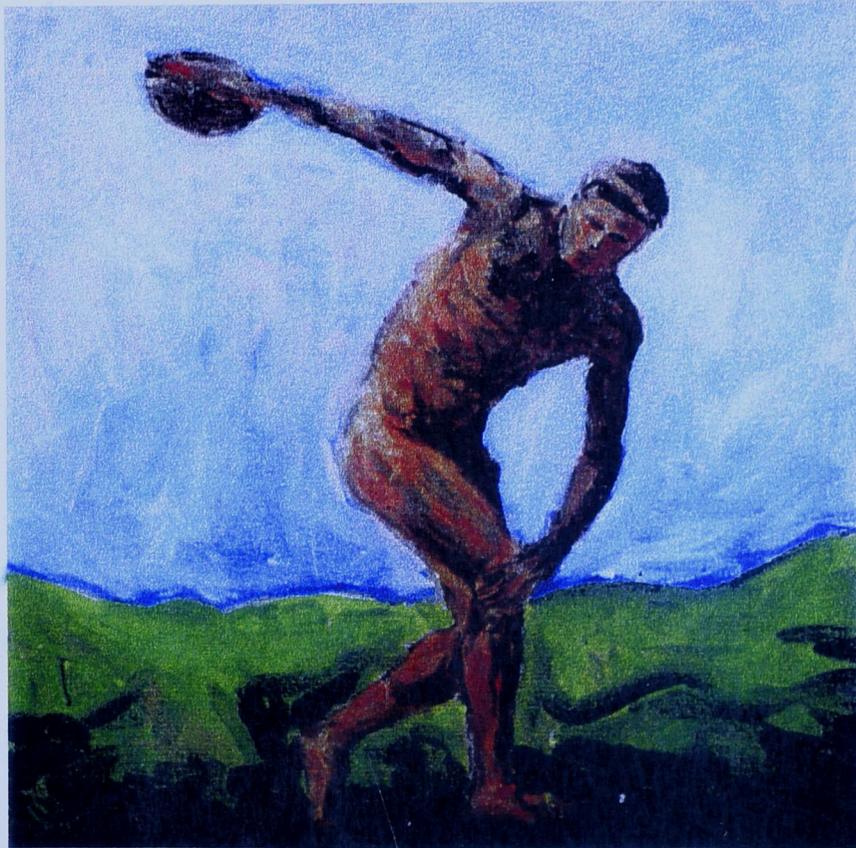


ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΤΙΤΛΟΣ

**Ο ρόλος της Διατροφής και της Φυσικοθεραπείας στην αποκατάσταση
Αθλητικών Μυοσκελετικών Τραυματισμών**



Καζής Αβραάμ (ΑΜ9728)

Τμήμα: Επιστήμη Διαιτολογίας & Διατροφής

Υπεύθυνη Πτυχιακής: Σκουρολιάκου Μαρία

Εξεταστές Πτυχιακής: Ζαμπέλας Αντώνιος, Ματάλα Αντωνία

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, ΑΘΗΝΑ 2001

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| □ ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 4 |
| □ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ..... | 5 |
| ▪ ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ..... | 6 |
| ▪ ΣΥΝΔΕΣΜΙΚΟΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ..... | 6 |
| ▪ ΕΞΑΡΘΡΩΣΕΙΣ..... | 7 |
| ▪ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΜΥΟΤΕΝΟΝΤΙΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ..... | 7 |
| ▪ ΑΛΛΕΣ ΒΛΑΒΕΣ ΜΥΩΝ..... | 8 |
| ▪ ΜΩΛΩΠΕΣ..... | 9 |
| ▪ ΒΛΑΒΕΣ ΤΟΥ ΑΡΘΡΙΚΟΥ ΧΟΝΔΡΟΥ..... | 9 |
| □ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΩΝ..... | 10 |
| ▪ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ..... | 11 |
| ▪ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΜΠΑΣΚΕΤ..... | 12 |
| ▪ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΒΟΛΛΕΙ..... | 13 |
| ▪ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΣΤΙΒΟ..... | 14 |
| ▪ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΗ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗ..... | 14 |
| □ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΟΔΗΓΟΥΝ ΣΕ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥΣ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟΥΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΥΣ..... | 16 |
| □ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΣΤΟ ΤΡΑΥΜΑ..... | 19 |
| □ ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΟΥΛΩΣΗΣ ΤΡΑΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΥΤΤΑΡΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ..... | 26 |
| ▪ ΦΑΣΗ ΦΛΕΓΜΟΝΗΣ..... | 27 |
| ▪ ΦΑΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ..... | 29 |
| ▪ ΦΑΣΗ ΕΠΑΝΑΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ..... | 30 |
| ▪ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΟΚΚΙΩΔΟΥΣ ΙΣΤΟΥ..... | 30 |
| ▪ ΣΥΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΤΡΑΥΜΑΤΟΣ..... | 31 |
| ▪ ΕΠΟΥΛΩΣΗ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΕΝΩΝ ΙΣΤΩΝ..... | 32 |
| □ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΟΥΛΩΣΗ ΤΟΥ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΕΝΟΥ ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ..... | 35 |
| ▪ ΤΟΠΙΚΗ ΟΞΥΓΟΝΩΣΗ ΙΣΤΟΥ..... | 36 |
| ▪ ΗΛΙΚΙΑ..... | 36 |
| ▪ ΚΑΠΝΙΣΜΑ..... | 37 |
| ▪ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ STRESS..... | 37 |
| ▪ ΑΝΑΙΜΙΑ..... | 37 |
| ▪ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ..... | 38 |
| ▪ ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΡΑΥΜΑΤΟΣ..... | 38 |
| ▪ ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΟΣ..... | 38 |
| ▪ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΟΣ..... | 38 |
| ▪ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ..... | 38 |
| ▪ ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΕΝΟΥ ΑΘΛΗΤΗ..... | 39 |
| ▪ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΘΛΗΤΗ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟ..... | 41 |
| □ ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΩΝ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ..... | 42 |
| □ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ..... | 45 |

| | |
|---|-----|
| ▪ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ..... | 46 |
| ▪ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ..... | 50 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ..... | 50 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΡΩΤΕΙΝΗΣ..... | 52 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΜΙΝΟΞΕΩΝ..... | 55 |
| – ΑΡΓΙΝΙΝΗ..... | 56 |
| – ΓΛΟΥΤΑΜΙΝΗ..... | 56 |
| – ΔΙΑΚΛΑΔΙΣΜΕΝΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ..... | 57 |
| – ΓΛΥΚΙΝΗ..... | 58 |
| – ΙΣΤΙΔΙΝΗ ΚΑΙ ΚΑΡΝΟΣΙΝΗ..... | 58 |
| – ΜΕΘΕΙΟΝΙΝΗ ΚΑΙ ΚΥΣΤΕΙΝΗ..... | 58 |
| – ΟΡΝΙΘΙΝΗ..... | 59 |
| – ΠΡΟΛΙΝΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΞΥΠΡΟΛΙΝΗ..... | 59 |
| – ΦΑΙΝΥΛΑΛΑΝΙΝΗ..... | 59 |
| – ΛΥΣΙΝΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΞΥΛΥΣΙΝΗ..... | 59 |
| – ΤΡΥΠΤΟΦΑΝΗ..... | 60 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ..... | 61 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΛΙΠΟΥΣ..... | 61 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ..... | 64 |
| – ΒΙΤΑΜΙΝΗ C..... | 64 |
| – ΒΙΤΑΜΙΝΗ A..... | 69 |
| – ΒΙΤΑΜΙΝΗ E..... | 72 |
| – ΒΙΤΑΜΙΝΗ D..... | 74 |
| – ΒΙΤΑΜΙΝΗ K..... | 77 |
| – ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑΤΟΣ B..... | 78 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ..... | 83 |
| – ΑΣΒΕΣΤΙΟ-ΦΩΣΦΟΡΟΣ..... | 83 |
| – ΜΑΓΝΗΣΙΟ..... | 85 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ..... | 86 |
| – ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ..... | 86 |
| – ΧΑΛΚΟΣ..... | 91 |
| – ΣΙΔΗΡΟΣ..... | 93 |
| – ΜΑΓΓΑΝΙΟ..... | 94 |
| – ΣΕΛΗΝΙΟ..... | 96 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΑΣΩΝ..... | 97 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΥΞΗΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ..... | 98 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΓΛΥΚΟΖΑΜΙΝΟΓΛΥΚΑΝΩΝ..... | 100 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ..... | 102 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΩΣΦΑΤΙΔΥΛΟΣΕΡΙΝΗΣ..... | 104 |
| • Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΒΟΤΑΝΩΝ..... | 104 |
| • ΕΙΔΙΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ..... | 105 |
| • ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΓΙΑ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟΥΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΥΣ..... | 108 |
| ▪ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ..... | 113 |
| • ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ..... | 119 |
| • ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΟΥ ΜΥΟΤΕΝΟΝΤΙΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ..... | 120 |
| • ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΤΟΥ ΑΡΘΡΙΚΟΥ..... | |

| | |
|---|-----|
| ΧΟΝΔΡΟΥ..... | 122 |
| • ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ..... | 123 |
| ▪ ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ..... | 126 |
| □ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 127 |
| □ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ..... | 129 |
| □ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 131 |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την αρχαιότητα είναι γνωστός ο ευεργετικός ρόλος της φυσικής άσκησης για τη διατήρηση τόσο της σωματικής όσο και της πνευματικής υγείας και ευεξίας του οργανισμού. Ο Ιπποκράτης (460-377 π.Χ.) συνέγραψε αρκετές πραγματείες σχετικά με την αθλητική δραστηριότητα, στις οποίες τόνιζε ότι εκτός από κατάλληλη διατροφή, ο άνθρωπος χρειάζεται και άσκηση προκειμένου να διατηρείται υγιής. Πέντε αιώνες μετά τον Ιπποκράτη, ο Έλληνας ιατρός Γαληνός (131-201 μ.Χ) δίδασκε τους επτά νόμους της υγείας, ανάμεσα στους οποίους εξέχουσα θέση κατείχε η άσκηση (1,2). Είναι επίσης γνωστή η φράση που έλεγαν οι Αρχαίοι Έλληνες “νους υγιής εν σωματι υγιές”. Επιπλέον, αναφέρεται ότι η σωστή προπόνηση αποτελούσε έναν από τους πλέον καθοριστικούς παράγοντες επιτυχίας των αθλητών στις διάφορες Ολυμπιάδες (3). Όσον αφορά τη σύγχρονη εποχή, η σωματική άσκηση για διατήρηση υγείας εντάσσεται συνειδητά από τον ευρύ πληθυσμό στις “καθημερινές αναγκαιότητες” και παράλληλα οι απαιτήσεις και ο ανταγωνισμός του πρωταθλητισμού βρίσκονται σε πολύ υψηλά επίπεδα (4). Η είσοδος του επαγγελματικού αθλητισμού είναι πια γεγονός, το κυνήγι των ρεκόρ έχει πάρει διαστάσεις επιδημίας και η εξειδίκευση των αθλητικών δραστηριοτήτων είναι αναμφισβήτητη. Η αθλητική άμιλλα έχει πλέον φθάσει στο αποκορύφωμά της, ενώ τα προπονητικά προγράμματα βρίσκονται σε πολύ προχωρημένα στάδια εξέλιξης και μόνο αθλητές με ιδανικές σωματικές αναλογίες, ικανοί να εκτελούν τέλειες από τεχνικής άποψης κινήσεις, ελπίζουν σε κάποια διάκριση. Άλλο ένα χαρακτηριστικό της σημερινής εποχής είναι οι βελτιωμένες αθλητικές αποδόσεις και επιδόσεις καθώς και η αυξημένη αθλητική συμμετοχή στις πρόσφατες Ολυμπιάδες.

Ωστόσο, παρά τη μεγάλη ανάπτυξη τόσο της αθλητικής επιστήμης όσο και της αντίστοιχης βιομηχανίας, ο ασκούμενος, επαγγελματίας ή ερασιτέχνης, εξακολουθεί να βρίσκεται υπό την απειλή τραυματισμών, μικρότερων ή μεγαλύτερων, τα επακόλουθα των οποίων είναι δυσάρεστα για τον ίδιο αλλά και για όλο τον αθλητικό κόσμο που τον περιβάλλει (4). Ανάμεσα στους αθλητικούς τραυματισμούς, εξέχουσα θέση κατέχουν οι τραυματισμοί του συνδετικού ιστού και του μυοσκελετικού συστήματος. Ενώ στο παρελθόν η ιατρική φροντίδα αυτών των τραυματισμών είχε υποεκτιμηθεί ή αγνοηθεί εντελώς, σήμερα αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του αθλητικού τομέα (5). Αυτοί που ασχολούνται κυρίως με την αποκατάσταση αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών είναι οι φυσικοθεραπευτές, οι αθλίαιτροι, οι εργοφυσιολόγοι, οι φαρμακοποιοί, οι ψυχολόγοι καθώς και άλλοι αθλητικοί επιστήμονες. Τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει αποκτήσει ο ρόλος που μπορεί να διαδραματίσει και η διατροφή τόσο στην πρόληψη όσο και στην αποκατάσταση των παραπάνω τραυμάτων. Πολλοί είναι αυτοί που ισχυρίζονται ότι διατροφικά συμπληρώματα μπορούν να επιταχύνουν δραματικά την αποκατάσταση αθλητικών τραυμάτων, ενώ πολυάριθμοι ερευνητές μελετούν τη μεμονωμένη ή συνδυασμένη επίδραση διαφόρων θρεπτικών συστατικών στην επούλωση τραυμάτων. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να εξετάσει όλους εκείνους τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποκατάσταση των αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών, δίνοντας έμφαση στη διατροφή και τη λειτουργική αποκατάσταση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1



**ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ
ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ**

Οι αθλητικοί τραυματισμοί διακρίνονται σε οξείους (acute) και χρόνιους (chronic) (2,6,7,8,9,10,11,12,13). Οι οξείς τραυματισμοί ή μακροτραυματισμοί (macrotrauma), οι οποίοι προέρχονται είτε από σύγκρουση είτε από βίαιη πτώση, αποτελούν την πλειοψηφία και είναι αρκετά σοβαροί με αποτέλεσμα να περιορίζουν συχνά την φυσική λειτουργία, την ικανότητα προπόνησης και την αγωνιστικότητα του αθλούμενου. Οι πιο συνήθεις μορφές οξείων αθλητικών τραυματισμών είναι τα κατάγματα (fractures) μακρών οστών, τα διαστρέμματα (sprains) στους συνδέσμους των αρθρώσεων, οι εξάρθρωσεις (dislocations), οι ρήξεις τενόντων και συνδέσμων (tendon and ligament tears), το τράβηγμα των μυών ή θλάσεις (sprains), ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος (muscle soreness), οι εκχυμώσεις (echymoses), τα αιματώματα (hematomas), οι μώλωπες (bruises or contusions), οι περιπτώσεις διάσεισης (concussion) κ.α. Από την άλλη πλευρά, οι χρόνιοι αθλητικοί τραυματισμοί προέρχονται είτε από προηγούμενους οξείους τραυματισμούς που δεν έχουν επουλωθεί πλήρως, είτε από επαναλαμβανόμενα μικροτραύματα υπέρχρησης (overuse or stress injuries) (2,11,14,15). Τα τραύματα αυτής της κατηγορίας, τα οποία συνοδεύονται από χρόνια φλεγμονή, είναι τα κατάγματα καταπόνησης (stress fractures), η οστεοαρθρίτιδα (osteoarthritis), η τενοντίτιδα (tendinitis), η θυλακίτιδα (bursitis), η ινοσίτιδα (fibrositis), η επικονδυλίτιδα (epicondylitis), η οσφυαλγία, η ισχυαλγία καθώς και άλλες εκφυλιστικές διαταραχές των αρθρώσεων. Σε αντίθεση με τα οξεία τραύματα που διαπιστώνονται εύκολα, τα τραύματα υπέρχρησης τείνουν να είναι πιο πολύπλοκα και τα συμπτώματά τους συνήθως εμφανίζονται αφότου ένα σημαντικό τμήμα του ιστού έχει καταστραφεί ή αποδυναμωθεί. Επίσης, οι μυοσκελετικοί αθλητικοί τραυματισμοί μπορούν να διαχωριστούν ανάλογα με τη σοβαρότητά τους σε ήπιους, μέτριας σοβαρότητας και πολύ σοβαρούς. Παρακάτω θα γίνει μια σύντομη αναφορά των πιο συχνών αθλητικών τραυματισμών.

Κατάγματα

Κάταγμα λέγεται η μερική ή ολική λύση της συνέχειας ενός οστού και μπορεί να προκληθεί από την εφαρμογή μεγάλου φορτίου σε φυσιολογικό οστό, από την εφαρμογή φυσιολογικού σχετικά φορτίου σε οστό που για διάφορους λόγους έχει χάσει ένα μέρος της μηχανικής του αντοχής καθώς και από την εφαρμογή μικρού μεγέθους φορτίων, τα οποία όμως επιβάλλονται για μεγάλο χρονικό διάστημα, έτσι ώστε να καταπονήσουν το οστό (6,11,16). Στην τελευταία περίπτωση τα κατάγματα καλούνται κατάγματα από καταπόνηση. Γενικά τα κατάγματα χωρίζονται ανάλογα με:

1. Την κλινική εικόνα: σε ανοικτά, όταν το σπασμένο οστό βρίσκεται σε επαφή με το περιβάλλον και σε κλειστά, όταν δεν υπάρχει ανοικτή πληγή.
2. Το μηχανισμό που το προκάλεσε: σε άμεσα και έμμεσα.
3. Τη γραμμή του κατάγματος: σε λοξά, εγκάρσια και σπειροειδή.
4. Την ένταση της δύναμης που τα προκάλεσε: σε βίαια, παθολογικά και από καταπόνηση.

Υπάρχουν και άλλες υποδιαφάσεις, όπως: συμπίεστικά, διπλά, συντριπτικά, αποσπαστικά, εσφηνωμένα, ατελή κ.α. Τα κατάγματα συχνά χαρακτηρίζονται από αιμορραγία και αποτελούν ένα οξύ φλεγμονώδες γεγονός.

Συνδεσμικοί τραυματισμοί

Οι λειτουργίες των συνδέσμων, οι οποίοι αποτελούν σκληρές ταινίες, είναι να σταθεροποιούν την άρθρωση, να καθοδηγούν την κίνηση της άρθρωσης και να παρεμποδίζουν υπερβολικές, όχι φυσιολογικές, κινήσεις της άρθρωσης (6,7,11,17,18). Από τις λειτουργίες τους και μόνο φαίνεται, ότι οι σύνδεσμοι έχουν να εκτελέσουν ένα

βαρύ μηχανικό έργο, γιατί δέχονται μεγάλα μηχανικά φορτία στην προσπάθειά τους να παρεμποδίσουν μη φυσιολογικές κινήσεις, ή να σταθεροποιήσουν μία άρθρωση. Γι' αυτούς τους λόγους, οι συνδεσμικοί τραυματισμοί είναι πάρα πολύ συχνόι σε άτομα με μεγάλη κινητική δραστηριότητα, όπως είναι οι αθλητές, και ανάλογα με τη σοβαρότητά τους και τη χαλάρωση που προκαλούν στην άρθρωση κατατάσσονται σε πρώτου, δευτέρου και τρίτου βαθμού. Οι συνδεσμικοί τραυματισμοί πρώτου βαθμού είναι σχετικά μικροί και οι κολλαγόνες ίνες που έχουν σπάσει είναι πολύ λίγες. Κατά τη στιγμή του τραυματισμού υπάρχει λίγος πόνος, οίδημα και δυσκολία στην κίνηση, χωρίς όμως χαλάρωση της άρθρωσης. Οι τραυματισμοί αυτοί λέγονται και διαστρέμματα πρώτου βαθμού. Αντιθέτως, οι συνδεσμικοί τραυματισμοί δευτέρου βαθμού είναι πολύ σοβαρότεροι από εκείνους του πρώτου βαθμού. Πρόκειται για κακώσεις κατά κανόνα θυλακοσυνδεσμικές, στις οποίες έχει σπάσει μεγάλος αριθμός κολλαγόνων ινών του συνδέσμου και του θυλάκου. Υπάρχει πολύς πόνος κατά τη στιγμή του τραυματισμού, άλγος, μειωμένη κίνηση, οίδημα και μικρού βαθμού χαλάρωση και αστάθεια της άρθρωσης. Τέλος, οι συνδεσμικοί τραυματισμοί τρίτου βαθμού είναι βαρύτατοι. Πρόκειται για ολική ρήξη ενός ή περισσότερων συνδέσμων και, σχεδόν πάντα, τμήματος του αρθρικού θυλάκου. Κατά τη στιγμή του τραυματισμού υπάρχει μεγάλος πόνος, οίδημα και μεγάλη χαλάρωση της άρθρωσης.

Εξάρθρωσεις

Η εξάρθρωση αποτελεί μία σοβαρή περίπτωση διαστρέμματος όπου συμβαίνει ρήξη της μηχανικής δομής της άρθρωσης, και τα άκρα του οστού που περιβάλλει την άρθρωση δεν βρίσκονται πλέον σε επαφή. Το οστόν αυτό, τις περισσότερες φορές, υφίσταται κάταγμα, ενώ οι σύνδεσμοι έχουν υποστεί ρήξη (6).

Τραυματισμοί του μυοτενόντιου συνόλου

Οι μύες και οι τένοντες, ενώ κατασκευαστικά διαφέρουν, λειτουργικά αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο, που ονομάζεται μυοτενόντιο, στο οποίο ότι συμβαίνει στο ένα στοιχείο του, επηρεάζει άμεσα και το άλλο (6,9,10,18,19). Γι' αυτό το λόγο, οι διάφοροι τραυματισμοί που γίνονται στους μύες ή στους τένοντές τους δεν μπορούν να εξετασθούν μεμονωμένα, αλλά συνολικά. Οι τραυματισμοί του μυοτενόντιου συνόλου είναι συνήθως ρήξεις ινών και μπορεί να γίνουν στη γαστέρα του μυός, στη μυοτενόντια ένωση, στον τένοντα και στην οστική πρόσφυση του τένοντα. Οι τραυματισμοί αυτοί μπορεί να γίνουν από:

- Άμεση πλήξη: στις περιπτώσεις αυτές τα μυϊκά κύτταρα συνθλίβονται και τοπικά, στο σημείο της πλήξης, υπάρχει και ρήξη μικρών ή μεγάλων αγγείων, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα το τοπικό αιμάτωμα και το οίδημα. Αυτού του είδους οι τραυματισμοί κλινικά αναφέρονται σαν αιματώματα και συνήθως συμβαίνουν στις μεγάλες μυϊκές μάζες των άνω και κάτω άκρων, στα αθλήματα επαφής.
- Μεγάλη εφελκυστική φόρτιση: όταν το εφελκυστικό φορτίο, με το οποίο θα φορτιστεί το μυοτενόντιο σύνολο, είναι μεγαλύτερο από την αντοχή του ή όταν ξεπεραστούν τα όρια της ελαστικότητας του συνόλου, δηλαδή όταν υπερδιαταθεί, τότε συμβαίνουν θλάσεις μυών.
- Φόρτιση μεγάλη σε μέγεθος και διάρκεια: όταν το μυοτενόντιο σύνολο φορτισθεί με επαναλαμβανόμενα φορτία, μεγάλα σε μέγεθος και διάρκεια, πέρα από το μέγιστο όριο αντοχής του, οι τραυματισμοί που γίνονται είναι κυρίως μικροσκοπικοί και αναφέρονται σαν σύνδρομα υπέρχρησης. Ο τραυματισμός που συμβαίνει στο τενόντιο τμήμα του συνόλου, όταν ξεπεραστεί το όριο αντοχής

του, είναι μικροσκοπικές βλάβες στις εγκάρσιες γεφυρώσεις των ενδο και μεσομοριακών δεσμών του τροποκολλαγόνου και είναι γνωστές σαν τενοντίτιδα.

Θλάσεις: Οι θλάσεις από υπερβολική διάταση δε γίνονται στο μέσο της μυϊκής ίνας, επειδή αυτή έχει πολύ μεγάλη ελαστικότητα, αλλά στη μυοτενόντια ένωση, επειδή εκεί υπάρχει απότομη διαφορά στην πυκνότητα του υλικού, που μεταπίπτει από μυϊκό ιστό σε κολλαγόνο (6). Οι θλάσεις, ανάλογα με τον αριθμό των ινών που έχουν αποκολληθεί χαρακτηρίζονται σαν πρώτου, δευτέρου και τρίτου βαθμού. Στις θλάσεις πρώτου βαθμού δεν υπάρχει αποκόλληση μεγάλου αριθμού μυϊκών ινών. Υπάρχει τοπικά μεγάλη ευαισθησία και οίδημα. Δεν παρατηρείται μείωση της δύναμης στο τραυματισμένο μυοτενόντιο σύνολο και η κίνηση στις παρακείμενες αρθρώσεις δεν είναι περιορισμένη. Στις θλάσεις δευτέρου βαθμού ο αριθμός των μυϊκών ινών που έχει αποκολληθεί είναι πολύ μεγάλος. Εκτός από την αποκόλληση των μυϊκών ινών, υπάρχει και ρήξη των αγγείων της περιοχής, οίδημα και η κινητικότητα των παρακείμενων αρθρώσεων είναι περιορισμένη. Σε αυτού του είδους θλάσεις, συνήθως μαζί με την αποκόλληση των μυϊκών ινών υπάρχει και ανάλογη βλάβη του κολλαγόνου της περιοχής. Τέλος, στις θλάσεις τρίτου βαθμού, ένα ή περισσότερα τμήματα του μυός έχουν αποκολληθεί πλήρως. Πρόκειται για μυϊκές ρήξεις, οι οποίες όταν είναι πλήρεις διαπιστώνονται εύκολα, γιατί δεν υπάρχει κίνηση των αρθρώσεων που προσπελαύνει ο μυς, ενώ όταν είναι μερικές, η κίνηση των παρακείμενων αρθρώσεων είναι πολύ περιορισμένη και χρειάζεται ειδικός έλεγχος για να διαπιστωθεί το μέγεθός τους. Γενικά, οι θλάσεις αποτελούν οξείες φλεγμονώδεις καταστάσεις και χαρακτηρίζονται από πόνο, μυϊκούς σπασμούς και μειωμένη δύναμη και λειτουργικότητα των μυών.

Τενοντίτιδες: Το ανθρώπινο σώμα έχει περίπου 640 μύες και σχεδόν διπλάσιους τένοντες, οι οποίοι καταλαμβάνουν ένα πολύ μεγάλο τμήμα και επειδή δέχονται μεγάλα μηχανικά φορτία τραυματίζονται πολύ συχνά (6). Η απάντηση του σώματος σε έναν τραυματισμό είναι η φλεγμονώδης αντίδραση, η οποία ακολουθείται από την επούλωση. Η τενοντίτιδα είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει αυτού του είδους τη φλεγμονή του τένοντα. Οι βλάβες που συναντώνται σε μια τενοντίτιδα είναι σε μοριακό επίπεδο, δεν είναι άμεσα ορατές και είναι κατασκευαστικές (σπάσιμο των εγκαρσίων γεφυρών), αλλά και αγγειακές, γιατί ταυτόχρονα σπάνε και τα πολύ μικρά αγγεία στο εσωτερικό του τένοντα. Οι αγγειακές βλάβες έχουν πολύ μεγάλη πρακτική σημασία, γιατί διακόπτεται όχι μόνο η μεταφορά των διαφόρων θρεπτικών ουσιών στο εσωτερικό του τένοντα, αλλά και η μεταφορά του οξυγόνου, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική, γιατί συμβάλλει στο σχηματισμό των εγκαρσίων γεφυρών του τροποκολλαγόνου. Η μεγάλη φόρτιση του τένοντα κατά τη γρήγορη πλειομετρική άσκηση, όπως συμβαίνει σε πολλές φάσεις των διαφόρων αθλητικών δραστηριοτήτων, είναι ο παράγοντας “κλειδί” για τη δημιουργία της τενοντίτιδας.

Άλλες βλάβες μυών

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος και οι μυϊκές κράμπες (7,11,18). Μερικοί αθλητές προπονούνται πολύ σκληρά από τα πρώτα στάδια της προετοιμασίας τους λόγω του έντονου ανταγωνισμού που υπάρχει στον σύγχρονο αθλητισμό. Το αποτέλεσμα είναι να αντιμετωπίζουν συχνά καθυστερημένο μυϊκό πόνο. Αυτός εμφανίζεται αμέσως μετά την προπόνηση ή μετά από λίγες ώρες και διαρκεί για σύντομο χρονικό διάστημα. Έτσι, ένας καθυστερημένος, τοπικός μυϊκός πόνος, ορισμένες φορές εμφανίζεται 8 με 48 ώρες μετά την προπόνηση και διαρκεί λίγες μέρες πρωτού επιδιορθωθεί. Αυτός ο πόνος μπορεί να οφείλεται σε ελαφρές ρήξεις του συνδετικού ιστού, σε μη ελεγχόμενες συσπάσεις ή σπασμούς των ανεξάρτητων μυϊκών

ινών, σε καταστροφή μυϊκών ινών και σε παρατεταμένες επιδράσεις μεταβολικών παραπροϊόντων. Επιπλέον, συσχετίζεται με οίδημα και με μειωμένη δύναμη που διαρκούν πάνω από μία εβδομάδα. Όσον αφορά τις μυϊκές κράμπες, αυτές χαρακτηρίζονται από αυθόρμητες μυϊκές συσπάσεις, οι οποίες μπορεί να συμβούν είτε κατά την διάρκεια της αθλητικής δραστηριότητας είτε κάποιες ώρες αργότερα. Οι μυϊκές κράμπες οφείλονται συνήθως σε αφυδάτωση του αθλητή κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης. Καθώς αυτός ασκείται έντονα, χάνει μεγάλη ποσότητα νερού μέσω της εφίδρωσης. Αυτή η απώλεια νερού μειώνει τον όγκο του αίματος με αποτέλεσμα λιγότερο αίμα να φτάνει στους μύες, άρα και λιγότερο οξυγόνο, εφόσον αυτό μεταφέρεται με το αίμα. Επιπρόσθετα, οι ηλεκτρολυτικές διαταραχές, λόγω απώλειας νατρίου μέσω του ιδρώτα, μπορούν να οδηγήσουν σε μυϊκές κράμπες. Άλλες, λιγότερο συνήθεις αιτίες, είναι ο ψυχρός ή πολύ ζεστός καιρός, ο Σακχαρώδης Διαβήτης και οι διαταραχές του κυκλοφορικού και νευρικού συστήματος.

Μώλωπες

Οι μώλωπες είναι αποτέλεσμα άμεσου χτυπήματος, το οποίο προκαλεί ιστική καταστροφή. Τα συμπτώματά τους είναι πόνος, ακαμψία, άλγος στο σημείο του χτυπήματος και αποχρωμάτωση του δέρματος που προκαλείται από εσωτερική αιμορραγία στους μαλακούς ιστούς των μυών (11).

Βλάβες του αρθρικού χόνδρου

Οι βλάβες του αρθρικού χόνδρου διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: στις οξείες και τις χρόνιες (6). Οι οξείες οφείλονται κυρίως σε τραυματισμούς, ενώ οι χρόνιες, μπορεί να είναι το απώτερο αποτέλεσμα μικρών ή μεγάλων τραυματισμών του αρθρικού χόνδρου. Οι οξείες τραυματισμοί είναι αρκετά συχνοί, δεν έχουν πάντα έκδηλη κλινική σημειολογία και μπορεί να προέρχονται από ενδοαρθρικά κατάγματα, από τραυματισμό των ενδιάμεσων ζωνών του αρθρικού χόνδρου, από τραυματισμό από συμπίεστική φόρτιση και από τραυματισμό με “κάθετο σχίσμο” της ασβεστοποιημένης ζώνης και του υποχόνδριου οστού. Οι χρόνιες βλάβες του αρθρικού χόνδρου συμβαίνουν κυρίως όταν διαταραχθεί η κινηματική της άρθρωσης. Κινηματικές διαταραχές σε μία άρθρωση μπορεί να προέλθουν από συνδεσμικές ανεπάρκειες, από διαταραχές στη δύναμη και το μήκος, μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών, από μη φυσιολογική απόκλιση των αξόνων των αρθρουμένων οστών, από ρίκνωση των περιαρθρικών κολλαγόνων ιστών καθώς και από παραμελημένες ρήξεις μηνίσκων. Ιδιαίτερη κατηγορία βλαβών του αρθρικού χόνδρου αποτελούν τα οστεοχόνδρινα κατάγματα. Στις περιπτώσεις αυτές, ένα τμήμα του οστού, αποτελούμενο από χόνδρο και οστίτη ιστό, πέφτει μέσα στην άρθρωση, επειδή νεκρώθηκε. Αυτά είναι τα λεγόμενα “ελεύθερα σώματα”, τα οποία δημιουργούν συχνά επιπλοκές της άρθρωσης. Επιπλέον, οι τραυματισμοί του αρθρικού χόνδρου κατατάσσονται, ανάλογα με το βάθος τους, σε “επιφανειακούς” και “εν τω βάθει”. Οι επιφανειακοί τραυματισμοί διαχωρίζονται σε τύπου 1 και 2. Στους τύπου 1 υπάρχουν βλάβες στις κολλαγόνες ίνες της επιφανειακής ζώνης, ενώ στους τύπου 2 οι βλάβες επεκτείνονται, εκτός από την επιφανειακή ζώνη, και στις ενδιάμεσες ζώνες. Στην ασβεστοποιημένη ζώνη δεν υπάρχουν βλάβες. Όσον αφορά τους εν τω βάθει τραυματισμούς, αυτοί χωρίζονται σε τύπου 3 και 4. Οι τύπου 3 είναι βλάβες μικρές σε έκταση αλλά μεγάλες σε βάθος. Επεκτείνονται σε όλες τις ζώνες του αρθρικού χόνδρου και το υποχόνδριο οστού. Αντίθετα, οι τύπου 4 είναι βλάβες μεγάλες σε έκταση και βάθος, όλων των ζωνών του χόνδρου και του υποχόνδριου οστού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2



**ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ
ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΩΝ**

Στη σημερινή εποχή, όλο και πιο πολλοί άνθρωποι συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες. Η ενασχόληση με τα σπορ και τον αθλητισμό αποτελεί ένα κυρίαρχο γνώρισμα της σύγχρονης κοινωνίας. Η ευρεία όμως αυτή “στροφή” προς τον αθλητισμό οδηγεί αναπόφευκτα σε τραυματισμούς (4). Οι πιο κοινοί αθλητικοί μυοσκελετικοί τραυματισμοί συμβαίνουν στο γόνατο, τον αστράγαλο, στο πόδι, στον αγκώνα, στον καρπό, στη σπονδυλική στήλη, στα δάχτυλα του χεριού και στους μύες των άκρων. Τα κατάγματα αποτελούν το 5 με 6% όλων των αθλητικών τραυματισμών(20). Συμβαίνουν κυρίως στα πόδια (π.χ. κάταγμα ισχύου), ενώ είναι σπάνια στην σπονδυλική στήλη και το κρανίο. Τα κατάγματα υπέρχρησης, τα οποία αποτελούν το 10% των τραυματισμών στους αθλητές, συμβαίνουν συχνά στην κνήμη, την περόνη, τον αστράγαλο, την κεφαλή του μηριαίου οστού και το πόδι (14,15). Επιπλέον, οι τραυματισμοί των πλάγιων συνδέσμων στον αστράγαλο συνιστούν έναν από τους πιο συνήθεις τραυματισμούς. Άλλα συχνά αθλητικά τραύματα είναι η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου του γόνατος, οι κακώσεις των μηνίσκων του γόνατος και οι τραυματισμοί του αγκώνα, όπως η ετερόπλευρη επικονδυλίτιδα, σε αθλήματα όπου το χέρι κινείται πάνω από το κεφάλι (π.χ. τένις). Όμως, όλα τα σπορ δεν χαρακτηρίζονται από τους ίδιους τραυματισμούς. Διαφορετικά σπορ οδηγούν σε διαφορετικούς τραυματισμούς σε διαφορετικά σημεία του σώματος. Επίσης, εφόσον σε διαφορετικές χώρες υπάρχουν διαφορές στις αθλητικές συνθήκες και στην αθλητική κουλτούρα, είναι προτιμότερο να διεξάγονται Εθνικές επιδημιολογικές έρευνες, σχετικά με αθλητικούς τραυματισμούς, σε κάθε ανεξάρτητη χώρα. Τέλος, οι τραυματισμοί που συμβαίνουν πιο συχνά σε χειμερινά σπορ, όπως το σκι, είναι τα κρουπαγήματα, η υποθερμία, τα διαστρέμματα, οι ρήξεις μυών και τα κατάγματα οστών, τα οποία οφείλονται σε πτώσεις ή σε υπέρχρηση ορισμένων μυών και αρθρώσεων (21).

Παρακάτω, θα γίνει πιο εκτενής αναφορά σε τραυματισμούς που συμβαίνουν στα τέσσερα ίσως πιο δημοφιλή αθλήματα του κόσμου, δηλαδή στο ποδόσφαιρο, το μπάσκετ, το βόλλεϊ, τα αγωνίσματα στίβου και τη γυμναστική.

Τραυματισμοί στο ποδόσφαιρο (22): Το ποδόσφαιρο είναι ένα σπορ που απαιτεί γρήγορη επιτάχυνση και επιβράδυνση, πλάγιο και προς τα πίσω εκτόπισμα, άλμα, κλώτσιμα και επαφή με άλλους παίκτες. Όλα τα παραπάνω αποτελούν παράγοντες που κάνουν έναν ποδοσφαιριστή ευπαθή σε μυοσκελετικούς τραυματισμούς. Πολλοί τραυματισμοί συναντώνται στους ποδοσφαιριστές, και αυτό αντανακλά το γεγονός ότι το ποδόσφαιρο είναι ένα πολύ δημοφιλές άθλημα. Οι τραυματισμοί που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια του αγώνα είναι διπλάσιοι σχετικά με αυτούς που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της προπόνησης. Πάνω από το 70% των τραυμάτων περιλαμβάνουν τα κάτω άκρα, ενώ το διάστρεμμα στον αστράγαλο είναι ο πιο συχνός τραυματισμός (35%). Επίσης, οι τραυματισμοί του μηνίσκου παρουσιάζουν υψηλότερη συχνότητα στο ποδόσφαιρο σε σχέση με τα άλλα αθλήματα (35% όλων των περιπτώσεων). Η άρθρωση του αγκώνα αποτελεί την πιο συχνά τραυματισμένη περιοχή του άνω άκρου. Οι τραυματισμοί του κορμού αντιστοιχούν στο 6% όλων των ποδοσφαιρικών τραυματισμών, ενώ τα τραύματα στο κεφάλι και το λαιμό στο 5%. Οι μώλωπες αντιπροσωπεύουν το 1/3 των ποδοσφαιρικών τραυματισμών, τα κατάγματα συμβαίνουν πιο συχνά στα άνω άκρα και οι ρήξεις των χιαστών συνδέσμων παρατηρούνται σε πολύ μεγάλη συχνότητα. Ακόμη, τα σύνδρομα υπέρχρησης αντιπροσωπεύουν το 37% όλων των τραυματισμών. Η πιο κοινή αιτία τραυματισμού είναι η σύγκρουση με άλλο παίχτη και είναι υπεύθυνη για το 30% όλων των τραυματισμών. Περίπου το 16% των τραυματισμών στο ποδόσφαιρο συμβαίνει όταν ο παίχτης κλωτσιθεί από κάποιον αντίπαλο. Οι προβολές (tackling) προκαλούν πάνω από το 50% των τραυμάτων στο γόνατο. Δεν φαίνεται να υπάρχει σημαντική διαφορά στο ρυθμό συνδεσμικών τραυματισμών ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες ποδοσφαιριστές. Αντίθετα, οι άνδρες

υφίστανται περισσότερους τραυματισμούς στον αστράγαλο σε σχέση με τις γυναίκες, ενώ αυτές παρουσιάζουν υψηλότερο ρυθμό συνδεσμικών τραυματισμών στο γόνατο. Οι ρυθμοί τραυματισμού είναι παρόμοιοι στον τερματοφύλακα και στους άλλους παίχτες. Ο τερματοφύλακας αντιμετωπίζει πιο συχνά τραυματισμούς στα δάχτυλα, στο κεφάλι, στον αγκώνα ή στα χέρια, ενώ οι υπόλοιποι παίχτες τραυματίζονται πιο συχνά στο μηρό ή τον αστράγαλο. Ακόμη, αναφέρεται ότι το 75% των ποδοσφαιρικών τραυματισμών δεν είναι σοβαροί, με αποτέλεσμα οι πιο σοβαροί τραυματισμοί να αποτελούν την εξαίρεση και όχι τον κανόνα. Ο γενικός ρυθμός τραυματισμών είναι περίπου 19:1000 ώρες παιχνιδιού. Στον Πίνακα 2.1. αναφέρονται τα ποσοστά των ποδοσφαιρικών τραυματισμών στις διάφορες περιοχές του σώματος καθώς και στα άκρα του.

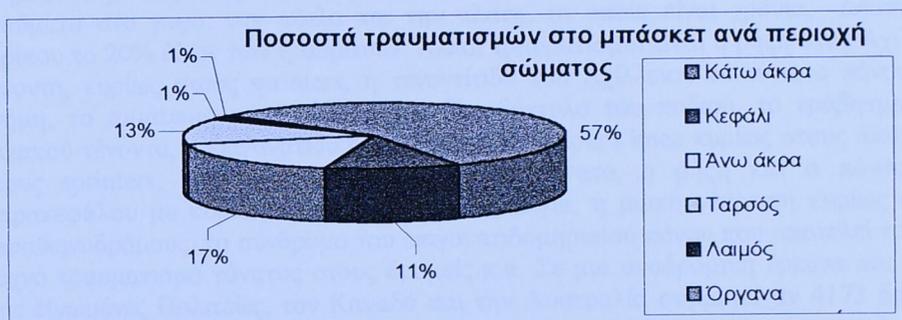
| Περιοχή σώματος | (%) | Τραυματισμοί στα άκρα | (%) |
|--------------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| Κάτω άκρα | 70 | Αστράγαλος | 22 |
| Ανω άκρα | 19 | Γόνατο | 20 |
| Κορμός | 6 | Μηρός | 15 |
| Κεφάλι και λαιμός | 5 | Αγκώνας | 9 |
| | | Πόδι | 8 |
| | | Καρπός | 8 |
| | | Χέρι | 7 |
| | | Ωμος | 6 |
| | | Άλλο | 5 |

Πίνακας 2.1. Ποσοστά των ποδοσφαιρικών τραυματισμών στις διάφορες περιοχές του σώματος καθώς και στα άκρα. (Bull R. Charles et al., *Handbook of Sports Injuries*, McGraw-Hill Companies, Canada.1999).

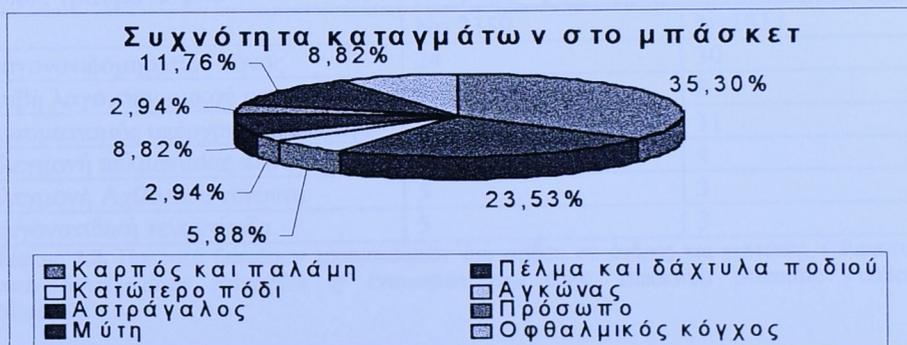
Τραυματισμοί στο μπάσκετ (καλαθοσφαίριση) (23,24): Το μπάσκετ απαιτεί ισόποσα κατανομημένη συνεργασία των άνω και κάτω άκρων. Παρόλα αυτά, τα κάτω άκρα είναι πιο επηρεπή σε μυοσκελετικούς τραυματισμούς, και ακολουθούνται από τα άνω άκρα, τον τارسό και το κεφάλι (βλέπε Εικόνα-2.1). Τα οξεία τραύματα πιο συχνά προσβάλλουν τον αστράγαλο, το γόνατο, το χέρι ή το πρόσωπο ενώ τα χρόνια λόγω υπέρχρησης αφορούν συχνότερα το γόνατο, το πόδι, τον αστράγαλο και το πίσω μέρος της πλάτης (βλέπε Πίνακα-2.2). Ο πιο κοινός τραυματισμός είναι το διάστρεμμα στον αστράγαλο και πιο συγκεκριμένα στον πλάγιο αστράγαλοπερονιαίο σύνδεσμο, ενώ ακολουθείται από την επιγονατιδική τενοντίτιδα και το τράβηγμα στην σπονδυλική στήλη. Τραυματισμοί που οδηγούν στην πιο μακρά απουσία από τους αγωνιστικούς χώρους είναι τα τραύματα στο γόνατο, στο καρπό, στο χέρι και στον αστράγαλο. Όσον αφορά το γόνατο, οι πιο συνηθισμένοι τραυματισμοί είναι ο επιγονατιδομηριαίος πόνος, η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου και η ρήξη μηνίσκου. Επίσης, ο πιο συχνά παρατηρούμενος τραυματισμός του μηρού είναι η θλάση στο τετρακέφαλο μυ. Τα πιο συνήθη κατάγματα συμβαίνουν στο χέρι και στο καρπό (35,3%) ακολουθούμενα από αυτά του ποδιού και των δακτύλων του (23,53%) (βλέπε Εικόνα-2.2). Άλλοι τραυματισμοί που συναντώνται στο μπάσκετ είναι αυτοί στον Αχιλλείο τένοντα, στον οπίσθιο κνημιαίο μυ, στον καμπτήρα του μεγάλου δαχτύλου του ποδιού, στους περονιαίους τένοντες, στη πτέρνα, στον αντιχειρα, στο σαγόνι και στα δόντια.

| Ανατομική περιοχή | Οξεία τραύματα (%) | Χρόνια τραύματα (%) |
|--|--------------------|---------------------|
| Αστράγαλος και πόδι | 30 | 10 |
| Γόνατο | 20 | 40 |
| Άλλα κάτω άκρα (περόνη, κνήμη, μηρός, γοφός) | 15 | 15 |
| Χέρι/καρπός | 10 | 5 |
| Πρόσωπο/μάτια/στόμα | 10 | - |
| Πίσω μέρος πλάτης | 5 | 15 |
| Άλλα | 15 | 15 |

Πίνακας 2.2. Ποσοστά οξέων και χρόνιων τραυμάτων στο μπάσκετ σε διάφορες περιοχές του σώματος. (Bull R. Charles et al., *Handbook of Sports Injuries*, McGraw-Hill Companies, Canada, 1999).



Εικόνα 2.1. Ποσοστά τραυματισμών στο μπάσκετ ανά περιοχή σώματος. (Sanford S. Kunkel, *Sports Medicine and Rehabilitation. A Sport Specific Approach*, Buschbacher Braddom, Canada, 1994).



Εικόνα 2.2. Συχνότητα καταγμάτων στο μπάσκετ. (Sanford S. Kunkel, *Sports Medicine and Rehabilitation. A Sport Specific Approach*, Buschbacher Braddom, Canada, 1994).

Τραυματισμοί στο βόλλει (πετοσφαίριση) (25): Τις τελευταίες δύο δεκαετίες το βόλλει έχει μετατραπεί από μια ερασιτεχνική δραστηριότητα σε ένα επαγγελματικό σπορ υψηλού ανταγωνισμού. Υπολογίζεται ότι ασχολούνται με αυτό το άθλημα περίπου 150 εκατομμύρια αθλητές σε 170 χώρες του κόσμου. Συνεπώς από άποψη συμμετοχής αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή αθλήματα στον κόσμο. Το βόλλει είναι ένα δυναμικό σπορ που απαιτεί γρήγορες και δυναμικές κινήσεις όλου του σώματος, οριζόντιες και κατακόρυφες. Μεγάλες πιέσεις δέχονται τα χέρια και οι παλάμες όταν χτυπούν την μπάλα, και έτσι είναι αναπόφευκτοι οι τραυματισμοί. Ενώ όμως η συχνότητα των τραυματισμών που συμβαίνουν σε ορισμένα σπορ όπως το μπάσκετ, το ποδόσφαιρο κ.α. έχει μελετηθεί αρκετά καλά, λίγες έρευνες έχουν γίνει σχετικά με τραυματισμούς σε βολλεϊμπολίστες. Πάντως, από αυτές τις λίγες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί

μέχρι σήμερα, προκύπτει το συμπέρασμα ότι στο βόλλει κυριαρχούν τα τραύματα στο γόνατο, τον αστράγαλο και τα δάχτυλα του χεριού.

Τραυματισμοί στο στίβο (26,27): Στα αθλήματα στίβου παρατηρούνται συνεχείς επαναλαμβανόμενες πιέσεις στο μυοσκελετικό σύστημα των αθλούμενων. Η πιο συνηθισμένη θέση τραυματισμού των αθλητών στίβου είναι το γόνατο, αντιπροσωπεύοντας το 30 με 50% όλων των τραυματισμών. Το κατώτερο πόδι, ο αστράγαλος και η πατούσα αποτελούν επίσης προβληματικές περιοχές. Πάνω από το 50% αυτών των αθλητών έχουν υποστεί διάστρεμμα αστραγάλου τουλάχιστον μία φορά στην καριέρα τους. Αναφέρεται ότι στα κατάγματα υπέρχρησης οφείλεται το 10% των τραυματισμών. Ανάμεσα σε αυτά ξεχωρίζουν τα κατάγματα υπέρχρησης στη κνήμη(34%), στην περόνη(24%), στα μετατάρσια(20%) και στο μηρό(14%). Τα τραύματα στο γοφό, την πύελο και την πλάτη, τα οποία είναι χρόνια, αποτελούν περίπου το 20% όλων των τραυμάτων. Άλλοι τραυματισμοί είναι η ρήξη στον Αχίλλειο τένοντα, κυρίως στους sprinters, η τενοντίτιδα του Αχίλλειου τένοντα, ο πόνος στη κνήμη, το αιμάτωμα κάτω από το μεγάλο δάχτυλο του ποδιού, το τράβηγμα του ιγνιακού τένοντα, η επιγονατιδική τενοντίτιδα ή jumper's knee κυρίως στους άλτες και στους sprinters, η θυλακίτιδα γύρω από το γόνατο, η ρήξη και ο πόνος του τετρακεφάλου μυ κυρίως στους άλτες, η ισχυαλγία, η μυϊκή νέκρωση κυρίως στους μαραθωνοδρόμους, το σύνδρομο του επιγονατιδομηριαίου πόνου που αποτελεί τον πιο συχνό τραυματισμό γόνατος στους δρομείς κ.α. Σε μια αναδρομική έρευνα που έγινε στις Ηνωμένες Πολιτείες, τον Καναδά και την Αυστραλία συμμετείχαν 4173 δρομείς που είχαν υποστεί τραυματισμό υπέρχρησης. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας αναφέρονται στον Πίνακα-2.3.

| Τύπος τραυματισμού | Άνδρες (%) | Γυναίκες (%) |
|---------------------------------|------------|--------------|
| | N= 2359 | N=1814 |
| Επιγονατιδομηριαίος πόνος | 24 | 30 |
| Τριβή λαγονοκνημικού οστού | 7 | 8 |
| Τραυματισμός υπέρχρησης κνήμης | 7 | 11 |
| Φλεγμονή πελματιαίας περιτονίας | 5 | 4 |
| Φλεγμονή Αχίλλειου τένοντα | 5 | 3 |
| Επιγονατιδική τενοντίτιδα | 5 | 3 |

Πίνακας 2.3. Ποσοστά διαφόρων τραυματισμών του στίβου σε άνδρες και γυναίκες (Renstrom P., *Sports Injuries-Basic Principles of Prevention and Care*, Blackwell Scientific Publications, Oxford.1993).

