (Netter, 2003)

ΚΑΤΩ ΤΜΗΜΑ ΜΗΡΟΥ

Πρόσθιο διαμέρισμα

Επιπολής ομάδα μυών

- έξω πλατύς,
- ορθός μηριαίος

- έσω πλατύς

Εν τω βάθει ομάδα μυών

- τον μέσο πλατύ
- τον αρθρικό μυ του γόνατος

Οπίσθιο διαμέρισμα

- ραπτικός
- ισχνός
- ημιτενοντώδης
- καθώς και ο ημιϋμενώδης και ο δικέφαλος μηριαίος μυς

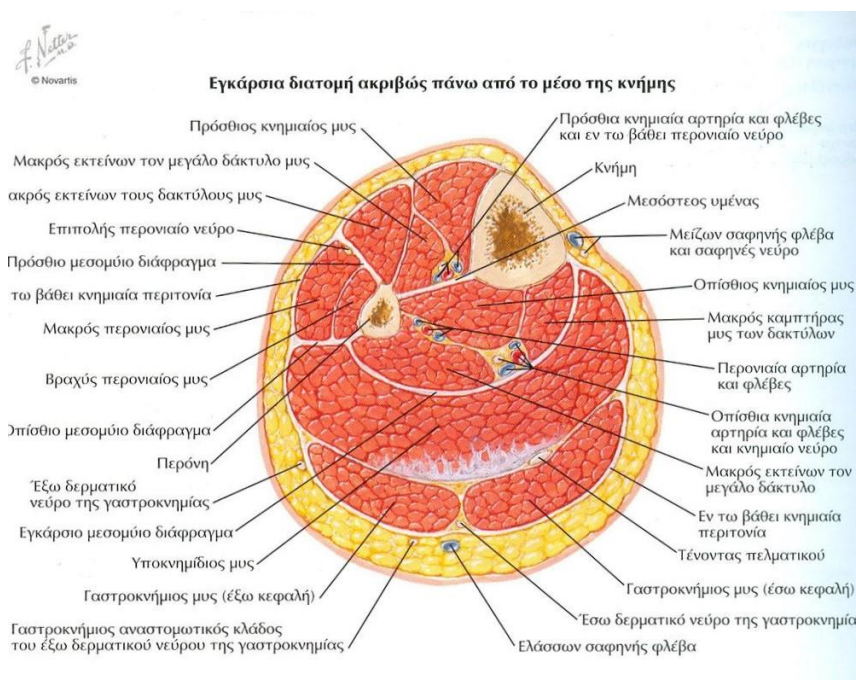
Αγγείωση

- μείζων σαφηνής φλέβα
- κατιούσα αρτηρία γόνατος
- ιγνυακή φλέβα και αρτηρία

Νεύρωση

- σαφηνές νεύρο
- κοινό περωναίο νεύρο
- και κνημιαίο νεύρο(Netter, 2003)

ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΚΡΙΒΩΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟ ΜΕΣΟ ΤΗΣ ΚΝΗΜΗΣ



Εικόνα 5: Εγκάρσια διατομή στη μεσότητα της κνήμης.

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdocplayer.gr%2F47059447-Kato-akro-1-kniui-v-diauerisuata-tis-kniuis.html&psig=AOvVaw223kE8mE6vL2AphFz5eYEm&ust=1646251102462000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwikdSy2aX2AhXj7uAKHQbhDEQQR4kDegQIARAp>

Πρόσθιο διαμέρισμα

Επιτολής ομάδα μυών

- πρόσθιος κνημιαίος
- μακρός εκτείνων τους δακτύλους
- μακρός περνιαίος

Εν τω βάθει ομάδα μυών

- μακρός εκτείνων το μεγάλο δάκτυλο
- βραχύς περνιαίος

Αγγείωση

- μείζων σαφηνής φλέβα
- πρόσθια κνημιαία αρτηρία και φλέβες

Νεύρωση

- σαφηνές νεύρο
- εν τω βάθει περνιαίο νεύρο

Οπίσθιο διαμέρισμα

Επιτολής ομάδα μυών

- έσω και έξω κεφαλή του γαστροκνημίου μυός

Εν τω βάθει ομάδα μυών

- υποκνημίδιος
- μακρός καμπτήρας μυς των δακτύλων
- οπίσθιος κνημιαίο

Αγγείωση

- ελάσσων σαφηνής φλέβα, οπίσθια κνημιαία αρτηρία και φλέβες, περνιαία αρτηρία και φλέβες

Νεύρωση

- έξω και έσω δερματικό νεύρο της γαστροκνημίας
- κνημιαίο νεύρο (Netter, 2003)

ΚΙΝΗΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Κάμψη του ισχίου (από ουδέτερη θέση)

Συμμετέχοντες μύες

- Ορθός μηριαίος
- Λαγονοψοίτης
- Τείνων την πλατεία περιτονία
- Ραπτικός
- Μικρός γλουτιαίος (πρόσθια μοίρα)
- Κτενίτης

Έκταση ισχίου (από την κάμψη στην ουδέτερη θέση)

Συμμετέχοντες μύες

- Μέγας γλουτιαίος
- Μέγας προσαγωγός
- Ημιϋμενώδης
- Ημιτενοντώδης
- Μέσος γλουτιαίος (οπίσθια μοίρα)
- Δικέφαλος μηριαίος(μακρά κεφαλή)
- Τετράγωνος μηριαίος

Υπερέκταση ισχίου

Συμμετέχοντες μύες

- Μέγας γλουτιαίος
- Μέσος γλουτιαίος

Έκταση της άρθρωσης του γόνατος

Συμμετέχοντες μύες

- Τετρακέφαλος μηριαίος
- Τείνων την πλατεία περιτονία

Κάμψη της άρθρωσης του γόνατος

Συμμετέχοντες μύες

- Ημιϋμενώδης
- Ημιτενοντώδης
- Δικέφαλος μηριαίος
- Ισχνός
- Ραπτικός (Drake et al., 2005).

1.2 Ο ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΣ

1.2.1 ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ

Ακρωτηριασμός κάτω άκρου είναι η αφαίρεση ενός ή περισσότερων τμημάτων του κάτω άκρου. Αν και υπάρχει κάποια διαφωνία στη βιβλιογραφία σχετικά με τα ακριβή όρια των άκρων, είναι γενικά αποδεκτό ότι οι "σημαντικοί" ακρωτηριασμοί περιλαμβάνουν εκείνους που βρίσκονται πριν ή μετά την κατά γόνυ άρθρωση (Larsson et al., 1998). . Ο ακρωτηριασμός πραγματοποιείται προκειμένου να αποφευχθούν πολύ δύσκολες, προς αντιμετώπιση, καταστάσεις, όπως η εξάπλωση της γάγγραινας σε όλο τον οργανισμό, η αρτηριοσκλήρυνση και οποιαδήποτε άλλη ασθένεια που θα επηρεάζει την ομαλή λειτουργία του αίματος (Brown, 2013).

1.2.2 ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ

Μελέτες δείχνουν ότι το 93,4% όλων των ακρωτηριασμών κάτω άκρων οφείλονται σε αγγειακή νόσο, με συχνότητα αύξησης 27% από το 1988 έως το 1996 (Choksy et al., 2006). Σε μελέτη που έλαβε χώρα το 2012, αναφέρθηκε πως οι περισσότεροι ασθενείς που θα πρέπει να υποστούν ακρωτηριασμό, είναι γυναίκες, μεγαλύτερης ηλικίας και πάσχουν από διαβήτη ή από άλλο είδους αγγειακής νόσου (Lazzarini et al., 2012) Το τραύμα, υπεύθυνο για το 5,8% των ακρωτηριασμών κάτω άκρων, είναι η πιο συχνή αιτία στη δεύτερη και τρίτη δεκαετία της ζωής. Ο καρκίνος αντιστοιχεί στο 0,8% των συνολικών ακρωτηριασμών και είναι η πιο συχνή αιτία μεταξύ 10 και 20 ετών (Choksy et al., 2006).

Τα αίτια του ακρωτηριασμού ποικίλλουν από χώρα σε χώρα. Στον αναπτυσσόμενο κόσμο, το τραύμα είναι η κύρια αιτία ακρωτηριασμού που προκαλείται από ανεπαρκώς επεξεργασμένα κατάγματα, αυτοκινητιστικά ατυχήματα (μοτοσυκλέτα και τρένα) και άλλα μηχανοκίνητα μηχανήματα (Chery et al., 2014). Σε χώρες με πρόσφατο ιστορικό πολέμου ή διαφόρων πολιτικών αναταραχών, το τραύμα μπορεί να ανέλθει στο 80% όλων των ακρωτηριασμών. Στις αναπτυγμένες χώρες όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Δανία και η Ιαπωνία, η αγγειακή νόσος αντιστοιχεί στο 68% όλων των ακρωτηριασμών που πραγματοποιούνται κάθε χρόνο (Liu et al., 2018).

1.2.3 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ

Ο ακριβής αριθμός των ατόμων που έχουν ακρωτηριαστεί παγκοσμίως είναι δύσκολο να εξακριβωθεί, καθώς πολλές χώρες δεν τηρούν αρχεία για τον αριθμό των ατόμων με ακρωτηριασμό των άκρων. Κάθε χρόνο περισσότερα από 150.000 άτομα εισάγονται σε νοσοκομεία για να υποβληθούν σε ακρωτηριασμούς λόγω περιφερικής αγγειακής νόσου. Από το 2005, εκτιμάται ότι 1,6 εκατομμύρια άνθρωποι με ακρωτηριασμό ζουν στις Ηνωμένες Πολιτείες, από τους οποίους το 65% περίπου υποβλήθηκαν σε ακρωτηριασμό του κάτω άκρου (Czerniecki et al., 2017; Dillingham et al., 2005).

Ο ακρωτηριασμός των αστραγάλων (Syme), ο δια του γόνατος ακρωτηριασμός, ο ακρωτηριασμός του ισχίου και οι συνδυασμοί διαφόρων άλλων εκτομών προσέθεσαν επιπλέον 1,5% σε όλους τους ακρωτηριασμούς (Dillingham et al., 2005). Οι μειονοτικοί πληθυσμοί έχει αποδειχθεί ότι έχουν διαφορετικές συχνότητες ακρωτηριασμού κάτω άκρου για λόγους που δεν είναι κατανοητοί επί του παρόντος. Ασιάτες βρέθηκαν να έχουν χαμηλότερο σχετικό κίνδυνο ακρωτηριασμού, ενώ Αφροαμερικανοί διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο (Bosse et al., 2002). Αυτό φαίνεται να είναι ανεξάρτητο από άλλους παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με την κατάσταση της μειονότητας. Οι άνδρες απαιτούν συχνότερα ακρωτηριασμό από ό,τι οι γυναίκες, ειδικά για αγγειακές παθήσεις (Schnur & Meier, 2014).

1.2.4 ΕΙΔΗ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ

Τα είδη των ακρωτηριασμών είναι τα εξής:

1. Ημιπυελεκτομή, που λαμβάνει χώρα κυρίως σε γάγγραινα που έχει επεκταθεί, αλλά και σε λοιμώξεις και τραύματα.
2. Απεξάρθρωση ισχίου, που περιλαμβάνει απώλεια όλου του μηριαίου οστού.
3. Ακρωτηριασμός του μηρού, στον οποίο μπορεί να περιλαμβάνεται
 - ο εγγύς διαμηριαίος ακρωτηριασμός
 - ο μέσος διαμηριαίος
 - και ο άπω διαμηριαίος
4. Απεξάρθρωση γόνατος.
5. Ακρωτηριασμός κνήμης, ο οποίος είναι και ο συχνότερος τύπος ακρωτηριασμού. Λόγω της καλής αιμάτωσης, η τεχνική που χρησιμοποιείται

για αυτό το είδος ακρωτηριασμού είναι η χρήση οπίσθιου και μακρύτερου κρημνού.

Ο συχνότεροι τύποι ακρωτηριασμού της κνήμης είναι :

- ο εγγύς ακρωτηριασμός με λιγότερο από το 20 % του μήκους της κνήμης να διατηρείται με συνέπεια έναν μικρό μοχλοβραχίονα, με αποτέλεσμα η έκταση του γόνατος να πραγματοποιείται με δυσκολία.
- ο ακρωτηριασμός στην μεσότητα της κνήμης στον οποίο διατηρείται το 20% έως 50% του μήκους της κνήμης αλλά και με 8 εκατοστά της κνήμης να απαιτούνται τουλάχιστον για την καλύτερη τοποθέτηση και εφαρμογή της πρόθεσης.
- ο άπω ακρωτηριασμός με περισσότερο από 50% του μήκους της κνήμης να σώζεται. Λόγω κακής αιματικής παροχής περιφερικά όμως αλλά και ανεπάρκειας μαλακών μορίων στην συγκεκριμένη περιοχή να μην συνίσταται.

6. Ο ακρωτηριασμός των αστραγάλων (Syme).

7. Ακρωτηριασμοί άκρου ποδός

- Ακρωτηριασμός στο ύψος της μεσοτάρσιας άρθρωσης (Chopart)
- Ακρωτηριασμός στο ύψος της ταρσομετατάρσιας άρθρωσης (Lisfranc)
- Ακρωτηριασμός δια μέσου των μεταταρσίων
- Ακρωτηριασμοί δακτύλων (Wes Coughdon, 2011; Borrelli et al, 2018 Λαζαρίδης, 1993).

1.2.5 ΤΥΠΟΙ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ

Οι δύο τύποι ακρωτηριασμού είναι ο τραυματικός και ο θεραπευτικός (ή αλλιώς χειρουργικός) ακρωτηριασμός:

- Ο τραυματικός ακρωτηριασμός ορίζεται ως ολική ή και μερική αφαίρεση κάποιου άκρου, ύστερα από σοβαρό ατύχημα. Συνήθως, μπορούν να λάβουν χώρα από εκρήξεις, από χειρισμό συσκευών ή μηχανών (Sun et al., 2007). Ειδικά για το πρώτο, πολλοί είναι οι επιζώντες που αναγκαστικά θα πρέπει να υποβληθούν σε χειρουργική επέμβαση ακρωτηριασμού κάποιου άκρου, για να μπορέσουν να επιβιώσουν (Gregg et al., 2014).

- Ο χειρουργικός ή θεραπευτικός ακρωτηριασμός είναι ο ακρωτηριασμός που λαμβάνει χώρα, όταν υπάρχει υποβόσκουσα νόσος που οδηγεί στην απόφραξη της σωστής αιματικής ροής του ασθενούς σε κάποιο άκρο του, με αποτέλεσμα αυτός να πρέπει να υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση ακρωτηριασμού (Liu et al., 2018).

1.3 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ

Οι ενδείξεις για ακρωτηριασμό σχετίζονται με το βαθμό νέκρωσης ή βιωσιμότητας των ιστών και είναι διάτρητες είτε με μία μόνο επέμβαση είτε με έναν σταδιακό τρόπο (ακρωτηριασμός ακολουθούμενος από ανοικοδόμηση). Η απόφαση για την υιοθέτηση οποιασδήποτε προσέγγισης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κλινική κατάσταση του ασθενούς και την ποιότητα των μαλακών ιστών στο επιθυμητό επίπεδο ακρωτηριασμού, με πρωταρχικό στόχο την επιβολή της απομάκρυνσης των μη βιώσιμων και μολυσμένων ιστών. Γενικά, η ποιότητα των μαλακών μορίων και η ικανότητα κάλυψης των οστών θα καθοδηγήσουν την επάρκεια του επιπέδου ακρωτηριασμού. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα μοσχεύματα δέρματος αποτελούν αποδεκτή επιλογή για ασθενείς στους οποίους μπορεί να επιτευχθεί επαρκής μυϊκή κάλυψη, όπου η κάλυψη του δέρματος δεν είναι δυνατή (Czerniecki et al., 2017).

Στην περιφερική αγγειακή νόσο, αυτή η απόφαση ακρωτηριασμού λαμβάνεται με την εμφάνιση μη επουλωτικών πληγών όταν δεν υπάρχουν επιλογές για την αποκατάσταση της ροής. Αυτοί οι ασθενείς μπορούν γενικά να παρουσιαστούν με έναν από τους δύο τρόπους: στην οξεία κατάσταση με μολυσμένη νέκρωση ("υγρή γάγγραινα") που οδηγεί σε σήψη ή με ισχαιμική νέκρωση ("ξηρή γάγγραινα") όπου ο ιστός είναι νεκρωτικός χωρίς σημεία ή συμπτώματα της χαρακτηριστικής εικόνας (Liu et al., 2018; Sun et al., 2007).

Πριν αποφασίσει ο θεράπων ιατρός να ακρωτηριάσει, είναι σημαντικό να βελτιστοποιήσει τον ασθενή από ιατρική άποψη (Beckman et al., 2002). Σε ασθενείς με άλλες ασθένειες, όλες οι προσπάθειες πρέπει να εστιάζονται στην επίτευξη επαρκούς γλυκαιμικού ελέγχου και πρόωμης αντιβιοτικής θεραπείας, ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος λοίμωξης στο σημείο της χειρουργικής επέμβασης και

να μεγιστοποιηθεί το μήκος του μη μολυσμένου ιστού, αντίστοιχα. Είναι λογικό να θεωρούνται οι ασθενείς αυτοί υποψήφιοι για μία μόνο χειρουργική επέμβαση εάν το επιτρέπει η ποιότητα του μαλακού ιστού (Sun et al., 2007). Στον ασθενή που παρουσιάζει σηπτική καταπληξία, η απόφαση για την εκτέλεση ανοικτής μορφής χειρουργικού ακρωτηριασμού με σταδιακή ανοικοδόμηση έναντι μίας μόνο επέμβασης εξαρτάται από την κλινική κατάσταση του ασθενούς και πρωταρχικός στόχος θα πρέπει να είναι η λήψη επαρκούς ελέγχου πληγής και του τραύματος, αφήνοντας την ανοικοδόμηση για μεταγενέστερη ημερομηνία (Gregg et al., 2014). Ασθενείς που εμφανίζουν σημεία συστηματικής φλεγμονώδους ανταπόκρισης ενδέχεται να λάβουν αρχική θεραπεία με ενδοφλέβια αντιβιοτικά. Η μείωση της κυτταρίτιδας μπορεί να επιτρέψει πιο άμεσο επίπεδο ακρωτηριασμού από το αναμενόμενο, καθώς και την πραγματοποίηση της επέμβασης σε ένα μόνο στάδιο (Moxey et al., 2011).

Οι τραυματισμοί υψηλής ενέργειας μπορούν να οδηγήσουν σε ακρωτηριασμό τη στιγμή του τραυματισμού. Εναλλακτικά, οι ασθενείς μπορούν να παρουσιάσουν στο νοσοκομείο ένα παραμορφωμένο άκρο το οποίο δεν μπορεί να τροποποιηθεί για να λάβει χώρα σωστά η ανοικοδόμηση (van Netten et al., 2016). Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα συστήματα βαθμολόγησης για να καθοριστεί εάν θα πρέπει να επιδιωχθούν σύνθετες επιλογές ανασυγκρότησης (Moreira et al., 2016). Ωστόσο, η πρωταρχική εστίαση θα πρέπει να έχει τη βάση της στην εφαρμογή του πρωτοκόλλου Προηγμένης Υποστήριξης Ζωής Τραυματιών, καθώς είναι πιθανό οι ασθενείς να είναι παρόντες με ταυτόχρονους, απειλητικούς για τη ζωή τραυματισμούς. Αυτό περιλαμβάνει εκτίμηση της αιμορραγίας από το τραύμα, καθιέρωση της σωστής αιμόστασης και πραγματοποίηση επαρκούς ανάνηψης (Fortington et al., 2013). Το επίπεδο του ακρωτηριασμού θα εξαρτηθεί από τη βιωσιμότητα των μαλακών ιστών που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των οστών. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα θύματα σοβαρών τραυματισμών των κάτω άκρων που αρχικά ήταν υποψήφια για διάσωση άκρων μπορεί να γίνουν υποψήφια για ακρωτηριασμό λόγω λοίμωξης, ανικανότητας να αποκτήσουν κάλυψη οστών ή υλικού, επίμονα υψηλά επίπεδα πόνου ή έλλειψη επιθυμίας να υποταχθούν σε μακροχρόνια πρωτόκολλα αποκατάστασης για ανεπαρκή λειτουργικά αποτελέσματα (Pinzur et al., 2007).

Ο ακρωτηριασμός εξετάζεται όταν το άκρο είναι:

1. Νεκρό (δηλαδή κατά τη φάση της γάγγραινας)
2. Έχει υποστεί νέκρωση των κυττάρων (δηλαδή ισχαιμική νέκρωση αυτών)
3. Επικίνδυνο (στην περίπτωση της κακοήθειας)
4. Όταν έχει λάβει χαρακτηριστικό σκούρο χρώμα (καθιστώντας το έτσι ένα άχρηστο άκρο) (Vamos et al., 2010; Sun et al., 2007).

Τέτοιοι τραυματισμοί έχουν βαθιές επιπτώσεις στη ζωή του ασθενούς. Έχουν προταθεί πολλές μελέτες ως κατευθυντήριες γραμμές που θα βοηθήσουν στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για το "ποια άκρα μπορούν να διασωθούν" (Li et al., 2012).

1.4 ANTENΔΕΙΞΕΙΣ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ

Οι ασθενείς με προχωρημένη περιφερική αγγειακή νόσο έχουν συχνά διαβήτη, είναι ηλικιωμένοι και έχουν πολλαπλές συννοσηρότητες με χαμηλό φυσικό απόθεμα (Moreira et al., 2016; Poredos et al., 2005). Επομένως, είναι ιδανικό να βελτιστοποιούνται ιατρικά αυτοί οι ασθενείς πριν από μια οριστική χειρουργική επέμβαση. Ωστόσο, μπορεί να απαιτηθεί κατεπείγουσα ακρωτηριασμός κάτω άκρου για να επιτραπεί κλινική βελτίωση και οι κίνδυνοι της αναισθησίας χειρουργικής επέμβασης πρέπει να συζητηθούν με τον ασθενή ή/και τους καθορισμένους υποστηρικτές (van Netten et al., 2016).

Ορισμένοι ασθενείς βρίσκονται σε κατάσταση εντατικής θεραπείας και λαμβάνουν αγγειοενεργητικές εγχύσεις και σοβαρή καταστολή με χαμηλή καρδιοπνευμονική εφεδρεία. Ο ακρωτηριασμός μπορεί να ενδείκνυται, αλλά η κρίσιμη κατάστασή τους δεν επιτρέπει κάτι τέτοιο. Είναι αποδεκτό να περιμένετε για κλινική βελτιστοποίηση πριν εκτελέσετε ακρωτηριασμό (Singh et al., 2009). Μια εναλλακτική λύση σε αυτό είναι η κρυπτογράφιση, η οποία είναι η έννοια της ψύξης του μη διασώσιμου ισχαιμικού άκρου σε ασθενείς με κρίσιμα νοσήματα (Schnur & Meier, 2014). Υπάρχουν πολλές περιγραφόμενες τεχνικές που περιλαμβάνουν την εφαρμογή πάγου, την εμβάπτιση νερού πάγου, τη μηχανική ψύξη και τη χρήση ξηρού πάγου. Αν και δυσκίνητη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς με την κατάλληλη εκπαίδευση του νοσηλευτικού προσωπικού και τη δημιουργία θεσμικών πρωτοκόλλων. Μια μεταγενέστερη επίσημη διαδικασία ακρωτηριασμού μπορεί να ακολουθήσει μετά την

επίλυση των μεταβολικών αποκλίσεων και τα οφέλη της χειρουργικής επέμβασης είναι περισσότερα από τους κινδύνους (Chen et al., 2017).

1.5 ΠΡΟΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ

Η σωστή διάρκεια του σταδίου αυτού εξαρτάται από το είδος του ασθενούς, ενώ σε μερικές περιπτώσεις υπάρχει και η περίπτωση ολοκληρωτικής παράλειψης. Αυτό βέβαια, εξαρτάται από τα βασικά χαρακτηριστικά του ασθενούς, όπως είναι η κατάστασή του και η κρισιμότητα αυτής, τα ζωτικά σημεία του ασθενούς, αλλά και η γενικότερή του φυσική κατάσταση (αν αθλείται κτλ.). Από τη στιγμή που αποφασιστεί πως θα πραγματοποιηθεί η διαδικασία του ακρωτηριασμού, τότε ξεκινά και το προεγχειρητικό στάδιο (Gregg et al., 2014). Ο προγραμματισμός αυτός του ακρωτηριασμού δίνει την ευκαιρία για τη σωστή προετοιμασία του ασθενούς, τόσο ψυχικά, καθώς είναι μία επίπονη διαδικασία, όσο και σωματικά (Jeffcoate, 2005). Θα μπορέσει να δώσει χρόνο στον εαυτό του να συμφιλιωθεί με την ιδέα, να επιλέξει την ιατρική ομάδα με την οποία θα ήθελε να συνεχίσει τη διαδικασία, όπως επίσης, θα μπορέσει να επιλέξει και τους ανθρώπους που θα έχει μαζί του, για ψυχολογική υποστήριξη (Cruz et al., 2003). Το μυϊκό και το σκελετικό σύστημα του ασθενούς επίσης θα έχει τον απαραίτητο χρόνο να προετοιμαστεί, ενώ τέλος, θα μπορεί να θέσει κάποιους στόχους, τόσο για το άμεσο μέλλον, όσο και για πολύ αργότερα, μέσα από την παρούσα διαδικασία (Li et al., 2012).

