



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ
ΑΡΘΡΩΣΗΣ: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ- ΜΥΟΔΥΝΑΜΙΚΟΙ
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ »**

Καρβουνίδα Αικατερίνη Μαρία

Γεώργιος Τσίγκανος

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2022

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

**ΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ:
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΚΑΙ ΜΥΟΔΥΝΑΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ**

Περίληψη

Σκοπός αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης ήταν η περιγραφή των ανατομικών στοιχείων του άκρου πόδα και πως αυτά προσαρμόζονται για την εκτέλεση της διαδικασίας της βάρδισης με ιδιαίτερη έμφαση στην ποδοκνημική άρθρωση. Για την εύρεση των αντίστοιχων επιστημονικών άρθρων αναζητήθηκε βοήθεια από επιστημονικές σελίδες όπως PubMed, Google Scholar, Elsevier, Medlineplus, Scopus-solutions χρησιμοποιώντας τις λέξεις-κλειδιά «ανατομία κάτω άκρου, εμβιομηχανική, εμβιομηχανική και κάτω άκρο, ποδοκνημική και κίνηση, βάρδιση, φάσεις βάρδισης, κύκλος βάρδισης, μυς και βάρδιση, ποδοκνημική άρθρωση, κάτω άκρο, δυσμορφίες και κάτω άκρο, ankle joint, gait, locomotion, gait phases, gait, muscles and gait, locomotion and muscles» κλπ., για την εύρεση ανάλογων επιστημονικών άρθρων και συγγραμμάτων. Η μελέτη των στοιχείων της βιβλιογραφικής ανασκόπησης φάνηκε να έχει ιδιαίτερη σημασία για την κατανόηση μιας καθημερινής, φυσικής δραστηριότητας όπως είναι αυτή της βάρδισης. Έτσι λοιπόν έγινε κατανοητό πως αυτή είναι είναι μία αρκετά πολύπλοκη και σύμπλοκη διαδικασία. Για την άρτια εκτέλεσή της είναι απαραίτητη η δομική και λειτουργική ακεραιότητα των βιολογικών στοιχείων της περιοχής (και όχι μόνο), και η συνεργασία του νευρομυϊκού και σκελετικού μηχανισμού. Αυτό είναι προϋπόθεση της καλής λειτουργίας καθώς χρειάζεται ακριβής ισορροπία και νευρομυϊκός συντονισμός. Η διαδικασία της βάρδισης αναλύεται στην συνέχεια κινησιολογικά και περιγράφονται οι μυϊκές και οστικές προσαρμογές κυρίως των κάτω άκρων σε έναν κύκλο βάρδισης.

Λέξεις κλειδιά: ανατομία κάτω άκρου, εμβιομηχανική, εμβιομηχανική και κάτω άκρο, ποδοκνημική και κίνηση, βάρδιση, φάσεις βάρδισης, κύκλος βάρδισης, μυς και βάρδιση, ποδοκνημική άρθρωση, κάτω άκρο, δυσμορφίες και κάτω άκρο, ankle joint, gait, locomotion, gait phases, gait, muscles and gait, locomotion and muscles.

MOVEMENT AND STABILITY OF ANKLE JOINT: FUNCTIONAL AND MYODYNAMIC FACTORS

Abstract

The purpose of this thesis was to describe the anatomical structures of the lower foot and how they are adapted to perform gait with emphasis to the ankle joint. Scientific websites were used, such as PubMed, Google Scholar, Elsevier, Medlineplus, Scopus-solutions using the keywords "lower limb anatomy, biomechanics, biomechanics and lower limb, ankle and motion, gait, gait phases, gait cycle, muscles and gait, lower limb disfunctions, ankle joint, locomotion" and many more. These websites were used to find scientific studies, articles and books relative to the topic at hand. The evidence from the literature review seemed to be of particular importance for understanding an everyday activity such as walking and locomotion. It was therefore understood that this is a rather complicated process. The structural and functional integrity of biological elements of the area, the neuromuscular system and skeletal mechanism are required for proper execution. This is a prerequisite for good function as it requires precise balance and neuromuscular coordination. The gait process is then analyzed kinematically and then muscular and bony adaptations of mainly the lower limbs in a gait cycle are described.

Keywords: lower limb anatomy, biomechanics, biomechanics and lower limb, ankle and motion, gait, gait phases, gait cycle, muscles and gait, lower limb disfunctions, ankle joint, locomotion

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	I
Πίνακας Περιεχομένων	III
Κατάλογος Σχημάτων	V
Κατάλογος Πινάκων	V
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών	VI
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....σελ. 1	
1.1 Το άκρο πόδι	σελ 1
II. ΟΣΤΑ ΤΟΥ ΑΚΡΟΥ ΠΟΔΑ σελ. 2	
2.1. Αστράγαλος.....σελ. 2	
2.2. Πτέρνα	σελ. 3
2.3. Σκαφοειδές	σελ. 3
2.4. Κυβοειδές	σελ. 4
2.5. Σφηνοειδή	σελ. 5
2.6. Μετατάρσια	σελ. 6
2.7. Σησαμοειδή	σελ. 6
2.8. Φάλαγγες	σελ. 7
III. ΚΥΡΙΕΣ ΑΡΘΡΩΣΕΙΣ σελ. 8	
3.1. Ποδοκνημική άρθρωση	σελ. 8
3.2. Υπασταγαλική άρθρωση	σελ. 9
3.3. Εγκάρσια άρθρωση ταρσού	σελ. 10
3.4. Ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις	σελ. 11
3.5. Μεσομετάρσιες αρθρώσεις	σελ. 12
3.6. Μεταταρσιοφαλαγγικές αρθρώσεις	σελ. 12
3.7. Φαλαγγοφαλαγγικές αρθρώσεις	σελ. 13

IV. ΜΥΕΣ ΤΟΥ ΠΟΔΙΟΥ	σελ. 14
4.1. Μεταναστεύσαντες μυς	σελ. 14
4.2. Αυτόχθονες μυς	σελ. 17
V. ΣΥΝΔΕΣΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	σελ. 21
VI. ΠΕΡΙΤΟΝΙΕΣ, ΑΠΟΝΕΥΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΛΥΤΡΑ ΤΟΥ ΠΟΔΙΟΥ ..	σελ. 21
VII. Η ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗ ΑΡΘΡΩΣΗ	σελ. 24
7.1. Κινήσεις και σταθερότητα ποδοκνημικής	σελ. 25
VIII. ΠΟΔΙΚΕΣ ΚΑΜΑΡΕΣ	σελ. 27
8.1. Έσω και έξω ποδική καμάρα	σελ. 28
8.2. Πρόσθια ποδική καμάρα	σελ. 29
8.3. Δυσμορφίες του άκρου πόδα	σελ. 30
IX. ΟΡΘΙΑ ΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	σελ. 31
9.1. Σχηματοποίηση καμάρων κατά την όρθια στάση	σελ. 33
X. ΒΑΔΙΣΗ	σελ. 34
10.1. Κινησιολογία κάτω άκρων	σελ. 37
10.2. Κινησιολογία ποδοκνημικής	σελ. 39
10.3. Δύναμη αντίδρασης και ΚΒΣ	σελ. 40
10.4. Συμβολή άνω άκρων κατά την βάδιση	σελ. 42
XI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ. 43
XII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ. 44

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1. Τα οστά του άκρου πόδα	σελ. 1
Σχήμα 2.1. Ο αστράγαλος (με πράσινο χρώμα).....	σελ. 2
Σχήμα 2.2. Η πτέρνα (με πράσινο χρώμα)	σελ. 3
Σχήμα 2.3. Το σκαφοειδές (με πράσινο χρώμα)	σελ. 4
Σχήμα 2.4. Το κυβοειδές (με πράσινο χρώμα)	σελ. 4
Σχήμα 2.5. Τα 3 σφηνοειδή (με πράσινο, κίτρινο και κόκκινο χρώμα)	σελ. 5
Σχήμα 2.6. Τα μετατάρσια (με πράσινο χρώμα)	σελ. 6
Σχήμα 2.7. Το σησαμοειδές	σελ. 7
Σχήμα 2.8. Οι φάλαγγες (με πράσινο, κίτρινο και κόκκινο χρώμα)	σελ. 7
Σχήμα 3.1. Απεικόνιση συνδέσμων στο άκρο πόδι	σελ. 13
Σχήμα 4.1. Βασικοί μύες του άκρου πόδα.	σελ. 14
Σχήμα 6.1. Η πελματιαία απονεύρωση	σελ. 23
Σχήμα 7.1. Η ποδοκνημική άρθρωση	σελ. 24
Σχήμα 7.2. Ραχιαία και πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής	σελ. 27
Σχήμα 8.1. Καμάρες του ποδιού	σελ. 30
Σχήμα 9.1. Ιδανική στάση σώματος	σελ. 33
Σχήμα 9.2. Η ποδική καμάρα και τα 3 σημεία στήριξης στο έδαφος	σελ. 34
Σχήμα 10.1. Απεικόνιση των φάσεων της βάρδισης	σελ. 36
Σχήμα 10.2. Το άκρο πόδι στην φάση της στάσης	σελ. 39
Σχήμα 10.3. Συμβολή των χεριών κατά τις φάσεις της βάρδισης	σελ. 43

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1. Αυτόχθονες και ετερόχθονες μυς του ποδιού.....	σελ. 20
Πίνακας 10.1. Ποσοστιαία διαστήματα ενός κύκλου βάρδισης/φάση.....	σελ. 37

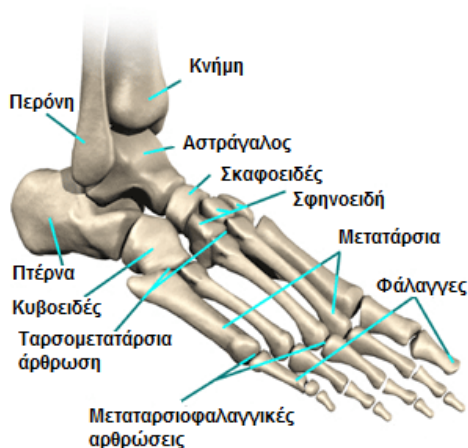
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΚΝΣ: Κεντρικό Νευρικό Σύστημα	σελ. 31, 32
ΚΒΣ: Κέντρο βάρους σώματος	σελ. 31, 32
ΚΜΣ: Κέντρο μάζας σώματος	σελ. 31, 32
ΒΣ: Βάρος σώματος	σελ. 31, 32
ΚΜ: Κέντρο μάζας	σελ. 31, 32

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Το άκρο πόδι

Το πόδι είναι το περιφερικότερο τμήμα του ανθρώπινου σώματος, λειτουργεί ως βάση στήριξης, για την μετακίνηση του βάρους του σώματος, με ελάχιστη δαπάνη ενέργειας (Drake R., Vogl A., Mitchell A., et. al 2020). Αυτές οι βασικές λειτουργίες είναι υψηλές σε μηχανικές απαιτήσεις, και βασική προϋπόθεση είναι απαραίτητη η άρτια συνεργασία ενός πολύπλοκου νευρομυϊκού μηχανισμού (Hamilton N., Weimar W., Luttgens K., et al. 2013). Τα οστά του ποδιού διακρίνονται από 28 οστά και 57 αρθρώσεις. Τα οστά αυτά διακρίνονται σε οστά του τάρσους, οστά μεταταρσίων και οστά δακτύλων (Γρίβας Θ., et. al 2002). Η πτέρνα, ο αστράγαλος, το σκαφοειδές, τα 3 σφηνοειδή και το κυβοειδές αποτελούν τα οστά του τάρσους (Dufour M., et.al 2006, Γρίβας Θ., et. al 2002). Τα 5 μετατάρσια, τα οστά των μεταταρσίων και οι 14 φάλαγγες τα οστά των δακτύλων. Το πόδι μπορεί να διαιρεθεί επίσης σε οπίσθιο, μέσο και πρόσθιο τμήμα όπου αντιστοιχεί η πτέρνα και ο αστράγαλος στο 1^ο, το κυβοειδές, το σκαφοειδές, τα σφηνοειδή στο 2^ο και τα μετατάρσια και οι φάλαγγες στο 3^ο (Γρίβας Θ., et. al 2002). Όλα τα οστά είναι μακρά, διφυή και μη συμμετρικά και αρθρώνονται μεταξύ τους με ένα πολύπλοκο θυλακοσυνδεσμικό σύστημα για την διαμόρφωση του άκρου πόδα (Dufour M., et.al 2006).

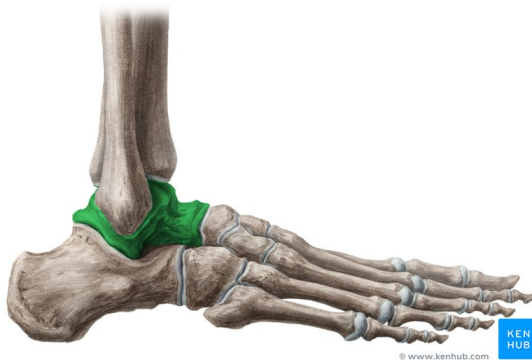


Εικόνα 1.1. Τα οστά του άκρου πόδα

ΟΣΤΑ ΤΟΥ ΑΚΡΟΥ ΠΟΔΑ

2.1. Αστράγαλος

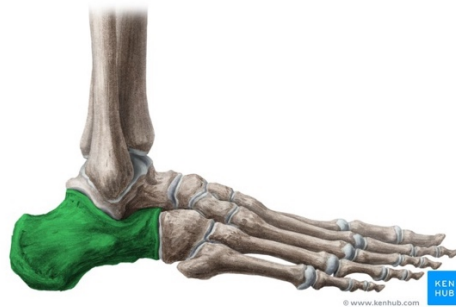
Ο αστράγαλος είναι το 2^ο μεγαλύτερο οστό του ταρσού (MacGregor R., et. al 2021). Είναι το ανώτερο οστό του άκρου πόδα και «κάθεται» και υποστηρίζεται από την πτέρνα. Αρθρώνεται, πέρα από την πτέρνα, με την κνήμη και την περόνη, για να σχηματίσει την άρθρωση του αστραγάλου και προβάλλει προς τα εμπρός για να αρθρωθεί με το σκαφοειδές στην εσωτερική του πλευρά (Drake R., Vogl A., Mitchell A., et. al 2020). Είναι συμπαγές, χαρακτηρίζεται ως ιδιόμορφο οστό και έχει τον ρόλο του «κατανομέα» του βάρους του σώματος και άλλων επιβαρύνσεων που δέχεται το σώμα. Στον αστράγαλο μόνο διατρέχονται και δεν προσφύονται μύς, οι οποίοι ξεκινούν από την κνήμη και καταλήγουν στο άκρο πόδι γι' αυτό ονομάζεται και «φυλακισμένο οστό». Άλλη ονομασία του αστραγάλου είναι «σταθμός αναμετάδοσης», γιατί το 60% του είναι καλυμμένο από αρθρικές επιφάνειες (Karandji I. A., et. al 2000). Χωρίζεται σε 3 μέρη: την κεφαλή, τον αυχένα και το σώμα. Λόγω της μη πρόσφυσης μυών και τενόντων, αξιοσημείωτη παρατήρηση είναι ότι έχει περιορισμένη αιμάτωση η οποία επιτυγχάνεται μόνο από τα αιμοφόρα αγγεία των συνδέσμων που προσφύονται σε αυτόν και μόνο από 2 αρτηρίες, την πρόσθια και την οπίσθια κνημιαία αρτηρία (MacGregor R., et. al 2021, Karandji I. A., et. al 2000). Η πρόσθια τροφοδοτεί το μισό της κεφαλής και του αυχένα του αστραγάλου και η οπίσθια το σώμα. Η περιορισμένη αιμάτωση του το καθιστά ευάλωτο σε άσηπτη νέκρωση ύστερα από κάταγμα ή εξάρθρωμα του αστραγάλου (Γρίβας Θ., et. al 2002).



Εικόνα 2.1. Ο αστράγαλος (με πράσινο χρώμα)

2.2. Πτέρνα

Κάτω από τον αστράγαλο βρίσκεται η πτέρνα, το πιο ογκώδες οστό του άκρου πόδα και πιο συγκεκριμένα εβρίσκεται στο οπίσθιο κάτω μέρος του ποδιού. Είναι το κύριο σημείο επαφής του ποδιού με το έδαφος. Διαμορφώνει προς τα μπρος την ποδική καμάρα και λειτουργεί ως μοχλός για την κατάφυση του Αχίλλειου τένοντα (Dufour M., et.al 2000, Γρίβας Θ., et. al 2002). Οπίσθια σχηματίζει το οστέινο πλαίσιο της πτέρνας και πρόσθια προβάλλει προς τα μπροστά και αρθρώνεται με το κυβοειδές στην πλάγια πλευρά του ποδιού (Mitchell A., et. al 2020). Η πτέρνα προορίζεται να αντέχει τις πιέσεις από τις φορτίσεις του βάρους του σώματος, όπου περίπου το 50% των φορτίων μεταφέρεται στην υπασταγαλική άρθρωση (MacGregor R., et. al 2021).



Εικόνα 2.2. Η πτέρνα (με πράσινο χρώμα)

2.3. Σκαφοειδές

Το σκαφοειδές οστό βρίσκεται κεντρικά στο έσω επίμηκες τόξο του ποδιού και το σχήμα του θυμίζει σχήμα βάρκας (Drake R., Vogl A., Mitchell A., et. al 2020). Αρθρώνεται με τα σφηνοειδή οστά πρόσθια και με τον αστράγαλο οπίσθια (Dufour M., et.al 2006). Ένα χαρακτηριστικό του σκαφοειδούς είναι ένας προεξέχον στρογγυλεμένος κόνδυλος στον οποίο προσφύεται ο οπίσθιος κνημιαίος σύνδεσμος. (Drake R., Vogl A., Mitchell A., et. al 2020) Η ανατομική τους τοποθέτηση, μας εξηγεί τον λόγο που ο αστράγαλος προσδιορίζει τις 3 πρώτες ακτίνες του άκρου πόδα (Dufour M., et.al 2006).