Τραυματισμοί στη γυμναστική (28,29,30): Σήμερα, το άθλημα της γυμναστικής είναι πολύ δημοφιλές και απασχολεί ένα μεγάλο αριθμό αθλητών. Ο ανταγωνισμός οδηγεί αναπόφευκτα σε πιο επικίνδυνες μανούβρες, με αποτέλεσμα να παρατηρείται αύξηση των οξείων μυοσκελετικών τραυματισμών, ενώ οι περισσότερες ώρες προπόνησης έχουν οδηγήσει σε περισσότερους χρόνιους τραυματισμούς (τραυματισμούς υπέρχρησης). Περίπου το 1/3 των γυμναστών υφίσταται ένα σοβαρό τραυματισμό κατά τη διάρκεια μιας αγωνιστικής περιόδου. Αν και οι ειδικοί έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι προπόνηση πάνω από 15 ώρες τη βδομάδα καταλήγει σε αύξηση του ρυθμού τραυματισμών, οι περισσότεροι αθλητές γυμναστικής προπονούνται 4.5 με 5 ώρες τη μέρα, 5 με 6 φορές την εβδομάδα. Στη γυμναστική συναντώνται τραυματισμοί που συμβαίνουν και σε άλλα σπορ. Όμως, υπάρχουν και τραύματα περισσότερο ή λιγότερο χαρακτηριστικά της γυμναστικής και αυτή η μοναδικότητα οφείλεται σε δύο παράγοντες. Πρώτον, οι γυμναστές, και κυρίως οι γυμνάστριες, αρχίζουν προπόνηση σε πολύ μικρή ηλικία, συνήθως 5 με 6 ετών. Δεύτερον, η σπονδυλική στήλη και τα άνω

άκρα δέχονται υψηλότερες πιέσεις σε σχέση με άλλα αθλήματα, ενώ τόσο τα άνω όσο και τα κάτω άκρα σηκώνουν βάρος. Αυτοί οι παράγοντες οδηγούν σε μη φυσιολογικές πιέσεις σε έναν ανώριμο και αναπτυσσόμενο σκελετό. Επιπλέον, η γυμναστική περιλαμβάνει δραστηριότητες υψηλής ταχύτητας και συστροφής. Ο συνδυασμός αυτών των δύο με τον ανώριμο αναπτυσσόμενο σκελετό είναι υπεύθυνος για τους περισσότερους τραυματισμούς. Αξίζει να σημειωθεί ότι κυρίως οι γυναίκες επιδιώκουν να έχουν πολύ λεπτό σώμα, με αποτέλεσμα πολλές να ασχολούνται συνεχώς με δίαιτες αδυνατίσματος, με την εικόνα του σώματός τους και με το βάρος τους. Αυτή η ενασχόληση συνήθως προκαλεί διατροφικές ελλείψεις, ηλεκτρολυτικές διαταραχές, αμηνόρροια, μειωμένα αποθέματα σιδήρου, μειωμένο μεταβολικό ρυθμό και διαταραχές πρόσληψης τροφής, όπως νευρογενή ανορεξία, παράγοντες δηλαδή που υποβοηθούν στη πρόκληση τραυματισμών. Αυτοί οι τραυματισμοί, οι οποίοι συμβαίνουν κυρίως στις ασκήσεις εδάφους και στη δοκό ισορροπίας, πλήττον πιο συχνά τα άνω άκρα (27% όλων των τραυματισμών). Παρατηρούμενοι τραυματισμοί στη γυμναστική είναι αυτοί στη σπονδυλική στήλη εξαιτίας παρατεταμένης και έντονης υπερέκτασης (20% όλων των τραυματισμών), η σπονδυλόλυση που συμβαίνει στο 10% των αθλητών γυμναστικής, οι εξάρθρωσεις του αγκώνα λόγω πτώσης, τα κατάγματα προσαγωγών μυών, κάποιες τενοντίτιδες, διάφορες επιγονατιδομηριαίες δυσλειτουργίες, η ημιεξάρθρωση του κυβοειδές οστού, η ρήξη του Αχιλλείου τένοντα λόγω λανθασμένης προσγείωσης στο έδαφος, τα επιφυσιακά κατάγματα, οι τραυματισμοί στο γόνατο, τα τραβήγματα του ώμου που συσχετίζονται με τους κρίκους, η διαχωριστική οστεοχονδρίτιδα, στην οποία γίνεται σύνθλιψη της κεφαλής του βραχιόνιου οστού και έτσι μπορεί να τερματιστεί η καριέρα του γυμναστή και τα διαστρέμματα αστραγάλου, του πιο συχνού ίσως τραυματισμού.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΟΔΗΓΟΥΝ ΣΕ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥΣ
ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟΥΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΥΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

3



**ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΟΔΗΓΟΥΝ ΣΕ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥΣ
ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟΥΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΥΣ**

Οι παράγοντες που μπορεί να οδηγήσουν σε τραυματισμό έναν ασκούμενο είναι πάρα πολλοί και αδρά ταξινομούνται σε ενδογενείς και εξωγενείς (4,6,12,31). Οι ενδογενείς αφορούν εσωτερικούς παράγοντες στο σώμα του ασκούμενου και την κατασκευή του. Οι εξωγενείς αφορούν ελλείψεις ή και λανθασμένες εφαρμογές της αθλητικής επιστήμης στην αγωνιστική πρακτική και ικανότητα του ασκούμενου. Περιλιπτικά οι κυριότεροι από τους ενδογενείς παράγοντες είναι:

1. Ο σωματότυπος του ασκούμενου και η καταλληλότητά του για το συγκεκριμένο άθλημα.
2. Κατασκευαστικές ανωμαλίες στο σώμα του ασκούμενου. Αυτές αφορούν:
 - Διαταραχές αξόνων στα άκρα και την σπονδυλική στήλη. (σκολίωση, ανάκρτα γόνατα κ.α.)
 - Κακή ποιότητα του κολλαγόνου ιστού.
 - Έλλειψη ελαστικότητας των κολλαγόνων ιστών
 - Συγγενείς ανωμαλίες του σκελετού (πλατυποδία, αυξημένος πρηνισμός, στροφή της κνήμης, ανισοσκελία κ.α.).
 - Χαλαρές αρθρώσεις (οδηγούν εύκολα σε αστάθειες και σε σύνδρομα υπέρχρησης).
 - Παλαιοί τραυματισμοί οι οποίοι έχουν επιφέρει κάποιες αλλοιώσεις στην αρχιτεκτονική του σώματος του ασκούμενου.
3. Ορμονικό profile του ασκούμενου και κυρίως των νεαρών αθλητριών. Διαταραχές της εμμήνου ρύσεως ή των γεννητικών ορμονών οδηγούν άμεσα ή έμμεσα σε μείωση της αντοχής των διαφόρων ιστών και σε ευκολότερο τραυματισμό τους.
4. Γυναικείο φύλο και λευκή φυλή όσον αφορά τους τραυματισμούς υπέρχρησης.
5. Ηλικία, σχετικά με τα κατάγματα υπέρχρησης. Ο κίνδυνος για κάποιο κάταγμα υπέρχρησης είναι αντιστρόφως ανάλογος με την ηλικία. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε χρόνο αύξησης της ηλικίας πάνω από τα 17 έτη ηλικίας μειώνεται ο κίνδυνος κατάγματος υπέρχρησης κατά 28%.
6. Ψυχοσυναισθηματική ισορροπία του ασκούμενου. Έχει σημαντική επίδραση στο νευρομυϊκό συντονισμό, η διαταραχή του οποίου μειώνει την ικανότητα απόδοσης την κατάλληλη στιγμή και αυξάνει το αντανάκλαστικό χρόνο σύσπασης των μυών και την μεταβίβαση των φορτίων στους συνδέσμους και τα οστά με πιθανό αποτέλεσμα τον τραυματισμό τους.

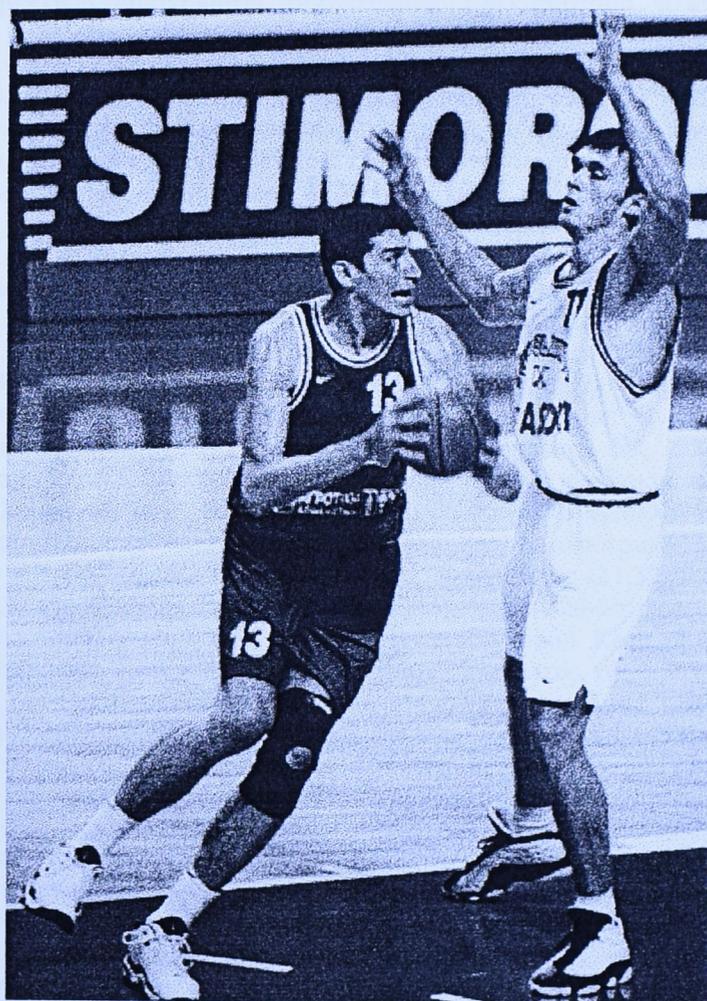
Οι συνηθέστεροι εξωγενείς παράγοντες πρόκλησης τραυματισμών είναι:

1. Άμεση σύγκρουση με αντίπαλο κατά τη διάρκεια του αγώνα ή αυτοτραυματισμός.
2. Εσφαλμένη αξιολόγηση του ασκούμενου. Ένας αθλητής πρέπει να αξιολογείται από όλη την ομάδα που ασχολείται με αυτόν (γιατρός, φυσικοθεραπευτής, προπονητής, διαιτολόγος, ψυχολόγος κ.λ.π.) και να έχει μια ειδική κάρτα αξιολόγησης η οποία θα συμπληρώνεται κάθε φορά που αλλάζει κάτι στο πρόγραμμα άσκησης του. Επίσης ο ασκούμενος πρέπει να αξιολογείται όχι μόνο σαν γενική κατασκευή, αλλά και πιο συγκεκριμένα για την αθλητική δραστηριότητα στην οποία επιθυμεί να συμμετάσχει.
3. Εσφαλμένος σχεδιασμός προγραμμάτων άσκησης. Αφορά την ένταση και τον ρυθμό τους καθώς επίσης και τις απότομες εναλλαγές αυτών των δύο παραμέτρων, οι οποίες μπορεί να μην συμβαδίζουν με τις ανάλογες προσαρμογές του οργανισμού και να οδηγήσουν σε υπερκαταπόνηση και τραυματισμό. Ένα σωστό πρόγραμμα άσκησης πρέπει να είναι προσαρμοσμένο στον κάθε αθλούμενο, ανάλογα με τις δικές του σωματικές ανάγκες και δυνατότητες.
4. Ακατάλληλος εξοπλισμός. Ένα φθαρμένο ή σκληρό παπούτσι θα προκαλέσει πολύ πιο εύκολα τραυματισμούς σε όλο το σώμα, αφού δεν θα υποστηρίζει σωστά τη βάση στήριξης αυτού του σώματος, δηλαδή τα πόδια. Επίσης αφού δεν θα μπορεί να απορροφά εύκολα τους κραδασμούς θα υπερκαταπονεί με περιττές δονήσεις όλο το σώμα, πράγμα το οποίο θα εμποδίσει την καλή απόδοση και θα οδηγήσει σε εύκολη κόπωση και πιθανό τραυματισμό.

5. Αθλητικοί χώροι. Πολύ μαλακοί ή πολύ σκληροί τάπητες, βρεγμένο γήπεδο, ανώμαλο έδαφος κ.α. αυξάνουν τις πιθανότητες τραυματισμών.
6. Έλλιπής αποκατάσταση προηγθέντων τραυμάτων θα οδηγήσει σε επανατραυματισμό της περιοχής, ή μιας παρακείμενης με αποτέλεσμα μια αλυσιδωτή τραυματική συμπεριφορά του ασκούμενου. Η βιασύνη για ταχύτερη επιστροφή του αθλητή στον αγωνιστικό χώρο, καθώς επίσης και η ριψοκίνδυνη ιατρική παρέμβαση (με διάφορα σκευάσματα) με σκοπό και πάλι την ταχύτερη επάνοδο του ασκούμενου συχνά έχει καταστρεπτικά αποτελέσματα.
7. Ψυχολογικές επιδράσεις στον αθλητή από το περιβάλλον. Διαταράσσουν την ισορροπία του, την ικανότητά του για αυτοσυγκέντρωση την κατάλληλη στιγμή, μειώνουν το νευρομυϊκό συντονισμό, με τελικό αποτέλεσμα την πρόκληση τραυματισμών.
8. Κακοσιτισμός (malnutrition) του αθλούμενου που χαρακτηρίζεται από ανεπαρκή πρόσληψη ενέργειας και ορισμένων θρεπτικών συστατικών όπως πρωτεΐνης, ασβεστίου, σεληνίου, νερού, ηλεκτρολυτών και αντιοξειδωτικών βιταμινών (βιταμίνη C, βιταμίνη E, καροτενοειδή). Επίσης, οι αυστηρά φυτοφαγικές δίαιτες και άλλα μονομερή διαιτητικά σχήματα (fad diets) που συχνά ακολουθούν πολλοί αθλητές είναι υπεύθυνα για την πρόκληση μυοσκελετικών τραυματισμών, κυρίως καταγμάτων καταπόνησης.
9. Διατροφικές διαταραχές του αθλητή και κυρίως η ψυχογενής ανορεξία, η οποία χαρακτηρίζεται από αμηνόρροια και μειωμένο σωματικό βάρος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

4



ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΣΤΟ ΤΡΑΥΜΑ

Με τον όρο τραύμα εννοείται κάθε ερέθισμα ή κατάσταση στρες που τείνει να διαταράξει την ισορροπία και την ομοιοστασία του οργανισμού (32,33,34). Η απάντηση του οργανισμού στο τραύμα είναι πάντοτε η ίδια, διαφέρει μόνο σε βαθμό, ανάλογα με την ένταση του τραύματος. Σε ήπια ή μέτρια τραύματα η μεταβολική απάντηση είναι μια προσαρμοστική και ευεργετική αντίδραση. Όταν όμως το τραύμα είναι βαρύ ή παρατεταμένο ή αν επισυμβεί μια επιπλοκή, όπως η λοίμωξη, η απάντηση γίνεται άμετρη, άναρχη και καταστρεπτική για τον οργανισμό. Διαταράσει βαθιά το μεταβολισμό και οδηγεί σε μαζική απώλεια ιστού και λειτουργική διαταραχή διαφόρων συστημάτων. Η ένταση αυτής της διαταραχής του μεταβολισμού εξαρτάται από το φύλο και την ηλικία του τραυματία, την διατροφική του κατάσταση, το αν έχει πυρετό ή όχι, κ.α.

Η μεταβολική απάντηση στο τραύμα είναι μια νευροενδοκρινική αντίδραση, ένα νευροφυσιολογικό αντανακλαστικό, το οποίο έχει σαν στόχους: α) την εξοικονόμηση ύδατος και νατρίου, β) τη διατήρηση της αρτηριακής πίεσης, και γ) την παροχή των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών στα ζωτικά όργανα μέσω της γλυκόλυσης, της λιπόλυσης και της γλυκονεογένεσης (32). Ερεθίσματα από ειδικά αισθητήρια, από σπλαχνικούς υποδοχείς πίεσεως ή τάσεως και από περιφερικούς υποδοχείς πόνου έρχονται κεντρομόλα στον προμήκη, υποθάλαμο και θάλαμο, ενώ μερικά φθάνουν μέχρι τον αισθητικό φλοιό. Η φυγόκεντρη απάντηση αρχίζει από τον υποθάλαμο, την υπόφυση και το κέντρο του αυτόνομου νευρικού συστήματος και συνίσταται σε μια: α) ενδοκρινική απάντηση από αυξημένη παραγωγή ορμονών από την υπόφυση και άλλους αδένες και β) σε αυξημένη συμπαθητική δραστηριότητα με αύξηση της εκκρίσεως των κατεχολαμινών. Η αύξηση των κατεχολαμινών είναι ανάλογη με τη διάρκεια και τη βαρύτητα του τραυματισμού. Η απάντηση στο τραύμα έχει δύο συνιστώσες: 1) αιμοδυναμική (ταχυκαρδία, αγγειοσυσπασση, αύξηση της καρδιακής παροχής), 2) μεταβολική λόγω επιδράσεως των εκκρινόμενων ορμονών στην ανταλλαγή της ύλης.

Η μεταβολική απάντηση στο τραύμα διακρίνεται σε τέσσερις φάσεις, τη φάση βλάβης, την καταβολική, την αναβολική και της αναρρώσεως (11,32,33,35). Η φάση της βλάβης ή της άμπωτης (injury or ebb phase) διαρκεί 24-36 ώρες. Είναι φάση χαμηλής ροής, χαμηλής καρδιακής παροχής και μεταβολισμού. Κατά τη διάρκειά της, πρώτη προτεραιότητα είναι η διατήρηση του όγκου του αίματος, της αιμάτωσης και της οξυγόνωσης των ζωτικών οργάνων και ιστών. Με αυτά επιτυγχάνεται η διατήρηση της φυσιολογικής ωσμωτικότητας, του PH και της σύνθεσης των υγρών του οργανισμού. Η σύνθεση λευκόματος, η διατήρηση της θερμοκρασίας και η παραγωγή ενέργειας έρχονται σε δεύτερη μοίρα. Η καταβολική φάση ή φάση ροής (flow phase), διάρκειας 1-14 ημερών, χαρακτηρίζεται από αυξημένη κατανάλωση οξυγόνου, από υπερδυναμικές κυκλοφορικές μεταβολές, από πυρετό, από δυσανεξία στη γλυκόζη και από αποδόμηση της μυικής μάζας. Σκοπός των αντιδράσεων αυτών είναι η διατήρηση της θερμοκρασίας και η παραγωγή ενέργειας. Καθώς ο αθλητής περνά από την φάση της βλάβης στην φάση ροής, υπάρχει μεταβολή από γλυκογονόλυση σε γλυκονεογένεση. Η αναβολική φάση αρχίζει όταν έχουν επουλωθεί τα τραύματα. Διαρκεί λίγες εβδομάδες και κατά αυτήν γίνεται η αποκατάσταση των ιστών και των λιπαροθηκών του οργανισμού. Η φάση της αναρρώσεως συνίσταται στην αποθήκευση ενέργειας και μπορεί να διαρκέσει επί μήνες, πριν ο αθλητής αναρρώσει πλήρως.

| Φάση βλάβης | Φάση ροής |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> □ Αύξηση της γλυκόζης του αίματος □ Φυσιολογική παραγωγή γλυκόζης □ Αύξηση των ελεύθερων λιπαρών οξέων □ Χαμηλή πυκνότητα ινσουλίνης □ Αύξηση κατεχολαμινών και γλυκαγόνης □ Αύξηση του γαλακτικού αίματος □ Ελάττωση κατανάλωσης οξυγόνου □ Καρδιακή παροχή κάτω του φυσιολογικού □ Θερμοκρασία σώματος κάτω του φυσιολογικού □ Χαμηλός όγκος αίματος | <ul style="list-style-type: none"> □ Γλυκόζη φυσιολογική ή ελαφρά αυξημένη □ Αυξημένη παραγωγή γλυκόζης □ Ελεύθερα λιπαρά οξέα, φυσιολογικά ή ελαφρά αυξημένα □ Πυκνότητα ινσουλίνης φυσιολογική ή αυξημένη □ Κατεχολαμίνες στα ανώτατα φυσιολογικά επίπεδα, γλυκαγόνη αυξημένη, κορτιζόλη αυξημένη □ Γαλακτικό αίματος φυσιολογικό □ Αύξηση κατανάλωσης οξυγόνου □ Αύξηση καρδιακής παροχής □ Θερμοκρασία σώματος αυξημένη |

Πίνακας 4.1. Τα χαρακτηριστικά των φάσεων βλάβης και ροής κατά τη μεταβολική απάντηση σε τραύμα.

Μετά από έναν τραυματισμό, ο ρυθμός αναβολισμού είναι μικρότερος από τον ρυθμό καταβολισμού και οδηγεί σε απώλεια πρωτεΐνης (32). Στον τραυματισμένο αθλητή, ο υπερμεταβολισμός έχει συσχετιστεί με αρνητικό ισοζύγιο αζώτου και αυξημένη κατανάλωση οξυγόνου. Η αυξημένη έκκριση κατεχολαμινών οδηγεί στην αύξηση του ρυθμού του μεταβολισμού και την εμφάνιση υπεργλυκαιμίας. Οι κατεχολαμίνες διεγείρουν επίσης την απελευθέρωση γλυκαγόνης, ενώ τα επίπεδα της ινσουλίνης είναι μειωμένα. Αυτές οι μεταβολές συνεργούν επίσης στην εμφάνιση υπεργλυκαιμίας. Η υπεργλυκαιμία αυτή, που ονομάζεται “διαβήτης του στρες” ή “υπεργλυκαιμία του τραύματος”, συνοδεύεται από μια παθολογική διαδικασία ανοχής της γλυκόζης. Αργότερα, στη φάση του καταβολισμού εξακολουθεί να υπάρχει παθολογική καμπύλη σακχάρου, αλλά με αυξημένα τώρα επίπεδα ινσουλίνης. Έτσι δημιουργήθηκε η αντίληψη της αναπτύξεως αντοχής στην ινσουλίνη, που πιστεύεται ότι οφείλεται σε ελαττωμένη ευαισθησία στην ορμόνη. Η ανάπτυξη αυτής της αντοχής θεωρείται σαν μηχανισμός με σκοπό την αύξηση της παροχής γλυκόζης, σαν της κατ’εξοχήν πηγής ενέργειας κατά τη φάση της βλάβης. Μία άλλη μεταβολική απάντηση στο τραύμα είναι η αυξημένη εισροή γλυκόζης στους περιφερικούς ιστούς και η αυξημένη απελευθέρωση γαλακτικού, το οποίο μέσω της κυκλοφορίας απορροφάται από το ήπαρ και μετατρέπεται σε γλυκόζη (κύκλος του Cori). Κατά αυτό τον τρόπο, ο μεταβολισμός της γλυκόζης μπορεί να περιορισθεί μόνο στην αναερόβια γλυκόλυση η οποία δεν επαρκεί για τις ανάγκες σε γλυκόζη προς παραγωγή ενέργειας.

Ο αθλητής μετά τον τραυματισμό παρουσιάζει μειωμένο όγκο αίματος, με αποτέλεσμα η ροή του αίματος προς το κεντρικό νευρικό σύστημα να είναι μειωμένη (32). Αυτή η υποογκαιμία είναι ένα από τα ισχυρότερα προσαγωγά ερεθίσματα που προκαλούν τα τραύματα και οφείλεται είτε σε απώλεια αίματος είτε σε άθροιση και απομόνωση υγρών στη βλαβείσα περιοχή ή και μακριά από αυτή. Τα απομονωθέντα αυτά υγρά υπάγονται στον λεγόμενο τρίτο χώρο, διότι δεν αποτελούν πλέον μέρος του λειτουργικού ενδαγγειακού όγκου υγρών. Εκτός από την μειωμένη αιμάτωση των ιστών, στα προσαγωγά ερεθίσματα περιλαμβάνονται η υποξαιμία, ο τραυματισμός των νεύρων, η τοπική γαλακτική οξέωση, η τοπική αντίδραση σε ουσίες όπως η ισταμίνη, οι κινίνες και οι προσταγλαδίνες, καθώς και η απώλεια της ακεραιότητας των κυτταρικών

μεμβρανών με συνέπεια την έξοδο καλίου και κυτταρικών ενζύμων. Επιπλέον, με το τραύμα μεταβάλλεται βαθύτατα η σύνθεση του σώματος. Αυξάνεται η ποσότητα του ολικού ύδατος του σώματος λόγω αύξησης του εξωκυττάριου ύδατος. Το ενδοκυττάριο νερό ελαττώνεται, όπως και η κυτταρική μάζα.

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό του τραύματος είναι ότι οι κατεχολαμίνες διεγείρουν την απελευθέρωση της επινεφριδιοφλοιοτρόπου ορμόνης (Adrenocorticotropin-ACTH), η οποία οδηγεί σε αυξημένη παραγωγή από τον φλοιό των επινεφριδίων γλυκοκορτικοειδών (κορτιζόνης και κορτικοστερόνης) (32,33,35). Αυτά τα κορτικοειδή αυξάνουν την λιπόλυση, την κινητικότητα των αμινοξέων, την απελευθέρωση γλυκαγόνης, την κατακράτηση Na και την αποβολή καλίου από τον οργανισμό, ενώ παρεμποδίζουν την σύνθεση πρωτεΐνης και την έκκριση ινσουλίνης. Τα επίπεδα της αυξητικής ορμόνης (Growth Hormone-GH) και της αντιδιουρητικής ορμόνης (Antidiuretic Hormone-ADH) παρουσιάζονται αυξημένα μετά το τραύμα. Η αυξημένη έκκριση ADH σε συνδυασμό με τη μείωση της αποβολής ύδατος οδηγούν σε μικρού βαθμού υπονατρίαμία. Η επίδραση των γλυκοκορτικοειδών και της αυξητικής ορμόνης δεν επηρεάζουν τόσο γρήγορα τις κατεχολαμίνες και τη γλυκαγόνη, αλλά επιδρούν στην υπεργλυκαιμία. Όταν τα επίπεδα γλυκόζης είναι υψηλά, η φυσιολογική αντίδραση του οργανισμού είναι η αύξηση στην έκκριση ινσουλίνης και η μείωση στην έκκριση γλυκαγόνης. Όμως, στον τραυματισμένο αθλητή, η υπεργλυκαιμία διατηρείται παρά την παρουσία υπεργλυκαιμίας. Η γλυκαγόνη διεγείρει την γλυκονεογένεση στο ήπαρ. Η κορτιζόνη δρα συνεργιστικά με την γλυκαγόνη στην διέγερση της γλυκονεογένεσης, και η συνδυασμένη δράση τους αυξάνει τη σύνθεση ουρίας και την απώλεια αζώτου. Παρατηρείται ακόμη πτώση των επιπέδων της τριιωδοθυρονίνης (Triiodothyronine-T₃), ενώ τα επίπεδα της θυροξίνης (Thyroxin-T₄) και της θυρεοτρόπου ορμόνης (Thyroid Stimulating Hormone-TSH) βρίσκονται στα φυσιολογικά επίπεδα. Πάντως, ο ακριβής ρόλος στο τραύμα των θυρεοειδικών ορμονών, της ωχρινοτρόπου ορμόνης (Luteinizing Hormone-LH), της θυλακιοτρόπου ορμόνης (Follicle Stimulating Hormone-FSH) και της προλακτίνης δεν είναι απόλυτα σαφής. Είναι γνωστό επίσης, ότι σε τραύματα παράγεται από το νεφρό, λόγω ελαττωμένης αιματώσεως, ρενίνη, η οποία μετατρέπει το αγγειοτενσινογόνο του πλάσματος σε αγγειοτενσίνη, που προκαλεί αγγειοσύσπαση και αυξάνει την αρτηριακή πίεση. Ταυτόχρονα, διεγείρει την έκκριση αλδοστερόνης.

Όσον αφορά το μεταβολισμό του λευκώματος, ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της μεταβολικής απάντησης στο τραύμα είναι, όπως προαναφέρθηκε, η αποδόμηση του μυϊκού λευκώματος (32). Μέρος του αζώτου που απελευθερώνεται από τη διάσπαση αυτή χάνεται στα ούρα (αρνητικό ισοζύγιο αζώτου). Η διάσπαση του λευκώματος αρχίζει αμέσως μετά το τραύμα, φθάνει στο μέγιστο μετά μία εβδομάδα και μπορεί να συνεχιστεί επί 3-7 εβδομάδες. Κύριο ερέθισμα για τη διάσπαση του λευκώματος είναι η κορτιζόνη, η γλυκαγόνη και η ελάττωση της ινσουλίνης, που εμποδίζουν την είσοδο αμινοξέων στους μύες. Η απώλεια του λευκώματος αφορά τους μύες, οι οποίοι χάνουν τη μάζα τους. Ο τραυματίας αθλητής χάνει 300-800 gr μυϊκής μάζας τη μέρα. Το λεύκωμα του ήπατος και των νεφρών δεν ελαττώνεται. Η απώλεια της μυϊκής μάζας οφείλεται και σε έναν άλλο λόγο, την ακινησία στην οποία είναι συχνά αναγκασμένος ο τραυματίας. Με το τραύμα και τα λευκώματα του πλάσματος εμφανίζουν αυξημένο καταβολισμό, αλλά ταυτόχρονα αυξάνει και η σύνθεση πρωτεϊνών από το ήπαρ. Στην οξεία φάση του τραύματος αυξάνουν ορισμένα λευκωματούχα παράγωγα, που λέγονται πρωτεΐνες ή παράγωγα οξείας φάσεως και μπορούν να χρησιμεύσουν στον τραυματισμένο οργανισμό (Πίνακας-4.2). Για μεγάλο χρονικό διάστημα πιστευόταν ότι η διάσπαση του λευκώματος στο τραύμα εξυπηρετεί τις αυξημένες ανάγκες σε ενέργεια. Η συμβολή όμως της διάσπασης του λευκώματος σε ενέργεια είναι πολύ μικρή, συγκρινόμενη με τη διάσπαση του λίπους. Αυτό που

εξυπηρετεί ο έντονος καταβολισμός του λευκώματος είναι η απελευθέρωση αμινοξέων, που χρησιμοποιούνται για τους ακόλουθους σκοπούς:

- Νεογλυκογένεση στο ήπαρ (κυρίως από γλουταμίνη και αλανίνη).
- Σύνθεση κυρίως στο ήπαρ, αλλά και στο τραύμα νέας πρωτεΐνης.
- Πολλαπλασιασμό φαγοκυττάρων, μακροφάγων και άλλων κυτταρικών στοιχείων, που συμμετέχουν στην επούλωση.
- Σύνθεση πρωτεϊνών οξείας φάσεως στο ήπαρ (κυρίως από γλουταμίνη και αλανίνη).
- Απελευθέρωση γλουταμίνης, ειδικής καύσιμης ύλης για ιστούς με ταχεία κυτταρική διακίνηση, όπως τα τραύματα (32).

| Παράγωγα οξείας φάσεως |
|--|
| Απτοσφαιρίνη |
| Ινωδογόνο |
| Σερουλοπλασμίνη |
| C-αντιδρώσα πρωτεΐνη |
| α_1-AP σφαιρίνη |
| α_1-όξινη γλυκοπρωτεΐνη |
| α_1-αντιθρυσίνη |

Πίνακας 4.2. Παράγωγα οξείας φάσεως (Σέχας Ν. Μιχαήλ, *Χειρουργική Τόμος-1*, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα 1996).

Σχετικά με το μεταβολισμό του λίπους μετά το τραύμα, ισχυρούν τα ακόλουθα: Το λίπος είναι η κύρια πηγή ενέργειας στο τραύμα (32). Η υπερέκκριση κατεχολαμινών, γλυκαγόνης, ACTH και αυξητικής ορμόνης αυξάνει το κυκλικό AMP (cyclic 3'5'-adenosine monophosphate-cAMP) του λίπους και τη δραστηριότητα του λιπολυτικού ενζύμου, που το διασπά. Τα τριγλυκερίδια διασπώνται σε ελεύθερα λιπαρά οξέα και σε γλυκερίνη. Η γλυκερίνη χρησιμοποιείται στη νεογλυκογένεση με αύξηση της παραγόμενης ουρίας. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα καίγονται τόσο στο ήπαρ όσο και στην περιφέρεια για την παραγωγή ενέργειας. Επιπλέον, μετά το τραύμα, τα κετονικά σώματα αυξάνουν στο αίμα. Αυτά αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας για τον εγκέφαλο και συμβάλλουν στην αύξηση της εξωκυττάριας οσμωτικότητας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι μετά το τραύμα εμφανίζονται στην περιοχή της βλάβης διάφοροι τύποι κυττάρων (32,36). Το ποσό του νεκρωτικού ιστού καθώς και η παρουσία ή η απουσία μόλυνσεως στο τραύμα επηρεάζουν το μέγεθος της αντιδράσεως αυτής. Τα παραπάνω κύτταρα μετέχουν στην αγγειογένεση, στη παραγωγή και στη διαμόρφωση του κολλαγόνου, στην απομάκρυνση των νεκρωμάτων και στη φαγοκύτωση των μικροβίων. Τα λευκά αιμοσφαίρια παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στην αντίδραση αυτή και ιδιαίτερα στη φαγοκύτωση και την καταστροφή των μικροβίων. Πολλά από τα παραπάνω κύτταρα παράγουν ουσίες, που επηρεάζουν τον πολλαπλασιασμό, την ανάπτυξη και τη λειτουργία τόσο των παρακείμενων κυττάρων (παρακρινική δράση) όσο και των κυττάρων που τις παράγουν (αυτοκρινική δράση). Επειδή τα λεμφοκύτταρα θεωρήθηκαν σαν σημαντική πηγή τους, οι ουσίες αυτές ονομάστηκαν λεμφοκίνες. Όταν αποκαλύφθηκε ότι παράγονται και από άλλα κύτταρα ονομάστηκαν κυτοκίνες ή κυτταροκίνες. Τελευταία χαρακτηρίζονται ως πεπτιδικό ρυθμιστικοί παράγοντες (peptide regulatory factors) για να τονισθεί η πρωτεϊνική τους σύνθεση. Μερικές κυτοκίνες φαίνεται ότι έχουν τόσο τοπική κυτταρική όσο και συστηματική δράση και ότι συμβάλλουν στη μεταβολική απάντηση στο τραύμα. Έτσι, δημιουργήθηκε η αντίληψη ότι μπορεί να αποτελούν ένα συνδετικό κρίκο ανάμεσα στη φλεγμονώδη και στη μεταβολική αντίδραση. Από όλες τις ουσίες μελετήθηκαν περισσότερο οι μεταβολικές δράσεις τριών κυτοκινών, της ιντερλευκίνης-1

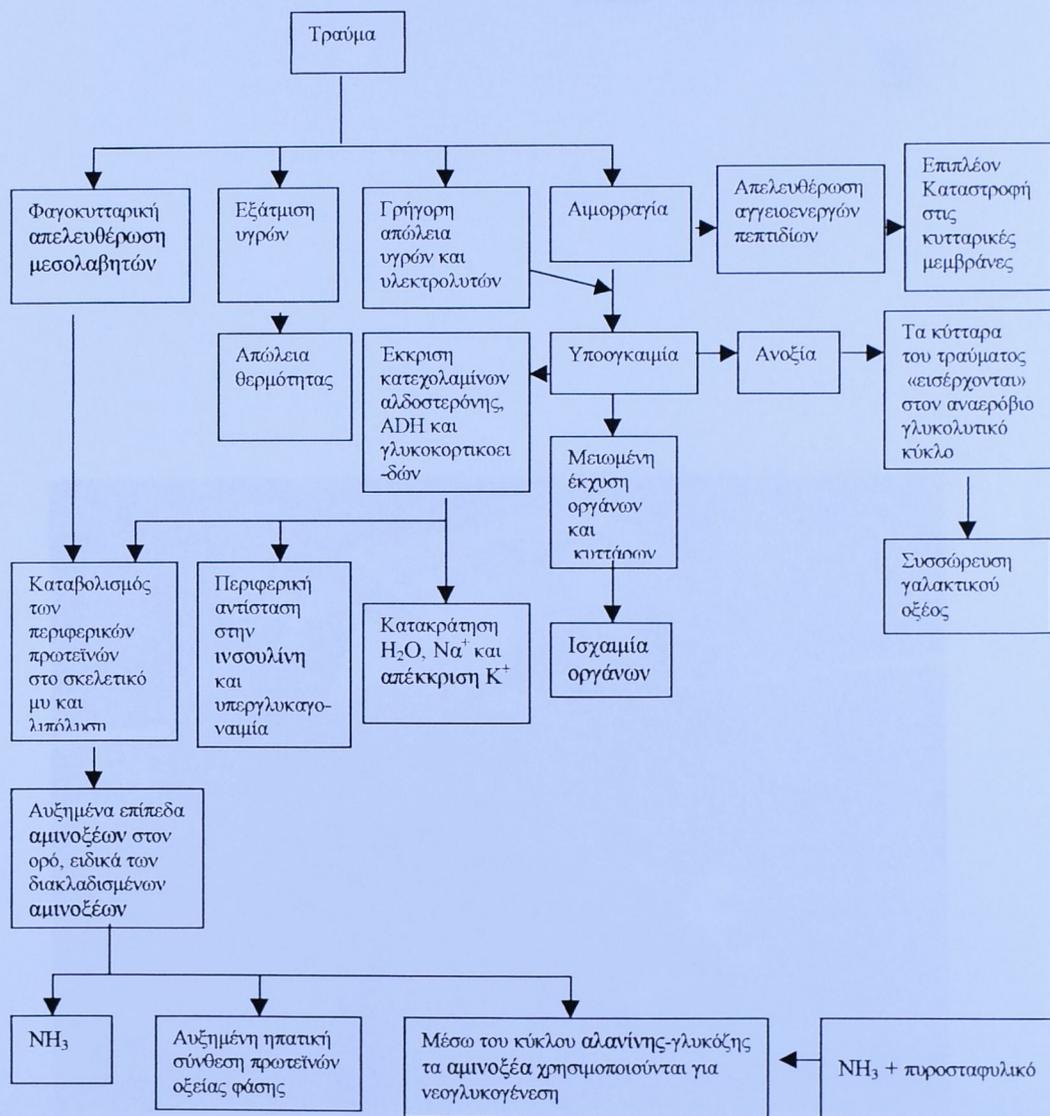
(Interleukin-1,IL-1), του παράγοντα ογκικής νέκρωσης (tumor necrosis factor-TNF) ή καχεκτίνης (cachectin) και της ιντερλευκίνης-2 (Interleukin-2,IL-2). Από πολλές πειραματικές και κλινικές μελέτες προκύπτει το συμπέρασμα ότι τουλάχιστον δύο από τις παραπάνω ουσίες, ο TNF και η IL-2, μπορούν να θεωρηθούν ως παράγοντες, που αρχίζουν και εξαπλώνουν διάφορες μεταβολικές απαντήσεις στο τραύμα. Η ενδοτοξίνη αποτελεί ισχυρό ερέθισμα για την παραγωγή του TNF από τα ενεργοποιημένα μακροφάγα. Η IL-1 παίζει σημαντικό ρόλο στις εκδηλώσεις της οξείας φάσης του τραύματος (πυρετός, αύξηση σερουλοπλασμίνης), μέσω της οδού της κυκλοοξυγενάσης, αλλά δεν φαίνεται να αποτελεί το μεσολαβητή της μεταβολικής απάντησης σε αυτή. Η IL-2 εξάλλου προκαλεί τις ίδιες αντιδράσεις με την ενδοτοξίνη, αλλά σε συνδυασμό με την ιντερφερόνη-γ και όχι με τον TNF. Η παραγωγή των διαφόρων κυτοκινών (IL-2, TNF, IL-1, ιντερφερόνη-γ) εξαρτάται από το είδος του τραύματος, τη θέση του τραύματος ή της φλεγμονώδους επεξεργασίας και από το βαθμό μικροβιακής παρουσίας.

Μεταβολικές αλλαγές μετατραυματικά

1. Αυξημένη παραγωγή θερμότητας
2. Αρνητικό ισοζύγιο αζώτου, καλίου, θείου, φωσφόρου
3. Κατακράτηση νερού, νατρίου, χλωρίου
4. Αυξημένη γλυκονεογένεση, πρόωμη υπεργλυκαιμία
5. Αντίσταση στην ινσουλίνη
6. Αυξημένα λιπαρά οξέα ορού και κέτωση (διαταραγμένος μεταβολισμός λίπους)
7. Αυξημένη έκκριση κατεχολαμινών και γλυκοκορτικοειδών
8. Μειωμένα επίπεδα βιταμίνης C και χοληστερόλης στο φλοιό επινεφριδίων
9. Αυξημένες ανάγκες για τις βιταμίνες A, B₁, B₂, B₆, B₃, C και παντοθενικού
10. Απομόνωση των ιχνοστοιχείων Fe, Zn και Cu
11. Μειωμένος αριθμός λεμφοκυττάρων
12. Λευκοκύττωση (αυξημένος αριθμός ουδετερόφιλων)

Πίνακας 4.3. Μεταβολικές αλλαγές μετατραυματικά.





Σχήμα 4.1. Φυσιολογικές και μεταβολικές αλλαγές αμέσως μετά τον τραυματισμό. (Krause's, *Food Nutrition & Diet Therapy*, 10th edition, W.B. Saunders Company, USA.2000).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5



**ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΟΥΛΩΣΗΣ ΤΡΑΥΜΑΤΟΣ ΣΕ
ΚΥΤΤΑΡΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ**

Επούλωση είναι μια σειρά από πολύπλοκες επεξεργασίες, που διεγείρονται με το τραύμα και αποσκοπούν στην επαναφορά της ανατομίας και της λειτουργίας ιστών και οργάνων. Η επούλωση διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες: κατά πρώτο, δεύτερο και τρίτο σκοπό, ανάλογα με το είδος του τραύματος, με την απώλεια ή όχι ιστού και με την παρουσία ή όχι λοίμωξης (11,32,33,34,37,38,39,40). Επούλωση κατά πρώτο σκοπό επισυμβαίνει κυρίως με επιθηλίωση σε ένα καθαρό τραύμα, όπως το χειρουργικό, που συρράπτεται αμέσως μετά. Πολύ λίγος κοκκιώδης ιστός αναπτύσσεται και η ουλή είναι ελάχιστη. Αποτελεί την πιο αποτελεσματική μέθοδο επούλωσης τραύματος. Κατά δεύτερο σκοπό επούλωση γίνεται όταν υπάρχει απώλεια ιστού ή όταν το τραύμα είναι επιπόλαιο και δεν συρραφεί, οπότε υπάρχει διάσταση των χειλέων του. Σε αυτήν αναπτύσσεται άφθονος συνδετικός ιστός, ακολουθεί συρρίκνωση και τέλος το τραύμα κλείνει με επιθηλίωση. Όταν το τραύμα συγκλεισθεί 4-5 μέρες μετά τον τραυματισμό, η επούλωση γίνεται κατά τρίτο σκοπό. Αρχικά το τραύμα αφήνεται ανοικτό λόγω λοίμωξης, μετά την υποχώρηση της οποίας συρράπτεται.

Επούλωση κατά πρώτο σκοπό (11,32,33,34,37,38,39,40): Η επούλωση κατά πρώτο σκοπό, κατά την οποία συμβαίνει αλληλεπίδραση μεταξύ διαφόρων οργανικών συστημάτων (μυϊκό, νευρικό, ανοσοποιητικό, ενδοκρινικό, καρδιαγγειακό), διακρίνεται στις εξής φάσεις:

1. Φάση φλεγμονής (inflammatory phase)
 2. Φάση πολλαπλασιασμού ή επιδιόρθωσης (proliferation or repair phase)
 3. Φάση επανασχηματοποίησης ή ωρίμανσης (remodeling or maturation phase)
- Οι φάσεις αυτές αρχίζουν κατά σειρά, αλλά συνήθως αλληλοκαλύπτονται μεταξύ τους.

Φάση φλεγμονής

Η κυριότερη φυσιολογική διαδικασία, κοινή σε όλα τα τραύματα, είναι η φάση φλεγμονής, η οποία ξεκινά σχεδόν ταυτόχρονα με την έναρξη του τραυματισμού και αποσκοπεί στον καθαρισμό της πληγής και στην προετοιμασία για την επούλωσή της (11,32,33,34,37,38,39,40). Κατά αυτή τη φάση, η πρώτη αντίδραση ενός τραυματισμένου αιμοφόρου αγγείου είναι η συστολή και η ενεργοποίηση του συστήματος πήξης (coagulation cascade), η οποία οδηγεί στην συσσωμάτωση αιμοπεταλίων και την μείωση της απώλειας αίματος. Γρήγορα η αγγειοσυστολή μετατρέπεται σε αγγειοδιαστολή, και έτσι επέρχεται αυξημένη διαπερατότητα των αγγείων με αντίστοιχη αύξηση της ωσμωτικής πίεσης, με αποτέλεσμα να μετακινούνται οι πρωτεΐνες και τα υγρά από το αίμα των αγγείων προς την περιοχή του τραύματος. Πιστεύεται ότι η ισταμίνη είναι υπεύθυνη γι'αυτή τη μετατροπή. Η δράση άλλων βιοχημικών διεργασιών έχει ως αποτέλεσμα την ενεργοποίηση του τοπικού ανοσοποιητικού συστήματος και την απελευθέρωση ενώσεων “μεσολαβητών”, οι οποίες έλκουν χημειοτακτικά λευκοκύτταρα και μονοκύτταρα. Σε αυτούς τους μεσολαβητές ανήκουν οι βραδυκινίνες, ο παράγοντας πήξης XII, ο αυξητικός παράγοντας των αιμοπεταλίων (Platelets Derived Growth Factor-PDGF), ο αυξητικός παράγοντας παρόμοιος της ινσουλίνης-1 (Insulin-like Growth Factor-1, IGF-1), ο επιδερμικός αυξητικός παράγοντας (Epidermal Growth Factor-EGF), ο αυξητικός παράγοντας μετασχηματισμού (Transforming Growth Factor-β, TGF-β), η πλασμίνη, η καλλικρεΐνη, το συμπλήρωμα, η ισταμίνη, η σεροτονίνη, οι κυτοκίνες, οι προσταγλαδίνες (PG) E₁ και E₂ κ.α. (βλέπε Πίνακα-5.1).

| Ορμόνες και άλλοι μεσολαβητές που συμμετέχουν στην επούλωση τραύματος |
|---|
| <input type="checkbox"/> Αμίνες (ισταμίνη,σεροτονίνη,οκτοπαμίνη) |
| <input type="checkbox"/> Ανδρογόνα (τεστοστερόνη και τα παράγωγά της) |
| <input type="checkbox"/> Οστικές ορμόνες (καλσιτονίνη,καλσιφερόλη,ΡΤΗ) |
| <input type="checkbox"/> Κατεχολαμίνες (επινεφρίνη,νορεπινεφρίνη) |
| <input type="checkbox"/> Κορτικοστεροειδή και παράγοντες απελευθέρωσης κορτικοστεροειδών (ΑCΤΗ) |
| <input type="checkbox"/> Κυτοκίνες (ιντερλευκίνες,ιντερφερόνες,ΤΝF,ΡΑF,κ.α.) |
| <input type="checkbox"/> Εικοσανοειδή (προσταγλαδίνες,λευκοτριένια,θρομβοξάνες,κ.α) |
| <input type="checkbox"/> Οιστρογόνα και προγεστερόνη |
| <input type="checkbox"/> Γλυκαγόνη |
| <input type="checkbox"/> Αυξητικοί παράγοντες (PDGF,FGF,TGF-β,κ.α.) |
| <input type="checkbox"/> Ινσουλίνη |
| <input type="checkbox"/> Μονοξειδίο του αζώτου (NO) |
| <input type="checkbox"/> Οπιοειδή (ενδορφίνες,δυσνορφίνες,εγκεφαλίνες) |
| <input type="checkbox"/> Σωματομεδίνες |
| <input type="checkbox"/> Σωματοτροπίνη (αυξητική ορμόνη) |
| <input type="checkbox"/> Θυρεοειδικές ορμόνες (θυροξίνη,κ.α.) |

Πίνακας 5.1. Ορμόνες και άλλοι μεσολαβητές που συμμετέχουν στην επούλωση τραύματος.

Τα λευκά αιμοσφαίρια είναι τα πρώτα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος τα οποία εισέρχονται στην πληγή και προσβάλλουν τα βακτήρια (11,32,33,36,37,38,39,40). Τα κύτταρα αυτά εξαφανίζονται μετά από μερικές μέρες, εκτός και αν η πληγή παραμείνει με αποικίες βακτηρίων, οπότε τα λευκοκύτταρα

| Τύποι κυττάρων που συμμετέχουν στην επούλωση συνδετικού ιστού |
|---|
| Ινοβλάστες |
| Χονδροκύτταρα |
| Οστεοβλάστες (οστεοκύτταρα) |
| Οστεοκλάστες |
| Μακροφάγα |
| Μαστοκύτταρα |
| Λεμφοκύτταρα |
| Ουδετερόφιλα |
| Αιμοπετάλια |
| Ενδοθηλιακά κύτταρα |
| Επιθηλιακά κύτταρα |
| Κερατινοκύτταρα |
| Κύτταρα του αρθρικού υμένα (synoviocytes) |

Πίνακας 5.2. Τύποι κυττάρων που συμμετέχουν στην επούλωση συνδετικού ιστού.

παραμένουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και η φάση αυτή παρατείνεται. Τα μακροφάγα, τα οποία προέρχονται από τα μονοπύρνα, βρίσκονται σε μεγάλη συγκέντρωση στο τραύμα, 5 περίπου μέρες μετά από την πληγή. Τα μακροφάγα απομακρύνουν πήγματα αίματος (blood clots), ξένα σώματα, βακτήρια και συνθέτουν και εκκρίνουν επιπλέον αυξητικούς παράγοντες, όπως τον TGF-β, τον TGF-α, τον αυξητικό παράγοντα προερχόμενο από τα μακροφάγα (Macrophage Derived Growth Factor-MDGF), την ιντερλευκίνη-1 (IL-1), τον TNF, τον βασικό αυξητικό παράγοντα ινοβλαστών (basic Fibroblast Growth Factor-bFGF) και τον επιδερμικό αυξητικό παράγοντα δεσμεύοντα την ηπαρίνη (Heparin-Binding Epidermal Growth Factor, HB-EGF). Αυτοί οι αυξητικοί παράγοντες που εκκρίνονται από τα μακροφάγα διεγείρουν την μετανάστευση ινοβλαστών, επιθηλιακών κυττάρων και αγγειακών ενδοθηλιακών κυττάρων στην περιοχή της πληγής (Βλέπε Πίνακα-5.2). Η φάση της φλεγμονής, που χαρακτηρίζεται από πρήξιμο, πόνο, ερυθρότητα, διήθηση λευκοκυττάρων, διαστολή τριχοειδών και αυξημένη θερμοκρασία σώματος, τελειώνει όταν η πληγή είναι

καλυμμένη με επιθηλιακά κύτταρα. Η φάση αυτή διαρκεί για περίπου 6 μέρες σε μια καθαρή πληγή

Φάση πολλαπλασιασμού

Η φάση αυτή αρχίζει όταν το τραύμα είναι καλυμένο από επιθήλιο, περίπου 48 ώρες μετά τον τραυματισμό και γίνεται ταυτόχρονα με τη φάση φλεγμονής (11,32,33,37,38,39,40). Χαρακτηριστικό αυτής της φάσης είναι η παρουσία ινοβλαστών στην πληγή. Οι ινοβλάστες είναι υπεύθυνοι για τη σύνθεση του κολλαγόνου και την δημιουργία θεμέλιας ουσίας. Το κολλαγόνο είναι πρωτεΐνη που αποτελεί τον ινώδη σκελετό των ιστών, στους οποίους δίνει ισχύ και σχήμα. Υπάρχουν δώδεκα διαφορετικοί γενετικά τύποι κολλαγόνου, ανάλογα με την αλληλουχία των αμινοξέων στην αλυσίδα του. Η προλίνη, η υδροξυπρολίνη και η γλυκίνη είναι τα κυριότερα αμινοξέα. Στο δέρμα, στα οστά και στους τένοντες υπάρχει ο τύπος I, ενώ στους χόνδρους ο τύπος II, κ.α. (βλέπε Πίνακα-5.3). Κολλαγόνο παράγεται από το προκολλαγόνο μέσω υδροξυλίωσης. Η θεμέλια ουσία είναι η άμορφη βασική ουσία του συνδετικού ιστού και περιέχει νερό, ηλεκτρολύτες, βλεννοπολυσακχαρίτες και πρωτεΐνες. Συμμετέχει στο σχηματισμό και την ωρίμανση του κολλαγόνου.

Η υποξία και οι κυτοκίνες που απελευθερώνονται κατά τη φάση φλεγμονής διεγείρουν τους ινοβλάστες, τα κερατινοκύτταρα (keratinocytes) και τα αγγειακά ενδοθηλιακά κύτταρα και έτσι αυτά συνεχίζουν να συνθέτουν αυξητικούς παράγοντες (36). Οι ινοβλάστες εκκρίνουν τους IGF-1, bFGF, TGF-β, PDGF και τον αυξητικό

| Τύπος κολλαγόνου | Θέση κολλαγόνου στο σώμα |
|------------------|--|
| I | Δέρμα,οστά,τένοντες,σύνδεσμοι,ου- -λές,αγγειακά τοιχώματα,σπλάχνα |
| II | Χόνδροι |
| III | Δέρμα,οστά,τένοντες,σύνδεσμοι,ου- -λές,αγγειακά τοιχώματα,σπλάχνα |
| IV | Βασικές μεμβράνες |
| V | Βασικές-μεμβράνες,ενδοθηλιακά κύτταρα |
| VI | Πνεύμονες, μεταφραστικά κύττα- ρα |
| VII | Χοριοαμνιακή-μεμβράνη,βασικές μεμβράνες |
| VIII | Ενδοθηλιακά κύτταρα |
| IX | Χόνδροι |
| X | Χόνδροι |
| XI | Χόνδροι |
| XII | Χόνδροι |

Πίνακας 5.3. Τύποι και θέση κολλαγόνου στο σώμα.

κοκκιώδης ιστός (granulation tissue). Σε μια κλειστή πληγή, οι ινοβλάστες παράγουν κολλαγόνο, 7 περίπου ημέρες μετά την πληγή και η σύνθεση αυτή συνεχίζεται για περίπου 6 εβδομάδες. Επιπλέον, σε αυτή τη φάση επιδιόρθωσης οι ίνες του κολλαγόνου διαπλέκονται (cross-linked) ώστε να εξασφαλιστεί η στέρεη συνένωση των χειλέων του τραύματος. Μερικοί ινοβλάστες διαφοροποιούνται σε μυοϊνοβλάστες και μαζί με

παράγοντα κερατινοκυττάρων (Keratinocytes Growth Factor-KGF). Τα ενδοθηλιακά κύτταρα παράγουν τους bFGF καιPDGF. Τα κερατινοκύτταρα συνθέτουν τους TGF-β, TGF-α και τον αυτοκρινή παράγοντα προερχόμενο από τα κερατινοκύτταρα(Keratinocyte-Derived Autocrine Factor KAF). Αυτοί οι αυξητικοί παράγοντες συνεχίζουν να διεγείρουν τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό, τη σύνθεση των πρωτεϊνών της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας και τον σχηματισμό νέων τριχοειδών αγγείων (αγγειογένεση). Οι ινοβλάστες παράγουν μια κολλαγονούχο θεμέλια ουσία, πλούσια σε κολλαγόνο τύπου III (εμβρυικού τύπου), και με αυτό τον τρόπο σχηματίζεται ο

εναπομείναντα λεία μυϊκά κύτταρα προκαλούν μυϊκή σύσπαση ή συρρίκνωση. Καθώς το κολλαγόνο ωριμάζει, αυξάνει και η εκτατική δύναμη (tensile strength) του τραύματος. Η ωρίμανση αυτή περιλαμβάνει τη διαπλοκή μέσα στα κύτταρα του κολλαγόνου και μεταξύ των δοκίδων του, και την επαναδιαμόρφωση της κατεύθυνσης των δεσμίδων του κολλαγόνου.