Προεγχειρητικά, μέσα από τη σωστή ενημέρωση των ιατρών ο ασθενής μπορεί να καταλάβει κάποια πιο σύνθετα πράγματα σχετικά με την επέμβαση που πρόκειται να πραγματοποιηθεί, αλλά και να έχει συναισθήματα ετοιμότητας και ασφάλειας, σχετικά με το χειρουργείο αυτό (Munin et al., 2005; Nehler et al., 2003). Σε διαφορετική περίπτωση, όταν δηλαδή λαμβάνει χώρα τραυματική κατάσταση και θα πρέπει να πραγματοποιηθεί ακρωτηριασμός για τη σωτηρία του ασθενούς (ίσως και του υπολειπόμενου άκρου), η συναισθηματική κατάσταση του ασθενούς είναι σίγουρα διαφορετική: υψηλότερα επίπεδα άγχους, όπως επίσης και πολύ μικρότερη δυνατότητα να επιλέξει την επιστημονική και φιλική ομάδα που θα έχει μαζί του (Singh et al., 2009). Επιπλέον, ο χρόνος για τη σωστή του ενημέρωση είναι περιορισμένος, καθώς τις περισσότερες φορές ο ακρωτηριασμός θα πρέπει να γίνει πολύ γρήγορα (Lombardo et al., 2014).

1.5.1 ΑΠΟΦΑΣΗ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ

Η απόφαση της χειρουργικής επέμβασης του ακρωτηριασμού θα μπορεί να επέλθει, όταν ο ασθενής που πρόκειται να επιβληθεί σε αυτόν, θα διαθέτει ένα άκρο το οποίο δε θα είναι ζωτικό (Singh et al., 2009). Επιπλέον, είναι μία απόφαση που θα γίνει και από τον θεράποντα χειρουργό, σε στενή συνεργασία με τον ασθενή. Το επίπεδο που θα γίνει ο ακρωτηριασμός, όπως και η σωστή και έγκυρη απόφαση του ασθενούς, θα πρέπει επίσης να γίνει έπειτα από την συνεννόηση του ιατρού με τον ασθενή. Φυσικά, στην περίπτωση που η χειρουργική επέμβαση του ακρωτηριασμού γίνει μετά από τραύμα του ασθενούς, δεν υπάρχει αρκετός χρόνος για τα παραπάνω, οπότε και η απόφαση για τον ακρωτηριασμό θα γίνει πολύ πιο σύντομα και μετά από κυρίως ιατρική απόφαση, για να διασωθεί η ζωή του ασθενούς (Jeffcoate, 2005).

1.5.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Το κάθε άτομο θα πρέπει να υποβάλλεται σε εξέταση πριν από την επέμβαση αναφορικά με τη φυσική κατάσταση του καθενός, το αν και κατά πόσο ακολουθεί σωστή διατροφή, αν πάσχει από μολύνσεις ή υποβόσκουσες ασθένειες, ψυχιατρικές διαταραχές, νευρολογικές διαταραχές, την λειτουργία της εντερικής κοιλότητας, της κύστεως, της καρδιάς, των πνευμόνων, όπως επίσης των διαφόρων άλλων συστημάτων (ενδοκρινολογικού και μυοσκελετικού) (Cruz et al., 2003; Nehler et al., 2003). Επιπλέον, εξετάζεται και η υγεία του δέρματος του ασθενούς. Από εκεί και πέρα, αξιολογούνται και άλλα, όπως:

1. Το εύρος της κίνησης.
2. Δύναμη στο μυϊκό σύστημα.
3. Λειτουργικότητα του άκρου που πρόκειται να ακρωτηριαστεί.
4. Κινητικότητα.
5. Ισορροπία του άκρου.
6. Αναφορικά με τις καθημερινές δραστηριότητες, αν και κατά πόσο μπορεί να λειτουργήσει ανεξάρτητα στην καθημερινότητα (Lombardo et al., 2014).

Τέλος, σημαντικό είναι να λάβει χώρα η σωστή ψυχολογική εκτίμηση του ασθενούς, η υποστήριξή του, αλλά ξεκινάει και η αντιμετώπιση και αξιολόγηση του πόνου. Στο στάδιο αυτό, γίνεται επίσης και η αξιολόγηση του γνωστικού επιπέδου του ατόμου, ούτως ώστε να εκτιμηθούν και οι μέθοδοι με τις οποίες θα μάθει ο ασθενής την αποκατάσταση που θα ακολουθήσει αργότερα (Vamos et al., 2010).

Ο θεράπων ιατρός καλό είναι να προτείνει στον ασθενή τα κατάλληλα βοηθήματα, όπως επίσης και να τον ενημερώσει πλήρως και επιστημονικά για τα πλεονεκτήματα, αλλά και για τους τυχόν κινδύνους του ακρωτηριασμού. Επιπλέον, καλό είναι να μπορεί να κατηγοριοποιήσει σωστά τους ακρωτηριασμούς στον ασθενή και να ενημερώσει για τους κινδύνους του κάθε σταδίου. Η απόφαση για τον ακρωτηριασμό θα πρέπει να βγει από κοινού, δηλαδή να συμφωνήσει και ο ίδιος ο ασθενής με τον ακρωτηριασμό. Μετεγχειρητικά, ο ασθενής θα πρέπει να θέσει κάποιους στόχους (Nehler et al., 2003). Οι στόχοι αυτοί θα είναι αναφορικά με τα μετέπειτα σχέδια που θα έχει, ενώ θα τεθούν από τη στιγμή που θα λάβει χώρα η πρόγνωση και θα ολοκληρωθούν μέχρι την επούλωση της πληγής που θα αφήσει η επέμβαση του ακρωτηριασμού. Λειτουργικά, οι στόχοι που θα πρέπει να θέσει ο ασθενής, θα είναι σε συνεργασία με την επιστημονική ομάδα που θα έχει ο ίδιος επιλέξει. Αυτή ομάδα στόχων είναι πολύ σημαντική, καθώς μπορούν να επηρεάσουν κατά πολύ την απόφαση του ακρωτηριασμού του ασθενούς (Fortington et al., 2013). Φυσικά, όπως προαναφέρθηκε, τα διάφορα είδη του ακρωτηριασμού, μπορούν να επηρεάσουν κατά πολύ την απόφαση του ακρωτηριασμού. Τα είδη του ακρωτηριασμού έχουν ήδη αναφερθεί. Μετά από ειδικές εξετάσεις, ο θεράπων ιατρός θα μπορεί να εκτιμήσει τη διάρκεια της επούλωσης της πληγής και να ενημερώσει τον ασθενή του κατάλληλα. Με τον τρόπο αυτό υπάρχει πλήρης συνεργασία μεταξύ του ίδιου του ιατρού και του ασθενούς (Bates et al., 2006).

1.5.3 ΠΡΟΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Προεγχειρητικά, οι στόχοι που θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται για τη σωστή διεκπεραίωση της επέμβασης του ακρωτηριασμού είναι οι εξής:

1. Το εύρος της τροχιάς θα πρέπει να διατηρηθεί το ίδιο.

2. Η σωστή κινητικότητα και η σωστή δραστηριότητα για τα υγιή μέλη που δε θα υποστούν ακρωτηριασμό (Fortington et al., 2013).
3. Θα πρέπει να διατηρηθεί η σωστή λειτουργία τόσο της καρδιάς, όσο και του αναπνευστικού συστήματος.
4. Θα πρέπει να διατηρηθεί το μέλος σε σωστή θέση και να προστατευθεί, ούτως ώστε να αποφευχθεί ο περαιτέρω τραυματισμός αυτού.
5. Θα πρέπει να γίνεται βάδιση με ειδικά βοηθήματα (π.χ. βακτηρίες), καθημερινά.
6. Τα πρότυπα της κίνησης θα πρέπει να διατηρηθούν τα ίδια, αλλά και τα ιδανικά, σε κάθε περίπτωση (Gregg et al., 2014)
7. Θα πρέπει να εξασφαλιστεί πως ο ασθενής δε θα πονάει.
8. Θα πρέπει να εξασφαλιστεί πως ο ασθενής θα μπορεί να κινεί τα υγιή του μέλη καθημερινά, όπως επίσης και να τα δραστηριοποιεί σε καθημερινή βάση (Lombardo et al., 2014).

1.5.4 ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Στο παρόν στάδιο θα πρέπει να πραγματοποιηθούν τα εξής, ως ασκήσεις:

- Ασκήσεις για το σωστό εύρος της τροχιάς. Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός πως θα πρέπει να προληφθεί η τυχόν βράχυνση του κάτω άκρου.
- Ασκήσεις για τη σωστή ενδυνάμωση όλων των περιφερικών μυών, που δεν χρειάζονται ακρωτηριασμό, αλλά και τη σωστή ενδυνάμωση του κορμού.
- Ασκήσεις αερόβιες για την ενίσχυση της αντοχής του ασθενούς.
- Ασκήσεις για την ενίσχυση της ισορροπίας στο υγιές μέλος. Καλό είναι να τοποθετείται ο ασθενής ανάμεσα σε μπάρες, που βρίσκονται παράλληλα. Στόχος είναι να μεταφερθεί το βάρος από το ασθενές άκρο στο υγιές.
- Ασκήσεις για την αύξηση της κινητικότητας. Σημαντικό θεωρείται το γεγονός πως το υγιές μέλος οφείλει να κινητοποιείται όσο το δυνατόν περισσότερο. Το ίδιο ισχύει και για τις υπόλοιπες αρθρώσεις (Jeffcoate, 2005).
- Ασκήσεις για την ενίσχυση της λειτουργικότητας του άκρου. Αυτό θα εξυπηρετήσει στις καθημερινές δραστηριότητες, δίνοντας τη δυνατότητα στους ασθενείς να τις συνεχίσουν, μέχρι να ολοκληρωθεί η επέμβαση (Fortington et al., 2013).

Εκτός από τις ασκήσεις αυτές, μπορούν να λάβουν χώρα και αναπνευστικές ασκήσεις φυσικοθεραπείας. Σε αυτές, από ύπτια θέση μπορεί να εκτελεσθεί το εξής:

- η διαδικασία της σωστής διαφραγματικής αναπνοής, όπως επίσης και ο σωστός συγχρονισμός των αναπνευστικών κινήσεων (Schorpen et al., 2003).
- Μπορούν επίσης να πραγματοποιηθούν και πιέσεις για το σωστό καθαρισμό των βρόγχων, από τις διάφορες εκκρίσεις που προκαλούνται.
- Τέλος, θα πρέπει να γίνουν και διάφορες ασκήσεις για την ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών (Asano et al., 2008).

1.6 ΠΡΩΙΜΟ ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ

Το πρώιμο μετεγχειρητικό στάδιο ξεκινά από την πρώτη μέρα μετά την επέμβαση, ενώ κατά πάσα πιθανότητα ολοκληρώνεται την στιγμή που οι χειρουργικές τομές θα έχουν κλείσει, θα έχει ξεπεραστεί ο κίνδυνος της επιμόλυνσης του σημείου της τομής, τα ράμματα θα έχουν αφαιρεθεί, ενώ ο ασθενής θα παραμένει σε σταθερή κατάσταση υγείας (Fortington et al., 2013). Επίσης, θα πρέπει να έχει ήδη αποκτήσει και μία σχετική ανεξαρτησία, αναφορικά με τις καθημερινές του δραστηριότητες, αλλά με τη χρήση μόνο του σωστού και λειτουργικού μέλους. Αμέσως μετά την επέμβαση, κύριο μέλημα της ιατρικής και νοσηλευτικής ομάδας είναι η γρήγορη ανάρρωση του ασθενούς (Landry et al., 2011). Για το λόγο αυτό, ο τελευταίος παρακολουθείται συχνά, ούτως ώστε να αποφευχθούν οι τυχόν επιπλοκές, η επιμόλυνση της πληγής θα πρέπει επίσης να παρακολουθείται για σήψη ή δυσχρωμίες (Ikonen et al., 2010)

Φυσικό είναι, επιπλέον, πως θα υπάρχει ένα συγκεκριμένο σχέδιο, όπως γίνεται σε κάθε φάση και στάδιο της διαδικασίας (Larner et al., 2003). Σε αυτήν την φάση, η πρόληψη των συσπάσεων των περιφερικών μυών, η εξάλειψη του τοπικού οιδήματος και της τυχόν φλεγμονής που ίσως προκύψει, η ενίσχυση του υγιούς μέλους, όπως και η προστασία του ασθενούς είναι μείζονα ζητήματα και διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο (Ikonen et al., 2010).

Η περίοδος αυτή θεωρείται φάση επούλωσης και προστασίας. Οι στόχοι της μετεγχειρητικής φροντίδας περιλαμβάνουν την προώθηση της επούλωσης τραύματος, τον έλεγχο του πόνου για καταστάσεις όπως αίσθημα/πόνος άκρου-φάντασμα, έλεγχο όγκου, λειτουργική κινητικότητα, συνεχή συναισθηματική υποστήριξη, εκπαίδευση.

Μετά τον ακρωτηριασμό, απαιτείται μια διεπιστημονική ομάδα αποτελούμενη από χειρουργούς, φυσιοθεραπευτές, επαγγελματία ψυχολόγο και κοινωνικό λειτουργό για μετεγχειρητική περίθαλψη (Jeffcoate, 2005).

Μετά τη χειρουργική επέμβαση, η μετεγχειρητική φροντίδα περιλαμβάνει αντιβιοτικά, προφύλαξη από τη θρόμβωση των εν τω βάθει φλεβών και πνευμονική υγιεινή. Η διαχείριση του πόνου γίνεται μέσω ενδοφλέβιων ναρκωτικών, τα οποία στη συνέχεια μετατρέπονται σε από του στόματος αναλγητικά και στη συνέχεια απογαλακτίζονται σταδιακά όπως γίνεται ανεκτό (Arneja et al., 2015).

1.6.1 ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΗ ΤΟΜΗΣ

Η φροντίδα για την περιποίηση της τομής είναι πολύ σημαντική από τη στιγμή του ακρωτηριασμού μέχρι την τοποθέτηση καθορισμένων προθέσεων. Σήμερα, η άκαμπτη επίστρωση που αποτελείται από γύψο που εφαρμόζεται πάνω από τη χειρουργική τομή προτιμάται έναντι της μαλακής επίστρωσης (Fortington et al., 2013). Τα πλεονεκτήματα της άκαμπτης επίστρωσης περιλαμβάνουν την προστασία του τραύματος από τραύμα στο κρεβάτι, την πρόληψη οιδήματος στο σημείο της χειρουργικής επέμβασης, την ενίσχυση της επούλωσης τραύματος, την έγκαιρη ωρίμανση του τραύματος, τη μείωση του μετεγχειρητικού πόνου, επιτρέποντας την πρόωπη κινητοποίηση από το κρεβάτι στο κάθισμα και την περιπατητική επέμβαση με υποστήριξη. Τα φυσιολογικά οφέλη της στάσης σε όρθια θέση στο αναπνευστικό, καρδιαγγειακό, ουροποιητικό και γαστρεντερικό σύστημα είναι εύκολα αναγνωρίσιμα (Eskelinen et al., 2004). Τέλος, είναι δυνατή η πρόωπη οριστική προσθετική προσαρμογή και ένα υψηλότερο ποσοστό ασθενών αποκαθίσταται επιτυχώς. Μπορεί να προβλέπεται περιπατητική τοποθέτηση με βάρος κατά την άμεση μετεγχειρητική περίοδο, και η πρόθεση εφαρμόζεται κατά προτίμηση από πιστοποιημένο επαγγελματία προσθετικό (Ikonen et al., 2010; Jeffcoate & van Houtum, 2004).

Περιποίηση

- αποχέτευση και απομάκρυνση των υγρών που εκκρίνονται από τη χειρουργική τομή, όταν θα χρειαστεί.
- επίδεσμος με μέγιστη πίεση τερματικά και ελάχιστη προς τα πάνω, αφού η κεντρική πίεση αποτρέπει την απώλεια αίματος και το τελικό οίδημα, μειώνει την αίσθηση του πόνου φάντασμα και παράγει καλό σχήμα.
- ασκήσεις, οι οποίες θα πρέπει να ξεκινούν νωρίς (Vamos et al., 2010).
- η υγιεινή των κραδασμών και η διαλείπουσα έκθεση στον αέρα προλαμβάνει τις δερματικές ασθένειες (Weiser et al., 2008).

Το τραύμα πρέπει να επιθεωρείται κάθε 7 έως 10 ημέρες μετά την αφαίρεση του άκαμπτου επιδέσμου (Mueller et al., 1997). Ο γύψος πρέπει να αλλάζει εβδομαδιαία, μέχρι να θεραπευτούν οι πληγές. Μετά την επούλωση, το άκαμπτο ντύσιμο με την ειδική επίστρωση μπορεί να αφαιρεθεί και να χρησιμοποιηθεί ελαστικό στέλεχος συρρικνωτή (Fortington et al., 2013). Η άκαμπτη επίστρωση συνεχίζεται μέχρι ο όγκος να παραμείνει αμετάβλητος από την προηγούμενη εβδομάδα. Κατά τη συρρίκνωση του εμβόλου, η ήπια συμπίεση του διατηρείται με την εφαρμογή επιπρόσθετης υποδοχής εκτόνωσης πριν την τοποθέτηση της πλαστικής υποδοχής (Landry et al., 2011). Ασθενής με τραυματικό ακρωτηριασμό στη ζώνη τραυματισμού ή ασθενής με ακρωτηριασμό δευτεροπαθή της ισχαιμίας θα πρέπει να περιμένει μέχρι να επέλθει επούλωση τραύματος και στη συνέχεια να ξεκινήσει σταδιακά με το βάρος. Εάν το τραύμα εξελίσσεται καλά, η διείδυση του βάρους μπορεί να εξελιχθεί σε προσυζήσεις των 11,33 kg κάθε εβδομάδα (Arneja et al., 2015).

1.6.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΤΟΥ ΚΟΛΟΒΩΜΑΤΟΣ

Ανύψωση: Αναφορικά με την ανύψωση, ένα μέρος του κρεβατιού έχει τη δυνατότητα να ανασηκώνεται. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να παραχθεί η σταθερότητα στην πίεση που θα πρέπει να έχει το αίμα. Επίσης, η αγγείωση του κολοβώματος μπορεί να είναι επαρκής. Αν το κολόβωμα είναι κνημιαίο, τότε αυτό θα πρέπει να τοποθετηθεί σε ειδική σανίδα, στην περίπτωση που το αναπηρικό καρότσι χρησιμοποιηθεί. Ακόμη και στους ασθενείς που δεν μπορούν να φορούν την πρόθεσή τους όλη την ημέρα, συνίσταται να εφοδιαστούν με την σανίδα αυτή, για να την τοποθετούν, όταν θα είναι

στο καρότσι τους. Από την άλλη, όσοι αφαιρούν το προσθετικό μέλος συχνά, η ανύψωση του κολοβώματος και η τοποθέτησή του σε σημείο ανύψωσης είναι απαραίτητη (Weiser et al., 2008).



Εικόνα 6: Ανύψωση του κολοβώματος σε καθιστή θέση.

<https://www.chronopoulos.gr/%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B5%CE%B3%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B7-%CE%B1%CF%80%CE%BF%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CE%B1%CE%BA%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%85>

Για τη σωστή αντιμετώπιση τοι οιδήματος, οι ασκήσεις στην περιοχή του κολοβώματος είναι απαραίτητες. Ασκήσεις που περιλαμβάνουν εναλλάξ κάμψη, απαγωγή, έκταση και προσαγωγή της περιοχής του ισχίου, είναι σημαντικές για ασθενείς που έχουν υποστεί μηριαίο ακρωτηριασμό (Pollard et al., 2006). Καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, οι ασκήσεις αυτές καλό είναι να αναπαράγονται συχνά, καθώς αποτελούν ενεργητικές ασκήσεις και ενισχύουν τη σύσπαση του κολοβώματος. Συχνά, αυτό που προτείνεται είναι οι 10 επαναλήψεις ανά ώρα (Fortington et al., 2013). Στην περίπτωση που κάποιος ασθενής έχει σωστά συντονισμένους μύες και το κολόβωμά του θεωρείται ισχυρό, τότε αυτός μπορεί και να έχει ένα καλύτερο μέλλον στην πρόθεση που θα τοποθετηθεί (Arneja et al., 2015).

1.6.3 ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ

Η σωστή τοποθέτηση κατά την μετεγχειρητική περίοδο είναι ζωτικής σημασίας αρχικά, καθώς ο πόνος μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα ένα προστατευτικό σχήμα στέρησης της ευελιξίας χωρίς την αισθητική ανατροφοδότηση των δραστηριοτήτων που φέρουν

βάρος. Ο ασθενής προειδοποιείται να μην αφήσει το στέλεχος σε εξαρτημένη θέση. Σε κνημιαίους ακρωτηριασμούς συχνά παρατηρείται μια κάμψη του γόνατος, η οποία μπορεί να προληφθεί με τη βοήθεια ενός συστήματος ακινητοποίησης του γόνατος αμέσως μετά την εγχείρηση. Επίσης, αποτρέπει το τραύμα στο εναπομένον άκρο (Arneja et al., 2015).

1.6.4 ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΔΕΣΗ

Ο ασθενής μπορεί να εκπαιδευθεί στην σωστή εφαρμογή της περίδεσης και στη σωστή εφαρμογή πίεσης κατά τη διάρκειά της. Με τον τρόπο αυτόν, μπορεί να μειωθεί το οίδημα που θα σχηματισθεί, αλλά και να αρχίσει να διαμορφώνεται το κολόβωμα. Έτσι, το προθετικό μέλος έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί σε κάποιο επόμενο στάδιο (Cott et al., 1999; Fortington et al., 2013).



Εικόνα 7: Μετεγχειρητική περίδεση.

<https://docplayer.gr/110776080-Ptyhiaki-ergasia-o-rolos-tis-fysikotherapeias-se-akrotiriasmo-mesotitas-miriaioy-logo-aggeiakis-nosoy.html>

1.6.5 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΟΝΟΥ

Η σωστή αντιμετώπιση του πόνου μπορεί να λάβει χώρα με τους εξής τρόπους:

- Ο μετεγχειρητικός πόνος μπορεί να αντιμετωπιστεί με τον έλεγχο του πιθανού οιδήματος που ίσως να δημιουργηθεί στην περιοχή. Συνίσταται και η χρήση των αναλγητικών για την ανακούφιση του ασθενούς.

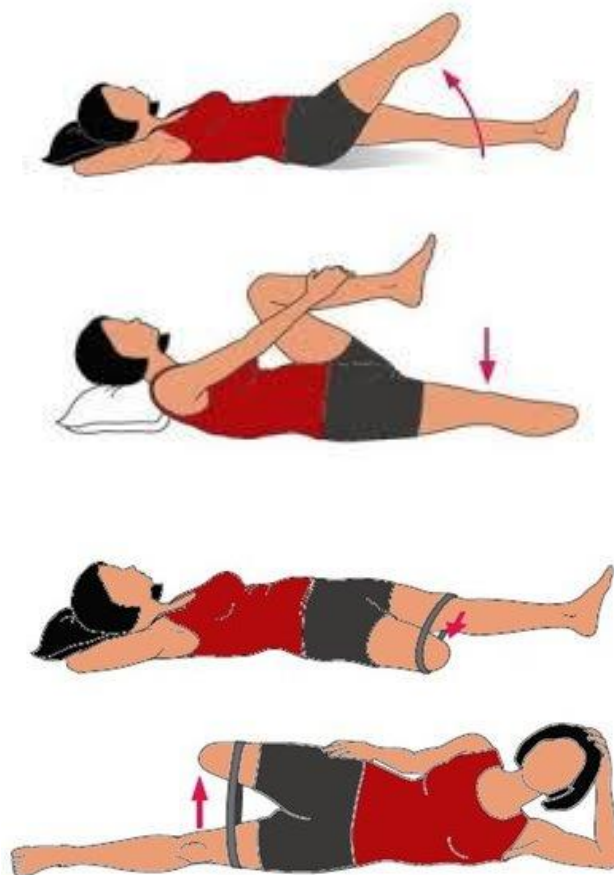
- Ο πόνος-φάντασμα μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη χρήση θεραπείας ενάντια στους σπασμούς. Επιπλέον, μπορεί να λάβει χώρα και χρήση τοπικής αναισθησίας, ή και επισκληριδίου (Pollard et al., 2006).