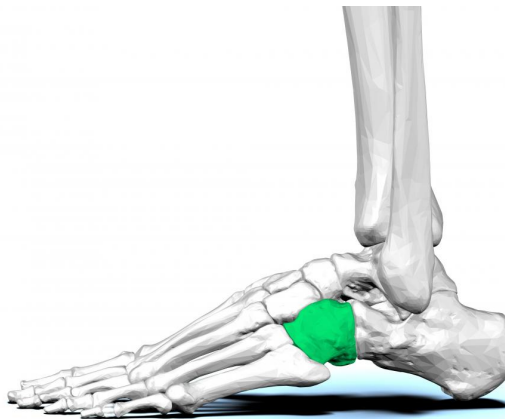
Το 4-10% των ανθρώπων, μπορεί να εμφανίζει το επικουρικό σκαφοειδές το οποίο βρίσκεται δίπλα στο φύμα του σκαφοειδούς και μέσα στην μάζα του πελματιαίου πτενοσκαφοειδούς συνδέσμου (Γρίβας Θ., et. al 2002).



Εικόνα 2.3. Το σκαφοειδές (με πράσινο χρώμα)

2.4. Κυβοειδές

Έχει περίπου κυβοειδές σχήμα και οστεοποιείται μεταξύ του 9^{ου} εμβρυϊκού μήνα και του 6^{ου} μήνα μετά την γέννηση (MacGregor R., et. al 2021). Είναι το μοναδικό έξω οστό του πρόσθιου τάρσους, αρθρώνεται με την πτέρνα, το σκαφοειδές, το έξω σφηνοειδές και με το 4^ο και 5^ο μετατάρσιο. Σπάνια αρθρώνεται με την κεφαλή του αστραγάλου (MacGregor R., et. al 2021).



Εικόνα 2.4. Το κυβοειδές (με πράσινο χρώμα)

2.5. Σφηνοειδή

Στον άκρο πόδα υπάρχουν 3 σφηνοειδή οστά όπου διακρίνονται σε έσω, μέσο και έξω σφηνοειδές και συναντώνται στο πρόσθιο έσω τμήμα του ταρσού. Το σχήμα τους θυμίζει το σχήμα σφήνας και αρθρώνονται με τα 3 πρώτα μετατάρσια και το σκαφοειδές οστό πρόσθια και οπίσθια αντίστοιχα. Το σκαφοειδές, τα 3 σφηνοειδή και τα μετατάρσια φαίνεται να έχουν το σχήμα αψίδας, και τα σησαμοειδή να αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο. Το έσω σφηνοειδές αντιστοιχεί στο 1^ο σφηνοειδές, είναι το μεγαλύτερο σε μέγεθος και έχει τριγωνικό σχήμα με την «μύτη» του τριγώνου προς τα άνω. Το 2^ο ή έσω σφηνοειδές είναι το μικρότερο, έχει αντίστοιχο σχήμα αλλά παρουσιάζεται «ανεστραμμένο» σε σχέση με το 1^ο με την γωνία να «κοιτάει» προς τα κάτω. Αρθρώνεται με το σκαφοειδές και το 2^ο μετατάρσιο οπίσθια και πρόσθια αντίστοιχα, όπως και με τα υπόλοιπα σφηνοειδή έσω και έξω. Λόγω του μικρότερου μεγέθους του από τα σφηνοειδή σχηματίζει και συγκρατεί την βάση του 2^{ου} μεταταρσίου. Έχει ένα κέντρο οστεοποίησης, και οστεοποιείται στο 2^ο έτος της ζωής του ανθρώπου. Τέλος, το 3^ο ή έξω σφηνοειδές είναι το πιο επίμηκες, επίσης τριγωνικού σχήματος με την κορυφή προς τα κάτω και έσω. Αρθρώνεται με το κυβοειδές, το σκαφοειδές, το τρίτο μετατάρσιο και το μέσο σφηνοειδές (MacGregor R., et. al 2021).



Εικόνα 2.5.. Τα 3 σφηνοειδή (με πράσινο, κίτρινο και κόκκινο χρώμα)

2.6. Μετατόρσια

Τα μετατόρσια είναι κύρια για την σχηματοποίηση της ποδικής καμάρας. Είναι μακρά διφυή, μη συμμετρικά και παρουσιάζονται στο άπω κομμάτι τους πιο λεπτά. Χωρίζονται σε 3 τμήματα: στο σώμα (ή διάφυση), την βάση και την κεφαλή (Dufour M., et.al 2006). Στην κατάληξη της κεφαλής συναντώνται 2 κόνδυλοι ένας έξω και ένας έσω, όπου ο 1^{ος} είναι μεγαλύτερος. Οι πλάγιες επιφάνειες των μεταταρσίων (του 2^{ου} μέχρι του 5^{ου}) αρθρώνονται επίσης μεταξύ τους (Drake R., Vogl A., Mitchell A., et. al 2020). Αξιοσημείωτη κατασκευή παρουσιάζει το 1^ο και το 5^ο μετατόρσιο, όπου το 1^ο είναι το ισχυρότερο, κοντότερο και παχύτερο σε μέγεθος και το κύριο για την στήριξη. Στην πλάγια πλευρά του 5^{ου} μεταταρσίου παρατηρείται ένα προεξέχον κόνδυλος όπου προβάλλει προς τα πίσω και αποτελεί το σημείο πρόσφυσης του τένοντα του βραχύ περνιαίου (Drake R., Vogl A., Mitchell A., et. al 2020).



Εικόνα 2.6. Τα μετατόρσια (με πράσινο χρώμα)

2.7. Σησαμοειδή

Το πόδι έχει επίσης και τα σησαμοειδή οστά τα οποία βοηθούν στην σταθερότητα και την λειτουργικότητα του ποδιού. Τα 2 σησαμοειδή βρίσκονται κοντά στο 1^ο μετατόρσιο, το οποίο συνδέεται με το μεγάλο δάκτυλο.

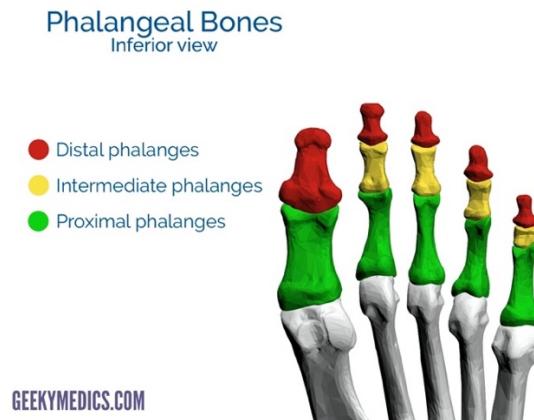
Και τα 2 οστά βρίσκονται μέσα στον τένοντα του βραχύ καμπτήρα του μεγάλου δάκτυλου του ποδιού. Το ένα σησαμοειδές, συνήθως, βρίσκεται στην έξω πλευρά του πρώτου μεταταρσίου ενώ το άλλο συχνά στην έσω. Σε κάποια άτομα μπορεί να υπάρχει μόνο 1 σησαμοειδές κοντά στην πρώτη μεταταρσιοφαλαγγική άρθρωση (MacGregor R., et. al 2021).



Εικόνα 2.7. Τα σησαμοειδή

2.8. Φάλαγγες

Οι φάλαγγες είναι μη συμμετρικά οστά, διφυή και μακρά. Είναι 14 στο σύνολο, έχοντας 2 το μεγάλο δάκτυλο και τα υπόλοιπα από 3 φάλαγγες. Είναι συχνό φαινόμενο επίσης, η ύπαρξη 2 φαλάγγων στο μικρό δάκτυλο. Χωρίζεται σε 3 τμήματα, στο σώμα, την βάση και την κεφαλή (Dufour M., et.al 2006).



Εικόνα 2.8. Οι φάλαγγες (με πράσινο, κίτρινο και κόκκινο χρώμα)

3.ΚΥΡΙΕΣ ΑΡΘΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

3.1. Ποδοκνημική άρθρωση

Είναι γίγγλυμου τύπου και σχηματίζεται μεταξύ της κνημοπερονιαίας γλήνης και της τροχιλίας και των πλάγιων σφυρίτιδων αρθρικών επιφανειών του σώματος του αστραγάλου. Είναι στην ουσία, το σημείο σύνδεσης του άκρου πόδα με το υπόλοιπο σκελετικό σύστημα (Ντούσης Ε., Μιχαλακοπούλου Β., et. al 2006). Είναι μία περιφερειακή γωνιάδης άρθρωση με έναν βαθμό ελευθερίας, αλλά με την βοήθεια της αξονικής κίνησης του γόνατος, λειτουργούν ως μία μοναδική άρθρωση έχοντας τρεις βαθμούς ελευθερίας (Karandji I. A., et. al 2000). Επιτρέπει κυρίως την ραχιαία και πελματιαία κάμψη του ποδιού. Άμεσα συνδεδεμένη με την ποδοκνημική άρθρωση είναι η κάτω κνημοπερονιαία άρθρωση και η συνδέσμωνσή της. Παρατηρείται ο πρόσθιος και ο οπίσθιος κνημοπερονιαίος σύνδεσμος, οι οποίοι εκφύονται στο πρόσθιο και οπίσθιο φύμα της κνήμης και καταφύονται στο πρόσθιο και οπίσθιο τμήμα της περόνης, αντίστοιχα. Η έκφυση του πρόσθιου κνημοπερονιαίου παρατηρείται στην προσθιοπλάγια επιφάνεια της κνήμης και είναι λιγότερο δυνατός σε σχέση με τον οπίσθιο. Παρατηρούνται επίσης ο εγκάρσιος κνημοπερονιαίος, ο μεσόστεος σύνδεσμος και ο πρόσθιος κατώτερος εγκάρσιος κνημοπερονιαίος σύνδεσμος. Η ποδοκνημική άρθρωση ενισχύεται συνδεσμικά στην έσω και την έξω πλευρά. Στην έσω πλευρά παρατηρούνται 2 μοίρες, μία επιπολής και μία εν τω βάθει. Στην επιπολής μοίρα ανήκει ο δελτοειδής σύνδεσμος ο οποίος έχει το σχήμα «Δ», όπου η κορυφή είναι το έσω σφυρό και ύστερα διαιρείται σε 4 δεσμίδες. Οι δεσμίδες αυτές ονομάζονται οπίσθιος και πρόσθιος αστραγαλοκνημικός, κνημοπτερνικός και κνημοσκαφοειδής σύνδεσμος. Καταλήγουν αντίστοιχα στα οπίσθια οστά του ταρσού, στην πτέρνα, στον αστράγαλο και το σκαφοειδές (Hamilton N., Weimar W., Luttgens K., et al. 2013). Η εν τω βάθει μοίρα έχει εγκάρσια πορεία και προσδίδει εγκάρσια σταθερότητα. Εκφύεται στο οπίσθιο χείλος της πρόσθιας ακρολοφίας του έσω σφυρού, την επιμήκη αύλακα και την οπίσθια ακρολοφία και καταφύεται στο μη αρθρικό τμήμα της έσω επιφάνειας του αστραγάλου (Γρίβας Θ., et. al 2002). Ο δελτοειδής σύνδεσμος δεν βοηθάει μόνο στην σταθεροποίηση της ποδοκνημικής, αλλά βοηθάει και στην σταθερότητα του οπίσθιου ποδιού.

Η συνδεσμική ενίσχυση της έξω πλευράς της ποδοκνημικής είναι λιγότερο δυνατή σε σχέση με την έσω, έτσι εξηγούνται και οι συχνοί τραυματισμοί της. Στην έξω πλευρά, η ποδοκνημική σταθεροποιείται με την ύπαρξη του έξω πλάγιου συνδέσμου, ενός ενιαίου συνδέσμου που αποτελείται από 3 επιμέρους, τον περονοπτερνικό και του πρόσθιο και οπίσθιο αστραγαλοπτερνικό σύνδεσμο. Συνδέουν αυτοί, το έξω σφυρό με την πτέρνα στην άνω επιφάνεια της και με τον αστράγαλο πρόσθια και οπίσθια αντίστοιχα (Hamilton N., Weimar W., Luttgens K., et al. 2013). Οι σύνδεσμοι δεν είναι υπεύθυνοι μόνο για την σταθεροποίηση του ποδιού, αλλά συμβάλλουν στην βελτίωση της κιναισθησίας, λόγω της ύπαρξης μηχανοϋποδοχέων-αισθητήρων που υπάρχουν επάνω τους και είναι υπεύθυνοι για αυτήν. Άλλος τύπος συνδεσμικού στοιχείου, η αρθρική κάψα, φαίνεται να προσφύεται στην περιφέρεια του αρθρικού χόνδρου, εκτός του πρόσθιου τμήματος και στον αυχένα του αστραγάλου, πιο συγκεκριμένα στην εγκάρσια ακρολοφία. Ο ορογόνο υμένας βρίσκεται στην εν τω βάθει επιφάνεια του αρθρικού θύλακα (Dufour M., et.al 2006).

3.2. Υπασταγαλική άρθρωση

Σχηματίζεται με την ένωση της οπίσθιας αρθρικής επιφάνειας του αστραγάλου και την αντίστοιχη άνω και έξω επιφάνεια της πτέρνας και αποτελείται από 6 τμήματα, 3 σε κάθε οστό, που χωρίζονται σε 2 αρθρώσεις, μία πρόσθια (πρόσθιο και μέσο τμήμα) και μία οπίσθια (MacGregor R., et. al 2021). Η υπασταγαλική άρθρωση σταθεροποιείται με πολύ ισχυρούς συνδέσμους για να μπορεί να υποστηρίξει τις αυξημένες δυνάμεις που ασκούνται στην άρθρωση αυτή (Karanji I. A., et. al 2000). Συμπεριλαμβάνει 4 μικρούς συνδέσμους, αλλά ο σημαντικότερος είναι ο πελματιαίος αστραγαλοπτερνοσκαφοειδής. Είναι ένας παχύς και φαρδύς σύνδεσμος και ενώνει την πτέρνα με την κάτω πλευρά του σκαφοειδούς. Λόγω της θέσης του, υποστηρίζει το αστράγαλο και απορροφά τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα. Παρουσιάζει επίσης, μία οπίσθια και μία πρόσθια αρθρική κάψα. Η πρόσφυση της οπίσθιας παρατηρείται γύρω από την χόνδρινη επιφάνεια και της πρόσθιας βρίσκεται στο οπίσθιο όριο της αρθρικής επιφάνειας. Καθώς αυτή συνεχίζει προς την πρόσθια πλευρά (μαζί με την αστραγαλοπτερνοσκαφοειδής άρθρωση), φαίνεται να συνεχίζει να προσφύεται περίξ αυτής (Dufour M., et.al 2006).

3.3 Εγκάρσια άρθρωση ταρσού

Γνωστή και ως άρθρωση του Chopart, όπου πήρε το όνομα από τον γνωστό χειρουργό Francois Chopart, έχει μικρή κινητικότητα και συνδέει το οπίσθιο με το μέσο πόδι. Σχηματίζεται με την ένωση της αστραγαλοσκαφοειδούς άρθρωσης με την πτέρνα και το κυβοειδές. Οι μεσοτάρσιες αρθρώσεις κυρίως κάνουν ανάσπαση-κατάσπαση και πρηνισμό-υπτιασμό. Οι κύριες αρθρώσεις στις οποίες πραγματοποιούνται οι κινήσεις αυτές, είναι η υπασταγαλική, η οποία αναλύθηκε παραπάνω, η αστραγαλοπερνοσκαφοειδής και η περνοκυβοειδής άρθρωση. Η αστραγαλοπερνοσκαφοειδής άρθρωση, είναι μία σύνθετη, σφαιροειδής άρθρωση στην οποία η κεφαλή του αστραγάλου αρθρώνεται με την πτέρνα και το σκαφοειδές (Hamilton N., Weimar W., Luttgens K., et al. 2013). Η άρθρωση μεταξύ του αστραγάλου και του σκαφοειδούς είναι το μεγαλύτερο τμήμα της αστραγαλοπερνοσκαφοειδούς άρθρωσης και είναι μεταξύ του ωοειδούς πρόσθιου άκρου της κεφαλής του αστραγάλου και της αντίστοιχης οπίσθιας κοίλης επιφάνειας του σκαφοειδούς. Η περνοκυβοειδής άρθρωση, είναι η ένωση μεταξύ της πρόσθιας επιφάνειας της πτέρνας με την αντίστοιχη οπίσθια επιφάνεια του κυβοειδούς και επιτρέπει κινήσεις ολίσθησης (Drake R., Vogl A., Mitchell A., et. al 2020). Η δυνατότητα του πρηνισμού και του υπτιασμού του ποδιού επιτρέπουν στο πόδι να διατηρεί κανονική επαφή με το έδαφος σε διαφορετικές στάσεις ή και σε ανώμαλο έδαφος. Στην άρθρωση του Chopart, σημαντικός για την σχηματοποίηση της άρθρωσης είναι ο δισχιδής σύνδεσμος. Έχει σχήμα Y και χωρίζεται σε 2 δεσμίδες με κοινή έκφυση, στην ραχιαία επιφάνεια του υπερείσματος του αστραγάλου. Η έσω δεσμίδα έχει ως κατάφυση το έξω άκρο του σκαφοειδούς και η έξω την ραχιαία επιφάνεια του κυβοειδούς. Ονομάζονται αλλιώς και έξω και έσω περνοσκαφοειδής αντίστοιχα της έσω και της έξω δεσμίδας. Παρατηρούνται επίσης, ο πελματιαίος περνοσκαφοειδής όπου συνδέει την πτέρνα με το σκαφοειδές και ο ραχιαίος αστραγαλοσκαφοειδής όπου συνδέει την ραχιαία επιφάνεια του αυχένα του αστραγάλου με αυτήν του σκαφοειδούς (Karajji I. A., et. al 2000).