Φάση επαναδιαμόρφωσης

Η φάση επαναδιαμόρφωσης ξεκινά περίπου 14 ημέρες μετατραυματικά (11,32,33,37,38,39,40). Ο σκοπός αυτής της διεργασίας είναι η ανοικοδόμηση και η ενδυνάμωση του τραυματισμένου ιστού. Κατά αυτή τη φάση, η εντατικοποιημένη σύνθεση κολλαγόνου μειώνεται σταδιακά στα φυσιολογικά επίπεδα και η μείωση αυτή συμβαίνει μέσα σε 6 έως 12 μήνες μετά τον τραυματισμό. Πιο συγκεκριμένα, στην αρχή αυτού του τρίτου σταδίου επούλωσης τραύματος, το κολλαγόνο τύπου III αντικαθίσταται σταδιακά από το τύπου I. Παρατηρείται ελάττωση των νέων συντιθέμενων αγγείων και ινοβλαστών. Παράλληλα δημιουργείται ουλώδης ιστός (scar tissue), ο οποίος όμως δεν διαθέτει την εκτατική δύναμη του πλήρους επουλωμένου ιστού. Οι υπάρχουσες δεσμίδες κολλαγόνου διαλύονται από την κολλαγενάση των ιστών, η οποία παράγεται από τα φλεγμονώδη κύτταρα, ενώ νέες δεσμίδες σχηματίζονται και κατευθύνονται, έτσι ώστε να αντιστέκονται στις γραμμές τάσεως του τραύματος. Η λύση του κολλαγόνου συμβαίνει έτσι ώστε να δημιουργηθεί νέος ιστός, και παράλληλα αποτελεί έναν εφεδρικό μηχανισμό που χρησιμοποιεί το σώμα έτσι ώστε να εξασφαλίσει επαρκή συστατικά για την επούλωση της τραυματισμένης περιοχής. Η διαπλοκή και διασταύρωση μεταξύ των δεσμίδων εξασφαλίζουν τη στερεή επούλωση. Όταν η επούλωση δεν διαταραχθεί, η ωρίμανση του κολλαγόνου και η ενίσχυσή του εξαρτώνται από το βάρος που δέχεται. Έτσι οι τομές του δέρματος επουλώνονται μέσα σε 2-3 εβδομάδες. Τένοντες και σύνδεσμοι απαιτούν τουλάχιστον 3 μήνες και συνεχίζουν να ισχυροποιούνται για περισσότερο από ένα χρόνο. Κατά την τελευταία αυτή φάση, η ουλή του δέρματος είναι ερυθρή και υπερτροφική και η εμφάνιση χειλοειδών σχηγή. Η τελική μορφή της ουλής εμφανίζεται ένα χρόνο μετά τον τραυματισμό.

Επούλωση κατά δεύτερο σκοπό (11,32,34,37): Κατά την επούλωση αυτή υπάρχει απώλεια ιστού και απομακρυσμένα χείλη τραύματος. Το εσωτερικό περιβάλλον του σώματος πρέπει να προστατευθεί από εξωτερικά μικρόβια ή τοξίνες και τα χείλη του τραύματος να συμπλησιασθούν όσο το δυνατόν καλύτερα. Αυτό γίνεται με την ταυτόχρονη ανάπτυξη κοκκιώδους ιστού και συρρίκνωσης του τραύματος.

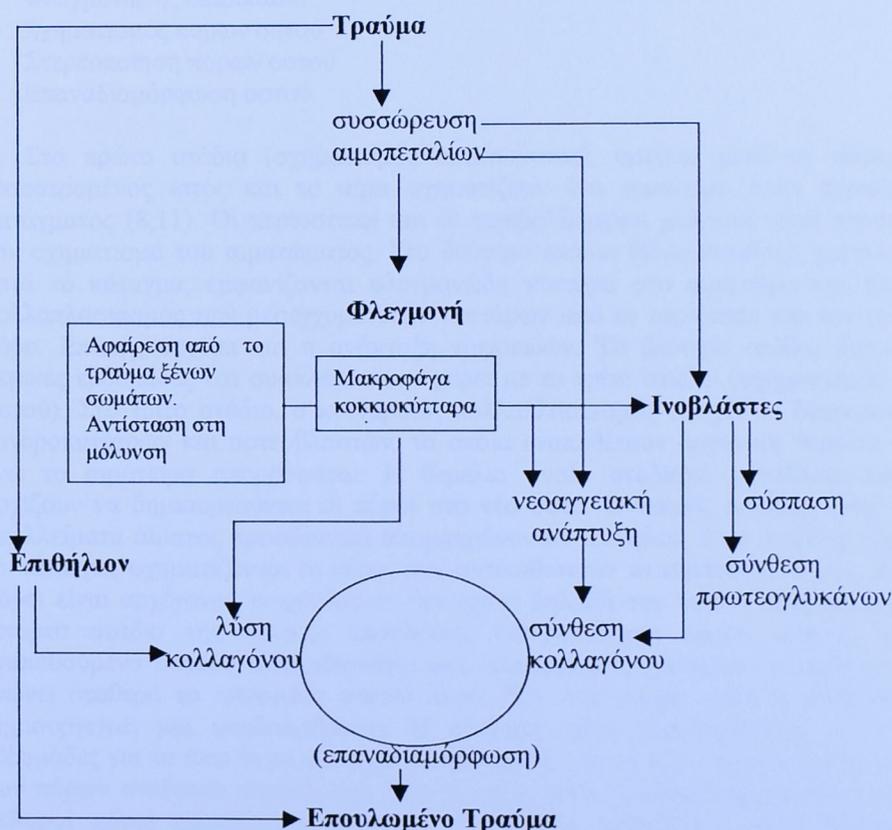
Ανάπτυξη κοκκιώδους ιστού

Ένα ανοικτό τραύμα δεν κινδυνεύει από σοβαρή λοίμωξη, διότι υπάρχει ελεύθερη απομάκρυνση των νεκρωμένων κυττάρων και ανάπτυξη κοκκιώδους ιστού (11,32,37). Η ανάπτυξη του ιστού αυτού είναι μια παραλλαγή της φλεγμονώδους αντίδρασης, που προφυλάσσει από την εισβολή μικροβίων και παρέχει μια υγιή βάση για επιθηλιακή κάλυψη. Αρχικά το τραύμα είναι γεμάτο από πήγματα και ινική. Αρχίζει ο καθαρισμός από φαγοκύτταρα. Εμφανίζονται άφθονα νεόπλαστα τριχοειδή και ινοβλάστες. Από τα τριχοειδή παράγονται λυτικά ένζυμα, που διασπούν την ινική και επιτρέπουν την ταχεία ανάπτυξη δικτύου. Σχηματίζονται αγγειακά τόξα, που παρέχουν αίμα και θρεπτικές ουσίες καθώς και κοκκιόκυτταρα και μονοκύτταρα για την απομάκρυνση νεκρωμάτων και πηγμάτων. Τα άφθονα πολυμορφοπύρρηνα στο διάμεσο ιστό παρέχουν άμυνα εναντίον της λοίμωξης και ευθύνονται για την πυώδη έκκριση. Άφθονοι ινοβλάστες εμφανίζονται επίσης και αρχίζουν την εναπόθεση κολλαγόνου.

Μέσα σε 4-6 μέρες το τραύμα καλύπτεται από υγιή ροδόχροο κοκκιώδη ιστό, που αποτελεί τη βάση για το επιθήλιο που προχωρεί από τα χείλη του τραύματος. Η ινοπλασία συνεχίζεται και πολλά αγγεία ατροφούν. Τέλος σχηματίζεται μια λευκή ουλή καλυμμένη από λεπτό επιθήλιο.

Συστολή του τραύματος

Η συστολή είναι επεξεργασία με την οποία επέρχεται ελάττωση του μεγέθους του τραύματος, όταν υπάρχει απώλεια ιστού (11,32,37). Η συστολή γίνεται νωρίς στην πορεία της επούλωσης και διαφέρει από τη ρίκνωση ή ουλοποίηση, που προκαλεί ελάττωση του μεγέθους της ουλής και επομένως εμφανίζεται όψιμα. Ο μηχανισμός της συστολής του τραύματος δεν είναι απόλυτα σαφής. Πιθανώς πρόκειται για συστολή των ινών του κολλαγόνου ή για δράση συσταλών κυττάρων (μυοϊνοβλαστών), που βρίσκονται στον κοκκιώδη ιστό και έλκουν τα χείλη του τραύματος.



Σχήμα 5.1. Σχηματική απεικόνιση των βημάτων που περιλαμβάνονται στην επούλωση ενός οστικού τραύματος. (Thomas K. Hunt, Basic Principles of Wound Healing, *The Journal of Trauma*, 1990 Dec;30 (12 Suppl):S122-8).

Η επούλωση κατά δεύτερο σκοπό απαιτεί μια καλή ισορροπία μεταξύ της ανάπτυξης του κοκκιώδη ιστού και της επιθηλιοποίησης (32). Η ανάπτυξη του κοκκιώδη ιστού δεν σταματά, εάν δεν καλυφθεί από το επιθήλιο και το επιθήλιο δεν αναπτύσσεται χωρίς την εμφάνιση του κοκκιώδη ιστού. Η ουλή που προκύπτει από την επούλωση κατά δεύτερο σκοπό είναι κατά κανόνα δύσμορφη και ρικνωτική, γεγονός

που μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση λειτουργικών και αισθητικών προβλημάτων ανάλογα με την περιοχή.

ΕΠΟΥΛΩΣΗ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΕΝΩΝ ΙΣΤΩΝ

Επούλωση τραυμάτων σε οστά (8,11,49): Τα οστά αποτελούν έναν από τους λίγους ανθρώπινους ιστούς που ανταποκρίνεται σε ένα τραύμα με πλήρη αναγέννηση των πρωταρχικών δομών του. Τα οστά συνεχώς επαναδιαμορφώνονται με αργό ρυθμό και δέχονται το 10% της συνολικής παροχής αίματος σε κάθε καρδιακό παλμό. Ο οστίτης ιστός είναι ένας δυναμικός, ευαίσθητος ιστός που ανταποκρίνεται εύκολα σε διάφορες αλλαγές παρά την χαμηλή κυτταρική του πυκνότητα. Οι οξείες τραυματισμοί των οστών (κάταγματα) και η επακόλουθη επούλωσή τους έχουν καλά μελετηθεί. Έχουν περιγραφεί πέντε στάδια επούλωσης τραυματισμών σε μακρά οστά.

- Σχηματισμός αιματώματος
- Φλεγμονώδης διαδικασία
- Σχηματισμός πόρων οστού
- Στερεοποίηση πόρων οστού
- Επαναδιαμόρφωση οστού

Στο πρώτο στάδιο (σχηματισμός αιματώματος), αμέσως μετά το κάταγμα, ο κατεστραμένος ιστός και το αίμα σχηματίζουν ένα αιμάτωμα στην περιοχή του κατάγματος (8,11). Οι περισσοτικοί και οι περιβαλλόμενοι μαλακοί ιστοί περιορίζουν τον σχηματισμό του αιματώματος. Στο δεύτερο στάδιο (φλεγμονώδες), μερικές ώρες μετά το κάταγμα, εμφανίζονται φλεγμονώδη κύτταρα στο αιμάτωμα και ξεκινά ο πολλαπλασιασμός των μεσεγγυματικών κυττάρων από το περίοστεο και τον μυελώδη πόρο. Επίσης, αρχίζει και η ανάπτυξη τριχοειδών. Το δεύτερο στάδιο διαρκεί για μερικές εβδομάδες και συμπλέκεται εν μέρει με το τρίτο στάδιο (σχηματισμός πόρων οστού). Στο τρίτο στάδιο, ο κυτταρικός πολλαπλασιασμός οδηγεί σε διαφοροποίηση χονδροκυττάρων και οστεοβλαστών, τα οποία εναποθέτουν οργανική θεμέλια ουσία, ενώ το αιμάτωμα απορροφάται. Η θεμέλια ουσία σταδιακά μεταλλοποιείται και αρχίζουν να δημιουργούνται οι πόροι στο νέο οστό. Ο νεκρός οστίτης ιστός και τα υπολείματα αίματος προοδευτικά απομακρύνονται. Συνήθως, 2 με 3 εβδομάδες μετά το κάταγμα, σχηματίζονται οι πόροι που αντικαθιστούν το αιμάτωμα. Όμως, αυτοί οι πόροι είναι αρχέγονοι, ινοχόνδρινοι, δεν έχουν δηλαδή την τελική τους μορφή. Στο τέταρτο στάδιο της οστικής επούλωσης (στερεοποίηση πόρων οστού), το νέο εναποθούμενο οστόν αντικαθίσταται από ελασματώδες (lamellar) οστόν το οποίο ενώνει σταθερά τα σπασμένα οστικά άκρα. Εάν δεν συμβεί αυτή η σύνδεση, τότε δημιουργείται μια ψευδοάρθρωση. Η σύνδεση αυτή ολοκληρώνεται σε 4 με 6 εβδομάδες για τα άνω άκρα και 8 με 12 εβδομάδες για τα κάτω άκρα, ενώ το μέγεθος των πόρων σταδιακά ελαττώνεται. Στο πέμπτο στάδιο (επαναδιαμόρφωση οστού) οι σκληροί πόροι επαναδιαμορφώνονται και τελικά προσδίδουν στην περιοχή του κατάγματος την φυσική της εμφάνιση. Ο συνολικός χρόνος πλήρους επούλωσης κυμαίνεται μεταξύ 8 εβδομάδων και ορισμένων χρόνων, εξαρτώμενος από συγκεκριμένους παράγοντες.

Η επούλωση των οστικών δοκίδων επιτυγχάνεται με άμεση επιδιόρθωση, εφόσον αυτές βρίσκονται συνήθως μέσα στο συμπαγές οστόν. Σχηματίζεται αιμάτωμα, ακολουθούμενο από το σχηματισμό νέων αγγείων αίματος και τη μετανάστευση οστεοβλαστών. Μόνο μικροί πόροι δημιουργούνται, ενώ νέα οστεοειδή μεταλλοποιούνται και επαναδιαμορφώνονται, με αποτέλεσμα να προσομοιάζουν τις πρωταρχικές δομές. Το επιφυσιακό οστόν είναι ιδιαίτερα επηρεπές σε οξείους και χρόνιους τραυματισμούς, στους αθλητές, καθώς το νεοσχηματιζόμενο ανώριμο οστόν

είναι παρόμοιο με το χόνδρο της επίφυσης. Κατάγματα συμβαίνουν στην επιφυσιακή γραμμή και διαμέσω της επίφυσης. Ο μετέπειτα σχηματισμός του οστού πολλές φορές μεταβάλλει την οστική ανάπτυξη, οδηγώντας σε παραμορφώσεις. Επίσης, χρόνιοι τραυματισμοί στην επίφυση ίσως οδηγήσουν σε αργή, σταδιακή εκφύλιση του οστού με ή χωρίς αγγειακή νέκρωση. Όσον αφορά τα κατάγματα καταπόνησης, τα οποία είναι χρόνια τραύματα, αυτά ίσως είναι ασυμπτωματικά ή μπορεί να προκαλούν πόνο και αυξημένη θερμοκρασία. Αρχικά, ο σχηματισμός και η επαναδιαμόρφωση του οστού δεν μπορούν να εξουδετερώσουν τις αρνητικές επιδράσεις των δυνάμεων πίεσης. Τελικά επέρχεται ισορροπία μεταξύ απορρόφησης και παραγωγής οστού, η οποία μετατοπίζεται προς την παραγωγή οστού (άρα επέρχεται επούλωση) μετά την απομάκρυνση των πιέσεων.

Επούλωση τραυμάτων σε χόνδρους (8,11): Ο χόνδρος είναι ο μοναδικός τύπος συνδετικού ιστού χωρίς αγγεία, νεύρα και λέμφο. Ο υαλώδης χόνδρος καλύπτει τα οστικά άκρα των αρθρώσεων, ενώ ο ινοχόνδρος βρίσκεται στο μηνίσκο, στον επιχειλίο χόνδρο της αρθρικής κοιλότητας και στους ασπόνδυλους δίσκους. Οι επιφανειακοί τραυματισμοί των χόνδρων δεν επούλώνονται πλήρως, σχεδόν ποτέ, στον ενήλικα αθλητή. Η διαδικασία επούλωσης αρχίζει ταχύτατα και στις πρώτες 3 εβδομάδες μετά τον τραυματισμό δημιουργείται μία επιφανειακή ίνωση. Σε 3 μέχρι 6 μήνες παρατηρούνται κάποιες κολλαγόνες ίνες παράλληλα διευθετημένες, αλλά πλήρης αποκατάσταση της υαλώδους μορφής της αρθρικής επιφάνειας δεν συμβαίνει ποτέ. Η επούλωση των εν τω βάθει τραυματισμών των χόνδρων γίνεται από το υποχόνδριο οστού. Ο νέος ιστός είναι μεσεγγυματικός, που προέρχεται από τα αγγεία του υποχόνδριου οστού, έχει μορφή ινοχόνδρινη με επιφανειακές ανωμαλίες και χωρίς οργανωμένες ζώνες. Ο νέος ιστός δεν έχει διαβατότητα, έχει διαφορετική πυκνότητα από τον παρακείμενο υαλοειδή χόνδρο, γι' αυτό και λειτουργεί κατά τη φόρτιση σαν ανυψωτής τάσεων, με αποτέλεσμα να δημιουργείται, τοπικά, πολύ γρήγορα πόνος και εκφυλιστική αρθρίτιδα.

Επούλωση τραυμάτων σε συνδέσμους και τένοντες (8,11): Οι συχνότεροι τραυματισμοί των συνδέσμων είναι τα διαστρέμματα. Η επούλωση των συνδέσμων που έχουν υποστεί διάστρεμμα είναι παρόμοια με την επούλωση μιας πληγής, αφού οι σύνδεσμοι συνήθως αγγειώνονται. Ο σχηματισμός αιματώματος και η φλεγμονώδη φάση ακολουθούνται από σχετικά αργή επιδιόρθωση και επαναδιαμόρφωση. Η τελική επούλωση ίσως έρθει μετά από ένα χρόνο και συνήθως οι σύνδεσμοι δεν αποκτούν την προ του τραυματισμού δύναμη. Είναι χαρακτηριστικό ότι παρατηρείται μείωση της εκτατικής δύναμης του τραύματος κατά 30 με 50%. Οι σύνδεσμοι διαφέρουν μεταξύ τους στο μεταβολικό ρυθμό και στην ικανότητα επούλωσής τους. Από την άλλη πλευρά, η επούλωση των τενόντων όπως και των άλλων κολλαγόνων ιστών γίνεται κατά στάδια. Το πρώτο στάδιο διαρκεί από την πρώτη μέχρι την έβδομη περίπου ημέρα μετά τον τραυματισμό. Παρατηρείται αιμορραγία και φλεγμονώδης αντίδραση των τενόντων που είναι αναγκαία για να αρχίσει η διαδικασία της επούλωσης. Το δεύτερο στάδιο διαρκεί από την έβδομη μέχρι την εικοστή πρώτη ημέρα. Είναι το στάδιο του πολλαπλασιασμού των κυττάρων που προσπαθούν να σχηματίσουν κολλαγόνες ίνες, οι οποίες όμως δεν έχουν έναν σαφή προσανατολισμό, αλλά είναι άτακτα διασπαρμένες στην περιοχή του τραυματισμού. Σε αυτό το στάδιο σχηματίζεται κοκκώδης ιστός γύρω από το τραύμα, ο οποίος μετατρέπεται σε ουλώδη ιστό με μειωμένες μηχανικές λειτουργίες. Το τρίτο στάδιο αρχίζει μετά την τρίτη εβδομάδα και είναι το στάδιο της ωρίμανσης και της τελικής ανακατασκευής των ιστών. Η τελική ανακατασκευή και απόκτηση της αντοχής των τραυματισμένων τενόντων είναι διαδικασία πολλές φορές μηνών και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Μετά από 6 μήνες, έχει ολοκληρωθεί

περίπου το 90% της επούλωσης. Συνήθως, μετά την επούλωση σχηματίζονται παθολογικές προσφύσεις τενόντων με τους γύρω μαλακούς ιστούς, αλλά η γρήγορη έναρξη κίνησης(mobilization), λύνει αυτό το πρόβλημα.

Επούλωση τραυμάτων σε μύες (8,11): Τραβήγματα μυών συμβαίνουν όταν σχιστούν οι κολλαγόνες ίνες μέσα στους μύες. Τέτοιοι τραυματισμοί συνήθως επούλώνονται καλά αφήνοντας μικρή υπολειμματική δυσλειτουργία. Οι μώλωπες και τα αιματώματα περιλαμβάνουν την καταστροφή των μυϊκών κυττάρων, η οποία συνοδεύεται από τοπική αιμορραγία. Κατά τη διάρκεια επούλωσης τέτοιων τραυματισμών, τα τραύματα μπορεί να οδηγήσουν στην ανάπτυξη σκληρών οργανωμένων μαζών και μη σωστά τοποθετημένων νησιδίων οστών μέσα στους μύες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

6



**ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ
ΕΠΟΥΛΩΣΗ ΤΟΥ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΕΝΟΥ
ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ**

Ο χρόνος και η αποτελεσματικότητα της επούλωσης ενός μυοσκελετικού αθλητικού τραυματισμού εξαρτώνται από ορισμένους παράγοντες. Οι σπουδαιότεροι από αυτούς είναι η ηλικία του αθλητή, το φύλο του, ο τύπος, η σοβαρότητα και η βαρύτητα του τραυματισμού, ο τύπος του τραυματισμένου ιστού, η διατροφική κατάσταση του αθλητή πριν τον τραυματισμό, η διαιτητική του πρόσληψη μετά τον τραυματισμό, ο βαθμός παροχής αίματος στον τραυματισμένο ιστό, οι διάφορες ορμονικές επιδράσεις, το είδος της φαρμακευτικής αγωγής που λαμβάνει ο αθλητής μετατραυματικά, η θερμοκρασία του τραυματισμένου ιστού του αθλητή, η ψυχολογική κατάσταση του αθλητή και ο βαθμός κινητικότητάς του μετά τον τραυματισμό, το χρονικό σημείο στο οποίο ο αθλητής επιστρέφει ξανά στις προπονήσεις, η τυχόν παρουσία μόλυνσης μετατραυματικά, η υγρασία του τραύματος, το κάπνισμα, η αναιμία και ο σακχαρώδης διαβήτης από τα οποία μπορεί να πάσχει κάποιος αθλητής και η γενικότερη κατάσταση της υγείας του αθλητή μετά το τραύμα (βλέπε Πίνακα-6.4) (11,34,38,39,40,41). Παρακάτω, θα γίνει εκτενέστερη αναφορά στους περισσότερους από τους προηγούμενους παράγοντες.

Τοπική οξυγόνωση ιστού

Η τοπική οξυγόνωση του τραυματισμένου ιστού αποτελεί έναν από τους κύριους ρυθμιστές επούλωσης του (11,38,40). Είναι γνωστό ότι μειωμένη τοπική PO_2 (μερική πίεση οξυγόνου τραυματισμένου ιστού) προκαλεί προβλήματα επούλωσης. Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης το γεγονός ότι οι ινοβλάστες, οι οποίοι εναποθέτουν το κολλαγόνο-απαραίτητο για την επούλωση τραύματος, είναι ευαίσθητοι στο οξυγόνο. Η σύνθεση του κολλαγόνου απαιτεί μια τοπική PO_2 γύρω στα 90 με 95mmHg, οπότε γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι μια χαμηλότερη τοπική PO_2 μπορεί να αναστείλει την σύνθεση κολλαγόνου. Η επαρκής τοπική PO_2 εξαρτάται από ορισμένους παράγοντες. Πρέπει να υπάρχει αρκετό εισπνεόμενο οξυγόνο και η αιμοσφαιρίνη πρέπει να βρίσκεται σε φυσιολογικά επίπεδα και να έχει φυσιολογική δομή έτσι ώστε να μεταφέρεται το απαιτούμενο οξυγόνο στον τραυματισμένο ιστό. Από αυτό βγαίνει το συμπέρασμα ότι συστηματικές ασθένειες που εμποδίζουν την μεταφορά του οξυγόνου προς τον τραυματισμένο ιστό ευνοώντας την υποξία, εμποδίζουν και την επούλωση του ιστού αυτού.

Ηλικία

Μερικές έρευνες δείχνουν ότι όσο αυξάνει η ηλικία του τραυματισμένου ατόμου τόσο μειώνονται η εκτατική δύναμη του τραύματος και η συσσώρευση υδροξυπρολίνης, από την οποία δημιουργείται το κολλαγόνο (11). Επίσης, το περιεχόμενο των πρωτεογλυκάνων σε νερό μειώνεται, με αποτέλεσμα να παρατηρείται ελαττωμένη ελαστικότητα και δύναμη του νέου συνδετικού ιστού. Η ενδομυϊκή αιμορραγία είναι μεγαλύτερη σε ηλικία πάνω από 30 ετών καθώς επίσης και στους πιο προπονημένους αθλητές (11). Ακόμη, πάνω από τριάντα ετών παρατηρείται μια μείωση στην απόδοση του καρδιαγγειακού και του ανοσοποιητικού συστήματος, με αποτέλεσμα να παρατείνεται ο χρόνος επούλωσης των τραυμάτων (39). Αντίθετα, υπάρχουν και έρευνες που αποδεικνύουν ότι υπάρχει πολύ μικρή συσχέτιση μεταξύ ηλικίας και ικανότητας επούλωσης του τραύματος (41). Συνεπώς, δεν έχει ακόμη ξεκαθαριστεί εάν η ηλικία επηρεάζει την αποτελεσματικότητα και τον χρόνο επούλωσης ενός τραυματισμού.

Κάπνισμα

Το κάπνισμα έχει κατηγορηθεί ότι εμποδίζει την επούλωση των τραυμάτων (11,38,40). Ο μηχανισμός δράσης του σχετίζεται άμεσα με το συμπαθητικό νευρικό σύστημα. Το κάπνισμα προκαλεί ισχυρή αγγειοσύσπαση, η οποία αναστέλλει την οξυγόνωση των επουλωμένων ιστών. Επιπρόσθετα, το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) που είναι παρόν στον εισπνεόμενο καπνό του τσιγάρου στρέφει την καμπύλη οξυγόνου-αιμοσφαιρίνης προς τα αριστερά, με αποτέλεσμα να σχηματίζεται καρβοξυαιμοσφαιρίνη. Αυτό έχει ως συνέπεια να διαταραχθούν τα τοπικά επίπεδα PO_2 και να επέλθει νέκρωση του δέρματος. Αναφέρεται επίσης ότι το κάπνισμα αυξάνει τις συγκεντρώσεις των ελευθέρων ριζών στον οργανισμό, οι οποίες επιδρούν αρνητικά στην επούλωση των τραυμάτων.

Περιβαλλοντικό stress

Το περιβαλλοντικό stress ευνοεί την απελευθέρωση κατεχολαμίνων, οι οποίες προκαλούν σύσπαση των αιμοφόρων αγγείων, ελαττώνοντας έτσι την ροή αίματος προς τους τραυματισμένους ιστούς (42). Επίσης, το stress αναστέλλει την ανάπτυξη των ινοβλαστών, οδηγώντας έτσι σε καθυστέρηση της επούλωσης των τραυμάτων (40). Στην πραγματικότητα, το stress θεωρείται ως ένα ψυχοφυσιολογικό φαινόμενο που σχετίζεται με τον πόνο, τον θόρυβο και την ιστική καταστροφή. Σε μια μελέτη επουλωμένων πληγών, χρησιμοποιήθηκαν η ξεκούραση και η κατευθυνόμενη φαντασία με σκοπό την μείωση του stress (42). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παραπάνω ελάττωσαν το stress και αυτό επέδρασε θετικά στην επούλωση των πληγών. Σε μια άλλη μελέτη διερευνήθηκε η σχέση μουσικής και stress. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι η μουσική κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης τραυμάτων μειώνει το stress και έτσι ελαττώνεται και ο πόνος από τα τραύματα (42). Τέλος, ένας ακόμη διεγέρτης της απελευθέρωσης κατεχολαμίνων είναι και ο θόρυβος, γι' αυτό το λόγο ένα ήσυχο περιβάλλον "ενθαρρύνει" την επούλωση τραυμάτων (42).

Αναιμία

Δεν έχει αποδειχθεί ότι η παρουσία αναιμίας επηρεάζει αρνητικά την επούλωση των τραυμάτων (38). Ακόμα και όταν η τιμή του αιματοκρίτη πέσει στο 50% της φυσιολογικής, δεν φαίνεται να μειώνεται σημαντικά η εκτατική δύναμη του τραύματος. Η καθοριστικής σημασίας οξυγόνωση του τραυματισμένου ιστού για την επαρκή επούλωσή του θα μπορούσε να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι χαμηλά επίπεδα αιματοκρίτη θα οδηγούσαν το λιγότερο σε καθυστερημένη επαναπόκτηση δύναμης από την πληγή, αλλά οι έρευνες πάνω σε αυτό το θέμα είναι αμφιλεγόμενες.

Σακχαρώδης Διαβήτης

Ο σακχαρώδης διαβήτης προκαλεί φτωχή επούλωση των μαλακών ιστών επειδή χαρακτηρίζεται από διαταραγμένη μικροκυκλοφορία, μικροαγγειακές αλλαγές, νευροπάθεια και συχνές μολύνσεις (38). Γι' αυτό το λόγο, ένας αθλητής που πάσχει από αυτή τη νόσο θα πρέπει να ελέγχει και να ρυθμίζει καθημερινά τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα του, έτσι ώστε να καθυστερεί και να μειώνει την ένταση των παραπάνω επιπλοκών, ειδικά την περίοδο που είναι τραυματισμένος.

Μόλυνση τραύματος

Η τοπική συγκέντρωση βακτηρίων, τα οποία εκκρίνουν πρωτεάσες, στο τραύμα εμποδίζει την ικανότητα του οργανισμού να “καταπολεμήσει” το τραύμα. Κάποιοι μολυσματικοί μικροοργανισμοί, όπως ο β-αιμολυτικός στρεπτόκοκος, προκαλούν μεγαλύτερη ζημιά σε μικρότερες ποσότητες σε σχέση με άλλους λιγότερο μολυσματικούς μικροοργανισμούς. Πάντως, απαιτείται εμβολιασμός 10 mg βακτηρίων ανά γραμμάριο ιστού για να επέλθει μόλυνση από οποιονδήποτε σχεδόν μικροοργανισμό (38,39,40,41).

Υγρασία τραύματος

Το ιδανικό περιβάλλον για να πραγματοποιηθεί ομαλή επούλωση των τραυμάτων είναι το υγρό, το θερμό και το μη τοξικό (11,40,41). Έχει βρεθεί ότι ο ρυθμός επούλωσης των τραυμάτων σε ξηρό περιβάλλον μειώνεται κατά 40% σε σχέση με το υγρό περιβάλλον. Η ξηρασία του τραύματος αναπόφευκτα θα οδηγήσει σε διακοπή της διαδικασίας επούλωσής του. Ακόμη, τα επιθηλιακά κύτταρα μεταναστεύουν γρηγορότερα στα υγρά τραύματα από ότι στα ξηρά. Ένα υγρό τραύμα χαρακτηρίζεται από λιγότερο πόνο και μικρότερο αριθμό μολύνσεων σε σχέση με ένα ξηρό τραύμα. Για τους παραπάνω λόγους, σήμερα χρησιμοποιούνται ειδικοί επίδεσμοι που διατηρούν υγρά τα τραύματα.

Θερμοκρασία τραύματος

Η ιδανική θερμοκρασία ενός τραύματος που βρίσκεται σε επούλωση έχει καθοριστεί στους 37 C (11,39,40). Εάν η θερμοκρασία αυτή πέσει κάτω από τους 28 C, τότε αναστέλλεται η δραστηριότητα των λευκών αιμοσφαιρίων και άλλων κυττάρων που συμμετέχουν στη διαδικασία επούλωσης. Ακόμη, ελαττώνεται η διαδικασία της μίτωσης και τα φλεγμονώδη κύτταρα δεν εκκρίνουν διάφορα ένζυμα απαραίτητα για την επούλωση. Συνεπώς, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται κατάλληλοι επίδεσμοι, έτσι ώστε να διατηρείται η θερμοκρασία των τραυμάτων σταθερή, γύρω στους 37 C, και να επέρχεται έτσι μια φυσιολογική επούλωση.

Φαρμακευτική αγωγή

Η φαρμακευτική αγωγή που ακολουθείται κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης του τραυματισμένου αθλητή πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψιν (11,38,40,43). Τα διάφορα αντιφλεγμονώδη, αντιβιοτικά, αναλγητικά, αντιπηκτικά και μυοχαλαρωτικά που παρέχονται, πέρα από τη θετική επίδραση που έχουν, διαδραματίζουν αρκετές φορές και έναν αρνητικό ρόλο. Για παράδειγμα, τα αντιφλεγμονώδη φάρμακα, αν και ελαττώνουν την φλεγμονώδη απάντηση, εμποδίζουν τη σύνθεση του κολλαγόνου και μειώνουν την αντίσταση σε μολύνσεις. Η ανταγωνιστική δράση ορισμένων παρασκευασμάτων με τις βιταμίνες, τα ιχνοστοιχεία και τα μέταλλα, επηρεάζει αρνητικά τους ρυθμούς αποκατάστασης, όπως πολύ καλά φαίνεται στον Πίνακα-6.1, ενώ προσθέτως, αναφέρονται οι αρνητικές επιδράσεις των διαφόρων φαρμακευτικών παρασκευασμάτων σε διάφορες βιταμίνες-μέταλλα-ιχνοστοιχεία, και η προτεινόμενη προστατευτική αγωγή.

| Βιταμίνη-Μέταλλο-Ιχνοστοιχείο | Φαρμακευτικό παρασκεύασμα | Προστατευτική αγωγή |
|---|---|-----------------------------------|
| B ₁ | Αντιβιοτικά, ασπιρίνη | Πολυβιταμίνη Β, C, E |
| B ₂ | Αντιβιοτικά | Πολυβιταμίνη Β, C |
| B ₃ | Αντιβιοτικά | Πολυβιταμίνη Β, C |
| B ₆ | Στεροειδή Ορμόνες (κορτιζόνη, οιστρογόνα) Πρωτεΐνη | Πολυβιταμίνη Β, C, Mg |
| Βιοτίνη | Αντιβιοτικά, σουλφοναμίδες | Πολυβιταμίνη Β, C |
| Βιτ. C | Ασπιρίνη, κορτικοστεροειδή που επηρεάζουν την δράση του HCl | Πολυβιταμίνη Β, P, βιοφλαβονοειδή |
| K | Αντιβιοτικά | |
| A | Κορτιζόνη, ACTH | Πρωτεΐνη, E |
| Fe | Ινδομεθακίνη | |
| Ιώδιο | Αντιβιοτικά | |
| Mg, B ₁₂ | Αντιβιοτικά | |
| Ca, NH ₃ , K, Zn, B ₆ , C | Κορτικοστεροειδή | |
| Fe, C, B ₁ | Ασπιρίνη | |

Πίνακας 6.1. Ανταγωνιστική δράση φαρμακευτικών παρασκευασμάτων με βιταμίνες, μέταλλα και ιχνοστοιχεία και προτεινόμενη αγωγή. (Παύλου Ν.Κωνσταντίνος, *Διατροφή-Φυσιολογία και Άσκηση*, Copyright, Αθήνα 1992).

Ψυχολογική κατάσταση του τραυματισμένου αθλητή

Πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι μετά από έναν αθλητικό τραυματισμό μειώνεται η αυτοεκτίμηση (self-esteem) του αθλητή (11,44,45,46,47). Αυτός νοιώθει μια ποικιλία αρνητικών συναισθημάτων από την στιγμή του τραυματισμού του και μετά. Περνάει περιόδους κατάθλιψης, παραίτησης, φόβου επανατραυματισμού, στενοχώριας, δυσπιστίας, άρνησης, απομόνωσης, αποξένωσης, θυμού, αισθήματος ενοχής, έντονου άγχους και απογοήτευσης διότι μένει έξω από τον αγωνιστικό χώρο για κάποιο χρονικό διάστημα, τη στιγμή μάλιστα που ο ανταγωνισμός μεταξύ των αθλητών είναι πολύ μεγάλος. Όσο διακατέχεται από αυτά τα συναισθήματα, τόσο δεν ασχολείται σοβαρά με την αποκατάσταση του τραυματισμού του, επομένως οφείλει να καταπνίξει αυτή την “αρνητική” συμπεριφορά προκειμένου να αναρρώσει όσο γίνεται γρηγορότερα. Υποστηρίζεται ότι η αντίληψη που αναπτύσσει ένας αθλητής για τον εαυτό του βασίζεται στη φυσική του κατάσταση, με αποτέλεσμα όταν τραυματίζεται και δεν μπορεί να διατηρήσει την καλή φυσική του κατάσταση να ελαττώνεται η αυτοεκτίμησή του. Με άλλα λόγια, οι αλλαγές που συμβαίνουν στις φυσικές ικανότητες του αθλητή μετά από έναν τραυματισμό συνοδεύονται συνήθως από αλλαγές της εικόνας που έχει σχηματίσει ο αθλητής για τον εαυτό του. Δυστυχώς, λίγες έρευνες, αναφερόμενες στα αισθήματα αυτοεκτίμησης που ακολουθούν μετά από αθλητικούς τραυματισμούς, έχουν δημοσιευτεί ή παρουσιαστεί. Σε μία από αυτές, των Chan και Crossman, στην οποία μελετήθηκαν δύο ομάδες δρομέων, τραυματισμένων και μη, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι τραυματισμένοι δρομείς παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερη ψυχολογική εξάντληση σε σχέση με τους μη τραυματίες δρομείς, και μάλιστα αυτό φάνηκε σε οκτώ από τους εννέα ψυχολογικούς και συναισθηματικούς δείκτες εξάντλησης (46). Σε μια άλλη μελέτη, των McGowan et al, συμμετείχαν 29 ποδοσφαιριστές, 16 από τους οποίους τραυματίστηκαν κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου (47). Πριν τον τραυματισμό και κάθε εβδομάδα μετά τον

τραυματισμό, γινόταν μέτρηση της αυτοεκτίμησης κάθε αθλητή, τραυματισμένου και μη. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 6.2. και 6.3.

| Ποδοσφαιριστές | Μέση αυτοεκτίμηση πριν την περίοδο τραυματισμών | Μέση αυτοεκτίμηση μετά την περίοδο τραυματισμών |
|----------------------|---|---|
| Τραυματίες (n=16) | 80,38 ±9,97 | 64,00±13,47 |
| Μη τραυματίες (n=13) | 76,92±9,95 | 75,23±8,22 |

Πίνακας 6.2. Μέσες τιμές αυτοεκτίμησης τραυματισμένων και μη τραυματισμένων ποδοσφαιριστών πριν και μετά την περίοδο τραυματισμών. (McGOWAN R. W. et.al, Athletic Injury and Self Diminution, *J Sports Med Phys Fitness* 1994;34/3:299-304).

| Εβδομάδα αποκατάστασης | Μέση αυτοεκτίμηση |
|-------------------------|-------------------|
| Εβδομάδα πρώτη (n=16) | 64,25±11,91 |
| Εβδομάδα δεύτερη (n=14) | 63,71±12,89 |
| Εβδομάδα τρίτη (n=8) | 61,00±19,68 |
| Εβδομάδα τέταρτη (n=4) | 62,00±7,66 |
| Εβδομάδα πέμπτη (n=3) | 66,67±8,33 |
| Εβδομάδα έκτη (n=2) | 56,00±22,62 |
| Εβδομάδα έβδομη (n=2) | 68,00±16,97 |
| Εβδομάδα όγδοη (n=2) | 66,00±8,49 |
| Εβδομάδα ένατη (n=2) | 52,00±0,00 |

Πίνακας 6.3. Μέσες τιμές αυτοεκτίμησης τραυματισμένων ποδοσφαιριστών ανά εβδομάδα αποκατάστασης. (McGOWAN et.al, Athletic Injury and Self Diminution, *J Sports Med Fitness* 1994;34/3:299-304).

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι οι τραυματίες αθλητές είχαν ελαφρώς υψηλότερη μέση αυτοεκτίμηση σε σχέση με τους μη τραυματίες πριν την περίοδο τραυματισμών. Τσως λοιπόν, λόγω της πιο μεγάλης αυτοεκτίμησής τους, οι τραυματίες δεν πρόσεχαν τόσο πολύ πριν την περίοδο τραυματισμών, με αποτέλεσμα να ήταν πιο επηρεασμένοι σε τραυματισμούς. Επίσης, οι τραυματίες αθλητές παρουσίασαν σημαντικά μικρότερου βαθμού μέση αυτοεκτίμηση σε σχέση με τους μη τραυματίες κατά την περίοδο τραυματισμών ($p < 0,01$) Ακόμη, δεν υπήρχε ουσιαστική διαφορά όσον αφορά την μέση αυτοεκτίμηση ανάμεσα στους μη τραυματίες πριν και κατά την περίοδο τραυματισμών. Αντίθετα, η τιμή της μέσης αυτοεκτίμησης στους τραυματίες αθλητές ήταν μειωμένη κατά την περίοδο τραυματισμών, συγκρινόμενη με αυτή πριν την περίοδο τραυματισμών. Επιπλέον, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ χρόνου και μέσης αυτοεκτίμησης στις δύο κατηγορίες ποδοσφαιριστών, τραυματισμένων και μη. Ειδικότερα, φαίνεται ότι κατά τη διάρκεια της πρώτης εβδομάδας μετατραυματικά, η μέση αυτοεκτίμηση στους τραυματίες μειώθηκε σημαντικά και απότομα συγκρινόμενη με αυτή πριν την περίοδο τραυματισμών ($p < 0,002$). Ακόμη, υπήρχαν διακυμάνσεις στη μέση αυτοεκτίμηση των τραυματιών από βδομάδα σε βδομάδα μετατραυματικά. Για παράδειγμα, όταν η ποδοσφαιρική ομάδα κέρδισε έναν αγώνα τη στιγμή που κάποιοι τραυματίες ποδοσφαιριστές βρίσκονταν στην έκτη εβδομάδα της αποκατάστασής τους, αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μειωθεί απότομα η μέση αυτοεκτίμηση των παραπάνω ποδοσφαιριστών και να διαταραχθεί έτσι η αποθεραπεία τους. Συμπερασματικά, μετά από κάποιον αθλητικό τραυματισμό ελαττώνεται η αυτοεκτίμηση των τραυματισμένων αθλητών. Αυτή η μειωμένη αυτοεκτίμηση παραμένει καθόλη τη διάρκεια της αποκατάστασης των τραυμάτων και πολλές φορές μπορεί και να επηρεάσει την πορεία της, διότι οι τραυματίες απογοητεύονται και διακατέχονται από συναισθήματα που εμποδίζουν την ομαλή αποθεραπεία.

Διατροφική κατάσταση του αθλητή πριν και μετά τον τραυματισμό

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών διερευνάται ο ρόλος και η αξία της διατροφής στην ρύθμιση της επούλωσης τραυμάτων (7,11,34,38,43). Πολλές μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι τόσο η προ του τραύματος διατροφική κατάσταση όσο και η

| Παράγοντες που επηρεάζουν την επούλωση του τραυματισμένου συνδετικού ιστού |
|---|
| <input type="checkbox"/> Ηλικία |
| <input type="checkbox"/> Φύλο |
| <input type="checkbox"/> Τύπος τραύματος |
| <input type="checkbox"/> Σοβαρότητα και βαρύτητα τραύματος |
| <input type="checkbox"/> Ορμονικές επιδράσεις |
| <input type="checkbox"/> Διαιτητική πρόσληψη μετά τον τραυματισμό |
| <input type="checkbox"/> Διατροφική κατάσταση πριν τον τραυματισμό |
| <input type="checkbox"/> Βαθμός υποξίας (τοπικής και συστηματικής) |
| <input type="checkbox"/> Τύπος τραυματισμένου ιστού |
| <input type="checkbox"/> Ηλεκτρικά πεδία |
| <input type="checkbox"/> Μηχανικές πιέσεις φορτίου |
| <input type="checkbox"/> Θερμοκρασία τραυματισμένου ιστού |
| <input type="checkbox"/> Φαρμακευτική αγωγή |
| <input type="checkbox"/> Κινητικότητα (τοπική και όλου του σώματος) |
| <input type="checkbox"/> Δομικές (φυσικές) παραμορφώσεις |
| <input type="checkbox"/> Ψυχολογική κατάσταση |
| <input type="checkbox"/> Μυϊκή δύναμη και πιέσεις |
| <input type="checkbox"/> Παροχή αίματος |
| <input type="checkbox"/> Χρονική στιγμή στην οποία ο αθλητής επιστρέφει ξανά στη φυσική δραστηριότητα |
| <input type="checkbox"/> ΡΗ και συγκέντρωση γαλακτικού |
| <input type="checkbox"/> Μεταβολικοί και κυτταρικοί ρυθμοί ανακύκλωσης του συνδετικού ιστού |
| <input type="checkbox"/> Σακχαρώδης Διαβήτης |
| <input type="checkbox"/> Υγρασία τραύματος |
| <input type="checkbox"/> Μόλυνση |
| <input type="checkbox"/> Αναιμία |
| <input type="checkbox"/> Περιβαλλοντικό stress |
| <input type="checkbox"/> Κάπνισμα |
| <input type="checkbox"/> Αυξητικοί παράγοντες,κυτοκίνες,εικοσανοειδή |
| <input type="checkbox"/> Γενική κατάσταση υγείας |

Πίνακας 6.4. Παράγοντες που επηρεάζουν την επούλωση του τραυματισμένου συνδετικού ιστού.

αυτών. Αυτό προφανώς εμποδίζει την αιματική ροή διαμέσω των κατεστραμμένων αγγείων, με αποτέλεσμα να μην μεταφέρονται τα διάφορα θρεπτικά συστατικά, που φυσιολογικά μεταφέρει το αίμα, προς τις τραυματισμένες περιοχές και έτσι να μην επέρχεται φυσιολογική αποκατάσταση των τραυματισμένων ιστών. Η κατάλληλη διατροφή λοιπόν μπορεί να περιορίσει τη φλεγμονή και αιμορραγία, συντελώντας στη γρηγορότερη επούλωση. Πιο εκτενής αναφορά σχετικά με τη σχέση διατροφής και αποκατάστασης τραυματισμών θα γίνει σε ένα μετέπειτα μέρος της εργασίας.

κατάσταση όσο και η μετατραυματική διατροφική συμπεριφορά μπορούν να επηρεάσουν την πορεία αποκατάστασης των διαφόρων τραυματισμών. Επίσης, έχει βρεθεί ότι ορισμένα μεμονωμένα θρεπτικά συστατικά είναι ικανά να επιταχύνουν την επούλωση τραυμάτων λόγω κυρίως των αντιφλεγμονώδων ιδιοτήτων τους. Πιο συγκεκριμένα, τόσο η φλεγμονή όσο και η αιμορραγία που παρατηρούνται μετατραυματικά μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την πορεία επούλωσης εάν δεν ελεγχθούν-περιοριστούν έγκαιρα. Αυτό συμβαίνει επειδή η πίεση που δημιουργείται από τη φλεγμονώδη διαδικασία ή την αιμορραγία στο εξωτερικό μέρος των άθικτων αμοφόρων αγγείων είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή στο εσωτερικό τους μέρος, προκαλώντας με αυτό τον τρόπο κατάρρευση των αγγείων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

7



ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΩΝ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Βασικοί στόχοι των ασκούμενων είναι η διατήρηση της υγείας, η προαγωγή της ευρωστίας και η μεγιστοποίηση της απόδοσής τους, με ταυτόχρονη μέριμνα και φροντίδα για ελαχιστοποίηση και πρόληψη των τραυματισμών που προέρχονται από την υπέρμετρη φόρτιση των βιολογικών υλικών και συστημάτων (4). Η αντιμετώπιση τυχόν μυοσκελετικών δυσλειτουργιών αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτελεσματική πρόληψη τραυματισμών κατά την άσκηση. Δυσλειτουργίες όπως αυξημένος πρηνισμός ή υπτιασμός του άκρου ποδός μειώνουν την ικανότητα απορρόφησης των φορτίσεων κατά την φάση προσγείωσης στο τρέξιμο και αυξάνουν την πιθανότητα κατάγματος καταπόνησης στα κάτω άκρα. Διαφορά στο μήκος των κάτω άκρων (ανισοσκελία) προκαλεί σκελετικές προσαρμογές με πλάγια κλίση της λεκάνης προς την πλευρά του βραχύτερου άκρου, λειτουργική σκολίωση, κακή ευθυγράμμιση της άρθρωσης του ισχίου και του γόνατος και υπέρμετρο πρηνισμό του άκρου ποδός. Οι προσαρμογές αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την ανομοιογενή φόρτιση των αρθρώσεων, με πιθανό αποτέλεσμα τον τραυματισμό τους. Εκτός από την αντιμετώπιση τυχόν μυοσκελετικών δυσλειτουργιών, η μυϊκή ενδυνάμωση, η βελτίωση της κινητικότητας των αρθρώσεων και της ελαστικότητας των μυών, η βελτίωση του νευρομυϊκού συντονισμού, η εξειδικευμένη εκγύμναση ανάλογα με τις απαιτήσεις της κινητικής δραστηριότητας, η σωστή προθέρμανση και η υγιεινή και ισορροπημένη διατροφή είναι τα μέσα για την επιτυχή πρόληψη των τραυματισμών των αθλητών (4).

Η αύξηση της μυϊκής δύναμης με ισotonικές (isotonic) και ισokinητικές (isokinetic) ασκήσεις συμβάλλει στην πρόληψη των παραπάνω τραυματισμών, επειδή αυξάνεται η δυνατότητα απορρόφησης κινητικής ενέργειας από τους μύες, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την προστασία των παθητικών στοιχείων από υπέρμετρη φόρτιση και τραυματισμό (4,6). Επιπλέον, οι ασκήσεις που χαρακτηρίζονται από το συνδυασμό πλειομετρικών-μειομετρικών μυϊκών δράσεων είναι γνωστές στην διεθνή βιβλιογραφία με τον όρο *plyometrics*. Οι πλειομετρικές δράσεις αυξάνουν σημαντικά τη δύναμη των μυών και απαιτούν κατανάλωση λιγότερης ενέργειας. Ωστόσο θα πρέπει να σημειωθεί ότι η υπερβολική χρήση αυτού του τύπου των ασκήσεων αυξάνει την πιθανότητα τραυματισμού των μυών. Οι ισoμετρικές (isometric) ασκήσεις συμβάλλουν στην πρόληψη των τραυματισμών επειδή μεγιστοποιούν την ενεργητική σταθερότητα των αρθρώσεων που προσπελούν. Παρότι οι ισoμετρικές ασκήσεις είναι ένας ασφαλής τρόπος αύξησης της δύναμης, η παρατεταμένη χρήση τους επηρεάζει την ταχύτητα και γι' αυτό η σημαντικότητά τους στην πρόληψη των τραυματισμών είναι περιορισμένη. Οι ισotonικές ασκήσεις και οι ασκήσεις νευρομυϊκής διευκόλυνσης (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation-PNF) συμβάλλουν στην πρόληψη τραυμάτων, οι πρώτες επειδή βελτιστοποιούν τη δύναμη σε όλα τα σημεία της τροχιάς μιας κίνησης και οι δεύτερες επειδή προαγάγουν τη συνεργασία των μυών που συμμετέχουν στη κίνηση (4,6).