1.6.6 ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Η πρώιμη κινητικότητα έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει τα λειτουργικά αποτελέσματα, προάγει την ανεξαρτησία, μειώνει τη νοσηρότητα και μειώνει τη διάρκεια παραμονής στο νοσοκομειακό περιβάλλον για άτομα με ακρωτηριασμό κάτω άκρων (Landry et al., 2011). Η μυϊκή δύναμη χάνεται ταχύτερα από αυτή που επιτυγχάνεται με την ενίσχυση των ασκήσεων. Οι ακρωτηριασμοί κάτω άκρων πρέπει να μεγιστοποιήσουν τις δυνατότητες ενίσχυσης, καθώς στερούνται των στρατηγικών του αστραγάλου έχουν διαταραγμένες στρατηγικές ισχίου, έλλειψη σωματοαισθητικής εισροής και πρέπει να εξαρτώνται από την άθικτη όραση και τη σταθεροποίηση της πυέλου (Weiser et al., 2008).

Οι ασθενείς θα πρέπει να κινητοποιούνται από το κρεβάτι στην καρέκλα την πρώτη μετεγχειρητική ημέρα. Οι ασκήσεις αποτελούνται από ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης ακολουθούμενες από ασκήσεις για την κινητοποίηση των αρθρώσεων. Εντός των πρώτων ημερών, οι ασθενείς θα πρέπει να βαδίσουν χρησιμοποιώντας βαδιστικά βοηθήματα, βακτηρίες ή περιπατητές. Ο καλύτερος χρόνος για την έναρξη προσθετικού περιβλήματος με προστατευμένο βάρος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η ηλικία, η ισχύς, η ικανότητα του ασθενούς να προστατέψει το στέλεχος από τραυματισμό λόγω υπερβολικού βάρους (Gregg et al., 2014).

Η τυπική άσκηση τόσο για τους μηριαίους όσο και για τους κνημιαίους ακρωτηριασμούς είναι επιρρεπής, η οποία προάγει την επέκταση και καταπολεμά την ελαστικότητα του ισχίου που αποκτάται από την παρατεταμένη κάθοδο σε αναπηρική καρέκλα (Dillon et al., 2015). Τα μαξιλάρια /οι κυλινδρικές πετσέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ασκήσεις επέκτασης ισχίου/γονάτου με αντίσταση (Arneja et al., 2015; Dillon et al., 2015).



Εικόνα 8: Ασκήσεις ενδυνάμωσης & ελαστικότητας.

<https://www.chronopoulos.gr/%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B5%CE%B3%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B7-%CE%B1%CF%80%CE%BF%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CE%B1%CE%BA%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%85>

1.7 ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ (ΠΡΟ-ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΟ)

Είναι η προπαρασκευαστική φάση, η οποία παρεμβαίνει μεταξύ της επούλωσης τραύματος και της παροχής προσθετικής συσκευής. Ο ασθενής μπορεί να αποκατασταθεί στο σπίτι του, στο γηροκομείο, στο νοσοκομείο ή στο κέντρο αποκατάστασης (Fortington et al., 2013). Η περίοδος αυτή είναι χρήσιμη για την προετοιμασία του εναπομείναντος άκρου καθώς και για την προφύλαξη και την προετοιμασία του ακρωτηριασμένου άκρου του ασθενούς για το προσθετικό μέλος με πολύ σημαντικό ρόλο να κατέχει η κινησιοθεραπεία. Αποσκοπεί επίσης στην απόκτηση

ανεξάρτητης βοηθητικής κινητικότητας με περιπατητές, αναπηρικές καρέκλες ή πατερίτσες, καθώς και στην εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων μέσω επαγγελματικής θεραπείας (Weiser et al., 2008). Ο ασθενής ενημερώνεται για τη φροντίδα του εναπομείναντος άκρου και για την αναγνώριση των επιπλοκών. Η κινησιοθεραπεία για ακρωτηριασμούς άνω των γονάτων αποσκοπεί στην ενίσχυση των γλουτιαίων μυών, ενώ σε ακρωτηριασμούς κάτω από το γόνατο αποσκοπεί στην ενίσχυση των εκτεινόντων μυών του γόνατος (Gregg et al., 2014). Απώτερος στόχος της κινησιοθεραπείας είναι η εξασφάλιση επαρκούς κινητικότητας της υπάρχουσας άρθρωσης και η πρόληψη των συγκάμψεων (Johnson et al., 1995). Οι στόχοι αποκατάστασης έχουν τεθεί και πρέπει να παρακολουθούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα (Pollard et al., 2006).

1.7.1 ΣΤΟΧΟΙ ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ

Οι στόχοι που θα τεθούν και ιδανικά θα επιτευχθούν στο συγκεκριμένο στάδιο είναι οι εξής:

- Έλεγχος του πόνου, διατήρηση του εύρους της κίνησης και προώθηση της επούλωσης του τραύματος.
- Θα πρέπει να δίνεται έμφαση τόσο στην μυϊκή ενδυνάμωση του ασθενούς όσο και στην βελτίωση της αερόβιας ικανότητας του καθώς και στην διατήρηση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων.
- Η ενίσχυση του μυϊκού συστήματος των άνω άκρων κρίνεται απαραίτητη για την κινητοποίηση αυτών των ασθενών είτε με βακτηρίες, είτε με περιπατητήρες, είτε με αναπηρικά αμαξίδια.
- Για τον έλεγχο του πόνου και της υπολειπόμενης ωρίμασης των άκρων, χρησιμοποιούνται αφαιρούμενες άκαμπτες επιδείξεις ή ελαστικές συμπιεστικές επιδείξεις.
- Απαιτείται πρόγραμμα απευαισθητοποίησης του δέρματος, το οποίο περιλαμβάνει μάλαξη ιστών, κινητοποίηση ουλών και λίπανση της περιοχής.
- Πρέπει να αξιολογείται το φυσιολογικό άκρο, ως προς το εύρος της κίνησης, της δύναμης, των αισθήσεων, του συντονισμού, της ακεραιότητας του δέρματος, της αγγειότητας και των παραμορφώσεων (Vamos et al., 2010).
- Η καρδιακή και πνευμονική κατάσταση αξιολογείται μέσω κλινικών παραμέτρων όπως ο καρδιακός ρυθμός, η αρτηριακή πίεση και ο

αναπνευστικός ρυθμός, πρέπει να δοθεί έμφαση και στην αναπνευστική φυσικοθεραπεία.

- Σημαντική είναι επίσης η διατροφική, γνωστική και ψυχολογική αξιολόγηση.
- Η παρουσία συμβατικών στοιχείων όπως διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια και εκφυλιστική κοινή νόσο, νευροπάθεια, πολυνευροπάθειες επηρεάζουν επίσης τα αποτελέσματα της αποκατάστασης.
- Η ισορροπία του σώματος σε καθιστή θέση, η μετακίνηση στο κρεβάτι και οι μεταφορές διευκολύνονται από ισχυρούς μύες του κορμού, ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό και τους μύες του ισχίου (Fortington et al., 2013).

1.7.2 ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ ΑΣΘΕΝΗ

Οι παρεμβάσεις που θα πρέπει να λάβουν χώρα, ούτως ώστε να ανεξαρτητοποιηθεί και να μπορέσει να επανέλθει στην κοινωνία ο ασθενής που έχει υποστεί χειρουργική επέμβαση ακρωτηριασμού κάτω άκρου είναι οι εξής (Stone et al., 2005):

- Θα πρέπει να γίνει μία εκτίμηση της οικίας του ασθενούς από έναν ειδικό.
- Οι μεταφορές του ασθενούς θα πρέπει να γίνονται με ειδικό αμαξίδιο, ή και με μονοποδική βάδιση. Το τελευταίο μπορεί να λάβει χώρα με τη χρήση παράλληλων μπαρών, αλλά και με τη χρήση άλλων, ακόμη πιο εξειδικευμένων βοηθημάτων στη βάδιση (Fortington et al., 2013).
- Ο ασθενής θα πρέπει να εκπαιδεύεται στη σωστή χρήση του εξοπλισμού που θα του δοθεί. Έτσι, θα επιτευχθεί η διευκόλυνσή του και θα αποφευχθεί η τυχόν απομάκρυνσή του από το οικογενειακό και κοινωνικό του περιβάλλον (Vamos et al., 2010).
- Ο ασθενής θα πρέπει να μάθει και να κατανοήσει όλες τις δραστηριότητες που θα πρέπει να κάνει με το υγιές του σκέλος. Με τον τρόπο αυτό, ο ασθενής θα διευκολυνθεί αρκετά και θα εκτελεί καλύτερα στις καθημερινές κινήσεις του.
- Συνέχεια των καθημερινών κινήσεων και εξυπηρέτηση των συνηθισμένων δραστηριοτήτων του ασθενούς.
- Ο ασθενής θα πρέπει να δημιουργήσει κάποιες δραστηριότητες που να μη χρειάζεται το προσθετικό άκρο (Franchignoni et al., 2004).

1.7.3 ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Η ενίσχυση του πυρήνα (σύμπλεγμα lumbo-pelvic-hip) θα πρέπει να ξεκινά με την επίτευξη ουδέτερης σπονδυλικής στήλης από τον ασθενή (Cott et al., 1999; Bevilacqua et al., 2007). Η επαρκής ενίσχυση του πυρήνα παρέχει μια βάση για δραστηριότητες άνω και κάτω άκρων και επίσης αποτρέπει χρόνιο πόνο στην πλάτη και δυσλειτουργία βάδισης με μετέπειτα προσθετική εκπαίδευση (Nguyen et al., 2006).

Όλες αυτές οι προ-προσθετικές ασκήσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν στο οικιακό περιβάλλον και οι επαναλήψεις και τα σετ μπορούν να αυξηθούν σύμφωνα με την αρχή της συχνότητας, της έντασης και του χρόνου (FIT) και της ανοχής των ασθενών (Dillon et al., 2015). Στόχος είναι η παροχή ενός βασικού λειτουργικού σχήματος άσκησης, το οποίο μπορεί να εκτελεστεί ανεξάρτητα και το οποίο επιτρέπει την πρόοδο στην αποκατάσταση της φάσης II (Nguyen et al., 2006; Bevilacqua et al., 2007).

1.8 ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ

Το μεγαλύτερο στέλεχος είναι προθετικά ανώτερο από το μικρότερο επειδή παρέχει:

- βραχίονα με μεγαλύτερο μοχλό
- καλύτερη αισθητηριακή ανατροφοδότηση
- μεγαλύτερη περιοχή για την κατανομή των δυνάμεων πίεσης (Sherbourne & Stewart, 1991; Bevilacqua et al., 2007).

1.8.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΠΡΟΘΕΣΗ/ ΕΙΔΗ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΜΕΛΟΥΣ

Η επιστημονική ομάδα που έχει επιλεγεί από τον ασθενή για να συμμετέχει στην χειρουργική επέμβαση ακρωτηριασμού, είναι και αυτή που θα καταστεί κριτής για το αν ο ασθενής διαθέτει κάποια κριτήρια για να εφαρμοσθεί η πρόθεση (Ritvo et al., 1997). Επιπλέον, επιλέγεται το αν και κατά πόσο πληρούνται τα κριτήρια για την εφαρμογή της πρόθεσης (Weiser et al., 2008). Τα κριτήρια είναι τα εξής:

- ❖ Η προθυμία. Ο ασθενής οφείλει να είναι πρόθυμος να εφαρμοσθεί το προσθετικό άκρο σε αυτόν.
- ❖ Το κίνητρο. Ο ασθενής οφείλει να έχει κίνητρο να συνεχίσει να ζει με το προσθετικό άκρο.
- ❖ Η ικανότητα για εκπαίδευση. Ο ασθενής θα πρέπει να μπορεί να είναι ανοιχτός στο ενδεχόμενο εκπαίδευσης πάνω στη χρήση της πρόθεσης.

- ❖ Η υπευθυνότητα (Fortington et al., 2013)
- ❖ Η σωστή υποστήριξη του βάρους. Το υγιές μέλος θα πρέπει να είναι σε θέση αντισταθμίσει το βάρος (Bevilacqua et al., 2007).
- ❖ Η φυσική κατάσταση. Ο ασθενής οφείλει να βρίσκεται σε καλή φυσική κατάσταση, για να μπορεί να επιτευχθεί η βάδιση με τη χρήση προσθετικού άκρου.
- ❖ Η ποιότητα ζωής. Το προσθετικό άκρο θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τη ζωή του ασθενούς, ή και την εικόνα του εαυτού του για την πρόθεση (Li et al., 2012).

Μετά από την επέμβαση, ο ασθενής θα πρέπει να περάσει από ειδική αξιολόγηση (Stone et al., 2005). Αυτή θα έχει τη δυνατότητα να καθορίσει το αν και κατά πόσο η ανεξαρτησία του ασθενούς είναι κάτι το επιτεύξιμο, καθώς αποτελεί σημαντικό κομμάτι της χρήσης της πρόθεσης (Moxey et al., 2010). Επιπρόσθετα, η πρόγνωση βρίσκεται κάτω από το μικροσκόπιο, καθώς η επιθυμία για γρήγορη ανάρρωση και επιστροφή στις καθημερινές του δραστηριότητες είναι μείζονος σημασίας (Arneja et al., 2015).

Ταξινόμηση βάσει της περιόδου χρήσης:

1. Προσωρινή πρόθεση: Χρησιμοποιείται μετά από ακρωτηριασμό μέχρι να εξοπλιστεί ο ασθενής με μόνιμη διάταξη.
2. Μόνιμη διάταξη: Αυτή τοποθετείται μετά την τελική κλινική αξιολόγηση με ακριβείς μετρήσεις της επιφάνειας (Bevilacqua et al., 2007).

Με βάση τα παραπάνω, οι ασθενείς μπορούν να διαχωριστούν σε ειδικά επίπεδα:

1. Οι ασθενείς που ανήκουν στο επίπεδο 0 είναι αυτοί που δεν προτιμώνται για να λάβουν κάποιο προθετικό μέλος, καθώς δεν προτείνονται για τυχόν μετακινήσεις, αλλά ούτε για μεταφορές.
2. Οι ασθενείς που ανήκουν στο επίπεδο 1, μπορεί να προτιμηθούν για τη χρήση του προσθετικού μέλους, για να εξυπηρετηθούν οι καθημερινές τους ανάγκες. Επιπρόσθετα, σε αυτό το επίπεδο ανήκουν και όσοι χρειάζονται την πρόθεση για τη μετακίνηση εντός της οικίας τους και μόνο (Franchignoni et al., 2004).
3. Οι ασθενείς που ανήκουν στο επίπεδο 2, είναι οι ασθενείς που μπορεί να προταθούν για τη χρήση προσθετικού μέλους, τόσο εντός, αλλά και εκτός της

οικίας τους, για την εξυπηρέτηση των καθημερινών τους αναγκών (Fortington et al., 2013).

4. Οι ασθενείς που ανήκουν στο επίπεδο 3, είναι οι ασθενείς που χρειάζονται το προσθετικό μέλος για να λόγους εργασίας, για λόγους αθλητικής δραστηριότητας, αλλά και για διάφορους άλλους θεραπευτικούς τυχόν λόγους.
5. Οι ασθενείς που ανήκουν στο επίπεδο 4 είναι αυτοί που έχουν υψηλό επίπεδο λειτουργικότητας, αλλά και ανάγκες που δεν μπορούν να συμπεριληφθούν στις βασικές ανάγκες των παραπάνω επιπέδων, όπως είναι τα παιδιά, οι αθλητές, ή οι πολύ δραστήριοι ενήλικες (Li et al., 2012; Gregg et al., 2014).



Εικόνα 9: Προθέσεις κάτω άκρου.

https://www.iatrikionline.gr/Aqgeio_4_06/092-099%20Pitoulias.pdf

1.8.2 ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΘΕΣΗΣ

Η σωστή εκπαίδευση πάνω στην χρήση του προθετικού άκρου μπορεί να εξαρτηθεί κάθε φορά από το μοντέλο που θα χρησιμοποιήσει ο ίδιος ο ασθενής (Moxey et al., 2010). Λογικό είναι, κάθε φορά και με την πάροδο του χρόνου, να εκπαιδεύεται μόνος του πάνω στο συγκεκριμένο μοντέλο προσθετικού άκρου που θα χρησιμοποιήσει, όπως επίσης και στον τρόπο με τον οποίο θα το χρησιμοποιήσει (Gauthier-Gagnon et al., 1998). Έτσι, θα έχει τη δυνατότητα να τοποθετεί και να αφαιρεί το προσθετικό άκρο μόνος του. Με την πάροδο του χρόνου, ο ασθενής μπορεί να εκπαιδευτεί με σκοπό να τοποθετεί και να αφαιρεί την πρόθεση γρηγορότερα (Stone et al., 2005). Ο προσθετιστής είναι αυτός που μπορεί να βοηθήσει και να εκπαιδεύσει τον ασθενή, αλλά και την οικογένειά του, αναφορικά με τα εξής προβλήματα που ίσως προκύψουν:

1. Μαθαίνει τον ασθενή σχετικά με την ορολογία για το προσθετικό άκρο και τα διάφορα εξαρτήματα που ίσως χρησιμοποιηθούν.
2. Προπονεί τον ασθενή για τη χρήση του προσθετικού άκρου.
3. Προτείνει στρατηγική, με την οποία ο ασθενής θα έχει τη δυνατότητα να ελέγχει από μόνος του τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί το προσθετικό άκρο, όπως και να ελέγχει αν λειτουργεί σωστά.
4. Προειδοποιεί πως ο ασθενής έχει την ευθύνη να ελέγχει το κολόβωμα. Αν παρατηρήσει κάτι το ασυνήθιστο στην εμφάνισή του, τότε θα πρέπει να επικοινωνήσει με τον θεράποντα ιατρό του.
5. Σε περίπτωση ερυθήματος, ο ασθενής θα πρέπει να παρατηρεί αν και κατά πόσο υποχωρεί μετά από είκοσι λεπτά από την αφαίρεση του προσθετικού άκρου. Αν δεν παρατηρήσει υποχώρηση, τότε το συμβάν θα πρέπει να αναφερθεί (Vamos et al., 2010).

Ο προσθετιστής είναι αυτός που ενημερώνει και εκπαιδεύει τον ασθενή για τη σωστή χρήση του προσθετικού άκρου (Elsharawy, 2011). Με τον τρόπο αυτόν, ελαχιστοποιούνται τυχόν τραυματισμοί, ελέγχεται η απογοήτευση του ασθενούς για την έκβαση της κατάστασής του και τέλος, ελαττώνεται ο κίνδυνος της καταστροφής της πρόθεσης (Wilson et al., 2012). Με την κακή χρήση, ή ακόμη και με την λανθασμένη εναπόθεση βάρους κατά τη βάδιση, το προσθετικό μέλος μπορεί και να καταστραφεί. Μέσω της παραπάνω διαδικασίας, ο κίνδυνος αυτός ελαχιστοποιείται (Arneja et al., 2015).

1.8.3 ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Ελάχιστα είναι τα κλινικά στοιχεία που να ερευνούν τη σωστή προπόνηση με τη βοήθεια προσθετικού μέλους. Όμως, γενικά πιστεύεται πως η μη ύπαρξη αυτής, μπορεί και να οδηγήσει σε απόρριψη της πρόθεσης, ή και κακή της χρήση.

- Κατά τις ασκήσεις ισορροπίας με πρόσθετο μέλος κάτω άκρου, ο ασθενής μπορεί να στηρίζεται σε ένα σταθερό αντικείμενο και με τα δύο χέρια, με τη βοήθεια ενός καθρέπτη. Θα πρέπει να μεταφέρει το βάρος του εναλλάξ από το ένα του χέρι στο άλλο, ενώ με την πάροδο του χρόνου, θα έχει τη δυνατότητα να κάνει μεταφορά του βάρους του μπροστά και πίσω (Gregg et al., 2014).

Αρχικά θα πρέπει να εκτελεί μικρές και ήπιες κινήσεις, αλλά αργότερα μπορεί να τις αυξήσει. Μπορεί να τοποθετηθεί και σκαλοπάτι ως άσκηση ισορροπίας. Η άσκηση αυτή μπορεί να φανεί δύσκολη στον ασθενή, λόγω της έλλειψης του συντονισμού που θα έχει (Stone et al., 2005). Θα πρέπει όμως να την εκτελέσει, ενώ σταδιακά θα αυξήσει την ταχύτητα που θα πρέπει να πραγματοποιήσει την άσκηση. Μία άλλη άσκηση ισορροπίας είναι και η εξής: ο φυσικοθεραπευτής θα πρέπει να τοποθετήσει ένα μπαλάκι του τένις μπροστά από το υγιές μέλος του ασθενούς, και ο τελευταίος θα πρέπει να το κινητοποιήσει, πάντα στηριζόμενος σε παράλληλες μπάρες. Σταδιακά και ανάλογα με την πρόοδο του, θα μπορεί να αφήσει τα χέρια του (Fortington et al., 2013).

- Κατά την επανεκπαίδευση βάδισης με πρόσθετο μέλος, σημαντικός στόχος είναι η σωστή μεταφορά του βάρους από το ένα άκρο στο άλλο. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να επιτευχθεί η εξίσωση του διασκελισμού και του μήκους του, η καλή ισορροπία του ασθενούς, αλλά ακόμη και η ανύψωση βάρους. Σε χρόνο που ο ασθενής θα μπορεί να περπατά με τη χρήση κάποιου βοηθητικού εξαρτήματος, όπως είναι ο περιπατητήρας ή οι πατερίτσες, τότε θα πρέπει να ξεκινήσει η εκπαίδευσή του σε ακόμη πιο δύσκολες επιφάνειες. Τέτοιες επιφάνειες αποτελούν οι σκάλες, οι ράμπες ανηφόρας ή κατηφόρας, αλλά και οι ανώμαλες επιφάνειες. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, η άσκηση οφείλει να ενσωματώνει διάφορα στοιχεία του πιθανού περιβάλλοντος και οικίας του ασθενούς, όπως είναι οι στενοί διάδρομοι μίας οικίας ή σκαλοπάτια, το περιβάλλον της ψυχαγωγίας του ασθενούς, το περιβάλλον της εργασίας του ή ακόμη και του χώρου άθλησης (Li et al., 2012). Ο ασθενής θα έχει τη δυνατότητα να ανέβει μία σκάλα με το υγιές μέλος στην αρχή και μετά να ακολουθήσει το τεχνητό μέλος του (Wilson et al., 2012). Θα πρέπει να μάθει να κατεβαίνει τη σκάλα με το πρόσθετο μέλος και να μπορεί να ελέγχει την μεταφορά του βάρους του. Όταν θα του είναι εύκολο αυτό, θα μπορεί να ακολουθήσει και το υγιές του άκρο (Franchignoni et al., 2004; Norvell et al., 2011). Ακολουθώντας πάντα την φυσιοθεραπευτική βοήθεια, ο ασθενής κατά τη διάρκεια της βάδισής του, θα πρέπει να στρίβει με σχετική ευκολία και ασφάλεια. Αυτό θα μπορεί να γίνει προς διάφορες κατευθύνσεις (Jacobs et al., 1999; Norvell et al., 2011).

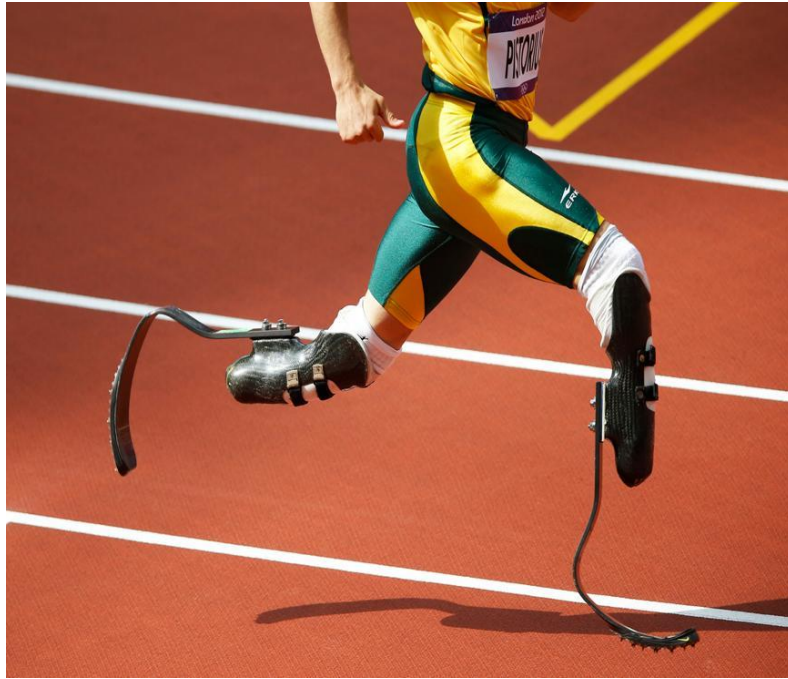
1.9 ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟΥ

Κατάθλιψη και άγχος εμφανίζονται στο 25% των ασθενών και κατάχρηση ουσιών στο 6% των ασθενών (Iezzoni, 1997). Η διαταραχή μετατραυματικού στρες που χαρακτηρίζεται από συμπτώματα αποφυγής, επανεμφάνισης και υπερδιέγερσης είναι μοναδική στην έκθεση σε τραύμα και παρουσιάζεται στα δύο τρίτα των ασθενών. Τα αυτοαναφερόμενα αποτελέσματα ψυχικής και συναισθηματικής υγείας των κνημιαίων ακρωτηριαστών ήταν σημαντικά χειρότερα από αυτά της ομάδας ελέγχου (Li et al., 2012 ; Driver et al., 2005).