Ο ρόλος του ραχιαίου αστραγαλοσκαφοειδούς είναι μηχανικής σημασίας. Επιπλέον σύνδεσμοι της άρθρωσης του Chopart είναι ο ραχιαίος και ο πελματιαίος πτερνοκυβοειδής όπου ο 1^{ος} έχει πορεία στην πτερνοκυβοειδή άρθρωση, άνω και έξω και ο 2^{ος} την πελματιαία επιφάνεια των οστών του ταρσού. Ο πελματιαίος πτερνοκυβοειδής είναι επίσης σημαντικός σύνδεσμος για την σχηματοποίηση της ποδικής καμάρας (Karapji I. A., et. al 2000). Η πρόσφυση της αρθρικής κάψας της αστραγαλοπτερνοσκαφοειδής άρθρωσης βρίσκεται στον πελματιαίο πτερνοσκαφοειδή σύνδεσμο, συγκεκριμένα στο ελεύθερο χείλος του. Επιπλέον βρίσκεται σε επαφή με τον χόνδρο του σκαφοειδούς (εκτός του κάτω τμήματος) και προσφύεται επίσης στην άνω επιφάνεια στην εγκάρσια ακρολοφία του αυχένα του αστραγάλου καθώς καλύπτει και την κάτω επιφάνεια της πρόσθιας υπαστραγαλικής αρθρικής επιφάνειας. Ο ορογόνος υμένας της άρθρωσης βρίσκεται στην εν τω βάθει επιφάνεια της ταρσικής κάψας. Η αρθρική κάψα της πτερνοκυβοειδής άρθρωσης βρίσκεται γύρω από τις χόνδρινες επιφάνειες και ο ορογόνος υμένας επίσης στην αντίστοιχη εν τω βάθει επιφάνεια της αρθρικής κάψας (Dufour M., et.al 2006).

3.4. Ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις

Ή αλλιώς Lisfranc, επίσης ονομαζόμενη από τον γνωστό χειρουργό Jacques Lisfranc de Saint-Martin, όπου συνδέει το μέσο με το πρόσθιο πόδι (MacGregor R., et. al 2021). Χωρίζεται σε έσω, μέσο και έξω τμήμα όπου αποτελούνται από, την 1^η σφηνομετατάρσια άρθρωση, την 2^η και την 3^η ταρσομετατάρσια άρθρωση (και τις οβελιαίες προεκβολές της) και τέλος, την 4^η και 5^η ταρσομετατάρσια και μεσοτάρσια άρθρωση (μαζί επίσης, με τις επεκτάσεις τους), αντίστοιχα (Γρίβας Θ., et. al 2002). Οι ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις είναι επίπεδες αρθρώσεις και επιτρέπουν περιορισμένες κινήσεις ολίσθησης. Το εύρος κίνησης μεταξύ του μεταταρσίου του μεγάλου δακτύλου και του μέσου σφηνοειδές είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τις υπόλοιπες ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις και επιτρέπουν τις κινήσεις της κάμψης, την έκτασης και της στροφής. Οι ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις, μαζί με την εγκάρσια άρθρωση του ταρσού, συμμετέχουν στην ανάσπαση και κατάσπαση του άκρου πόδα (Drake R., Vogl A., Mitchell A., et. al 2020).

Στις ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις υπάρχει, προς τα έσω, ο ραχιαίος σύνδεσμος ο οποίος συνδέει την έξω πλευρά του έσω σφηνοειδούς με την έσω επιφάνεια της βάσης του 2^ο μεταταρσίου και προς τα έσω μία σειρά από ραχιαίους συνδέσμους. Η σειρά των ραχιαίων συνδέσμων ενώνει με ευθείες ίνες το μέσο σφηνοειδές με το 2^ο μετατάρσιο και το έξω σφηνοειδές με το 3^ο μετατάρσιο και ενώνει με χιαστί ίνες το έξω σφηνοειδές με το 2^ο μετατάρσιο και το μέσο σφηνοειδές με το 3^ο μετατάρσιο (Karaji I. A., et. al 2000). Παρατηρούνται 3 αρθρικές κάψες, μία έσω, μία διάμεση και μία έξω. Η έσω αντιστοιχεί στην αρθρική κάψα μεταξύ του έσω σφηνοειδούς με το 1^ο μετατάρσιο, η διάμεση στο έσω και στο έξω σφηνοειδές που αρθρώνονται με το 2^ο και το 3^ο μετατάρσιο καθώς και μία έξω ανάμεσα στο κυβοειδές και το 4^ο και 5^ο μετατάρσιο. Σε κάθε αρθρική κάψα που αναφέρθηκε προσφύεται ένας ορογόνο υμένας στην εν τω βάθει επιφάνεια καθώς υπάρχει και ένας επιπλέον στην πρόσθια μεσοτάρσια κάψα (Dufour M., et.al 2006).

3.5. Μεσομετάρσιες αρθρώσεις

Είναι μη αξονικές αρθρώσεις, οι οποίες βρίσκονται στο πλάι και είναι η σύνδεση των κεφαλών και των βάσεων των μεταταρσίων μεταξύ τους. «Κρατούν» το καμπυλόγραμμο σχήμα της ποδικής καμάρας αν δεν υπάρχει επιπλέον φορτίο ή το προσαρμόζουν, όταν υπάρχει, όπου οι διαρθρώσεις αυτές επιπεδώνουν την ποδική καμάρα (Hamilton N., Weimar W., Luttgens K., et al. 2013). Είναι πλάγιοι σύνδεσμοι, εκφύονται εκατέρωθεν της κεφαλής της φάλαγγας και καταφύονται στα πλάγια χείλη της βάσης (Dufour M., et.al 2006). Οι κεφαλές των μεταταρσίων ενώνονται μεταξύ τους με 4 εν τω βάθει συνδέσμους με αποτέλεσμα να λειτουργούν ως μία ενιαία άρθρωση. Οι σύνδεσμοι αυτοί «μπλέκονται» με τους πελματιαίους συνδέσμους της γειτονικής μεταταρσιοφαλαγγικής άρθρωσης (Drake R., Vogl A., Mitchell A., et. al 2020).

3.6. Μεταταρσιοφαλαγγικές αρθρώσεις

Οι μεταταρσιοφαλαγγικές αρθρώσεις, είναι συνήθως ελλειψοειδής και συνδέονται οι σφαιρικές κεφαλές των μεταταρσίων με τις βάσεις των αντίστοιχων φαλάγγων των δακτύλων.

Επιτρέπουν την κάμψη, την έκταση, την απαγωγή και την προσαγωγή των δακτύλων, αλλά έχει μικρότερο εύρος κίνησης σε σχέση με τις παρόμοιες αρθρώσεις του χεριού. Υπάρχουν πλάγιοι σύνδεσμοι με έκφυση εκατέρωθεν της κεφαλής του μεταταρσίου και κατάφυση, άνω, πλάγια χείλη της βάσης της 1^{ης} φάλαγγας και κάτω, πάνω στα πλάγια χείλη του ινώδους χόνδρου. Η αρθρική κάψα παρατηρείται περιφερικά των αρθρικών επιφανειών και στο οπίσθιο χείλος του ινώδους χόνδρου. Ο ορογόνος υμένας βρίσκεται στην εν τω βάθει επιφάνεια της αρθρικής κάψας (Drake R., Vogl A., Mitchell A., et. al 2020).

3.7. Φαλαγγοφαλαγγικές αρθρώσεις

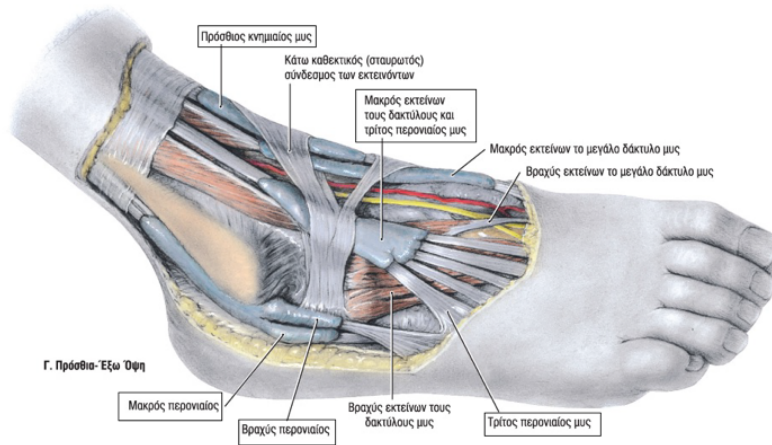
Οι φαλαγγοφαλαγγικές ή μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις, είναι οι ενώσεις μεταξύ των φαλάγγων των δακτύλων. Είναι γωνιώδεις αρθρώσεις γίγγλυμου τύπου και επιτρέπουν κυρίως την κάμψη και την έκταση. Οι σύνδεσμοι είναι πλάγιοι σύνδεσμοι, εκφύονται εκατέρωθεν της κεφαλής της φάλαγγας και καταφύονται στα πλάγια χείλη της βάσης. Η αρθρική κάψα παρατηρείται περιφερικά των ελεύθερων χειλέων της σύστοιχης γλήνης, του γληνοειδούς ινώδους χόνδρου και της κεφαλής της προηγούμενης φάλαγγας. Ο ορογόνος υμένας παρατηρείται στην εν τω βάθει επιφάνεια της αρθρικής κάψας (Dufour M., et.al 2006, Hamilton N., Weimar W., Luttgens K., et al. 2013).



Εικόνα 3.1. Σύνδεσμοι του άκρου πόδα.

4. ΜΥΣ-ΝΕΥΡΩΣΗ-ΑΓΓΕΙΩΣΗ

Οι μυς του ποδιού και της ποδοκνημικής άρθρωσης χωρίζονται σε 2 ομάδες, στους αυτόχθονες και στους μεταναστεύσαντες-ετερόχθονες, όπου αποτελούνται και οι δύο ομάδες από 11 μυς. Στην πρώτη, οι εκφύσεις και καταφύσεις των μυών που την αποτελούν, βρίσκονται αποκλειστικά στο πόδι, ενώ στους μεταναστεύσαντες καταφύονται στο άκρο πόδι αλλά δεν εκφύονται εκεί (Hamilton N., Weimar W., Luttgens K., et al. 2013).



Εικόνα 4.1. Βασικοί μύες του άκρου πόδα.

4.1. Μεταναστεύσαντες μυς

Στην πρόσθια επιφάνεια της κνήμης παρατηρούνται 4 μύες, ο πρόσθιος κνημιαίος, ο μακρός εκτείνων τα δάκτυλα, ο μακρός εκτείνων το μεγάλο δάκτυλο και ο τρίτος περωναίος. Ο πρόσθιος κνημιαίος έχει επίμηκες σχήμα, εκφύεται στον έξω κόνδυλο της κνήμης και στα 2/3 της έξω πλευράς της και καταφύεται στην βάση του πρώτου μεταταρσίου και στο 1^ο σφηνοειδές, στην έσω επιφάνεια. Συμμετέχει στην κάμψη του ποδιού και της ποδοκνημικής άρθρωσης αλλά και στον υπτιασμό του ταρσού όταν βρίσκεται σε ραχιαία κάμψη. Νευρώνεται από 2 κλάδους, του κοινού περωναίου νεύρου και του εν τω βάθει περωναίου νεύρου. Τέλος, η αγγείωση του μυ επιτυγχάνεται μέσω της πρόσθιας κνημιαίας αρτηρίας. Ο μακρός εκτείνων τα δάκτυλα είναι αμφιπτερυγοειδής μύς, έχει επίμηκες σχήμα και εκφύεται από τον έξω κνημιαίο κόνδυλο και στα 3/4 της άνω επιφάνειας της περόνης. Ύστερα χωρίζεται σε 4 μικρότερους τένοντες όπου καταφύεται ένας σε κάθε δάκτυλο, εκτός του μεγάλου.

Συμμετέχει στην έκταση των δακτύλων και στην ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής και των αρθρώσεων του τάρσους, ενώ βοηθάει στην ανάσπαση του έξω χείλους και την απαγωγή των αρθρώσεων του τάρσους (Hamilton N., Weimar W., Luttgens K., et al. 2013). Νευρώνεται από το εν τω βάθει περνιαίο νεύρο και αγγειώνεται, ομοίως, από την πρόσθια κνημιαία αρτηρία και την παλίνδρομη κνημιαία αρτηρία. Ο μακρός εκτείνων το μεγάλο δάκτυλο είναι και αυτός αμφιπτερυγοειδής μυς με επίμηκες σχήμα, εκφύεται στην μεσότητα της επιφάνειας της περόνης και καταφύεται στην ραχιαία επιφάνεια του ποδιού, λοξά προς τα έξω, προς το μεγάλο δάκτυλο στην βάση της περιφερικής φάλαγγας. Συμμετέχει στην κάμψη της ποδοκνημικής και των αρθρώσεων του τάρσους, αλλά και στην έκταση και υπερέκταση του μεγάλου δακτύλου. Νευρώνεται από το εν τω βάθει περνιαίο νεύρο και αγγειώνεται από την πρόσθια κνημιαία αρτηρία. Τέλος, ο τρίτος περνιαίος, είναι ένας μακρύς μυς, μικρός, με μειωμένη σταθερότητα και βρίσκεται στο πλάι του του μακρού εκτείνοντα και κάποιες φορές αναφέρεται ως 5^η διαίρεση αυτού (Dufour M., et.al 2006). Προσφύεται στα κάτω 2/3 της περόνης και καταφύεται στην ραχιαία επιφάνεια της βάσης του 5^{ου} μεταταρσίου. Συμμετέχει στην ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής καθώς και στην ραχιαία κάμψη και τον πρηνισμό των αρθρώσεων του τάρσους (Hamilton N., Weimar W., Luttgens K., et al. 2013). Νευρώνεται από το επιπολής και κάποιες φορές από το εν τω βάθει περνιαίο νεύρο και τέλος, αγγειώνεται ομοίως με τους προαναφερθέντες μυς, από την πρόσθια κνημιαία αρτηρία. Σε ένα ποσοστό 22%, παρατηρείται ο 4^{ος} περνιαίος ή επικουρικός περνιαίος. Μπορεί να συναντηθεί σε διάφορα σχήματα, προσφύεται στο βραχύ περνιαίο και καταλήγει είτε στον τένοντα του μακρού ή του βραχύ περνιαίου, είτε στην τροχιλία της περόνης. Σε πιο σπάνιες περιπτώσεις στον εκτείνοντα του 5^{ου} δακτύλου (Dufour M., et.al 2006). Στην οπίσθια επιφάνεια της κνήμης παρατηρούνται 7 μύες, ο μακρός και ο βραχύς περνιαίος, ο γαστροκνήμιος, ο υποκνημίδιος, ο οπίσθιος κνημιαίος, ο μακρός εκτείνων τα δάκτυλα και το μεγάλο δάκτυλο. Ο μακρός περνιαίος βρίσκεται στην έξω επιφάνεια του ποδιού, εκφύεται στον έξω κνημιαίο κόνδυλο και στο άνω τμήμα (στα 2/3) της περόνης και καταφύεται στην βάση του πρώτου μεταταρσίου και στον πρώτου σφηνοειδούς. Εκτελεί πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής καθώς και πελματιαία κάμψη, ανάσπαση έξω χείλους και απαγωγή των αρθρώσεων του τάρσους (Hamilton N., Weimar W., Luttgens K., et al. 2013).

Νευρώνεται από το επιπολής περνιαίο νεύρο και αγγειώνεται από κλάδο της πρόσθια κνημιαίας αρτηρίας ή της παλίνδρομής της, καθώς και από τις παλίνδρομες περνιαίες αρτηρίες. Ο βραχύς περνιαίος είναι πτερυγοειδούς σχήματος εκφύεται στην έξω επιφάνεια στα 2/3 της περόνης και καταφύεται στο φύμα της έξω πλευράς της βάσης τους 5^{ου} μεταταρσίου. Εκτελεί ίδιες κινήσεις με τον μακρό περνιαίο, με την διαφορά ότι έχει επικουρικό ρόλο στην πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής. Νευρώνεται και αγγειώνεται ομοίως με το μακρό περνιαίο (Dufour M., et.al 2006). Στην συνέχεια, άλλος μυς της οπίσθιας επιφάνειας είναι ο γαστροκνήμιος, ένας δυνατός μυς όπου αποτελείται από 2 κεφαλές, ευδιάκριτες αν είναι μυϊκά ανεπτυγμένες, λόγω της επιφανειακής του ανατομικής τοποθέτησης. Εκφύεται στην οπίσθια επιφάνεια των μηριαίων κονδύλων και καταφύεται στην οπίσθια επιφάνεια της πτέρνας, στον Αχίλλειο τένοντα, όπου μαζί με τον υποκνημίδιο αποτελούν τον τρικέφαλο κνημιαίο. Ενεργεί και στην άρθρωση του γόνατος και είναι υπεύθυνος για την πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής. Νευρώνεται από το κνημιαίο νεύρο και η αγγείωση σου επιτυγχάνεται μέσω της ιγνυακής αρτηρίας. Ο υποκνημίδιος βρίσκεται κάτω από τον γαστροκνήμιο, με εξαίρεση το κάτω μισό της έξω πλευράς. Εκφύεται στην οπίσθια επιφάνεια της κεφαλής της περόνης και του άνω 2/3 του σώματος και καταλήγει στον Αχίλλειο τένοντα. Ενεργοποιείται κατά την πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης (Hamilton N., Weimar W., Luttgens K., et al. 2013). Νευρώνεται επίσης από το κνημιαίο νεύρο και αγγειώνεται από την οπίσθια κνημιαία αρτηρία και την περνιαία αρτηρία. Ο οπίσθιος κνημιαίος έχει επίμηκες σχήμα, είναι πτερυγοειδής μυς και καλύπτει το μεσομύιο διάφραγμα της κνήμης και της περόνης. Εκφύεται στην οπίσθια επιφάνεια άνω στα 2/3 της κνήμης από την ιγνυακή γραμμή και καταφύεται στο φύμα του σκαφοειδούς οστού και παρατηρούνται διακλαδώσεις στο υπέρεισμα του αστραγάλου, στα σφηνοειδή, στο σκαφοειδές, στο κυβοειδές και στις βάσεις των τριών μεσαίων μεταταρσίων. Ενεργοποιείται κατά την πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής. Νευρώνεται από το κνημιαίο νεύρο και αγγειώνεται μέσω την οπίσθιας κνημιαίας αρτηρίας. Προτελευταίος μυς της ομάδας είναι ο μακρός καμπτήρας των δακτύλων, όπου είναι επιμήκης, πτερυγοειδής μυς, εκφύεται στην οπίσθια επιφάνεια της κνήμης, στα 3/5 περίπου και καταφύεται στην πελματιαία επιφάνεια της περιφερικής φάλαγγας των τεσσάρων μικρών δακτύλων.