Η αύξηση της ευκαμψίας και της ελαστικότητας των μυών επιτυγχάνεται με διατάσεις οι οποίες μπορούν να γίνουν ενεργητικά, παθητικά ή και αυτοδιατάσεις από τον ίδιο τον ασκούμενο. Όλα τα είδη των διατάσεων ενδείκνυται για την πρόληψη των τραυματισμών. Η βελτίωση της ιδιοδεκτικής λειτουργίας και της νευρομυϊκής συναρμογής για τα κάτω άκρα επιτυγχάνεται με ασκήσεις μειωμένης βάσης ισορροπίας, με την παρουσία ή απουσία οπτικής πληροφόρησης και ασκήσεις σε τραμπολίνα και πλατφόρμες ασταθούς βάσης ισορροπίας. Η ιδιοδεκτική λειτουργία των άνω άκρων περιλαμβάνει ασκήσεις σε τετραποδική στήριξη με μεταφορά του βάρους από το ένα άνω άκρο στο άλλο κ.α. Οι ιδιαιτερότητες της κάθε δραστηριότητας επιβάλλουν ιδιαίτερη προσοχή στην βελτίωση της απόδοσης τόσο των μυϊκών ομάδων που συμμετέχουν περισσότερο και μοιραία δέχονται μεγαλύτερα φορτία, όσο και των μυών που συμβάλλουν στην δυναμική σταθερότητα των αρθρώσεων (π.χ. έξω στροφείς του

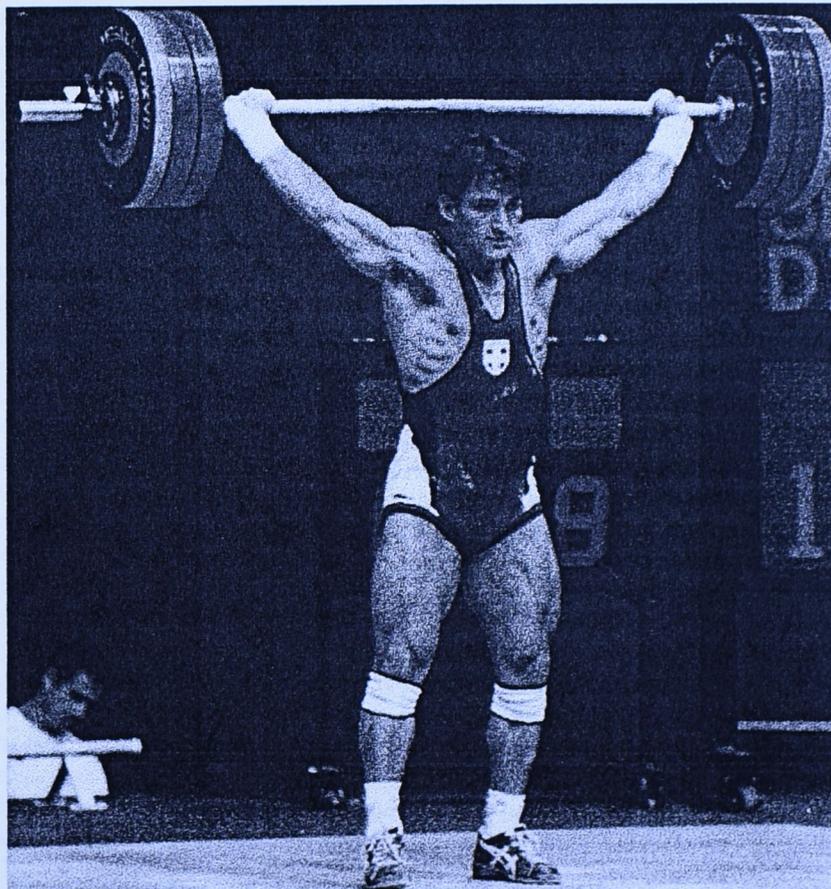
ώμου και δικέφαλος βραχιόνιος στους ρίπτες). Συστήνεται επίσης η ετερόπλευρη εκγύμναση των μυών ακόμα και σε δραστηριότητες που κατά κύριο λόγο απαιτείται μόνο η συμμετοχή της κυρίαρχης πλευράς (π.χ. τένις) καθώς και η έμφαση στη διάρθωση εσφαλμένης τεχνικής (4,6).

Όσον αφορά την προθέρμανση, η κύρια προσαρμογή κατά τη διάρκεια της είναι η αύξηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό των μυών και γενικότερα όλου του σώματος, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη διάταση των κολλαγόνων και ελαστικών ινών που υπάρχουν μέσα στο μυ αλλά και στις παρακείμενες αρθρώσεις (4,6). Η μεγαλύτερη διάταση των κολλαγόνων και των ελαστικών ινών επιφέρει αύξηση του μήκους του μυός, γεγονός που μειώνει τις πιθανότητες τραυματισμού. Η προθέρμανση, όταν σκοπεύει στη γενική προετοιμασία όλου του σώματος ονομάζεται “γενική” και όταν σκοπεύει στην προετοιμασία του αθλητή για τις επιμέρους δραστηριότητες του αθλήματός του καλείται “ειδική”. Τέλος ο σχεδιασμός των προγραμμάτων άσκησης πρέπει να στηρίζεται στην ισορροπημένη και προοδευτική επιβάρυνση, με επαρκή διαστήματα ανάπαυσης, έτσι ώστε να αποφεύγεται η υπερφόρτιση του μυοσκελετικού συστήματος και να προλαμβάνονται οι τραυματισμοί (4,6).

Σχετικά με το ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει η διατροφή στη πρόληψη των αθλητικών τραυματισμών, είναι γνωστό ότι μια ισορροπημένη διατροφή πριν και μετά το αθλητικό γεγονός βοηθάει στη πρόληψη των αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών. Αντιθέτως, η μη σωστή διατροφή ίσως οδηγήσει έμμεσα σε τραυματισμό. Επαρκείς προσλήψεις πρωτεϊνών, υδατανθράκων, λιπών, νερού, ασβεστίου, σιδήρου, ηλεκτρολύτων, βιταμίνης D, αντιοξειδωτικών στοιχείων και άλλων μικροθρεπτικών συστατικών ελαττώνουν την πιθανότητα αθλητικών τραυματισμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

8



ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Φαρμακευτική αποκατάσταση

Μετά από αθλητικούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς χρησιμοποιούνται διάφορες κατηγορίες φαρμάκων (8,48). Οι πιο συνηθισμένες είναι τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα (Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs NSAIDs), τα κορτικοστεροειδή, τα αναλγητικά, τα αντιβιοτικά και τα μυοχαλαρωτικά (βλέπε Πίνακα-8.1). Ο γενικός ρόλος αυτών των φαρμάκων είναι ο έλεγχος του πόνου και της φλεγμονώδους διαδικασίας. Τα φάρμακα αυτά λαμβάνονται είτε μόνα τους κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης των τραυμάτων, είτε σε συνδυασμό με χειρουργική θεραπεία, όταν πρόκειται για πιο σοβαρούς τραυματισμούς.

Τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα αποτελούν την πιο συνηθισμένη φαρμακευτική αγωγή μετά από αθλητικούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς (8,48). Θεωρούνται ότι αναστέλλουν τη δράση της κυκλοοξυγενάσης, ενός ενζύμου που απαιτείται για τον σχηματισμό των προσταγλαδίνων, με αποτέλεσμα να μειώνεται η παραγωγή και η απελευθέρωση των τελευταίων. Οι προσταγλαδίνες αποτελούν μεσολαβητές της φλεγμονώδους απάντησης, η οποία ακολουθεί μετά από οποιοδήποτε τραυματισμό. Έτσι, αυτή η κατηγορία των φαρμάκων, η οποία χρησιμοποιείται τόσο για οξείες όσο και για χρόνιους τραυματισμούς, έχει ως σκοπό να μειώσει την φλεγμονώδη απάντηση και τα συμπτώματά της, όπως είναι ο πόνος, το οίδημα, το ερύθημα και το πρήξιμο. Ακόμη, αυτά τα φάρμακα δεν καθυστερούν την διαδικασία επούλωσης, όπως τα κορτικοστεροειδή. Θεωρητικά, η χορήγησή τους πρέπει να ξεκινά μόλις γίνει η διάγνωση του τραυματισμού. Σε αυτό το χρονικό σημείο, η φλεγμονώδης απάντηση ίσως δεν έχει αναπτυχθεί πλήρως και συνεπώς είναι πιθανότερο να ανασταλεί τότε παρά αργότερα. Γενικά, συνίσταται να συνταγογραφούνται αυτά τα φάρμακα, τόσο σε οξείες όσο και σε χρόνιους τραυματισμούς, σε μία αντιφλεγμονώδη δόση. Επίσης, η ιδανική διάρκεια χορήγησης αυτών των φαρμάκων παραμένει ασαφής, αν και οι πιο πολλοί συγγραφείς προτείνουν μια σύντομη χορήγησή τους, μεταξύ πέντε και δέκα ημερών, για τους οξείους τραυματισμούς, και μια πιο μεγάλης διάρκειας χορήγηση, μεταξύ δύο και τεσσάρων εβδομάδων, για τους χρόνιους τραυματισμούς. Είναι αξιοσημείωτο ότι οι αθλητές με υποπτευόμενα ή αποδεδειγμένα κατάγματα υπέρχρησης πρέπει να αποφεύγουν τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα καθώς αυτά εμποδίζουν την επούλωση των οστών. Επίσης, οι τραυματίες αθλητές που χρησιμοποιούν αυτή την φαρμακευτική θεραπεία θα πρέπει να είναι ενήμεροι για τις παρενέργειές της, ιδίως για τις γαστρεντερικές διαταραχές που προκαλεί. Τέλος, η ασπιρίνη θα πρέπει να αποφεύγεται κατά την διάρκεια της πρώτης φάσης επούλωσης του τραύματος εξαιτίας της αντιαιμοπεταλιακής της δράσης, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε αιμορραγία. Όμως, η ασπιρίνη μπορεί να βοηθήσει στα μετέπειτα στάδια επούλωσης για τον έλεγχο του πόνου και του οιδήματος.

Τα κορτικοστεροειδή έχουν τόσο ισχυρή αντιφλεγμονώδη δράση που διαταράσσουν την αρχική φάση της διαδικασίας επούλωσης (8,48). Γι'αυτό το λόγο πρέπει να αποφεύγονται τις πρώτες μέρες μετά τον τραυματισμό και να χρησιμοποιούνται στην μετέπειτα φάση του πολλαπλασιασμού, όπου βοηθούν στον έλεγχο του οιδήματος και μειώνουν την παρατεταμένη φλεγμονώδη απάντηση. Επίσης, σταθεροποιούν την κυτταρική μεμβράνη των φωσφολιπιδίων προκαλώντας με αυτό τον τρόπο μείωση του κυτταρικού τραυματισμού, υποχώρηση του οιδήματος, του πρηξίματος και του ερυθήματος, καθώς επίσης και ελάττωση του αριθμού των φλεγμονώδων κυττάρων. Δυστυχώς όμως, τα κορτικοστεροειδή δεν στερούνται παρενέργειες. Προκαλούν μειωμένη απάντηση των ινοβλαστών με αποτέλεσμα να δημιουργείται ασθενέστερος επουλωμένος ιστός. Ο υγιής ιστός μπορεί να επηρεαστεί από την παρουσία αυτών των ορμονών, οδηγώντας σε εξασθένηση των γύρω ιστών. Τοπική ατροφία του λιπώδους ιστού παρατηρείται επίσης συχνά. Επιπλέον, αυξημένος

κίνδυνος ρήξης τενόντων έχει αναφερθεί μετά τη χρήση κορτικοστεροειδών. Είναι αξιοσημείωτο ότι προκαλούν συχνά διάνοιξη χειρουργικών τομών, αυξημένο κίνδυνο μόλυνσης των τραυμάτων και καθυστερημένη επούλωση ανοιχτών τραυμάτων. Επιφέρουν αυτές τις επιδράσεις εμποδίζοντας τη φλεγμονώδη φάση, τον πολλαπλασιασμό των ινοβλαστών, τη σύνθεση του κολλαγόνου, την εναπόθεση διαφόρων ουσιών του συνδετικού ιστού, την αγγειογένεση, την σύσπαση του τραύματος και την επανεπηθίωση. Γενικά, εάν αυτά τα φάρμακα χρησιμοποιούνται συστηματικά, μπορούν να προκαλέσουν επιβλαβείς αντιδράσεις σε κάθε σημείο του σώματος. Εξαιτίας αυτών των παρενέργειών τους, τα κορτικοστεροειδή σπάνια χρησιμοποιούνται σε οξείς αθλητικούς τραυματισμούς κατά τη διάρκεια της πρώιμης μετατραυματικής περιόδου. Έτσι, ενδείκνυται κυρίως για την θεραπεία των χρόνιων τραυματισμών. Σε αυτές τις περιπτώσεις, αυτά τα φάρμακα φαίνεται ότι βοηθούν στην αποκατάσταση αθλητών, οι οποίοι δεν ανταποκρίνονται στην αρχική θεραπεία τους, που περιλαμβάνει φυσικοθεραπεία, ξεκούραση και χορήγηση μη στεροειδών αντιφλεγμονώδων φαρμάκων. Εκτός από την συστηματική τους χρήση, τα κορτικοστεροειδή μπορούν να χορηγηθούν τοπικά, μέσω τοπικής εφαρμογής ή τοπικής ένεσης. Αυτές οι δύο μορφές χορήγησης στερούνται συστηματικές παρενέργειες, όμως επιφέρουν τοπικές παρενέργειες, όπως εξασθένηση του γύρω ιστού και μείωση της δύναμης του επουλωμένου ιστού. Ακόμη, επαναλαμβανόμενη τοπική χορήγηση συχνά προκαλεί αποχρωματισμό του δέρματος. Τέλος, η αποτελεσματικότητα της τοπικής ένεσης στεροειδούς φαρμάκου στη θεραπεία των χρόνιων τραυματισμών του μαλακού ιστού είναι αβέβαιη. Φαίνεται ότι το ποσοστό επιτυχίας είναι μεγαλύτερο όταν επρόκειτο για τραυματισμούς των άνω άκρων.

Το κυρίαρχο σύμπτωμα όλων των αθλητικών τραυματισμών είναι ο πόνος. Σε πολλά τραύματα, ο πόνος είναι ο κύριος παράγοντας που κρατά τον αθλητή μακριά από την ενεργό δράση. Γενικά, ο πόνος αποτελεί έναν προστατευτικό μηχανισμό που αποτρέπει τον επανατραυματισμό και καμία προσπάθεια δεν θα πρέπει να γίνει με σκοπό την πλήρη αποβολή του πόνου. Όμως, απαιτείται μερική θεραπεία με αναλγητικά φάρμακα, έτσι ώστε ο αθλητής να αισθάνεται άνετα ενώ ξεκουράζεται και να μπορεί να εκτελεί τις συστηνόμενες ασκήσεις φυσικοθεραπείας. Για τα πιο πολλά τραύματα του μαλακού ιστού, τα μη ναρκωτικά αναλγητικά φάρμακα είναι επαρκή. Η ακεταμινοφαίνη, η ασπιρίνη και τα NSAIDs αποτελούν πιθανές επιλογές (8,48). Τα κατάγματα και οι εξάρθρωσεις αρχικά ίσως απαιτούν ναρκωτικά αναλγητικά, όπως κωδεΐνη, προποξυφαίνη κ.α. Κατά τη διάρκεια χορήγησης των τελευταίων φαρμάκων, όλες οι ασκήσεις πρέπει να καθορίζονται αυστηρά, διότι αυτά έχουν καταπραϊντική δράση. Η δυσκοιλιότητα, αποτέλεσμα της πρόσληψης ναρκωτικών αναλγητικών και της καθιστικής ζωής, είναι μία ακόμη παρενέργεια που εμφανίζεται στους τραυματίες αθλητές, οι οποίοι είχαν συνηθίσει μια πολύ ενεργή ζωή. Τέλος, οι αθλητές που υφίστανται εγχείρηση για τον τραυματισμό τους χρειάζονται ναρκωτικά αναλγητικά για τις πρώτες 24-48 ώρες μετεγχειρητικά.

Η χρήση αντιμικροβιακών φαρμάκων, συνίσταται μόνο εάν ο αθλητικός τραυματισμός καταλήξει σε ανοιχτή πληγή (48). Επίσης, οι βαθιές και ακάθαρτες πληγές μπορούν πιθανώς να οφληθούν από την χορήγηση αντιβιοτικών. Οι ανοιχτές πληγές που επικοινωνούν με κατάγματα ή αρθρικές κοιλότητες συνήθως θεραπεύονται μετά από χορήγηση των παραπάνω φαρμάκων. Καθώς οι πιο πολλές μολύνσεις των τραυμάτων οφείλονται σε gram-θετικούς μικροοργανισμούς, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται αντιβιοτικά ευρέως φάσματος με επαρκή gram-θετική κάλυψη. Ένα παράγωγο της κεφαλοσπορίνης συχνά χρησιμοποιείται γι' αυτό το σκοπό. Τα αντιβιοτικά συνήθως λαμβάνονται για τρεις έως πέντε ημέρες με σκοπό την πρόληψη μόλυνσης της πληγής.

| Φάρμακα | Συνηθισμένη ημερήσια δόση | Κοινή εμπορική ονομασία |
|---|------------------------------|--------------------------|
| <i>Μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη</i> | | |
| Ακετυλσαλικυλικό οξύ | 650mg κάθε 4 ώρες | Aspirin |
| Ιβουπροφαίνη | 200-400mg κάθε 4-6 ώρες | Motrin,Rufen,Advil |
| Ναπροξένη | 250-500 mg δύο φορές τη μέρα | Naprosyn/Anaprox |
| Πιροξικάμη | 20 mg μία φορά τη μέρα | Feldene |
| Ινδομεθακίνη | 25-50 mg κάθε 6-12 ώρες | Indocid |
| Δικλοφαινάκη | 50-75 mg 2-4 φορές τη μέρα | Voltaren |
| Φαινυλβουταζόνη | 100 mg 1-4 φορές τη μέρα | Butazolidin,Azolid |
| Κετοπροφαίνη | 150-300 mg σε 3-4 δόσεις | Orudis |
| Ναβουμετόνη | 1000-1500 mg | Relafen |
| <i>Κορτικοστεροειδή</i> | | |
| Μεθυλοπρεδνιζολόνη | 10-40 mg ενέσιμη | Depomedrol |
| Βηταμεθαζόνη | 3-6 mg ενέσιμη | Celestone |
| Υδροκορτιζόνη | | Cortef,Hydrocortone |
| Δεξαμεθαζόνη | | Decadron,Dexone,Hexadrol |
| Τριαμσινολόνη | 10-40 mg ενέσιμη | Kenalog,Aristacort |
| <i>Αναλγητικά</i> | | |
| Ακετυλσαλικυλικό οξύ | 325mg κάθε 6 ώρες | Aspirin |
| Ιβουπροφαίνη | 200-400 mg 2-4 φορές τη μέρα | Motrin/Advil/Nuprin |
| Ακεταμινοφαίνη | 325-650mg κάθε 6 ώρες | Tylenol |
| Ketorolac | 30 mg κάθε 6 ώρες | Toradol |
| Ακεταμινοφαίνη με κωδεΐνη (30mg) | 1 ή 2 δισκία κάθε 4 ώρες | Tylenol#3 |
| Ακεταμινοφαίνη με προποξυφαίνη (50-100mg) | 1 ή 2 δισκία κάθε 4 ώρες | Davron/Darvocet |
| Ακεταμινοφαίνη με οξυκωδώνη (5mg) | 1 ή 2 δισκία κάθε 4 ώρες | Percocet/Tylox |
| Ακεταμινοφαίνη με υδροκωδώνη (5 mg) | 1 ή 2 δισκία κάθε 4-6 ώρες | Vicodin |
| <i>Αντιβιοτικά</i> | | |
| Φαινυλβουταζόνη | | Azolid |
| Κεφαλοσπορίνες | | |
| Σουλφαμεθοξάζολη | | |

Πίνακας 8.1. Φάρμακα που χρησιμοποιούνται μετά από αθλητικούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς, καθώς και η ημερήσια δόση τους. (Torg Josephs & Shephard J. Roy, Current Therapy in Sports Medicine Third Edition, Mosby-Year book inc, USA.1995).

Τα μυοχαλαρωτικά είναι μια κατηγορία φαρμάκων που επηρεάζουν την δραστηριότητα των νευροδιαβιβαστών στο κεντρικό νευρικό σύστημα, και είναι γνωστό ότι οι νευροδιαβιβαστές ρυθμίζουν τον μυϊκό τόνο (8). Η γενική δράση αυτών των φαρμάκων είναι η καταπράυνση παρά η άμεση χαλάρωση του μυός. Παρ'όλα αυτά, είναι συχνά χρήσιμα στην θεραπεία του μυοσκελετικού πόνου.

Αξίζει να αναφερθεί ότι η από του στόματος πρόσληψη στρεπτοκινάσης-στρεπτοδορνάσης έχει δοκιμαστεί στα πρώτα στάδια της αποκατάστασης των διαστρεμμάτων στον αστράγαλο (8). Προκαταρκτικές έρευνες έχουν δείξει ελάττωση του πόνου, του οιδήματος, του αιματώματος και του άλγους μετά τη λήψη των παραπάνω φαρμάκων. Επιπλέον έρευνες βρίσκονται σε εξέλιξη.

Η αντιμετώπιση του πόνου είναι η πρώτη προτεραιότητα στην αντιμετώπιση του τραυματισμού του αστράγαλου. Η αντιμετώπιση του πόνου είναι ζωτικής σημασίας με διάφορα αποτελεσματικά φαρμακευτικά σκευάσματα, ανάλογα με άλλες παραμέτρους όπως στον μεταβολισμό των ασθενών. Τα φάρμακα αυτά που χρησιμοποιούνται για τον πόνο είναι η ασπιρίνη, η ιβουπροφαίνη και η παρακεταμόλη. Η ασπιρίνη είναι ένα φάρμακο που χρησιμοποιείται για τον πόνο, τη φλεγμονή και την πυρετότητα. Η ιβουπροφαίνη είναι ένα φάρμακο που χρησιμοποιείται για τον πόνο, τη φλεγμονή και την πυρετότητα. Η παρακεταμόλη είναι ένα φάρμακο που χρησιμοποιείται για τον πόνο και την πυρετότητα. Τα φάρμακα αυτά πρέπει να λαμβάνονται σύμφωνα με τις οδηγίες του γιατρού. Η αντιμετώπιση του πόνου είναι ζωτικής σημασίας για την καλύτερη έκβαση των ασθενών. Η αντιμετώπιση του πόνου είναι ζωτικής σημασίας για την καλύτερη έκβαση των ασθενών. Η αντιμετώπιση του πόνου είναι ζωτικής σημασίας για την καλύτερη έκβαση των ασθενών.

Για να κατανοήσουμε την αιτία του πριβήματος, πρέπει να εξετάσουμε με προσοχή α) Την αίσθηση των μυοκλονιών (σπασμούς) που εμφανίζονται στον τραυματισμένο αστράγαλο (βλέπε κεφάλαιο 4.1) β) Τις διάφορες φροντίδες αυτές να το βάλει και περιγράψει γ) Την επίδραση της φυσιοθεραπείας στη μείωση του πόνου και στην (βλέπε κεφάλαιο 4) και τέλος δ) με γνώμονα τις συστάσεις, να καθιερωθεί το πρόγραμμα των φυσιοθεραπευτικών ασκήσεων, με στόχο την διατήρηση του μεγάλου όγκου αίματός (απόσταση των τραυματισμένων αστράγαλων και την προνοδιακή κατάσταση των αστέρων στην αγορά. Πιθανότατα θα αναλυθούν τον ρόλο της τεχνικής της ανατομικής πρόληψης και των μικροβιοτικών και παραδοσιακών συστημάτων στην καταπολέμηση διαφόρων ασθενειών τραυματισμών (4.2).

4.2 Θεραπεία της ελάττωσης

Η ελάττωση αφορά με βάση την κατάσταση για την κλινική κατάσταση των ασθενών και εξαρτάται από τον τύπο του τραυματισμού (11). Είναι ζωτικής σημασίας για την καλύτερη έκβαση των ασθενών και την πρόληψη των επιπλοκών, από διαταραχές αναπνευστικής λειτουργίας, θρόμβωση της φλέβας, της καρδιάς, της σπλήνας, κλπ. και διαφόρων τραυματισμών (12). Αυτός ο ρόλος είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση των ασθενών. Η αντιμετώπιση του πόνου είναι ζωτικής σημασίας για την καλύτερη έκβαση των ασθενών. Η αντιμετώπιση του πόνου είναι ζωτικής σημασίας για την καλύτερη έκβαση των ασθενών. Η αντιμετώπιση του πόνου είναι ζωτικής σημασίας για την καλύτερη έκβαση των ασθενών.

Η αντιμετώπιση του πόνου είναι ζωτικής σημασίας για την καλύτερη έκβαση των ασθενών. Η αντιμετώπιση του πόνου είναι ζωτικής σημασίας για την καλύτερη έκβαση των ασθενών. Η αντιμετώπιση του πόνου είναι ζωτικής σημασίας για την καλύτερη έκβαση των ασθενών.

Διατροφική αποκατάσταση

Ενώ οι ημερήσιες θρεπτικές ανάγκες, για τις διάφορες φάσεις του κύκλου ζωής του ανθρώπου έχουν σε γενικές γραμμές καθοριστεί, εντούτοις, υπάρχουν πάρα πολλές ειδικές περιπτώσεις, όπως διάφορες ασθένειες, συμμετοχή σε αθλητική δραστηριότητα, περιπτώσεις τραυματισμών από διαφορετικές μορφές κακώσεων, περιπτώσεις εγχειρητικής επέμβασης κλπ, για τις οποίες απέχουμε πάρα πολύ ακόμα, από το να μπορούμε να προσδιορίζουμε με ακρίβεια, τις θρεπτικές ανάγκες του οργανισμού. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η οποία αφορά τη διατροφή και το ρόλο που αυτή διαδραματίζει στην αποκατάσταση των αθλητικών τραυματισμών, υπάρχουν ερωτήματα, όπως: Ποιές είναι οι ανάγκες του σώματος σε διάφορες θρεπτικές ουσίες όπως, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, βιταμίνες, μέταλλα και ιχνοστοιχεία για την ταχύτερη δυνατή αποκατάσταση; Τι επιδράσεις έχει, η απαραίτητη κατά τα άλλα φαρμακοθεραπεία με διάφορα αντιφλεγμονώδη, μυοχαλαρωτικά, αντιβιοτικά, αναλγητικά και άλλες φαρμακευτικές ουσίες, στον μεταβολισμό των διαφόρων θρεπτικών ουσιών και τι επιπτώσεις έχουν στο ρυθμό επανασύνθεσης του κολλαγόνου ιστού και του οστίτη ιστού; Ερωτήματα σαν αυτά πρέπει να απασχολούν τον θεράποντα ιατρό, τους διαιτολόγους και τους φυσικοθεραπευτές, οι οποίοι κατά τη διάρκεια της θεραπείας πρέπει να στοχεύουν στον πληρέστερο δυνατό εφοδιασμό του σώματος με θρεπτικές ουσίες, για την ταχύτερη δυνατή αποκατάσταση των αθλητικών κακώσεων αλλά και τον προπονητή ο οποίος, μετά την αποκατάσταση θα επωμισθεί τον σχεδιασμό προπονητικών ερεθισμάτων για την επαναμεγιστοποίηση της απόδοσης του αθλητή (43).

Για να κατανοήσουμε την έκταση του προβλήματος, πρέπει να εξετάσουμε με προσοχή: α) Την αλυσίδα των μεταβολικών φαινομένων που παρατηρούνται στους τραυματισμένους ιστούς (βλέπε κεφάλαιο-4). β) Τις διάφορες θρεπτικές ουσίες και το βαθμό που επηρεάζονται. γ) Την επίδραση της φαρμακοθεραπείας στο μεταβολισμό αυτών των ουσιών (βλέπε κεφάλαιο-6) και τέλος, δ) με γνώμονα τις αλληλεπιδράσεις, να καθορίσουμε τις ποσότητες των θρεπτικών ουσιών αλλά και τις μεταξύ τους αναλογίες. Όλα αυτά θα βοηθήσουν στο σωστό επανεφοδιασμό του σώματος, με στόχο, την διατήρηση του μέγιστου δυνατού ρυθμού επουλώσης των τραυματισμένων ιστών και την γρηγορότερη επιστροφή του αθλητή στην ενεργό δράση. Παρακάτω, θα αναλύσουμε τον ρόλο και τη σημασία της ενεργειακής πρόσληψης και των μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών στην αποκατάσταση διαφόρων αθλητικών τραυμάτων (43).

Η Σημασία της Ενέργειας

Η ενέργεια παρέχει τα υλικά που απαιτούνται για την κατασκευή ενδοκυτταρικών και εξωκυτταρικών συστατικών (11). Επίσης, είναι απαραίτητη για την κατασκευή νέων ιστών και την επιδιόρθωση των κατεστραμμένων, ενώ διεγείρει ορμονικές απαντήσεις, ιδιαίτερα της ινσουλίνης, της γλυκαγόνης, της αυξητικής ορμόνης και διαφόρων νευροπεπτιδίων (11). Αυτές οι ορμόνες παίζουν σημαντικό ρόλο στην επουλώση των τραυμάτων και στην ομοίωση του οργανισμού. Σε περίπτωση μειωμένης πρόσληψης ενέργειας, ο οργανισμός χρησιμοποιεί τις αποθήκες ενέργειας που διαθέτει, φθάνοντας κάποτε στο σημείο να καταβολίσει τον μυϊκό του ιστό, με αποτέλεσμα να διαταραχθεί η επουλώση των τραυμάτων (34,61). Ο θερμιδικός υποσιτισμός δηλαδή, ο οποίος σχεδόν πάντα είναι και πρωτεϊνικός, έχει επιβλαβή επίδραση στην επουλώση (34).

Πρέπει να ληφθεί υπόψιν, ότι ενώ οι θερμιδικές ανάγκες μειώνονται κατά τη διάρκεια του τραυματισμού του αθλητή λόγω μείωσης της αθλητικής του

δραστηριότητας, εν τούτοις ο τραυματισμός αυξάνει τις ημερήσιες θερμιδικές ανάγκες έως και 60% σε σχέση με το εάν ο αθλητής δεν τραυματιζόταν (43). Το ισοζύγιο των θερμίδων πρέπει να είναι μηδέν, ώστε να διατηρείται το σωματικό βάρος των αθλητών στα πριν τον τραυματισμό επίπεδα (43). Ακόμη, οι εξισώσεις και οι προσεγγίσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του βασικού μεταβολικού ρυθμού (BMR) ενός υγιούς αθλητή έχουν μειονεκτήματα όταν χρησιμοποιούνται για τραυματίες αθλητές οι οποίοι βρίσκονται στο νοσοκομείο (11,33,34). Οι ασθενείς αυτοί επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες οι οποίοι μπορούν να αυξήσουν ή να ελαττώσουν τον ρυθμό μεταβολισμού. Οι κυριότεροι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας είναι ο τύπος και η σοβαρότητα του τραυματισμού, καθώς επίσης και η φυσική δραστηριότητα του ασθενούς. Επίσης, ο πυρετός επηρεάζει το (BMR), αυξάνοντας την παραγωγή θερμότητας κατά 10-13% για κάθε βαθμό κελσίου πάνω από την φυσιολογική θερμοκρασία του σώματος. Ο πόνος, ο φόβος και η δυσανασχέτιση μπορούν ακόμη να επηρεάσουν την κατανάλωση ενέργειας (11). Σε ένα φυσιολογικά διατρεφόμενο τραυματία αθλητή που βρίσκεται στο νοσοκομείο, η κατανάλωση ενέργειας σε ανάπαυση (REE) είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη ενός άλλου ο οποίος δεν είναι τραυματίας και δεν βρίσκεται στο νοσοκομείο. Ο λόγος για αυτή τη διαφορά είναι ο τραυματισμός (11). Η αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας λόγω τραυματισμού δίνεται στον Πίνακα-8.2. Όμως, η συνολική κατανάλωση ενέργειας του τραυματία αθλητή είναι μειωμένη σε σχέση αυτή του μη τραυματία, διότι ο παράγοντας της φυσικής δραστηριότητας ενώ ξεπερνά το 1,8 για τον μη τραυματία αθλητή, είναι μόλις 1,2 στον τραυματία αθλητή λόγω καθιστικής ζωής (33,34). Οι εξισώσεις για τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας είναι οι ακόλουθες:

Για άνδρες: $(66 + 13,7xB + 5xY - 6,8xH) \times$ παράγοντας φυσικής δραστηριότητας \times παράγοντας τραυματισμού

Για γυναίκες: $(655 + 9,6xB + 1,7xY - 4,7xH) \times$ παράγοντας φυσικής δραστηριότητας \times παράγοντας τραυματισμού

Όπου B= Βάρος σε Kg, Y= Ύψος σε cm, H= Ηλικία σε χρόνια.

Αυτές οι εξισώσεις δίνουν μια εκτίμηση της κατάστασης και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να θεωρούνται ότι προσδιορίζουν επακριβώς την κατανάλωση ενέργειας (33,34). Έχει επίσης προταθεί καθημερινή κατανάλωση ενέργειας ίση με 35Kcal/Kg, μετατραυματικά (11).

| Τύπος τραυματισμού | Αλλαγή του BMR (%) |
|----------------------|--------------------|
| Σκελετικό τραύμα | +32 |
| Τραύμα μαλακού ιστού | +14-17 |
| Τραύμα κεφαλής | +61 |
| Εγχείρηση | +24 |
| Κάταγμα | +20-25 |

Πίνακας 8.2. Ποσοστό αύξησης του BMR ανάλογα με τον τύπο τραυματισμού.

Επιπλέον, εφόσον η ενέργεια είναι απαραίτητη για τον αναβολισμό, πρέπει να διερευνάται ο λόγος αζώτου-θερμίδων. Έχει βρεθεί ότι ο παραπάνω λόγος, ο οποίος είναι απαραίτητος για την ομαλή σύνθεση πρωτεΐνης από αμινοξέα, πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 1:100 και 1: 180, μετά από τραυματισμό (33). Γενικά, μια επαρκής θερμιδική πρόσληψη ενισχύει την λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, περιορίζει την ανεπάρκεια των θρεπτικών συστατικών, βελτιώνει το ισοζύγιο του αζώτου και οδηγεί σε φυσιολογική επούλωση των τραυμάτων.

Πολλές είναι οι περιπτώσεις στις οποίες παρατηρείται αύξηση βάρους σε τραυματίες αθλητές. Η αύξηση αυτή οφείλεται όχι μόνο στην έλλειψη άσκησης μετατραυματικά αλλά και στην στενοχώρια και το stress του αθλητή που εμφανίζονται φυσιολογικά μετά από έναν τραυματισμό. Ο αθλητής θα πρέπει να τρώει μόνο όταν πεινάει και να γνωρίζει ότι το φαγητό χρησιμοποιείται ως “καύσιμο” και όχι για διασκέδαση και ανύψωση της διάθεσης (50). Από την άλλη όμως, απαγορεύεται ο τραυματίας να μειώσει αυστηρά την πρόσληψη τροφής, διότι αυτή χρειάζεται σε επαρκείς ποσότητες για να επουλώσει το τραύμα (51). Συνεπώς, οι δίαιτες αδυνατίσματος πρέπει να αποφεύγονται κατά τη διάρκεια αποκατάστασης των τραυμάτων (51).

Η Σημασία της Πρωτεΐνης

Σαν αποτέλεσμα του τραυματισμού, το περισσότερο είναι δυνατόν να είναι μερικώς ή ολικώς καταστραμμένο (43). Αμέσως μετά τον τραυματισμό, παρατηρείται ένας αρκετά μεγάλη έκτασης καταβολισμός του μυϊκού ιστού. Το φαινόμενο αυτό ακολουθείται από παράλληλες απώλειες καλίου, θείου, φωσφόρου και ασβεστίου. Ο καταβολισμός του ιστού μπορεί να ανέρχεται από 5 γραμμάρια αζώτου πρωτεΐνης την ημέρα, σε περιπτώσεις κακώσεων περιορισμένης έκτασης, έως και 25 γραμμάρια την ημέρα όταν συνοδεύεται από χειρουργική επέμβαση 5 έως και 8 ημέρες μετά τον τραυματισμό. Οπωσδήποτε, πρέπει να μας ανησυχεί το γεγονός της απώλειας πρωτεΐνης σε τέτοια έκταση. Η περίπτωση των 25 γραμμαρίων την ημέρα, και σε διάρκεια 8 ημερών, αντιπροσωπεύει τον πράγματι μεγάλο όγκο των 200 γραμμαρίων αζώτου πρωτεΐνης, ποσότητα που ανέρχεται σε 1,2 κιλά πρωτεΐνης ή 6,3 κιλά μυϊκού ιστού, χωρίς σε αυτό να υπολογίζονται οι απώλειες πρωτεΐνης του αίματος. Ο καταβολισμός της πρωτεΐνης κορυφώνεται 5 έως 8 ημέρες μετά τον τραυματισμό. Όπως είναι λογικό, οι μικροτραυματισμοί προξενούν απώλειες πρωτεΐνης σε μικρότερη έκταση, που μπορεί να οφείλονται όχι μόνο στο τραύμα αλλά και στην κακή διατροφή, δηλαδή στη μείωση της κατανάλωσης θερμίδων. Κάτι τέτοιο όμως μπορεί να αποκατασταθεί υπολογίζοντας με ακρίβεια τον όγκο πρωτεΐνης που καταναλώνει ο αθλητής. Σε περιπτώσεις πολύ σοβαρών τραυματισμών, οι απώλειες μπορούν να αντιμετωπισθούν και με παρεντερική παρέμβαση και επαρκή χορήγηση αμινοξέων. Στον Πίνακα-8.3. αναγράφονται οι απώλειες αζώτου πρωτεΐνης και μυϊκού ιστού μετά από τραυματισμό σε διάστημα 10 ημερών (43).

Πίνακας 8.3.

Οι απώλειες μυϊκού ιστού εξαρτώνται από την έκταση του τραύματος. Σε περίπτωση διπλού κατάγματος είναι δυνατόν να ανέρχονται σε 5,3 κιλά σε διάρκεια 10 ημερών, ενώ σε μικρότερους τραυματισμούς οι απώλειες είναι μικρότερες (43).

Απώλειες αζώτου και πρωτεΐνης σε διάστημα 10 ημερών.

| Περιπτώσεις | Αζώτο (gr) | Πρωτεΐνη (gr) | Μυϊκός ιστός (Kg) |
|------------------------------------|---------------|------------------|----------------------|
| Διπλό κάταγμα | 170 | 1063 | 5,3 |
| Μονήρες κάταγμα | 150 | 936 | 4,7 |
| Βαριά χειρουργική επέμβαση | 50 | 313 | 1,6 |
| Ελαφρά χειρουργική επέμβαση | 25 | 156 | 0,8 |

Πηγή: Παύλου Ν.Κωνσταντίνος, *Διατροφή-Φυσιολογία και Άσκηση*, copyright, Αθήνα. 1992

Η επούλωση των τραυματισμένων ιστών απαιτεί μια δυναμική ιστολογική και βιοχημική δραστηριότητα (43). Ενδείκνυται λοιπόν, δύο ή τρεις ημέρες πριν την

χειρουργική επέμβαση, ή αμέσως μετά τον τραυματισμό, ο οργανισμός να θωρακίζεται με μια αυξημένη ποσότητα πρωτεΐνης στη διατροφή, με στόχο, την ταχύτερη δυνατή μετεγχειρητική ανάρρωση του οργανισμού. Η αυξημένη αυτή ποσότητα λευκώματος στοχεύει:

α) Στη δημιουργία νέου μυϊκού ιστού

Η σύνθεση νέου μυϊκού ιστού προϋποθέτει την παρουσία κατάλληλης αναλογίας και ποσότητας αμινοξέων τα οποία μεταφέρονται με το κυκλοφορικό σύστημα στις τραυματισμένες περιοχές (43). Αν και ο ρυθμός καταβολισμού των διαφόρων πρωτεϊνών, σε περίπτωση τραυματισμού, επιταχύνεται, με συνέπεια την απώλεια μυϊκού όγκου, εντούτοις, δεν πρέπει να αγνοούμε ότι κατά τη διάρκεια της ανάρρωσης παρατηρείται μια αντιστρόφως ανάλογη επιτάχυνση του αναβολισμού, εφόσον στην συγκεκριμένη περιοχή του τραύματος υπάρχουν διαθέσιμα τα απαραίτητα αμινοξέα.

β) Αποφυγή shock (κλονισμός)

Ένας σοβαρός τραυματισμός ή χειρουργική επέμβαση επιφέρει μια παράλληλη αιμορραγία, με αποτέλεσμα, την μείωση του όγκου του αίματος, του ορού και των ερυθρών αιμοσφαιρίων, αυξάνοντας έτσι τις πιθανότητες ενός shock. Η έλλειψη πρωτεΐνης επιδεινώνει αυτήν την κατάσταση (43).

γ) Έλεγχος του οιδήματος

Η απουσία επαρκούς ποσότητας πρωτεΐνης στη διατροφή, προκαλεί την παράλληλη μείωση της πρωτεΐνης που κυκλοφορεί στο αίμα και τη δημιουργία οιδήματος λόγω μείωσης της οσμωτικής πίεσης του αίματος, με αποτέλεσμα, την αδυναμία διατήρησης της ισορροπίας των υγρών μεταξύ των αιμοφόρων αγγείων και του εξωκυτταρικού χώρου. Αυτό έχει ως συνέπεια την αύξηση των υγρών στο εξωκυτταρικό μεσοδιάστημα, πολύ πριν τα κλινικά συμπτώματα του οιδήματος γίνουν εμφανή, με αποτέλεσμα, να επηρεάζεται αρνητικά η λειτουργία του καρδιακού και αναπνευστικού συστήματος. Η δημιουργία τοπικών οιδημάτων όπως τα οιδήματα στην χειρουργημένη περιοχή, επιδρούν αρνητικά στην όλη διαδικασία επούλωσης, με αποτέλεσμα την μείωση του ρυθμού αποκατάστασης του τραύματος (43).

δ) Προστασία εναντίον της μόλυνσης

Όπως είναι γνωστό τα αντιγόνα, τα αντισώματα, τα λευκά αιμοσφαίρια, οι ορμόνες, τα ένζυμα και άλλες ουσίες οι οποίες συμμετέχουν στον μηχανισμό προστασίας του οργανισμού κατά της μόλυνσης, έχουν σαν δομικά υλικά τα διάφορα αμινοξέα που προέρχονται από τις πρωτεΐνες των τροφών. Συνεπώς, μια επαρκής πρωτεϊνική διαιτητική πρόσληψη μειώνει τις πιθανότητες εμφάνισης μόλυνσης μετά από έναν τραυματισμό (43).

ε) Δημιουργία νέου οστίτη ιστού

Ο τραυματισμός του οστίτη ιστού, όπως σε περίπτωση κατάγματος ή χειρουργικής επέμβασης, ακολουθείται από μια διαδικασία αποκατάστασης και αποθεραπείας η οποία στοχεύει στη σύνθεση νέου ιστού. Η πρωτεΐνη, στην περίπτωση αυτή, διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο στην δημιουργία κατάλληλου υποστρώματος, στο οποίο αγκυροβολούν τα διάφορα άλατα του οστίτη ιστού (43).

στ) Δημιουργία νέου κολλαγόνου ιστού

Το κολλαγόνο, ένας πρωτεϊνούχος συνδετικός ιστός, αντιπροσωπεύει το 34% της συνολικής πρωτεΐνης του σώματος, το 25% του ξηρού ανθρώπινου σωματικού βάρους και περίπου το 1/3 του βάρους του οστίτη ιστού. Τα υπόλοιπα 2/3 του οστίτη ιστού αποτελούνται από ανόργανα άλατα, όπως το φωσφορικό ασβέστιο (85%), το ανθρακικό ασβέστιο (10%) και μικρές ποσότητες από χλωριούχο ασβέστιο και χλωριούχο νάτριο. Επιπροσθέτως, οι τένοντες, οι σύνδεσμοι και οι απονευρώσεις αποτελούνται εξ'ολοκλήρου από κολλαγόνο. Η ιδιομορφία του κολλαγόνου ιστού βρίσκεται στο ότι το αμινοξύ γλυκίνη αντιπροσωπεύει το 1/3 των αμινοξέων από τα

οποία αποτελείται το κολλαγόνο. Αυτό σημαίνει ότι κάθε τρίτο αμινοξύ στην αλυσίδα του κολλαγόνου είναι το αμινοξύ γλυκίνη. Το 57% του κολλαγόνου ιστού βρίσκεται στα οστά, ενώ τα αμινοξέα προλίνη και λυσίνη, με τη μορφή υδροξυπρολίνης και υδροξυλυσίνης, αποτελούν το μεγαλύτερο όγκο της υπόλοιπης πρωτεΐνης. Παραδόξως, τα αμινοξέα τρυπτοφάνη και κυστεΐνη δεν συμμετέχουν στη δομή του κολλαγόνου (43)

ζ) Δημιουργία παραγόντων απαραίτητων για την επούλωση

Μετά τον τραυματισμό απαιτείται επαρκής πρωτεϊνική πρόσληψη για τον σχηματισμό διαφόρων παραγόντων απαραίτητων για την επούλωση του τραύματος. Εκτός από το κολλαγόνο που προαναφέρθηκε, απαραίτητοι παράγοντες είναι οι δομικές πρωτεΐνες ελαστίνη και πρωτεογλυκάνες, οι μη κολλαγονούχες πρωτεΐνες της μεσοκυττάριας ουσίας φμπρονεκτίνη και λαμινίνη, οι πεπτιδικές ορμόνες ινσουλίνη, γλυκαγόνη, σωματοτροπίνη, οι σωματομεδίνες, οι κυτοκίνες, οι λεμφοκίνες και διάφορα νευροπεπτίδια. Επίσης, οι κυτταρικοί υποδοχείς, οι μεταφέρουσες πρωτεΐνες και τα ένζυμα προέρχονται από τα δομικά συστατικά των πρωτεϊνών, τα αμινοξέα (11).

Γίνεται λοιπόν εμφανές ότι η έλλειψη επαρκούς πρωτεΐνης δημιουργεί μια πολύπλευρα επικίνδυνη κλινική κατάσταση, με αποτέλεσμα την μείωση του ρυθμού επούλωσης τραυμάτων (βλ. Πίνακα-8.4) (11,34,51,61). Αθλητές που χαρακτηρίζονται συνήθως από μειωμένη πρόσληψη πρωτεΐνης είναι οι γυμναστές, οι τριαθλητές, οι μαραθονοδρόμοι, οι παλαιστές, οι χορευτές, οι παγοδρόμοι, οι ποδηλάτες και οι ορειβάτες. Όλοι αυτοί θα πρέπει μετά από κάποιο τραυματισμό τους να είναι πολύ προσεχτικοί σχετικά με την πρωτεϊνική τους πρόσληψη, ειδικά δε όταν το σωματικό τους βάρος και η μυϊκή τους μάζα είναι χαμηλότερα από τα φυσιολογικά επίπεδα.

Ακόμη αξίζει να αναφερθεί ότι ένας αθλητής ο οποίος καταναλώνει για παράδειγμα 3000-4000 θερμίδες την ημέρα πρέπει να κατανοήσει ότι η μείωση της αθλητικής του δραστηριότητας εξαιτίας του τραυματισμού του, έχει σαν επακόλουθο την μείωση της ποσότητας των θερμίδων που πρέπει να καταναλώνει σε 2000-3000, ανάλογα με τον όγκο του σώματός του. Όμως, οφείλει παράλληλα με τη μείωση της ποσότητας των θερμίδων που καταναλώνει, να διατηρήσει σταθερή την προσλαμβανόμενη ποσότητα πρωτεΐνης. Συνεπώς, πρέπει να αυξήσει το ποσοστό της πρωτεΐνης στη διαίτα (43). Αν και δεν είναι γνωστό εάν η αυξημένη πρωτεϊνική πρόσληψη επιταχύνει την επούλωση των τραυμάτων ή εμποδίζει τον μυϊκό καταβολισμό, εντούτοις, γνωρίζουμε ότι μια “φυσιολογική” πρωτεϊνική πρόσληψη, παρόμοια με αυτήν που έχει ο αθλητής πριν τον τραυματισμό του, επιτρέπει στην επούλωση να προχωρά με φυσιολογικούς ρυθμούς (11). Έτσι, ένας τραυματίας αθλητής οφείλει να καταναλώνει περίπου 1,5 γραμμάρια πρωτεΐνης ανά κιλό σωματικού βάρους την ημέρα (1,5 gr/kg/day), αν και στην βιβλιογραφία αναφέρεται και η σύσταση 2,0-2,5 gr/kg/day (11,43). Ακόμη, όσον αφορά τους συνδεσμικούς τραυματισμούς, την τρίτη μέρα μετατραυματικά ξεκινούν οι διαδικασίες ανασύνθεσης (17). Αυτή τη χρονική στιγμή ο ασθενής θα πρέπει να αυξήσει το ποσοστό προσλαμβανόμενης πρωτεΐνης. Για τις πρώτες 5-25 μέρες μετά το τραύμα, ο τραυματίας οφείλει να καταναλώνει καθημερινά 1 γραμμάριο πρωτεΐνης ανά 0,45 κιλά σωματικού βάρους ή 1,66 γραμμάρια πρωτεΐνης ανά κιλό σωματικού βάρους (1,66 gr/kg), ανάλογα πάντα με την έκταση του τραύματος (17). Εάν είναι δυνατόν, η πρωτεΐνη πρέπει να προσλαμβάνεται τέσσερις με έξι φορές τη μέρα, το οποίο έρχεται σε αντίθεση με τη συνηθισμένη σύσταση για τρεις φορές την ημέρα. Ο λόγος για τη νέα σύσταση είναι ότι το σώμα μπορεί να μεταβολίσει μόνο 20-35 γραμμάρια πρωτεΐνης σε κάθε γεύμα, και έτσι εάν ο ασθενής καταναλώσει τις συνηθισμένες υψηλές δόσεις σε δύο ή τρία γεύματα, τότε ένα μεγάλο ποσοστό των δόσεων θα χαθεί, χωρίς να απορροφηθεί (17). Επιπλέον, οι υψηλές δόσεις πρωτεϊνών είναι τοξικές για το ήπαρ και τα νεφρά. Εάν ο τραυματίας αθλητής αδυνατεί να καταναλώσει την πρωτεΐνη σε τέσσερις με έξι δόσεις, τότε

μπορεί να χρησιμοποιήσει αμινοξέα μία ή δύο φορές την ημέρα. Μία ισορροπημένη φόρμουλα, η οποία περιλαμβάνει τα οκτώ απαραίτητα αμινοξέα μαζί με τα θειούχα αμινοξέα (προλίνη, λυσίνη και κυστίνη) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διατήρηση θετικού ισοζυγίου αζώτου καθόλη τη διάρκεια της ημέρας. Η χορήγηση αμινοξέων πρέπει να ενισχύει τα τρία ή τέσσερα πρωτεϊνικά γεύματα και όχι να τα αντικαθιστά (17). Επίσης, αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι χρειάζεται να καταναλώνονται καθημερινά 3 μικρομερίδες άπαχου κρέατος, όπως είναι τα ψάρια, το κοτόπουλο και η γαλοπούλα. Βέβαια, επιτρέπεται και η κατανάλωση του βοδινού, του χοιρινού και των γαλακτοκομικών, σε περιορισμένες όμως ποσότητες διότι είναι πλούσια σε λίπος. Άλλες καλές πηγές πρωτεϊνών είναι το ασπράδι του αυγού, η σόγια και τα προϊόντα της, τα όσπρια, το ρύζι, το σιτάρι, καθώς και διάφορες σκόνες υδρολυμένων πρωτεϊνών (52). Η μορφή και ο τύπος της προσλαμβανόμενης πρωτεΐνης φαίνεται να είναι λιγότερο σημαντικά σε σχέση με τη συνολική ποσότητά της (11).

Αξίζει να αναφερθεί ότι η κατανάλωση εξαιρετικά μεγάλων ποσοτήτων πρωτεϊνών δεν φαίνεται να έχει κανένα θετικό αποτέλεσμα στην επούλωση των τραυμάτων. Οι επιπλέον θερμίδες, οι οποίες προσλαμβάνονται υπό τη μορφή των πρωτεϊνών, και παραμένουν μετά τη διαδικασία της απαμίνωσης, μετατρέπονται σε λίπος και αποθηκεύονται στον υποδόριο ιστό. Επιπλέον, από ιατρική άποψη, η παρατεταμένη και υπερβολική πρόσληψη πρωτεϊνών μπορεί να είναι καταστροφική διότι ο μεταβολισμός μεγάλων ποσοτήτων αυτών των ουσιών καταπονεί τους νεφρούς και το ήπαρ επηρεάζοντας σημαντικά τη λειτουργία τους (1).

| Μειώνονται ή καθυστερούν | Αυξάνονται |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Πολλαπλασιασμός ινοβλαστών | <input type="checkbox"/> Οίδημα διάμεσου χώρου |
| <input type="checkbox"/> Επίπεδα αλβουμίνης στον ορό και το διάμεσο υγρό | <input type="checkbox"/> Χρονική διάρκεια της φλεγμονώδους φάσης επούλωσης του τραύματος |
| <input type="checkbox"/> Σύνθεση και εναπόθεση κολλαγόνου | <input type="checkbox"/> Συνολικός χρόνος επούλωσης |
| <input type="checkbox"/> Σύνθεση πρωτεογλυκάνων | <input type="checkbox"/> Καταβολισμός μυϊκού ιστού |
| <input type="checkbox"/> Επαναδιαμόρφωση τραύματος | <input type="checkbox"/> Καταβολισμός σπλαχνικών πρωτεϊνών |
| <input type="checkbox"/> Σχηματισμός νέων λεμφικών αγγείων | <input type="checkbox"/> Καταβολισμός συνδετικών ιστών |
| <input type="checkbox"/> Αγγειοποίηση | <input type="checkbox"/> Διάνοιξη τραύματος |
| <input type="checkbox"/> Λειτουργίες Ανοσοποιητικού Συστήματος | <input type="checkbox"/> Μόλυνση τραύματος |
| <input type="checkbox"/> Σύνθεση και έκκριση αυξητικών παραγόντων | |
| <input type="checkbox"/> Μίτωση και μετανάστευση επιθηλιακών κυττάρων | |
| <input type="checkbox"/> Λευκά αιμοσφαίρια και λεμφοκύτταρα | |
| <input type="checkbox"/> Παραγωγή παραγόντων πήξης αίματος | |
| <input type="checkbox"/> Εκτατική δύναμη τραύματος | |

Πίνακας 8.4. Συνέπειες έλλειψης επαρκούς πρωτεΐνης στην επούλωση τραυμάτων.