Οι μεταβλητές που καθορίζουν το λειτουργικό αποτέλεσμα περιλαμβάνουν το μήκος των άκρων που απομένει και την ποιότητα της κάλυψης των μαλακών μορίων (Izumi et al., 2006). Η αναπηρία αυξάνεται με υψηλότερο επίπεδο ακρωτηριασμού (Franchignoni et al., 2004). Τα αντικειμενικά μέτρα για την αποδοτικότητα βάδισης, την ταχύτητα βάδισης, την ενεργειακή απαίτηση για κινητοποίηση, καθώς και τα αυτοαναφερόμενα μέτρα ποιότητας ζωής δείχνουν καλύτερη έκβαση στους κνημιαίους ακρωτηριασμούς από ό,τι στο εγγύς επίπεδο με αντίκτυπο και στην ψυχολογία του ατόμου μετεγχειρητικά (Fortington et al., 2013). (Asano et al., 2008).

1.10 ΣΠΟΡ ΚΑΙ ΧΟΜΠΙ.

Μερικά αθλήματα μπορούν να πραγματοποιηθούν με χρήση κανονικής πρόθεσης χωρίς προσαρμογή για ένα συγκεκριμένο άθλημα, άλλα αθλήματα όμως απαιτούν ειδικές προθέσεις ή ειδικές για το άθλημα προσθετικές προσαρμογές. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση στην ανάπτυξη αυτών των εξειδικευμένων προθέσεων οδηγώντας σε έναν αυξημένο αριθμό κατά συνέπεια αθλητικών προθέσεων και προσθετικών προσαρμογών που είναι διαθέσιμα για χρήση από ακρωτηριασμένα άτομα, ενώ συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες (Bragaru et al., 2012).



Εικόνα 10: Ειδική πρόθεση για αθλητές του στίβου.

<https://hand-surgery.gr/lower-extremity/%CF%80>

Ειδικά για κάποιες περιπτώσεις αθλητών που έχουν υποστεί ακρωτηριασμό και θέλουν εξειδικευμένο είδος πρόθεσης, ισχύουν τα εξής:

- Για αθλητές που ενδιαφέρονται για την ποδηλασία, σημαντικό είναι να μειωθεί η ασυμμετρία μεταξύ των δύο κάτω άκρων. Βέβαια, ο αθλητής μπορεί τεχνητά να προσδέσει το τεχνητό μέλος με μία σφήνα στο πετάλι.
- Για αθλητές γκολφ, σημαντικό είναι να υπάρχει ένας προσαρμογέας στροφής στην πρόθεση, για καλύτερη στροφή του ισχίου.
- Για αθλητές στίβου και για τρέξιμο, υπάρχουν ειδικές προθέσεις με ελατήρια, για τις ανάγκες του αθλήματος. Οι δρομείς με ειδικά τεχνητά μέλη μπορούν να επιτύχουν και καλύτερες ταχύτητες, αλλά και μικρότερη κατανάλωση ενέργειας, τουλάχιστον σε σχέση με τα κανονικά τεχνητά μέλη.
- Για αθλητές σκι ή σνόουμπορντ, ένας ειδικός προσαρμογέας αστραγάλου μπορεί να συνδεθεί με τη σόλα της μπότας του σκι, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για άλλα εξαρτήματα.
- Για αθλητές κολύμβησης, η πρόθεση αφαιρείται και ο αθλητής προπονείται εύκολα, χωρίς αυτήν. Τα άτομα που θέλουν να προπονηθούν στο άθλημα με την πρόθεση, θα πρέπει να βεβαιωθούν πως είναι αδιάβροχη (Νάστου, 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Σε έρευνα που έλαβε χώρα το 2009 από τον Nolan, στόχος της μελέτης ήταν να συγκρίνει την δύναμη του ισχίου ανάμεσα σε άτομα που έχουν υποστεί ακρωτηριασμό και εξακολουθούν να ασχολούνται με τον αθλητισμό, σε ακρωτηριασμένους οι οποίοι απέχουν από αθλητικές δραστηριότητες αλλά και σε αθλητικά ενεργούς μη ακρωτηριασμένους αθλητές. Στην έρευνα συμμετείχαν 16 άτομα με τον ακρωτηριασμό των ατόμων αυτών να προέρχεται έπειτα από τραυματισμό. Και οι 16 συμμετέχοντες είχαν υποστεί ακρωτηριασμό στο επίπεδο της κνήμης. Σύμφωνα με την μελέτη πραγματοποιήθηκε έκκεντρη και σύγκεντρη κάμψη – έκταση του ισχίου στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Μικρή ασυμμετρία στην δύναμη παρατηρήθηκε μεταξύ των δύο άκρων των αθλητικά ενεργών ακρωτηριασμένων που κυμαίνονταν από 8% -14% , ενώ το υπολειπόμενο άκρο τους ήταν ελαφρώς ισχυρότερο. Στους ανενεργούς αθλητικά ακρωτηριασμένους η ασυμμετρία που παρατηρήθηκε ήταν έως 49%, ενώ το άθικτο άκρο τους ήταν το ισχυρότερο. Τα ακρωτηριασμένα άτομα τα οποία ήταν αθλητικά ενεργά παρουσίασαν μεγαλύτερες ροπές στο ισχίο (Nm/Kg) σε όλες τις ταχύτητες και συνθήκες συγκριτικά με τα μη ενεργά ακρωτηριασμένα άτομα. Συγκρίνοντας τώρα το υπολειπόμενο μέλος των ακρωτηριασμένων που συνέχιζαν να ασχολούνται με τον αθλητισμό με το μέλος των υγιών αθλητών βρέθηκε επίσης ότι οι μέγιστες ροπές ισχίου ήταν και πάλι μεγαλύτερες στην πρώτη ομάδα και πιο συγκεκριμένα στην έκταση με τη διαφορά να φτάνει και στο 26%. Ωστόσο η αναλογία κάμψης/έκτασης στο γκρουπ με τους ακρωτηριασμένους που συνέχιζαν την αθλητική τους δραστηριότητα ήταν μικρότερη συγκριτικά με τις δύο άλλες ομάδες και υποδηλώνει ότι η μυϊκή ομάδα των εκτεινόντων του ισχίου είναι αρκετά πιο δυνατή συγκριτικά με την μυϊκή ομάδα των καμπτηρών του ισχίου σε αυτά τα άτομα. Δεν είναι γνωστό εάν αυτό οφείλεται στις απαιτήσεις του αθλητισμού ή της άσκησης με ένα προσθετικό άκρο ή έχει να κάνει με την εναπομένουσα ατροφία του μηρού.

Σε μία ενδιαφέρουσα έρευνα των Crozara et al., το 2019, μετρήθηκε αν και κατά πόσο υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ της μυϊκής απόδοσης των μυών του ισχίου με της ταχύτητας της βάδισης σε άτομα με ακρωτηριασμό κάτω άκρου. Στην έρευνα συμμετείχαν 17 ασθενείς από αυτούς οι 6 ήταν ακρωτηριασμένοι στο ύψος του μηρού,

4 στο γόνατο και 7 ακρωτηριασμένα άτομα στο ύψος της κνήμης. Αξιολογήθηκαν η ροπή και η ισχύς τόσο στο ακρωτηριασμένο όσο και στο υγιές άκρο στο ισοκινητικό δυναμόμετρο, πιο συγκεκριμένα η κάμψη/έκταση του ισχίου ($60^{\circ}/s$ και $180^{\circ}/s$) και η απαγωγή και η προσαγωγή του ισχίου ($30^{\circ}/s$ και $90^{\circ}/s$) καθώς και η αξιολόγηση της βάρδισης όπου πραγματοποιήθηκε με την συνήθη ταχύτητα βάρδισης και σε απόσταση των 10 μέτρων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της μυϊκής απόδοσης των μυών του ισχίου και της βάρδισης. Πιο συγκεκριμένα εντοπίστηκε μειωμένη απόδοση της δύναμης των εκτεινόντων μυών του ισχίου στο ακρωτηριασμένο μέλος καθώς και ασυμμετρία μεταξύ της δύναμης των απαγωγών μεταξύ των άκρων η οποία ήταν επιζήμια για την συνήθη ταχύτητα βάρδισης σε αυτά τα άτομα. Η διαφορά στην μειωμένη μυϊκή απόδοση των μυών του ισχίου στο υπολειπόμενο άκρο συγκριτικά με το υγιές κυμαίνονταν μεταξύ 20-30%. Επομένως η μειωμένη δύναμη των καμπτήρων, και κυρίως των εκτεινόντων και των απαγωγών μυών του ισχίου στην ακρωτηριασμένη πλευρά και η ενίσχυση αυτών κατά την διάρκεια του προγράμματος αποκατάστασης έχουν άμεση συσχέτιση με την βελτίωση του ρυθμού και της ταχύτητας της βάρδισης σε αυτά άτομα και κατά συνέπεια στην βελτίωση της ποιότητας της ζωής αυτών των ανθρώπων.

Σε παρόμοιο αποτέλεσμα κατέληξε και η έρευνα των Nadollek και των συνεργατών της το 2002, με είκοσι τρία ακρωτηριασμένα άτομα να συμμετέχουν στην συγκεκριμένη έρευνα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ακρωτηριασμένοι ασθενείς βασίζονται περισσότερο στο υγιές άκρο για τον καλύτερο έλεγχο και διατήρηση της ισορροπίας τους. Επίσης από την παρούσα μελέτη βρέθηκε να υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των αδύναμων απαγωγών μυών του ισχίου με την ασυμμετρία κατά την στάση αλλά και κατά την βάρδιση τονίζοντας έτσι την σημασία ενδυνάμωσης αυτών των μυών και της ένταξής τους στο μετεγχειρητικό πρόγραμμα αποκατάστασης.

Μια νεότερη μελέτη έρχεται να επιβεβαιώσει σε μεγάλο βαθμό τα αποτελέσματα των Nadollek και των συνεργατών του. Συγκεκριμένα η Rutkowska-Kucharska και λοιποί, το 2018, έθεσαν το ερώτημα εάν υπάρχει σχέση μεταξύ των τιμών ροπής των καμπτήρων και των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του ισχίου και της ασυμμετρίας στην βάρδιση σε ασθενείς με μηριαίο ακρωτηριασμό. η μυϊκή ροπή των συγκεκριμένων μυϊκών ομάδων αξιολογήθηκε με το ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex) και Η ασυμμετρία στην βάρδιση αξιολογήθηκε με βάση την δύναμη αντίδρασης του εδάφους

(GRF). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ασυμμετρία στην βάρδιση συσχετίζεται και με την μειωμένη μυϊκή ροπή κυρίως των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του ισχίου. Ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης που ενισχύει τη μυϊκή ροπή στην μυϊκή ομάδα των εκτεινόντων μυών μπορεί να είναι μια αποτελεσματική μορφή θεραπείας των ασθενών αυτών, τονίζοντας βέβαια ότι κάθε ασθενής πρέπει να υποβληθεί σε αξιολόγηση της μυϊκής του δύναμης πριν την έναρξη του προγράμματος και να προσαρμοστεί το πρόγραμμα θεραπείας στο επίπεδο ελλείματος της μυϊκής ροπής του εκάστοτε ακρωτηριασμένου ασθενούς κάνοντας το έτσι πιο εξατομικευμένο.

Σε μελέτη του Isakov et al., το 1996, σκοπός της οποίας ήταν να αξιολογηθεί η μυϊκή δύναμη του τετρακεφάλου μυός αλλά και των ισchioκνημιαίων στο ακρωτηριασμένο μέλος σε ασθενείς που έχουν υποστεί ακρωτηριασμό κάτω από το γόνατο. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε ισοκινητικό δυναμόμετρο, σε σύγκεντρη, έκκεντρη αλλά και ισομετρική συστολή, τα αποτελέσματα έδειξαν μειωμένη δύναμη του τετρακεφάλου μυός και των ισchioκνημιαίων επίσης στο υπολειπόμενο άκρο, ενώ η μυϊκή δύναμη των συγκεκριμένων μυϊκών ομάδων δεν φάνηκε να παρουσιάζει αισθητή διαφορά σε άτομα που είχαν ακρωτηριαστεί μέχρι και 7 χρονιά πριν συγκριτικά με ασθενείς οι οποίοι είχαν ακρωτηριαστεί πρόσφατα. Η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι σε ο ακρωτηριασμούς κάτω από το γόνατο, η μυϊκή δύναμη των τόσο των ισchioκνημιαίων όσο και του τετρακεφάλου μηριαίου μυός του υπολειπόμενου άκρου μειώνεται σημαντικά κατά τα πρώτα χρόνια μετά τον ακρωτηριασμό. Το υπολειπόμενο άκρο είναι λιγότερο ενεργό στις καθημερινές λειτουργίες με συνέπεια η ατροφία των μυών του μηρού στο προσβεβλημένο άκρο να είναι ένα συνηθισμένο εύρημα με αρνητικό αντίκτυπο στην στάση και στην βάρδιση αυτών των ατόμων τα οποία και εξαρτώνται από τη δύναμη και βελτίωση αυτών των μυών για τις καθημερινές και αναγκαίες λειτουργίες τους.

Επίσης σε μια άλλη έρευνα των Isakov και των συνεργάτες του το 1996, μελετήθηκε το αν και κατά πόσο το μήκος του κολοβώματος επηρεάζει την δύναμη του τετρακεφάλου μηριαίου μυός και των ισchioκνημιαίων στο ακρωτηριασμένο κάτω άκρο και κατ'επέκταση την στάση και την βάρδιση αυτών των ατόμων. Στην έρευνα πήραν μέρος 18 εθελοντές με ακρωτηριασμό κάτω από το γόνατο με μέσο όρο ηλικίας τα 45 έτη και η αιτία ακρωτηριασμού των περισσότερων εξ' αυτών ήταν τροχαία ατυχήματα καθώς και ατυχήματα στο περιβάλλον της εργασίας τους. Οι μετρήσεις

πραγματοποιήθηκαν σε ισοκινητικό δυναμόμετρο (biodex) και έδειξαν ότι η δύναμη των των μυών του μηρού που προαναφέραμε ήταν σημαντικά ισχυρότεροι στο υγιές κάτω άκρο σε σχέση με το υπολειπόμενο άκρο. Όσο αφορά τώρα το μήκος του κολοβώματος βρέθηκε ότι στα άτομα με πιο κοντό κολόβωμα δηλαδή μικρότερο των 15,1 cm οι τιμές της μέγιστης ροπής είναι μικρότερες συγκριτικά με αυτών με πιο μακρύ κολόβωμα πάνω από 15, cm. Ενώ δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στην δύναμη των μυών του μηρού σε άτομα που είχαν μικρότερη περιφέρεια μηρού από 5,9 cm σε σχέση με αυτά που είχαν που είχαν μεγαλύτερη μυϊκή ατροφία από 5,9 cm. Καταλήγοντας στο συμπέρασμα το μήκος του κολοβώματος και η δύναμη των συγκεκριμένων μυϊκών ομάδων είναι μεταξύ των σημαντικότερων παραγόντων που επηρεάζουν την έκβαση της προσθετικής αποκατάστασης και ότι σε άτομα με πιο κοντό κολόβωμα τελικά παρεμποδίζεται περισσότερο η ικανότητα τόσο του τετρακεφάλου όσο και των ισchioκνημιαίων με συνέπεια έναν όχι και τόσο αποτελεσματικό έλεγχο της πρόθεσης κατά την διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων όπως της στάσης και της βάδισης. Επίσης μειωμένη δύναμη των ισchioκνημιαίων μυών καθώς και του τετρακεφάλου μυός σε άτομα με κνημιαίο ακρωτηριασμό έπειτα από μετρήσεις σε ισοκινητικό δυναμόμετρο εντοπίστηκε και στην έρευνα των Tugcu et al., το 2009, οι οποίοι κατέληξαν σε ένα ακόμη συμπέρασμα ότι και η οστική πυκνότητα στα οστά τόσο του μηρού όσο και της κνήμης είχε μειωθεί εξίσου σημαντικά στο υπολειπόμενο άκρο, η οποία όμως δεν βρέθηκε να συσχετίζεται άμεσα με το επίπεδο της δύναμης των μυών του μηρού.

Ο Moirenfeld, μαζί με τους συνεργάτες του το 2000 σε μια παρόμοια έρευνα με των Isakov et al., αξιολόγησε την δύναμη και την αντοχή του τετρακεφάλου μηριαίου μυός και των ισchioκνημιαίων μυών. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 11 εθελοντές που είχαν υποστεί κνημιαίο ακρωτηριασμό μετρά από τραυματισμό με μέσο όρο ηλικίας τα 43,7 έτη. Η μέτρηση της δύναμης και της αντοχής των καμπτηρών και εκτεινόντων μυών του γόνατος αξιολογήθηκαν από ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex). Μετά την ανάλυση των δεδομένων η δύναμη των μυών του μηρού στο υγιές μέλος ήταν σημαντικά υψηλότερη απ' ότι στο υπολειπόμενο ($p<0.01$), όπως και στην αντοχή των καμπτηρών μυών του γόνατος στο υγιές σε σύγκριση με το ακρωτηριασμένο άκρο όπου στο υπολειπόμενο άκρο εντοπίζεται μειωμένη αντοχή και αυξημένη κόπωση ($p<0.01$), ενώ στους εκτεινόντες μύες δεν εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές. Είναι πολύ σημαντικό να μειωθούν τα ελλείματα μεταξύ των δυο άκρων και να προληφθεί η μυϊκή

ατροφία όσο τον δυνατόν πιο σύντομα ξεκινώντας άμεσα ένα πρόγραμμα αποκατάστασης στοχευμένο στην δύναμη και την αντοχή αυτών των μυϊκών ομάδων με σκοπό να βελτιωθεί όσο περισσότερο γίνεται το επίπεδο απόδοσης αυτών των ατόμων.

Σε μια άλλη πολύ ενδιαφέρουσα μελέτη ο στόχος της οποίας ήταν να ερευνηθεί το αν και κατά πόσο η ενασχόληση με τον αθλητισμό και συγκεκριμένα με το ποδόσφαιρο μετά από τον ακρωτηριασμό μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο και επίδραση στην ισορροπία, στην μυϊκή δύναμη και γενικότερα στην ποιότητα ζωής σε νεαρά άτομα με μονομερή κνημιαίο ακρωτηριασμό τα οποία και λαμβάνουν μέρος στην ομάδα ποδοσφαίρου ακρωτηριασμένων αθλητών. Ο Yazicioglu και οι συνεργάτες του το 2007 συμπεριέλαβαν στην έρευνα 24 άτομα, 12 στην ομάδα μελέτης με μέσο όρο ηλικίας τα 28,3 έτη και με κύρια αιτία του ακρωτηριασμού τους σε ποσοστό 91,7% να προέρχεται έπειτα από τραυματισμο ενώ το υπόλοιπο ποσοστό να οφείλεται σε τροχαία ατυχήματα, ο μέσος όρος των ατόμων στην ομάδα ελέγχου ήταν τα 29,8 έτη. Η ισορροπία αξιολογήθηκε με το σύστημα ισορροπίας KAT (Kinesthetic Ability Trainer) που περιείχε τόσο στατική όσο και δυναμική ισορροπία. Η μυϊκή δύναμη μετρήθηκε μέσω ενός ισοκινητικού δυναμόμετρου (Cybex), αξιολογήθηκε η κάμψη/έκταση στο γόνατο σε σύγκεντρη και έκκεντρη συστολή στις 60°, 120°, και 180° / sec. Επίσης στους εθελοντές δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο για το πως αξιολογούν οι ίδιοι τελικά την εξέλιξη των κινητικών τους δραστηριοτήτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ισορροπία ήταν καλύτερη στους ενεργά ακρωτηριασμένους αθλητές τόσο στην στατική όσο και στη δυναμική, με την μεγαλύτερη να εντοπίζεται στην δυναμική ($P=0,017$), πιο συγκεκριμένα στο υγιές κάτω άκρο η ισορροπία ήταν καλύτερη στους αθλητές της ομάδας μελέτης απ' ότι στην ομάδα ελέγχου διότι κατά την διάρκεια του αγώνα στηρίζονται περισσότερο στο υγιές μέλος, όσο αφορά την υπολειπόμενη πλευρά έδειξε ότι η προοπτική του να συνεχίσουν την στατική ισορροπία στην πλευρά του προσθετικού άκρου θα έχει και καλύτερα αποτελέσματα και στην ακρωτηριασμένη πλευρά. Η μεγαλύτερη διαφορά στην μυϊκή δύναμη ανάμεσα στις δύο ομάδες εντοπίστηκε κατά την κάμψη στις 180° /sec ($P=0,386$) ενώ γενικότερα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην μέτρηση της μέγιστης ροπής τόσο στην κάμψη όσο και στην έκταση. Η έρευνα καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η ενασχόληση με το ποδόσφαιρο μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα στην ισορροπία αυτών των ατόμων, επομένως μπορεί να είναι ωφέλιμο για αυτούς τους ανθρώπους να

κατευθυνθούν προς τον αθλητισμό με αξιόλογα αποτελέσματα και στις καθημερινές τους ασχολίες, βελτιώνοντας γενικότερα την ποιότητα της ζωής τους που σχετίζεται με την κίνησή τους αλλά και μειώνοντας ακόμα τους λειτουργικούς περιορισμούς και τον βαθμό αναπηρίας τους.

Σε παραπλήσια μελέτη των Aytaç και των συνεργατών το 2012 με το σκεπτικό ότι το ανθρώπινο σώμα λειτουργεί σαν μια κινητική αλυσίδα θέλησαν να διερευνήσουν το κατά πόσο η δύναμη των μυών του κορμού συμβάλει σε μια καλύτερη κινητική λειτουργία σε ολόκληρο το σώμα. Στην έρευνα πήραν μέρος 11 ακρωτηριασμένοι αθλητές του ποδοσφαίρου με μέσο όρο ηλικίας τα 24,6 έτη. Αξιολογήθηκε η ισορροπία μέσω μιας συσκευής (Kinesthetic Ability Trainer), καθώς και η δύναμη των μυών του κορμού από ισοκινητικό δυναμόμετρο, επίσης η δυναμική σταθερότητα του κορμού για την αξιολόγηση της οποίας χρησιμοποιήθηκε το Modified plank test καθώς και Oswestry Disability Index για την αξιολόγηση της αναπηρίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ της μυϊκής δύναμης των καμπτήρων μυών του κορμού στην ταχύτητα των $60^\circ / \text{sec}$ στο ισοκινητικό δυναμόμετρο και στην δυναμική σταθερότητα του κορμού σύμφωνα με το Modified plank test ($r = 0.630$, $p = 0.038$), έχοντας έτσι θετικό αντίκτυπο και στην κίνηση αλλά και την καλύτερη ισορροπία ολόκληρου σώματος. Ένας μη σταθερός αλλά και αδύναμος μυϊκός κορμός σε αυτά τα άτομα πιστεύτε ότι διακόπτει την μεταφορά ενέργειας στο υπόλοιπο σώμα με συνέπεια να επιφέρει μειωμένη αθλητική επίδοση αλλά και κίνδυνο τραυματισμού σε μυϊκά αδύναμες ή υπανάπτυκτες μυϊκές ομάδες. Η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η σταθερότητα του κορμού, η ισορροπία, και η δύναμη δεν πρέπει να αγνοούνται από τον σχεδιασμό ενός προγράμματος προπόνησης σε ακρωτηριασμένους αθλητές.