Ενεργοποιείται κατά την πελματιαία κάμψη των μικρών δακτύλων και συμμετέχει στην πελματιαία κάμψη και στην ανάσπαση του έσω χείλους και προσαγωγή του ταρσού, καθώς και στην πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής. Νευρώνεται από το κνημιαίο νεύρο και αγγειώνεται από την οπίσθια κνημιαία αρτηρία. Τέλος, ο μακρός καμπτήρας του μεγάλου δάκτυλου είναι μικρός μυς , εκφύεται στην οπίσθια επιφάνεια της περόνης κατώτερα στα 2/3 της και καταφύεται στην πελματιαία επιφάνεια της περιφερικής βάσης του μεγάλου δακτύλου. Ενεργοποιείται κατά την κάμψη του μεγάλου δακτύλου καθώς βοηθά στην πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής, την πελματιαία κάμψη και την ανάσπαση του έσω χείλους και την προσαγωγή του ταρσού. Επίσης νευρώνεται από το κνημιαίο νεύρο και αγγειώνεται μέσω της περονιαίας αρτηρίας (Dufour M., et.al 2006).

4.2. Αυτόχθονες μυς

Οι αυτόχθονες μυς, χωρίζονται σε 2 ομάδες, τους ραχιαίους και τους πελματιαίους μυς. Στους ραχιαίους ανήκει μόνο ο βραχύς εκτείνων τα δάκτυλα και ο βραχύς εκτείνων το μεγάλο δάκτυλο (Γρίβας Θ., et. al 2002). Η έκφυσή τους βρίσκεται στην άνω επιφάνεια της πτέρνας, πρόσθια και έξω και καταφύεται, ο βραχύς εκτείνων το 1^ο δάκτυλο, στην βάση της 1^{ης} φάλαγγας του 1^{ου} δακτύλου και ο βραχύς εκτείνων τα δάκτυλα, στους τένοντες του μακρού εκτείνοντος τα δάκτυλα, του δεύτερου μέχρι του τέταρτου δακτύλου. Οι κινήσεις που εκτελούν είναι έκταση των τεσσάρων πρώτων δακτύλων και αναστροφή του ποδιού. Νευρώνονται από το ραχιαίο του ποδιού νεύρο και αγγειώνονται μέσω της ραχιαίας του ποδιού αρτηρίας (Dufour M., et.al 2006). Οι πελματιαίοι μυς χωρίζονται σε 4 στιβάδες όπου η 1^η αντιστοιχεί στην επιπολής στιβάδα, η 4^η στην εν τω βάθει και η 2^η και 3^η στις ενδιάμεσες τους. Στην 1^η στιβάδα ανήκει ο απαγωγός του μεγάλου δακτύλου, ο βραχύς καμπτήρας των δακτύλων και ο απαγωγός του μικρού δακτύλου (Γρίβας Θ., et. al 2002). Ο απαγωγός του μεγάλου δακτύλου έχει επίμηκες σχήμα και εκτείνεται από την πτέρνα μέχρι το μεγάλο δάκτυλο. Εκφύεται στο έσω φύμα της κάτω επιφάνειας της πτέρνας, στο κύρτωμα μπροστά του βραχέως καμπτήρα των δακτύλων και της πελματιαίας απονεύρωσης και καταφύεται στην πελματιαία επιφάνεια της βάσης της 1^{ης} φάλαγγας του μεγάλου δακτύλου.

Οι κινήσεις που εκτελεί είναι απαγωγή και κάμψη του μεγάλου δακτύλου. Νευρώνεται από το έσω πελματιαίο νεύρο και αγγειώνεται έσω πελματιαία αρτηρία. Ο δεύτερος μυς της 1^{ης} στιβάδας, ο βραχύς καμπτήρας των δακτύλων, είναι βραχύς μυς και εκτείνεται από την πτέρνα προς τα 4 μικρά δάκτυλα. Εκφύεται από την κάτω επιφάνεια της πτέρνας, από το έσω μέχρι το έξω φύμα και καταφύεται στο σώμα της 2^{ης} φάλαγγας των μικρών δακτύλων, από την κάτω πλευρά. κατά την ενεργοποίηση του εκτελεί κάμψη των μικρών δακτύλων. Νευρώνεται από το πελματιαίο νεύρο και η αιμάτωσή του επιτυγχάνεται μέσω της έξω πελματιαίας αρτηρίας. Τέλος, ο απαγωγός του μικρού δακτύλου έχει επίσης επίμηκες σχήμα και έκταση από την πτέρνα έως το τελευταίο δάκτυλο του ποδιού. Εκφύεται στο έξω φύμα της κάτω επιφάνειας της πτέρνας και καταφύεται στην βάση της 1^{ης} φάλαγγας του 5^{ου} δακτύλου. Με την ενεργοποίηση του εκτελεί απαγωγή του 5^{ου} δακτύλου και είναι σημαντικός μυς στην ραχιαία κάμψη του ποδιού. Νευρώνεται από το έξω πελματιαίο νεύρο και αγγειώνεται μέσω της έξω πελματιαίας αρτηρίας. Η 2^η στιβάδα αποτελείται από τον τετράγωνο πελματικό και τους ελμινθοειδείς μύες. Ο τετράγωνος πελματικός όπως συμπεραίνεται από την ονομασία του, είναι μυς τετράγωνου σχήματος, με έκταση από την πτέρνα έως το μακρό καμπτήρα των δακτύλων, στον τένοντα του τελευταίου δακτύλου. Λόγω της ανατομικής του τοποθέτησης, κάμπτει έμμεσα τα 4 μικρά δάκτυλα. Νευρώνεται από το έξω πελματιαίο νεύρο και αγγειώνεται από την έξω πελματιαία αρτηρία. Οι ελμινθοειδείς μύες είναι 4 στον αριθμό, επίμηκες μυς, όπου εκτείνονται από τον μακρό καμπτήρα των δακτύλων προς την 1^η φάλαγγα και τον μακρό εκτείνων τα δάκτυλα. Εκφύονται από το μεσοτενόντιο χώρο, προσκείμενα (με εξαίρεση τον 1^ο ελμινθοειδή), 2 τένοντες του μακρού καμπτήρα των δακτύλων και καταφύονται σε ένα οστέινο και σε ένα τενοντώδες επίπεδο. Η κατάφαση του οστέινου είναι η έσω επιφάνεια της βάσης της 1^{ης} φάλαγγας των μικρών δακτύλων και του τενοντώδους, το έσω χείλος του τένοντα του μακρού εκτείνοντος τα δάκτυλα, στο επίπεδο της 1^{ης} φάλαγγας. Κατά την ενεργοποίησή τους, εκτελούν κάμψη των μεταταρσιοφαλαγγικών αρθρώσεων. Ο 1^{ος} και ο δεύτερος ελμινθοειδής νευρώνονται από το έσω και οι υπόλοιποι 2 από το έξω πελματιαίο νεύρο, ενώ αγγειώνονται κυρίως από την έξω πελματιαία αρτηρία (Dufour M., et.al 2006).

Η 3^η στιβάδα αποτελείται από τον βραχύ καμπτήρα και τον προσαγωγό του μεγάλου δακτύλου, καθώς και τον καμπτήρα του μικρού δακτύλου.(Γρίβας Θ., et. al 2002) Ο βραχύς καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου είναι μικρός μυς με 2 κεφαλές, μία έσω και μία έξω, και εκτείνεται από την έξω πλευρά του ταρσού προς το μεγάλο δάκτυλο. Η έκφυση της έσω κεφαλής συναντάται πελματιαία, στο έσω κύρτωμα του κυβοειδούς και τη έξω στο πρόσθιο τμήμα του πελματιαίου χείλους του 3^{ου}, του 2^{ου} ίσως και του 1^{ου} σφηνοειδούς. Καταφύονται στο έξω και στο έσω τμήμα, αντίστοιχα της έσω και της έξω κεφαλής, της 1^{ης} φάλαγγας του μεγάλου δακτύλου. Εκτελεί κάμψη της μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης του μεγάλου δακτύλου. Η έσω και η έξω κεφαλή νευρώνονται από το έσω πελματιαίο νεύρο ενώ η έξω κάποιες φορές από το έξω πελματιαίο νεύρο. Ο προσαγωγός του μεγάλου δακτύλου διαιρείται σε μία λοξή και μία εγκάρσια κεφαλή και εκτείνεται από τον ταρσό μέχρι το μεγάλο δάκτυλο. Η λοξή κεφαλή εκφύεται από την πελματιαία ακρολοφία του 3^{ου} ή του 2^{ου} σφηνοειδούς και στις βάσεις του 3^{ου} και του 4^{ου} μεταταρσίου, ενώ η εγκάρσια κεφαλή στις αρθρικές κάψες των μεταταρσοφαλαγγικών αρθρώσεων του 3^{ου} μέχρι του 5^{ου} δακτύλου. Καταφύονται στο έξω σησαμοειδές και στη βάση της 1^{ης} φάλαγγας του μεγάλου δακτύλου. Κατά την ενεργοποίησή του εκτελεί προσαγωγή του μεγάλου δακτύλου. Νευρώνεται από το έξω πελματιαίο νεύρο και αγγειώνεται μέσω της έξω πελματιαίας αρτηρίας. Τέλος, ο βραχύς καμπτήρας του μικρού δακτύλου είναι μικρός μυς όπου εκτείνεται από το κυβοειδές μέχρι το 5^ο δάκτυλο. Εκφύεται από το έξω τμήμα του κυρτώματος της πελματιαίας επιφάνειας του κυβοειδούς και καταφύεται στην βάση του της πελματιαίας επιφάνειας της πρώτης φάλαγγας του 5^{ου} δακτύλου. Εκτελεί κάμψη της μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης του μικρού δακτύλου. Νευρώνεται από το έξω πελματιαίο νεύρο και αγγειώνεται μέσω της έξω πελματιαίας αρτηρίας Τέλος, η 4^η και τελευταία στιβάδα των μυών του πέλματος, αποτελείται από τους ραχιαίους και τους πελματιαίους μεσόστεους μυς (Γρίβας Θ., et. al 2002). Είναι ομάδα μυών με έκταση από τα μετατάρσια προς την 1^η φάλαγγα και τον μακρό εκτείνων τα δάκτυλα.

Η έκφυση των ραχιαίων μεσόστεων βρίσκεται στο σώμα των δύο προσκείμενων μεταταρσίων και των πελματιαίων στο πελματιαίο χείλος του σώματος των τριών τελευταίων μεταταρσίων. Η κατάφυσή τους βρίσκεται στην βάση της 1^{ης} φάλαγγας του 2^{ου} μέχρι του 4^{ου} δακτύλου και στην βάση της πρώτης φάλαγγας των τριών τελευταίων δακτύλων για τους ραχιαίους και για τους πελματιαίους μεσόστεους αντίστοιχα. (Dufour M., et.al 2006)

Πίνακας 4.1. Αυτόχθονες και ετερόχθονες μυς του ποδιού. (Hamilton N., Weimar W., Lutgens K., et al. 2013)

Μεταναστεύσαντες μυς	Αυτόχθονες μυς
<u>ΠΡΟΣΘΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΠΟΔΙΟΥ</u>	Βραχύς εκτείνων τα δάκτυλα
Πρόσθιος κνημιαίος	Βραχύς καμπτήρας των δακτύλων
Μακρός εκτείνων τα δάκτυλα	Τετράγωνος πελματικός
Μακρός εκτείνων το μεγάλο δάκτυλο	Ελμινθοειδείς
Τρίτος περνιαίος	Απαγωγός του μεγάλου δακτύλου
<u>ΕΞΩ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΠΟΔΙΟΥ</u>	Βραχύς καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου
Μακρός περνιαίος	Προσαγωγός του μεγάλου δακτύλου
Βραχύς περνιαίος	Απαγωγός του μικρού δακτύλου
<u>ΟΠΙΣΘΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΠΟΔΙΟΥ</u>	Βραχύς καμπτήρας του μικρού δακτύλου
Γαστροκνήμιος	Ραχιαίοι μεσόστεοι
Υποκνημίδιος	Πελματιαίοι μεσόστεοι
Οπίσθιος κνημιαίος	
Μακρός καμπτήρας των δακτύλων	
Μακρός καμπτήρας το μεγάλο δάκτυλο	

ΣΥΝΔΕΣΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Στο πόδι, υπάρχουν συνδεσμικά στοιχεία στην πρόσθια, την έξω και έσω επιφάνεια. Στην πρόσθια επιφάνεια συμπεριλαμβάνεται ο άνω-εγκάρσιος σύνδεσμος και ο κάτω σταυρωτός σύνδεσμος, στην έξω οι άνω και κάτω καθεκτικοί περνιαίοι και τέλος, στην έσω, ο λακιδωτός με τον αστραγαλοπτερνικό σωλήνα. Η πρόσφυση του εγκάρσιου συνδέσμου βρίσκεται στην πρόσθια επιφάνεια της περόνης και στην αντίστοιχη της κνήμης αλλά προσφύεται και με την εν τω βάθει περιτονία της κνήμης. Καλύπτει τον πρόσθιο κνημιαίο, τον μακρό εκτείνοντα το μεγάλο δάκτυλο, τον αντίστοιχο των μικρών δακτύλων, του 3^{ου} περνιαίου, το νευραγγειακό δεμάτιο της πρόσθιας κνημιαίας αρτηρίας, το εν τω βάθει περνιαίο νεύρο και τις εμπριεχόμενες φλέβες. Ο σταυρωτός σύνδεσμος έχει σχήμα σαν φαρδύ «X» και έχει 2 εκφύσεις και 2 καταφύσεις. Εκφύεται εξωτερικά στην πτέρνα σε 2 σημεία και καταφύεται στο έσω σφυρό και στην πελματιαία απονεύρωση. Ο άνω καθεκτικός περνιαίος σύνδεσμος έχει έκταση από το έξω σφυρό προς τον Αχίλλειο τένοντα, στην κατάφυσή του και προς την πτέρνα στην έξω επιφάνειά της. Καλύπτει τον μακρό και τον βραχύ περνιαίο σύνδεσμο. Ο κάτω καθεκτικός αναλογίζεται ως προέκταση του σταυρωτού συνδέσμου. Σχηματίζεται σωλήνα με την πρόσφυση των δύο άκρων στην πτέρνα, από τον οποίο περνάνε οι περνιαίοι. Τέλος, ο λακιδωτός σύνδεσμος, είναι τριγωνικού σχήματος. Ο αστραγαλοπτερνικός σωλήνας σχηματίζεται λόγω της πρόσφυσής του στο έσω σφυρό και στην έσω επιφάνεια της πτέρνας. Μέσα από τον σωλήνα αυτός πορεύεται ο οπίσθιος κνημιαίος, ο μακρύς καμπτήρας των δακτύλων, ο αντίστοιχος του μεγάλου δακτύλου καθώς και το νευραγγειακό δίκτυο του κνημιαίου νεύρου, της οπίσθιας κνημιαίας αρτηρίας και των συμπεριλαμβανομένων φλεβών (Ντούσης Ε., Μιχαλακοπούλου Β., et. al 2006).

ΠΕΡΙΤΟΝΙΕΣ-ΑΠΟΝΕΥΡΩΣΕΙΣ-ΕΛΥΤΡΑ ΤΟΥ ΠΟΔΙΟΥ

Η περιτονία, είναι ένας συνδετικός ιστός, ο οποίος εκτείνεται σε όλο το σώμα και καλύπτει όλα τα μέρη του. Διακρίνεται στην επιφανειακή και εν τω βάθει περιτονία, όπου η 1^η βρίσκεται κάτω από το δέρμα και η 2^η κάτω από τον λιπώδη ιστό, πάνω από τους μυς.

Οι περιτονίες περιέχουν αιμοφόρα αγγεία και νευρικές απολήξεις, τα οποία κατευθύνονται είτε προς την επιδερμίδα είτε προέρχονται από αυτήν. Ο ρόλος των περιτονιών ποικίλλει. Λειτουργούν ως «μέσο συγκόλλησης» μεταξύ του δέρματος και διαφόρων οστικών περιοχών ή και απονευρώσεων, καθώς η επιφανειακή περιτονία προσκολλάται με την εν τω βάθει. Περιέχουν ίνες κολλαγόνου και ποσότητες της πρωτεΐνης ελαστίνης. Λειτουργούν ως προστατευτική δομή του μυοσκελετικού συστήματος καθώς και των αιμοφόρων, των λεμφικών και των νευρικών αγγείων. Επίσης, βοηθούν έμπρακτα στην σωστή λειτουργία των αγγείων αυτών, καθώς οι περιτονίες λειτουργούν ως εναλλακτικός «δρόμος» όπου μπορούν ανενόχλητα να εκτελέσουν τις φυσιολογικές δραστηριότητες τους. (Schleip R., Huijing P., Findley T., et. al 2012)

Για την προστασία των λειτουργικών δομών του άκρου πόδα είναι υπεύθυνες οι εξής περιτονίες. Στην ραχιαία επιφάνεια του ποδιού, είναι υπεύθυνη η ραχιαία περιτονία ενώ στην πελματιαία επιφάνεια δεν συναντάται κάποια περιτονία. Η ραχιαία περιτονία είναι λεπτή εκτείνεται μέχρι τον σταυρωτό σύνδεσμο και προσφύεται στα πλάγια χείλη του ποδιού και μέχρι την ραχιαία απονεύρωση, άνω και πλάγια αντίστοιχα. Για την προστασία της πελματιαίας επιφάνειας είναι υπεύθυνη η πελματιαία απονεύρωση. Η πελματιαία απονεύρωση είναι παχιά και δυνατή απονεύρωση, συνδέεται με χαλαρό τρόπο στο σκελετό του ποδιού, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την εύκολη κίνηση του (Ντούσης Ε., Μιχαλακοπούλου Β., et. al 2006). Χωρίζεται σε κεντρική, έσω και έξω μοίρα. Η κεντρική μοίρα είναι παχιά και έχει το σχήμα ενός τριγώνου. Ξεκινάει από το έσω φύμα της πτέρνας, όπου μπορεί να παρομοιαστεί ως τη κορυφή του τριγώνου και πορεύεται προς τα δάκτυλα όπου εκεί χωρίζεται σε 5 δεσμίδες. Αυτό το σημείο μπορεί να θεωρηθεί ως η βάση του τριγώνου. Η κάθε δεσμίδα χωρίζει 2 οβελιαία διαφράγματα, ένα πελματιαίο και ένα ραχιαίο, όπου αντιστοιχούν στην κατάληξη της δεσμίδας στο δέρμα του πέλματος και στην κατάληξη στην εν τω βάθει περιτονία των μεταταρσίων για το πελματιαίο και το ραχιαίο διάφραγμα αντίστοιχα. Ύστερα συνενώνεται με τους οστεϊνώδεις σωλήνες, όπου επίσης περνάνε οι καμπτήρες τένοντες και οι εν τω βάθει εγκάρσιοι σύνδεσμοι.