Η Σημασία των Αμινοξέων

Κάθε αμινοξύ είναι απαραίτητο για την ομαλή διεξαγωγή των διαφόρων μεταβολικών λειτουργιών, στις οποίες ανήκει και η επούλωση των τραυμάτων. Τα τελευταία όμως χρόνια διερευνάται ο ρόλος συγκεκριμένων αμινοξέων στην επούλωση των μυοσκελετικών τραυμάτων. Αυτά τα αμινοξέα είναι η αργινίνη, η γλουταμίνη, τα διακλαδισμένα αμινοξέα, η γλυκίνη, η ιστιδίνη, η καρνοσίνη, η μεθειονίνη, η κυστεΐνη, η ορνιθίνη, η προλίνη, η υδροξυπρολίνη, η φαινυλαλανίνη, η λυσίνη, η υδροξυλυσίνη

και η τρυπτοφάνη (11). Στη συνέχεια θα γίνει μια σύντομη αναφορά στη σχέση του κάθε αμινοξέος με την επούλωση τραυμάτων.

Αργινίνη

Η αργινίνη είναι ένα μη απαραίτητο αμινοξύ το οποίο συντίθεται ενδογενώς από την ορνιθίνη (53). Όταν οι ανάγκες του οργανισμού σε αργινίνη είναι αυξημένες, όπως σε καταστάσεις υπερμεταβολισμού (τραύμα), η ενδογενής παραγωγή αδυνατεί να τις καλύψει και χρειάζεται να χορηγηθεί εξωγενώς, μετατρεπόμενη σε “δυσνητικά απαραίτητο” αμινοξύ. Επίσης, συμμετέχει σε πολλές πορείες που επηρεάζουν την επούλωση των τραυμάτων. Στον Πίνακα-8.5. παρουσιάζονται ορισμένες λειτουργίες της σχετιζόμενες με την επούλωση (7,11,54,55). Σε έρευνες, τόσο σε ανθρώπους όσο και σε επιμύες, που δείχνουν ότι βελτιώνει την επούλωση των τραυμάτων, έχουν χρησιμοποιηθεί από 2 έως 30 γραμμάρια αργινίνης τη μέρα (54). Η αργινίνη βρίσκεται κυρίως στα γαλακτοκομικά, το κρέας, τα πουλερικά, τα ψάρια, τους ξηρούς καρπούς και τη σοκολάτα (54).

| Λειτουργίες της αργινίνης σχετικές με την επούλωση τραυμάτων |
|---|
| <input type="checkbox"/> “Δυσνητικά απαραίτητο” αμινοξύ κατά τη διάρκεια της επούλωσης του τραύματος |
| <input type="checkbox"/> Συστατικό των νεοσυντιθέμενων πρωτεϊνών και πεπτιδικών αλυσίδων |
| <input type="checkbox"/> Διεγείρει την έκκριση αναβολικών ορμονών (ινσουλίνη, σωματοτροπίνη, γλυκαγόνη, προλακτίνη, IGF-1, σωματομεδίνη-C) |
| <input type="checkbox"/> Συμμετέχει στην κυτταρική ανάπτυξη και την ινοπλασία |
| <input type="checkbox"/> Βοηθά στη σύνθεση πολυαμίνων, όπως πούτρεσκίνη, σπερμίνη, σπερμιδίνη (ρυθμιστές κυτταρικής ανάπτυξης) |
| <input type="checkbox"/> Πηγή ενδογενούς NO (βοηθά στην αγγειοδιαστολή και την αυξημένη παροχή O ₂) |
| <input type="checkbox"/> Αυξάνει την παραγωγή ιντερλευκίνης-2 |
| <input type="checkbox"/> Βελτιώνει τις λειτουργίες του ανοσοποιητικού συστήματος μετατραυματικά (αυξάνει τον αριθμό των T-λεμφοκυττάρων, αυξάνει το βάρος του θύμου αδένος) |
| <input type="checkbox"/> Απομακρύνει τη περίσσεια αμμωνίας, η οποία παράγεται λόγω του αυξημένου καταβολισμού των πρωτεϊνών, μέσω του κύκλου της ουρίας |
| <input type="checkbox"/> Πρόδρομος της ορνιθίνης και κιτρουλίνης |
| <input type="checkbox"/> Πρόδρομος της προλίνης, η οποία συμμετέχει στη σύνθεση κολλαγόνου |
| <input type="checkbox"/> Πρόδρομος ενδογενών αναλγητικών πεπτιδίων (Kyotorphin) |
| <input type="checkbox"/> Βελτιώνει το ισοζύγιο του αζώτου |
| <input type="checkbox"/> Πρόδρομος της κρεατίνης (ένωση υψηλής ενέργειας στους μύες) |

Πίνακας 8.5. Λειτουργίες της αργινίνης σχετικές με την επούλωση τραυμάτων.

Γλουταμίνη

Η γλουταμίνη είναι ένα μη απαραίτητο αμινοξύ που μπορεί να συντίθεται σε όλους σχεδόν τους ιστούς από τη γλουταμάτη και αποτελεί δομική μονάδα των πρωτεϊνών (53). Είναι το πιο άφθονο ελεύθερο αμινοξύ στο πλάσμα και στους σκελετικούς μύς, και αποτελεί πάνω από το 50% του ολικού ενδοκυττάρου ποσού των ελεύθερων αμινοξέων στο σώμα (53). Το γεγονός ότι η γλουταμίνη είναι το πιο άφθονο αμινοξύ, την καθιστά τον κυριότερο αγωγό για την μετακίνηση του αζώτου μεταξύ των ιστών, λειτουργώντας σαν πρόδρομο στοιχείο στη σύνθεση των νουκλεοτιδίων, ενώ βοηθά και στην ανακύκλωση των πρωτεϊνών (53). Επίσης, η γλουταμίνη είναι το πιθανότερο υπόστρωμα για την παραγωγή της γλουταθειόνης, μιας ουσίας απαραίτητης για τον πολλαπλασιασμό των λεμφοκυττάρων και την αύξηση της δραστηριότητας των μακροφάγων (53). Τα παραπάνω στοιχεία υποδηλώνουν ότι η γλουταμίνη ενέχει

κεντρικό ρόλο στον μεταβολισμό των αμινοξέων και πρωτεϊνών σε καταστάσεις που χαρακτηρίζονται από αρνητικό ισοζύγιο αζώτου. Πράγματι, μετά από τραύμα και άλλες καταβολικές καταστάσεις, οι συγκεντρώσεις της γλουταμίνης στο πλάσμα ελαττώνονται κατά 20-30%, ενώ τα ενδομυϊκά αποθέματά της μειώνονται περισσότερο από 50%. Μάλιστα, η πτώση των επιπέδων της γλουταμίνης ξεπερνά την πτώση όλων των άλλων αμινοξέων και διαρκεί για περισσότερο χρόνο, ακόμη και όταν τα επίπεδα των άλλων αμινοξέων έχουν γίνει φυσιολογικά (53). Η πτώση αυτή οφείλεται στην μετατραυματική αύξηση των συγκεντρώσεων πλάσματος κορτιζόλης και γλυκαγόνης, και στην αυξημένη ηπατική πρόσληψη της γλουταμίνης για γλυκονογένεση, τη στιγμή που η μυϊκή παραγωγή γλουταμίνης μειώνεται ή παραμένει σταθερή. Κάτω από αυτές επομένως τις συνθήκες, η γλουταμίνη μετατρέπεται σε “δυσνητικά απαραίτητο” αμινοξύ εφόσον οι ανάγκες του οργανισμού αυξάνονται σημαντικά και η ενδογενής παραγωγή αδυνατεί να τις καλύψει, ενώ αντίθετα, η εξωγενής χορήγησή της πιθανόν θα οδηγήσει σε βελτίωση των αποθεμάτων της και κατά συνέπεια σε βελτίωση της δομής και λειτουργίας των ιστών (34,53,56). Όσον αφορά τη δράση της στο ανοσολογικό σύστημα, φαίνεται ότι η εξωγενής χορήγησή της βελτιώνει τη φαγοκυτταρική ικανότητα των μακροφάγων, προάγει τον πολλαπλασιασμό των λεμφοκυττάρων και ευνοεί τη σύνθεση αντισωμάτων και ιντερλευκίνης-2 (11,53,56). Στον Πίνακα-8.6. παρουσιάζονται ορισμένες λειτουργίες της σχετικές με την επούλωση τραυμάτων.

| Λειτουργίες της γλουταμίνης σχετικές με την επούλωση τραυμάτων |
|---|
| <input type="checkbox"/> “Δυσνητικά απαραίτητο” αμινοξύ κατά τη διάρκεια της επούλωσης του τραύματος |
| <input type="checkbox"/> Απαραίτητη για τη σύνθεση πρωτεϊνών, κολλαγόνου ιστού, γλυκοζαμινογλυκάνων (χόνδρος), DNA, RNA, άλλων αμινοξέων |
| <input type="checkbox"/> Διεγείρει <i>in vitro</i> την παραγωγή εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας από τα κύτταρα συνδετικών ιστών |
| <input type="checkbox"/> Εμποδίζει την ανοσοκαταστολή μετά από stress (τραύμα) προάγοντας τον πολλαπλασιασμό των λεμφοκυττάρων και βελτιώνοντας τη φαγοκυτταρική ικανότητα των μακροφάγων |
| <input type="checkbox"/> Απομακρύνει την τοξική αμμωνία από τον οργανισμό μέσω της ουρίας |
| <input type="checkbox"/> Εμποδίζει ή μειώνει το μεταβολικό καταβολισμό μετά από stress (τραύμα) |
| <input type="checkbox"/> Μειώνει την παραγωγή της ιντερλευκίνης-6, άρα και την πιθανότητα λοιμώξεων και άλλων επιπλοκών μετεγχειρητικά |
| <input type="checkbox"/> Μειώνει τον χρόνο παραμονής στο νοσοκομείο μετεγχειρητικά |
| <input type="checkbox"/> Ευνοεί την πρωτεϊνοσύνθεση και την κατακράτηση αζώτου μετά από stress (τραύμα) |

Πίνακας 8.6. Λειτουργίες της γλουταμίνης σχετικές με την επούλωση τραυμάτων.

Διακλαδισμένα αμινοξέα

Τα διακλαδισμένα αμινοξέα είναι η λευκίνη, η ισολευκίνη και η βαλίνη. Κατά τη μετατραυματική περίοδο συμβαίνει πάντοτε ο κύκλος αλανίνης- πυροσταφυλικού (11,55). Σύμφωνα με αυτόν, το πυροσταφυλικό μετατρέπεται στο μύ σε αλανίνη, η οποία απελευθερώνεται στην κυκλοφορία και στη συνέχεια προσλαμβάνεται από το ήπαρ όπου και μετατρέπεται σε γλυκόζη, η οποία θα χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας για τους τραυματισμένους ιστούς. Το πυροσταφυλικό του μυ παίρνει την αμινομάδα που θα χρειαστεί για τη σύνθεση της αλανίνης από τα διακλαδισμένα αμινοξέα του μυ. Συνεπώς, τα διακλαδισμένα αμινοξέα είναι απαραίτητα για τον κύκλο αλανίνης-πυροσταφυλικού, άρα και για την επούλωση των τραυμάτων που βασίζεται στον παραπάνω κύκλο (11,55). Ακόμη, έρευνες έχουν δείξει ότι τα διακλαδισμένα αμινοξέα έχουν την ειδική ικανότητα να διεγείρουν την πρωτεϊνοσύνθεση και να αναστέλλουν

την διάσπαση των πρωτεϊνών. Μάλιστα, από αυτά η λευκίνη φαίνεται να σχετίζεται περισσότερο με αυξημένη πρωτεϊνοσύνθεση (55). Τα τελευταία χρόνια μελετάται και ο ρόλος ενός μεταβολίτη της λευκίνης, του β-υδροξυ-μεθυλβουτυρικού οξέος (beta-hydroxy-beta-methylbutyrate-HMB), ο οποίος φαίνεται ότι διεγείρει την μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση μετά από τραύμα σε επιμύες (55). Πάντως, μεγάλες ποσότητες συμπληρωμάτων αυτών των αμινοξέων από το στόμα δεν φαίνεται να επιταχύνουν την αποκατάσταση τραυμάτων (11).

Γλυκίνη

Αν και η γλυκίνη θεωρείται μη απαραίτητο αμινοξύ στη διαίτα, αποτελεί ένα σημαντικό αμινοξύ στο μεταβολισμό. Η γλυκίνη αποτελεί το 1/3 των αμινοξέων του κολλαγόνου και ένα υψηλό ποσοστό των αμινοξέων της ελαστίνης. Γι' αυτό το λόγο, θεωρείται άκρως απαραίτητη για την ομαλή πορεία επούλωσης τραυμάτων. Όμως, αν και η χορήγηση της από το στόμα σχετίζεται με θετικό ισοζύγιο αζώτου και βελτιωμένη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, παρόλα αυτά αυτό το αμινοξύ δεν θεωρείται τόσο αποτελεσματικό μετατραυματικά όσο άλλα αμινοξέα. Έτσι, δεν συνιστανται συμπληρώματα γλυκίνης μετά από τραυματισμό. Οποσδήποτε όμως απαιτούνται επιπλέον έρευνες (11).

Ιστιδίνη και καρνοσίνη

Η ιστοδίνη είναι ένα ημιαπαραίτητο αμινοξύ και η καρνοσίνη είναι ένα διπεπτιδίο αποτελούμενο από αλανίνη και ιστοδίνη. Μελέτες σε επιμύες έδειξαν ότι η έλλειψη ιστοδίνης από τη διαίτα οδηγεί σε μη φυσιολογική επούλωση τραυμάτων, όπως συμβαίνει και με κάθε άλλο αμινοξύ (11). Η αναπλήρωση όμως της έλλειψης ιστοδίνης, με συμπλήρωμα είτε ιστοδίνης είτε καρνοσίνης, μετατρέπει την επούλωση σε φυσιολογική (57). Παρόλα αυτά, η χορήγηση ιστοδίνης ή καρνοσίνης σε επιμύες με φυσιολογική πρόσληψη ιστοδίνης δεν φαίνεται να επιταχύνει την επούλωση τραυμάτων (11). Μία ακόμη λειτουργία της καρνοσίνης είναι ότι δρα ως αντιοξειδωτικό ενάντια στο υποχλωριώδες οξύ και τα υπεροξείδια λιπιδίων, τα οποία φυσιολογικά παράγονται κατά τη διάρκεια της επούλωσης και επιμηκύνουν την φλεγμονώδη φάση της επούλωσης. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η ιστοδίνη είναι το αμινοξύ που δεσμεύει τα άτομα Zn και Cu στην υπεροξειδάση της δισμουτάσης, η οποία δρα και αυτή ως αντιοξειδωτικό (11). Στο σημείο που έχουν φτάσει οι έρευνες, δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία που να υποστηρίζουν ότι τα συμπληρώματα ιστοδίνης και καρνοσίνης επιταχύνουν την επούλωση των τραυμάτων. Συνεπώς, επιπλέον μελέτες πρέπει να πραγματοποιηθούν πάνω σε αυτό το θέμα.

Μεθειονίνη και κυστεΐνη

Αυτά τα αμινοξέα περιέχουν ομάδες θείου και έτσι είναι δότες θείου για τη σύνθεση των γλυκοζαμινογλυκάνων. Ακόμη, η κυστεΐνη αποτελεί πρόδρομο της γλουταθειόνης, η οποία θεωρείται το πιο σημαντικό αντιοξειδωτικό στο σώμα. Μελέτες σε επιμύες που παρουσίαζαν πρωτεϊνικό έλλειμμα έδειξαν ότι η χορήγηση μεθειονίνης ή κυστεΐνης μετά από τραυματισμό τους βελτίωσε τον πολλαπλασιασμό των ινοβλαστών και τη σύνθεση του κολλαγόνου. Τα παραπάνω αμινοξέα δρουν ως δότες γεφυρών θείου που είναι απαραίτητες για το σχηματισμό και την ωρίμανση του νεοσχηματιζόμενου προκολλαγόνου. Επιπλέον μελέτες έδειξαν ότι συμπληρώματα αυτών των αμινοξέων σε επιμύες με επαρκή πρωτεϊνική πρόσληψη, μετά από τραύμα, δεν επιτάχυναν την επούλωση. Έτσι, η χρήση συμπληρωμάτων μεθειονίνης και

κυστεΐνης δεν ενδείκνυται σε περίπτωση τραυματισμών, αν και χρειάζονται περαιτέρω μελέτες (11).

Ορνιθίνη

Η ορνιθίνη είναι ένα διβασικό αμινοξύ που προέρχεται από την αργινίνη. Χρησιμοποιείται ως ένα μεταβολικό ενδιάμεσο προϊόν για την παραγωγή ουρίας, πολυαμινών, και άλλων αμινοξέων. Το ορνιθινο-α-κετογλουταρικό οξύ (Ornithine-α-Ketoglutarate-OKG), το οποίο αποτελείται από ένα μόριο α-κετογλουταρικού και δύο μόρια ορνιθίνης, φαίνεται ότι βοηθά στην επούλωση των τραυμάτων, πράγμα που δεν το κάνουν από μόνοι τους η ορνιθίνη και το α-κετογλουταρικό. Μελέτες σε ανθρώπους έδειξαν ότι χορήγηση από το στόμα 5-10 γραμμάρια τη μέρα OKG (σε 2-3 δόσεις) προκάλεσε γρηγορότερους ρυθμούς επούλωσης, πιο ικανοποιητική ουλοποίηση, λιγότερες μετεγχειρητικές επιπλοκές, βελτιωμένη μυϊκή πρωτεϊνοσύνθεση, βελτιωμένο ισοζύγιο αζώτου και μικρότερη πτώση των επιπέδων μυϊκής γλουταμίνης. Βέβαια, χρειάζονται και άλλες έρευνες να αποδείξουν την ευεργετική επίδραση του OKG στην αποκατάσταση των τραυμάτων (11).

Προλίνη και Υδροξυπρολίνη

Η προλίνη αποτελεί σχεδόν το 1/3 του κολλαγόνου. Θα φαινόταν λογικό να θεωρούσαμε ότι η προσθήκη προλίνης σε κύτταρα που συνθέτουν κολλαγόνο, π.χ. σε ινοβλάστες στον κοκκιώδη ιστό, προκαλεί αυξημένη παραγωγή κολλαγόνου. Όμως, διάφορα πειράματα που έχουν γίνει σε επιμύες με έλλειψη πρωτεϊνών, μετά από τραυματισμό, και στα οποία χρησιμοποιήθηκαν 1% DL-προλίνη και 0,5% DL-υδροξυπρολίνη, έδειξαν ότι αυτές οι ουσίες δεν επηρέασαν την επούλωση των τραυμάτων. Δυστυχώς, κανένας ερευνητής μέχρι σήμερα δεν έχει μελετήσει την επίδραση της φυσικής L-προλίνης στη διαδικασία επούλωσης. Συνεπώς, καμία μαρτυρία δεν αποδεικνύει ότι το συμπλήρωμα προλίνης είναι ευεργετικό για τη σύνθεση κολλαγόνου και την επούλωση (11).

Φαινυλαλανίνη

Η D- μορφή της φαινυλαλανίνης αναστέλλει τη δράση των ενζύμων που διασπούν τα αναλγητικά πεπτίδια στον εγκέφαλο. Συνεπώς, αυτό το αμινοξύ ασκεί έναν βραχυπρόθεσμο αναλγητικό ρόλο μετά από πόνο που σχετίζεται με μυοσκελετικό τραύμα. Όμως, πρέπει να απαντηθεί το ερώτημα εάν η D-φαινυλαλανίνη είναι ασφαλής για μακροπρόθεσμη χρήση, διότι η φαινυλαλανίνη είναι ένα απαραίτητο αμινοξύ και τα D-αμινοξέα είναι γνωστό ότι είναι τοξικά. Ακόμη, είναι η D-φαινυλαλανίνη αποτελεσματική για οξύ πόνο, χρόνιο πόνο ή και για τα δύο; Δρα η D-φαινυλαλανίνη συμπληρωματικά ή συνεργιστικά με τα άλλα αναλγητικά; Μπορούν οι δόσεις των αναλγητικών να ελαττωθούν όταν μαζί με αυτά χορηγείται και D-φαινυλαλανίνη; Επιπλέον έρευνες θα απαντήσουν τα παραπάνω ερωτήματα (11).

Λυσίνη και Υδροξυλυσίνη

Η λυσίνη, αυτό το απαραίτητο αμινοξύ, φαίνεται ότι απαιτείται για το σχηματισμό του υδροξυαπατίτη της θεμέλιας ουσίας των οστών κατά τη διάρκεια της ενδοχονδριακής οστεοποίησης. Επίσης, η υδροξυλυσίνη, η οποία σχηματίζεται από τη λυσίνη, παρέχει στις ίνες του κολλαγόνου τη δυνατότητα να έχουν σταυροειδή διάταξη,

με αποτέλεσμα το πλέγμα που προκύπτει να είναι πολύ ανθεκτικό με αντοχή μέχρι και 10000 φορές δικό του βάρους (11,118).

| Αμινοξύ | Δόση από το στόμα | Κλινικές εφαρμογές |
|--|--|--|
| Αργινίνη (υδροχλωρική L-αργινίνη ή ασπαρτική αργινίνη) | 10-30gr καθημερινά σε 3-4 διαιρούμενες δόσεις | <input type="checkbox"/> Επούλωση τραύματος <input type="checkbox"/> Αποκατάσταση κατάγματος <input type="checkbox"/> Εγχείρηση <input type="checkbox"/> Καταστολή ανοσοποιητικού |
| Ορνιθινο-α-κετογλουταρικό (OKG) | 5-20gr καθημερινά σε 2-3 δόσεις | <input type="checkbox"/> Επούλωση τραύματος <input type="checkbox"/> Αποκατάσταση κατάγματος <input type="checkbox"/> Εγχείρηση <input type="checkbox"/> Καταστολή ανοσοποιητικού |
| S-αδενουσυλ-L-μεθειονίνη (SAM) | 1200-2400mg καθημερινά σε 3 διαιρούμενες δόσεις | <input type="checkbox"/> Τενοντίτιδα <input type="checkbox"/> Θυλακίτιδα <input type="checkbox"/> Χρόνιος πόνος στη πλάτη <input type="checkbox"/> Διαστρέμματα; <input type="checkbox"/> Αποκατάσταση τενόντων και συνδέσμων; |
| D-φαινυλαλανίνη (DPA) | Οξύς πόνος: 4,0 gr Χρόνιος πόνος: 1500mg καθημερινά σε 3 διαιρούμενες δόσεις | <input type="checkbox"/> Χρόνιος πόνος από μυοσκελετικά τραύματα <input type="checkbox"/> Οξεία χρήση για μετεγχειρητικό πόνο |
| Τρυπτοφάνη (TRP) | 2-5 gr καθημερινά σε διαιρούμενες δόσεις | <input type="checkbox"/> Οξεία χρήση για μετεγχειρητικό πόνο; <input type="checkbox"/> Χρόνιος πόνος από μυοσκελετικά τραύματα |
| 5-υδροξυ-L-τρυπτοφάνη (5OHTRP) | 300-600 mg καθημερινά σε διαιρούμενες δόσεις | <input type="checkbox"/> Ινομυαλγία <input type="checkbox"/> Ινοσίτιδα <input type="checkbox"/> Οξεία χρήση για μετεγχειρητικό πόνο <input type="checkbox"/> Οξεία χρήση για μετατραυματικό πόνο; |

Πίνακας 8.7. Οδηγίες για τη χρήση αμινοξέων μετατραυματικά. (Bucci R. Luke, *Nutrition Applied to Injury Rehabilitation and Sports Medicine*, CRC Press, Florida. 1995).

Προσοχή: Όλα τα αμινοξέα (εκτός από την D-φαινυλαλανίνη) πρέπει να βρίσκονται στη μορφή του L-ισομερούς, όχι του D- ή τουDL-. Σε διαιρούμενες δόσεις πρέπει να λαμβάνονται 30 λεπτά πριν κάθε γεύμα και/ή πριν τον ύπνο, κατά προτίμηση μαζί με ένα μεγάλο ποτήρι νερό (το λιγότερο) ή με κάποιο αναψυκτικό που περιέχει ζάχαρη (φρουτοχυμός, αθλητικό ποτό με ηλεκτρολύτες, λεμονάδα, τσάι με ζάχαρη)

Τρυπτοφάνη

Η τρυπτοφάνη φαίνεται ότι έχει δύο κύριες εφαρμογές στην αποκατάσταση των μυοσκελετικών τραυμάτων. Η πρώτη είναι ότι μειώνει τον πόνο μετατραυματικά, ως ήπιο αναλγητικό, και η δεύτερη είναι ότι διεγείρει την έκκριση της σωματοτροπίνης,

ασκώντας αναβολική δράση. Όσον αφορά την πρώτη εφαρμογή της, η τρυπτοφάνη αποτελεί πρόδρομη ουσία του νευροδιαβιβαστή του εγκεφάλου, σεροτονίνη, ο οποίος σχετίζεται με αναλγησία. Χαρακτηριστικό είναι ότι αυτό το αμινοξύ και το παραγωγό του, η 5-υδροξυ-L-τρυπτοφάνη, χρησιμοποιούνται μετά από ινομυαλγία και ινοσίτιδα. Όσον αφορά τη δεύτερη εφαρμογή της, η τρυπτοφάνη αυξάνει σημαντικά την σωματοτροπίνη ορού όταν χορηγηθεί σε δόση των 5 γραμμαρίων την ημέρα ή και μεγαλύτερη. Σήμερα, στις Ηνωμένες Πολιτείες η τρυπτοφάνη επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί μόνο σε παρεντερικά διαλύματα αμινοξέων και σε παιδικές τροφές, ενώ έχει απαγορευτεί η χρήση της ως διατροφικό συμπλήρωμα από το στόμα. Όμως, στις άλλες χώρες συνεχίζεται κανονικά η χρήση της (11).

Συμπερασματικά, υπάρχουν ορισμένα αμινοξέα, όπως η αργινίνη, η ορνιθίνη και η γλουταμίνη που πρέπει να χορηγούνται συμπληρωματικά μετά από τραυματισμούς. Αντιθέτως, υπάρχουν αμινοξέα, όπως η προλίνη, η υδροξυπρολίνη και η γλυκίνη, των οποίων τα συμπληρώματα δεν βοηθούν στην επούλωση μετά από τραυματισμό, ενώ υπάρχουν και αμινοξέα, όπως η κυστεΐνη, η μεθειονίνη, η ιστιδίνη και η καρνοσίνη τα οποία απαιτείται να χορηγηθούν συμπληρωματικά μετά από τραυματισμό μόνο εάν ο τραυματίας έχει μειωμένη πρωτεϊνική πρόσληψη και μη ικανοποιητικό πρωτεϊνικό προφίλ. Αναμφισβήτητα, οφείλουν οι μελέτες πάνω σε αυτό το θέμα να συνεχιστούν με σκοπό τη διελεύκανση του ρόλου και άλλων αμινοξέων σχετικά με την επούλωση. Πρέπει ωστόσο να αναφερθεί ότι μέχρι σήμερα δεν έχουν γίνει μελέτες σε αθλητές και όλα τα παραπάνω ευρήματα στηρίζονται σε μελέτες ζώων και ανθρώπων, μη αθλητών. Στον Πίνακα-8.7. αναφέρονται οδηγίες για τη χρήση ορισμένων αμινοξέων μετατραυματικά.

Η Σημασία των Υδατανθράκων

Προσοχή πρέπει να δοθεί και στον εφοδιασμό του τραυματισμένου σώματος με τις κατάλληλες ποσότητες υδατανθράκων (43). Προφανώς, η επούλωση των τραυμάτων οδηγεί σε μια αύξηση των μεταβολικών απαιτήσεων του ασθενούς, η οποία προκαλεί μεγαλύτερες ανάγκες σε υδατάνθρακες. Επίσης, οι ενδογενείς αποθήκες γλυκογόνου εξαντλώνται σε λιγότερο από δώδεκα ώρες, καθώς μόνο 300 γραμ. (1200 Kcal) γλυκογόνου αποθηκεύονται στο ήπαρ και το συνδετικό ιστό, με αποτέλεσμα να απαιτείται συχνή και επαρκής πρόσληψη υδατανθράκων από τους τραυματίες (58). Η κύρια λειτουργία αυτών των μακροθρεπτικών συστατικών είναι η παροχή κυτταρικής ενέργειας και το ποσοστό τους οφείλει να αποτελεί μέχρι και το 70% των συνολικών θερμίδων (43). Η αύξηση των υδατανθράκων είναι μια δικλείδα ασφαλείας που εξασφαλίζει ότι, οι πρωτεΐνες θα έχουν σαν αποκλειστική αποστολή τη δημιουργία πρωτεϊνούχων ουσιών και όχι την κάλυψη τυχόν ελλείψεων σε υδατάνθρακες. Εάν το ποσοστό υδατανθράκων στη διαίτα είναι χαμηλό, τότε το σώμα χρησιμοποιεί το λίπος και τις πρωτεΐνες για γλυκονογένεση, με αποτέλεσμα να αποικοδομείται ο σκελετικός μυϊκός ιστός και τα παρεχόμενα αμινοξέα να σχηματίζουν μόρια γλυκόζης. Έτσι, πιθανόν να μην σχηματιστεί το κολλαγόνο, να μην αναπτυχθεί η εκτατική δύναμη του τραύματος και ο ασθενής να είναι επηρεχής σε μολύνσεις (43,51,58). Σε περίπτωση εμφάνισης καθυστερημένου μυϊκού πόνου (muscle soreness) σε αθλούμενους μετά από έντονη-εκκεντρική άσκηση, παρατηρείται εξάντληση των αποθεμάτων γλυκογόνου στους μύες, με αποτέλεσμα να απαιτείται υψηλή πρόσληψη υδατανθράκων μετατραυματικά. Επίσης, η αναπλήρωση των αποθεμάτων γλυκογόνου, η επιδιόρθωση των μυών και η πλήρης ανάρρωση λαμβάνουν χώρα σταδιακά, γι' αυτό το λόγο η γρήγορη επιστροφή των ασκούμενων στην ενεργό δράση δεν ενδείκνυται (59).

Η Σημασία του Λίπους

Μετά από αθλητικούς τραυματισμούς, η κατανάλωση λίπους πρέπει να περιορίζεται γύρω στο 15-20% των συνολικών θερμίδων ώστε να καλύπτει μόνο τις απαραίτητες ανάγκες, γιατί η εναπόθεση λίπους σε τραυματισμένες περιοχές επιδρά αρνητικά στο ρυθμό επούλωσης και προδιαθέτει τον οργανισμό σε μολύνσεις και αιματώματα (7,43). Ακόμη, κατά τη διάρκεια περιόδων stress, όπως είναι το τραύμα, το λίπος φαίνεται να μην αποτελεί διαθέσιμη ενεργειακή πηγή, με αποτέλεσμα να απαιτείται μικρή κατανάλωσή του από τη διαίτα. Η παραπάνω αυστηρή σύσταση δικαιολογείται και από το γεγονός ότι ο τραυματίας έχει μηδαμινή φυσική δραστηριότητα, η οποία προδιαθέτει σε αύξηση της λιπώδους μάζας σώματος και σε ελάττωση της μεταβολικά ενεργούς. Παρόλα αυτά όμως, ένας τραυματίας έχει ανάγκη έστω και από μικρές ποσότητες λιπών διότι αυτά παρέχουν κυτταρική ενέργεια, λιποδιαλυτές βιταμίνες και απαραίτητα λιπαρά οξέα, ενώ είναι ακόμη υπεύθυνα για τη δομική σταθερότητα των κυτταρικών μεμβρανών, την παραγωγή στεροειδών ορμονών και το σχηματισμό φλεγμονώδων μεσολαβητών, όπως είναι τα εικοσανοειδή (11,34,51). Οι σύγχρονες διατροφικές έρευνες συγκεντρώνουν το ενδιαφέρον τους στην επίδραση των omega-3 λιπαρών οξέων στην επούλωση των τραυμάτων (7,11,60). Αυτά τα απαραίτητα λιπαρά οξέα, τα οποία βρίσκονται στα ιχθυέλαια, φαίνεται ότι έχουν αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες με αποτέλεσμα να επηρεάζουν την πορεία επούλωσης. Τα omega-3 λιπαρά οξέα αποτελούνται από το γ-λινολενικό οξύ (γ-Linolenic Acid-GLA), το εικοσαπεντανοϊκό οξύ (Eicosapentaenoic Acid-EPA) και το δωκοσαεξανοϊκό οξύ (Docosahexaenoic Acid-DHA) και βρίσκονται στο σκουμπρί, την αντζούγια, το κολιό, τη ρέγγα, το σολωμό, τη σαρδέλλα, τη πέστροφα και τον τόνο. Η συνιστώμενη κατανάλωση ψαριών, δηλαδή ιχθυελαίων, είναι 2 με πέντε φορές την εβδομάδα. Εάν δεν είναι δυνατή η πρόσληψη ψαριών από τον τραυματία, μπορεί αυτός να καταναλώσει ένα με δύο κουταλάκια ιχθυελαίου τη μέρα. Όμως, δεν πρέπει να λαμβάνεται μεγαλύτερη από τη συνιστώμενη δόση ιχθυελαίων διότι τα ιχθυέλαια προκαλούν μείωση της πήξης του αίματος και αιμορραγία, ενώ περιέχουν συνήθως και βιταμίνη D η οποία είναι τοξική σε μεγάλες ποσότητες. Εκτός από τα omega-3 λιπαρά οξέα, και τα omega-6 λιπαρά οξέα φαίνεται να επηρεάζουν την πορεία της επούλωσης τραυμάτων. Τα omega-6 λιπαρά οξέα, κύριο συστατικό των οποίων είναι το λινελαϊκό οξύ, ευρίσκονται στα φυτικά έλαια, όπως είναι το σογέλαιο, το καλαμποκέλαιο, το ηλιανθέλαιο κ.α. (60).

Ο μηχανισμός της επίδρασης των λιπαρών οξέων της διαίτης στο ανοσολογικό σύστημα φαίνεται πως βασίζεται στις μεταβολές της κυτταρικής μεμβράνης μέσα από την οδό των εικοσανοειδών, τα οποία παρεμβαίνουν σε πολλές φάσεις της χυμο- και κυτταροεξαρτώμενης ανοσοαπάντησης, με αποτέλεσμα αλλαγή των λειτουργιών ορισμένων υποδοχέων και λιποπρωτεϊνών και τελικό στόχο τα λεμφοκύτταρα και την καταστολή της άνοσης απόκρισης. Πράγματι, το λινελαϊκό οξύ (ω -6) μετατρέπεται σε αραχιδονικό οξύ από τα φωσφολιπίδια της κυτταρικής μεμβράνης, το οποίο με τη σειρά του οδηγεί στη παραγωγή (κυρίως από τα μονοκύτταρα και τα μακροφάγα) εικοσανοειδών, κυρίως προσταγλαδίνης E_2 , μεσολαβητών δηλαδή που προάγουν τη φλεγμονώδη αντίδραση και καταστέλλουν τόσο την κυτταρική όσο και την χυμική άνοσια. Στην περίπτωση αυτή των omega-6 λιπαρών οξέων μειώνεται η δράση της Δ^6 -δεσατουράσης, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η παραγωγή των προσταγλαδίνων τύπου I. Αντίθετα, το γ-λινολενικό οξύ (ω -3) μετατρέπεται σε εικοσαπεντανοϊκό οξύ που προάγει την παραγωγή μεσολαβητών (κυρίως προσταγλαδίνη E_3 , E_1 και LTB_5) με σαφή αντιφλεγμονώδη δράση, και ενισχύει τον αμυντικό μηχανισμό μέσω του πολλαπλασιασμού των T-λεμφοκυττάρων. Επίσης, τα ιχθυέλαια (ω -3) προκαλούν μείωση της παραγωγής IL-1, TNF, LTB_4 , PAF και PGE_2 , γεγονός το οποίο υποστηρίζει

την άποψη ότι έχουν αντιφλεγμονώδη δράση (60). Τέλος, μια δίαιτα πλούσια σε omega-3 λιπαρά οξέα οδηγεί σε λιγότερες μετεγχειρητικές επιπλοκές, ελάττωση του πόνου και μείωση του χρόνου νοσηλείας, που αποδίδονται στη βελτίωση των ανοσολογικών λειτουργιών και πρωτίστως στην ελαττωμένη παραγωγή της προσταγλαδίνης E₂, χωρίς πάντως ο ακριβής μηχανισμός δράσης τους να είναι απόλυτα διευκρινισμένος (53).

Από τη σύγκριση των προσταγλαδίνων τύπου I και II, προκύπτει ότι διαφέρουν μεταξύ τους όσον αφορά τη δράση τους. Ενώ οι προσταγλαδίνες τύπου II έχουν φλεγμονώδη δράση, οι τύπου I αναστέλλουν την φλεγμονώδη αντίδραση, μειώνουν τη συσσωμάτωση των αιμοπεταλίων, διαστέλλουν τα αιμοφόρα αγγεία και ελαττώνουν τα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης. Επιπλέον, δεν παράγονται λευκοτριένια από τις προσταγλαδίνες τύπου I (Prostaglandin-1, PG1), οι οποίες ελαττώνουν την έλξη των λευκών αιμοσφαιρίων προς την τραυματισμένη-φλεγμονούσα περιοχή. Ανάμεσα στα άλλα πιο μακρινά παράγωγα των εικοσανοειδών, όπως οι θρομβοξάνες, οι προστακυκλίνες και τα λευκοτριένια, υπάρχουν σαφείς διαφορές μεταξύ των τύπων II και III. Οι θρομβοξάνες, οι οποίες ενισχύουν την συσσώρευση των αιμοπεταλίων, είναι λιγότερο δραστικές όταν ανήκουν στον τύπο III σε σχέση με τον τύπο II, ενώ και τα λευκοτριένια, τα οποία διατηρούν ή ενισχύουν την φλεγμονώδη διαδικασία, είναι τουλάχιστον 30 φορές λιγότερο δραστικά όταν ανήκουν στον τύπο III σε σχέση με τον τύπο II (53,60).

Όπως είναι γνωστό, η φλεγμονώδης διαδικασία αποτελεί μια φυσιολογική, απαραίτητη φάση της επούλωσης των τραυμάτων. Όμως, η παρατεταμένη διάρκειά της επιδρά αρνητικά στην επούλωση. Γι'αυτό το λόγο, στην περίπτωση επαναλαμβανόμενων χρόνιων φλεγμονώδων αθλητικών τραυματισμών πρέπει να καταναλώνονται αντιφλεγμονώδεις ουσίες. Τέτοιες είναι κυρίως τα αντιφλεγμονώδη φάρμακα και τα απαραίτητα λιπαρά οξέα (ω-3). Μάλιστα, τα απαραίτητα λιπαρά οξέα υπερσχύουν των φαρμάκων, διότι τα φάρμακα έχουν παρενέργειες όταν χρησιμοποιούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα (60). Ακόμη, επειδή τα NSAIDs αναστέλλουν τη σύνθεση όλων των προσταγλαδίνων και θρομβοξάνων, δεν μπορούν να χορηγηθούν ταυτόχρονα με συμπληρώματα απαραίτητων λιπαρών οξέων. Τα συμπληρώματα απαραίτητων λιπαρών οξέων πρέπει να συγχωρηγούνται με συμπληρώματα αντιοξειδωτικών. Έτσι, χρησιμοποιείται συχνά ο αντιοξειδωτικός συνδυασμός *Bio-Selenium+ Zinc*, ο οποίος δρα ως προληπτικό μέτρο ενάντια στην υπεροξειδωση που προκαλούν οι μεγάλες ποσότητες των απαραίτητων λιπαρών οξέων (60). Επίσης, ορισμένα συστατικά του παραπάνω αντιοξειδωτικού συνδυασμού δρουν ως συμπαραγοντες στις μεταβολικές αντιδράσεις που παράγουν τα διάφορα εικοσανοειδή. Προτείνεται ημερήσια κατανάλωση 6 δισκίων *Bio-Glandin 25*, που είναι ισοδύναμα με 750mg GLA, 2 δισκίων *Bio-Marine*, που είναι ισοδύναμα με 350mg EPA και 250mg DHA και 1 δισκίου *Bio-Selenium+ Zinc* που περιέχει 100μg σελήνιου και άλλα μέταλλα και βιταμίνες. Αυτή η δόση πρέπει να καταναλώνεται μέχρι να εξαφανιστεί η φλεγμονή (περίπου 2-3 εβδομάδες). Εάν αυτή δεν έχει υποχωρήσει μέσα σε ένα μήνα, τότε η παραπάνω θεραπεία πρέπει να συνεχιστεί. Ακόμη, η ίδια δόση των λιπαρών οξέων και των αντιοξειδωτικών μπορεί να προσληφθεί από το *Bio-Sport*, από το οποίο λαμβάνονται ημερησίως 8 δισκία omega-3 και omega-6 λιπαρών οξέων και ένα δισκίο με σελήνιο, ψευδάργυρο και άλλα αντιοξειδωτικά (60). Υπολογίζεται ότι απαιτούνται καθημερινά μετά τον τραυματισμό 20-25 γραμμάρια απαραίτητων λιπαρών οξέων σε αναλογία omega-6/omega-3 (4:1), ενώ από τα δισκία προσλαμβάνονται περίπου μόνο 2 γραμμάρια των οξέων αυτών (7,60).

Μια άλλη κατηγορία λιπών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετατραυματικά είναι τα λιπαρά οξέα μέσης αλύσου (*Medium-Chain Triacyl-glycerol-MCTs*). Αυτά αποτελούν μια πολύ καλή πηγή επιπρόσθετων θερμίδων όταν οι θερμιδικές ανάγκες

αυξάνονται, όπως γίνεται μετά από τραύμα, εγχείρηση (11). Η θερμιδική τους απόδοση ισοδυναμεί με 8 Kcal/gr. Μια υπόθεση είναι ότι η πρόσληψη MCTs κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης από αθλητικό τραυματισμό μπορεί να προσδώσει επιπλέον θερμίδες χωρίς αυτές να μετατρέπονται σε λίπος, διότι τα MCTs δεν αποθηκεύονται εύκολα σαν σωματικό λίπος και βοηθούν στην κινητοποίηση του λίπους από τις λιπαροθήκες του οργανισμού. Αντιθέτως, οι επιπλέον αυτές θερμίδες βοηθούν στο να διατηρήσει ο τραυματίας αθλητής τη μυϊκή του μάζα και να επιστρέψει όσο γίνεται πιο γρήγορα μετά τον τραυματισμό του στην πλήρη αγωνιστική δράση (11). Όπως με τα omega-3 λιπαρά οξέα, έτσι και με τα MCTs δεν έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες πάνω σε αθλητές. Η ασφάλεια όμως και οι γνωστές επιδράσεις των παραπάνω λιπαρών οξέων οδηγούν στην υπόθεση ότι η χορήγησή τους ίσως βοηθά στην αποκατάσταση των αθλητικών τραυματισμών. Τέλος, υπάρχει και η υπόθεση ότι επιπλέον ποσότητα συνενζύμου Q₁₀ ίσως οδηγήσει σε αυξημένη παραγωγή κυτταρικής ενέργειας, καλύτερη ιστική και οργανική λειτουργία και κλινικά οφέλη για την επούλωση (11). Οποσδήποτε όμως, απαιτούνται κλινικές έρευνες σχετικά με την αποτελεσματικότητα των συμπληρωμάτων συνενζύμου Q₁₀ μετά από αθλητικούς τραυματισμούς.

Συμπερασματικά, έχει βρεθεί ότι η μειωμένη κατανάλωση του συνολικού λίπους και η αυξημένη κατανάλωση των omega-3 λιπαρών οξέων στη διαίτα μπορούν να συντελέσουν στη γρηγορότερη επούλωση των τραυμάτων, αν και λίγες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα πάνω σε αυτό το θέμα. Επίσης, καθώς τα omega-3 λιπαρά οξέα είναι επηρεπή σε “επιθέσεις” του οξυγόνου και των ελευθέρων ριζών, πρέπει να προστατεύονται από αντιοξειδωτικές ουσίες, όπως είναι η λιποδιαλυτή βιταμίνη Ε. Έτσι, η αυξημένη κατανάλωση omega-3 λιπαρών οξέων πρέπει να συνοδεύεται από αυξημένη κατανάλωση α-τοκοφερόλης (100-400 IU καθημερινά) (11). Ακόμη, ενώ αυξάνει η κατανάλωση των omega-3 λιπαρών οξέων, πρέπει να μειωθεί η κατανάλωση των omega-6 λιπαρών οξέων και των κορεσμένων λιπαρών οξέων (7). Ο συνδυασμός των omega-3 και του γ-λινολενικού οξέος επιφέρει συνεργιστικά επιπλέον αποτελέσματα σε σχέση με αυτά που φέρουν μόνα τους τα omega-3 λιπαρά οξέα. Επιπλέον, είναι πιθανόν συμπληρώματα των MCTs και του συνενζύμου Q₁₀ να βοηθούν στην επούλωση των τραυμάτων. Αναμφισβήτητα λοιπόν, είναι απαραίτητες ορισμένες τροποποιήσεις στην κατανάλωση του λίπους μετατραυματικά, όμως οι μέχρι τώρα οδηγίες και συστάσεις που υπάρχουν δεν είναι και τόσο πειστικές διότι βασίζονται σε υποθέσεις, εφόσον δεν έχουν πραγματοποιηθεί πειράματα σε αθλητές, ενώ και τα πειράματα σε ζώα και ανθρώπους-μη αθλητές είναι περιορισμένα.

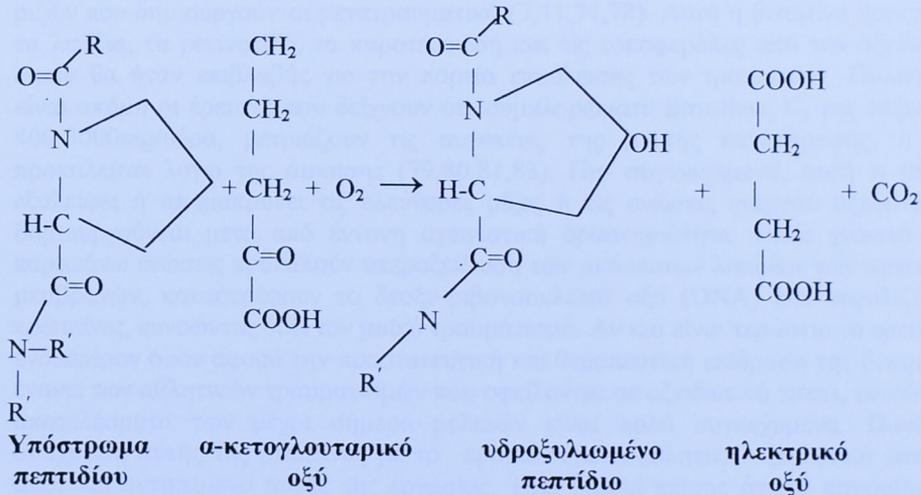
Η Σημασία των Βιταμινών

Μια συγκεκριμένη ομάδα βιταμινών διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στην αποκατάσταση και αποθεραπεία των αθλητικών τραυματισμών. Μέσα σε αυτή την ομάδα ανήκουν η βιταμίνη C, όλες οι λιποδιαλυτές βιταμίνες, δηλαδή οι βιταμίνες A, E, D και K, και οι περισσότερες βιταμίνες του συμπλέγματος B. Παρακάτω θα γίνει εκτενής αναφορά σε αυτές τις βιταμίνες που σχετίζονται με την επούλωση των τραυμάτων.

Βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ)

Η πιο πολυσυζητημένη βιταμίνη σχετικά με την επούλωση των τραυμάτων είναι η βιταμίνη C. Αυτή αποτελεί απαραίτητο θρεπτικό συστατικό για τον άνθρωπο καθώς αυτός στερείται, λόγω μετάλλαξης, την οξειδάση της L-γλουκονο-γ-λακτόνης, το οποίο είναι το τελευταίο ένζυμο στην πορεία σύνθεσης της βιταμίνης C από τη γλυκόζη. Οι λειτουργίες αυτής της βιταμίνης που σχετίζονται με την επούλωση των τραυμάτων παρουσιάζονται στον Πίνακα-8.8 (11,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76).

Κατ'αρχάς, η βιταμίνη C συνεισφέρει σε μεγάλη έκταση στην τελική σύνθεση του κολλαγόνου ιστού, μιας κολλώδους ουσίας που ενδυναμώνει το δέρμα, τους μύες, τα οστά και τα αιμοφόρα αγγεία, με την δράση της στην υδροξυλίωση των αμινοξέων προλίνης και λυσίνης. Πιο συγκεκριμένα, το ασκορβικό οξύ δρα ως συμπαραγόντας μαζί με τον Fe^{+2} και το οξυγόνο στην ενζυματική υδρόλυση των μορίων προλίνης για το σχηματισμό της 4-υδροξυ-προλίνης, ένα από τα κύρια συστατικά του κολλαγόνου ιστού, το οποίο "εuthύνεται" για τη σταθερότητα της τριπλής έλικας του προκολλαγόνου (11,43,65,69,71,73). Προτείνεται ότι αυτή η βιταμίνη έχει διπλό ρόλο στην παρακάτω αντίδραση (βλέπε Σχήμα 8.1). Από τη μια παρέχει άτομα υδρογόνου για το σχηματισμό της υδροξυ-προλίνης, ενώ από την άλλη επανενεργοποιεί την προπυλ-4-υδροξυλάση ανάγοντας τον Fe^{+3} που είναι δεσμευμένος στο ένζυμο αυτό. Παρόμοια είναι η δράση της όσον αφορά το αμινοξύ λυσίνη. Φαίνεται επίσης ότι η βιταμίνη C επάγει *in vitro* τη σύνθεση κολλαγόνου διεγείροντας τη μεταγραφή, τη μετάφραση και τη σταθεροποίηση του mRNA του προκολλαγόνου τύπου I και III (65,73). Ακόμη, το ασκορβικό οξύ διεγείρει τη δημιουργία του τροποκολλαγόνου (υπερέλικα κολλαγόνου) που βοηθά στο σχηματισμό της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας. Αυτή η βιταμίνη αν και αυξάνει τον ρυθμό σύνθεσης του κολλαγόνου, δεν φαίνεται να επηρεάζει τον ρυθμό εκφυλισής του (63).



Σχήμα-8.1. Η όλη αντίδραση καταλύεται από την προπυλ-4-υδροξυλάση, ενώ το ασκορβικό οξύ και ο Fe^{+2} δρουν ως συμπαραγόντες. (Padh H, *Cellular Functions of Ascorbic Acid*, Biochem Cell Biol. 1990 Oct;68(10):1166-73).

Βρέθηκε επίσης ότι το ασκορβικό οξύ επάγει *in vitro* την υπεροξειδωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων με αποτέλεσμα να σχηματίζονται αλδεύδες και πρωτεΐνες των οποίων μεταβάλλεται η δέσμευση στο γονίδιο του κολλαγόνου. Αυτό πιθανόν οδηγεί σε αυξημένη μεταγραφή του γονιδίου του κολλαγόνου ή σε αλλαγές στις κυτταροπλασματικές πορείες ρύθμισης της σύνθεσης κολλαγόνου. Δεν έχει όμως βρεθεί εάν αυτή η τροποποίηση στη σύνθεση κολλαγόνου από το ασκορβικό οξύ παρατηρείται και *in vivo* (67). Επιπλέον, το ασκορβικό οξύ διεγείρει *in vitro* την διαφοροποίηση ορισμένων μεσεγχυματικών κυττάρων, όπως είναι τα λιποκύτταρα, οι μυοβλάστες, τα χονδροκύτταρα και οι οστεοβλάστες(62). Το ασκορβικό οξύ είναι απαραίτητο για τη μυογένεση αφού συνεισφέρει στο σχηματισμό των μυοσωληνίσκων και της ελαφράς αλυσίδας της μυοσίνης (62). Αυξάνει τη δραστηριότητα της αλκαλικής φωσφατάσης, ενός ενζύμου που απαιτείται για τη μεταλλοποίηση, ενώ είναι απαραίτητο για την έκφραση του mRNA του κολλαγόνου τύπου X (68,75,77). Επίσης,

η βιταμίνη C είναι σημαντική για το πολλαπλασιασμό των οστεοβλαστών, τη κυτταρική διαφοροποίηση, τη συσώρευση της οστεοκαλσίνης και τη μεταλλοποίηση της θεμέλιας ουσίας στα πλαίσια της οστεογένεσης (11,70). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η βιταμίνη αυτή παίζει ρόλο κλειδί στην ρύθμιση της ισορροπίας, όσον αφορά την διαφοροποίηση και τη δραστηριότητα, μεταξύ των οστεοβλαστών και οστεοκλαστών, ενώ φαίνεται να προκαλεί και οστεοκλαστογένεση, η οποία είναι απαραίτητη για την αναγέννηση ενός οστού μετά από κάταγμα (70,74).