Εκτός από τον κίνδυνο τραυματισμού όμως τα άτομα που έχουν υποστεί ακρωτηριασμό μπορεί να ταλαιπωρούνται και από χρόνιους πόνους σε κάποια περιοχή του σώματος με δυστυχώς αρνητικά αποτελέσματα στην καθημερινές τους λειτουργίες κυρίως λόγω της κακής στάσης ή κάποιων ελλειμμάτων που παρατηρούνται στην ισορροπία τους λόγω του πόνου. Οι Shin et al., το 2018 μέτρησαν και ανέλυσαν κατά πόσο ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης του κορμού μπορεί να ενδυναμώσει επαρκώς τις συγκεκριμένες μυϊκές ομάδες και αν αυτό έχει επίδραση στην μείωση του χρόνιου πόνου στην οσφυϊκή μοίρα. 19 άτομα πήραν μέρος στην ερευνά με πόνο στην περιοχή

της οσφύος πάνω από 6 μήνες, οι συμμετέχοντες προπονούταν 2 φορές την εβδομάδα για 30 λεπτά τη φορά και για διάστημα 8 εβδομάδων. Σύμφωνα με την συγκεκριμένη έρευνα στην κλίμακα αξιολόγησης πόνου VAS (visual analog scale) παρατηρήθηκε σημαντική μείωση από το 4,6 στο 2,6 καθώς έπειτα από αξιολόγηση στο ισοκινητικό δυναμόμετρο τόσο οι μυϊκές ομάδες των εκτεινόντων αλλά και των καμπτήρων του κορμού αύξησαν σημαντικά την μυϊκή τους δύναμη ($p < 0.05$), καταλήγοντας έτσι στο συμπέρασμα ότι ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης των μυών του κορμού εκτός απ' ότι μειώνει σε μεγάλο βαθμό τον πόνο στην μέση, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο και βελτιώνει επίσης την ποιότητα της ζωής των ατόμων αυτών κάνοντάς τους μυϊκά δυνατότερους μια κινητικά καλύτερους.

Οι Pedrinelli και λοιποί το 2002, σύγκριναν τη δύναμη των καμπτήρων και των εκτεινόντων μυών του γόνατος σε δύο ομάδες: μια ομάδα (Α) 25 ασθενών με μονομερή κνημιαίο ακρωτηριασμό, ανεξάρτητα από την αιτία, και μια ομάδα (Β) 27 μη ακρωτηριασμένων εθελοντών, με μέσο όρο ηλικίας τα 35,9 και 34 έτη αντίστοιχα. Για την αξιολόγηση της δύναμης χρησιμοποιήθηκε το ισοκινητικό δυναμόμετρο Cybex 6000 σε ταχύτητες των $60^\circ/\text{sec}$ και $180^\circ/\text{sec}$. Ο τύπος της άσκησης ήταν η σύγκεντρη συστολή τόσο στην κάμψη όσο και στην έκταση της άρθρωσης του γόνατος. Η ανάλυση δεδομένων έδειξε ότι στα μη ακρωτηριασμένα άτομα, βρέθηκαν αρνητικές σχέσεις τόσο στην ακρωτηριασμένη πλευρά όσο και στη μη ακρωτηριασμένη πλευρά. Στα άτομα που έχουν υποστεί ακρωτηριασμό όμως βρέθηκε ότι μεταξύ του ακρωτηριασμένου και του υγιούς σκέλους αποκαλύπτεται μέσω της ανάλυσης των δεδομένων ένα έλλειμμα δύναμης το οποίο είναι μεγαλύτερο στις $180^\circ/\text{sec}$. Το έλλειμμα αυτό βρέθηκε να σχετίζεται με την ηλικία αλλά όχι με το μήκος του κολοβώματος σε αντίθεση με την έρευνα των Isakov και των συνεργατών που έλαβα χώρα το 1996 τα αποτελέσματα της οποίας έδειξαν ότι υπάρχει συσχέτιση. Πρέπει να τονίσουμε ότι στην παρούσα έρευνα τονίζεται ότι το μήκος του κολοβώματος δεν παρεμβαίνει στην αξιολόγηση όταν η άσκηση εκτελείται με την πρόθεση. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο της έρευνας είναι ότι και στην μη υπολειπόμενη πλευρά των ατόμων που έχουν υποστεί ακρωτηριασμό εντοπίστηκε έλλειμμα δύναμης στις ίδιες μυϊκές ομάδες συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Το συμπέρασμα των συγγραφέων είναι ότι απαιτείται αναθεώρηση των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται για το πρόγραμμα αποκατάστασης των ασθενών που έχουν υποβληθεί σε ακρωτηριασμό.

Παρομοίως μια νεότερη ερευνά της Burger του 2012 έρχεται να υποστηρίξει το συμπέρασμα της προηγούμενης μελέτης των Pednirelli, et al., 2002 τα αποτελέσματά της παρούσας έρευνας καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα ακρωτηριασμένα άτομα αν και ακολούθησαν ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αποκατάστασης κάποιοι από αυτούς εξακολουθούσαν να αντιμετωπίζουν ελλείματα και περιορισμούς ακόμα και στις καθημερινές απλές δραστηριότητες. Στην έρευνα συμμετείχαν 46 άτομα με μέσο όρο ηλικίας τα 63,5 έτη και με το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων να έχουν υποστεί κνημιαίο ακρωτηριασμό έπειτα από τραυματισμό. Πρέπει να τονίσουμε ότι η ηλικία αλλά και ο χρόνος έναρξης της μετεγχειρητικής αποκατάστασης παίζουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη που θα έχουν μετεγχειρητικά τα συγκεκριμένα άτομα. Άτομα μεγαλύτερης ηλικίας και με καθυστερημένη ένταξη σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης ήταν αυτά που αντιμετώπισαν και τα μεγαλύτερα προβλήματα στην καθημερινές τους δραστηριότητες και μετά το πέρας αυτής. Όποτε είναι κάτι που πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας.

Αντιθέτως μια άλλη έρευνα του 2012 αυτή του Nolan, κατέληξε σε ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Στόχος της έρευνας ήταν να διερευνηθεί η επίδραση ενός προγράμματος ενδυνάμωσης διάρκειας 10 εβδομάδων σε άτομα με ακρωτηριασμό κάτω άκρων και να προσδιοριστεί εάν αυτή η εκπαίδευση είναι επαρκής ακόμα και στο να επιτρέψει ξανά σε αυτούς τους ανθρώπους να τρέξουν και πάλι. Αξιολογήθηκε η δύναμη των μυών της κάμψης και της έκτασης του ισχίου σε ισοκινητικό δυναμόμετρο στις 60° /sec και στις 120° /sec καθώς και η κατανάλωση οξυγόνου κατά την διάρκεια της βάρδιας με ταχύτητα 1m/sec πριν και μετά το πέρας του προγράμματος. Η ομάδα προπόνησης ακολούθησε ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης του ισχίου δύο φορές την εβδομάδα, ενώ η ομάδα ελέγχου συνέχισε τις συνήθειες δραστηριότητές τους. Η ομάδα προπόνησης αύξησε τη δύναμη του ισχίου και μείωσε την κατανάλωση οξυγόνου. Επίσης έξι άτομα από τα 16 που συμμετείχαν στην έρευνα τα οποία πριν την έναρξη του προγράμματος δεν μπορούσαν να τρέξουν τελικώς τα κατάφεραν, αντιθέτως στην ομάδα ελέγχου παρατηρήθηκε περαιτέρω μείωση στην δύναμη των εκτεινόντων μυών του ισχίου στο υγιές άκρο. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα σύμφωνα με την παρούσα μελέτη δείχνουν ότι ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης διάρκειας τουλάχιστον 10 εβδομάδες είναι αρκετό για να βελτιώσει τη δύναμη του ισχίου αλλά και να επιτρέψει το τρέξιμο σε άτομα με ακρωτηριασμό κάτω άκρου. Επίσης τονίζεται ότι καθώς η δύναμη των μυών του ισχίου του υγιούς άκρου μειώθηκε σε εκείνους που δεν

ακολούθησαν το πρόγραμμα προπόνησης, οι ασκήσεις ενδυναμώσεις ενός τέτοιου προγράμματος πρέπει να στοχεύουν τόσο στο υπολειπόμενο όσο και στο υγιές άκρο και επίσης να συνεχίσουν να γίνονται τακτικά ακόμα και με το τέλος του για αποφυγή μυϊκής αδυναμίας μελλοντικά.

Σε έρευνα των Tugcu και των συνεργατών του, στόχος της οποίας ήταν να προσδιοριστεί εάν υπήρχαν σημαντικές διαφορές οστικής πυκνότητας και μυϊκής αντοχής μεταξύ άθικτων και ακρωτηριασμένων άκρων, και η διερεύνηση της πιθανής σχέσης μεταξύ τοπικής απώλειας οστού και μυϊκής δύναμης σε ακρωτηριασμούς. Σε αυτήν την προοπτική μελέτη συμπεριλήφθηκαν δεκαπέντε άνδρες βετεράνοι με τραυματικούς μονομερείς ακρωτηριασμούς που κυμαίνονταν σε ηλικία από 18 έως 45 ετών. Η μυϊκή δύναμη του κάτω άκρου μετρήθηκε με ισοκινητικό δυναμόμετρο. Οι τιμές οστικής πυκνότητας του μηρού και της κνήμης βρέθηκαν σημαντικά μειωμένες στην ακρωτηριασμένη πλευρά. Σημαντικές μειώσεις στην αντοχή των τετρακέφαλων και των ισchioκνημιαίων

παρατηρήθηκαν στο ακρωτηριασμένο άκρο. Υπήρχε ασθενής συσχέτιση μεταξύ της αντοχής των τετρακέφαλων και της ολικής πυκνότητας οστού μηριαίου οστού στο ακρωτηριασμένο άκρο. Οι ακρωτηριασμένοι είναι επιρρεπείς σε απώλεια οστικής μάζας και η μυϊκή δύναμη μειώνεται στην ακρωτηριασμένη πλευρά. Τα αποτελέσματά μας δείχνουν επίσης ότι η ίδια η μυϊκή δύναμη μπορεί να μην είναι καθοριστικής σημασίας για τη μάζα των οστών σε ακρωτηριασμούς.

Υπολογισμός του μεγέθους της ασυμμετρίας

Σε μια μελέτη που δημοσιεύτηκε το 2020 οι Chris Bishop et al θέλησαν να επισημάνουν τα βασικά ζητήματα σχετικά με τους τύπους που επιλέγονται για τον υπολογισμό του μεγέθους της ασυμμετρίας κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης τραυματισμών όπως επίσης να προτείνουν και μια τεκμηριωμένη αιτιολόγηση για την παρακολούθηση τόσο του μεγέθους όσο και της κατεύθυνσης της ασυμμετρίας κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αποκατάστασης.

Ένα βασικό κριτήριο για την επιστροφή ενός αθλητή στο άθλημα του είναι συχνά η μείωση και ενδεχομένως η ελαχιστοποίηση της ασυμμετρίας μεταξύ των άκρων κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης. Επίσης πολλές φορές έπειτα από έναν τραυματισμό

εντοπίζεται ένα προφανές έλλειμμα μεταξύ των άκρων, όπου πολλές φορές η σταδιακή ενίσχυση της ικανότητας του τραυματισμένου άκρου μπορεί να χαρακτηριστεί ακόμα και σαν μια ευκαιρία για καλύτερη άσκηση και προετοιμασία του άκρου (Impellizzeri et al., 2007)

Εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι σε μια τέτοια προφανή διαφορά μεταξύ των άκρων η κατεύθυνση της ασυμμετρίας είναι φυσικό να εντοπίζεται στο τραυματισμένο και μη κυρίαρχο άκρο. Δηλαδή, το μη τραυματισμένο άκρο είναι πιθανό να παράγει συχνότερα την καλύτερη βαθμολογία σε σύγκριση με την τραυματισμένη πλευρά. Ωστόσο, πρόσφατα ευρήματα τα οποία όμως έχουν εντοπιστεί σε υγιείς πληθυσμούς έχουν δείξει ότι τόσο το μέγεθος όσο και η κατεύθυνση της ασυμμετρίας μπορεί να μην συμπίπτουν πάντα (Bishop et al., 2019)

Παρατηρήθηκε ότι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τόσο το μέγεθος της ασυμμετρίας όσο και η κατεύθυνση της ασυμμετρίας για να έχουμε μια σαφέστερη και πληρέστερη εικόνα. Πιο συγκεκριμένα όταν ένας αθλητής πλησιάζει στην επιστροφή του στο παιχνίδι, είναι πιθανό το τραυματισμένο άκρο να εμφανίζει στην πραγματικότητα αυξημένη απόδοση σε σχέση με το μη τραυματισμένο άκρο, γεγονός που μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τον υπολογισμό του μεγέθους της ασυμμετρίας και να έχει σαν αποτέλεσμα να προκύπτουν επιπλοκές στους τύπους των υπολογισμών και κατ' επέκταση στα αποτελέσματα. Αυτό υπογραμμίζει περαιτέρω την ανάγκη για μια συνεπή προσέγγιση στον υπολογισμό των διαφορών μεταξύ των άκρων, λαμβάνοντας υπόψη τόσο το μέγεθος όσο και την κατεύθυνση της ασυμμετρίας ανεξάρτητα από το στάδιο αποκατάστασης στο οποίο βρίσκεται ο αθλητής.

Η επιλογή του κατάλληλου τύπου για τον υπολογισμό της ασυμμετρίας μεταξύ των άκρων είναι επίσης ένα σημαντικό ζήτημα. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία υπάρχουν πολλαπλοί τύποι για τον υπολογισμό των διαφορών μεταξύ των άκρων, γεγονός που θέτει προκλήσεις για τους επαγγελματίες, δεδομένου ότι ο λόγος για τον οποίο ένας τύπος πρέπει να επιλεγεί έναντι ενός άλλου συχνά δεν είναι προφανής. (Bishop et al., 2016)

Επιλογή κατάλληλου τύπου

Πριν φτάσουμε στην επιλογή του κατάλληλου τύπου που θα χρησιμοποιήσουμε πρώτα πρέπει να κοιτάξουμε τον παρακάτω πίνακα ο οποίος επισημαίνει 3 τρόπους, (ο πίνακας 1) που υπολογίζουν την υποθετική τιμή ασυμμετρίας της μέγιστης ισχύος και τα ελλείματα μεταξύ των άκρων και είναι οι εξής: η Διμερής ασυμμετρία ισχύος, ο

Δείκτης Συμμετρίας και η μέθοδος τυπικής ποσοστιαίας διαφοράς. Επίσης πρέπει να αναφέρουμε ότι ο συγκεκριμένος πίνακας 1 δείχνει ότι πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις έχουν υιοθετηθεί κατά τον υπολογισμό των διαφορών μεταξύ των άκρων.

TABLE 1			
Asymmetry Name	Formula	Asymmetry (%)	Reference
Limb Symmetry Index 1	$(Inv/un-Inv)*100$	87.5	Logerstedt et al ²⁴
Limb Symmetry Index 2	$(1-Inv/un-Inv)*100$	12.5	Schiltz et al ¹
Limb Symmetry Index 3	$(R-L)/0.5(R+L)*100$	13.3	Bell et al ²
Bilateral Strength Asymmetry	$(Strong-Weak)/Strong*100$	12.5	Impellizzeri et al ⁹
Bilateral Asymmetry Index 1	$(D-ND)/(D+ND)*100$	6.7	Kobayashi et al ²¹
Bilateral Asymmetry Index 2	$(2*(D-ND)/(D+ND))*100$	13.3	Wong et al ²⁸
Asymmetry Index	$(D-ND)/(D+ND/2)*100$	13.3	Robinson et al ³⁰
Symmetry Index	$(High-Low)/Total*100$	6.7	Shorter et al ¹⁴
Symmetry Angle	$(45-\arctan(L/R))/90*100$	4.2	Zifchock et al ¹⁹
Standard Percentage Difference	$100/(Max)*(Min)^*-1+100$	12.5	Bishop et al ⁷

Inv = involved; un-Inv = un-involved; R = right; L = left; D = dominant; ND = non-dominant.

Εικόνα 11: Πίνακας υπολογισμού διαφορών μεταξύ των άκρων.

Πηγή: (Bishop et al., 2020)

Στην συγκεκριμένη έρευνα ο υπολογισμός της ασυμμετρίας εντοπίζεται από το κατακόρυφο άλμα προδιάτασης (CMJ) είτε και με τα δύο πόδια μαζί είτε με το καθένα ξεχωριστά. Για το κατακόρυφο άλμα το οποίο πραγματοποιείται με το κάθε μέλος χωριστά με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ταυτόχρονη εμπλοκή του αντίπαλου άκρου οι τύποι που προτείνονται είναι αυτοί των Impellizzeri et al (Impellizzeri et al., 2007) ή Bishop et al (Bishop et al., 2018). Ενώ κατά τη διάρκεια ενός άλματος CMJ στο οποίο και τα δυο άκρα συμμετέχουν και αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους οι τύποι που προτείνονται είναι αυτοί των Kobayashi et al (Kobayashi et al., 2013) ή Shorter et al (Shorter et al., 2008) υπολογίζοντας έτσι τις διαφορές μεταξύ των άκρων σε σχέση με τη συνολική τιμή. Το βασικό σημείο εδώ είναι ότι εάν κάθε άκρο δεν ενεργεί ανεξάρτητα, ο ποσοτικός προσδιορισμός των ανισορροπιών δεν θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως χωριστές οντότητες. Τώρα που έχουν προταθεί προτεινόμενοι τύποι για τον ποσοτικό προσδιορισμό των ασυμμετριών, είναι σημαντικό να συνειδητοποιήσουμε ότι οι επαγγελματίες μένουν απλώς με μια ποσοστιαία τιμή, γνωστή ως το μέγεθος της ασυμμετρίας. Η μέχρι τώρα βιβλιογραφία έχει προτείνει ότι

τα μεγέθη της τάξεως του 10-15% μπορεί να αυξήσουν τον κίνδυνο τραυματισμού ενός αθλητή και θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ως ελάχιστος στόχος για έναν αθλητή έτσι ώστε να πιστέψει στην πλήρη αγωνιστική δραστηριότητα (Kyritsis et al., 2016 ; Rohman et al., 2015).

Ερμηνεία του μεγέθους της ασυμμετρίας

Πρέπει να επισημάνουμε ότι σε κάθε δοκιμή που διαχειριζόμαστε υπάρχει πιθανότητα σφάλματος η οποία μπορεί να προέρχεται από πολλές πηγές. Έτσι, πρέπει να είμαστε σε θέση να προσδιορίσουμε τι είναι μια "πραγματική" ασυμμετρία.

Για την ασυμμετρία η βιβλιογραφία έχει προτείνει ότι τιμές <10% ή 5% μπορούν να θεωρηθούν ως μια στατιστικά σημαντική διαφορά (Banyard et al., 2017)

Επίσης η μελέτη αναφέρει ότι όταν ένας αθλητής τραυματίζεται, ειδικά εάν ο τραυματισμός είναι σοβαρός, είναι πιθανό οι διαφορές μεταξύ των άκρων να είναι πολύ μεγάλες. Καθώς όμως η αποκατάσταση συνεχίζεται, η ανισορροπία θα πρέπει να μειώνεται και οι επαγγελματίες μπορεί να επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν την τιμή του συντελεστή διακύμανσης. Πρακτικά αυτό μπορεί να μετρηθεί εξετάζοντας την τυπική απόκλιση σε σχέση με τον μέσο όρο και στη συνέχεια εκφράζεται ως ποσοστό πολλαπλασιάζοντας επί 100 (Turner et al., 2015).

Ο συντελεστής διακύμανσης θεωρείται υψηλός σε ποσοστό μεγαλύτερο του > 10%, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει στην ερμηνεία της ασυμμετρίας καθώς και η χρήση αυτών των δεδομένων μπορεί να συμβάλει στη μείωση των ανισορροπιών κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης λόγω και της έντονης μεταβλητότητας στον τρόπο εκτέλεσης του έργου από τον τραυματισμένο αθλητή.

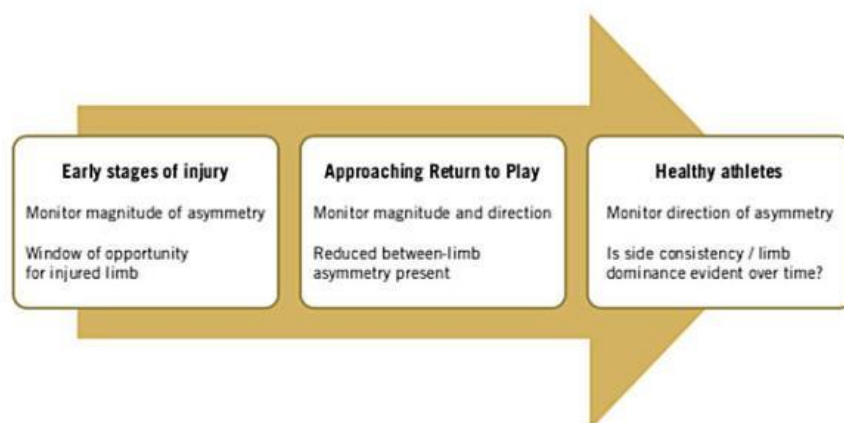
Κατεύθυνση ασυμμετρίας

Η πρόσφατη βιβλιογραφία ανέδειξε και τη σημασία της κατεύθυνσης της ασυμμετρίας, η οποία ευνοεί τη μία από τις δύο πλευρές (δεξιά έναντι αριστερής ή κυρίαρχης έναντι μη κυρίαρχης). Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, όταν ένας αθλητής τραυματίζεται, υπάρχει ένα προφανές έλλειμμα μεταξύ των άκρων με αποτέλεσμα η κατεύθυνση της ασυμμετρίας να ευνοεί πάντα το μη τραυματισμένο άκρο. Ωστόσο, όταν η αποκατάσταση έχει ολοκληρωθεί ή οι αθλητές είναι πλέον πολύ κοντά στην επανένταξή τους στην αθλητική δραστηριότητα η συνέπεια της ασυμμετρίας μπορεί να είναι χαμηλότερη και εκεί εκτός από το να χρησιμοποιούμε το μέγεθος της ασυμμετρίας θα ήταν καλό να συνυπολογίζουμε και την κατεύθυνση της.

Ως εκ τούτου χρειαζόμαστε έναν τύπο που να είναι συνεπής για τον υπολογισμό τόσο του μεγέθους όσο και της κατεύθυνσης της ασυμμετρίας καθ' όλη τη διάρκεια της αποκατάστασης.

Αυτό μπορεί να γίνει προσθέτοντας μια «συνάρτηση IF» στο τέλος του σχετικού τύπου στο Microsoft Excel: $*IF(D<ND,1,-1)$. Ο συγκεκριμένος τύπος λέει στην τιμή ασυμμετρίας να γίνει αρνητική εάν το μη κυρίαρχο άκρο είναι η μεγαλύτερη τιμή χωρίς να αλλάξει όμως το μέγεθος.

Εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι τα άκρα μπορούν να οριστούν διαφορετικά εάν είναι επιθυμητό (π.χ. αριστερά έναντι δεξιά ή εμπλεκόμενα έναντι μη εμπλεκόμενων) ανάλογα με το ποιο σενάριο ταιριάζει στις ανάγκες τους. Επιπλέον, η λειτουργία IF θα διασφαλίσει ότι οι επαγγελματίες θα συνειδητοποιήσουν εάν και όταν το εμπλεκόμενο άκρο ξεπεράσει το μη εμπλεκόμενο άκρο, παρέχοντας μια αξιοσημείωτη αλλαγή στην κατεύθυνση της ασυμμετρίας. Έτσι, η διαδικασία παρακολούθησης τόσο του μεγέθους όσο και της κατεύθυνσης της ασυμμετρίας προτείνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 12: Παρακολούθηση μεγέθους και κατεύθυνσης ασυμμετρίας.

Πηγή: (Bishop et al., 2020)

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι:

- Ο υπολογισμός των ασυμμετριών μεταξύ των άκρων είναι ίσως πιο περίπλοκος από ό, τι νομίζουμε.
- Είναι σημαντικό οι επαγγελματίες να έχουν πάντα κατά νου τις ανάγκες του αθλητή κατά την επιλογή της καταλληλότερης δοκιμής.
- Οι επαγγελματίες μπορεί να θεωρούν τον συντελεστή διακύμανσης ως ένα χρήσιμο εργαλείο για την ερμηνεία των βαθμολογιών ασυμμετρίας.

- Επιπλέον, η χρήση ενός ενιαίου ορίου ασυμμετρίας (δηλαδή 10%) είναι σημαντική.
- Τέλος, η χρήση μιας συνάρτησης IF στο Microsoft Excel μπορεί να επιτρέψει την παρακολούθηση της κατεύθυνσης της ασυμμετρίας χωρίς να μεταβάλει το μέγεθος και θα πρέπει να θεωρείται ως ένα πρόσθετο εργαλείο για την κατανόηση τόσο της συνάφειας όσο και της συνέπειας της ασυμμετρίας καθ' όλη τη διάρκεια της αποκατάστασης, ειδικά καθώς οι αθλητές πλησιάζουν στην πλήρη επανένταξη τους στην αγωνιστική δράση. (Bishop et al., 2020).