Η έσω και η έξω μοίρα της πελματιαίας απονεύρωσης είναι λεπτές και καλύπτουν τον απαγωγό του μεγάλου δακτύλου και τον απαγωγό του μικρού δακτύλου αντίστοιχα. Η ραχιαία επιφάνεια παρουσιάζει την ραχιαία απονεύρωση, η οποία χωρίζεται σε 3 στρώματα. Το 1^ο στρώμα περιλαμβάνει την απονεύρωση όπου καλύπτει τους τένοντες των μακρών εκτεινόντων, το 2^ο αυτούς που καλύπτει τον βραχύ εκτείνοντα των δακτύλων και το 3^ο και τελευταίο στρώμα, έναν χαλαρό συνδετικό ιστό μέσα στον οποίο κατευθύνεται η ραχιαία αρτηρία και το εν τω βάθει περνιαίο νεύρο (Γρίβας Θ., et. al 2002).

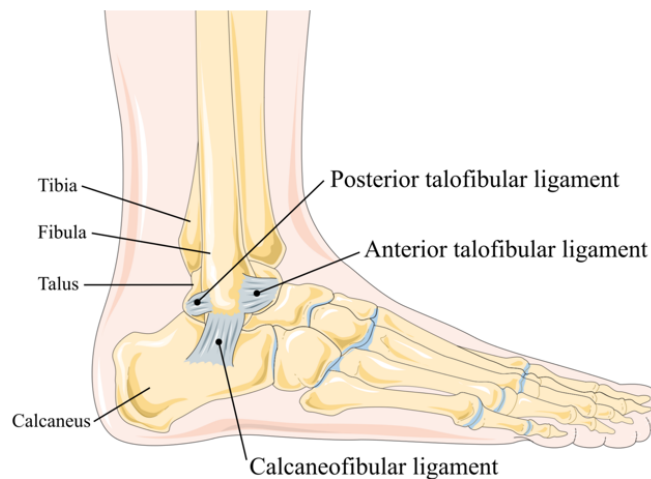


Σχήμα 6.1. Η πελματιαία απονεύρωση.

Τα τενόντια έλυτρα περιβάλλουν του τένοντες στα σημεία όπου η τριβή είναι αυξημένη και λειτουργούν με αυτόν τον τρόπο ως ένα «στρώμα προστασίας» (Dufour M., et.al 2006). Στο άκρο πόδι συναντώνται στην ραχιαία, την έξω, την έσω και την πελματιαία επιφάνεια. Στην ραχιαία επιφάνεια, παρατηρούνται 3 ή 4 ορογόνα έλυτρα που το καθένα αντιστοιχεί, στον πρόσθιο κνημιαίο, στον μακρό εκτείνοντα των δακτύλων και στον 3^ο περνιαίο. Στην έξω ταρσική επιφάνεια το ορογόνο έλυτρο των περνιαίων ακολουθεί την κατεύθυνση του μακρού περνιαίου και συνεχίζει την πορεία του στο βάθος του πέλματος. Στην έξω επιφάνεια και πιο συγκεκριμένα, στο έσω σφυρό, συναντώνται ορογόνα έλυτρα του οπίσθιου κνημιαίου, του μακρού καμπτήρα των δακτύλων και του αντίστοιχου του μεγάλου δακτύλου. Στην πελματιαία και τελευταία επιφάνεια, υπάρχει ένα ορογόνο έλυτρο για κάθε δάκτυλο του ποδιού, άρα υπάρχουν συνολικά 5 (Ντούσης Ε., Μιχαλακοπούλου Β., et. al 2006).

Η ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗ ΑΡΘΡΩΣΗ

Η ποδοκνημική ή αστραγαλοκνημική ή κνημαστραγαλική άρθρωση είναι μία περιφερειακή γωνιώδης άρθρωση με έναν βαθμό ελευθερίας. Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην διαδικασία της βάρδισης ενώ κατά την μονοποδική στήριξη, δέχεται το βάρος του σώματος και εκτίθεται σε ακραίες μηχανικές συνθήκες. Λόγω της ανατομικής της κατασκευής, έχει περιορισμένο εύρος κίνησης, όμως οι αρθρώσεις της ποδοκνημικής, με την βοήθεια της αξονικής κίνησης του γόνατος, λειτουργούν ως μία μοναδική άρθρωση έχοντας τρεις βαθμούς ελευθερίας, επιτρέποντας στην αστραγαλοκνημική άρθρωση να προσαρμοστεί σε οποιαδήποτε εδαφική επιφάνεια, είτε επίπεδη είτε ανώμαλη. Η ποδοκνημική άρθρωση διαπερνάται από 3 άξονες, τον εγκάρσιο, τον επιμήκη άξονα την κνήμης και τον επιμήκη άξονα του ποδιού. Ο εγκάρσιος άξονας, ο οποίος διέρχεται από το έσω και έξω σφυρό και ελέγχει τις κινήσεις της κάμψης και της έκτασης. Από τον επιμήκη άξονα της κνήμης, όπου είναι κάθετος του εγκάρσιου, ελέγχει τις κινήσεις της προσαγωγής και της απαγωγής, όταν η άρθρωση του γόνατος βρίσκεται σε κάμψη. Τέλος, διαπερνάται από τον επιμήκη άξονα του ποδιού ο οποίος βρίσκεται στο οβελιαίο επίπεδο και ελέγχει την στροφή του πέλματος προς τα κάτω, έσω και έξω (Karandji I. A., et. al 2000).



Σχήμα 7.1. Η ποδοκνημική άρθρωση.

7.1. ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ

Οι κινήσεις της ποδοκνημικής άρθρωσης είναι η ραχιαία και η πελματιαία κάμψη. Ως ραχιαία κάμψη ορίζεται η συμπλησίαση της ραχιαίας επιφάνειας του ποδιού στην πρόσθια επιφάνεια της κνήμης και ως πελματιαία κάμψη η απομάκρυνση της ράχης από την πρόσθια επιφάνεια την κνήμης, δημιουργώντας το πόδι με την κνήμη μία ευθεία γραμμή. Κατά την ραχιαία και πελματιαία κάμψη ενεργοποιούνται ο πρόσθιος κνημιαίος, ο τρίτος περνιαίος, ο μακρός εκτείνων τα δάκτυλα, ο μακρός εκτείνων το μεγάλο δάκτυλο και ο γαστροκνήμιος, ο υποκνημίδιος (ίσως επιπρόσθετη βοήθεια του οπίσθιου κνημιαίου), ο βραχύς περνιαίος, ο μακρός καμπτήρας των δακτύλων και ο μακρός καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου ,αντίστοιχα. Στις κινήσεις αυτές, ενεργούν και οι μεσοτάρσιες και ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις σε μικρό βαθμό (Karandji I. A., et. al 2000). Για την μελέτη των κινήσεων της ποδοκνημικής άρθρωσης είναι απαραίτητο ο ορισμός ενός ανατομικού μηδέν. Ως ανατομικό μηδέν στην άρθρωση αυτή θεωρείται όταν το πέλμα βρίσκεται σε καθετότητα σε σχέση με την κνήμη (Carol A. O., et. al 2010). Το φυσιολογικό εύρος της ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης αντίστοιχα είναι 20°-30° και 30°-50° από το ανατομικό μηδέν. Το εύρος της κάμψης και της έκτασης είναι άμεσα συνδεδεμένο και καθορίζεται από τις αρθρικές επιφάνειες των οστών. Λόγω λοιπόν, των γωνιών που σχηματίζουν τα τόξα της κνημιαίας επιφάνειας και της τροχιλίας του αστραγάλου, φαίνεται ότι υπάρχει μεγαλύτερη επιφάνεια, άρα περισσότερος «χώρος» για να κινηθεί η τροχιλία προς τα πίσω, συμπέρασμα που μας οδηγεί στο ότι το εύρος της έκτασης είναι μεγαλύτερο από αυτό της κάμψης. Οι κινήσεις μπορούν να επηρεάζονται από οστικούς, αρθρικούς, συνδεσμικούς ή και μυϊκούς παράγοντες. Ένας οστικός παράγοντας για παράδειγμα, είναι η επαφή του πρόσθιου χείλους της κνήμης με τον αυχένα του αστραγάλου, κατά την υπέρμετρη κάμψη. Η συνεχής και ακραία υπέρβαση των ορίων του εύρους κίνησης της άρθρωσης, λόγω της κατασκευής των οστών, μπορεί να οδηγήσει σε κάταγμα του αυχένα του αστραγάλου. Βέβαια, οι αρθρικοί θύλακες και τα έλυτρα, βοηθούν στην προστασία της άρθρωσης. Οι ίνες των πλαγίων συνδέσμων που προσφύονται στην οπίσθια πλευρά και ο οπίσθιος αρθρικός θύλακας είναι ένας συνδεσμικός και αρθρικός παράγοντας, αντίστοιχα, που

επιηρεάζει το εύρος κίνησης της κάμψης. Ο σημαντικότερος παράγοντας όμως, είναι η πιθανή βράχυνση του υποκνημιδίου και του γαστροκνημίου μυός, έχοντας ως αποτέλεσμα την μόνιμη θέση του ποδιού σε έκταση, κατάσταση που ονομάζεται ιπποποδία και μπορεί να αντιμετωπιστεί χειρουργικά. Ομοίως, η έκταση της ποδοκνημικής μπορεί να περιοριστεί από αντίστοιχους παράγοντες. Για παράδειγμα, κατά την υπερέκταση της τα οπίσθια φύματα του αστραγάλου έρχονται σε επαφή με το χείλος της κνημιαίας επιφάνειας, αυξάνοντας τις πιθανότητες εμφάνισης κατάγματος στο οπίσθιο έξω φύμα. Ως «ασπίδα προστασίας» λειτουργεί ο αρθρικό θύλακας, μειώνοντας τα φορτία που αναπτύσσονται ανάμεσα στις αρθρικές επιφάνειες. Περιοριστικός παράγοντας είναι της έκτασης, μπορεί να είναι η διάταση του πρόσθιου τμήματος του θύλακα και επιπλέον, οι πρόσθιες ίνες των πλάγιων συνδέσμων. Δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε την τυχόν βράχυνση-υπερλειτουργία των μυών που είναι υπεύθυνοι για την κάμψη της ποδοκνημικής, όπου μπορεί να οδηγήσει σε πτερνοποδία. Το οστό του αστραγάλου, είναι «φυλακισμένο», λόγω της κνήμης η οποία «κουμπώνει» και πιέζει προς τα κάτω λόγω της βαρύτητας. Παράλληλα, πρόσθιες και οπίσθιες προεξοχές της κνήμης δεν επιτρέπουν στην τροχλία του αστραγάλου ολισθήσει είτε πρόσθια, είτε οπίσθια. Οι πλάγιοι σύνδεσμοι σε συνεργασία με τους μυς, επίσης σταθεροποιούν την άρθρωση της ποδοκνημικής. Κατά την υπερέκταση ή την υπερκάμψη είναι αναμενόμενο ένα από τα περιοριστικά στοιχεία να υποστεί βλάβη, όπως ρήξη συνδέσμου, κάταγμα, εξάρθρωση κ.α. Η εγκάρσια σταθερότητα επιτυγχάνεται λόγω επίσης της κατασκευής των οστών, με τις αρθρικές επιφάνειες της ποδοκνημικής να επιτρέπουν στην κνημοπερονιαία άρθρωση να λειτουργεί ως μεντεσές με έναν βαθμό ελευθερίας, καθώς επίσης σημαντικό ρόλο καταλαμβάνουν ο έσω και ο έξω πλάγιος. Η βίαιη κίνηση απαγωγής και προσαγωγής του ποδιού, μπορεί να οδηγήσει σε παρόμοιους τραυματισμούς με τη υπερέκταση/υπερκάμψη της ποδοκνημικής (Karandji I. A., et. al 2000). Εξίσου σημαντικός οστικός παράγοντας για την σταθερότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης είναι και η ακριβής επαφή των αρθρικών επιφανειών των οστών, ειδικά όταν η άρθρωση φορτίζεται, όπου μαζί με τα συνδεσμικά στοιχεία και την μυϊκή υποδομή, επιτυγχάνεται η σταθερότητα της άρθρωσης (Δημόπουλος, et al 2005).



Σχήμα 7.2. Ραχιαία και πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής.

ΠΟΔΙΚΕΣ ΚΑΜΑΡΕΣ

Σαν σύνολο, η ποδική καμάρα, μπορεί να περιγραφεί ως μία ομάδα με ακρογωνιαίο λίθο τον αστράγαλο. Για την απορρόφηση και την μετακίνηση του βάρους του σώματος χρειάζεται αυξημένη υποστηρικτική δύναμη του ποδιού. Στο πόδι παρατηρούνται 2 καμάρες, μία επιμήκης, όπου χωρίζεται σε έσω και έξω και μία εγκάρσια. Άλλη ονομασία των αντίστοιχων καμάρων είναι έσω έξω ποδική καμάρα και πρόσθια. Για την αρχιτεκτονική των καμάρων του πέλματος είναι συνυπεύθυνοι η αρχιτεκτονική των οστών, δηλαδή το σχήμα και η τοποθέτηση του στο πόδι, οι σύνδεσμοι, οι μύες, οι τένοντες και οι απονευρώσεις (Hamilton N., Weimar W., Luttgens K., et al. 2013). Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο Edward J C Dawe και ο συνεργάτης του James Davis αναφέρουν ότι και χωρίς την ύπαρξη των μυών, ως μέσο σταθεροποίησης της ποδικής καμάρας, δεν μεταβάλλεται σε σημαντικό βαθμό το ύψος των καμάρων, αναφέροντας πως με την απουσία του πρόσθιου κνημιαίου το ύψος της ποδικής καμάρας μειώθηκε κατά 0.5 χιλιοστά (Dawe E. J. C., Davis J., et. al 2011). Άλλες σύμφωνα με την Hamilton Nancy και τους συνεργάτες της, υποστηρίζουν πως είναι εξίσου σημαντική η οστική και η μυϊκή υποδομή του ποδιού, αλλά το στοιχείο που είναι κυρίως υπεύθυνο για την διατήρηση της σχηματοποίησης της ποδικής καμάρας είναι τα οστά. Τα σημεία στήριξης της ποδικής καμάρας είναι 3. Το 1^ο αντιστοιχεί στην κεφαλή του 1^{ου} μεταταρσίου, το 2^ο στην κεφαλή

του τελευταίου μεταταρσίου και το 3^ο στο οπίσθιο έσω και έξω φύμα της πτέρνας. Έστω ότι ονομάζουμε τα σημεία αυτά A, B και C αντίστοιχα. Μεταξύ των σημείων A και B παρατηρείται η πρόσθια καμάρα ή αλλιώς εγκάρσια και ανάμεσα στα σημεία B και C η έξω και του A C η έσω ποδική καμάρα. Η πρόσθια καμάρα έχει μικρότερη καμπυλότητα και είναι πιο βραχύ σε σχέση με τις υπόλοιπες, η έξω έχει ενδιάμεσο μήκος και ύψος, ενώ η έσω ποδική καμάρα είναι η πιο σημαντική και παρατηρείται πιο μακριά και με μεγαλύτερη καμπυλότητα. Η πελματιαία επιφάνεια σαν κατασκευή μπορεί να παρομοιαστεί με ένα ιστίο φουσκωμένο από τον άνεμο (Karandji I. A., et. al 2000).

8.1. Έσω και έξω ποδική καμάρα

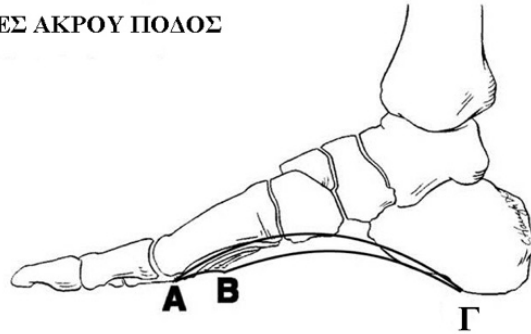
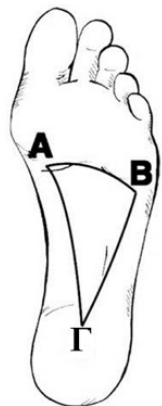
Η έσω καμάρα περιλαμβάνει το 1^ο μετατάρσιο, το έσω σφηνοειδές, το σκαφοειδές, τον αστράγαλο και την πτέρνα. Το πρώτο μετατάρσιο έρχεται σε επαφή με το έδαφος μόνο με την κεφαλή και η πτέρνα με το οπίσθιο άκρο της, ενώ το έσω σφηνοειδές, το σκαφοειδές και ο αστράγαλος δεν έρχονται σε επαφή μάλιστα το σκαφοειδές απέχει 15-18 χιλιοστά από το έδαφος. Ο ρόλος των μυών στην διατήρηση του σχήματος της ποδικής καμάρας είναι να τις συγκρατούν, καθώς ενώνουν 2 διαφορετικά σημεία είτε στις 2 άκρες της καμάρας, είτε ενδιάμεσα. Ο οπίσθιος κνημιαίος βρίσκεται στην έσω καμάρα και «τραβάει» προς τα κάτω και πίσω το σκαφοειδές, χαμηλώνοντας το τόξο της καμάρας στην πρόσθια πλευρά. Το 1^ο μετατάρσιο κάμπτεται προς το έσω σφηνοειδές και το 5^ο προς το σκαφοειδές, λόγω του μακρού περνιαίου όπου επίσης αυξάνει την καμπυλότητα της έσω καμάρας. Ο μακρός καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου βοηθάει μακρό καμπτήρα των δακτύλων και πιέζεται ο αστράγαλος από το σκαφοειδές πίσω, στην πρόσθια επιφάνεια του, συγκρατώντας τον στην θέση του. Ο αστραγαλοπτερνικός μεσόστυος σύνδεσμος οδηγεί τον αστράγαλο προς τα μπροστά, ενώ ο μακρός καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου ανασηκώνει το πρόσθιο ήμισυ της πτέρνας. Ο μακρός απαγωγός του μεγάλου δακτύλου ενώνει της κεφαλή του 1^{ου} μεταταρσίου με την πτέρνα, «φέροντάς» τα πιο κοντά αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο την καμπυλότητα. Τέλος, ο εκτείνων το μεγάλο δάκτυλο και ο πρόσθιος κνημιαίος φαίνεται να μειώνουν την καμπυλότητα της ποδικής καμάρας.