Επιπροσθέτως, το ασκορβικό οξύ επάγει *in vitro* την παραγωγή γλυκοζαμινογλυκάνων, οι οποίες αποτελούν συστατικά της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας που σχετίζεται στενά με τις ίνες κολλαγόνου (66). Πιο συγκεκριμένα, η βιταμίνη αυτή δεν προκαλεί ποιοτικές αλλαγές στις γλυκοζαμινογλυκάνες, αλλά αυξάνει την ποσότητά τους που συντίθεται και εναποτίθεται στην εξωκυττάρια θεμέλια ουσία. Όμως, ο ακριβής μηχανισμός της επίδρασης του ασκορβικού οξέος στο μεταβολισμό των γλυκοζαμινογλυκάνων δεν έχει μέχρι σήμερα διευκρινιστεί. Η επηρροή του ασκορβικού οξέος επεκτείνεται και στις πρωτεογλυκάνες (73,78). Αυτή η υδατοδιαλυτή βιταμίνη παίζει ρόλο συμπαράγοντα στις αντιδράσεις σουλφούρωσης στις πρωτεογλυκάνες. Μία ακόμη σημαντική λειτουργία της βιταμίνης C σε σχέση με την επούλωση των τραυμάτων είναι η αντιοξειδωτική της δράση έναντι των ελευθέρων ριζών που δημιουργούνται μετατραυματικά (7,11,71,78). Αυτή η βιταμίνη προστατεύει τα λιπίδια, τα ρετινοειδή, τα καροτενοειδή και τις τοκοφερόλες από την οξείδωση, η οποία θα ήταν επιβλαβής για την πορεία επούλωσης των τραυμάτων. Πολυάριθμες είναι ακόμη οι έρευνες που δείχνουν ότι συμπληρώματα βιταμίνης C, της τάξεως των 400-3000mg/μέρα, μετριάζουν τις συνέπειες της μυϊκής καταστροφής, η οποία προκαλείται λόγω της άσκησης (79,80,81,83). Πιο συγκεκριμένα, αυτή η βιταμίνη εξαλείφει ή απομακρύνει τις ελεύθερες ρίζες ή τις ενώσεις ενεργού οξυγόνου που δημιουργούνται μετά από έντονη αγωνιστική δραστηριότητα. Είναι γνωστό ότι οι παραπάνω ενώσεις προκαλούν υπεροξείδωση των ακόρεστων λιπιδίων των κυτταρικών μεμβρανών, καταστρέφουν το δεοξυ-ριβονουκλεϊκό οξύ (DNA) και εκφυλίζουν τις πρωτεΐνες, ευνοώντας έτσι τον μυϊκό τραυματισμό. Αν και είναι τεράστιο το ερευνητικό ενδιαφέρον όσον αφορά την προστατευτική και θεραπευτική επίδραση της βιταμίνης C έναντι των αθλητικών τραυματισμών που οφείλονται σε οξειδωτικό stress, εντούτοις τα αποτελέσματα των μέχρι σήμερα μελετών είναι πολύ συγκεκριμένα. Ωστόσο, η συσχέτιση αυτής της βιταμίνης με το προκαλούμενο αθλητικό οξειδωτικό stress δεν αποτελεί αντικείμενο αυτής της εργασίας. Έχει βρεθεί επίσης ότι το ασκορβικό οξύ ευνοεί τη σύνθεση πολυσωμάτων στους οστεοβλάστες (11). Τα πολυσώματα είναι μια ομάδα ριβοσωμάτων που ενώνεται με το μεταφραζόμενο mRNA με αποτέλεσμα να επάγει την πρωτεϊνοσύνθεση. Δηλαδή, η πρωτεϊνοσύνθεση πραγματοποιείται στα πολυσώματα και όχι στα ελεύθερα ριβοσώματα (μονοσώματα). Τέλος, η βιταμίνη C έχει βρεθεί ότι έχει αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, όπως και τα βιοφλαβονοειδή. Όταν αυτά δοθούν μαζί με πρωτεολυτικά ένζυμα, ο τριπλός συνδυασμός ασκεί αντιφλεγμονώδη δράση, πιο αποτελεσματική από πολλά αντιφλεγμονώδη φάρμακα (17).

Η ανεπάρκεια αυτής της βιταμίνης έχει αρνητικές επιπτώσεις στον ρυθμό αλλά και την ποιότητα της σύνθεσης του κολλαγόνου ιστού. Μειώνονται η εκτατική δύναμη του τραύματος κατά 50-60%, οι λειτουργίες των ινοβλαστών, ο σχηματισμός του κολλαγόνου, η διαπλοκή των ινών του κολλαγόνου και η δημιουργία του ουλώδη ιστού. Παρατηρούνται εύθραυστα τριχοειδή, οίδημα, διάνοιξη των τραυμάτων, αιμορραγία, αυξημένα επίπεδα ισταμίνης (προφλεγμονώδης ουσία), αυξημένη υπεροξείδωση των λιπιδίων των κυτταρικών μεμβρανών, αυξημένη διάσπαση του κολλαγόνου από κολλαγενάσες που βρίσκονται στο εξωκυττάριο υγρό, μυϊκή αδυναμία, μειωμένη όρεξη

σχετιζόμενη με απώλεια βάρους που μπορεί να οδηγήσει είτε άμεσα είτε έμμεσα σε αναστολή της γονιδιακής έκφρασης του κολλαγόνου ιστού, κ.α. (11,51,58,73,75,82).

Οι συστάσεις για διαιτητική πρόσληψη του ασκορβικού οξέος είναι αμφιλεγόμενες. Η αυξημένη ανάγκη για σύνθεση κολλαγόνου σε τραυματίες ασθενείς ίσως απαιτεί υψηλότερες προσλήψεις βιταμίνης C. Μάλιστα έχει βρεθεί ότι οι αυξημένες δόσεις αυτής της βιταμίνης (μέχρι και 1 γραμμάριο ημερησίως σε διαιρούμενες δόσεις) σε περίπτωση τραυματισμού γίνονται καλά ανεκτές από τον οργανισμό χωρίς να προκαλούν γαστρεντερικές διαταραχές, όπως διάρροια ή άλλα φαινόμενα τοξικότητας (11,55). Βέβαια, μετά την αποκατάσταση του τραυματισμού, το σώμα δεν απαιτεί τόσο υψηλές δόσεις βιταμίνης C και η αντοχή του ελαττώνεται, με αποτέλεσμα εάν λαμβάνονται ακόμη τόσο μεγάλες δόσεις να προκαλείται διάρροια (78). Πιο συγκεκριμένα, συνίσταται η προληπτική κατανάλωση της βιταμίνης C στην προεγχειρητική περίοδο και κατά τη διάρκεια της αποθεραπείας και αποκατάστασης σε ημερήσιες δόσεις των 200-300 mg την ημέρα σε άτομα με ιστορικό καλής, σωστής διατροφής. Σε περίπτωση όμως κακής διατροφής, ή μεγάλης έκτασης κάκωση, η ποσότητα θα πρέπει να αυξηθεί σε 500-1000 mg βιταμίνη C την ημέρα (8-16 φορές το RDA των 60mg), για μια περίοδο 10 έως 15 ημερών, με στόχο τον εφοδιασμό του οργανισμού με βιταμίνη C στην διάρκεια επανασύνθεσης του νέου ιστού(43). Γενικά, οι δόσεις αυτής της βιταμίνης πρέπει να είναι μεγαλύτερες τις πρώτες μέρες μετά τον τραυματισμό, και να ελαττώνονται σταδιακά καθώς το τραύμα επούλωνεται, εξαρτώμενες βέβαια από τη φύση και την έκταση του τραυματισμού, αλλά και από την παρουσία ή όχι φλεγμονής (17). Άλλοι ερευνητές ισχυρίζονται ότι οι πιο θεραπευτικές δόσεις είναι αυτές που είναι λίγο μικρότερες από την γαστρεντερική ανοχή του τραυματισμένου ασθενούς (78). Όμως, έρευνες με τέτοιες θεραπευτικές δόσεις δεν έχουν πραγματοποιηθεί σε ανθρώπους μέχρι σήμερα. Υποστηρίζεται ακόμη ότι οι αθλητές μετατραυματικά πρέπει να καταναλώνουν άφθονα φρούτα και λαχανικά πλούσια σε βιταμίνη C, όπως πορτοκάλια, ακτινίδια, μπρόκολο, σπανάκι, κουνουπίδι, αντί να “ορμούν” για να αγοράσουν συμπληρώματα βιταμίνης C. Με αυτό τον τρόπο, θα καλύψουν ένα μεγάλο ποσοστό των υψηλών δόσεων αυτής της βιταμίνης που χρειάζονται μέσω της διατροφής και θα χρειαστεί να καταναλώσουν μικρές δόσεις συμπληρωμάτων (50). Σε μια άλλη έρευνα βρέθηκε ότι 1-3 γραμμάρια ασκορβικού οξέος μαζί με 200-900mg παντοθενικού οξέος καθημερινά προκαλούν μικρή βελτίωση στην εκτατική δύναμη του επούλωμενου δερματικού ιστού (83). Μία ακόμη σύσταση είναι να πολλαπλασιάζεται το σωματικό βάρος (σε pounds) του τραυματία αθλητή x 10 και το αποτέλεσμα να αντιστοιχεί στην συνιστώμενη ποσότητα βιταμίνης C (σε mg) που πρέπει αυτός να προσλαμβάνει καθημερινά. Για παράδειγμα, εάν ένας τραυματίας αθλητής ζυγίζει 150 pounds, τότε θα πρέπει να προσλαμβάνει καθημερινά περίπου 150 pounds x 10 = 1500mg βιταμίνης C (52). Υπάρχουν και μελέτες που υποστηρίζουν ότι η επιπλέον ποσότητα ασκορβικού οξέος πάνω από τα 1000 mg καθημερινά απεκκρίνεται στα ούρα με τη μορφή οξαλικού οξέος, ενώ παράλληλα η συγκέντρωση του ασκορβικού οξέος στο αίμα σταματά να αυξάνει μόλις οι δόσεις του ξεπεράσουν τα 1000mg/μέρα. Με άλλα λόγια, η καμπύλη της συγκέντρωσης του ασκορβικού οξέος στο αίμα σε συνάρτηση με την προσλαμβανόμενη ποσότητα αυτής της βιταμίνης είναι καμπύλη κορεσμού, και το σημείο κορεσμού είναι περίπου τα 1000mg τη μέρα. Γι'αυτό το λόγο, είναι άσκοπο να προσλαμβάνονται μετατραυματικά ποσότητες βιταμίνης C που ξεπερνούν τα 1000mg/μέρα (84).

Επίσης, σε μια follow-up μελέτη, όταν σε χειρουργημένους ασθενείς δόθηκαν 1000mg βιταμίνης C καθημερινά, υπήρξε αύξηση στην εκτατική δύναμη του τραύματος, τρεις με έξι φορές μεγαλύτερη, συγκριτικά με τους χειρουργημένους ασθενείς στους οποίους χορηγήθηκαν μόνο 100mg αυτής της βιταμίνης καθημερινά (55). Άλλες μελέτες έδειξαν ότι χειρουργημένοι ασθενείς που λάμβαναν συμπληρώματα

βιταμίνης C βγήκαν από το νοσοκομείο μία με δύο ημέρες νωρίτερα σε σχέση με τους χειρουργημένους ασθενείς που δεν έπαιρναν καθόλου συμπληρώματα αυτής της βιταμίνης (55). Επιπλέον έρευνες δείχνουν ότι η βιταμίνη C κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης του τραύματος μεταναστεύει και συγκεντρώνεται στην περιοχή επούλωσης, ενώ όταν τα επίπεδα αυτής της βιταμίνης στα λευκοκύτταρα μειώνονται κατά 50% ή και περισσότερο, τότε παρατηρείται οκτώ φορές μεγαλύτερη πιθανότητα για διάνοιξη του τραύματος (11). Δεν πρέπει επίσης να ξεχνάμε ότι οι υψηλές δόσεις των NSAIDs, των κορτικοστεροειδών και της τετρακυκλίνης ανταγωνίζονται τη βιταμίνη C, με αποτέλεσμα να ελαττώνουν τα επίπεδά της στον ορό και/ή στα λευκοκύτταρα (43).

Επιπρόσθετα, υπάρχει και μια παλιότερη έρευνα στην οποία μελετήθηκε η επίδραση συμπληρωμάτων βιταμίνης C στο ποσοστό, τη σοβαρότητα και τη διάρκεια των αθλητικών τραυματισμών. Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι αθλητές (αξιωματικοί) που λάμβαναν 1000mg την ημέρα αυτής της βιταμίνης, για 12 εβδομάδες, δεν διέφεραν ως προς το ποσοστό, τη σοβαρότητα και την διάρκεια των αθλητικών τραυματισμών συγκριτικά με αθλητές (αξιωματικούς) οι οποίοι δεν λάμβαναν συμπληρώματα βιταμίνης C. Συνεπώς, η επίδραση των συμπληρωμάτων της βιταμίνης C στις παραπάνω παραμέτρους ήταν μηδαμινή. Ίσως όμως, τα αποτελέσματα να ήταν διαφορετικά εάν οι αθλητές είχαν μεγαλύτερη ηλικία ή η φυσική τους άσκηση δεν περιελάμβανε αθλήματα επαφής (ποδόσφαιρο, βόλεϊ) (85).

Αν και το ασκορβικό οξύ αποκτάται εύκολα και δεν είναι ούτε ακριβό ούτε τοξικό, εντούτοις η ιδανική ποσότητα των συμπληρωμάτων του που πρέπει να χορηγούνται μετατραυματικά σε αθλητές δεν είναι γνωστή (11). Επιπλέον, η ιδανική διάρκεια χορήγησης αυτών των συμπληρωμάτων δεν είναι διασαφηνισμένη (11). Επίσης, σήμερα κυκλοφορούν στο εμπόριο πολλές μορφές αυτής της βιταμίνης, όπως το ασκορβικό νάτριο, το ασκορβικό ασβέστιο, μίγματα άλλων μετάλλων με το ασκορβικό και εστεροποιημένες μορφές ασκορβικού. Τα μέταλλα έχουν την ικανότητα να ελαττώνουν την οξύτητα του ασκορβικού οξέος μειώνοντας με αυτό τον τρόπο τις ενδεχόμενες γαστρεντερικές διαταραχές από τις υψηλές δόσεις αυτής της βιταμίνης. Παρόλα αυτά, ο τομέας αυτός των διαφόρων μορφών του ασκορβικού οξέος δεν έχει μελετηθεί με λεπτομέρεια έως σήμερα (11). Ακόμη, δεν είναι δυνατόν να οριστεί μέχρι σήμερα η ακριβής μετατραυματική μέρα στην οποία η κατακράτηση της συμπληρωματικής δόσης βιταμίνης C είναι η μέγιστη. Όμως, φαίνεται ότι οι γυναίκες κατακρατούν μεγαλύτερες ποσότητες αυτής της βιταμίνης μετατραυματικά, σε σχέση με τους άνδρες, γεγονός που αποδεικνύει ότι οι γυναίκες έχουν μεγαλύτερη ανάγκη για βιταμίνη C μετατραυματικά συγκρινόμενες με τους άνδρες (11). Συμπερασματικά λοιπόν, απαιτούνται επιπλέον κλινικές έρευνες σε τραυματίες αθλητές προκειμένου να απαντηθούν οι παραπάνω προβληματισμοί. Με βεβαιότητα όμως μπορούμε να πούμε ότι μετατραυματικά απαιτούνται δόσεις ασκορβικού οξέος υψηλότερες του RDA ακόμη και σε αυτούς που χαρακτηρίζονται από ικανοποιητική διατροφική κατάσταση. Παρακάτω παρατίθενται οι οδηγίες για τη χρήση του ασκορβικού οξέος μετά από μυοσκελετικό τραυματισμό, με βάση τα μέχρι τώρα δεδομένα.

Οδηγίες για τη χρήση ασκορβικού οξέος μετά από μυοσκελετικό τραύμα (11)

Καθημερινή δόση

500-1000 mg 2-4 φορές τη μέρα ως ασκορβικό οξύ, ασκορβικό νάτριο, ασκορβικό ασβέστιο ή μίγμα ασκορβικών

Καταστάσεις

Αποδεδειγμένη ανάγκη ή όφελος

- Εγχείρηση
- Ρήξη-σχίσσιμο
- Εκτριβή-απόξεση

Υποθετική ανάγκη ή όφελος

- Αθλητικοί τραυματισμοί (διαστρέμμα, ρήξη συνδέσμου, μώλωπες, τράβηγμα μυός)
- Χρόνιος μυοσκελετικός πόνος (κάταγμα καταπόνησης, πόνος στο κάτω μέρος της πλάτης, πόνος σε άρθρωση)

| Λειτουργίες της βιταμίνης C που σχετίζονται με την επούλωση τραυμάτων |
|---|
| <input type="checkbox"/> Είναι συμπαραγόντας της προπυλ-3-υδροξυλάσης και της προπυλ-4-υδροξυλάσης (βοηθά στο σχηματισμό του κολλαγόνου, της ελαστίνης και της οστεοκαλσίνης) |
| <input type="checkbox"/> Είναι συμπαραγόντας της λυσουλ-υδροξυλάσης (βοηθά στο σχηματισμό του κολλαγόνου) |
| <input type="checkbox"/> Τροποποιεί την πρωτεΐνη C (συμμετέχει στην πήξη του αίματος) και το συμπλήρωμα C1q |
| <input type="checkbox"/> Διεγείρει άμεσα τη σύνθεση κολλαγόνου μέσω γονιδιακής ρύθμισης |
| <input type="checkbox"/> Ελαττώνει τα επίπεδα της προσταγλαδίνης F ₂ (αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες) |
| <input type="checkbox"/> Συμμετέχει στη μη ενζυματική διάσπαση της ισταμίνης |
| <input type="checkbox"/> Είναι ανοσοδιεγερτική |
| <input type="checkbox"/> Διεγείρει την παραγωγή πρωτεογλυκάνων και κολλαγόνου στα χονδροκύτταρα <i>in vitro</i> |
| <input type="checkbox"/> Απαιτείται για τη διαφοροποίηση των μεσεγχυματικών συνδετικών ιστών (μύες, χόνδροι, οστά) |
| <input type="checkbox"/> Επάγει τη σύνθεση της αλκαλικής φωσφατάσης |
| <input type="checkbox"/> Διεγείρει την παραγωγή γλυκοζαμινογλυκάνων στους ινοβλάστες <i>in vitro</i> |
| <input type="checkbox"/> Αυξάνει την αντοχή του τραυματία σε μολύνσεις |
| <input type="checkbox"/> Προστατεύει τον σίδηρο από οξείδωση |
| <input type="checkbox"/> Ελαττώνει την πιθανότητα αιμορραγίας και μωλώπων μετατραυματικά |
| <input type="checkbox"/> Διατηρεί την ακεραιότητα των τριχοειδών |
| <input type="checkbox"/> Διεγείρει τον σχηματισμό πολυσωμάτων στους ινοβλάστες |
| <input type="checkbox"/> Διεγείρει τον αναβολισμό των χονδροκυττάρων <i>in vitro</i> |
| <input type="checkbox"/> Διεγείρει την ανάπτυξη των ινοβλαστών (δοσοεξαρτώμενα) και την παραγωγή της θεμέλιας ουσίας <i>in vitro</i> |
| <input type="checkbox"/> Δρα ως αντιοξειδωτικό (προστατεύει τα ρετινοειδή, τα καροτενοειδή, τις τοκοφερόλες, τα λιπίδια και τις βιταμίνες του συμπλέγματος B από οξείδωση) |
| <input type="checkbox"/> Διεγείρει την παραγωγή του IGF-1 |
| <input type="checkbox"/> Διεγείρει τη μίτωση και τη μετανάστευση των κυττάρων |
| <input type="checkbox"/> Είναι δότης ηλεκτρονίων σε πολλές αντιδράσεις |

Πίνακας 8.8. Λειτουργίες της βιταμίνης C που σχετίζονται με την επούλωση τραυμάτων.

Βιταμίνη A (ρετινόλη)

Η βιταμίνη A παίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της ακεραιότητας του μυοσκελετικού συστήματος του οργανισμού. Οι διάφοροι ιστοί που περιλαμβάνονται στην επούλωση των μυοσκελετικών τραυμάτων, όπως το δέρμα, τα οστά, οι χόνδροι και οι χαλαροί συνδετικοί ιστοί επηρεάζονται από την βιταμίνη A. Αυτή η λιποδιαλυτή βιταμίνη είναι απαραίτητη για τη διαφοροποίηση και τη διατήρηση των επιθηλιακών

ιστών καθώς δρα σαν ρυθμιστική ορμόνη με επίδραση σε συγκεκριμένα γονίδια του πυρήνα των επιθηλιακών κυττάρων (11,51,86.). Η ρετινόλη επίσης μετατρέπεται μέσα σε κύτταρα στόχους σε ρετινοϊκό οξύ, το οποίο είναι ρυθμιστής συγκεκριμένων γονιδίων που σχετίζονται με τη σκελετική ανάπτυξη. Τέτοια γονίδια είναι αυτά που είναι υπεύθυνα για την έκφραση της φιμπρονεκτίνης και του προκολλαγόνου τύπου I (78). Το ρετινοϊκό οξύ ενεργεί μέσω μιας κατηγορίας υποδοχέων πυρηνικών ορμονών, τους υποδοχείς ρετινοϊκού οξέος (Retinoic Acid Receptors-RARs) και τους υποδοχείς του ρετινοειδούς X (Retinoid X Receptors-RxRs), και με αυτό τον τρόπο ρυθμίζει τη γονιδιακή μεταγραφή (87). Ακόμη, αυτό το οξύ αποτελεί κύριο ρυθμιστή της ωρίμανσης των χονδροκυττάρων και της μεταλλοποίησης της θεμέλιας ουσίας (88). Μία άλλη λειτουργία του είναι ότι παίζει βασικό ρόλο στην ανάπτυξη, τη λειτουργία και τη διαφοροποίηση των μονοκυττάρων, των μακροφάγων, των ουδετερόφιλων και των λεμφοκυττάρων (11,87). Ρυθμίζει επίσης την παραγωγή των ανοσοσφαιρινών και των ινερλευκίνων γ, I, II, III, και III (87). Η ρετινόλη μπορεί και να μετατραπεί σε ρετινυλ-β-γλυκουρονίδιο με επιπλέον ρυθμιστικούς ρόλους όσον αφορά την κυτταρική διαφοροποίηση (87). Αυτή η βιταμίνη απαιτείται εκτός από την επιθηλίωση και για το σχηματισμό του κολλαγόνου, εφόσον βοηθά στην διαφοροποίηση των ινοβλαστών (11,34,51,58). Υπάρχει η μαρτυρία ότι η βιταμίνη A αλληλεπιδρά και με τα λυσοσώματα, τα οποία τα αποσταθεροποιεί, ευνοώντας με αυτό τον τρόπο την επούλωση των τραυμάτων (89). Άλλοι μεταβολίτες της ρυθμίζουν επίσης την κυτταρική διαφοροποίηση και σχετίζονται με τη σύνθεση γλυκοζαμινογλυκάνων, γλυκοπρωτεϊνών και πρωτεογλυκάνων. Αν και δεν είναι καλά εξακριβωμένο, ο ρόλος της βιταμίνης A στη σύνθεση πρωτεογλυκάνων εντοπίζεται στη σουλφούρωση των γλυκοζαμινογλυκάνων. Ιστοί από ζώα που παρουσιάζουν έλλειψη σε βιταμίνη A δείχνουν ότι υπάρχει μειωμένη σύνθεση των γλυκοζαμινογλυκάνων (Glycosaminoglycans-GAGs) (78). Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι αυτή η βιταμίνη αναστρέφει τις ανασταλτικές επιδράσεις των κορτικοστεροειδών στην επούλωση των τραυμάτων, τόσο σε ζώα όσο και σε ανθρώπους, εφόσον αποκαθιστά την φλεγμονώδη απάντηση και προάγει την επιθηλίωση και τη σύνθεση του κολλαγόνου και των γύρω ουσιών. Όμως, η βιταμίνη A δεν μπορεί να αναστρέφει τις αρνητικές επιδράσεις των γλυκοκορτικοειδών στη σύσπαση και τη μόλυνση του τραύματος (11,34,83,86,89).

Επιπλέον, προτείνεται ότι η βιταμίνη A ενισχύει τη φλεγμονώδη απάντηση του οργανισμού μετά από τραυματισμό, ότι αυξάνει το περιεχόμενο της υδροξυ-προλίνης και την εκτατική δύναμη του τραύματος *in vivo*, και ότι συμμετέχει στη πρωτεϊνοσύνθεση και την ανάπτυξη των οστών (11). Η βιταμίνη A μπορεί επίσης να επηρεάσει την επούλωση των τραυμάτων και με έμμεσο τρόπο. Έτσι, αυξάνει τη διήθηση του τραύματος από τα λευκοκύτταρα, τα οποία σκοτώνουν τα μολυσματικά βακτήρια στην περιοχή του τραύματος, καθαρίζουν το τραύμα και απελευθερώνουν μια ποικιλία λεμφοκινών (87). Επίσης, διεγείρει το μυελό των οστών ώστε αυτός να αντισταθμίσει την κατανάλωση αιμοπεταλίων, ενώ βελτιώνει και τη λευκοποίηση έτσι ώστε να διατηρηθεί ο ανοσοανταγωνισμός μέσω λειτουργιών των T- και B-λεμφοκυττάρων (87). Μία ακόμη λειτουργία της βιταμίνης A επιτυγχάνεται μέσω του β-καροτενίου. Το β-καροτένιο, το οποίο αποτελεί πρόδρομη ουσία της βιταμίνης A, φαίνεται να ευνοεί την διεγερτική δράση της ιντερφερόνης στο ανοσοποιητικό σύστημα, και ως αντιοξειδωτικό προστατεύει το θύμο αδένα από τις ελεύθερες ρίζες και την οξειδωτική καταστροφή (87). Επιπλέον, προτείνεται ότι η ρετινόλη λειτουργεί σαν συνένζυμο που μεταφέρει ηλεκτρόνια αλληλεπιδρώντας με τα ένζυμα των μεμβρανών, μεταβάλλοντας έτσι τη μεμβρανική σταθερότητα (11). Τέλος, θεωρείται ότι η βιταμίνη A συντελεί στη μείωση της πιθανότητας για μόλυνση και επιπλοκές

μετατραυματικά, καθώς βελτιώνει τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος (11,87).

Αναμφισβήτητα, η έλλειψη της βιταμίνης Α επιδρά αρνητικά στην αποκατάσταση των τραυμάτων. Έλλειψη σε βιταμίνη Α μπορεί να συμβεί όταν υπάρχει χαμηλή διαιτητική πρόσληψη αυτής, ή όταν εξαντληθούν οι αποθήκες της στο ήπαρ, ή όταν υπάρχει έλλειψη σε διάφορα θρεπτικά συστατικά που βοηθούν στη μεταφορά και το μεταβολισμό αυτής της βιταμίνης, όπως είναι οι πρωτεΐνες και ο ψευδάργυρος. Είναι αξιοσημείωτο ότι συμπτώματα έλλειψής της μπορούν να εμφανιστούν και όταν η διαιτητική της πρόσληψη είναι χαμηλή, ενώ οι αποθήκες της στο ήπαρ είναι φυσιολογικές (78). Τα συμπτώματα έλλειψής της που σχετίζονται με το μυοσκελετικό σύστημα παρουσιάζονται στον Πίνακα-8.9 (11,51,78,90).

| Συμπτώματα έλλειψης ρετινόλης σχετιζόμενα με το συνδετικό ιστό |
|---|
| <input type="checkbox"/> Αποδιαφοροποίηση των επιθηλιακών ιστών |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη σύνθεση γλυκοπρωτεϊνών |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη ανοσοαπάντηση και αντοχή στο stress |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη πρόσληψη θειϊκής ομάδας στους χόνδρους |
| <input type="checkbox"/> Αυξημένη απέκκριση θειϊκής χονδροϊτίνης μέσω ούρων |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη δέσμευση κυτοκινών (π.χ. του επιδερμικού αυξητικού παράγοντα) |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένα επίπεδα ασκορβικού οξέος στον ορό και στους ιστούς |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη όρεξη |
| <input type="checkbox"/> Απώλεια οστών |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη εκτατική δύναμη του τραύματος |
| <input type="checkbox"/> Μη καλής ποιότητας κολλαγόνο |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη ποσότητα κολλαγόνου |
| <input type="checkbox"/> Ελαττωμένη κερατινοποίηση δέρματος. |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη πρόσφυση των χονδροκυττάρων και των ινοβλαστών στην εξωκυττάρια θεμέλια ουσία |

Πίνακας 8.9. Συμπτώματα έλλειψης ρετινόλης σχετιζόμενα με το συνδετικό ιστό.

Η επούλωση των τραυμάτων δεν διαταράσσεται μόνο σε περίπτωση έλλειψης βιταμίνης Α, αλλά και σε περίπτωση υπερβολικής πρόσληψής της, εφόσον αυτή είναι μια λιποδιαλυτή βιταμίνη που αποθηκεύεται στον οργανισμό (78). Όταν ο οργανισμός προσλαμβάνει τοξικές δόσεις αυτής της βιταμίνης, τότε, έχει βρεθεί ότι αναστέλλεται η σύνθεση του κολλαγόνου, ενώ δεν επηρεάζεται η σύνθεση των μη κολλαγονούχων πρωτεϊνών (11,78,92,93). Οι τοξικές δόσεις της ρετινόλης προκαλούν επίσης απορρόφηση των οστών και των χόνδρων, και αυτό μπορεί να σχετίζεται με την απελευθέρωση λυσοσωμικών πρωτεολυτικών ενζύμων, καθώς και με διέγερση του παραθυροειδή αδένου ο οποίος εκκρίνει την παραθορμόνη (Parathyroid Hormone-PTH) (78,92). Υπερβολικές δόσεις της βιταμίνης Α αναστέλλουν ακόμη τη σύνθεση των μακρομορίων της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας από τα χονδροκύτταρα και τη σύνθεση των πρωτεογλυκάνων (93). Οι τοξικές δόσεις της επιφέρουν πρόωρη σύμπτυση της επιφυσιακής αυξητικής πλάκας με αποτέλεσμα να συμβαίνει πρόωμη αναστολή της ανάπτυξης των μακρών οστών. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να παρατηρηθεί μετά από κάταγμα σε ένα μακρύ οστό ενός νεαρού αθλούμενου. Η τοξικότητα της βιταμίνης Α είναι δοσο-εξαρτώμενη, δηλαδή όσο πιο μεγάλες είναι οι τοξικές δόσεις της τόσο πιο σοβαρά είναι τα συμπτώματα τοξικότητάς της (78). Έχει βρεθεί ότι το σοβαρό τραύμα (stress) αυξάνει τις απαιτήσεις του οργανισμού σε βιταμίνη Α, με αποτέλεσμα να απαιτώνται συμπληρωματικές δόσεις αυτής της βιταμίνης μετατραυματικά. Η μέγιστη ποσότητα αυτής της βιταμίνης που μπορεί να δοθεί χωρίς να προκαλέσει τοξικότητα είναι 25,000 IU ή 7500 μg ρετινόλης/μέρα (1IU=0,3μg ρετινόλης). Μάλιστα, πολλοί

γιατροί προτείνουν να χορηγείται αυτή η ποσότητα δύο εβδομάδες προεγχειρητικά και να συνεχίζεται για τέσσερις εβδομάδες μετεγχειρητικά, αν και δεν έχουν διεξαχθεί έρευνες σχετικά με αυτό το θέμα σε ανθρώπους (11,57). Σε επιμύες όμως, φαίνεται ότι τα 25,000 IU καθημερινά είναι ασφαλή για μακροχρόνια χρήση (11). Από την άλλη μεριά, το β-καροτένιο είναι μη τοξικό για τον οργανισμό ακόμα και σε μεγάλες δόσεις. Η προσθήκη του στις υψηλές δόσεις της ρετινόλης δεν προκαλεί προσθετική ή συνεργιστική τοξικότητα εφόσον η μετατροπή του β-καροτενίου σε βιταμίνη Α (ρετινόλη) ελέγχεται πολύ προσεχτικά. Συνεπώς, υψηλές δόσεις β-καροτενίου δεν επιδρούν αρνητικά στο επίπεδο της βιταμίνης Α (11). Επιπροσθέτως, αν και η βιταμίνη Α παίζει κεντρικό ρόλο στην επούλωση των τραυμάτων, το αποτέλεσμα της χορήγησης συμπληρωμάτων της σε ανθρώπους που έχουν υποστεί μικροτραυματισμό και δεν εμφανίζουν έλλειψη σε αυτή, είναι αβέβαιο (83). Συμπερασματικά, τόσο η έλλειψη της βιταμίνης Α όσο και η υπερβιταμίνωση Α είναι επιβλαβή για την επούλωση οστικών και αρθρικών τραυμάτων, με αποτέλεσμα να πρέπει να αποφεύγονται οι δύο αυτές καταστάσεις έτσι ώστε να αποκαθίσταται η υγεία των συνδετικών ιστών μετατραυματικά.

Βιταμίνη Ε

Η βιταμίνη Ε αποτελείται από μια κατηγορία σχετιζόμενων συστατικών, τις τοκοφερόλες, από τις οποίες η α-τοκοφερόλη είναι η πιο σημαντική. Δρα κυρίως ως αντιοξειδωτικό, εμποδίζοντας και αποτρέποντας την εξάπλωση της υπεροξειδωσής των λιπιδίων στις κυτταρικές μεμβράνες, ενώ παράλληλα μειώνει τις καταστρεπτικές επιδράσεις των ελευθέρων ριζών στους ιστούς (11,71,78,93). Αυτή η ικανότητα “καθαριστή” της βιταμίνης Ε την καθιστά σταθεροποιητή των κυτταρικών μεμβρανών (78,94). Έτσι, αυτή η βιταμίνη εμποδίζει την μεμβρανική καταστροφή από τη δραστηριότητα της φωσφολιπάσης σχηματίζοντας σύμπλοκα με φωσφολιπίδια και προϊόντα υδρόλυσης φωσφολιπιδίων (78). Συνεπώς, μέσω πολλών μηχανισμών, η βιταμίνη Ε είναι πολύ σημαντική για την ακεραιότητα, τη ρευστότητα και τις λειτουργίες των μεμβρανών. Οι λειτουργίες της είναι πολυάριθμες και ζωτικής σημασίας για τη σωστή λειτουργία όλων των κυττάρων και ιστών. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι αυτή η λιποδιαλυτή βιταμίνη είναι απαραίτητη για την φυσιολογική λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος (11). Προστατεύει τον θύμο αδένα και τα κυκλοφορούντα λευκά αιμοσφαίρια από την καταστροφή, ενώ παρέχει προστασία σε ολόκληρο το ανοσοποιητικό σύστημα όταν υπάρχει οξειδωτικό stress, το οποίο εμφανίζεται κατά τη διάρκεια των αθλητικών αγωνισμάτων (93). Γι’ αυτό το λόγο, η βιταμίνη Ε θεωρείται ότι βοηθά στη πρόληψη των αθλητικών τραυματισμών που οφείλονται σε οξειδωτικό stress, όπως είναι ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος (11,71,93). Πιο συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι αυξημένα επίπεδα βιταμίνης Ε στον οργανισμό ίσως είναι πιο αποτελεσματικά για τη πρόληψη παρά για τη θεραπεία οξειδωτικών τραυματισμών. Έτσι, οι αθλητές που είναι επηρεασμένοι σε τέτοιους τραυματισμούς, θα ήταν καλύτερο να λαμβάνουν συμπληρώματα αυτής της βιταμίνης προφυλακτικά από το να τα παίρνουν μετά τον τραυματισμό. Η βιταμίνη Ε έχει προφυλακτική αξία όταν λαμβάνεται σε δόσεις των 800-1600mg/μέρα (το RDA είναι 8-10mg/μέρα) (71). Σε μικρότερους τραυματισμούς οι προφυλακτικές δόσεις είναι 120-360mg/μέρα (83). Υπάρχουν βέβαια και μελέτες που δείχνουν ότι η οξειδωτική καταστροφή στους ιστούς επέρχεται όταν τα επίπεδα της α-τοκοφερόλης στον ορό πέσουν κάτω από τα 36,8 μmol/L (16mg/L). Πρόσληψη 100mg α-τοκοφερόλης καθημερινά από επαγγελματίες αθλητές θεωρείται αρκετή για τη διατήρηση των τιμών της στον ορό τους πάνω από 16mg/L, με αποτέλεσμα να αποτρέπεται η οξειδωτική καταστροφή, ενώ αντίθετα σε μη καλά αθλημένα-προπονημένα άτομα, η διατήρηση

των επιπέδων αυτής της βιταμίνης στον ορό τους πάνω από τα 16mg/L επιτυγχάνεται με καθημερινή πρόσληψη 200mg α-τοκοφερόλης (93). Καθώς το αντικείμενο μελέτης αυτής της εργασίας δεν είναι οι αθλητικοί τραυματισμοί που οφείλονται στο οξειδωτικό stress, αλλά τα αθλητικά μυοσκελετικά τραύματα, δεν είναι αναγκαίο να γίνει εκτενέστερη αναφορά στην προληπτική δράση της βιταμίνης E έναντι των συμπτωμάτων του αθλητικού οξειδωτικού stress.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η βιταμίνη E επιδρά στην επούλωση των τραυμάτων με πολύπλοκο τρόπο. Μερικές έρευνες προτείνουν ότι αυτή η βιταμίνη βοηθά στην επούλωση πληγών και τραυμάτων που οφείλονται σε ακτινοβολία (ηλιακή ακτινοβολία, θεραπεία με laser), ενώ άλλες υποστηρίζουν ότι αυτή η βιταμίνη καθυστερεί την επούλωση χειρουργικών τραυμάτων (94,95). Από παλιότερα, έχει αναπτυχθεί η φήμη ότι η βιταμίνη E βοηθά στην επούλωση πληγών και τραυμάτων, όμως όλα αυτά δεν έχουν αποδειχτεί σε επιστημονικές έρευνες. Αντιθέτως, έχει διαπιστωθεί σε μελέτες η ανασταλτική επίδραση αυτής της βιταμίνης στην αποκατάσταση τραυμάτων (11,57,78,94,95). Η βιταμίνη E είναι γνωστό σήμερα ότι αποτελεί έναν σταθεροποιητή των λυσοσωμάτων *in vivo*, με αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες παρόμοιες με αυτές των γλυκοκορτικοειδών και της ασπιρίνης, αν και αυτή η βιταμίνη εμφανίζει πολύ λιγότερες παρενέργειες από αυτά τα φάρμακα. Αναστέλλει την φλεγμονώδη απάντηση μετά το τραύμα, ελαττώνει τον αριθμό των ινοβλαστών και την εκτατική δύναμη του τραύματος και καθυστερεί την συσώρευση του κολλαγόνου, γεγονότα που συμβαίνουν και μετά τη χορήγηση των κορτικοστεροειδών (11,57,78,94,95). Έτσι, ενώ η βιταμίνη A αναστρέφει τις επιδράσεις των κορτικοστεροειδών φαρμάκων, η βιταμίνη E δεν μπορεί να τις μεταβάλλει διότι δρα με τον ίδιο μηχανισμό με αυτά τα φάρμακα. Επιπλέον, η βιταμίνη A όταν συγχωρηγηθεί με τη βιταμίνη E αναστρέφει την ανασταλτική της επίδραση όσον αφορά την επούλωση των τραυμάτων, με αποτέλεσμα τα τραύματα να αποκαθίστανται γρηγορότερα (57,95,94,97). Ακόμη, όταν η βιταμίνη E λαμβάνεται μαζί με την βιταμίνη A, τότε η E εμποδίζει την οξείδωση της A. Βέβαια, αυτές οι βιταμίνες επηρεάζουν την επούλωση τραυμάτων μόνο όταν χορηγούνται συστηματικά και σε μεγάλες δόσεις. Οι περισσότερες έρευνες σχετικά με την επίδραση της βιταμίνης E στα τραύματα έχουν διεξαχθεί σε επιμύες. Όμως, αν και δεν έχουν πραγματοποιηθεί πολλές αξιόπιστες μελέτες σε ανθρώπους που να αποδεικνύουν ότι η βιταμίνη E βοηθά στην επούλωση των τραυμάτων, εντούτοις πολλοί ιατροί συστήνουν συμπληρωματική χορήγηση αυτής της βιταμίνης μετατραυματικά, σε ποσότητα 90-120mg/μέρα, με σκοπό την γρηγορότερη επούλωση των τραυμάτων και την αποφυγή παθολογικών προσφύσεων. Όταν πρόκειται μάλιστα για εγχείρηση τραύματος, συνίσταται να αρχίζει η χορήγηση της βιταμίνης E δύο εβδομάδες πριν την εγχείρηση και να συνεχίζει για τέσσερις εβδομάδες μετεγχειρητικά (57). Όσον αφορά τα συμπτώματα έλλειψης της βιταμίνης E που σχετίζονται με το συνδετικό ιστό, αυτά είναι η αυξημένη διαλυτότητα του κολλαγόνου, το μειωμένο περιεχόμενο του κολλαγόνου σε αλδεύδες, η αυξημένη ευπάθεια του κολλαγόνου σε πρωτεάσες, η μειωμένη διαπλοκή των ινιδίων του κολλαγόνου και γενικά η ελαττωματική παραγωγή του κολλαγόνου (11). Τέλος, αυτή η βιταμίνη δεν είναι τοξική, ακόμη και σε δόσεις της τάξεως των 800mg/μέρα, με αποτέλεσμα η συμπληρωματική χορήγησή της να είναι γενικά ασφαλής (11).

Συμπερασματικά λοιπόν, δεν έχει αποδειχτεί μέχρι σήμερα καμία ευεργετική επίδραση της βιταμίνης E στην επούλωση των τραυμάτων, αντιθέτως έχουν αναφερθεί αρνητικές επιδράσεις αυτής της βιταμίνης όσον αφορά την επούλωση. Ίσως, η ταυτόχρονη χορήγησή της μαζί με την βιταμίνη A να ευνοεί περισσότερο την επούλωση των τραυμάτων. Επιπλέον μελέτες σε ανθρώπους, και στην περιπτωσή μας σε αθλητές, θεωρούνται ωστόσο επιβεβλημένες. Αυτό που έχει αποδειχθεί είναι ότι η βιταμίνη E είναι χρήσιμη στην περίπτωση των τραυματισμών μόνο όταν λαμβάνεται

για προφυλακτικούς λόγους. Έτσι, η προφυλακτική χρήση της σε αθλητές επηρεάζει σε τραυματισμούς προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, ενώ η χρήση της μετατραυματικά δεν επιδρά θετικά στην επούλωση. Εάν λοιπόν, επαρκής ποσότητα βιταμίνης E είναι παρούσα πριν αρχίσει η φλεγμονώδη απάντηση του τραύματος, τότε η φλεγμονώδης φάση θα λάβει τέλος γρηγορότερα (11,71,78). Αντιθέτως, εάν χορηγηθεί η βιταμίνη μετά την έναρξη της φλεγμονής, τότε δεν θα επηρεάσει θετικά τη διάρκεια και την εξέλιξη της φλεγμονώδους φάσης και άρα και όλου του τραυματισμού. Φυσικά, όλα τα παραπάνω ισχύουν για συμπληρωματικές δόσεις της βιταμίνης E και όχι για τις συνήθεις δόσεις της που προσεγγίζουν το RDA. Τέλος, φαίνεται ότι η έλλειψη αυτής της βιταμίνης αναστέλλει την επούλωση των τραυμάτων διότι μειώνεται η σταθερότητα του κολλαγόνου ιστού.

Βιταμίνη D

Η βιταμίνη D, δρώντας ως στεροειδής ορμόνη, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των οστών και τη διατήρηση της υγείας τους. Η κύρια βιολογική της λειτουργία είναι η διατήρηση των επιπέδων του ασβεστίου του ορού σε φυσιολογικά επίπεδα, έτσι ώστε να εξασφαλίζονται οι κυτταρικές και νευρομυϊκές λειτουργίες του οργανισμού (11,43,97,98,99). Η 1,25-διυδροξυ D₃ διατηρεί σταθερά τα επίπεδα του ασβεστίου ορού βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα της εντερικής απορρόφησης του ασβεστίου και ενισχύοντας τη δραστηριότητα των οστεοκλαστών, οι οποίοι κινητοποιούν τις αποθήκες ασβεστίου των οστών. Επίσης, έχει βρεθεί ότι η 1,25-διυδροξυ D₃ ανεξάρτητα αλληλεπιδρά με τον υποδοχέα της βιταμίνης D στους παραθυροειδείς αδένες και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αναστέλλεται η μεταγραφή του γονιδίου της PTH (100). Επιπλέον, η βιταμίνη D προάγει το σχηματισμό των οστών εφόσον ασκεί τροφική επίδραση στη μεταλλοποίησή τους(100,101). Φαίνεται ότι κυρίως ο μεταβολίτης 1α,25-διυδροξυβιταμίνη D₃ εμπεριέχεται στον οστικό σχηματισμό, αν και έχει αναφερθεί ότι και ο μεταβολίτης 24,25-διυδροξυβιταμίνη D₃ είναι απαραίτητος για το σχηματισμό των οστών. Έχει βρεθεί ότι χαμηλές δόσεις της 1,25-διυδροξυ D₃ ή της 1α-υδροξυ D₃ επιταχύνουν την επούλωση και προάγουν τον οστικό σχηματισμό και τη μεταλλοποίηση πειραματικών καταγμάτων σε επιμύες. Αυτό αποδεικνύει ότι οι παραπάνω μεταβολίτες συμμετέχουν στη ρύθμιση του σχηματισμού και της επαναδιαμόρφωσης των οστών και χόνδρων κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης καταγμάτων, και γι' αυτό η βιταμίνη D θεωρείται ότι σε μικρές δόσεις επάγει την επούλωση οστικών τραυμάτων (100,102). Επίσης, υπάρχουν και έρευνες σε επιμύες που έχουν δείξει ότι τα κατάγματα δεν επουλώνονται φυσιολογικά όταν χορηγείται μόνο 1,25-διυδροξυ D₃. Σύμφωνα με αυτές τις έρευνες, οι καλύτερες μηχανικές ιδιότητες των πόρων των επουλόμενων οστών επιτυγχάνονται μόνο όταν χορηγείται συνδυασμός 1,25-διυδροξυ D₃ και 24,25-διυδροξυ D₃ (102). Μάλιστα, φαίνεται ότι η 1,25-διυδροξυ D₃ σχετίζεται κυρίως με την μεταλλοποίηση και τη φάση επαναδιαμόρφωσης, ενώ η 24,25-διυδροξυ D₃ σχετίζεται με το σχηματισμό των χόνδρινων πόρων. Είναι ακόμη χαρακτηριστικό ότι οι οστεοβλάστες, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την εναπόθεση του κολλαγόνου και της πρωτεϊνικής θεμέλιας ουσίας στο σκελετό, διαθέτουν υποδοχείς για τη βιταμίνη D (Vitamin D Receptors-VDR). Με αυτό τον τρόπο, η 1,25-διυδροξυ D₃ επηρεάζει τη διαφοροποίηση και τον πολλαπλασιασμό των οστεοβλαστών (98). Επιπλέον, αυτός ο μεταβολίτης της βιταμίνης D διεγείρει τη χονδρογένεση ευνοώντας την κυτταρική διαφοροποίηση και τη σύνθεση των πρωτεϊνών της θεμέλιας ουσίας (98). Τέλος, η 1,25-διυδροξυ D₃ διεγείρει τη σύνθεση και μη κολλαγονούχων πρωτεϊνών, όπως είναι η οστεοκαλσίνη, η οστεοποντίνη και η οστεονεκτίνη, οι οποίες σχετίζονται άμεσα με το μεταβολισμό των οστών (98,102).

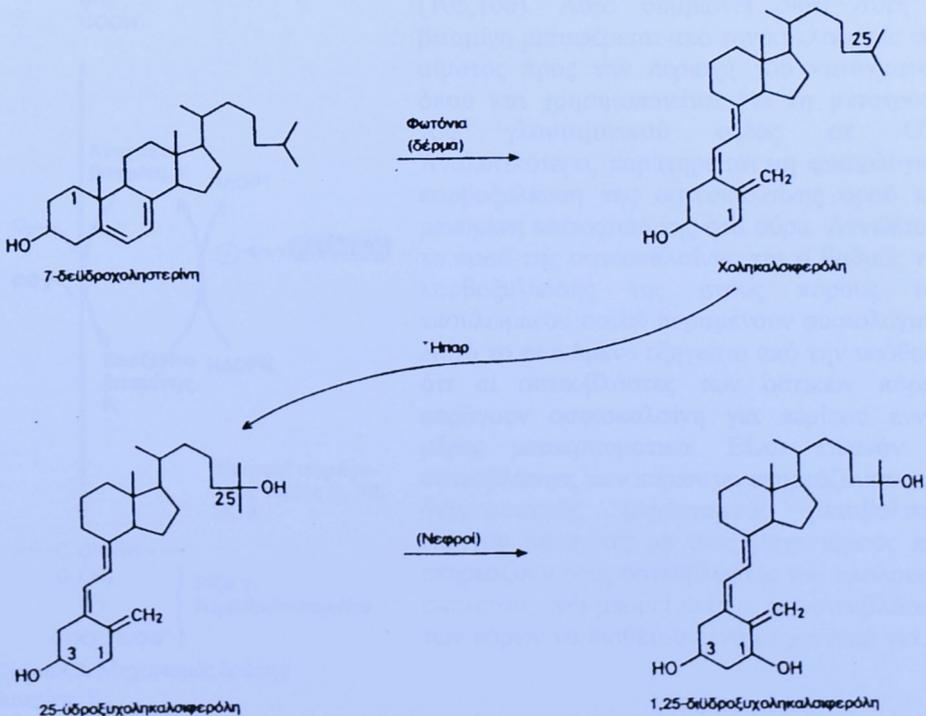
Σε περίπτωση μειωμένης πρόσληψης βιταμίνης D από τη διαίτα, η αποτελεσματικότητα της εντερικής απορρόφησης ασβεστίου μειώνεται από 30 μέχρι

50%, ενώ ταυτόχρονα ελαττώνεται και η νεφρική επαναρρόφηση του ασβεστίου. Αυτά τα γεγονότα οδηγούν σε ελάττωση της συγκέντρωσης ασβεστίου στο αίμα με αποτέλεσμα να αυξηθεί η σύνθεση και η έκκριση της PTH (11,98). Η PTH προσπαθεί να διατηρήσει τα επίπεδα ασβεστίου αίματος όχι μόνο αυξάνοντας τη νεφρική επαναρρόφηση ασβεστίου αλλά και ενισχύοντας τη δράση των οστεοκλαστών, με αποτέλεσμα να επέρχεται απορρόφηση των οστών. Τα συμπτώματα έλλειψης αυτής της βιταμίνης που σχετίζονται με το μυοσκελετικό σύστημα είναι ο αυξημένος καταβολισμός του κολλαγόνου, η μη σωστή διαπλοκή των ινιδίων του, η αυξημένη δραστηριότητα της κολλαγενάσης και οι διαταραχές στη σύνθεση πρωτεογλυκάνων. Αυτά τα συμπτώματα είναι επιβλαβή για την υγεία των συνδετικών ιστών (11,103). Όταν συμπληρώματα της 1,25-διυδροξυ D₃ χορηγηθούν σε επιμύες που παρουσιάζουν έλλειψη σε αυτή τη βιταμίνη και έχουν υποστεί κατάγμα, τότε το αποτέλεσμα είναι να μειωθούν τα επίπεδα της PTH, να αυξηθεί το γινόμενο Ca ορού x P ορού, να παρατηρηθεί μικρότερη απώλεια μετάλλων από τα οστά, να εμφανιστεί μικρότερου βαθμού οστεοπενία μετά τα κατάγματα, να υπάρξει πρόοδος στην επούλωση των καταγμάτων και να δημιουργηθούν ισχυροί πόροι στα νέα οστά (11,100). Σήμερα, παρ'όλα αυτά, δεν είναι ξεκαθαρισμένο επακριβώς εάν η 1α,25-διυδροξυβιταμίνη D₃ βοηθά στην επούλωση των καταγμάτων με άμεσο ή έμμεσο τρόπο. Από τη μια πλευρά αυτή ίσως επιδρά στην οστική σύνθεση μέσω αύξησης της συγκέντρωσης του ασβεστίου και του φωσφόρου του ορού, δηλαδή με έμμεσο τρόπο, ενώ από την άλλη ίσως επιδρά στην οστική σύνθεση με άμεσο τρόπο (98,100,101). Όσον αφορά τους ανθρώπους, η επίδραση συμπληρωμάτων 1,25-διυδροξυ D₃ σε αυτούς δεν είναι πλήρως γνωστή, λόγω περιορισμένου αριθμού πειραμάτων που έχουν πραγματοποιηθεί σε αυτούς. Γίνεται όμως η υπόθεση ότι τα συμπληρώματα βιταμίνης D δεν μπορούν από μόνα τους να δράσουν ευεργετικά στην επούλωση των καταγμάτων χωρίς την επιπλέον πρόσληψη ασβεστίου (11).