2.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.2.1 ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Μέσω αυτής της μελέτης, θα μπορέσουμε να διερευνήσουμε την επίδραση των δυναμικών κυρίως ασυμμετριών που προκύπτουν σε ακρωτηριασμένα άτομα με πρόσθετα μέλη και ειδικότερα σε ενεργούς αθλητές έπειτα από ακρωτηριασμό που υπέστησαν στο κάτω άκρο και πιο είναι το αντίκτυπο στην απόδοση αυτών των αθλητών είτε στην προπόνηση τους είτε στην καθημερινότητά τους. Κατά τον τρόπο αυτό οι προπονητές τους αλλά και οι ίδιοι θα αποκτήσουν σημαντικές πληροφορίες όσον αφορά τους περιορισμούς στην απόδοση και κατά συνέπεια θα μπορούν να διαμορφώνουν κατάλληλα προγράμματα για την βελτίωση του κινητικού προτύπου αλλά και της αύξησης της ισχύος των άμεσα εμπλεκόμενων μυϊκών ομάδων.

2.2.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΥΠΟΘΕΣΗ

Όσον αφορά τα δυναμικά αυτά χαρακτηριστικά υποθέσαμε ότι η υγιής πλευρά θα εμφάνιζε μεγαλύτερη μέγιστη ροπή δύναμης ανά κιλό σωματικού βάρους και μεγαλύτερη μέση ισχύ σε όλες τις ταχύτητες αξιολόγησης (60,180°/sec) συγκριτικά με το υπολειπόμενο κάτω άκρο.

Ειδικότερα η ύπαρξη μεγάλων ασυμμετριών θα περιόριζε την απόδοση στην ταχύτητα, την κίνηση αλλά και την ισχύ αυτών των ατόμων. Η σχέση καμπηρών- εκτεινόντων του ισχίου αλλά και του κορμού σε περίπτωση που βρεθεί εκτός των προτεινομένων ορίων αναμένεται επίσης να επηρεάσει την απόδοση αυτών των ατόμων.

2.2.3 ΥΛΙΚΟ-ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΙ

Στην μελέτη συμμετείχαν 6 ακρωτηριασμένοι άντρες αθλητές διαφόρων αθλημάτων. Όλοι τους ακρωτηριασμένοι στο κάτω άκρο με το ύψος του ακρωτηριασμού να εντοπίζεται και στους 6 πάνω από την άρθρωση του γόνατος. Κανένας από τους 6 δεν χρησιμοποιούσε βακτηρίες και όλοι τους είχαν πρόσθετο μέλος το οποίο και αφαιρέθηκε κατά την πειραματική διαδικασία. Η ηλικία των συμμετεχόντων κυμαίνονταν από 29 έως 38 έτη με μέση τιμή τα $33,5 \text{ έτη} \pm 3,6$ (τυπική απόκλιση), το ύψος από 173cm έως 185cm με μέση τιμή $1,78\text{cm} \pm 4,3$ και το βάρος του σώματος από 63kg έως 83kg με μέση τιμή τα $70,5\text{kg} \pm 7,7$. Οι εθελοντές ήταν όλοι τους ενεργοί αθλητές. Επίσης οι συμμετέχοντες δεν ανέφεραν κανένα πρόβλημα υγείας την ημέρα της αξιολόγησης. Πριν από την μελέτη οι δοκιμαζόμενοι ενημερωθήκαν διεξοδικά για το σκοπό, τους πιθανούς κινδύνους, την εμπιστευτικότητα και την ανωνυμία, αλλά και το δικαίωμα να τερματίσουν την συμμετοχή τους κατά βούληση και υπέγραψαν το σχετικό έγγραφο συγκατάβασης. Η μελέτη υποβλήθηκε προς έγκριση στην επιτροπή ηθικής της Ιατρικής σχολής.

2.2.4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Τα δοκιμαζόμενα άτομα προσήλθαν στο εργαστήριο ενημερώθηκαν για την πειραματική διαδικασία, εξοικειώθηκαν με την διαδικασία των μετρήσεων και αξιολογήθηκαν. Πριν την αξιολόγηση ο κάθε συμμετέχοντας ήταν εξοικειωμένος με το είδος της κίνησης που έπρεπε να εκτελεστεί καθώς και με την αντίσταση αυτής. Ο κάθε δοκιμαζόμενος υποβλήθηκε σε ισοκινητική αξιολόγηση της κάμψης – έκτασης του ισχίου με ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex 4 (Model 2000, Multi-joint System 4 Pro, Biodex Corporation, Shirley NY, USA) στην οποία έγινε καταγραφή των λειτουργικών ασυμμετριών (ισοκινητική δύναμη) σε 2 διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες (60° & 180°). Η δοκιμασία αυτή εκτελείται ως εξής, οι συμμετέχοντες αφαίρεσαν τα ορθοπεδικά τους βοηθήματα, προσαρτήθηκε ο ιμάντας του δυναμόμετρου. Η θέση του συμμετέχοντα και η γωνιακή ταχύτητα προσαρμόστηκαν σύμφωνα με τις συστάσεις του κατασκευαστή του δυναμόμετρου. Τα άτομα τοποθετήθηκαν σε ύπτια θέση στην καρέκλα του ισοκινητικού δυναμόμετρου με την πλάτη να βρίσκεται σε κλίση 15° και ο άξονας περιστροφής του δυναμόμετρου να ευθυγραμμίζεται με το κέντρο περιστροφής του ισχίου στον μείζονα τροχαντήρα. Ο ομόπλευρος μηρός δέθηκε στο δυναμόμετρο περίπου 5cm κοντά στο έξω μηριαίο

κόνδυλο (Casartelli., et al 2012). Ο μη δοκιμαζόμενος μηρός προσδέθηκε στην καρέκλα του δυναμόμετρου (0° κάμψης ισχίου) (Meyer., et al 2013). Ο κορμός σταθεροποιήθηκε χρησιμοποιώντας δύο ιμάντες καθώς και έναν επιπλέον ιμάντα για την σταθεροποίηση της πύελου. Και το υγιές αλλά και το υπολειπόμενο άκρο μετρήθηκαν στο οβελιαίο επίπεδο σε 2 γωνιακές ταχύτητες 60°/s και 180°/s. Πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις για κάθε μια από τις 2 διαφορετικές μετρήσεις με διάλειμμα τουλάχιστον 1 λεπτού μεταξύ των ισοκινητικών μετρήσεων και οι συμμετέχοντες ενθαρρύνθηκαν προφορικά να εξασφαλίσουν τη μέγιστη δυνατή προσπάθεια κατά τη διάρκεια όλων των δοκιμών (Kowal et al., 2014)

Ακόμα οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν ισομετρική κάμψη και έκταση κορμού χρησιμοποιώντας επίσης το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex και τα ακατέργαστα δεδομένα για τον κάθε συμμετέχοντα εξήχθησαν από το λογισμικό Biodex v4.63 (Biodex Corporation, Shirley, Νέα Υόρκη, ΗΠΑ). Μετά από μια σύντομη προθέρμανση 10 λεπτών οι συμμετέχοντες τοποθετήθηκαν στο εξάρτημα έκτασης/κάμψης κορμού διπλής θέσεως στο ισοκινητικό δυναμόμετρο με τη γωνία του ισχίου τους να ρυθμίζεται στις 90° κάμψης, τον κορμό όρθιο, τους μηρούς παράλληλους με το έδαφος και τα χέρια τους σταυρωμένα πάνω από στο στήθος τους. Η θέση του συμμετέχοντα και ο άξονας περιστροφής του δυναμόμετρου προσαρμόστηκαν σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Επιπλέον, για να εξασφαλιστεί η απουσία οποιαδήποτε κίνησης του κορμού, του κεφαλιού ή και των κάτω άκρων, τοποθετήθηκαν ρυθμιζόμενα μαξιλαράκια, συγκεκριμένα πίσω από το κεφάλι, το ιερό οστό, και στην πρόσθια επιφάνεια της κνήμης του υγιούς κάτω άκρου. Ο κορμός, οι μηροί και η πύελος σταθεροποιήθηκαν χρησιμοποιώντας τους ιμάντες Velcro της Biodex. Δέκα λεπτά μετά από 3 υπομέγιστες προσπάθειες, οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν 3 μέγιστες προσπάθειες διάρκειας 4 δευτερολέπτων σε κάθε δοκιμή με 2 λεπτά ξεκούρασης μεταξύ κάθε προσπάθειας και 5 λεπτά μεταξύ των δοκιμών. Οι συμμετέχοντες ενθαρρύνονται πάντα φωνητικά να καταβάλουν την μέγιστη δυνατή προσπάθεια σε κάθε επανάληψη. (Maffiuletti et al., 2016). Για κάθε προσπάθεια παρέχονταν οπτικό ερέθισμα σε πραγματικό χρόνο μέσω μιας οθόνης υπολογιστή που τοποθετείται ακριβώς μπροστά από τον κάθε συμμετέχοντα. (Tsolakis et al., 2020)

2.2.5 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Όλα τα δεδομένα αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το SPSS (IBM SPSS Statistics Version 23). Οι % διαφορές υπολογίστηκαν μεταξύ του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου μηρού με τη βοήθεια t-test εξαρτημένων δειγμάτων. Τα δεδομένα παρουσιάζονται ως μέσες $\pm$ τυπικές αποκλίσεις (SD). Για κάθε ανάλυση η στατιστική σημαντικότητα καθορίστηκε σε $p \leq 0.05$.

2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Paired Samples Statistics

Πίνακας 1: Paired Samples Statistics.

Paired Samples Statistics		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Peak torque R-EXT 60o	169,24	5	32,36523	14,47417
	Peak torque L-EXT 60o	148,54	5	20,46113	9,1505
Pair 2	Peak tq/Bw R-EXT	238,32	5	46,50932	20,7996
	Peak tq/Bw L-EXT	208,7	5	28,97249	12,95689
Pair 3	Time to PK TQ R-EXT	294	5	111,04053	49,65884
	Time to PK TQ L-EXT	338	5	137,36812	61,43289
Pair 4	Angle of PK TQ R-EXT	118,8	5	34,41947	15,39286
	Angle of PK TQ L-EXT	118,8	5	28,89983	12,9244
Pair 5	Avg.Power R-EXT	97,22	5	7,93171	3,54717
	Avg.Power L-EXT	88,52	5	13,40026	5,99278
Pair 6	Peak torque R-FLEX 60o	128,92	5	22,63464	10,12252
	Peak torque L-FLEX 60o	124,88	5	36,16057	16,1715
Pair 7	Peak tq/Bw R-FLEX	179,78	5	23,05552	10,31074
	Peak tq/Bw L-FLEX	173,2	5	42,48588	19,00026
Pair 8	Time to PK TQ R-FLEX	196	5	81,73127	36,55133
	Time to PK TQ L-FLEX	256	5	83,24662	37,22902
Pair 9	Angle of PK TQ R-FLEX	81,8	5	29,97833	13,40671
	Angle of PK TQ L-FLEX	93,2	5	28,78715	12,874
Pair 10	Avg.Power R-FLEX	88,32	5	15,69258	7,01793
	Avg.Poewr L-FLEX	85,74	5	24,02838	10,74582
Pair 11	AG/AN RATIO R-FLEX	77,54	5	16,07834	7,19045
	AG/AN RATIO L-FLEX	83,18	5	17,25259	7,71559
Pair 12	Peak torque R-EXT 180o	127,78	5	38,70758	17,31056
	Peak torque L-EXT 180o	117,16	5	36,13396	16,1596
Pair 13	Peak tq/Bw R-EXT	178,16	5	52,9905	23,69807
	Peak tq/Bw L-EXT	161,82	5	38,48229	17,20981
Pair 14	Time to PK TQ R-EXT	118	5	56,30275	25,17936
	Time to PK TQ L-EXT	182	5	37,01351	16,55295
Pair 15	Angle of PK TQ R-EXT	121	5	34,60491	15,47579
	Angle of PK TQ L-EXT	111,4	5	20,24352	9,05318
Pair 16	Avg.Power R-EXT	182,56	5	78,71819	35,20384
	Avg.Power L-EXT	168,46	5	78,9265	35,29701
Pair 17	Peak Torque R-FLEX 180o	118,86	5	22,73869	10,16905
	Peak Torque L-flex 180o	104,98	5	26,20023	11,7171
Pair 18	Peak tq/Bw R-FLEX	165,74	5	22,7124	10,15729
	Peak tq/Bw L-FLEX	144,8	5	19,42987	8,6893
Pair 19	Time to PK TQ R-FLEX	220	5	189,0767	84,55767
	Time to PK TQ L-FLEX	200	5	157,16234	70,28513
Pair 20	Angle of PK TQ R-FLEX	101,6	5	43,42004	19,41803
	Angle of PK TQ L-FLEX	104	5	6,36396	2,84605
Pair 21	Avg.Power R-FLEX	167,3	5	24,78175	11,08273
	Avg.Power L-FLEX	149,46	5	31,81121	14,22641
Pair 22	AG/AN RATIO R-FLEX	105,62	5	56,57992	25,30331
	AG/AN RATIO L-FLEX	93,2	5	23,38386	10,45758

Πίνακας 2:Αναλογία (Ratio) καμπτηρών εκτεινόντων κορμού

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Peak Torque EXT	6	225,70	429,40	328,3833	74,66500
Avg.Peak TQ EXT	6	189,90	388,10	292,9000	68,50077
Ave PK TQ/BW EXT	6	240,30	518,00	420,2667	95,45834
Peak Torque FLEX	6	80,60	285,50	170,5000	76,37518
Avg.Peak TQ FLEX	6	75,20	276,70	159,4833	73,70610
Ave PK TQ/BW FLEX	6	120,00	334,80	221,6000	84,65646
AGON/ANTAG RATIO	6	25,80	73,70	51,6667	19,04759
Valid N (listwise)	6				

ΔΙΕΥΚΡΙΝΙΣΗ ΟΡΩΝ

- **Peak torque R/L-EXT/FLEX 60°/180°** : Μέγιστη ροπή έκτασης/κάμψης - δεξιά/αριστερά σε γωνιακή ταχύτητα 60°/180°
- **Peak tq/Bw R/L-EXT/FLEX 60° /180°** : Μέγιστη ροπή έκτασης/κάμψης ανά σωματικό βάρος δεξιά/αριστερά σε γωνιακή ταχύτητα 60° /180°
- **Time to PK TQ R/L-EXT/FLEX 60° /180°** : Χρόνος ανάπτυξης μέγιστης ροπής στην έκταση/κάμψη - δεξιά/αριστερά σε γωνιακή ταχύτητα 60° /180°
- **Angle of PK TQ R/L-EXT/FLEX 60° /180°** : Γωνία ανάπτυξης μέγιστης ροπής δεξιά/αριστερά στην έκταση/κάμψη σε γωνιακή ταχύτητα 60° /180°
- **Avg.Power R/L-EXT/FLEX 60° /180°** : Μέση ισχύς έκτασης/κάμψης – δεξιά/αριστερά σε γωνιακή ταχύτητα 60° /180°
- **AG/AN RATIO R/L-FLEX 60° /180°** : Σχέση αγωνιστών/ανταγωνιστών στην κάμψη δεξιά/αριστερά σε γωνιακή ταχύτητα 60° /180°
- **Mean** : Μέση τιμή
- **Std. Deviation** : Τυπική Απόκλιση
- **Std. Error Mean** : Τυπικό Σφάλμα Μέσης τιμής

Paired Samples Test

Πίνακας 3: Ασυμμετρίες μεταξύ του δεξιού και αριστερού άκρου.

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Me	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Peak torque R-EXT 60o - Peak torque L-EXT 60o	20,70	16,35	7,31	0,39	41,01	2,83	4,00	0,05
Pair 2	Peak tq/Bw R-EXT - Peak tq/Bw L-EXT	29,62	22,68	10,14	1,46	57,78	2,92	4,00	0,04
Pair 3	Time to PK TQ R-EXT - Time to PK TQ L-EXT	-44,00	186,90	83,58	-276,06	188,06	-0,53	4,00	0,63
Pair 4	Angle of PK TQ R-EXT - Angle of PK TQ L-EXT	0,00	18,03	8,06	-22,38	22,38	0,00	4,00	1,00
Pair 5	Avg.Power R-EXT - Avg.Power L-EXT	8,70	17,43	7,80	-12,94	30,34	1,12	4,00	0,33
Pair 6	Peak torque R-FLEX 60o - Peak torque L-FLEX 60o	4,04	15,75	7,05	-15,52	23,60	0,57	4,00	0,60
Pair 7	Peak tq/Bw R-FLEX - Peak tq/Bw L-FLEX	6,58	22,80	10,20	-21,73	34,89	0,65	4,00	0,55
Pair 8	Time to PK TQ R-FLEX - Time to PK TQ L-FLEX	-60,00	96,70	43,24	-180,06	60,06	-1,39	4,00	0,24
Pair 9	Angle of PK TQ R-FLEX - Angle of PK TQ L-FLEX	-11,40	12,99	5,81	-27,53	4,73	-1,96	4,00	0,12
Pair 10	Avg.Power R-FLEX - Avg.Poewr L-FLEX	2,58	11,99	5,36	-12,30	17,46	0,48	4,00	0,66
Pair 11	AG/AN RATIO R-FLEX - AG/AN RATIO L-FLEX	-5,64	14,64	6,55	-23,82	12,54	-0,86	4,00	0,44
Pair 12	Peak torque R-EXT 180o - Peak torque L-EXT 180o	10,62	28,60	12,79	-24,89	46,13	0,83	4,00	0,45
Pair 13	Peak tq/Bw R-EXT - Peak tq/Bw L-EXT	16,34	44,90	20,08	-39,41	72,09	0,81	4,00	0,46
Pair 14	Time to PK TQ R-EXT - Time to PK TQ L-EXT	-64,00	77,65	34,73	-160,42	32,42	-1,84	4,00	0,14
Pair 15	Angle of PK TQ R-EXT - Angle of PK TQ L-EXT	9,60	23,26	10,40	-19,28	38,48	0,92	4,00	0,41
Pair 16	Avg.Power R-EXT - Avg.Power L-EXT	14,10	41,94	18,75	-37,97	66,17	0,75	4,00	0,49
Pair 17	Peak Torque R-FLEX 180o - Peak Torque L-flex 180	13,88	13,67	6,11	-3,09	30,85	2,27	4,00	0,09
Pair 18	Peak tq/Bw R-FLEX - Peak tq/Bw L-FLEX	20,94	21,65	9,68	-5,95	47,83	2,16	4,00	0,10
Pair 19	Time to PK TQ R-FLEX - Time to PK TQ L-FLEX	20,00	265,42	118,70	-309,57	349,57	0,17	4,00	0,87
Pair 20	Angle of PK TQ R-FLEX - Angle of PK TQ L-FLEX	-2,40	38,04	17,01	-49,64	44,84	-0,14	4,00	0,90
Pair 21	Avg.Power R-FLEX - Avg.Power L-FLEX	17,84	12,64	5,65	2,14	33,54	3,16	4,00	0,03
Pair 22	AG/AN RATIO R-FLEX - AG/AN RATIO L-FLEX	12,42	36,96	16,53	-33,47	58,31	0,75	4,00	0,49

Όσο αφορά τις ασυμμετρίες μεταξύ του δεξιού και αριστερού άκρου σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα (2) παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές :

- Στην Μέγιστη Ροπή των εκτεινόντων σε γωνιακή ταχύτητα 60° κατά 13% και με $p=0,05$
- Στην Μέγιστη Ροπή έκτασης ανά κιλό σωματικού βάρους σε γωνιακή ταχύτητα 60° κατά 13% με $p=0,04$
- Στην Μέση ισχύ κάμψης σε γωνιακή ταχύτητα 180° κατά 13% με $p=0,03$

Πίνακας 4: Σύνολο συσχετίσεων.

		r	p
Avg. Power R-FLEX 60	AG/AN RATIO	0,900	0,037
Avg. Power L-FLEX 60	AG/AN RATIO	0,886	0,019
AG/AN RATIO L-FLEX 60	AG/AN RATIO	0,943	0,005
Avg. Power R-EXT 180	AG/AN RATIO	0,900	0,037
Peak Torque L-FLEX 180	AG/AN RATIO	0,943	0,005
Peak tq/Bw L-FLEX 180	AG/AN RATIO	0,886	0,019
Avg. Power R-FLEX 180	AG/AN RATIO	0,900	0,037

Από το σύνολο των συσχετίσεων σύμφωνα με τον πίνακα (3) φαίνεται ότι το ratio αγωνιστών/ανταγωνιστών (καμπτήρων/εκτεινόντων) του κορμού συσχετίζεται:

- Με την Μέση ισχύ της κάμψης δεξιά σε γωνιακή ταχύτητα 60° με $r=0,900$ και $p=0,037$
- Με την Μέση ισχύ της κάμψης αριστερά σε γωνιακή ταχύτητα 60° με $r=0,886$ και $p=0,019$
- Με την Σχέση αγωνιστών/ανταγωνιστών στην κάμψη αριστερά σε γωνιακή ταχύτητα 60° με $r=0,943$ και $p=0,005$
- Με την Μέση ισχύ της έκτασης δεξιά σε γωνιακή ταχύτητα 180° με $r=0,900$ και $p=0,037$
- Με την Μέγιστη Ροπή της κάμψης αριστερά σε γωνιακή ταχύτητα 180° με $r=0,943$ και $p=0,005$
- Με την Μέγιστη ροπή κάμψης ανά σωματικό βάρος αριστερά σε γωνιακή ταχύτητα 180° με $r=0,886$ και $p=0,019$
- Με την Μέση ισχύ κάμψης δεξιά σε γωνιακή ταχύτητα 180° με $r=0,900$ και $p=0,037$

2.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να ερευνήσει τυχόν ασυμμετρίες που έχουν αναπτυχθεί σε άντρες αθλητές έπειτα από επέμβαση ακρωτηριασμού στα κάτω άκρα, διερευνώντας την κάμψη και την έκταση της άρθρωσης του ισχίου τόσο στο υγιές όσο και στο ακρωτηριασμένο άκρο όπως επίσης και την σχέση αυτών με την κάμψη αλλά και την έκταση του κορμού στο ισοκινητικό δυναμόμετρο.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι υπάρχει μικρή ασυμμετρία όσο αφορά την δύναμη ανάμεσα στα δυο άκρα της τάξεως περίπου του 13%. Το μέγεθος αυτό μπορεί να θεωρηθεί χωρίς κλινικές επιπτώσεις. Συγκεκριμένα οι μεγαλύτερες διαφορές ανάμεσα στα δύο άκρα παρατηρήθηκαν στην μέγιστη ροπή και συγκεκριμένα στην

μυϊκή ομάδα των εκτεινόντων στην γωνιακή ταχύτητα των 60°/s κατά 13% με $p=0,005$ στην οποία το ακρωτηριασμένο άκρο υπολείπεται έναντι του υγιούς καθώς επίσης και στην μέγιστη ροπή της έκτασης ανά κιλό σωματικού βάρους με $p=0,003$. Επίσης άλλο ένα αποτέλεσμα στην παρούσα έρευνα ήταν και η στατιστική διαφορά που εντοπίστηκε στην μέση ισχύ της κάμψης κατά 13% σε γωνιακή ταχύτητα 180° /s και με $p=0,03$ με το ακρωτηριασμένο άκρο να υπολείπεται έναντι του υγιούς.

Άρα συμπεραίνουμε ότι τόσο στην κάμψη όσο και στην έκταση το ακρωτηριασμένο άκρο υπολείπεται έναντι του υγιούς.

Ο Moirenfeld, μαζί με τους συνεργάτες του το 2000 αξιολόγησε την δύναμη και την αντοχή του τετρακεφάλου μηριαίου μυός και των ισchioκνημιαίων μυών σε 11 ακρωτηριασμένα άτομα έπειτα από τραυματισμό με μέσο όρο ηλικίας των συμμετεχόντων στα 43,7 έτη και τα 19.6 έτη από την μέρα του ακρωτηριασμού τους. Μετά την ανάλυση των δεδομένων τόσο η δύναμη των καμπτήρων μυών του μηρού στο υγιές μέλος όσο και η αντοχή ήταν σημαντικά υψηλότερη απ' ότι στο υπολειπόμενο άκρο ($p<0.01$). Έλλειμμα επίσης σε μικρότερο βαθμό όμως εντοπίστηκε και στους εκτείνοντες, καταλήγοντας ότι είναι πολύ σημαντικό να μειωθούν τα ελλείματα μεταξύ των δυο άκρων και να προληφθεί η μυϊκή ατροφία όσο τον δυνατόν πιο σύντομα ξεκινώντας άμεσα ένα πρόγραμμα αποκατάστασης.