Η έξω καμάρα περιλαμβάνει το 5^ο μετατάρσιο, το κυβοειδές και την πτέρνα. Σε σχέση με την έσω, η έξω καμάρα έχει μικρότερη κινητικότητα λόγω του μακρού πελματικού συνδέσμου. Ο μακρός πελματικός σταθεροποιεί την πτερνοκυβοειδής και την μεταταρσιοκυβοειδή άρθρωση. Ο βραχύς περονιαίος έχει την ίδια πορεία με τον μακρό πελματικό μέχρι το κυβοειδές και ανασηκώνει την πρόσθια επιφάνεια, καθώς προσφύεται στο περονιαίο φύμα. Ο απαγωγός του μικρού δακτύλου ενώνει τα 2 άκρα της ποδικής καμάρας, διατηρώντας το τόξο σταθερό, «τραβώντας» τις 2 άκρες προς τα μέσα. Ο 3^{ος} περονιαίος, ο μακρός εκτείνων τα δάκτυλα και ο τρικέφαλος κνημιαίος μειώνουν την καμπυλότητα της καμάρας (Karandji I. A., et. al 2000).

8.2. Πρόσθια ποδική καμάρα

Η πρόσθια ποδική καμάρα διακρίνεται στο τέλος των μεταταρσίων διακρίνεται η πρόσθια καμάρα όπου εκτείνεται από το 1^ο μέχρι το 5^ο μετατάρσιο. Η κεφαλή του 2^{ου} βρίσκεται σε ύψος 9 χιλιοστά από το έδαφος και θεωρείται ως ακρογωνιαίος λίθος. Το 1^ο και το 5^ο μετατάρσιο βρίσκεται σε ύψος 6 χιλιοστά από το έδαφος, ενώ η κεφαλή του 3^{ου} σε 8,5 χιλιοστά. Η εγκάρσια καμάρα αντιστοιχεί σε όλο το μήκος της ποδικής καμάρας. Στο ύψος των σκαφοειδών συγκροτείται από τον μακρό περονιαίο. Περιλαμβάνει τα 3 σφηνοειδή και το κυβοειδές. Σχηματίζουν μία αψίδα με ακρογωνιαίο λίθο το μέσο σφηνοειδές και το κυβοειδές να έρχεται σε επαφή με το έδαφος ενώ το έσω βρίσκεται σε απόσταση από αυτό. Η εγκάρσια καμάρα στο ύψος του σκαφοειδούς και του κυβοειδούς αποτελείται από αυτά τα 2 οστά, με το 1^ο να βρίσκεται πιο ανυψωμένο και πάνω στην έσω επιφάνεια του κυβοειδούς. Οι μυς συγκράτησης της εγκάρσιας καμάρας είναι ο προσαγωγός του μεγάλου δακτύλου όπου έχει πλάγια διεύθυνση, ο μακρός περονιαίος επίσης με πλάγια φορά προς τα μπροστά και έσω, καθώς και οι πελματιαίες προεκτάσεις του οπίσθιου κνημιαίου που βρίσκεται παράλληλα με τον μακρό περονιαίο αλλά με φορά προς τα έξω (Karandji I. A., et. al 2000).

ΑΝΑΤΟΜΙΚΕΣ ΚΑΜΑΡΕΣ ΑΚΡΟΥ ΠΟΔΟΣ



ΕΣΩ ΕΠΙΜΗΚΗΣ ΚΑΜΑΡΑ Α-Γ
ΕΞΩ ΕΠΙΜΗΚΗΣ ΚΑΜΑΡΑ Β-Γ
ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΚΑΜΑΡΑ Α-Β

8.1. Καμάρες του ποδιού.

8.3. ΔΥΣΜΟΡΦΙΕΣ ΑΚΡΟΥ ΠΟΔΑ

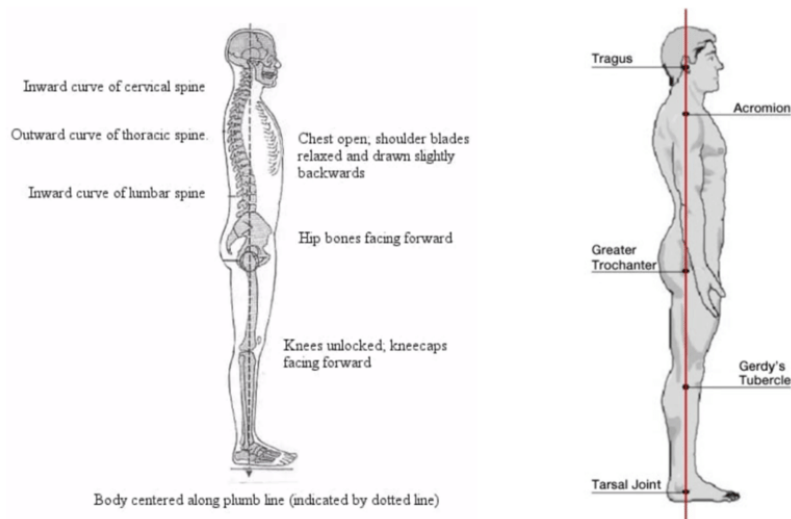
Οι κύριες δυσμορφίες του άκρου πόδα είναι η κοιλοποδία, η πλατυποδία, η ραιβότητα και η βλαισότητα του οπίσθιου τμήματος του ποδιού. Οι δυσμορφίες αυτές, είναι αποκλίσεις από την φυσιολογική θέση συγκεκριμένων αρθρώσεων. Η συνεχής και έντονη φόρτιση τους μέσω δραστηριοτήτων (πχ. τρέξιμο), μπορεί να οδηγήσει σε τραυματισμό. Όταν ένα άτομο έχει διαγνωσθεί με κοιλοποδία, η διαμήκης ποδική καμάρα του εμφανίζεται περισσότερο ανυψωμένη σε σύγκριση με την φυσιολογική. Λόγω της παραμορφωμένης αρχιτεκτονικής, υπάρχει ιδιαίτερος περιορισμός στον πρηνισμό του ποδιού, καθώς και της απορρόφησης των δυνάμεων που ασκούνται στο πόδι κατά την διάρκεια δραστηριοτήτων. Η πλατυποδία είναι το άλλο άκρο της κοιλοποδίας. Η διαμήκης ποδική καμάρα είναι πιο χαμηλά σε σχέση με το φυσιολογικό, «αναγκάζοντας» το πόδι να είναι σε πρηνισμό αντί για υπτιασμό όταν υποδέχεται το βάρος του σώματος, δημιουργώντας ένα άκαμπτο μέσο μετάδοσης της δύναμης από το έδαφος μέσω του ποδιού, στο υπόλοιπο σώμα. Λόγω του μόνιμου υπτιασμού, δημιουργούνται στροφικές δυνάμεις στο ισχίο και το γόνατο, καθώς και στην πελματιαία περιτονία και τον αχίλλειο τένοντα. Με τον όρο «οπίσθιο τμήμα» αναφερόμαστε στα οστά της πτέρνας και του αστραγάλου. Αυτά φυσιολογικά θα πρέπει να διαπερνώνται από μία νοητή ευθεία γραμμή, η οποία είναι κάθετη ως προς το έδαφος.

Η ευθυγράμμιση αυτή, εξαρτάται από την θέση της κνήμης και της πτέρνας. Παρεκκλίσεις από την φυσιολογική θέση ονομάζονται υπαστραγαλική ραιβότητα η υπαστραγαλική βλαισότητα. Ως ραιβότητα περιγράφεται η ανάσπαση του έσω χείλους του ποδιού σε σχέση με την ευθειακή γραμμή μεταξύ κνήμης-πτέρνας, ενώ ως βλαισότητα περιγράφεται η απόκλιση της άρθρωσης ενώ βρίσκεται σε θέση ανάσπασης του έσω χείλους (Houghlum P. A., et al 2018).

ΟΡΘΙΑ ΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Με τον όρο «στάση» περιγράφουμε την ευθυγράμμιση του σώματος, ή τμημάτων του σε σχέση με το περιβάλλον. Για την διατήρηση της στάσης είναι απαραίτητη η υποστήριξη της κεφαλής καθώς και η διαρκής ευθυγράμμιση του κέντρου μάζας (ΚΜ), όπου θα ισορροπείται και θα σταθεροποιείται κατά την διάρκεια της κίνησης των κάτω άκρων (Carr J., Shephern R., et. al 2017). Κατά την όρθια θέση, το κέντρο βάρους του σώματος (ΚΒΣ) βρίσκεται μπροστά από το άνω χείλος του ιερού οστού. Το ΚΒΣ μεταβάλλεται ανάλογα με τις κινήσεις και την θέση του ατόμου ενώ καλύτερη σταθερότητα το σώματος επιτυγχάνεται όταν είναι χαμηλά (McMillan I., Carin-Levy G., et. al 2018). Με τον όρο «ισορροπία» περιγράφουμε την ικανότητα του ελέγχου της μάζας του σώματος του ατόμου σε σχέση με την βάση στήριξής του (Carr J., Shephern R., et. al 2017). Η ιδανική όρθια στάση θεωρείται όταν η γραμμή της βαρύτητας, μία νοητή ευθεία κάθετη προς το έδαφος, περνάει από τα εξής σημεία. Ξεκινώντας από το έδαφος διέρχεται 5-6 εκατοστά μπροστά από την ποδοκνημική άρθρωση, συνεχίζει ακριβώς μπροστά από τις αρθρώσεις των γονάτων και περνάει πίσω από το κέντρο των αρθρώσεων του ισχίου. Ύστερα διέρχεται από τα σώματα των οσφυϊκών σπονδύλων, συνεχίζει μπροστά ακριβώς από το κέντρο των γληνοβραχιόνιων αρθρώσεων και από τα σώματα των περισσότερων αυχενικών σωμάτων. Περνάει από τον ακουστικό πόρο και τέλος λίγο πίσω από την στεφανιαία ραφή του κρανίου (Μπαλτόπουλος Π., et. al 2003). Κατά την στήριξη του βάρους του σώματος σημαντικό ρόλο διαδραματίζει ο λαγονοκνημιαίος σύνδεσμος, όπου δεν επιτρέπει στον

κορμό να πέφτει προς τα πίσω. Η έκταση της λαγονοκνημιαίας ταινίας παρατηρείται στην έξω επιφάνεια του μηρού από το μήκος του ισχίου και του γονάτου. Για την στήριξη του βάρους του σώματος βοηθάνε επίσης οι καμπτήρες και οι εκτείνοντες της άρθρωσης του ισχίου, οι οποίοι ενεργοποιούνται σε μικρό βαθμό ενώ τέλος, ο μεγάλος γλουτιαίος μαζί με τον τείνων την πλατία περιτονία βοηθούν στο να παραμείνει σε έκταση το ισχίο και το γόνατο. Ο κορμός λειτουργεί ως κεντρικός άξονας για το σώμα, καθώς και ως βάση για την ελεύθερη κίνηση των άνω άκρων. Επίσης, λειτουργεί και ως βάση υποστήριξης της κεφαλής χωρίς της συμβολή κάποιας ιδιαίτερης μυϊκής ενέργειας (McMillan I., Carin-Levy G., et. al 2018). Τα αίτια που μπορούν να διαταράσσουν την ισορροπία μπορεί να είναι είτε βαρυτικά, είτε να προέρχονται από το ίδιο το άτομο μέσω για παράδειγμα διαφόρων μυϊκών συστολών, μυϊκής αδυναμίας, περιορισμό του εύρους τροχιάς μιας άρθρωσης, άρα και των κινήσεων που εκτελεί η άρθρωση είτε ακόμα εξαιτίας κάποιας ατυχής σύγκρουσης. (Carr J., Shephern R., et. al 2017, Victor M., Ropper H. A., et. al 2003) Κατά την όρθια στάση υπό ήρεμες συνθήκες υπάρχει πολύ μικρή μυϊκή δραστηριότητα. Αν υπάρξει κάποια εξωτερική επιβάρυνση όπου θα οδηγήσει το άτομο σε απώλεια της ισορροπίας του, παρατηρείται η στασική ανακλαστική απόκριση. Μετακινεί το ΚΒ το οποίο για παράδειγμα μεταφέρθηκε προς τα μπροστά, προς τα πίσω, με την ενεργοποίηση των μυών του κορμού, των μυών του αυχένα καθώς και με την ενεργοποίηση των κάτω άκρων (McMillan I., Carin-Levy G., et. al 2018). Κατά την ήρεμη όρθια στάση, όταν δηλαδή το άτομο βρίσκεται ακίνητο σε όρθια θέση, παρατηρούνται μικρές κινήσεις του ΚΒΣ γύρω από την βάση στήριξης, φαινόμενο που ονομάζεται στασικό λίκνισμα. Στην ουσία, γίνεται μία συνεχής παρέκκλιση του ΚΒ από την κάθετη θέση του και αμέσως μετά η αυτόματη επαναφορά του. Για την επίτευξη του στασικού λικνίσματος καθώς και για την διατήρηση της γενικότερης ισορροπίας του σώματος συνεργάζεται το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) με το μυοσκελετικό σύστημα (Carr J., Shephern R., et. al 2017).

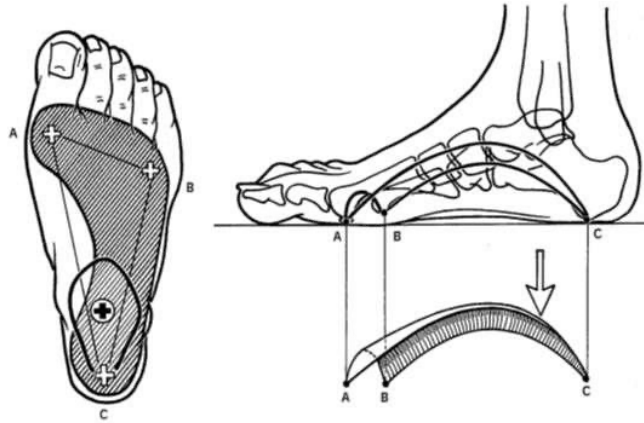


Σχήμα 9.1. Ιδανική στάση σώματος.

9.1. Σχηματοποίηση καμάρας κατά την όρθια στάση

Το βάρος του σώματος μεταφέρεται από το πόδι, στην ποδοκνημική και ύστερα, μέσω του οπίσθιου τμήματός της το κατανέμει σε 3 σημεία. Τα σημεία στήριξης είναι η κεφαλή του 1^{ου} (Α) και του 5^{ου} μεταταρσίου (Β) καθώς και το έσω και έξω φύμα της πτέρνας (Γ). Το βάρος κατανέμεται αναλογικά κατά 1/2/3 αντίστοιχα για τα σημεία στήριξης Α, Β, Γ. Φαίνεται δηλαδή πως η πτέρνα κατά την όρθια στάση επιβαρύνεται σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τα 2 άλλα σημεία στήριξης. Κατά την φόρτιση του βάρους του σώματος στο πέλμα, μειώνεται η καμπυλότητα και διευρύνονται οι καμάρες. Πιο συγκεκριμένα στην έσω καμάρα, τα οπίσθια φύματα της πτέρνας πλησιάζουν προς το έδαφος καθώς και το υπέρεισμα του αστραγάλου, κατά 1,5 και 4 χιλιοστά αντίστοιχα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανασήκωση του σκαφοειδούς, το άνοιγμα των σκαφοσφηνοειδών και μεταταρσιοφαλαγγικών αρθρώσεων προς τα κάτω, της ελάττωσης των μοιρών της γωνίας μεταξύ 1^{ου} μεταταρσίου και εδάφους καθώς και πρόσθια μετακίνηση των σησαμοειδών οστών. Όμοια αποτελέσματα παρατηρούνται και στην έξω καμάρα, όπου πλησιάζει περισσότερο το έδαφος και το κυβοειδές, το έξω φύμα του 5^{ου} μεταταρσίου με την κεφαλή να μετατοπίζεται πρόσθια και διευρύνονται πλησιάζοντας το έδαφος οι πτερνοκυβοειδής και οι μεταταρσιοκυβοειδής αρθρώσεις. Στην πρόσθια καμάρα αυξάνονται οι αποστάσεις

μεταξύ των μεταταρσίων και διευρύνεται πλησιάζοντας το έδαφος 12,5 χιλιοστά. Αυξάνει η απόσταση μεταξύ 1^{ου} και 2^{ου} μεταταρσίου κατά 5 χιλιοστά, 2^{ου} και 3^{ου} κατά 2 χιλιοστά, καθώς και 3^{ου} και 4^{ου} κατά 4 (Karandji I. A., et. al 2000).