Σε περίπτωση κατάγματος, έχει βρεθεί ότι τα επίπεδα των μεταβολιτών της βιταμίνης D στο αίμα μειώνονται διότι αυτοί οι μεταβολίτες συσσωρεύονται στην περιοχή του κατάγματος συμμετέχοντας στην διαδικασία επούλωσης του τραύματος (101,104). Πιο αναλυτικά, αυτή η γρήγορη μείωση των επιπέδων των μεταβολιτών της βιταμίνης D στο αίμα συμβαίνει στα πρώτα στάδια μετά το κατάγμα και δεν οφείλεται ούτε σε αυξημένη διάσπαση ούτε σε μειωμένη σύνθεση αυτών των μεταβολιτών. Αντιθέτως, οφείλεται σε αυξημένη κατανάλωσή τους στους πόρους, την επίφυση και τη διάφυση του επούλωμενου οστού. Με άλλα λόγια, οι μεταβολίτες της βιταμίνης D μεταφέρονται από το πλάσμα προς το οστόν που έχει υποστεί κατάγμα και εκεί ρυθμίζουν διάφορες κυτταρικές διαδικασίες, που περιλαμβάνουν το σχηματισμό οστών και χόνδρων, στα πλαίσια της επούλωσης του κατάγματος. Πάντως, υποστηρίζεται ότι ο μηχανισμός με βάση τον οποίον αυξάνονται οι συγκεντρώσεις των 1,25-διυδροξυ D₃ και 24,25-διυδροξυ D₃ στην περιοχή του κατάγματος και μειώνονται στο πλάσμα μετά το κατάγμα είναι υποθετικός. Αυτό μπορεί να συμβαίνει είτε λόγω αύξησης των υποδοχέων αυτών των μεταβολιτών στην περιοχή του κατάγματος, με αποτέλεσμα να μετακινούνται οι μεταβολίτες από το αίμα προς την περιοχή κατάγματος ενάντια στη κλίση συγκέντρωσής τους, είτε λόγω τοπικής παραγωγής αυτών των μεταβολιτών στην περιοχή του κατάγματος. Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι μετά από κατάγμα ελαττώνεται η εντερική απορρόφηση ασβεστίου και μειώνεται η παραγωγή της 1,25-διυδροξυ D₃ από τα νεφρά. Η ελάττωση της συγκέντρωσης της 1,25-διυδροξυ D₃ στο πλάσμα μπορεί να οφείλεται και σε αυξημένη απορρόφηση ασβεστίου στην περιοχή γύρω από το κατάγμα, η οποία ίσως αναστέλλει την παραγωγή αυτού του μεταβολίτη από τα νεφρά (101,104). Η αυξημένη απορρόφηση ασβεστίου στην περιοχή του κατάγματος πιθανώς να οφείλεται σε τοπική παραγωγή προσταγλαδίνων ως απάντηση στο τραύμα. Αξίζει να αναφερθεί ότι η 24,25-διυδροξυ D₃ συντίθεται εκτός από τα νεφρά και στους χόνδρους,

το έντερο και το πλακούντα, και αυτό μπορεί να εξηγήσει την έλλειψη συσχέτισης ανάμεσα στα επίπεδα αυτού του μεταβολίτη στον ορό και τα οστά. Καθώς λοιπόν τα επίπεδα των μεταβολιτών της βιταμίνης D στον ορό και τα οστά δεν φαίνεται να συσχετίζονται, κανείς δε μπορεί να προβλέψει τα επίπεδά τους στα οστά βασιζόμενος μόνο στις συγκεντρώσεις τους στον ορό.

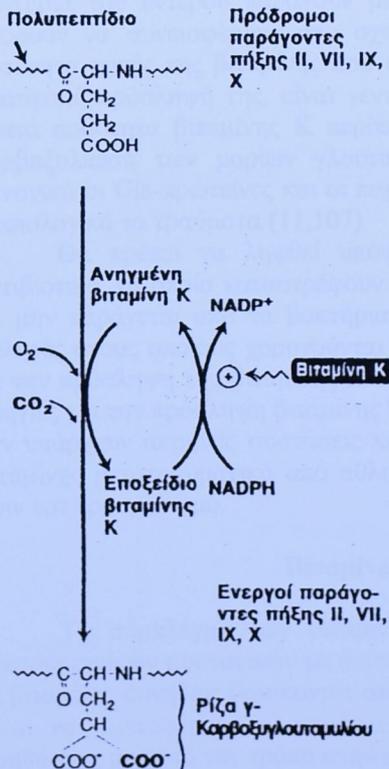
Θα αναφερθεί παρακάτω ότι κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης και της αποθεραπείας πρέπει να διατηρείται ένα θετικό ισοζύγιο ασβεστίου, με επαρκείς ποσότητες ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή και επαρκής εναπόθεση ασβεστίου στον οστίτη ιστό. Αυτό θα εξασφαλιστεί με την παροχή επαρκούς ποσότητας βιταμίνης D μέσω της τροφής κατά τους χειμερινούς μήνες, ιδιαίτερα σε άτομα τα οποία για τον ένα ή τον άλλο λόγο δεν εκτίθενται στην ηλιοφάνεια (43). Κάτω από κανονικές συνθήκες (έκθεση στον ήλιο) δεν κρίνεται αναγκαία η παροχή βιταμινούχων παρασκευασμάτων που περιέχουν βιταμίνη D, γιατί ο ανθρώπινος οργανισμός δύναται να την παράγει από την χοληστερόλη (7-δεϋδροχοληστερόλη) με την βοήθεια της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου (43). Η πορεία σύνθεσης της βιταμίνης D παρουσιάζεται στο Σχήμα-8.2. Εξάλλου, αυτή η βιταμίνη είναι η δεύτερη στη σειρά πιο τοξική μετά τη βιταμίνη A. Όταν λαμβάνεται σε ποσότητες μεγαλύτερες των 250 μg καθημερινά, τότε προκαλεί τοξικότητα ενώ ταυτόχρονα ελαττώνεται η σύνθεση κολλαγόνου και διαταράσσεται η διαπλοκή των ινιδίων του (11). Συνεπώς, οι υπερβολικές ποσότητες της βιταμίνης D είναι επιβλαβείς για την επούλωση των μυοσκελετικών τραυμάτων, με αποτέλεσμα να πρέπει να λαμβάνονται τα συμπληρώματά της μετατραυματικά με προσοχή υπό ιατρική παρακολούθηση. Συμπερασματικά, η βιταμίνη D είναι απαραίτητη μετά από μυοσκελετικά τραύματα, κυρίως κατάγματα, διότι είναι κύριος ρυθμιστής του μεταβολισμού των οστών και των χόνδρων. Παρόλα αυτά όμως, μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν ειδικές οδηγίες για τη χρήση της βιταμίνης D μετά από μυοσκελετικά τραύματα. Οπωσδήποτε, θα πρέπει να λαμβάνεται σε επαρκείς ποσότητες, σε συνδυασμό πάντα με επαρκή ποσότητα ασβεστίου και με επαρκή έκθεση στον ήλιο, διότι η έλλειψή της δρα ανασταλτικά στην επούλωση των τραυμάτων (11,43). Όμως, δεν θα πρέπει να λαμβάνεται και σε υπερβολικές ποσότητες μετατραυματικά, διότι τότε επιδρά αρνητικά στην επούλωση και οδηγεί σε τοξικότητα (11).



Σχήμα-8.2. Πορεία σύνθεσης της Βιταμίνης D

Βιταμίνη K

Γενικά, η βιταμίνη K συμμετέχει στο μεταβολισμό των οστών και τη πήξη του αίματος. Ένα 20% από την μη κολλαγονούχο πρωτεΐνη του οστίτη ιστού, αποτελείται από την πρωτεΐνη οστεοκαλσίνη, η οποία συναντάται μόνο στα οστά. Η οστεοκαλσίνη ή πρωτεΐνη Gla των οστών, μια μικρή πρωτεΐνη με 49 αμινοξέα, περιέχει γ-καρβοξυγλουταμινικό οξύ (γ-carboxyglutamic acid-GLa), 3 σε κάθε μόριό της, για τη σύνθεση του οποίου είναι απαραίτητη η βιταμίνη K (43). Πιο συγκεκριμένα, η βιταμίνη K δρα ως συνένζυμο (δότης υδρογόνου) στη προσθήκη μιας επιπλέον καρβοξυομάδας στην γ- θέση των μορίων του γλουταμινικού οξέος. Το προϊόν αυτής της προσθήκης είναι ένα ασυνήθιστο αμινοξύ, το (GLa) (βλέπε Σχήμα-8.3) (97,105). Υπάρχουν κυρίως δύο φυσιολογικές διαδικασίες στις οποίες οι εξαρτώμενες από τη βιταμίνη K πρωτεΐνες Gla παίζουν κάποιο ρόλο, ο μεταβολισμός των οστών και η πήξη του αίματος. Οι Gla πρωτεΐνες που συμμετέχουν στο μεταβολισμό των οστών συντίθενται από τους οστεοβλάστες, ενώ αυτές που παίρνουν μέρος στη πήξη του αίματος έχουν ηπατική προέλευση. Όσον αφορά το μεταβολισμό των οστών, οι πρωτεΐνες αυτές δεσμεύουν και απελευθερώνουν το ασβέστιο από τα οστά στο αίμα, ρυθμίζοντας με αυτό το τρόπο το μεταβολισμό του ασβεστίου (97,105,106). Δρουν και χημειοτακτικά για τα μονοκύτταρα και τους προδρόμους των οστεοβλαστών, συμμετέχουν στον επανασχηματισμό των οστών και ενισχύουν τη πρόσδεση των απορροφούντων-κυττάρων του οστού στα οστά. Συνεπώς, παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αποκατάσταση οστικών τραυμάτων, όπως είναι τα κατάγματα. Επιπλέον, φαίνεται ότι κάποιοι δείκτες των οστών, όπως η αλκαλική φωσφατάση του ορού και η υδροξυπρολίνη των ούρων, επηρεάζονται από την διαιτητική πρόσληψη της βιταμίνης K, αν και αυτός ο ρόλος αυτής της βιταμίνης δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως (107). Όσον αφορά την πήξη του αίματος, οι πρωτεΐνες Gla ρυθμίζουν την ηπατική σύνθεση των παραγόντων πήξης του αίματος II (προθρομβίνη), VII, IX και X (106).



Σχήμα 8.3. Μηχανισμός δράσης βιταμίνης K

Μετά από κατάγμα, ακολουθεί πτώση των επιπέδων της βιταμίνης K στο αίμα (105,106). Αυτό συμβαίνει διότι αυτή η βιταμίνη μεταφέρεται από την κυκλοφορία του αίματος προς την περιοχή του κατάγματος, όπου και χρησιμοποιείται για τη μετατροπή του γλουταμινικού οξέος σε Gla. Αναλυτικότερα, παρατηρείται μη φυσιολογική καρβοξυλίωση της οστεοκαλσίνης ορού και μειωμένη απέκκρισή της στα ούρα. Αντιθέτως, το ποσό της οστεοκαλσίνης και ο βαθμός της καρβοξυλίωσής της στους πόρους του επουλώμενου οστού παραμένουν φυσιολογικά. Αυτό το φαινόμενο εξηγείται από την υπόθεση ότι οι οστεοβλάστες των οστικών πόρων παράγουν οστεοκαλσίνη για περίπου εννέα μέρες μετατραυματικά. Είναι πιθανόν οι οστεοβλάστες των πόρων να επηρεάζονται από διαφορετικούς μηχανισμούς μεταβολικού ελέγχου σε σχέση με τους μηχανισμούς που επηρεάζουν τους οστεοβλάστες του υπόλοιπου σκελετού, ενώ μπορεί επίσης οι οστεοβλάστες των πόρων να διαθέτουν ένα μηχανισμό για τη

γ-καρβοξυλίωση των γλουταμινικών οξέων που να λειτουργεί καλά σε χαμηλές συγκεντρώσεις ορού της βιταμίνης K. Από τα παραπάνω, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι μετά από κάποιο κάταγμα, οι πόροι του επουλώμενου οστού διαθέτουν κάποιο μηχανισμό για τη γ-καρβοξυλίωση των μορίων του γλουταμινικού οξέος στην οστεοκαλσίνη, παρά την πτώση των επιπέδων της βιταμίνης K στον ορό. Έχει βρεθεί ακόμη ότι ο ρυθμός αποκατάστασης των φυσιολογικών τιμών της βιταμίνης K ορού εξαρτάται από τη σοβαρότητα του κατάγματος, το μέγεθος των πόρων του επουλώμενου οστού και το ποσό του νέου οστού που θα σχηματιστεί (106).

Η μειωμένη διαιτητική πρόσληψη της βιταμίνης K ελαττώνει τα επίπεδα προθρομβίνης στο αίμα με συνέπεια να μειώνεται η ικανότητα πήξης του αίματος (43). Σε τέτοιες περιπτώσεις, δημιουργούνται τοπικές μικροαιμορραγίες και το αίμα το οποίο διαφεύγει από τα αιμοφόρα αγγεία παρεμβάλλεται μεταξύ των μυϊκών κυττάρων και παρεμποδίζει τη σωστή επούλωση. Υπάρχουν βέβαια και μελέτες που δείχνουν ότι σε βραχυπρόθεσμη έλλειψη βιταμίνης K δεν επηρεάζεται ο ρυθμός επούλωσης των καταγμάτων διότι οι πόροι των επουλώμενων οστών διαθέτουν μηχανισμούς για τη γ-καρβοξυλίωση των γλουταμινικών οξέων που δεν επηρεάζονται από την έλλειψη αυτής της βιταμίνης (97,106). Συνεπώς, φαίνεται ότι παρά τον σημαντικό ρόλο της οστεοκαλσίνης στην ομοίωση των οστών, ο βαθμός επούλωσης του οποίου επηρεάζεται η σύνθεσή της από την βραχυπρόθεσμη έλλειψη βιταμίνης K δεν είναι αρκετός για να επηρεάσει την επούλωση των οστικών τραυμάτων. Όμως, πρέπει να αναφερθεί ότι η μακροπρόθεσμη έλλειψη της βιταμίνης K από τη διαίτα (> 9 μέρες μετατραυματικά) επηρεάζει αρνητικά την επούλωση των τραυμάτων (106).

Η ανεπάρκεια της βιταμίνης K στον οργανισμό είναι σπάνια επειδή αυτή προέρχεται από δύο πηγές: Τη διαίτα και την εντερική χλωρίδα. Στη διαίτα, η βιταμίνη K₁ (φυλλοκινόνη) προέρχεται από τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά, ενώ η βιταμίνη K₂ (μενακινόνη) προέρχεται από το κρέας, τα ψάρια και τα ζυμωμένα τρόφιμα. Επίσης, τα βακτήρια του εντέρου παράγουν μενακινόνες, οι οποίες όμως είναι αμφίβολο εάν μπορούν να συνεισφέρουν στο σχηματισμό των Gla πρωτεϊνών. Όσον αφορά τη ποσότητα αυτής της βιταμίνης που συνίσταται μετατραυματικά σε άτομα με επαρκή διαιτητική πρόσληψή της, είναι γενικά παραδεκτό ότι όταν προσλαμβάνεται από τη διαίτα ποσότητα βιταμίνης K περίπου 1 μg/κilo/μέρα, τότε συμβαίνει φυσιολογική καρβοξυλίωση των μορίων γλουταμινικού οξέος με αποτέλεσμα να συντίθενται κανονικά οι Gla-πρωτεΐνες και οι παράγοντες πήξης του αίματος και να επουλώνονται φυσιολογικά τα τραύματα (11,107).

Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι οι αθλητές μετατραυματικά λαμβάνουν αντιβιοτικά, τα οποία καταστρέφουν την εντερική μικροβιακή χλωρίδα με αποτέλεσμα να μην παράγεται από τα βακτήρια του εντέρου βιταμίνη K. Οι τραυματίες λοιπόν αθλητές στους οποίους χορηγούνται αντιβιοτικά θα πρέπει να είναι πολύ προσεχτικοί με την πρόσληψη της βιταμίνης K από τη διαίτα (43). Ωστόσο, δεν υπάρχουν ειδικές οδηγίες για την πρόσληψη βιταμίνης K μετατραυματικά από αυτούς τους αθλητές, όπως δεν υπάρχουν ακριβείς συστάσεις και για την πρόσληψη συμπληρωμάτων αυτής της βιταμίνης μετατραυματικά από αθλητές που παρουσίαζαν μειωμένες προσλήψεις της πριν τον τραυματισμό.

Βιταμίνες του συμπλέγματος B

Το σύμπλεγμα των βιταμινών B είναι μια μεγάλη ομάδα υδατοδιαλυτών μικροθρεπτικών συστατικών με διαφορετική δομή και βιολογική δραστηριότητα. Αυτές οι βιταμίνες συνήθως βρίσκονται στις ίδιες πηγές τροφίμων, ενώ ο κύριος ρόλος τους είναι να μεταφέρουν ηλεκτρόνια σε άλλα συστατικά της κυτταρικής αναπνοής, βοηθώντας με αυτό τον τρόπο στην παραγωγή ATP, της κυριότερης ενεργειακής πηγής

για τα κύτταρα (11). Η κυτταρική ενέργεια χρησιμοποιείται για την εκτέλεση κυτταρικών λειτουργιών. Οποιαδήποτε έλλειψη της κυτταρικής ενέργειας ίσως έχει δυσμενείς επιδράσεις στις κυτταρικές λειτουργίες. Συνεπώς, σε περίπτωση έλλειψης κυτταρικής ενέργειας οι ινοβλάστες είναι λιγότερο ικανοί να ανταποκριθούν σε ένα τραύμα, καθώς ελαττώνονται η παραγωγή του κολλαγόνου και των πρωτεογλυκάνων, ο κυτταρικός πολλαπλασιασμός και η αντίσταση στην ισχαιμία και τις ελεύθερες ρίζες (11,51,58,78). Η έλλειψη λοιπόν βιταμινών του συμπλέγματος Β μπορεί έμμεσα να επηρεάσει την επούλωση των τραυματισμών επιδρώντας στις κυτταρικές λειτουργίες. Επιπρόσθετα, συγκεκριμένα ένζυμα που συμμετέχουν άμεσα στην διαδικασία επούλωσης ενεργοποιούνται από βιταμίνες αυτού του συμπλέγματος. Για παράδειγμα, η λυσουλ-οξειδάση, η οποία συμμετέχει στην ωρίμανση του κολλαγόνου και της ελαστίνης σχηματίζοντας τις διαπλοκές (cross-links), χρησιμοποιεί ως συμπάραγοντα τη βιταμίνη Β₆ (11,43). Ακόμη, οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β ασκούν έμμεση επίδραση στο συνδετικό ιστό μέσω του ρόλου τους στον ενδιάμεσο μεταβολισμό. Παράδειγμα αποτελούν η παραγωγή και ο μεταβολισμός της ομοκυστεΐνης, διαδικασίες που εξαρτώνται από τη λειτουργία των βιταμινών Β₆, Β₁₂ και φυλλικού οξέος. Εφόσον η ομοκυστεΐνη μπορεί να εμποδίσει την ωρίμανση και τη παραγωγή του κολλαγόνου, ένα σύμπτωμα της υπερβολικής ομοκυστεΐνης στον οργανισμό είναι η οστεοπενία (11). Οι ρόλοι και οι λειτουργίες των βιταμινών του συμπλέγματος Β που σχετίζονται με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων παρουσιάζονται αναλυτικότερα στον Πίνακα-8.10. (11,17,78,83,108,109,110,111,112,113,114).

| | |
|--------------------|--|
| | Βιταμίνη Β₁ (θειαμίνη) |
| Ρόλοι | Παραγωγή ενέργειας από υδατάνθρακες. |
| Λειτουργίες | Συνένζυμο για τρανσκετολάση, πυροσταφυλική αφυδρογονάση και ακετογλουταρικό-αφυδρογονάσες. Συντελεί στο σχηματισμό αντισωμάτων και λευκών αιμοσφαιρίων. |
| | Βιταμίνη Β₂ (ριβοφλαβίνη) |
| Ρόλοι | Παραγωγή ενέργειας και κυτταρική αναπνοή. |
| Λειτουργίες | Συστατικό των συνενζύμων FAD και FMN, απαραίτητων για οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις απελευθερώνοντας ενέργεια από υδατάνθρακες, λίπη και πρωτεΐνες. Συντελεί στο σχηματισμό αντισωμάτων και λευκών αιμοσφαιρίων. |
| | Βιταμίνη Β₃ (νιασίνη) |
| Ρόλοι | Παραγωγή ενέργειας, κυτταρική αναπνοή, σύνθεση λίπους. |
| Λειτουργίες | Συστατικό των συνενζύμων NAD και NADP, απαραίτητων για πολλές οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις απελευθερώνοντας ενέργεια από τη διάσπαση υδατανθράκων, λιπών και πρωτεϊνών |
| | Βιταμίνη Β₆ (πυριδοξίνη) |
| Ρόλοι | Μεταβολισμός αμινοξέων και παραγωγή ενέργειας |
| Λειτουργίες | Συστατικό του συνενζύμου φωσφορική πυριδοξάλη, απαραίτητη για πολυάριθμες αντιδράσεις όπως τρανσαμίνωση, απαμίνωση, αποσουλφούρωση και αποκαρβοξυλίωση. Συμπάραγοντας της λυσουλ-οξειδάσης (ωρίμανση κολλαγόνου και ελαστίνης), της διάσπασης γλυκογόνου, του σχηματισμού της αίμης, της σύνθεσης εικοσανοειδών, της σύνθεσης νευροδιαβιβαστών, της ρύθμισης των ορμονών και της μετατροπής της τρυπτοφάνης σε νιασίνη. Ενεργοποιεί την αποκαρβοξυλάση της ορνιθίνης→παράγεται η πουτρεσκίνη η οποία διεγείρει τη δράση της 6-φωσφορικής αφυδρογονάσης της γλυκόζης (G6PD)→παράγεται το NADPH που αποτελεί πηγή ισοδύναμων περιορισμού, τα οποία μεταφέρονται με την βιταμίνη Κ ₁ κατά τη |

| | |
|--------------------|--|
| | διάρκεια της μεταλλοποίησης των οστών (σε επιμύες). Συντελεί στο σχηματισμό αντισωμάτων και λευκών αιμοσφαιρίων. |
| | Βιταμίνη B₁₂ (κυανοκοβαλαμίνη) |
| Ρόλοι | Κυτταρική διαίρεση (σύνθεση DNA), πρόληψη αναιμίας. |
| Λειτουργίες | Απαραίτητο για τη διάσπαση λιπαρών οξέων περιττού αριθμού ατόμων C και διακλαδισμένων αμινοξέων. Βοηθά στην ανακύκλωση του φυλλικού οξέος. Συντελεί στην δημιουργία αντισωμάτων. |
| | Φυλλικό οξύ |
| Ρόλοι | Κυτταρική διαίρεση (σύνθεση DNA), σχηματισμός ερυθροκυττάρων. |
| Λειτουργίες | Κύριος μεταφορέας ενός ατόμου C, το οποίο χρησιμοποιείται σε πολλές βιοσυνθετικές διαδικασίες. Απαραίτητο για την δημιουργία αντισωμάτων και το σχηματισμό οστικών πόρων. |
| | Παντοθενικό οξύ (B₅) |
| Ρόλοι | Παραγωγή ενέργειας από υδατάνθρακες, λίπη και πρωτεΐνες. |
| Λειτουργίες | Διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο στην δημιουργία αντισωμάτων. Αποτελεί συστατικό του συνενζύμου A, το οποίο είναι απαραίτητο για την είσοδο των υδατανθράκων, λιπών και πρωτεϊνών στον κύκλο του Krebs. Το συνένζυμο A συμμετέχει επίσης σε πολλές πορείες βιοσύνθεσης π.χ. λαμβάνει μέρος στη μεταμεταφραστική ακετυλίωση των πρωτεϊνών που γίνεται είτε στο αμινοτελικό άκρο τους είτε στο εσωτερικό τους στην ε-αμινομάδα της λυσίνης- αυτή η αμινοτελική ακετυλίωση προστατεύει τις πρωτεΐνες από διάσπαση. |
| | Βιοτίνη |
| Ρόλοι | Παραγωγή ενέργειας. |
| Λειτουργίες | Απαραίτητη για βιοσύνθεση λιπαρών οξέων, “ανεφοδιασμό” κύκλου Krebs, γλυκονεογένεση. |

Πίνακας 8.10. Ρόλοι και λειτουργίες των βιταμινών του συμπλέγματος B που σχετίζονται με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων.

Στον Πίνακα-8.11. παρουσιάζονται τα συμπτώματα έλλειψης των βιταμινών του συμπλέγματος B που σχετίζονται με την επούλωση των μυοσκελετικών τραυμάτων. Ανάμεσα σε αυτά κυριαρχούν η μειωμένη εκτατική δύναμη του τραύματος και η ελαττωματική παραγωγή, ωρίμανση και εναπόθεση του κολλαγόνου (11,51,108,110). Όλα αυτά αποδεικνύουν ότι η επούλωση όλων των συνδετικών ιστών επηρεάζεται αρνητικά από ελλείψεις μιας ή περισσότερων βιταμινών του συμπλέγματος B. Αξίζει να αναφερθεί ότι εφόσον οι περισσότερες βιταμίνες του συμπλέγματος B βρίσκονται μαζί σε παρόμοιες ομάδες τροφίμων, είναι δύσκολο να παρατηρηθούν ελλείψεις σε μία μόνο βιταμίνη αυτού του συμπλέγματος (78).

| |
|--|
| Συμπτώματα έλλειψης βιταμινών συμπλέγματος B σχετιζόμενα με την επούλωση τραυμάτων του συνδετικού ιστού |
| <i>Βιταμίνη B₁(θειαμίνη)</i> |
| • Μειώνεται η εκτατική δύναμη του τραύματος (55% της φυσιολογικής) |
| • Μειώνεται η δραστηριότητα της λυσυλ-οξειδάσης στο δέρμα και στο τραύμα (78% της φυσιολογικής) |
| • Μειώνεται το περιεχόμενο της υδροξυ-προλίνης στο κολλαγόνο |
| • Δεν ωριμάζουν φυσιολογικά οι ίνες κολλαγόνου |
| • Μειώνεται η συσσώρευση κολλαγόνου στο τραύμα |
| • Μειώνεται το κολλαγόνο τύπου III στο τραύμα (ο πρώτος τύπος κολλαγόνου που συντίθεται μετά από τραύμα |
| • Μειώνεται η διαφοροποίηση των ινοβλαστών |

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Η φαγοκυττάρωση δεν γίνεται φυσιολογικά • Μειώνεται η αντίσταση του τραύματος σε μολύνσεις • Καθυστερεί η επούλωση του τραύματος |
| <i>Βιταμίνη B₂(ριβοφλαβίνη)</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Αυξάνεται η διαλυτότητα του κολλαγόνου στο δέρμα επιμύων (150%) • Μειώνεται το περιεχόμενο του συνολικού κολλαγόνου (28%) • Μειώνεται το περιεχόμενο του κολλαγόνου σε αλδεύδες (26%) • Μειώνεται η ελαστίνη και η διαπλοκή σε αυτή (cross-links) (50-60%) • Αναπτύσσεται λιγότερο πυκνός κοκκιώδης ιστός • Εμφανίζεται αναιμία • Μειώνεται η αντίσταση του τραύματος σε μολύνσεις • Καθυστερεί η επούλωση του τραύματος |
| <i>Βιταμίνη B₆ (πυριδοξίνη)</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Μειώνεται η δραστηριότητα της λυσοyl-οξειδάσης • Μειώνεται η διαπλοκή των ινών κολλαγόνου και ελαστίνης • Αυξάνεται η διαλυτότητα του κολλαγόνου (ανώριμο, ασθενές κολλαγόνο) • Αυξάνονται τα επίπεδα της ομοκυστεΐνης • Ελαττώνεται η δραστηριότητα της 6-φωσφορικής αφυδρογονάσης (G6PD) της γλυκόζης στο περίσσειο του νεοσχηματιζόμενου οστού και στους αναπτυσσόμενους πόρους (μετά από κάταγμα) με σημαντική καθυστέρηση στην ωρίμανση των πόρων και την επούλωση (σε επιμύες). • Εμφανίζεται ανισοροπία στη σύνδεση μεταξύ οστεοβλαστών-οστεοκλαστών • Αναπτύσσεται λιγότερο πυκνός κοκκιώδης ιστός • Μειώνεται η αντίσταση του τραύματος σε μολύνσεις • Εμφανίζεται αναιμία • Ελαττώνεται η ποσότητα και υποβαθμίζεται η ποιότητα των παραγόμενων αντισωμάτων • Συρρικνώνεται ο θύμος αδένας, μειώνεται η ορμονική δραστηριότητα του θύμου αδένος και ελαττώνεται ο αριθμός και η δραστηριότητα των λεμφοκυττάρων |
| <i>Βιταμίνη B₁₂(κοβαλαμίνη)</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Μειώνεται η δραστηριότητα της σκελετικής αλκαλικής φωσφατάσης • Μειώνονται τα επίπεδα της οστεοκαλσίνης του ορού • Μειώνεται η δραστηριότητα των οστεοβλαστών • Αυξάνονται τα επίπεδα της ομοκυστεΐνης |
| <i>Φυλλικό οξύ</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Μειώνεται η σύνθεση πρωτεϊνών και κολλαγόνου (50%) ▪ Μειώνεται ελαφρώς η υδροξυλίωση του κολλαγόνου ▪ Αυξάνεται η ομοκυστεΐνη ▪ Ελαττώνεται η γλυκονογένεση στους τραυματισμένους ιστούς |
| <i>Παντοθενικό οξύ</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Μειώνεται η εκτατική δύναμη του τραύματος (46%) ▪ Μειώνονται οι ινοβλάστες του τραύματος ▪ Μειώνεται ο πολλαπλασιασμός και η μετανάστευση των κυττάρων ▪ Μειώνεται η ενδοκυττάρια πρωτεϊνοσύνθεση ▪ Μειώνεται η αντοχή του τραύματος σε μολύνσεις ▪ Μειώνεται η σύνθεση κολλαγόνου ▪ Εμφανίζεται αρνητικό ισοζύγιο αζώτου (σε επιμύες) |

Πίνακας 8.11. Συμπτώματα έλλειψης των βιταμινών του συμπλέγματος Β σχετιζόμενα με την επούλωση τραυμάτων του συνδετικού ιστού.

Έρευνες έχουν δείξει ότι μετά από τραυματισμό ή/και εγχείρηση τα επίπεδα των βιταμινών B₁, B₂ και B₃ στον ορό και στα ούρα είναι πολύ μειωμένα για μερικές ημέρες μέχρι αρκετές εβδομάδες μετατραυματικά, ανάλογα με τη σοβαρότητα του τραύματος ή της εγχείρησης. Μετά τη χορήγηση όμως συμπληρωμάτων αυτών των βιταμινών, αποκαθίσταται η ελλιπής διατροφική κατάσταση του οργανισμού σε αυτές τις βιταμίνες (11). Επίσης, μελέτες σε ανθρώπους αναφέρουν ότι μεγάλες ενδοφλέβιες δόσεις θειαμίνης (10-30 γραμ.) ελέγχουν τον πόνο στους συνδετικούς ιστούς, ενώ δεν έχει διευκρινιστεί εάν μεγάλες δόσεις αυτής της βιταμίνης επιφέρουν το ίδιο αποτέλεσμα όταν χορηγούνται από το στόμα (11). Άλλες έρευνες σε ανθρώπους υποστηρίζουν ότι συμπληρώματα νιασιναμίδης της τάξεως των 150-250mg/δόση βελτιώνουν την κινητικότητα των αρθρώσεων μετατραυματικά όταν χορηγούνται από το στόμα κάθε 3 ώρες (115). Προτιμάται η χορήγηση αυτής της βιταμίνης σε δόσεις μέχρι 250mg η κάθε μία διότι ποσότητα πάνω από 250mg αυτής της βιταμίνης μειώνει την απορρόφησή της. Αρχικά η βελτίωση της κινητικότητας των αρθρώσεων είναι γρήγορη, ενώ στη συνέχεια σταθεροποιείται και γίνεται πιο αργή. Επιπλέον, αν και η νιασιναμίδα δεν διαθέτει αναλγητικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, εντούτοις ανακουφίζει με αργό ρυθμό τον πόνο των τραυματισμένων αρθρώσεων. Όσον αφορά τη βιταμίνη B₆, έρευνες δείχνουν ότι αυτή είναι χρήσιμη μετά τη διακοπή των αναλγητικών φαρμάκων, διότι φαίνεται ότι συμπληρώματά της (100-150mg) όταν αρχίζουν να χορηγούνται σε ανθρώπους 4 εβδομάδες πριν τη διακοπή των αναλγητικών, παίζουν αναλγητικό ρόλο αργότερα (11,83). Το παντοθενικό οξύ, όταν χορηγείται από το στόμα σε ποσότητα 400mg/μέρα για 3 εβδομάδες, οδηγεί σε αύξηση των επιπέδων του σιδήρου και χαλκού στον ουλώδη ιστό (11). Όπως είναι γνωστό, ο σίδηρος και ο χαλκός αποτελούν συμπαραγόντες των ενζύμων υδροξυλάσης, τα οποία βοηθούν στην ωρίμανση του κολλαγόνου.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, μετά τον τραυματισμό αυξάνουν οι ανάγκες του οργανισμού για πρωτεΐνες και υδατάνθρακες. Αυτό προϋποθέτει και παράλληλη αύξηση των βιταμινών του συμπλέγματος B, οι οποίες με τη συμμετοχή τους στα διάφορα συνένζυμα συμβάλλουν στο μεταβολισμό των υδατανθράκων και των πρωτεϊνών. Συνεπώς, μετατραυματικά συνίστανται προσλήψεις των βιταμινών του συμπλέγματος B πολλαπλάσιες των RDAτους (43). Στον Πίνακα-8.12 παρουσιάζονται ορισμένες οδηγίες σχετικά με τις συνιστώμενες ημερήσιες προσλήψεις αυτών των βιταμινών μετά από αθλητικούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς. Είναι αξιοσημείωτο ότι συνήθως λαμβάνονται μίγματα βιταμινών B έτσι ώστε να εξασφαλίζεται επάρκεια σε όλες τις βιταμίνες αυτής της κατηγορίας. Δεν είναι εξάλλου τυχαίο το γεγονός ότι στο εμπόριο υπάρχουν διαθέσιμα πολλά μίγματα και συνδυασμοί βιταμινών B (11).

Όσον αφορά την ασφάλεια αυτών των μεγάλων δόσεων βιταμινών B όταν χορηγούνται από το στόμα, μελέτες που έχουν γίνει απέδειξαν ότι καθημερινές προσλήψεις, ακόμη και της τάξεως ορισμένων γραμμαρίων, των βιταμινών B₁, B₂, B₃ (νιασιναμίδα), B₁₂, φυλλικού, παντοθενικού και βιοτίνης είναι ακίνδυνες και ανεκτές για μεγάλο χρονικό διάστημα. Έτσι λοιπόν, η τοξικότητα των περισσότερων βιταμινών του συμπλέγματος B είναι μηδαμινή (11). Αυτό δείχνει ότι η ασφάλεια των πολυβιταμινούχων B συμπληρωμάτων είναι υψηλή, αν και πρέπει να δίνεται προσοχή στην ποσότητα και τη μορφή των βιταμινών B₆ και B₃ (νιασίνη) (11). Πιο συγκεκριμένα, όταν χορηγούνται συμπληρώματα βιταμίνης B₆ της τάξεως των 500mg/μέρα για περισσότερο από μία εβδομάδα ή της τάξεως των 100-500mg/μέρα για περισσότερο από 1-2 μήνες ή της τάξεως των 100mg/μέρα πάνω από ένα χρόνο, τότε προκαλείται τοξικότητα (11). Συνίσταται λοιπόν, πριν την χορήγηση τόσο μεγάλων δόσεων (>100mg/μέρα) B₆ να πραγματοποιείται έλεγχος της διατροφικής κατάστασης του οργανισμού σε αυτή τη βιταμίνη, και αν αυτή κρίνεται μη ελλιπής δεν πρέπει να προσλαμβάνεται B₆ σε ποσότητες άνω των 50mg/μέρα. Αξίζει να αναφερθεί ότι δόσεις

των 10mg/μέρα ή και λιγότερο αυτής της βιταμίνης δεν είναι αρκετές για να πραγματοποιηθούν οι λειτουργίες της που σχετίζονται με την επούλωση των τραυμάτων. Στην περίπτωση της βιταμίνης B₃, αυτή λαμβάνεται μόνο με τη μορφή της νιασιναμίδης διότι η νιασίνη είναι τοξική σε μεγάλες δόσεις (>20-50mg/μέρα) (11,115). Είναι χαρακτηριστικό ότι δεν έχουν αναφερθεί συμπτώματα τοξικότητας μετά από παρατεταμένη χρήση υψηλών ποσοτήτων (>4gr/μέρα σε διαφρούμενες δόσεις) νιασιναμίδης, με αποτέλεσμα να λαμβάνεται μετατραυματικά αντί της νιασίνης (11).

Συμπερασματικά, μελέτες έχουν δείξει ότι μεγάλες αλλά ασφαλείς δόσεις των βιταμινών του συμπλέγματος Β βοηθούν στην επούλωση των μυοσκελετικών τραυμάτων. Γεγονός όμως είναι ότι οι περισσότερες έρευνες έχουν μελετήσει το μετατραυματικό ρόλο της Β₁ και του παντοθενικού οξέος, γι' αυτό το λόγο απαιτούνται επιπλέον έρευνες με τις υπόλοιπες βιταμίνες του συμπλέγματος Β. Επίσης, αναπάντητα παραμένουν τα ερωτήματα εάν η συγχρόνηση Β βιταμινών μαζί με αμινοξέα ή μέταλλα επιταχύνει το ρυθμό επούλωσης των τραυμάτων και εάν συμπληρώματα των βιταμινών Β αλληλεπιδρούν με τα αναλγητικά και τα NSAIDs ενισχύοντας τη δράση τους. Συνεπώς, είναι αναγκαίο να πραγματοποιηθούν μελέτες σχετικά με τους προηγούμενους προβληματισμούς, ενώ είναι εξίσου απαραίτητο να γίνουν επιπλέον μελέτες και στο χώρο του αθλητισμού σχετικά με την αποτελεσματικότητα συμπληρωμάτων βιταμινών Β μετά από αθλητικούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς (11).

Οδηγίες για τη χρήση των βιταμινών του συμπλέγματος Β μετά από αθλητικό μυοσκελετικό τραυματισμό

| Β βιταμίνη Καθημερινή δόση σε mg | Γενικό τραύμα, κάταγμα, εγχείρηση | Φλεγμονή συνδετικού ιστού (τενοντίτιδα, θυλακίτιδα) | Χρόνιος μυοσκελετικός πόνος |
|--|---|--|-----------------------------------|
| Υδροχλωρική θειαμίνη | 100-2000 | 1000 | 1000-4000 |
| Ριβοφλαβίνη | 50 | 50 | 50 |
| Νιασιναμίδη | 20-100 | 20-100 | 20-100 |
| Υδροχλωρική πυριδοξίνη | 50 | 100 | 100-150 |
| Κυανοκοβαλαμίνη | 0,1 | 0,1 | 0,1-1,0 |
| Φυλλικό οξύ | 0,4-0,8 | 2-5 | 0,4 |
| Παντοθενικό οξύ | 1000 | 1000 | 1000 |
| Βιοτίνη | 0,1-1,0 | 0,1-1,0 | 0,1-1,0 |

Πίνακας 8.12. Οδηγίες για τη χρήση των βιταμινών του συμπλέγματος Β μετά από αθλητικούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς. (Bucci R. Luke, *Nutrition Applied to Injury Rehabilitation and Sports Medicine*, CRC Press, Florida.1995).

Η Σημασία των Μετάλλων

Κυρίως το ασβέστιο και το μαγνήσιο φαίνεται να επηρεάζουν την πορεία επούλωσης των μυοσκελετικών τραυμάτων.

Ασβέστιο-Φωσφόρος

Ο οστίτης ιστός αποτελεί μια τεράστια αποθήκη αλάτων. Είναι ενδεικτικό να αναφερθεί ότι περιέχει το 85% του φωσφόρου και το 99% του ασβεστίου του σώματος. Σε αντίθεση με τα δόντια όπου το ασβέστιο χαρακτηρίζεται από μια στατική κατάσταση, ο οστίτης ιστός διατηρείται σε μια δυναμική κατάσταση συνεχούς

ελευθέρωσης-εναπόθεσης (turn over) ασβεστίου, η οποία ανέρχεται σε 300-1000mg ασβεστίου την ημέρα, από τα οποία τα 100mg αποβάλλονται με τα ούρα, 130mg με τα απόβλητα και περίπου 350mg με τον ιδρώτα. Βλέπουμε λοιπόν ότι, κάτω από κανονικές συνθήκες, ο οργανισμός χάνει περίπου 600mg ασβεστίου όταν οι ημερήσιες ανάγκες έχουν καθοριστεί στα 1000mg/μέρα, περίπου (43,116). Εντούτοις, διάφορες αιτίες όπως, η μεγάλη κατανάλωση πρωτεϊνών, φυτικών ινών, φυτικών και οξαλικών αλάτων και φωσφόρου, έχουν σαν αποτέλεσμα τη μειωμένη απορρόφηση και την αυξημένη απώλεια ασβεστίου στα ούρα (11,43). Επίσης, η μειωμένη πρόσληψη βιταμίνης D και λακτόζης περιορίζουν την απορρόφηση ασβεστίου (11). Επιπλέον, η συμμετοχή σε αθλητική δραστηριότητα δύναται να προκαλέσει απώλειες ασβεστίου της τάξεως των 1-1,5 γραμμαρίου την ημέρα. Μετρήσεις που έγιναν σε μέλη Ελληνικών Εθνικών Ομάδων, έδειξαν μια κατάσταση “οριακής οστεοπόρωσης” η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της ανθεκτικότητας των οστών και την προδιάθεση σε εύκολους μικροτραυματισμούς. Η απορρόφηση του ασβεστίου ανέρχεται στο 75% σε νεαρή ηλικία, ενώ μετά την ενηλικίωση, με κατανάλωση 400-1000mg/μέρα επιτυγχάνεται απορρόφηση της τάξεως του 30-60%. Γενικά, η απορρόφηση ασβεστίου είναι πιο αποτελεσματική στους άνδρες από ότι στις γυναίκες. Η όλη ποσότητα του ασβεστίου στο σώμα ανέρχεται σε 1,0-1,2 κιλά, ενώ του φωσφόρου ανέρχεται σε 0,9-1,0 κιλά (11). Οι ημερήσιες ανάγκες του φωσφόρου είναι λίγο λιγότερες από αυτές του ασβεστίου ή 700 mg/μέρα, περίπου (116).

Είναι χαρακτηριστικό ότι μετά από μυοσκελετικούς αθλητικούς τραυματισμούς, αυξάνουν οι απαιτήσεις των αθλητών σε αυτά τα μέταλλα (βλέπε Πίνακα-8.13). Όσον αφορά το ασβέστιο, μετατραυματικά πρέπει να διατηρείται ένα θετικό ισοζύγιο ασβεστίου, ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή και επαρκής εναπόθεση ασβεστίου στον οστίτη ιστό, η επαρκής μεταφορά απαραίτητων θρεπτικών συστατικών στην περιοχή της φλεγμονής, η ομαλή οστική σύνθεση στην περίπτωση καταγμάτων, η φυσιολογική μυϊκή ανάπτυξη και σύσπαση στην περίπτωση μυϊκών τραυματισμών, η ομαλή πήξη του αίματος (επαρκής σύνθεση των παραγόντων VIII, IX, και X της πήξης του αίματος και επαρκής συσσώρευση αιμοπεταλίων), η φυσιολογική ενεργοποίηση των ουδετερόφιλων λευκών αιμοσφαιρίων, ο επαρκής πολλαπλασιασμός των επιδερμικών κυττάρων και η φυσιολογική λειτουργία ενζύμων και κυτταρικών μεμβρανών (11,30,43,117,118). Γι'αυτούς τους λόγους συστήνεται στους τραυματίες αθλητές να λαμβάνουν περίπου 1,5-2 γραμ./μέρα ασβέστιο, για δέκα ημέρες μετατραυματικά, καταναλώνοντας το λιγότερο 3 γαλακτοκομικά προϊόντα ημερησίως μαζί με συμπληρώματα ασβεστίου (43,50,163). Τα πιο ευρέως διαδεδομένα συμπληρώματα ασβεστίου είναι το ανθρακικό ασβέστιο, το κιτρικό ασβέστιο, το γαλακτικό ασβέστιο και το γλυκονικό ασβέστιο. Αυτά είναι προτιμότερο να λαμβάνονται μαζί με χυμούς πορτοκαλάδας, διότι έτσι αυξάνεται η απορρόφησή τους, σε ποσότητα 500mg/μέρα (11). Πρέπει ωστόσο να γίνει κατανοητό ότι μετατραυματικά, ακόμη και μετά από κατάγματα, το αποθηκευμένο ασβέστιο των οστών είναι αυτό που κυρίως κινητοποιείται και κατευθύνεται προς την περιοχή του τραύματος με τη βοήθεια της καλμοδουλίνης-δεσμεύουσας πρωτεΐνης ασβεστίου, με αποτέλεσμα το συμπληρωματικό ασβέστιο να μην χρησιμοποιείται άμεσα αλλά να αποθηκεύεται ως επί το πλείστον στα οστά για μελλοντική χρήση (119). Ακόμη, έρευνες έχουν δείξει ότι το περιεχόμενο ασβέστιο στους πόρους των οστών αποτελεί δείκτη της μηχανικής δύναμης των επουλώμενων καταγμάτων (120). Επιπλέον, από μελέτες σε επιμύες φαίνεται ότι μετά από κατάγματα ένα μέρος του ασβεστίου δεσμεύεται σε ένα ή περισσότερα μακρομόρια που έχουν συσχετιστεί με τη διαδικασία μεταλλοποίησης, όπως η οστεοκαλσίνη, οι πρωτεογλυκάνες, οι φωσφοπρωτεΐνες και τα φωσφολιποειδή. Επίσης, οι ίδιες μελέτες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η αναλογία Ca/P αυξάνει στην περιοχή του κατάγματος κυρίως στα πρώτα στάδια της επούλωσής του, διότι τότε

συμβαίνει η μεγαλύτερη κινητοποίηση ασβεστίου από τις αποθήκες του προς την τραυματισμένη περιοχή (119). Όσον αφορά το φωσφόρο, η πρόσληψή του μετά από αθλητικούς τραυματισμούς δεν θα πρέπει να ξεπερνά αυτή του ασβεστίου, διότι τότε θα παρατηρηθεί αρνητικό ισοζύγιο ασβεστίου και συνεπώς μη ομαλή αποκατάσταση των τραυμάτων (11).

| | Ασβέστιο | Φωσφόρος |
|--|--------------------|--------------------|
| 70 κιλά άτομο | 1,0-1,2 κιλά | 0,9-1,0 κιλά |
| Ημερήσιες ανάγκες | 1000mg/μέρα | 700mg/μέρα |
| Απορρόφηση | | |
| Νεαρή ηλικία | 75% | 80% |
| Ενήλικοι | 30-60% | 60% |
| Αθλητές | 1,5-2,5 γραμ./μέρα | 1,5-2,0 γραμ./μέρα |
| Διάρκεια αποκατάστασης αθλητικών μυοσκελετικών τραυμάτων | 2,0 γραμ./μέρα | 2,0 γραμ./μέρα |

Πίνακας 8.13. Ασβέστιο και φωσφόρος: Ημερήσιες ανάγκες και ρυθμοί αφομοίωσης από τον οργανισμό. (Παύλου Ν.Κωνσταντίνος, *Διατροφή-Φυσιολογία και Άσκηση*, copyright, Αθήνα 1992).

Μαγνήσιο

Το μαγνήσιο βρίσκεται κυρίως στα οστά και τους μύες του ανθρώπινου σώματος, γι' αυτό το λόγο πάρα πολλές λειτουργίες του σχετίζονται με την επούλωση των μυοσκελετικών τραυμάτων (βλέπε Πίνακα-8.14). Πρώτα από όλα, το μαγνήσιο αποτελεί συμπαράγοντα περίπου 300 ενζυμικών αντιδράσεων, πολλές από τις οποίες πραγματοποιούνται μετατραυματικά. Ακόμη, ρυθμίζει τη δραστηριότητα της αλκαλικής φωσφατάσης και τον κυτταρικό μεταβολισμό ενέργειας. Επιπλέον, παίζει σπουδαίο ρόλο στην πρωτεϊνοσύνθεση και το μεταβολισμό των αμινοξέων, ενεργοποιεί την απελευθέρωση της PTH και αποτελεί δεύτερο αγγελιοφόρο ορμονικών απαντήσεων. Επίσης, αποτελεί συστατικό κλειδί για το σχηματισμό DNA και RNA, ενώ συμμετέχει και στο μεταβολισμό του ασβεστίου και της καλσιφερόλης. Ρυθμίζει με λίγα λόγια το σχηματισμό των οστών και καταλύει τη δράση ενζύμων που περιλαμβάνονται στην παραγωγή ενέργειας (11,17,30). Φαίνεται ακόμη ότι το μαγνήσιο ασκεί σημαντικό ρόλο στην μετανάστευση και πολλαπλασιασμό των ενδοθηλιακών κυττάρων καθώς και στη διαδικασία της αγγειογένεσης (72,121). Τέλος, πολλοί είναι αυτοί που πιστεύουν ότι έχει και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, μειώνοντας το πρήξιμο μετατραυματικά (117).

| Λειτουργίες του μαγνησίου σχετιζόμενες με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων |
|--|
| <input type="checkbox"/> Είναι απαραίτητο για την διεξαγωγή πάνω από 300 ενζυμικών αντιδράσεων. |
| <input type="checkbox"/> Ενεργοποιεί την αλκαλική φωσφατάση. |
| <input type="checkbox"/> Ρυθμίζει το μεταβολισμό κυτταρικής ενέργειας. |
| <input type="checkbox"/> Συμπλέκεται με υψηλής ενέργειας φωσφορικά συστατικά, με φωσφολιποειδή μεμβρανών και με νουκλεϊκά οξέα. |
| <input type="checkbox"/> Παίζει ρόλο στη πρωτεϊνοσύνθεση και στο μεταβολισμό των αμινοξέων. |
| <input type="checkbox"/> Αλληλεπιδρά με το μεταβολισμό ασβεστίου και καλσιφερόλης. |
| <input type="checkbox"/> Ενεργοποιεί υποδοχείς ορμονών. |
| <input type="checkbox"/> Αποτελεί δευτερεύοντα αγγελιοφόρο για ορμονικές απαντήσεις. |
| <input type="checkbox"/> Ενεργοποιεί την απελευθέρωση της PTH, η οποία ενεργεί στα νεφρά και τα οστά ώστε να αυξηθούν τα επίπεδα ασβεστίου στο αίμα. |

Πίνακας 8.14. Λειτουργίες του μαγνησίου σχετιζόμενες με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων.

Σε περίπτωση που υπάρχει ανεπάρκεια μαγνησίου στον οργανισμό, εμφανίζονται διάφορα συμπτώματα σχετιζόμενα με τους συνδετικούς ιστούς (βλέπε Πίνακα-8.15). Τα κυριότερα από αυτά είναι η καταστολή του ανοσοποιητικού συστήματος, η μειωμένη δράση της αλκαλικής φωσφατάσης, η σκελετική αδράνεια, η οστική απώλεια, η μειωμένη νευρομυϊκή λειτουργία, η αύξηση των μολύνσεων μετατραυματικά, η ανορεξία και η φτωχή επούλωση των τραυμάτων (11,117,121). Γι'αυτό το λόγο, οι τραυματίες θα πρέπει να καταναλώνουν τρόφιμα πλούσια σε μαγνήσιο, όπως λαχανικά, όσπρια, φασόλια σόγιας, ξηρούς καρπούς και δημητριακά ολικής αλέσεως προκειμένου να μην εμφανίσουν ελλιπή διατροφική κατάσταση σε μαγνήσιο που ασφαλώς θα επηρεάσει αρνητικά την πορεία επούλωσης των τραυμάτων τους. Το ίδιο ισχύει φυσικά και για τραυματίες αθλητές. Αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι μετά από τραυματισμούς συστήνεται η κατανάλωση 400-1000mg μαγνησίου/μέρα, σε διαιρούμενες δόσεις. Προσλήψεις μεγαλύτερες των 1000mg δεν είναι ασφαλείς, ενώ και αυτές κάτω των 400mg φαίνεται να δρουν ανασταλτικά στην αποκατάσταση μυοσκελετικών τραυματισμών (11). Ασφαλώς όμως, θα πρέπει να πραγματοποιηθούν επιπλέον μελέτες πάνω σε αυτό το θέμα τόσο σε αθλητικούς όσο και σε μη αθλητικούς πληθυσμούς.

| Συμπτώματα έλλειψης μαγνησίου σχετιζόμενα με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων |
|--|
| <input type="checkbox"/> Ελλιπής σχηματισμός DNA και RNA. |
| <input type="checkbox"/> Υπασβεσταιμία. |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένα επίπεδα μαγνησίου στον ορό και τα κύτταρα. |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένα επίπεδα αλκαλικής φωσφατάσης στο πλάσμα. |
| <input type="checkbox"/> Απορρόφηση και απώλεια οστών. |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος. |
| <input type="checkbox"/> Αντίσταση στη βιταμίνη D. |
| <input type="checkbox"/> Σκελετική αδράνεια. |
| <input type="checkbox"/> Ανορεξία. |

Πίνακας 8.15. Συμπτώματα έλλειψης μαγνησίου σχετιζόμενα με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων.

Η Σημασία των Ιχνοστοιχείων

Ο ψευδάργυρος, ο χαλκός, ο σίδηρος, το μαγγάνιο και το σελήνιο είναι εκείνα τα ιχνοστοιχεία που παίζουν καθοριστικό ρόλο στην πορεία επούλωσης των μυοσκελετικών τραυμάτων.

Ψευδάργυρος

Ο ψευδάργυρος είναι εκείνο το ιχνοστοιχείο το οποίο σχετίζεται περισσότερο με την επούλωση των μυοσκελετικών τραυμάτων. Το ανθρώπινο σώμα περιέχει 2-3 γραμμάρια ψευδαργύρου, εκ των οποίων η πλειοψηφία βρίσκεται στους μύες, τα οστά και το δέρμα. Με άλλα λόγια, οι μύες και τα οστά περιέχουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις ψευδαργύρου, 50μg/g και 200μg/g αντίστοιχα, συγκριτικά με τους άλλους ιστούς (30μg/g). Συνεπώς, η μεγαλύτερη ποσότητα του σωματικού ψευδαργύρου βρίσκεται στους μυοσκελετικούς ιστούς (70-80% ολικού) (11).

Ο ψευδάργυρος παίζει σπουδαίο και καθοριστικό ρόλο στην επούλωση των τραυμάτων του σκελετικού ιστού. Οι λειτουργίες του που σχετίζονται με την επούλωση είναι πολλές (βλέπε Πίνακα-8.16). Καταρχάς, ενεργοποιεί ένα μεγάλο αριθμό μεταλλοενζύμων που είναι απαραίτητα για την επούλωση (11,34,51,78,122,123).