Οι Pedrinelli και λοιποί το 2002 επιβεβαιώνουν τα παραπάνω ευρήματα και συμφωνούν με τα αποτελέσματα της παρούσης μελέτης παρατηρώντας όμως ένα έλλειμμα δύναμης στο ακρωτηριασμένο άκρο συγκριτικά με το υγιές, το οποίο είναι μεγαλύτερο στις 180° /sec, τόσο στους καμπτήρες όσο και στους εκτείνοντες μύες σε ένα δείγμα μη αθλητών που περιελάβανε 25 ακρωτηριασμένα άτομα καθώς και 27 υγιή άτομα με μέσο όρο ηλικίας τα 36 έτη. Η έρευνα των Rutkowska-Kucharska και των συνεργατών του το 2018 εντόπισε μειωμένη μυϊκή ροπή κυρίως των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του ισχίου στο κολοβωματικό μέλος και παρατήρησε ότι η ασυμμετρία στην βάδιση αυτών των ατόμων συσχετίζεται άμεσα με αυτήν.

Στα ίδια επίπεδα κινείται και η έρευνα των Isakov και των συνεργατών του το 1996 με το ηλικιακό εύρος των εθελοντών να κυμαίνεται από 27-74 έτη και ο μέσος χρόνος του ακρωτηριασμού από την ημερομηνία συμμετοχής των εθελοντών στην έρευνα να φτάνει τα 13,4 έτη οποία δείχνει ότι τόσο οι καμπτήρες όσο και οι εκτείνοντες μύες έχουν μειωμένη δύναμη στο υπολειπόμενο άκρο έναντι του υγιούς, κάτι στο οποίο συμφωνεί και η έρευνα μας

Επιπροσθέτως η έρευνα των Nolan et al το 2009 έρχεται να συμπληρώσει ότι η μυϊκή ομάδα των εκτεινόντων του ισχίου είναι πιο δυνατή συγκριτικά με την μυϊκή ομάδα των καμπτηρών του ισχίου σε άτομα που έχουν υποστεί ακρωτηριασμό αλλά συνεχίζουν να ασχολούνται με τον αθλητισμό. Εδώ όμως πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας το μικρό δείγμα της συγκεκριμένης μελέτης με μόλις 3 ακρωτηριασμένα άτομα να ασχολούνται ενεργά με τον αθλητισμό και μόλις 4 ακρωτηριασμένα άτομα να μην συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες κάνοντας μας κατανοητό ότι αυτός είναι ένας σημαντικός περιορισμός της μελέτης. Παρατηρήθηκε μικρή ασυμμετρία στην δύναμη μεταξύ των δύο άκρων στο group των ακρωτηριασμένων οι οποίοι ήταν αθλητικά ενεργοί, το ποσοστό κυμαίνονταν από 8% -14% όπως αντίστοιχα και στην έρευνα μας. Γενικότερα τα ακρωτηριασμένα άτομα που ασχολούνται ενεργά με τον αθλητισμό βρέθηκε να έχουν δυνατότερους καμπτήρες και εκτείνοντες συγκριτικά με άτομα που δεν συμμετείχαν σε αθλητικές δραστηριότητες. Στους ανενεργούς αθλητικά ακρωτηριασμένους, η ασυμμετρία που παρατηρήθηκε ανάμεσα στα δύο άκρα άγγιζε το 49%, ενώ το άθικτο άκρο τους ήταν το ισχυρότερο (Nolan et al., 2009).

Εκτός από την μειωμένη δύναμη των καμπτήρων του ισχίου και την μειωμένη δύναμη των εκτεινόντων μυών του ισχίου στο ακρωτηριασμένο μέλος σε αυτά τα άτομα, μέσα από την αρθρογραφία πρέπει να επισημάνουμε ότι εντοπίστηκε επίσης ασυμμετρία μεταξύ της δύναμης των απαγωγών μεταξύ των άκρων κάτι το οποίο δεν αξιολογήθηκε στην έρευνά μας. Η διαφορά γενικότερα στην δύναμη των μυών του ισχίου στο υπολειπόμενο άκρο συγκριτικά με το υγιές φαίνεται ότι κυμαίνεται μεταξύ 20-30%. (Grozara et al 2019). Όπως αναφέραμε παραπάνω το ποσοστό στην δική μας έρευνα άγγιζε το 13%. Αυτή η διαφορά στο ποσοστό μπορεί να οφείλεται στην μεγάλη ηλικία των συμμετεχόντων της έρευνας των Grozara et al (2019), με μέσο όρο τα 56 έτη, την μη μέτρηση των απαγωγών μυών στην δική μας έρευνα με αποτέλεσμα να μην συμπεριλαμβάνεται μια ακόμη παράμετρος στα αποτελέσματα, την αποχή των συγκεκριμένων συμμετεχόντων από αθλητικές δραστηριότητες καθώς και στον καθυστερημένο χρόνο τοποθέτησης της πρόθεσης που άγγιζε και τους 5 μήνες με πιθανή συνέπεια την περαιτέρω ατροφία των μυών του ακρωτηριασμένου άκρου κάνοντας την ασυμμετρία ανάμεσα στα κάτω άκρα πιθανόν ακόμα πιο έντονη. Στο ίδιο ποσοστό κατέληξε και η έρευνα των Visser και των συνεργατών του το 2011 όπου έπειτα από αξιολόγηση της δύναμης των μυών του ισχίου συμπεριλαμβανομένου και των απαγωγών μυών στο ισοκινητικό δυναμόμετρο σε 10 ακρωτηριασμένους ασθενείς συγκριτικά με 11 μη ακρωτηριασμένους εθελοντές με μέσο όρο ηλικίας τα 43 έτη

παρατηρήθηκε μειωμένη δύναμη των μυών του ισχίου στα ακρωτηριασμένα άτομα κατά 29-34% έναντι των υγιών ατόμων αυτή την φορά καθώς και 33% πιο αργή βάδιση συγκριτικά με το γκρουπ των μη ακρωτηριασμένων καταλήγοντας ότι η δύναμη του ισχίου μπορεί να είναι βασικός παράγοντας για τη καλύτερη βάδιση αυτών των ατόμων ανεξαρτήτως του επιπέδου του ακρωτηριασμού

Τα αποτελέσματα των προαναφερόμενων μελετών αναδεικνύουν τον αρνητικό αντίκτυπο των ελλειμμάτων μεταξύ των δύο άκρων, στην στάση και στην βάδιση των ατόμων στις καθημερινές και αναγκαίες λειτουργίες τους αλλά και ατόμων που ασχολούνται ενεργά με τον αθλητισμό για την βελτίωση της αθλητικής της επίδοσης. Εδώ πρέπει να τονιστεί όμως ότι κάθε ασθενής πρέπει να υποβληθεί σε αξιολόγηση της μυϊκής του δύναμης πριν την έναρξη του προγράμματος και να προσαρμοστεί το πρόγραμμα θεραπείας στο επίπεδο ελλείματος της μυϊκής ροπής του εκάστοτε ακρωτηριασμένου ασθενούς κάνοντας το έτσι πιο εξατομικευμένο.

Όσο αφορά τον καλύτερο κινητικό έλεγχο και την διατήρηση της ισορροπίας αυτών των ατόμων φάνηκε ότι βασίζονται περισσότερο στο υγιές άκρο καθώς η ασυμμετρία στην στάση και στην βάδιση βρέθηκε να συσχετίζεται με την αδυναμία των απαγωγών μύων τονίζοντας έτσι την σημασία της ενδυνάμωσης της συγκεκριμένης μυϊκής ομάδας καθώς και την ένταξη τους σε ένα μετεγχειρητικό πρόγραμμα αποκατάστασης (Nadollek et al., 2002).

Μέσα από την αρθρογραφία γενικότερα γίνεται αντιληπτό ότι η συμμετοχή των ανθρώπων αυτών σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης έχει κυρίως θετικό αντίκτυπο στις καθημερινές τους δραστηριότητες (Moirenfeld et al., 2000, Nolan et al., 2012, Pedrinelli et al., 2002).

Ειδικότερα ο Nolan το 2012 μέσα από την έρευνα του δείχνει τα οφέλη αλλά και την σημαντικότητα της συστηματικής άσκησης σε αυτά τα άτομα και κατέληξε σε ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα έξι άτομα από τα 16 που συμμετείχαν στην έρευνα τα οποία πριν την έναρξη του προγράμματος δεν μπορούσαν να τρέξουν τελικώς τα κατάφεραν, αντιθέτως στην ομάδα ελέγχου παρατηρήθηκε περαιτέρω μείωση στην δύναμη των εκτεινόντων μυών του ισχίου στο υγιές άκρο. Έτσι ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης διάρκειας τουλάχιστον 10 εβδομάδων είναι αρκετό για να βελτιώσει τη δύναμη του ισχίου αλλά και να επιτρέψει το τρέξιμο σε άτομα με ακρωτηριασμό κάτω άκρου. Επίσης τονίζεται ότι καθώς η δύναμη των μυών του ισχίου του υγειούς άκρου μειώθηκε σε εκείνους που δεν ακολούθησαν το πρόγραμμα προπόνησης, οι ασκήσεις ενδυναμώσεις ενός τέτοιου προγράμματος πρέπει να

στοχεύουν τόσο στο υπολειπόμενο όσο και στο υγιές άκρο και επίσης να συνεχίσουν να γίνονται τακτικά ακόμα και μετά το τέλος του για αποφυγή μυϊκής αδυναμίας μελλοντικά. Έτσι η ενασχόληση με τον αθλητισμό φαίνεται να έχει θετικά αποτελέσματα στην ισορροπία αυτών των ατόμων, επομένως μπορεί να είναι ωφέλιμο για αυτούς τους ανθρώπους να κατευθυνθούν προς τον αθλητισμό με αξιόλογα αποτελέσματα και στις καθημερινές τους ασχολίες, βελτιώνοντας γενικότερα την ποιότητα της ζωής τους που σχετίζεται με την κίνησή τους αλλά και μειώνοντας ακόμα τους λειτουργικούς περιορισμούς και τον βαθμό αναπηρίας τους.

Τέλος μέσα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας καλό είναι να επισημάνουμε συμπληρωματικά ότι σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες προγράμματα καρδιαγγειακής αποκατάστασης θεωρούνται απαραίτητα και πρέπει να ενταχθούν στο γενικότερο πρόγραμμα αποκατάστασης των ατόμων που έχουν υποστεί ακρωτηριασμό των κάτω άκρων καθώς η τακτική σωματική δραστηριότητα βελτιώνει την φυσική κατάσταση, την ταχύτητα της βάδισης και την κίνηση στο προθετικό μέλος. (Garcia et al., 2015 ,Gjonaag et al 2014).

Αντίθετα η έρευνα της Burger το 2012 καταλήγει στο συμπέρασμα ότι τα ακρωτηριασμένα άτομα αν και ακολούθησαν ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αποκατάστασης κάποιοι από αυτούς εξακολουθούσαν να αντιμετωπίζουν ελλείμματα και περιορισμούς ακόμα και στις καθημερινές απλές δραστηριότητες. Πρέπει όμως να λάβουμε υπόψιν μας ότι ο μέσος όρος ηλικίας των εθελοντών της συγκεκριμένης μελέτης ήταν τα 63 έτη με τον ακρωτηριασμό να συμβαίνει στους συμμετέχοντες 21 χρόνια πριν κατά μέσο όρο και κανένας εθελοντής δεν ήταν αθλητής ή έκανε συστηματική προπόνηση. Οι πιθανές αιτίες του αποτελέσματος αυτού είναι κυρίως η μεγάλη ηλικία αλλά και ο καθυστερημένος χρόνος έναρξης της μετεγχειρητικής αποκατάστασης. Οι δύο αυτοί παράμετροι φαίνεται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη που θα έχουν μετεγχειρητικά τα συγκεκριμένα άτομα.

Επίσης, αναφέρεται ότι η μυϊκή δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του ισχίου δεν φάνηκε να παρουσιάζει αισθητή διαφορά σε άτομα που είχαν ακρωτηριαστεί μέχρι και 7 χρονιά πριν συγκριτικά με ασθενείς οι οποίοι είχαν ακρωτηριαστεί πρόσφατα, βέβαια αυτό εκφράζει τον γενικό πληθυσμό καθώς στο δείγμα της συγκεκριμένης έρευνας δεν είχαν συμπεριληφθεί αθλητές. (Isakov et al., 1996) Τέλος μέσα από την αρθρογραφία εντοπίσαμε και επισημαίνουμε ότι αισθητή διαφορά δεν

φάνηκε να παρουσιάζει η δύναμη των μυών στο ακρωτηριασμένο άκρο στο ερώτημα αν η μείωση της οστικής πυκνότητας που παρατηρείται στο ακρωτηριασμένο άκρο συσχετίζεται άμεσα με την δύναμη του. Παρατηρήθηκε έτσι ασθενής συσχέτιση μεταξύ τους ($p=0,048$) (Tugcu et al., 2009).

Σημαντικό κομμάτι στην αποκατάσταση αυτών των ατόμων φάνηκε ότι κατέχει και η ενδυνάμωση του μυϊκών ομάδων του κορμού (Shin et al., 2018, Allen et al., 2014). Σύμφωνα με τον Πίνακα 2 η σχέση αγωνιστών/ανταγωνιστών του κορμού ισούται με 0,51. Παρατηρείται έτσι μια μυϊκή ανισορροπία ανάμεσα στους καμπτήρες και του εκτεινόντες μύες του κορμού με αδυναμία των καμπτήρων μυών καθώς σύμφωνα με την βιβλιογραφία η αναλογία καμπτήρων - εκτεινόντων θα έπρεπε να κυμαινόταν μεταξύ 0,70-0,80 . Όσο αφορά την αναλογία καμπτηρων και εκτεινόντων μυών του κορμού καθώς και των αδύναμων κοιλιακών μυών ως αποτέλεσμα αυτής φαίνεται να επιβεβαιώνεται και από μια άλλη έρευνα η οποία προσθέτει και τον παράγοντα ηλικία. Το δείγμα της έρευνας ήταν υγιείς έφηβοι αθλητές και τα αποτελέσματα έπειτα από αξιολόγηση στο ισοκινητικό δυναμόμετρο έδειξαν μειωμένη δύναμη των καμπτηρών μυών του κορμού συγκριτικά με τους εκτεινόντες μύες ήδη από την εφηβεία η οποία όμως αυξάνεται με την ηλικία (Tsolakis et al., 2020).

Η ασυμμετρία στους αγωνιστές και τους ανταγωνιστές μύες του κορμού συνδέεται άμεσα με τον συντονισμό, την παραγωγή καθώς και την μετάδοση της δύναμης τόσο στα κάτω άκρα όσο και στα άνω άκρα και γενικότερα βρέθηκε να συσχετίζεται με κακή κινητική απόδοση σε κινητικές δραστηριότητες που σχετίζονται με την αύξηση κινδύνου τραυματισμού στον αθλητισμό.(Barbado et al., 2016, Gorreia et al., 2016, Allen et al., 2014).

Στα αποτελέσματα της έρευνας μας βρέθηκε ότι η σχέση των μυϊκών ομάδων των καμπτήρων και των εκτεινόντων του κορμού έπειτα από ισοκινητική αξιολόγηση συσχετίζεται κατά κύριο λόγο τόσο με την μέση ισχύ της κάμψης στο υπολειπόμενο άκρο σε γωνιακή ταχύτητα $60^{\circ}/s$ όσο και με την ροπή στην κάμψη επίσης στο υπολειπόμενο άκρο. Ακόμα συσχέτιση σε μικρότερο βαθμό βρέθηκε τόσο στην μέση ισχύ της κάμψης στο υγιές άκρο σε γωνιακή ταχύτητα $60^{\circ}/s$ και $180^{\circ}/s$ όπως και στην έκταση ομοίως.

Όσον αφορά το ακρωτηριασμένο άκρο παρατηρήθηκε ότι εκτός από τις μικρές τιμές στη κάμψη παρατηρήθηκαν εξίσου μικρές τιμές και στην έκταση κυρίως στην γωνιακή ταχύτητα των $180^{\circ}/s$. Παρατηρούμε έτσι σύμφωνα με τα αποτελέσματα και την

συσχέτιση που εντοπίστηκε μια αδυναμία στους κοιλιακούς μύες η οποία επηρεάζει άμεσα την σωστή μυϊκή λειτουργία του ακρωτηριασμένου άκρου.

Άρα σε άτομα που έχουν υποστεί ακρωτηριασμό και επιδιώκουμε ένα καλύτερο κινητικό πρότυπο πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην ενδυνάμωση των καμπτηρών μυών του κορμού καθώς ένας σταθερός πυρήνας φαίνεται να επηρεάζει άμεσα και προς το θετικό τα κάτω άκρα ανεξαρτήτως αν το άκρο είναι κολοβωματικό ή υγιές.

Σύμφωνα και με την έρευνα των Aytar και των συνεργατών το 2012 η οποία συμπεριελάμβανε 11 ακρωτηριασμένους αθλητές ποδοσφαίρου με μέσο όρο ηλικίας τα 24 έτη παρατηρήθηκε ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ της μυϊκής δύναμης των καμπτήρων μυών του κορμού στην ταχύτητα των $60^\circ / \text{sec}$ στο ισοκινητικό δυναμόμετρο και στην δυναμική σταθερότητα του κορμού σύμφωνα με το Modified plank test t ($r = 0.630$, $p = 0.038$), έχοντας έτσι θετικό αντίκτυπο και στην κίνηση αλλά και την καλύτερη ισορροπία ολόκληρου σώματος. Ενώ οι Shin et al., το 2018 εφάρμοσαν ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης όπου οι συμμετέχοντες προπονούσαν 2 φορές την εβδομάδα για 30 λεπτά τη φορά και για διάστημα 8 εβδομάδων σε ακρωτηριασμένους συμμετέχοντες. Σύμφωνα με την συγκεκριμένη έρευνα έπειτα από αξιολόγηση στο ισοκινητικό δυναμόμετρο τόσο οι μυϊκές ομάδες των εκτεινόντων αλλά και των καμπτηρών του κορμού αύξησαν σημαντικά την μυϊκή τους δύναμη ($p < 0.05$), καταλήγοντας έτσι στο συμπέρασμα ότι ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης των μυών του κορμού έχει αξιόλογο αποτέλεσμα και πιθανόν να παίζει σημαντικό ρόλο στην κινητικότητα. Ένας μη σταθερός αλλά και αδύναμος μυϊκός κορμός σε αυτά τα άτομα θεωρείται ότι διακόπτει την μεταφορά ενέργειας στο υπόλοιπο σώμα με συνέπεια να επιφέρει μειωμένη αθλητική επίδοση αλλά και κίνδυνο τραυματισμού σε μυϊκά αδύναμες ή υπανάπτυκτες μυϊκές ομάδες. Η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η σταθερότητα του κορμού, η ισορροπία, και η δύναμη δεν πρέπει να αγνοούνται από τον σχεδιασμό ενός προγράμματος προπόνησης σε ακρωτηριασμένους αθλητές.

2.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Σύμφωνα με τα παραπάνω μεταξύ της ακρωτηριασμένης και της υγιούς πλευράς καταλήγουμε στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Το υπολειπόμενο άκρο εμφάνισε γενικότερα χαμηλότερες τιμές τόσο στην κάμψη όσο και στην έκταση συγκριτικά με το υγιές άκρο κάνοντας μας κατανοητό ότι είναι πολύ σημαντικό να μειωθούν τα ελλείματα μεταξύ των δυο άκρων και να προληφθεί η μυϊκή ατροφία μειώνοντας τις διαφορές ανάμεσα στα δυο άκρα.
- Η παρούσα μελέτη αποκάλυψε δυναμικές ασυμμετρίες μεταξύ του υγιούς και του ακρωτηριασμένου άκρου στις γωνιακές ταχύτητες ($60^\circ/\text{s}$ και $180^\circ/\text{s}$) της τάξεως του 13% τόσο στην κάμψη όσο και στην έκταση. Το μέγεθος αυτό μπορεί να θεωρηθεί χωρίς κλινικές επιπτώσεις. Πιο συγκεκριμένα το ακρωτηριασμένο άκρο βρέθηκε να υπολείπεται έναντι του υγιούς τόσο στην μέση ισχύ της κάμψης όπως και στην μέγιστη ροπή της έκτασης.
- Η αναλογία καμπτηρών εκτεινόντων του κορμού ήταν στο 0,51 δηλώνοντας ανισορροπία αγωνιστών-ανταγωνιστών και πιο συγκεκριμένα αδυναμία των κοιλιακών μυών κάτι το οποίο δεν πρέπει να αγνοείται από τον σχεδιασμό ενός προγράμματος προπόνησης σε ακρωτηριασμένους αθλητές.
- Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι η χαμηλή αναλογία καμπτηρών - εκτεινόντων του κορμού συσχετίζεται κατά κύριο λόγο τόσο με την μέση ισχύ όσο και με την ροπή της κάμψης στο ακρωτηριασμένο άκρο καθώς επίσης βρέθηκε να συσχετίζεται αλλά σε μικρότερο βαθμό και στο υγιές άκρο.

Πρακτικές εφαρμογές

Η σταθερότητα του κορμού, και η δύναμη δεν πρέπει να αγνοούνται από τον σχεδιασμό ενός προγράμματος προπόνησης σε ακρωτηριασμένους αθλητές. Ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης των μυών του κορμού σύμφωνα με την αρθρογραφία παίζει πολύ σημαντικό ρόλο και βελτιώνει την ποιότητα της ζωής των ατόμων αυτών κάνοντάς τους μυϊκά δυνατότερους και κινητικά καλύτερους καθώς ένας μη σταθερός αλλά και αδύναμος μυϊκός κορμός σε αυτά τα άτομα πιστεύτε ότι διακόπτει την μεταφορά ενέργειας στο υπόλοιπο σώμα με συνέπεια να επιφέρει μειωμένη αθλητική επίδοση.

Επίσης μέσα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η ενασχόληση με το αθλητισμό μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα στην καθημερινότητα αυτών ατόμων, με αξιόλογα αποτελέσματα και στις καθημερινές τους ασχολίες, βελτιώνοντας γενικότερα την ποιότητα της ζωής τους που σχετίζεται με την κίνησή τους αλλά και μειώνοντας ακόμα τους λειτουργικούς περιορισμούς και τον βαθμό αναπηρίας τους.