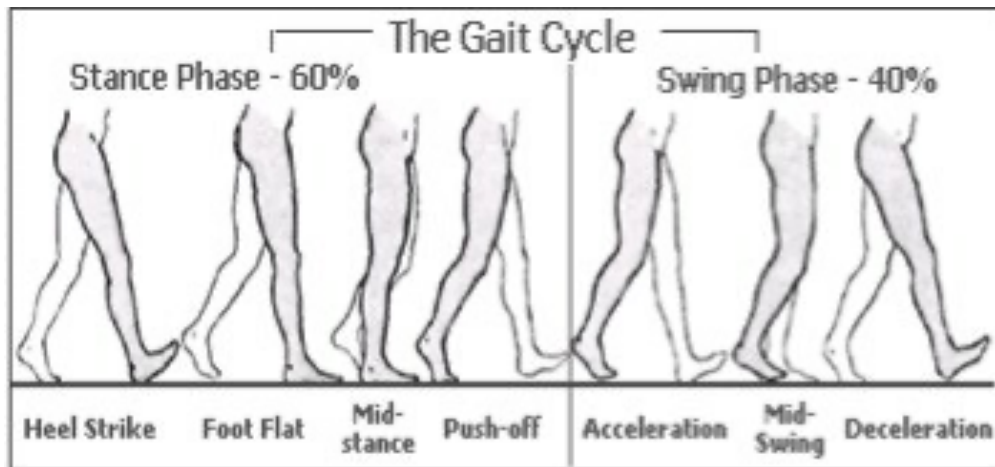
Σχήμα 9.2. Η ποδική καμάρα και τα 3 σημεία στήριξης της στο έδαφος.

ΒΑΔΙΣΗ

Για οποιαδήποτε εκούσια εκτέλεση συνδυαστικής κίνησης απαιτείται συνεργατικότητα μεταξύ των μυών, των αρθρώσεων καθώς και του ΚΝΣ. Για την επίτευξη μιας μυϊκής δραστηριότητας συνεργάζονται η νευρική μαζί με την μυϊκή υποδομή του ατόμου ώστε να επιτευχθεί νευρομυϊκή συναρμογή. Σημαντικό σε αυτό το σημείο είναι να αναφέρουμε πως παρατηρείται μία επιπλέον συνεργασία μεταξύ των μυών, ώστε να ενεργοποιηθούν και να χαλαρώσουν οι πρωταγωνιστές και ανταγωνιστές μυς της κίνησης που εκτελείται, αντίστοιχα. Με την ανάπτυξη της νευρομυϊκής συναρμογής το άτομο είναι ικανό να ελέγχει, να προσαρμόζει και να μεταβάλλει τις κινήσεις του και να αναπτύσσει καινούριες δεξιότητες (Victor M., Ropper H. A., et. al 2003). Η μετακίνηση επιτυγχάνεται λόγω της ενεργοποίησης των μοχλών του ανθρώπινου σώματος, είτε προωθώντας το σώμα με το κάτω μέλος, όπως στην ανθρώπινη βάδιση, είτε με το άνω μέλος, όπως για παράδειγμα κατά το κρέμασμα του σώματος, είτε και με τα άνω και κάτω άκρα κατά την έρπυση (Hamilton N., Weimar W., Luttgens K., et al. 2013).

Η βάδιση μπορεί να ορισθεί ως μία μέθοδος κίνησης που περιλαμβάνει την εναλλασσόμενη χρήση των 2 ποδιών, για την υποστήριξη και την προώθηση του σώματος. Στο τυπικό περπάτημα, τα κάτω άκρα κινούνται με επαναλαμβανόμενη ακολουθία για την μετακίνηση του σώματος προς τα εμπρός διατηρώντας παράλληλα την ισορροπία (Kharb A., Saini V., Jain Y., Dhiman S., et. al 2011). Το τυπικό περπάτημα διαφέρει από το τρέξιμο καθώς σε όλη την φάση της βάδισης ένα πόδι από τα δύο πόδια θα βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος. (Novacheck T. F., et. al 1997) Τα χαρακτηριστικά της βάδισης επηρεάζονται από το σχήμα, την θέση και την λειτουργία των νευρομυϊκών και μυοσκελετικών δομών όπως και από τα συνδεσμικά στοιχεία των αρθρώσεων ενώ ο τρόπος βάδισης μπορεί να εξαρτηθεί από την προσωπικότητα, την υγεία, την ψυχολογία καθώς και την δραστηριότητα που εκτελεί το άτομο. Ο πρωταρχικός στόχος είναι η ενεργειακή αποδοτικότητα μέσω μιας σταθερής κινητικής αλυσίδας αρθρώσεων και τμημάτων των άκρων που λειτουργούν συντονισμένα για την μεταφορά του σώματος (Ayyappa E., et. al 1997). Καθώς το σώμα προωθείται προς τα μπροστά, το ένα άκρο ενεργεί ως πηγή υποστήριξης ενώ το άλλο «αυτοπροωθείται» για να καταλήξει επίσης ως άκρο υποστήριξης του σώματος. Τα άκρα δηλαδή, έχουν ρόλους που συνεχώς αντιστρέφονται. Ο κύκλος βάδισης είναι η χρονική περίοδος μεταξύ 2 πανομοιότυπων κινήσεων κατά τη βάδιση. Οποιοδήποτε μέρος θα μπορούσε να επιλεγεί ως έναρξη του κύκλου βάδισης αλλά συνήθως επιλέγεται το σημείο όπου το πόδι έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Ο διασκελισμός αντιθέτως, ορίζεται ως η απόσταση από την αρχική επαφή του ποδιού με το έδαφος, ως την επόμενη, του δεύτερου ποδιού. Για την επίτευξη των βασικών λειτουργιών που απαιτούνται κατά τη βάδιση, κάθε κύκλος περιλαμβάνει μία συνεχώς μεταβαλλόμενη ευθυγράμμιση μεταξύ του σώματος με το πόδι που το υποστηρίζει κατά την φάση στήριξης και με το άκρο που αιωρείται. Αυτές οι ενέργειες έχουν ως αποτέλεσμα μία σειρά από κινητικά μοτίβα που εκτελούνται από το ισχίο, το γόνατο και τον αστράγαλο. Ο διαδοχικός συνδυασμός των φάσεων οδηγεί το άκρο στην εκτέλεση τριών βασικών λειτουργιών, της απορρόφησης του βάρους του σώματος (Weight acceptance), της μονοποδικής στήριξης (Single leg support) και της προώθησης του άκρου (Limb advancement).

Η απορρόφηση του βάρους, ξεκινάει στην περίοδο της στάσης και παρατηρείται στις πρώτες δύο φάσεις της περιόδου αυτής, στην πρώτη επαφή που ποδιού με το έδαφος και στην φάση ανταπόκριση της φόρτισης. Η μονοποδική στήριξη συνεχίζεται συμπεριλαμβάνοντας την μέση και τελική φάση στάσης (Kharb A., Saini V., Jain Y., Dhiman S., et. al 2011). Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι στην αρχή και στο τέλος της στήριξης παρατηρείται η περίοδος διπλής στήριξης, όπου και τα 2 πόδια βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος (Ayyappa E., et. al 1997). Κάθε κύκλος χωρίζεται σε 2 φάσεις-περιόδους, αυτής της στάσης και της αιώρησης. Η φάση στάσης είναι το χρονικό διάστημα όπου το πόδι βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος ενώ η φάση αιώρησης όταν αυτό βρίσκεται στον αέρα. Η φάση στάσης αποτελεί το 62% του κύκλου βάρδισης και η φάση αιώρησης το 38%. Οι 2 βασικές περίοδοι, αυτή της στάσης και της αιώρησης, χωρίζονται σε υποομάδες. Η 1^η χωρίζεται σε 4 υποομάδες, στο πάτημα της πτέρνας, στο πάτημα του πέλματος, στην μέση στήριξη, στην ανύψωση της πτέρνας και στην ανύψωση των δακτύλων. Η 2^η φάση, αυτή της αιώρησης, χωρίζεται στην φάση επιτάχυνσης, της μέσης αιώρησης και την επιβράδυνσης (Μπαλτόπουλος Π., et. al 2003).



Σχήμα 10.1. Απεικόνιση των φάσεων της βάρδισης.

Πίνακας 10.1. Ποσοστιαία διαστήματα ενός κύκλου βάδισης ανά φάση.

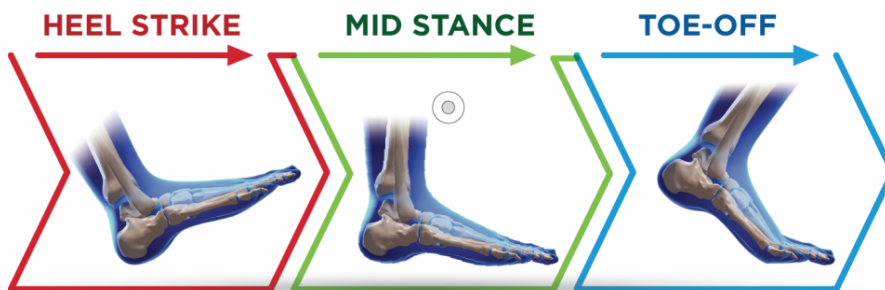
Φάση βάδισης	διάστημα ενός κύκλου βάδισης (%)
1.Αρχική επαφή	0%
2.Επαφή του πέλματος με το έδαφος	15%
3.Ανύψωση πτέρνας	30%
4.Στήριξη στα δάκτυλα του ποδιού	45%
5.Εγκατάλειψη του ποδιού από το έδαφος	60%
6.Φάση όπου το πόδι έχει πλέον εγκαταλείψει πλήρως το έδαφος	100%

10.1. Κινησιολογία κάτω άκρων

Πιο αναλυτικά, ο κύκλος βάδισης ξεκινά την χρονική στιγμή όπου η πτέρνα του αιωρούμενου ποδιού έρχεται σε επαφή με το έδαφος (heel strike) προς τα μπρος και κάτω. (Μπαλτόπουλος Π., et. al 2003). Στην φάση αυτή, η άρθρωση του ισχίου εκτελεί κάμψη 25° ενώ λειτουργούν ως περιοριστικοί παράγοντες ο μέγας γλουτιαίος και ο οπίσθιος μηριαίος για τον έλεγχο της περαιτέρω κάμψης. Το γόνατο βρίσκεται σε πλήρη έκταση υπερνικώντας την δύναμη των οπίσθιων μηριαίων και η ποδοκνημική άρθρωση καθώς είναι σε ουδέτερη θέση αρχίζει να εκτελεί πελματιαία κάμψη όπου αυτή ελέγχεται από τους καμπτήρες της ποδοκνημικής. (pretibial muscles) Αμέσως μετά την φάση αυτή, το ισχίο παραμένει σε κάμψη 25° και το γόνατο κάμπτεται στις 5°. Η κίνηση του γονάτου ελέγχεται μέσω της ενεργοποίησης του τετρακεφάλου. Η ποδοκνημική εκτελεί πελματιαία κάμψη η οποία είναι επίσης ελεγχόμενη λόγω της ύπαρξης των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης αυτής. Στην συνέχεια, μόλις ολόκληρο το πέλμα έρχεται σε επαφή με το έδαφος (foot flat), ξεκινάει η έκταση του ισχίου από τις 25° μοίρες, το γόνατο εκτείνεται στις 15° και συνεχίζει μέχρι τις 20° λίγο μετά την επαφή του με το έδαφος. Η ποδοκνημική βρίσκεται σε πελματιαία κάμψη 10° (Hudges J., Jacobs N., et. al 1979).

Κατά την μέση στήριξη (mid-stance) στην συνέχεια, το βάρος του σώματος βρίσκεται κάθετα στο πέλμα και το άλλο κάτω άκρο έχει μόλις έχει χάσει επαφή με το έδαφος. Το ισχίο βρίσκεται σε κάμψη 10° και συνεχίζει να εκτείνεται καθώς η αντίδραση του εδάφους «μεταφέρεται» πρόσθια στο ισχίο λίγο μετά την μέση στάση. Το γόνατο φτάνει τις 10° κάμψης και συνεχίζει να εκτείνεται. Η δράση του τετρακεφάλου φαίνεται μειωμένη. Η ποδοκνημική βρίσκεται σε 5° ραχιαία κάμψη και συνεχίζει την κάμψη λόγω της αντίδρασης του εδάφους. Ελέγχεται από τους μυς της γαστροκνημίας, οι οποίοι ξεκινούν και ενεργοποιούνται (Μπαλτόπουλος Π., et. al 2003). Ύστερα, στην φάση όπου ανυψώνεται η πτέρνα από το έδαφος (heel off), αυτή απομακρύνεται σταδιακά, το ισχίο βρίσκεται σε έκταση 13° και ξεκινάει να κάμπτεται. Ο λαγόνιος και ο μείζον ψοίτης μυς ελέγχουν την έκταση. Το γόνατο είναι σε κάμψη περίπου 2° , όπου είναι το σημείο της μέγιστης έκτασης στον κύκλο βάδισης με τον γαστροκνήμιο ίσως να είναι ενεργοποιημένος για να εμποδίσει την μεγαλύτερη έκταση. Η ποδοκνημική φτάνει στις 15° ραχιαίας κάμψης λόγω της αντίδρασης του εδάφους (Hudges J., Jacobs N., et. al 1979). Τέλος, η φάση όπου το σώμα στηρίζεται στα δάκτυλα (toe off) είναι η τελευταία υποδιαίρεση της φάσης στήριξης στον κύκλο βάδισης. Το ισχίο είναι σε κάμψη 10° και συνεχίζει να εκτείνεται λόγω της πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής και της ενεργοποίησης του ορθού μηριαίου. Το γόνατο βρίσκεται σε κάμψη 40° και συνεχίζει να κάμπτεται επίσης λόγω της δύναμης αντίδρασης του εδάφους και της πελματιαίας κάμψης 20° της ποδοκνημικής. Η κάμψη της υπαστραγαλικής άρθρωσης επιτυγχάνεται λόγω της ενεργοποίησης των μυών της γαστροκνημίας, όπου σταματά να ενεργεί στην άρθρωση την χρονική στιγμή όπου το πόδι «ξεκολλήσει» από το έδαφος. Η φάση αιώρησης ξεκινάει όταν το πόδι, ονομαζόμενο πλέον πόδι αιώρησης, χάνει επαφή με το έδαφος μέχρι την στιγμή λίγο πριν έρθει σε καθετότητα με το υπόλοιπο σώμα. Η φάση αυτή ονομάζεται φάση επιτάχυνσης (acceleration) (Μπαλτόπουλος Π., et. al 2003). Το ισχίο στην φάση αυτή, βρίσκεται σε 10° έκταση και κάμπτεται καθώς το άκρο μετακινείται προς τα μπροστά. Το γόνατο βρίσκεται σε κάμψη 40° και συνεχίζει την κίνηση αυτή λόγω του άκρου που λειτουργεί ως «εκκρεμές». Η ποδοκνημική αμέσως μετά την έναρξη της φάσης αυτής εκτελεί ραχιαία κάμψη με την βοήθεια των πρόσθιων κνημιαίων μυών.

Στην συνέχεια, κατά την φάση της μέσης αιώρησης (mid-swing), δηλαδή όταν το πόδι βρίσκεται σε καθετότητα με το σώμα, το ισχίο βρίσκεται σε κάμψη 20° και συνεχίζει να κάμπτεται, το γόνατο βρίσκεται επίσης σε κάμψη, 65° περίπου και ξεκινάει να εκτελεί έκταση ενώ η ποδοκνημική, βρίσκεται σε ουδέτερη θέση. Η τελευταία φάση της περιόδου της αιώρησης είναι η φάση επιβράδυνσης (deceleration). Ξεκινάει κατά την έκταση του γόνατος, ενώ παράλληλα το πόδι αιωρείται προς τα μπροστά. Το ισχίο βρίσκεται σε κάμψη 25° , το γόνατο σε πλήρη έκταση ενώ η ποδοκνημική παραμένει σε ουδέτερη θέση. Ύστερα ακολουθεί η αρχική επαφή με το έδαφος και επαναλαμβάνονται οι αντίστοιχες φάσεις από την αρχή. (Hudges J., Jacobs N., et. al 1979)



Σχήμα 10.2. Το άκρο πόδι στην φάση της στάσης.

10.2. Κινησιολογία της ποδοκνημικής

Πιο αναλυτικά, για την λειτουργική της ποδοκνημικής, κατά την φάση αιώρησης, η άρθρωση εκτελεί αναχαίτηση της πελματιαίας κάμψης καθώς και ραχιαία έκταση. Ενεργοποιείται ο πρόσθιος κνημιαίος, ο τρίτος περνιαίος, ο μακρός εκτείνων το μεγάλο δάκτυλο και ο μακρός εκτείνων τα δάκτυλα. Στην αρχή της φάσης συσπώνται σε μέτριο βαθμό, εκτός του τρίτου περνιαίου, στην συνέχεια μειώνεται η ενεργοποίησή τους ως την μέση της φάσης και ενεργοποιούνται εντονότερα στο τέλος της, για την υποδοχή των έντονων δυνάμεων που αναπτύσσονται κατά την επαφή της πτέρνας με το έδαφος. Αξιοσημείωτη παρατήρηση είναι πως από την αρχή μέχρι το μέσο της φάσης της αιώρησης ενεργοποιείται ο πρόσθιος κνημιαίος έντονα, ο οποίος συμβάλλει στον πρηνισμό του άκρου πόδα.