Μελλοντικές εργασίες-κάλυψη ερευνητικών κενών

Απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός εργασιών αλλά και μεγαλύτερου δείγματος στις έρευνες που μελετούν την δύναμη των μυών των κάτω άκρων καθώς και των μυϊκών ομάδων του κορμού σε ακρωτηριασμένα άτομα τα οποία έχουν υψηλό επίπεδο δραστηριότητας και κυρίως σε αθλητές υψηλού επιπέδου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Arneja, A.S., Tamiji, J., Hiebert, B.M., Tappia, P.S., Galimova, L. (2015) Functional outcomes of patients with amputation receiving chronic dialysis for end-stage renal disease. *Am J Phys Med Rehabil* 94, 257–68.
2. Asano, M., Rushton, P., Miller, W.C., Deathe, B.A. (2008). Predictors of quality of life among individuals who have a lower limb amputation. *Prosthet Orthot Int* 32, 231–43.
3. Aytar, A., Pekyavas, N. O., Ergun, N., & Karatas, M. (2012). Is there a relationship between core stability, balance and strength in amputee soccer players? A pilot study. *Prosthetics and orthotics international*, 36 (3), 332–338. <https://doi.org/10.1177/0309364612445836>
4. Bates, B., Stineman, M.G., Reker, D.M., Kurichi, J.E., Kwong, P.L. (2006). Risk factors associated with mortality in veteran population following transtibial or transfemoral amputation. *J Rehabil Res Dev*, 43, 917–28.
5. Banyard H, Kazunori N, Haff G. Reliability and validity of the load-velocity relationship to predict the 1RM back squat. *J Strength Cond Res* 2017;31:1897-1904.
6. Beckman, J.A., Creager, M.A., Libby, P. (2002). Diabetes and atherosclerosis: epidemiology, pathophysiology, and management. *JAMA*. 287(19), 2570-81.
7. Bevilacqua, J.L., Kattan, M.W., Fey, J.V., Cody, H.S. 3rd, Borgen, P.I., Van Zee, K.J. (2007). Doctor, what are my chances of having a positive sentinel node? A validated nomogram for risk estimation. *J Clin Oncol*, 25, 3670–9.
8. Bishop C, Read P, Chavda S, Turner A. Asymmetries of the lower limb: The calculation conundrum in strength training and conditioning. *Strength Cond J* 2016;38:27-32.
9. Bishop C, Read P, Chavda S, Jarvis P, Turner A. Using unilateral strength, power and reactive strength tests to detect the magnitude and direction of asymmetry: A test-retest design. *Sports* 2019;7:1-14
10. Bishop C, Turner A, Gonzalo-Skok O, Read P. Inter-limb Asymmetry during Rehabilitation: Understanding Formulas and Monitoring the

- "Magnitude" and "Direction". *Aspetar Sports Medicine Journal* 2020;9:18-22.
11. Bosse, M.J., MacKenzie, E.J., Kellam, J.F., Burgess, A.R., Webb, L.X., Swiontkowski, M.F., Sanders, R.W., Jones, A.L., McAndrew, M.P., Patterson, B.M., McCarthy, M.L., Trivison, T.G., Castillo, R.C. (2002). An analysis of outcomes of reconstruction or amputation after leg-threatening injuries. *N Engl J Med.* 347(24), 1924-31.
 12. Bunt, T.J. (1985). Gangrene of the immediate postoperative above-knee amputation stump: role of emergency revascularization in preventing death. *J Vasc Surg.* 2(6), 874-7.
 13. Burger, H. (2012). Functioning of persons following lower limb amputation – patients' perspective. *Medicina Fluminensis*, 48 (4), 471-479. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/95733>
 14. Casartelli N. C., Leunig M, Item-Glatthorn J. F., Lepers R, Maffiuletti N. A. Hip flexor muscle fatigue in patients with symptomatic femoroacetabular impingement. *Int Orthop.* 2012 May; 36(5): 967–973.
 15. Chen, S.L., Kuo, I.J., Kabutey, N.K., Fujitani, R.M. (2017). Physiologic Cryoamputation in Managing Critically Ill Patients with Septic, Advanced Acute Limb Ischemia. *Ann Vasc Surg.* 42, 50-55.
 16. Chery, J., Semaan, E., Darji, S., Briggs, W.T., Yarmush, J., D'Ayala, M. (2014). Impact of regional versus general anesthesia on the clinical outcomes of patients undergoing major lower extremity amputation. *Ann Vasc Surg.* 28(5), 1149-56.
 17. Choksy, S.A., Lee Chong, P., Smith, C., Ireland, M., Beard, J. (2006). A randomised controlled trial of the use of a tourniquet to reduce blood loss during transtibial amputation for peripheral arterial disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 31(6), 646-50.
 18. Cott, C.A., Gignac, M.A., Badley, E.M. (1999). Determinants of self rated health for Canadians with chronic disease and disability. *J Epidemiol Community Health*, 53, 731–6.
 19. Crozara, L. F., Marques, N. R., LaRoche, D. P., Pereira, A. J., Silva, F., Flores, R. C., & Payão, S. (2019). Hip extension power and abduction power asymmetry as independent predictors of walking speed in individuals with

- unilateral lower-limb amputation. *Gait & posture*, 70, 383–388. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.03.033>
20. Cruz, C.P., Eidt, J.F., Capps, C., Kirtley, L., Moursi, M.M. (2003). Major lower extremity amputations at a Veterans Affairs hospital. *Am J Surg* 186, 449–54.
 21. Czerniecki, J.M., Turner, A.P., Williams, R.M., Thompson, M.L., Landry, G., Hakimi, K., Speckman, R., Norvell, D.C. (2017). The development and validation of the AMPREDICT model for predicting mobility outcome after dysvascular lower extremity amputation. *J Vasc Surg.* 65(1), 162-171.e3.
 22. Dillingham, T.R., Pezzin, L.E., Shore, A.D. (2005). Reamputation, mortality, and health care costs among persons with dysvascular lower-limb amputations. *Arch Phys Med Rehabil.* 86(3), 480-6.
 23. Dillon, M.P., Fatone, S., Quigley, M. (2015) Describe the outcomes of dysvascular partial foot amputation and how these compare to transtibial amputation: a systematic review protocol for the development of shared decision-making resources. *Syst Rev* 4, 173.
 24. Drake, L.R., Vogl, W., Mitchell, W.M.A., (2005). Ανατομία Gray's. 2^η έκδοση. Τόμος I & II. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
 25. Driver, V.R., Madsen, J., Goodman, R.A. (2005). Reducing amputation rates in patients with diabetes at a military medical center: the limb preservation service model. *Diabetes Care.* 28(2), 248–53. doi: 10.2337/diacare.28.2.248.
 26. Elsharawy, M.A. (2011). Outcome of midfoot amputations in diabetic gangrene. *Ann Vasc Surg.* 25(6), 778–82. doi: 10.1016/j.avsg.2010.11.013
 27. Ephraim PL, Dillingham TR, Sector M, Pezzin LE, MacKenzie EJ. (2003). Epidemiology of limb loss and congenital limb deficiency: a review of the literature, *Arch Phys Med Rehabil*, 84, pp. 747-61.
 28. Engstrom B. & Van de Ven C. (1999). Therapy for Amputees, Book review, *Prosthetics and Orthotics International*, 23, 278-279
 29. Eskelinen, E., Lepantalo, M., Hietala, E.M., Sell, H., Kauppila, L., Maenpaa, I. (2004). Lower limb amputations in Southern Finland in 2000 and trends up to 2001. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 27(2), 193–200. doi: 10.1016/j.ejvs.2003.10.011

30. Fortington, L.V., Geertzen, J.H., van Netten, J.J., Postema, K., Rommers, G.M., Dijkstra, P.U. (2013). Short and long term mortality rates after a lower limb amputation. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 46(1), 124-31.
31. Fortington, L.V., Rommers, G.M., Postema, K., van Netten, J.J., Geertzen, J.H., Dijkstra, P.U. (2013). Lower limb amputation in Northern Netherlands: unchanged incidence from 1991-1992 to 2003-2004. *Prosthet Orthot Int.* 37(4), 305–10. doi: 10.1177/0309364612469385.
32. Franchignoni, F., Orlandini, D., Ferriero, G., Moscato, T.A. (2004). Reliability, validity, and responsiveness of the locomotor capabilities index in adults with lower-limb amputation undergoing prosthetic training. *Arch Phys Med Rehabil*, 85, 743–8.
33. Garcia, Marília Mendes do Nascimento, Lima, Jorge Roberto Perrou de, Costa Junior, José Dilermando, Freire, Humberto Almeida Ottoni de Luna, Mazilão, Jaqueline de Paula, & Vicente, Eduardo José Danza. (2015). Energy expenditure and cardiovascular response to traumatic lower limb amputees' gait. *Fisioterapia em Movimento*, 28 (2), 259-268. <https://doi.org/10.1590/0103-5150.028.002.AO06>
34. Gauthier-Gagnon, C., Grise, M.C., Lepage, Y. (1998). The Locomotor Capabilities Index: content validity. *J Rehabil Outcomes Meas* 2, 40–6.
35. Gjovaag, T., Starholm, I. M., Mirtaheri, P., Hegge, F. W., & Skjetne, K. (2014). Assessment of aerobic capacity and walking economy of unilateral transfemoral amputees. *Prosthetics and orthotics international*, 38 (2), 140–147. <https://doi.org/10.1177/0309364613490444>
36. Gregg, E.W., Li, Y., Wang, J., Burrows, N.R., Ali, M.K., Rolka, D. (2014). Changes in diabetes-related complications in the United States, 1990-2010. *N Engl J Med.* 370(16), 1514–23. doi: 10.1056/NEJMoa1310799
37. Healey Andrew J and Tai Nigel. 2009, Traumatic amputation - a contemporary approach, *Trauma*, 11: 177. Ηλεκτρονικό άρθρο διαθέσιμο από: <http://tra.sagepub.com/content/11/3/177>
38. Hof, A. L., van Bockel, R. M., Schoppen, T., Postema, K. 2007, Control of lateral balance in walking - Experimental findings in normal subjects and aboveknee amputees, *Gait & Posture*, 25(2), 250-258.

39. Iezzoni, L. (1997). *Risk and outcomes Risk adjustment for measuring health care outcomes*. 2nd ed Chicago: Health Administration Press. p. 1–41.
40. Ikonen, T.S., Sund, R., Venermo, M., Winell, K. (2010). Fewer major amputations among individuals with diabetes in Finland in 1997-2007: a population-based study. *Diabetes Care*. 33(12), 2598–603. doi: 10.2337/dc10-0462
41. Impellizzeri F, Rampinini E, Maffiuletti N, Marcora S. A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:2044-2050.
42. Isakov, E., Burger, H., Gregoribreve;, M., & Marin&cbreve;ek, C. (1996). Isokinetic and isometric strength of the thigh muscles in below-knee amputees. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 11 (4), 232–235. [https://doi.org/10.1016/0268-0033\(95\)00078-x](https://doi.org/10.1016/0268-0033(95)00078-x)
43. Isakov, E., Burger, H., Gregoric, M., & Marincek, C. (1996). Stump length as related to atrophy and strength of the thigh muscles in trans-tibial amputees. *Prosthetics and orthotics international*, 20 (2), 96–100. <https://doi.org/10.3109/03093649609164425>
44. Izumi, Y., Satterfield, K., Lee, S., Harkless, L.B. (2006). Risk of reamputation in diabetic patients stratified by limb and level of amputation: a 10-year observation. *Diabetes Care*. 29(3), 566–70. doi: 10.2337/diacare.29.03.06.dc05-1992.
45. Jacobs, D.R. Jr, Kroenke, C., Crow, R., Deshpande, M., Gu, D.F., Gatewood, L. (1999). PREDICT: a simple risk score for clinical severity and long-term prognosis after hospitalization for acute myocardial infarction or unstable angina: the Minnesota heart survey. *Circulation*, 100, 599–607.
46. Jeffcoate, W.J. (2005). The incidence of amputation in diabetes. *Acta Chir Belg*. 105(2), 140–4.
47. Jeffcoate, W.J., van Houtum, W.H. (2004). Amputation as a marker of the quality of foot care in diabetes. *Diabetologia*. 47(12), 2051–8. doi: 10.1007/s00125-004-1584-3.

48. Johnson, V.J., Kondziela, S., Gottschalk, F. (1995). Pre and postamputation mobility of trans-tibial amputees: correlation to medical problems, age and mortality. *Prosthet Orthot Int* 19, 159–64.
49. Kobayashi Y, Kubo J, Matsubayashi T, Matsuo A, Kobayashi K, Ishii N. Relationship between bilateral differences in single-leg jumps and asymmetry in isokinetic knee strength. *J Appl Biomech* 2013;29:61-67.
50. Kowal M, Rutkowska-Kucharska A. Muscle torque of the hip joint flexors and extensors in physically active and inactive amputees. *Biomedical Human Kinetics* 2014;6: 63–68.
51. Krytsis P, Bahr R, Landreau P, Miladi R, Witvrouw E. Likelihood of ACL graft rupture: Not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. *Brit J Sports Med* 2016;50:946-951.
52. Larner, S., van Ross, E., Hale, C. (2003). Do psychological measures predict the ability of lower limb amputees to learn to use a prosthesis? *Clin Rehabil* 17, 493–8.
53. Larsson, J., Agardh, C.D., Apelqvist, J., Stenström, A. (1998). Long-term prognosis after healed amputation in patients with diabetes. *Clin Orthop Relat Res.* 350, 149-58.
54. Landry, G.J., Silverman, D.A., Liem, T.K., Mitchell, E.L., Moneta, G.L. (2011). Predictors of healing and functional outcome following transmetatarsal amputations. *Arch Surg* 146, 1005–9.
55. Li, Y., Burrows, N.R., Gregg, E.W., Albright, A., Geiss, L.S. (2012). Declining rates of hospitalization for nontraumatic lower-extremity amputation in the diabetic population aged 40 years or older: U.S., 1988-2008. *Diabetes Care.* 35(2), 273–7. doi: 10.2337/dc11-1360.
56. Liu, Z., Dumville, J.C., Norman, G., Westby, M.J., Blazeby, J., McFarlane, E., Welton, N.J., O'Connor, L., Cawthorne, J., George, R.P., Crosbie, E.J., Rithalia, A.D., Cheng, H.Y. (2018). Intraoperative interventions for preventing surgical site infection: an overview of Cochrane Reviews. *Cochrane Database Syst Rev.* 2, CD012653.
57. Lombardo, F.L., Maggini, M., De Bellis, A., Seghieri, G., Anichini, R. (2014). Lower extremity amputations in persons with and without diabetes

- in Italy: 2001-2010. *PLoS One*. 9(1), e86405. doi: 10.1371/journal.pone.0086405.
58. MacKenzie, E.J., Bosse, M.J., Kellam, J.F., Burgess, A.R., Webb, L.X., Swiontkowski, M.F., Sanders, R., Jones, A.L., McAndrew, M.P., Patterson, B., McCarthy, M.L., Rohde, C.A. (2002). Factors influencing the decision to amputate or reconstruct after high-energy lower extremity trauma. *J Trauma*. 52(4), 641-9.
 59. Maffiuletti N, Aagaard P, Blazevich J, Folland J, Tillin N, Duchateau J. Rate of force development: physiological and methodological considerations. *Eur J Appl Physiol*. 2016; 116: 1091–1116.
 60. Mann, R.A., Bisset, W.I. (1983). Anaesthesia for lower limb amputation. A comparison of spinal analgesia and general anaesthesia in the elderly. *Anaesthesia*. 38(12), 1185-91.
 61. Meyer C, Corten K, Wesseling M, Peers K, Simon J, Jonkers I, Desloovere K. Test-Retest Reliability of Innovated Strength Tests for Hip Muscles. *PLoS One* 2013;8(11):e81149.
 62. Moirenfeld, I., Ayalon, M., Ben-Sira, D., & Isakov, E. (2000). Isokinetic strength and endurance of the knee extensors and flexors in trans-tibial amputees. *Prosthetics and orthotics international*, 24 (3), 221–225. <https://doi.org/10.1080/03093640008726551>
 63. Moreira, C.C., Farber, A., Kalish, J.A., Eslami, M.H., Didato, S., Rybin, D., Doros, G., Siracuse, J.J. (2016). The effect of anesthesia type on major lower extremity amputation in functionally impaired elderly patients. *J Vasc Surg*. 63(3), 696-701.
 64. Moxey, P.W., Hofman, D., Hinchliffe, R.J., Jones, K., Thompson, M.M., Holt, P.J. (2010). Epidemiological study of lower limb amputation in England between 2003 and 2008. *Br J Surg* 97, 1348–53.
 65. Moxey, P.W., Gogalniceanu, P., Hinchliffe, R.J., Loftus, I.M., Jones, K.J., Thompson, M.M., Holt, P.J. (2011). Lower extremity amputations--a review of global variability in incidence. *Diabet Med*. 28(10), 1144-53
 66. Mueller, M.J., Salsich, G.B., Strube, M.J. (1997). Functional limitations in patients with diabetes and transmetatarsal amputations. *Phys Ther* 77, 937–43.

67. Munin, M.C., Seligman, K., Dew, M.A., Quear, T., Skidmore, E.R., Gruen, G. (2005). Effect of rehabilitation site on functional recovery after hip fracture. *Arch Phys Med Rehabil*, 86, 367–72.
68. Nadollek, H., Brauer, S., & Isles, R. (2002). Outcomes after trans-tibial amputation: the relationship between quiet stance ability, strength of hip abductor muscles and gait. *Physiotherapy research international : the journal for researchers and clinicians in physical therapy*, 7 (4), 203–214. <https://doi.org/10.1002/pri.260>
69. Nehler, M.R., Coll, J.R., Hiatt, W.R., Regensteiner, J.G., Schnickel, G.T., Klenke, W.A. (2003). Functional outcome in a contemporary series of major lower extremity amputations. *J Vasc Surg*, 38, 7–14.
70. Netter H. Frank. 2003, ANATOMIA TOY ANΘΡΩΠΟΥ, Άτλας Βασικών Ιατρικών Επιστημών, τόμος I, σελ.485-504.
71. Nguyen, T.H., Gordon, I.L., Whalen, D., Wilson, S.E. (2006). Transmetatarsal amputation: predictors of healing. *Am Surg* 72, 973–7.
72. Nolan L. (2012). A training programme to improve hip strength in persons with lower limb amputation. *Journal of rehabilitation medicine*, 44 (3), 241–248. <https://doi.org/10.2340/16501977-0921>
73. Norvell, D.C., Turner, A.P., Williams, R.M., Hakimi, K.N., Czerniecki, J.M. (2011). Defining successful mobility after lower extremity amputation for complications of peripheral vascular disease and diabetes. *J Vasc Surg*, 54, 412–9.
74. Pedrinelli, A., Saito, M., Coelho, R. F., Fontes, R. B., & Guarniero, R. (2002). Comparative study of the strength of the flexor and extensor muscles of the knee through isokinetic evaluation in normal subjects and patients subjected to trans-tibial amputation. *Prosthetics and orthotics international*, 26 (3), 195–205. <https://doi.org/10.1080/03093640208726648>
75. Pinzur, M.S., Gottschalk, F.A, Pinto, M.A., Smith, D.G. (2007). American Academy of Orthopaedic Surgeons. Controversies in lower-extremity amputation. *J Bone Joint Surg Am*. 89(5), 1118-27.

76. Pollard, J., Hamilton, G.A., Rush, S.M., Ford, L.A. (2006). Mortality and morbidity after transmetatarsal amputation: retrospective review of 101 cases. *J Foot Ankle Surg.* 45(2), 91–7. doi: 10.1053/j.jfas.2005.12.011
77. Poredos, P., Rakovec, S., Guzik-Salobir, B. (2005). Determination of amputation level in ischaemic limbs using tcPO2 measurement. *Vasa.* 34(2), 108-12.
78. Ritvo, P.G., Fischer, J.S., Miller, D.M., Andrews, H., Paty, D.W., LaRocca, N.G. (1997). Multiple sclerosis quality of life inventory: a user's manual. New York: National Multiple Sclerosis Society.
79. Rohman E, Steubs J, Tompkins M. Changes in involved and uninvolved limb function during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: Implications for limb symmetry index measures. *Amer J Sports Med* 2015;43:1391-1398
80. Rutkowska-Kucharska, A., Kowal, M. & Winiarski, S. (2018). Relationship between Asymmetry of Gait and Muscle Torque in Patients after Unilateral Transfemoral Amputation, *Applied Bionics and Biomechanics*, 2018, Article ID 5190816. <https://doi.org/10.1155/2018/5190816>
81. Schoppen, T., Boonstra, A., Groothoff, J.W., de Vries, J., Goeken, L.N., Eisma, W.H. (2003). Physical, mental, and social predictors of functional outcome in unilateral lower-limb amputees. *Arch Phys Med Rehabil* 84, 803–11.
82. Schnur, D., Meier, R.H. (2014). Amputation surgery. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 25(1), 35-43.
83. Sherbourne, C.D., Stewart, A.L. (1991). The MOS social support survey. *Soc Sci Med* 32, 705–14.
84. Shin, M. K., Yang, H. S., Yang, H. E., Kim, D. H., Ahn, B. R., Kwon, H., Lee, J. H., Jung, S., Choi, H. C., Yun, S. K., Ahn, D. Y., & Sim, W. S. (2018). Effects of Lumbar Strengthening Exercise in Lower-Limb Amputees With Chronic Low Back Pain. *Annals of rehabilitation medicine*, 42 (1), 59–66. <https://doi.org/10.5535/arm.2018.42.1.59>
85. Shorter K, Polk J, Rosengren K, Hsaio-Wecksler E. A new approach to detecting asymmetries in gait. *Clin Biomech* 2008;23:459-467

86. Singh, R., Ripley, D., Pentland, B., Todd, I., Hunter, J., Hutton, L. (2009). Depression and anxiety symptoms after lower limb amputation: the rise and fall. *Clin Rehabil* 23, 281–6.
87. Stone, P.A., Back, M.R., Armstrong, P.A., Flaherty, S.K., Keeling, W.B., Johnson, B.L. (2005). Midfoot amputations expand limb salvage rates for diabetic foot infections. *Ann Vasc Surg* 19, 805–11.
88. Sun, W., Watanabe, M., Tanimoto, Y., Shibutani, T., Kono, R., Saito, M. (2007). Factors associated with good self-rated health of non-disabled elderly living alone in Japan: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 7, 297
89. Tsolakis C, Simeonidis T, Georginis P, Cherouveim E, Methenitis S, Koulouvaris P. The effect of gender, age and sports specialisation on isometric trunk strength in Greek high level young athletes. *Sports Biomech* 2020 Oct 7;1-15.
90. Tugcu, I., Safaz, I., Yilmaz, B., Göktepe, A. S., Taskaynatan, M. A., & Yazicioglu, K. (2009). Muscle strength and bone mineral density in mine victims with transtibial amputation. *Prosthetics and orthotics international*, 33(4), 299–306. <https://doi.org/10.3109/03093640903214075>
91. Turner A, Brazier J, Bishop C, Chavda S, Cree J, Read P. Data analysis for strength and conditioning coaches: Using excel to analyse reliability, differences, and relationships. *Strength Cond J* 2015;37:76-83.
92. Vamos, E.P., Bottle, A., Edmonds, M.E., Valabhji, J., Majeed, A., Millett, C. (2010). Changes in the incidence of lower extremity amputations in individuals with and without diabetes in England between 2004 and 2008. *Diabetes Care*. 33(12), 2592–7. doi: 10.2337/dc10-0989.
93. Van Netten, J.J., Fortington, L.V., Hinchliffe, R.J., Hijmans, J.M. (2016). Early Post-operative Mortality After Major Lower Limb Amputation: A Systematic Review of Population and Regional Based Studies. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 51(2), 248-57.
94. Vrieling, A.H., van Keeken, H. G., Schopen, T., Otten, E., Halbertsma, J.P.K., Hof, A.L., Postema, K. 2007, Obstacle crossing in lower limb amputees, *Gait and posture*, 26: 587-594.

95. Weiser, M.R., Landmann, R.G., Kattan, M.W., Gonen, M., Shia, J., Chou, J. (2008). Individualized prediction of colon cancer recurrence using a nomogram. *J Clin Oncol* 26, 380–5
96. Wes Congdon. 2011, Standard of Care: Lower Extremity Amputation, The Brigham and Women's Hospital, Inc., Department of Rehabilitation Services., Ηλεκτρονικό άρθρο διαθέσιμο από: <http://www.brighamandwomens.org/>
97. Wilson, J.R., Grossman, R.G., Frankowski, R.F., Kiss, A., Davis, A.M., Kulkarni, A.V. (2012). A clinical prediction model for long-term functional outcome after traumatic spinal cord injury based on acute clinical and imaging factors. *J Neurotrauma*, 29, 2263–71.
98. Yazicioglu, K., Taskaynatan, M. A., Guzelkucuk, U., & Tugcu, I. (2007). Effect of playing football (soccer) on balance, strength, and quality of life in unilateral below-knee amputees. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 86(10), 800–805. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e318151fc74>
99. Λαζαρίδης Π. Δημήτριος. 1993, Μεταπτυχιακή χειρουργική, University Studio Press, 2ος τόμος, Κεφάλαιο XIV, σελίδες 1806-1809.
100. Σπυριούνης Π. 2009, Τραύμα- Ακρωτηριασμοί άκρων. Αποκατάσταση γιαεφαρμογή πρόθεσης. Ηλεκτρονικό άρθρο διαθέσιμο από: <http://www.spyriounisplastic.gr/102-diorthosi-kolovomaton-akrotiriasmou-gia-prosthetiki-melous>

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Ανατομία της κατά γόνυ άρθρωσης.	13
Εικόνα 2: Νεύρα και μυς της οπίσθιας επιφάνειας του κάτω άκρου.	15
Εικόνα 3: Μύες πρόσθιας επιφάνειας κάτω άκρου.	16
Εικόνα 4: Μύες οπίσθιας επιφάνειας κάτω άκρου.	17
Εικόνα 5: Εγκάρσια διατομή στη μεσότητα της κνήμης.	20
Εικόνα 6: Ανύψωση του κολοβώματος σε καθιστή θέση.	37
Εικόνα 7: Μετεγχειρητική περίδεση.	38

Εικόνα 8: Ασκήσεις ενδυνάμωσης & ελαστικότητας.....	40
Εικόνα 9: Προθέσεις κάτω άκρου.....	45
Εικόνα 10: Ειδική πρόθεση για αθλητές του στίβου.	49
Εικόνα 11: Πίνακας υπολογισμού διαφορών μεταξύ των άκρων.....	60
Εικόνα 12: Παρακολούθηση μεγέθους και κατεύθυνσης ασυμμετρίας.	62

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Paired Samples Statistics.	67
Πίνακας 2:Αναλογία (Ratio) καμπτηρών εκτεινόντων κορμού	68
Πίνακας 3: Ασυμμετρίες μεταξύ του δεξιού και αριστερού άκρου.....	69
Πίνακας 4: Σύνολο συσχετίσεων.	70