Κατά την φάση στήριξης, η ποδοκνημική και το πέλμα εκτελεί ραχιαία έκταση, πελματιαία κάμψη καθώς και λειτουργεί ως μέσο αναχαίτησης της περαιτέρω ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης καθώς και της υπερέκτασης των μεταταρσιοφαλαγγικών αρθρώσεων στο τέλος της φάσης της μέσης στήριξης. Για την απόσβεση των δυνάμεων με την επαφή του ποδιού με το έδαφος λειτουργεί πλειομετρικά ο κοινός εκτείνων τα δάκτυλα, ο μακρός εκτείνων το μεγάλο δάκτυλο και ο πρόσθιος κνημιαίος. Οι εκτείνοντες, έλκουν την κνήμη προς τα εμπρός και πάνω. Οι μυς που σταθεροποιούν την κνήμη και ενεργοποιούνται για την μεταφορά του βάρους του σώματος στην φάση στήριξης είναι ο οπίσθιος κνημιαίος με την βοήθεια του μεγάλου περονιαίου. Οι μυς αυτοί επιπλέον είναι υπεύθυνοι στο να προλάβουν τον πρηνισμό του ποδιού. Ο γαστροκνήμιος με τον υποκνημίδιο σταθεροποιούν την άρθρωση του γόνατος και κάνουν πιο ελεγχόμενη την προς τα κάτω κίνηση του ποδιού. Παρατηρείται ιδιαίτερη ενεργοποίηση των μυών αυτών κατά την μέση στήριξη, κυρίως στην έναρξη της ανύψωσης της πτέρνας. Ενεργοποιείται επίσης ο μακρός και ο βραχύς περονιαίος μετά την μέση στήριξη, με τον 1^ο να ενεργοποιείται εντονότερα. Έντονη δραστηριότητα συναντάται και στους πελματιαίους μυς όπου αντιστέκονται στις δυνάμεις του εδάφους. Κατά την φάση της προώθησης φαίνεται σημαντική ενεργοποίηση των καμπτηρών των δακτύλων και του μακρού καμπτήρα του μεγάλου δακτύλου. Ξεκινάνε να δραστηριοποιούνται με την έναρξη της φάσης στήριξης, αλλά γίνεται πιο έντονη στις 2 επόμενες, στην μέση και στην τελική φάση (Μπαλτόπουλος Π., et. al 2003).

10.3. Δύναμη αντίδρασης και ΚΒΣ

Κατά την βάδιση ασκείται στο πόδι η δύναμη του βάρους του σώματος καθώς και η δύναμη αντίδρασης του εδάφους λόγω της επαφής του ποδιού με το έδαφος και για όλη την διάρκεια που βρίσκεται σε επαφή με αυτό. Η δύναμη που αναπτύσσεται είναι ίσου μεγέθους και αντίθετης κατεύθυνσης από την δύναμη που εφαρμόζεται μέσω του ποδιού (Sequeira M. M., Rickenbach M., Weitlisbach V., Tullen B., et al 1995, Hamill J., Knutzen K. M., Timothy R. D., et. al 2009). Λειτουργεί ως δύναμη ώθησης του σώματος προς τα μπροστά, καθώς επίσης αποτρέπει και το σώμα από το να υποχωρήσει από το έδαφος.

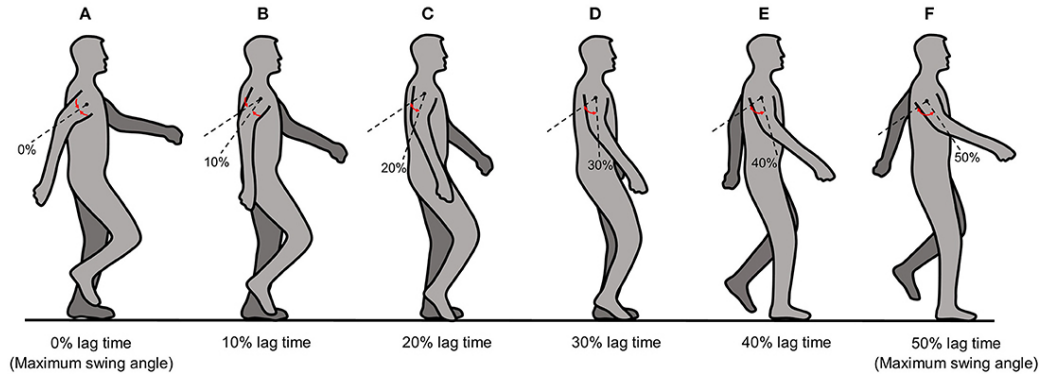
Κατά την αρχική επαφή που ποδιού με το έδαφος, παρατηρείται απότομα έντονη αύξηση της δύναμης αντίδρασης. Στην συνέχεια, καθώς η πελματιαία επιφάνεια σταδιακά εφάπτεται με το έδαφος αναπτύσσεται η 1^η μέγιστη τιμή δύναμης, καθώς γίνεται απόσβεση της ορμής του σώματος. Στην μέση στήριξη υπάρχει μείωση της δύναμης λόγω της μειωμένης μυϊκής ενεργοποίησης. Ενώ αυξάνεται σταδιακά η δύναμη αντίδρασης, κατά την ώθηση των δακτύλων παρατηρείται η 2^η μέγιστη τιμή, λίγο μεγαλύτερη από την 1^η. Οι τιμές της 1^{ης} και της 2^{ης} τιμής είναι παρόμοιου μεγέθους και μπορεί να φτάσουν 1.1-1.4 φορές το ΣΒ (E. Κέλλης, et. al 2015, A. Bonnefoy- Mazure, S. Armand, et. al 2015). Το βάρος του σώματος, ανάλογα με την χρονική στιγμή του κύκλου βάρδισης που βρίσκεται το άτομο, μεταβάλλεται. Ξεκινώντας από την αρχική στήριξη το ΒΣ «πέφτει» στην πτέρνα και στην φάση επαφής του ποδιού με το έδαφος βρίσκεται πρόσθια του γόνατος. Εν συνεχεία, στην φάση της μέσης στήριξης στην αρχή, το βάρος του σώματος είναι πίσω από το ισχίο συνεχίζει ακριβώς μπροστά από την άρθρωση του γόνατος και περνάει από τα δάκτυλα του ποδιού ενώ στο τέλος της φάσης αυτής βρίσκεται μπροστά από την άρθρωση του γόνατος και περνάει από τα δάκτυλα του ποδιού. Στην φάση ανύψωσης της πτέρνας περνάει από το ισχίο, το γόνατο και καταλήγει στα μετατάρσια. Τέλος, στην φάση της ανύψωσης των δακτύλων το διάνυσμα της αντίδρασης του εδάφους από το βάρος του σώματος φαίνεται να ελαττώνεται διότι μεταφέρεται στο αντίθετο πόδι (J. Perry, J. M. Burnfield, et. al 2010, A. Bonnefoy-Manzure, S. Armand, et. al 2015).

Η πρόσθια μετακίνηση του σώματος κατά την βάρδιση συνδέεται άμεσα με το ΚΒΣ, όπου μόνο μέσω εξωτερικών δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα μπορεί να επιταχυνθεί. Υπάρχουν ρυθμιστικοί παράγοντες εξομάλυνσης της πορείας του ΚΒ με σκοπό την ελαχιστοποίηση της ενεργειακής δαπάνης. Υπάρχει δυσκολία στην μελέτη του ΚΜ κατά την βάρδιση διότι είναι ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο νοητό σημείο, εσωτερικά του σώματος. Γι' αυτό, ο πιο εύκολος τρόπος μελέτης και ανάλυσης του είναι μέσω της κατακόρυφης μετατόπισης της πυέλου. Το χαμηλότερο και το υψηλότερο σημείο του ΚΒ κατά την βάρδιση, απέχουν μεταξύ τους 4-5 εκατοστά.

Η κατώτερη τιμή του ΚΒΣ παρατηρείται στην κατά την διπλή στήριξη ενώ η υψηλότερη κατά την μέση στήριξη. Σε έναν κύκλο βάδισης δηλαδή, το ΚΒΣ θα βρεθεί στο μέγιστο και στο κατώτερο ύψος 2 φορές. Η μικρότερη μετατόπισή του συνεπάγεται και μικρότερη δαπάνη ενέργειας, άρα και μικρότερη κατανάλωση. Επιπλέον, η κατακόρυφη ταλάντωση του ΚΒ είναι ανάλογη με την ταχύτητα που το άτομο βαδίζει (Δημόπουλος Δ., et. al 2005).

10.4. Συμβολή άνω άκρων στην βάδιση

Κατά την αρμονική βάδιση, ο κορμός βρίσκεται σε καθετότητα. Καθώς αυξάνεται ο ρυθμός μετακίνησης παρατηρείται εμπρόσθια κλίση του κορμού με παράλληλη στροφή της λεκάνης. Οι κινήσεις της λεκάνης και του κορμού είναι αντίθετες, δηλαδή όταν η λεκάνη στρέφεται προς τα αριστερά ο κορμός κάνει στροφή προς τα δεξιά και το αντίθετο. Η αντίθετη κίνηση του κορμού δρα ως ισοροποιστική δύναμη της κίνησης (Μπαλτόπουλος Π., et. al 2003). Αντισταθμιστικός παράγοντας επίσης της στροφής της λεκάνης είναι και η αντιθετική κίνηση χεριών-ποδιών. Η κίνηση αυτή των χεριών επίσης, φαίνεται να αντισταθμίζει και την ορμή των ποδιών, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο την περιττή δαπάνη ενέργειας. Χωρίς την παράλληλη αιώρηση των άνω άκρων κατά την βάδιση, παρατηρείται εντονότερη στροφή της λεκάνης, γεγονός που επηρεάζει με αλυσιδωτό τρόπο ολόκληρη την κινησιολογία της βάδισης (Hamilton N., Weimar W., Lutgens K., et al. 2013). Στην αιώρηση του άνω άκρου προς τα εμπρός, ενεργοποιείται ο πλατύς ραχιαίος, ο μέγας στρογγύλος και ο υποπλάτιος, ενώ στην προς τα πίσω αιώρηση επίσης ο πλατύς ραχιαίος καθώς και η οπίσθια μοίρα του δελτοειδή. Κατά την πρόσθια και την οπίσθια αιώρηση ενεργοποιείται ο τραπεζοειδής, ο υπερακάνθιος καθώς και η μέση μοίρα του δελτοειδή (Μπαλτόπουλος Π., et. al 2003).



Σχήμα 10.3. Κίνηση των χεριών κατά τις φάσεις της βόδισης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την μελέτη της υπάρχουσας βιβλιογραφίας διαπιστώθηκε ότι για την φυσιολογική κίνηση, μετακίνηση, εργονομία και αποτελεσματικότητα της λειτουργίας του άκρου ποδιού είναι αναγκαία αφενός η αρτιότητα των βιολογικών στοιχείων της περιοχής και βέλτιστη νευρομυϊκή συνεργασία. Το κάτω άκρο, χωρίζεται σε 3 τμήματα, στα οστά του ταρσού, του μεταταρσίου και των φαλάγγων των δακτύλων. Η ένωση τριών βασικών αρθρώσεων, της ποδοκνημικής, της αστραγαλοκνημικής και της κνημοπερονιαίας συνεργάζονται και επιτρέπουν την κίνηση του άκρου πόδα, όπου η κάτω επιφάνεια του, πελματιαία επιφάνεια, είναι το μόνο σημείο επαφής του σώματος με το έδαφος κατά την διποδική όρθια στάση και βόδιση, καθώς λειτουργεί ως επιφάνεια στήριξης. Αν και αυτόματη καθώς και καθημερινά επαναλαμβανόμενη, η όρθια στάση και η βόδιση είναι πιο πολύπλοκες απ' ό τι φαίνεται ως νευρομυοσκελετικές διαδικασίες. Επίσης, η μελέτη έδειξε πως αυτές είναι πάλι μια πολύπλοκη και σύμπλεκη κινησιολογική διαδικασία. Η βόδιση, ανάλογα με την κίνηση του μέλους του σώματος και την θέση του στον χώρο, χωρίζεται στην φάση στήριξης και αιώρησης, όπου οι φάσεις αυτές υποδιαιρούνται επίσης σε υποκατηγορίες.

Επιστημονικά/ Εμβιομηχανικά μπορεί να αναλυθεί ένας κύκλος βάρδισης, όμως ο τρόπος βάρδισης διαφέρει από άτομο σε άτομο και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από: α. την ψυχολογική κατάσταση, β. την ηλικία την υγεία του ατόμου γ. την γενική και ειδική φυσική κατάσταση δ. τον χαρακτήρα και από άλλους παράγοντες. Η σημαντικότητα αυτής της βιβλιογραφικής μελέτης έγκειται στην αναγνώριση και τον προσδιορισμό της συνεργασίας των μυών, των συνδέσμων, των οστών και του ΚΝΣ για την επίτευξη της νευρομυϊκής συναρμογής, της ισορροπίας και πρωτίστως της σωστής εκτέλεσης της βάρδισης. Αυτές οι λειτουργίες καθιστούν την όρθια στάση και την βάρδιση ως σύνθετες διαδικασίες. Είναι γνωστό πως η ικανότητα της δίποδης στάσης του ανθρώπου είναι χαρακτηριστικό και βασικός παράγοντας της πολιτισμικής εξέλιξης του ανθρώπινου είδους και ειδοποιός διαφορά από το υπόλοιπο ζωικό βασίλειο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γρίβας Θ. (2002). Πόδι και Ποδοκνημική (Τόμος Ι). Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις ΧΡ. ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ
2. Δημόπουλος Δ. (2005). Δυναμική μελέτη βάρδισης. Δημοσιευμένη Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ελλάδα
3. Ε. Κέλλης. (2015). Αθλητική Εμβιομηχανική: Αρχές και Μεθοδολογία Εμβιομηχανικής Ανάλυσης της κίνησης. ΣΕΑΒ
4. Κόλλιας Η. Α. (1997). Βιοκινητική της Αθλητικής κίνησης. Αθήνα: Αφοί Κυριακίδη ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α.Ε.
5. Μπαλτόπουλος Π. (2003). Ανατομική του ανθρώπου: δομή και λειτουργία (1^{ος} τόμος). Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδη
6. Ντούσης Ε., Μ. Β. (2006). Το ρευματοειδές πόδι. Αθήνα: Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε.

7. Carol O. A. (2012). Κινησιολογία I-II: Η Μηχανική και η Παθομηχανική της Ανθρώπινης Κίνησης. Αθήνα: Gotsis Εκδόσεις
8. Carr J., S. R. (2017). Νευρολογική Αποκατάσταση: Βελτιστοποίηση των Κινητικών Επιδόσεων. Αθήνα: Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε.
9. Dufour M. (2007). Ανατομία μυοσκελετικού συστήματος: Τόμος 1, Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδης
10. Hamilton N., W. N., L. K. (2013). Κινησιολογία: επιστημονική βάση της Ανθρώπινης κίνησης (12^η έκδοση), Αθήνα: Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου
11. Houghlum P. A. (2018). Κινησιοθεραπεία: Θεραπευτικές ασκήσεις για Μυοσκελετικές Παθήσεις. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδη
12. Καραντζι I. A. (2000). Η Λειτουργική Ανατομική των Αρθρώσεων (2^{ος} τόμος), Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης
13. McMillan I. R., C.-L. G. (2018) Μύες, Νεύρα και Κίνηση: Κινησιολογία στην Καθημερινή ζωή (4^η έκδοση). Αθήνα: Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε.
14. Victor M., R. H. A. (2004). Νευρολογία Τόμος ΙΙ. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης
15. Ayyappa E. (1997). Normal Human Locomotion, Part 1: Basic Concepts and Terminology. JPO Journal of Prosthetics and Orthotics
16. Bonnefoy-Mazure A., A. S. (2015). Normal Gait. Nova Science Publishers Inc.
17. Dawe E. J. C., Davis C. (2011). Anatomy and biomechanics of the foot and ankle. Elsevier
18. Drake R. L., V. A. W., M. A. W. M. (2020). Gray' s Anatomy for Students (4th Edition), Philadelphia: Elsevier Inc.
19. Hamill J., Knutzen K. M., Derrick T. R. (2009). Biomechanical basis of human movement (4th Edition). Philadelphia: Wolters Kluwer
20. Huges J., J. N. (1979). Normal Human Locomotion. Prosthetics and Orthotics International
21. Kharb A., S. V., J. Y. D. S. (2011). A Review of Gait Cycle and its Parameters. International Journal of Computational Engineering and Management

22. MacGregor R., B. D. N. (2021). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot bones. StatPearls
23. Novacheck T.F. (1994). The biomechanics of running. Clinics in Sports Medicine
24. Perry J., B. J. M. (2010). Gait Analysis: Normal and Pathological Function. Journal of Sports Science and Medicine
25. Rockar P. A. (1995). The subtalar joint: anatomy and joint motion. Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy
26. Schleip R., H. P., F. T. (2012). Fascia: The Tensional Network of the Human Body (1st Edition). E-book
27. Sequeira M. M., R. M., W. V., T. B., Y. S. (1995). Physical activity assessment using a pedometer and its comparison with a questionnaire in a large population survey. American Journal of Epidemiology
28. Webster J. B., M. D. (2017). Atlas of Orthoses and Assistive Devices (5th Edition). Philadelphia: Mosby Inc.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΕΣ

1. <https://www.orthosoma.gr/anatomia-muoskeletikou/anatomia-podiou/>
2. <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/talus>
3. <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/calcaneus>
4. <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/cuneiform-bones>
5. <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/navicular-bone>
6. https://en.wikipedia.org/wiki/Cuneiform_bones
7. https://en.wikipedia.org/wiki/Metatarsal_bones
8. <https://www.foothealthfacts.org/conditions/sesamoid-injuries-in-the-foot>
9. <https://geekymedics.com/bones-of-the-foot/>

10. https://eclass.uth.gr/modules/document/file.php/PE_U_102/%CE%94%CE%99%CE%91%CE%9B%CE%95%CE%9E%CE%95%CE%99%CE%A3%20%CE%91.%20%CE%A4%CE%A3%CE%99%CE%9F%CE%9A%CE%91%CE%9D%CE%9F%CE%A3/%CE%A0%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CE%BA%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20-%20%CE%AC%CE%BA%CF%81%CE%BF%20%CF%80%CF%8C%CE%B4%CE%B9.pdf
11. <http://www.balletly.gr/2021/01/coup-de-pied.html>
12. <https://www.revivephysio.com.au/plantar-fasciitis/>
13. https://en.wikipedia.org/wiki/Lateral_collateral_ligament_of_ankle_joint
14. <https://www.919spine.com/blog/dorsiflexion>
15. <https://www.gigourtakis.gr/departments/pedorthotiki/vasika-anatomika-stichia-ke-pathisis-akras-podos/>
16. https://www.researchgate.net/figure/1-Ideal-Postural-Alignment-In-answer-to-the-question-Is-there-an-ideal-posture-we_fig6_335946477
17. <https://www.pmmonline.org/page.aspx?id=753>
18. <https://www.pmmonline.org/page.aspx?id=753>
19. <https://www.chiroeco.com/gait-cycle/>
20. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2019.00025/full>