Επιπλέον, σταθεροποιεί τη δομική διαμόρφωση των πολυσωμάτων, ρυθμίζει τις κυτταροσκελετικές δομές, διεγείρει ορμόνες που βοηθούν στην επούλωση, αυξάνει το περιεχόμενο ασβέστιο και κολλαγόνο στα οστά *in vitro*, ενισχύει σημαντικά τη δραστηριότητα της ATP-άσης στα οστά κ.α. (11,78,124). Εφόσον αυτό το ιχνοστοιχείο είναι συστατικό των ενζύμων που περιλαμβάνονται στις βασικές κυτταρικές διαδικασίες, όπως η σύνθεση του DNA, η σύνθεση του RNA, η πρωτεϊνοσύνθεση και άλλες ρυθμιστικές λειτουργίες, γίνεται αντιληπτό ότι είναι απαραίτητο για τη γενική κυτταρική λειτουργία, ακόμη περισσότερο μάλιστα όταν απαιτείται κυτταρική ανάπτυξη (11,17,58,78,122,137,138). Η επούλωση των τραυμάτων περιλαμβάνει κυτταρική ανάπτυξη (ινοβλάστες, ενδοθηλιακά κύτταρα, οστεοβλάστες κ.α.), καθιστώντας έτσι τον ψευδάργυρο έναν από τους κύριους ρυθμιστές της. Μελέτες σε επιμύες έχουν δείξει ότι η μέγιστη επίδραση αυτού του ιχνοστοιχείου στην επούλωση συμβαίνει 12-15 ημέρες μετατραυματικά, κατά τη διάρκεια της επιθηλίωσης και του σχηματισμού του κοκκώδη ιστού. Αυτό το εύρημα αποδεικνύει ότι ο ψευδάργυρος συμμετέχει σε εκείνο το σημείο της επούλωσης στο οποίο παρατηρείται η μέγιστη σύνθεση της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας (κολλαγόνο, πρωτεογλυκάνες), και αυτό είναι απολύτως λογικό αν σκεφτεί κανείς τις γνωστές λειτουργίες του ψευδαργύρου στη σύνθεση DNA, RNA και πρωτεϊνών (125). Όσον αφορά τη σύνθεση των πρωτεϊνών, φαίνεται ότι ο ψευδάργυρος ενεργοποιεί άμεσα την αμινοακυλ-tRNA συνθετάση, ένα ένζυμο το οποίο συνθέτει το αμινοακυλ-tRNA που ξεκινά την πρωτεϊνοσύνθεση (126,127).

Επιπλέον, τα ιόντα ψευδαργύρου έχουν δομικό ρόλο στους υποδοχείς των στεροειδών ορμονών, συμπεριλαμβανομένου τον υποδοχέα της βιταμίνης D (VDR). Στον VDR, τα ιόντα ψευδαργύρου σταθεροποιούν λειτουργικές περιοχές, γνωστές ως δάκτυλοι ψευδαργύρου (zinc fingers). Η ακεραιότητα των δύο δακτύλων ψευδαργύρου στο VDR θεωρείται απαραίτητη για τη βιολογική δραστηριότητα του υποδοχέα. Συνεπώς, ο ψευδάργυρος ρυθμίζει τη δραστηριότητα της βιταμίνης D, η οποία παίρνει μέρος στο μεταβολισμό των οστών (128). Επιπρόσθετα, ο ψευδάργυρος ρυθμίζει *in vitro* την έκφραση εκείνων των ιντεγκρίνων (integrins) που επηρεάζουν την κυτταρική κινητικότητα κατά τη διάρκεια της φάσης πολλαπλασιασμού της επούλωσης των τραυμάτων (130). Αυτές οι ιντεγκρίνες είναι η α_3 , η α_6 και η α_v , οι οποίες εκφράζονται στη βασική στοιβάδα των κερατινοκυττάρων από τον ψευδάργυρο και ασκούν σημαντικότατο ρόλο στα πλαίσια της επούλωσης των τραυμάτων. Ακόμη, ο ψευδάργυρος έχει διεγερτική επίδραση στον πολλαπλασιασμό και τη διαφοροποίηση των οστεοβλαστών *in vitro*, ενώ αναστέλλει τον σχηματισμό των οστεοκλαστών *in vitro*. Επίσης, φαίνεται ότι αναστέλλει *in vitro* και την απορροφητική δράση των ώριμων οστεοκλαστών των οστών εμποδίζοντας τη λειτουργία της μεμβρανικής αντλίας πρωτονίων στους οστεοκλάστες (130,131). Μία ακόμη λειτουργία του ψευδαργύρου είναι ότι ενισχύει *in vitro* την αναβολική επίδραση του IGF-1 στους οστεοβλάστες τύπου MC3T3-E1, καθώς ενεργοποιεί την πρωτεϊνική κίνηση και την πρωτεϊνική φωσφατάση σε αυτά τα οστεοβλαστικά κύτταρα. Από αυτή τη λειτουργία του, μπορούμε να υποθέσουμε ότι ο ψευδάργυρος επάγει την επούλωση των τραυμάτων αυξάνοντας τα επίπεδα των ενδογενών αυξητικών παραγόντων (130,131).

| Ρόλοι του ψευδαργύρου στην επούλωση τραυμάτων του συνδετικού ιστού | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> | Ενεργοποιεί μεταλλοένζυμα απαραίτητα για τη διαδικασία επούλωσης τραυμάτων.. |
| <input type="checkbox"/> | DNA πολυμεράσες (κυτταρική ανάπτυξη) |
| <input type="checkbox"/> | RNA πολυμεράσες (κυτταρική ανάπτυξη, πρωτεϊνοσύνθεση) |
| <input type="checkbox"/> | Τρανσφεράσες νουκλεοτιδίων (κυτταρική ανάπτυξη, πρωτεϊνοσύνθεση) |
| <input type="checkbox"/> | Αλκαλική φωσφατάση (μεταλλοποίηση οστού) |
| <input type="checkbox"/> | Κινάση θυμιδίνης (κυτταρική ανάπτυξη) |
| <input type="checkbox"/> | Καρβονική ανυδράση (έλεγχος PH) |
| <input type="checkbox"/> | Δισμουτάση υπεροξειδίου Zn-Cu (αντιοξειδωτική προστασία) |
| <input type="checkbox"/> | Γαλακτική αφυδρογονάση (LDH) (κυτταρική ενέργεια, απομάκρυνση γαλακτικού) |
| <input type="checkbox"/> | Μεταλλοπρωτεϊνάσες (ενδοπεπτιδάσες) θεμέλιας ουσίας (βλέπε σελ.90) |
| <input type="checkbox"/> | Μεταλλοθειονίνες (MT-I, MT-II, MT-III και MT-IV) |
| <input type="checkbox"/> | Σταθεροποιεί τη δομική διαμόρφωση πολυσωμάτων. |
| <input type="checkbox"/> | Πρωτεϊνοσύνθεση |
| <input type="checkbox"/> | Κυτταρική ανάπτυξη |
| <input type="checkbox"/> | Σύνθεση κολλαγόνου |
| <input type="checkbox"/> | Σταθεροποιεί τις κυτταρικές μεμβράνες και τον κυτταροσκελετό. |
| <input type="checkbox"/> | Διεγείρει τον πολλαπλασιασμό και τη διαφοροποίηση των οστεοβλαστών <i>in vitro</i> . |
| <input type="checkbox"/> | Αναστέλλει την απορροφητική δράση των ώριμων οστεοκλαστών οστού <i>in vitro</i> . |
| <input type="checkbox"/> | Αναστέλλει το σχηματισμό οστεοκλαστών <i>in vitro</i> . |
| <input type="checkbox"/> | Διεγείρει τον πολλαπλασιασμό των επιδερμικών κυττάρων (κερατινοκύτταρα, ινοβλάστες). |
| <input type="checkbox"/> | Αυξάνει το περιεχόμενο ασβέστιο και κολλαγόνο στα οστά. |
| <input type="checkbox"/> | Μειώνει τη φλεγμονώδη απάντηση μετατραυματικά. |
| <input type="checkbox"/> | Ενεργοποιεί το θύμο αδέννα να παράγει λεμφοκύτταρα απαραίτητα για την επούλωση. |

Πίνακας 8.16. Ρόλοι του ψευδαργύρου στην επούλωση τραυμάτων του συνδετικού ιστού.

Μετατραυματικά, παρατηρείται εξάντληση των μικρών αποθεμάτων ψευδαργύρου στον οργανισμό, ενώ παράλληλα μειώνεται και η συγκέντρωση αυτού του ιχνοστοιχείου στον ορό και τα ερυθροκύτταρα. Αυτά συμβαίνουν διότι ο ψευδάργυρος κατευθύνεται προς την περιοχή του τραύματος με σκοπό να συμβάλλει στην επούλωσή του (123,125,132). Επίσης, λόγω της γρήγορης κυτταρικής αποδόμησης και ανακύκλωσης, εμφανίζεται αυξημένη κάθαρση ψευδαργύρου, με αποτέλεσμα αυτός να απεκκρίνεται από τον οργανισμό μέσω των νεφρών σε μεγαλύτερες ποσότητες. Μάλιστα, η αυξημένη απέκκριση ψευδαργύρου στα ούρα συνοδεύεται από αυξημένη απέκκριση αζώτου στα ούρα, γεγονός που αποδεικνύει ότι τα επίπεδα ψευδαργύρου στα ούρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δείκτης μυϊκού καταβολισμού μετατραυματικά (133,134). Η συσσωρευμένη λοιπόν απέκκριση ψευδαργύρου μετατραυματικά οδηγεί σε έλλειψή του και θέτει σε κίνδυνο την επούλωση των τραυμάτων. Συνεπώς, πολλές φορές χρειάζεται να χορηγούνται συμπληρώματα αυτού του ιχνοστοιχείου μετά το τραύμα προκειμένου να αποκατασταθούν τα χαμηλά επίπεδά του στον οργανισμό και να ομαλοποιηθεί η επούλωση. Ακόμη πιο έντονη είναι η ανάγκη πρόσληψης των παραπάνω συμπληρωμάτων σε περίπτωση που ο τραυματίας λαμβάνει κορτικοστεροειδή ή/και αντιβιοτικά, καθώς αυτά τα φάρμακα ελαττώνουν τα επίπεδα ψευδαργύρου στον ορό (43,78).

Επιπρόσθετα, σε περίπτωση μειωμένης διαιτητικής πρόσληψης ψευδαργύρου πριν ή/και μετά τον τραυματισμό, ακόμη και όταν αυτή είναι οριακή, εμφανίζονται διάφορα συμπτώματα έλλειψής του που ασφαλώς επηρεάζουν την επούλωση των

τραυματισμών (βλέπε Πίνακα-8.17). Τα κυριότερα από αυτά είναι η μειωμένη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, η ελαττωμένη σύνθεση, ωρίμανση και εναπόθεση του κολλαγόνου, η καθυστερημένη επιθηλίωση που συμβαίνει στη δεύτερη φάση της επούλωσης, η ευπάθεια σε μολύνσεις, η απώλεια της οστικής πυκνότητας, η μειωμένη εκτατική δύναμη του τραύματος, η υπογευσία και η ανορεξία (11,34,51,78,132,136). Μάλιστα, λόγω της αλλαγής στη γεύση και στην όρεξη, παρατηρούνται ελλείψεις και άλλων θρεπτικών συστατικών, με αποτέλεσμα να καθυστερεί σε μεγάλο βαθμό η αποκατάσταση των τραυμάτων (11,135). Επιπλέον, η έλλειψη ψευδαργύρου οδηγεί σε μειωμένη αποτελεσματικότητα της αυξητικής ορμόνης στα επιμύες, με αποτέλεσμα να μειώνεται η έκκριση του ινσουλινοειδούς αυξητικού παράγοντα (IGF-1) ή σωματομεδίνης από το ήπαρ και να παρατηρείται ελαττωμένη ανάπτυξη των οστών και των χόνδρων (136).

| Συμπτώματα έλλειψης ψευδαργύρου σχετιζόμενα με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων |
|---|
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη σύνθεση, ωρίμανση και ενδυνάμωση κολλαγόνου |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένος πολλαπλασιασμός λεμφοκυττάρων |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη χημειοταξία λευκών αιμοσφαιρίων |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη συσσώρευση αιμοπεταλίων |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη εκτατική δύναμη του τραύματος |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη λειτουργία ινοβλαστών |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη αλκαλική φωσφατάση ορού |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένος σχηματισμός και ασβεστοποίηση οστών <i>in vitro</i> |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένες λειτουργίες των T-λεμφοκυττάρων |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη έκκριση του IGF-1 από το ήπαρ (σε επιμύες) |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη παραγωγή του αυξητικού παράγοντα μετασχηματισμού-β (TGF-β) στους οστεοβλάστες |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη πρωτεϊνοσύνθεση στα οστικά κύτταρα |
| <input type="checkbox"/> Αυξημένος κίνδυνος για μολύνσεις |
| <input type="checkbox"/> Καθυστερημένη επιθηλίωση |
| <input type="checkbox"/> Μεταβολή του αισθήματος γεύσης |
| <input type="checkbox"/> Ανορεξία |

Πίνακας 8.17. Συμπτώματα έλλειψης ψευδαργύρου σχετιζόμενα με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων.

Μελέτες σε ανθρώπους έχουν δείξει ότι όταν χορηγούνται συμπληρώματα ψευδαργύρου σε τραυματίες που χαρακτηρίζονται από έλλειψη ψευδαργύρου και καθυστερημένη επούλωση τραυμάτων, τότε παρατηρείται επιτάχυνση της επούλωσης. Αντίθετα, σε περίπτωση που χορηγηθούν συμπληρώματα ψευδαργύρου σε τραυματίες που έχουν φυσιολογικές τιμές ψευδαργύρου στον ορό τους, η ταχύτητα της επούλωσης δε μεταβάλλεται σημαντικά. Συνεπώς, τραυματίες με ελλιπή διατροφική κατάσταση σε ψευδάργυρο φαίνεται να ευνοούνται από τα συμπληρώματα αυτού του ιχνοστοιχείου, ενώ τραυματίες με ικανοποιητική διατροφική κατάσταση σε ψευδάργυρο δεν εμφανίζουν σημαντικά γρηγορότερη επούλωση των τραυμάτων τους μετά από συμπληρωματική χορήγηση ψευδαργύρου (11,83). Επίσης, στους αθλητές συνίσταται η προφυλαχτική χορήγηση συμπληρωμάτων ψευδαργύρου, έτσι ώστε σε περίπτωση τραυματισμού αυτοί να είναι πλήρως εφοδιασμένοι με ψευδάργυρο και να εμφανίσουν έτσι μικρότερη οστική απώλεια λόγω της ακινητοποίησής τους. Το συμπλήρωμα ψευδαργύρου θα πρέπει να λαμβάνεται σε μορφή οργανικών αλάτων αντί στη θειϊκή μορφή του, διότι αυτά προκαλούν μικρότερη τοξικότητα και αλληλεπιδρούν σε μικρότερο βαθμό με άλλα θρεπτικά συστατικά (π.χ. χαλκός) σε σχέση με το θειϊκό ψευδάργυρο (11). Ακόμη, το παραπάνω συμπλήρωμα είναι προτιμότερο να λαμβάνεται

μαζί με γάλα ή μετά το γεύμα διότι εάν καταναλωθεί με άδειο στομάχι τότε προκαλεί γαστρεντερικές διαταραχές (11). Είναι χαρακτηριστικό επίσης ότι η υπερβολική πρόσληψη ψευδαργύρου (>150mg/μέρα) προκαλεί συμπτώματα τοξικότητας, όπως είναι η αναιμία, η μειωμένη απάντηση του ανοσοποιητικού συστήματος και οι γαστρεντερικές διαταραχές. Συνεπώς, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται τα συμπληρώματα αυτού του ιχνοστοιχείου με μέτρο, διότι η υπέρμετρη κατανάλωσή τους δε βοηθά στην επούλωση των τραυμάτων (11). Ακόμη, εάν χορηγηθούν μεγάλες ποσότητες ψευδαργύρου στα πρώτα στάδια της επούλωσης, υπάρχει κίνδυνος να διαταραχθεί η συγκέντρωση ασβεστίου στον οργανισμό και να καθυστερήσει η επούλωση. Γι' αυτό το λόγο, οι μεγαλύτερες δόσεις αυτού του ιχνοστοιχείου πρέπει να χορηγούνται 12-15 ημέρες μετατραυματικά, όπως προαναφέρθηκε, και όχι στα αρχικά στάδια της αποκατάστασης των τραυμάτων (11).

Στον Πίνακα-8.18, αναφέρονται συνοπτικά ορισμένες οδηγίες σχετικά με τη συμπληρωματική χορήγηση ψευδαργύρου μετατραυματικά. Μερικοί προτείνουν καθημερινή πρόσληψη 25-50mg ψευδαργύρου ενώ άλλοι προτείνουν καθημερινή πρόσληψη 30mg ψευδαργύρου για 4-6 εβδομάδες μετατραυματικά (11,83). Ακόμη, αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι η χορήγηση 50mg ψευδαργύρου καθημερινά, σε τρεις δόσεις, ελαττώνει τον χρόνο επούλωσης των τραυμάτων κατά 43% (57). Τέλος, υποστηρίζεται και η άποψη ότι όταν οι τραυματίες αθλητές προσλαμβάνουν ένα διαιτολόγιο επαρκές σε φρούτα, λαχανικά και πρωτεΐνες ζωικής προέλευσης, και παράλληλα λαμβάνουν ένα συμπλήρωμα βιταμινών -μετάλλων, τότε είναι δύσκολο να παρουσιάσουν έλλειψη σε ψευδάργυρο, με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται φυσιολογική επούλωση χωρίς να χρειαστεί αυτοί να καταναλώσουν κάποιο συγκεκριμένο συμπλήρωμα ψευδαργύρου (78). Διαπιστώνουμε λοιπόν, ότι μετατραυματικά αυξάνουν οι απαιτήσεις του οργανισμού σε ψευδάργυρο (περίπου 2-3 φορές το RDA), παρ' όλα αυτά όμως δεν υπάρχουν συγκεκριμένες συστάσεις για την πρόσληψη του μετά τα τραύματα. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι οι διάφορες εταιρείες συμπληρωμάτων υποστηρίζουν πως όλοι οι αθλητές πρέπει να λαμβάνουν συμπληρώματα ψευδαργύρου μετά τον τραυματισμό τους, ανεξάρτητα από τη συγκέντρωσή του στον ορό των αθλητών. Είναι φανερό ότι οι εταιρείες ακολουθούν αυτή τη τακτική έχοντας ως μοναδικό σκοπό το κέρδος, γι' αυτό οι αθλητές θα πρέπει να είναι πολύ προσεχτικοί όσον αφορά την κατανάλωση αυτών των συμπληρωμάτων (11).

Βέβαια, είναι χαρακτηριστικό ότι μέχρι σήμερα οι περισσότερες έρευνες σχετικά με το ρόλο του ψευδαργύρου μετατραυματικά έχουν πραγματοποιηθεί σε επιμύες, ενώ λιγότερες είναι οι μελέτες που έχουν γίνει σε ανθρώπους. Όσον αφορά τον αθλητικό πληθυσμό, σε αυτόν δεν έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες, ενώ υπάρχουν περιορισμένες οδηγίες σχετικά με τη χρήση ψευδαργύρου μετά από αθλητικούς τραυματισμούς. Είναι επομένως απαραίτητο να μελετηθεί στο μέλλον εκτενέστερα ο ρόλος του ψευδαργύρου μετά από αθλητικά μυοσκελετικά τραύματα.

| Οδηγίες για τη συμπληρωματική χορήγηση ψευδαργύρου μετατραυματικά |
|--|
| Καθημερινή δόση: 25-50mg σε μία ή δύο δόσεις |
| Μορφές συμπληρωμάτων: κιτρικός ψευδάργυρος, πικολινικός ψευδάργυρος, ασπαρτικός ψευδάργυρος, κυστεϊνικός ψευδάργυρος, μονομεθειονικός ψευδάργυρος, ιστιδινικός ψευδάργυρος κ.α. |
| Συνίσταται για: κατάγματα οστών, τραυματισμούς που προκαλούν ακινησία, ρήξεις, απόξεση, καθυστερημένη επούλωση πληγών, καθυστερημένη επούλωση σκελετικών τραυμάτων κ.α. |

Πίνακας 8.18. Οδηγίες για τη συμπληρωματική χορήγηση ψευδαργύρου μετατραυματικά. (Bucci R, Luke, *Nutrition Applied to Injury Rehabilitation and Sports Medicine*, CRC Press, Florida 1995).

Χαλκός

Ο χαλκός είναι ένα ιχνοστοιχείο που βρίσκεται κυρίως στους μυοσκελετικούς ιστούς του ανθρώπινου σώματος, με αποτέλεσμα να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επούλωση των τραυμάτων του συνδετικού ιστού. Οι λειτουργίες του που σχετίζονται με το μυοσκελετικό ιστό παρουσιάζονται στον Πίνακα-8.19. Ο χαλκός δρα κυρίως ως συστατικό μεταλλοενζύμων τα οποία έχουν ιδιαίτερη σημασία για την υγεία των συνδετικών ιστών (11,17,43,57,139). Τέτοια μεταλλοένζυμα είναι η λυσυλ-οξειδάση, η οποία καταλύει την διαπλοκή του κολλαγόνου που απαιτείται για το σωστό σχηματισμό του κολλαγόνου, την ορθή διαμόρφωση των οστεοειδών και την ακεραιότητα όλων των συνδετικών ιστών, και η δισμουτάση του υπεροξειδίου Cu-Zn (CuZnSOD), η οποία προστατεύει τους ιστούς από την καταστροφική επίδραση του ανιόντος υπεροξειδίου. Επίσης, ο χαλκός αποτελεί συστατικό της οξειδάσης του κυτοχρώματος C, η οποία αποτελεί το τελικό ένζυμο της οξειδωτικής φωσφορύλιωσης και χρησιμεύει για την παραγωγή ενέργειας στον οργανισμό. Ο χαλκός εντοπίζεται και στη σερουλοπλασμίνη, η οποία καταλύει την οξείδωση του δισθενούς σιδήρου σε τρισθενή, δρώντας με αυτό τον τρόπο ως αντιοξειδωτικό. Επιπλέον, αυτό το ιχνοστοιχείο συμμετέχει στο σχηματισμό των ερυθροκυττάρων, παίρνει μέρος στη σύνθεση σουλφουρομένων γλυκοζαμινογλυκάνων *in vitro*, κυρίως της θειικής ηπαράνης και θειικής δερματάνης, διεγείρει το σχηματισμό ινοβλαστών *in vivo* και φέρει αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (11,51,78,140,141). Ακόμη, μελέτες *in vitro* έχουν δείξει ότι ο χαλκός επάγει τις ιντεργκρίνες α_2 , β_1 και α_6 που εκφράζονται στα κερατινοκύτταρα και επηρεάζουν την κυτταρική κινητικότητα στα τελευταία στάδια επούλωσης των τραυμάτων (129). Τέλος, το σύμπλεγμα γλυκυλ-L-ιστιδυλ-L-λυσίνη-Cu²⁺, όπως και ο ψευδάργυρος, έχει βρεθεί ότι τροποποιεί την έκφραση και τη δραστηριότητα ορισμένων μεταλλοπρωτεϊνών της θεμέλιας ουσίας (π.χ. MMP-2 και MMP-9) σε διάφορα στάδια της επούλωσης των τραυμάτων (142,143). Αυτές οι μεταλλοπρωτεϊνάσες-μέχρι σήμερα έχουν προσδιοριστεί 20-είναι γνωστό ότι διευκολύνουν τη μετανάστευση των κυττάρων, τη νεοαγγειογένεση και τον επανασχηματισμό του νεοσχηματιζόμενου κοκκώδη ιστού εκφυλίζοντας την εξωκυττάρια θεμέλια ουσία, με αποτέλεσμα να αποτελούν βασικούς ρυθμιστές της διαδικασίας επούλωσης. Βασιζόμενες στη χημική τους δομή και στην ειδικότητά τους ως προς το υπόστρωμα, οι μεταλλοπρωτεϊνάσες διακρίνονται στις υποομάδες των κολλαγενασών, των ζελατινασών, των στρομελυσινών κ.α. Σε γενικές λοιπόν γραμμές, ο χαλκός είναι απαραίτητος για το σχηματισμό, τη σταθεροποίηση, τη διατήρηση και την επούλωση των συνδετικών ιστών καθώς και για την μεταλλοποίηση του σκελετού, ενώ φαίνεται να διαθέτει επίσης αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (144).

Σε περίπτωση που τα επίπεδα χαλκού στον οργανισμό είναι μειωμένα, παρατηρούνται ελαττωμένη δράση της λυσυλ-οξειδάσης, μη φυσιολογική διαπλοκή του κολλαγόνου, ελαττωματικός σχηματισμός της ελαστίνης, διαταραγμένη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, περιοριστικές αιμορραγίες, αναμία κ.α (11,51). Όλα τα συμπτώματα έλλειψης χαλκού που σχετίζονται με την αποκατάσταση μυοσκελετικών τραυμάτων παρατίθενται στον Πίνακα-8.20. Παρόλα αυτά, έλλειψη σε αυτό το ιχνοστοιχείο παρατηρείται πολύ σπάνια, ενώ για να συμβούν διαταραχές στη σύνθεση κολλαγόνου πρέπει η διαιτητική πρόσληψη του χαλκού να είναι στα κατώτερα φυσιολογικά της επίπεδα. Συνήθως, όταν το διαιτολόγιο χαρακτηρίζεται από επαρκή θερμιδική και πρωτεϊνική πρόσληψη, τα επίπεδα αυτού του ιχνοστοιχείου στον οργανισμό είναι φυσιολογικά (78).

| Λειτουργίες του χαλκού σχετιζόμενες με το συνδετικό ιστό |
|--|
| <input type="checkbox"/> Είναι συμπράγοντας της λυσουλ-οξειδάσης, εξασφαλίζοντας έτσι τη διαπλοκή και την ενδυνάμωση του κολλαγόνου και της ελαστίνης. |
| <input type="checkbox"/> Είναι συστατικό της δισμουτάσης του υπεροξειδίου του Cu-Zn, έχοντας έτσι αντιοξειδωτικές ιδιότητες. |
| <input type="checkbox"/> Είναι συστατικό της οξειδάσης του κυτοχρώματος C, βοηθώντας έτσι στην παραγωγή κυτταρικής ενέργειας. |
| <input type="checkbox"/> Αποτελεί απαραίτητο συμπράγοντα για τη σύνθεση των γλυκοζαμινογλυκάνων. |
| <input type="checkbox"/> Είναι συστατικό της σερουλοπλασμίνης, έχοντας έτσι αντιοξειδωτικές ιδιότητες. |
| <input type="checkbox"/> Είναι απαραίτητος για το σχηματισμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων και του συνδετικού ιστού. |
| <input type="checkbox"/> Διεγείρει τον πολλαπλασιασμό των κερατινοκυττάρων και των ινοβλαστών <i>in vivo</i> . |
| <input type="checkbox"/> Ενεργοποιεί τις μεταλλοπρωτεϊνάσες και τις μεταλλοθειονίνες, απαραίτητα μεταλλοένζυμα για την επούλωση των τραυμάτων. |
| <input type="checkbox"/> Έχει αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. |

Πίνακας 8.19. Λειτουργίες του χαλκού σχετιζόμενες με το συνδετικό ιστό.

| Συμπτώματα έλλειψης χαλκού σχετιζόμενα με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων |
|--|
| <input type="checkbox"/> Σκελετική απομεταλλοποίηση (κατάγματα, ευθραυστότητα οστών, οστεοπόρωση). |
| <input type="checkbox"/> Ελαττωματικός σχηματισμός ελαστίνης (μειωμένη εκτατική δύναμη δέρματος). |
| <input type="checkbox"/> Περιοστικές αιμορραγίες. |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη δραστικότητα της λυσουλ-οξειδάσης. |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη δραστικότητα της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης. |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος. |
| <input type="checkbox"/> Αυξημένη υπεροξειδωση λιπιδίων της κυτταρικής μεμβράνης. |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη αδιάλυτη ελαστίνη. |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένα επίπεδα σερουλοπλασμίνης και χαλκού στον ορό. |
| <input type="checkbox"/> Ελαττωμένη ωρίμανση των ινών κολλαγόνου. |
| <input type="checkbox"/> Αυξημένη διάσπαση κολλαγόνου. |
| <input type="checkbox"/> Αναμία (υπόχρωμη, μικροκυτταρική), με κίνδυνο τοπικής ιστικής ισχαιμίας. |

Πίνακας 8.20. Συμπτώματα έλλειψης χαλκού σχετιζόμενα με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων.

Παρά το γεγονός ότι μέχρι σήμερα έχει πραγματοποιηθεί ένας σχετικά μικρός αριθμός ερευνών όσον αφορά τον ρόλο του χαλκού μετατραυματικά, θεωρείται ότι μια πρόσληψη του της τάξεως των 2-5mg /μέρα, με τη μορφή οργανικών συμπλόκων, μπορεί να εξασφαλίσει τη φυσιολογική επούλωση των τραυμάτων, όχι όμως να την επιταχύνει (11,57,83,139). Μάλιστα, ορισμένοι γιατροί προτείνουν η παραπάνω ποσότητα να χορηγείται δύο εβδομάδες πριν την εγχείρηση, αν αυτή γίνει, και να συνεχίζεται για τέσσερεις εβδομάδες μετεγχειρητικά (57). Επίσης, αν λάβουμε υπόψη ότι μετατραυματικά λαμβάνονται συμπληρώματα ψευδαργύρου, ο οποίος ανταγωνίζεται τον χαλκό, εύκολα θα καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι τα συμπληρώματα χαλκού είναι απαραίτητα κατά τη διάρκεια επούλωσης των τραυμάτων (11,139). Επιπλέον, μετατραυματικά μεγάλα ποσά χαλκού αποβάλλονται από τον οργανισμό με τα ούρα, έχοντας ως συνέπεια την εξάντληση των αποθεμάτων αυτού του ιχνοστοιχείου στον οργανισμό (133). Ακόμη, υπό την απουσία συμπληρωμάτων χαλκού μετατραυματικά, τα συμπληρώματα βιταμίνης C συνήθως εμποδίζουν το μεταβολισμό αυτού του ιχνοστοιχείου, με αποτέλεσμα να επιβραβιώνεται για ακόμη μια φορά η ανάγκη πρόσληψης συμπληρωμάτων χαλκού μετά από τραύματα (139). Όσον αφορά τη χρήση χαλκού μετά από αθλητικά τραύματα, συστήνονται οι παραπάνω οδηγίες, αν και

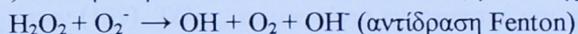
δεν έχουν διεξαχθεί έρευνες σε αθλητικούς πληθυσμούς μέχρι σήμερα. Αποτελεί λοιπόν πρόκληση η εφαρμογή μελετών σε αθλητές σχετικά με την επίδραση συμπληρωμάτων χαλκού σε αθλητικούς τραυματισμούς.

Σίδηρος

Ο σίδηρος παίζει σπουδαίο ρόλο στην επούλωση των μυοσκελετικών τραυμάτων. Καταρχάς, αποτελεί απαραίτητο συμπράγοντα των ενζύμων υδροξυλάση της λυσίνης και υδροξυλάση της προλίνης, τα οποία απαιτούνται για τη σωστή μεταμεταφραστική τροποποίηση και διαπλοκή των μορίων κολλαγόνου και ελαστίνης (11,43,69). Επιπλέον, ο σίδηρος είναι το κυριότερο συστατικό της αιμοσφαιρίνης, η οποία μεταφέρει οξυγόνο στους τραυματισμένους ιστούς (11,58). Τέλος, αυτό το ιχνοστοιχείο φαίνεται να διεγείρει τη δραστηριότητα των λευκών αιμοσφαιρίων κατά την πορεία της επούλωσης τραυμάτων (11).

Είναι λογικό λοιπόν να ελαττώνεται ο ρυθμός επούλωσης των τραυμάτων όταν υπάρχει ελλιπής διατροφική κατάσταση του οργανισμού σε σίδηρο. Αυτό συμβαίνει διότι τα χαμηλά επίπεδα σιδήρου οδηγούν σε διαταραγμένη διαπλοκή των ινιδίων κολλαγόνου, σε αναμία και σε αυξημένο κίνδυνο μόλυνσεως των τραυμάτων. Μάλιστα, είναι χαρακτηριστικό ότι οι μικροτραυματισμοί συνήθως εξελίσσονται σε σοβαρότερους τραυματισμούς σε περίπτωση ελλιπούς διατροφικής κατάστασης του οργανισμού σε σίδηρο. Συνεπώς, ένας τραυματίας αθλητής θα πρέπει να καταναλώνει επαρκείς ποσότητες αυτού του ιχνοστοιχείου προκειμένου τα τραυμάτά του να αποκατασταθούν με φυσιολογικό ρυθμό (55,58).

Από την άλλη πλευρά, έχει αποδειχθεί ότι και τα συμπληρώματα σιδήρου δρουν ανασταλτικά στην επούλωση των τραυμάτων (11,55,72). Πράγματι, ο μη δεσμευμένος-ελεύθερος σίδηρος καταλύει την αναγέννηση των ελευθέρων ριζών που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της φλεγμονώδους φάσης της επούλωσης των τραυμάτων, με αποτέλεσμα να παρατείνεται χρονικά αυτή η φάση. Πιο συγκεκριμένα, ο σίδηρος είναι γνωστό ότι καταλύει το σχηματισμό των υδροξυλ-, φερυλ- και περφερυλ- ελευθέρων ριζών, υπό την παρουσία του O_2^- και του H_2O_2 , μέσω της ακόλουθης αντίδρασης:



Πολυάριθμες έρευνες έχουν δείξει ότι το OH (ελεύθερη ρίζα υδροξυλίου) μπορεί να καταστρέψει κάθε βιολογικό μακρομόριο, όπως είναι οι πρωτεογλυκάνες, το κολλαγόνο, οι πρωτεΐνες, το DNA, το RNA και το υαλουρονικό οξύ (κατηγορία γλυκοζαμινογλυκάνων). Επιπλέον, το OH μαζί με τα H_2O_2 και O_2^- έχουν καταστροφικές επιδράσεις στα μακρομοριακά συστατικά του αρθρικού υγρού και των χόνδρων. Ακόμη, οι ελεύθερες ρίζες φαίνεται να δρουν ως προφλεγμονώδεις παράγοντες. Σε περίπτωση λοιπόν υπερβολικής πρόσληψης σιδήρου, οι σιδηροδεσμευτικές πρωτεΐνες γίνονται κορεσμένες σε σίδηρο, με αποτέλεσμα να υπάρχουν μεγάλες ποσότητες μη δεσμευμένου σιδήρου που καταλύουν το σχηματισμό ελευθέρων ριζών, οι οποίες καταστρέφουν τους συνδετικούς ιστούς. Γι' αυτό το λόγο, δε χρειάζεται οι αθλητές να λαμβάνουν μεγάλες ποσότητες –συμπληρώματα δηλαδή- σιδήρου μετατραυματικά, καθώς με αυτό τον τρόπο το μόνο που καταφέρνουν είναι να παρατείνουν χρονικά τη φλεγμονώδη φάση της επούλωσης, και άρα όλη τη διαδικασία επούλωσης. Έτσι, συστήνεται να καταναλώνουν περίπου 15mg διαιτητικού σιδήρου/μέρα, ποσότητα δηλαδή κοντά στα επίπεδα του RDA, αντί να καταφεύγουν στα συμπληρώματα σιδήρου (11).

Συμπερασματικά, μετά από κάποιο αθλητικό μυοσκελετικό τραυματισμό πρέπει να υπάρχει επαρκής διαιτητική πρόσληψη σιδήρου από τους τραυματίες αθλητές. Η ελλιπής διατροφική κατάσταση σε σίδηρο αλλά και η υπέρμετρη κατανάλωσή του

οδηγούν σε μη φυσιολογική επούλωση των τραυμάτων, και γι'αυτό θα πρέπει να αποφεύγονται από τους αθλούμενους.

Μαγγάνιο

Το μαγγάνιο είναι ένα ιχνοστοιχείο που βρίσκεται κυρίως στους μυοσκελετικούς ιστούς. Οι σπουδαιότερες λειτουργίες του που αφορούν το μυοσκελετικό σύστημα παρουσιάζονται στον Πίνακα-8.21. Κατ'αρχάς, το δισθενές μαγγάνιο (Mn^{+2}) ενεργοποιεί τις γλυκοζυλτρανσφεράσες, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη σύνθεση γλυκοζαμινογλυκάνων, πρωτεογλυκάνων, γλυκοπρωτεϊνών και κολλαγόνου (11,17,78). Επίσης, αυτό το δισθενές κατιόν ενεργοποιεί τις σουλφοτρανσφεράσες που απαιτούνται για το σχηματισμό των γλυκοζαμινογλυκάνων (11,17,78). Επιπλέον, το μαγγάνιο αποτελεί συστατικό του μεταλλοενζύμου δισμουτάση του υπεροξειδίου του μαγγανίου (Manganese Superoxide Dismutase-MnSOD), το οποίο βρίσκεται στα μιτοχόνδρια και διαφέρει σημαντικά από το κυτταροπλασματικό CuZnSOD (Copper Zinc Superoxide Dismutase). Το MnSOD καταπολεμά την καταστροφική επίδραση των ελευθέρων ριζών μετά από χρόνιους μυοσκελετικούς τραυματισμούς. Είναι χαρακτηριστικό ότι αμέσως μετά το τραύμα, το σώμα παράγει μεγαλύτερες ποσότητες MnSOD, το οποίο συντελεί στο να μειωθεί ο χρόνος της φλεγμονώδους φάσης του τραύματος και καταστέλλει όσο γίνεται το πρήξιμο στη περιοχή του τραυματισμού. Συνεπώς, το μαγγάνιο διαθέτει αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες σχηματίζοντας το ενεργό μέρος του MnSOD (11,117,145). Αυτό το ιχνοστοιχείο αποτελεί ακόμη συστατικό του ενζύμου πυροσταφυλική καρβοξυλάση, το οποίο είναι απαραίτητο για τη γλυκονογένεση και το μεταβολισμό των υδατανθράκων. Έτσι, το μαγγάνιο παίζει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ενέργειας σε περιόδους stress, όπως είναι το τραύμα (11). Μερικοί επίσης υποστηρίζουν ότι το μαγγάνιο χρειάζεται μαζί με τον ψευδάργυρο και τη βιταμίνη B₁₂ για τη δημιουργία του RNA (17). Επιπρόσθετα, έχει βρεθεί ότι αυτό το ιχνοστοιχείο επάγει *in vitro* τις ιντεργκρίνες (α_2 , β_6 , α_1) που εκφράζονται στα κερατινοκύτταρα και επηρεάζουν την κυτταρική κινητικότητα στα τελευταία στάδια της επούλωσης των τραυμάτων (129). Τέλος, το μαγγάνιο ενεργοποιεί και τη σύνθεση της γλουταμίνης, με αποτέλεσμα να συντίθεται η γλουταμίνη, ένα απαραίτητο αμινοξύ για την επούλωση των τραυμάτων (11).

| Λειτουργίες του μαγγανίου σχετιζόμενες με τους μυοσκελετικούς ιστούς |
|---|
| □ Ενεργοποιεί τις γλυκοζυλτρανσφεράσες, με αποτέλεσμα να συμμετέχει στη σύνθεση των γλυκοζαμινογλυκάνων, των πρωτεογλυκάνων, του κολλαγόνου και των γλυκοπρωτεϊνών. |
| □ Ενεργοποιεί τις σουλφοτρανσφεράσες, με αποτέλεσμα να επάγει τη σύνθεση των γλυκοζαμινογλυκάνων. |
| □ Ενεργοποιεί και διεγείρει το σχηματισμό της τριπλής έλικας του κολλαγόνου. |
| □ Είναι απαραίτητο για τη σύνθεση του RNA. |
| □ Απαιτείται για το σχηματισμό οστών και χόνδρων. |
| □ Είναι συστατικό της δισμουτάσης του υπεροξειδίου του μαγγανίου, με αποτέλεσμα να έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες. |
| □ Είναι συστατικό της πυροσταφυλικής καρβοξυλάσης, με αποτέλεσμα να επάγει τη γλυκονογένεση και το μεταβολισμό των υδατανθράκων σε περιόδους stress (μετατραυματικά). |

Πίνακας 8.21. Λειτουργίες του μαγγανίου σχετιζόμενες με τους μυοσκελετικούς ιστούς.

Η ανεπάρκεια μαγγανίου στον οργανισμό προκαλεί κυρίως ανωμαλίες στο σκελετό και τους χόνδρους, καθώς μειώνεται η σύνθεση όλων εκείνων των παραγόντων που απαιτούνται για τη σκελετική ανάπτυξη, όπως είναι το κολλαγόνο, οι οστεοβλάστες, οι γλυκοπρωτεΐνες, οι γλυκοζαμινογλυκάνες και οι πρωτεογλυκάνες. Επίσης, η έλλειψη μαγγανίου οδηγεί σε μειωμένη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, σε ελαττωμένα επίπεδα ασβεστίου, φωσφόρου και αλκαλικής φωσφατάσης στον ορό και σε αυξημένη αστάθεια της θεμέλιας ουσίας των οστών (βλέπε Πίνακα-8.22) (11). Συνεπώς, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η ελλιπής διατροφική κατάσταση σε μαγγάνιο οδηγεί σε μη φυσιολογική επούλωση των μυοσκελετικών τραυμάτων. Είναι χαρακτηριστικό όμως ότι έλλειψη σε αυτό το ιχνοστοιχείο παρατηρείται σπάνια. Όταν κάποιος καταναλώνει ένα διαιτολόγιο επαρκές σε πρωτεΐνες και θερμίδες, τότε έχει φυσιολογικά επίπεδα μαγγανίου στον οργανισμό του, με αποτέλεσμα να μην επηρεαστεί αρνητικά η διαδικασία επούλωσης σε περίπτωση τραυματισμού του (78). Επίσης, μειωμένη και ελαττωματική σύνθεση κολλαγόνου συμβαίνει μόνο στην περίπτωση που το μαγγάνιο καταναλώνεται στα κατώτερα επίπεδα της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψής του (RDA) (78). Αξίζει βέβαια να αναφερθεί ότι το μαγγάνιο αλληλεπιδρά με άλλα θρεπτικά συστατικά. Έτσι, το ασβέστιο, ο σίδηρος και ο ψευδάργυρος, όταν καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες μειώνουν την απορρόφηση μαγγανίου (145). Κυρίως ο σίδηρος αλληλεπιδρά με το μαγγάνιο, με αποτέλεσμα όταν η διαιτητική πρόσληψη σιδήρου είναι υψηλή, να παρατηρούνται μειωμένα επίπεδα μαγγανίου στον οργανισμό. Αυτές οι αλληλεπιδράσεις μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η λήψη πολυμεταλλούχων σκευασμάτων, τα οποία περιλαμβάνουν μαγγάνιο, ίσως αποτρέπει την έλλειψη μαγγανίου, η οποία δεν θα μπορούσε να αποφευχθεί σε περίπτωση που λαμβάνονταν μεμονωμένα συμπληρώματα μετάλλων-ιχνοστοιχείων, κυρίως σιδήρου (145). Θα πρέπει ακόμη να αναφερθεί ότι υπάρχουν και ορισμένα φάρμακα που χρησιμοποιούνται μετατραυματικά και αλληλεπιδρούν με το μαγγάνιο, περιορίζοντας τα επίπεδά του (145).

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, έλλειψη σε μαγγάνιο δεν παρατηρείται όταν ακολουθείται ένα φυσιολογικό και ισορροπημένο διατροφικό πρόγραμμα. Μόνο σε περίπτωση που λαμβάνονται ορισμένα φάρμακα και υψηλές ποσότητες σιδήρου, ψευδαργύρου και ασβεστίου παρατηρείται έλλειψη μαγγανίου, που μπορεί να επηρεάσει την πορεία επούλωσης των τραυμάτων. Ίσως λοιπόν μετατραυματικά χρειαστεί να αυξηθεί η κατανάλωση μαγγανίου, καθώς αυξάνει και η κατανάλωση φαρμάκων, σιδήρου, ψευδαργύρου και ασβεστίου. Συνεπώς, πιθανολογείται ότι οι τραυματίες αθλητές πρέπει να λαμβάνουν 5-50mg μαγγανίου/μέρα, αντί των 2-5mg/μέρα (RDA) (11). Δόσεις αυτού του ιχνοστοιχείου υψηλότερες των 50mg/μέρα προκαλούν συμπτώματα τοξικότητας και μειώνουν την απορρόφηση σιδήρου, οπότε καλό είναι να αποφεύγονται (11). Διάφοροι τρόποι για να αυξηθεί η διαιτητική πρόσληψη μαγγανίου είναι να λαμβάνονται φρέσκα φρούτα και λαχανικά, δημητριακά ολικής αλέσεως και ξηροί καρποί (145). Εάν χρησιμοποιηθούν συμπληρώματα μαγγανίου, αυτά θα πρέπει να είναι οργανικά σύμπλοκα, όπως το γλυκονικό μαγγάνιο, το ασκορβικό μαγγάνιο και το κιτρικό μαγγάνιο, αντί για ανόργανα, διότι τα οργανικά χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη απορρόφηση μαγγανίου (11).

| Συμπτώματα έλλειψης μαγγανίου σχετιζόμενα με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων |
|--|
| <input type="checkbox"/> Μειωμένα επίπεδα ασβεστίου, φωσφόρου και αλκαλικής φωσφατάσης στον ορό. |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη δραστηριότητα των οστεοβλαστών και οστεοκλαστών. |
| <input type="checkbox"/> Αυξημένη αστάθεια της θεμέλιας ουσίας των οστών. |
| <input type="checkbox"/> Αυξημένη απορρόφηση των οστών. |
| <input type="checkbox"/> Μειωμένη σύνθεση πρωτεογλυκάνων και γλυκοζαμινογλυκάνων. |

Πίνακας 8.22. Συμπτώματα έλλειψης μαγγανίου σχετιζόμενα με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων.

Σελήνιο

Το σελήνιο αποτελεί ένα απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τη λειτουργία του οργανισμού. Είναι υπεύθυνο για το σχηματισμό μορίων σεληνοκυστεΐνης στην ενεργή περιοχή του ενζύμου υπεροξειδάση της γλουταθειόνης (Glutathione Peroxidase-GPx) (11,146,147). Η GPx, η οποία χρησιμοποιεί το τριπεπτιδίο γλουταθειόνη ως αναγωγικό μέσο, είναι ένα σημαντικό κυτταρικό αντιοξειδωτικό που δρα ενάντια στο υπεροξειδίο υδρογόνου και στα υπεροξειδία των φωσφολιποειδών, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο την παραγωγή διενίων και μαλονικής διαλδεύδης. Επίσης, η αναγωγή άλλων αντιοξειδωτικών (τοκοφερόλη, ασκορβικό οξύ) πραγματοποιείται άμεσα ή έμμεσα μέσω της δράσης της GPx. Συνεπώς, το σελήνιο, ως συστατικό της GPx, διαθέτει αντιοξειδωτικές ιδιότητες που το καθιστούν απαραίτητο κυρίως μετά από χρόνιους τραυματισμούς (11,147). Πράγματι, μετατραυματικά, αναπτύσσεται φλεγμονή στην οποία περιλαμβάνονται ελεύθερες ρίζες. Έρευνες έχουν δείξει ότι το σελήνιο μειώνει τον χρόνο αυτής της φλεγμονώδους απάντησης λόγω της ικανότητάς του να εξουδετερώνει τις ελεύθερες ρίζες. Επίσης, προστατεύει τα επιθηλιακά κύτταρα από οξειδωτικό stress συμβάλλοντας στην καλύτερη επούλωση (147). Είναι ακόμη χαρακτηριστικό ότι αυτό το ιχνοστοιχείο, ως συμπαράγοντας της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης, παρέχει προστασία απέναντι στο οξειδωτικό stress που προκαλεί η άσκηση, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η επαγόμενη από την άσκηση μυϊκή καταστροφή (148). Τέλος, φαίνεται ότι αυτό το ιχνοστοιχείο διεγείρει τη φαγοκυττάρωση, τη δραστηριότητα των ουδετερόφιλων λευκών αιμοσφαιρίων και τη λειτουργία του θύμου αδένου, βοηθώντας και με αυτό τον τρόπο στη διαδικασία επούλωσης (11).

Για τους παραπάνω λόγους, το σελήνιο θεωρείται εξίσου σημαντικό με τα άλλα αντιοξειδωτικά (β-καροτένιο, τοκοφερόλη, ασκορβικό οξύ) και είναι λογικό να χορηγείται παράλληλα με αυτά μετά από χρόνιους τραυματισμούς. Δόσεις του γύρω στα 100-200 μg/μέρα θεωρούνται ασφαλείς για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα και ικανές να βελτιώσουν τη δραστηριότητα της GPx. Η χρήση υψηλότερων του δόσεων (500-1000 μg/μέρα) για μικρό χρονικό διάστημα (2-3 μήνες) βρίσκεται υπό διερεύνηση (11). Πάντως, η δραστηριότητα της GPx αρχίζει μερικές εβδομάδες μετά τη συμπληρωματική χορήγηση σεληνίου, με αποτέλεσμα η χρήση συμπληρωμάτων σεληνίου να μην έχει νόημα σε οξείς μυοσκελετικούς τραυματισμούς, αν και μελέτες πάνω σε αυτό το θέμα έχουν γίνει μόνο σε επιμύες (11). Απαιτείται συνεπώς εκτενέστερη διερεύνηση του ρόλου που διαδραματίζει το σελήνιο μετατραυματικά, ενώ θα πρέπει να μελετηθεί ο ρόλος του σεληνίου και μετά από αθλητικά τραύματα.

Συμπερασματικά, αν και ο αριθμός των μελετών που αφορούν το ρόλο του σεληνίου στην αποκατάσταση τραυμάτων είναι περιορισμένος, πιστεύεται ότι αυτό το ιχνοστοιχείο είναι χρήσιμο για την επούλωση χρόνιων μυοσκελετικών τραυμάτων, όπως ινοσίτιδας, τενοντίτιδας και καταγμάτων καταπόνησης. Οπωσδήποτε όμως

χρειάζονται περαιτέρω έρευνες τόσο σε ανθρώπους όσο και σε αθλητές, προκειμένου να κατανοήσουμε καλύτερα το ρόλο του σεληνίου μετά από μυοσκελετικούς τραυματισμούς, αθλητικούς και μη.

Η Σημασία των Πρωτεασών

Οι πρωτεάσες (πρωτεολυτικά ένζυμα) είναι πολύ σημαντικές για τους ζωντανούς οργανισμούς, καθώς ασκούν πολυάριθμους ρυθμιστικούς και λειτουργικούς ρόλους σχεδόν σε κάθε κυτταρική διαδικασία. Η δράση τους επεκτείνεται ακόμη και στις διαδικασίες επούλωσης των μυοσκελετικών τραυμάτων. Υποστηρίζεται ότι τα πρωτεολυτικά ένζυμα έχουν αντιφλεγμονώδη δράση, με αποτέλεσμα να εμποδίζουν την παράταση της φλεγμονώδους φάσης της επιδιόρθωσης των τραυμάτων (7,11,17,30,71,83,117,149,151). Πιο συγκεκριμένα, έχουν την ικανότητα να διασπών και να απομακρύνουν από την περιοχή του τραύματος τοξίνες, ελεύθερες ρίζες, τοξικό πρωτεϊνικό υλικό και άλλες ακαθαρσίες που παράγονται κατά τη διάρκεια της φλεγμονώδους φάσης και επιβραδύνουν την επούλωση. Ακόμη, αναστέλλουν μερικώς την απελευθέρωση προφλεγμονώδων μεσολαβητών (PG), οι οποίοι προκαλούν συνήθως συμπτώματα φλεγμονής, όπως πόνο, άλγος, πρήξιμο, οίδημα, κοκκίνισμα και άνοδο θερμοκρασία. Συνεπώς, τα συμπτώματα αυτά είναι πιο ήπια μετά από χορήγηση πρωτεολυτικών ενζύμων. Καθώς η αναστολή των προφλεγμονώδων μεσολαβητών δεν είναι πλήρης, διεγείρεται η εξέλιξη της φλεγμονής στις φάσεις επιδιόρθωσης και επαναδιαμόρφωσης των τραυμάτων, με αποτέλεσμα να εισέρχεται το τραυματισμένο σώμα σε αυτές τις φάσεις γρηγορότερα. Αντίθετα, τα αναλγητικά και τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα (NSAID) αναστέλλουν εντελώς τις προφλεγμονώδεις διαδικασίες, με αποτέλεσμα να μην πραγματοποιείται φυσιολογικά η φλεγμονώδη φάση της επούλωσης και να παρατείνεται χρονικά η αποκατάσταση των κακώσεων. Η διαφορά των NSAID με τα πρωτεολυτικά ένζυμα είναι ότι τα πρώτα αναστέλλουν την κυκλοοξυγενάση με αποτέλεσμα να μην παράγονται προσταγλαδίνες, ενώ τα δεύτερα τροποποιούν μερικώς την κυκλοοξυγενάση και αναστέλλουν τον β-αυξητικό παράγοντα μετασχηματισμού (β-TGF) (153). Επίσης, τα NSAID προκαλούν παρενέργειες, ενώ τα πρωτεολυτικά ένζυμα, τα οποία απορροφώνται μερικώς από το γαστρεντερικό σύστημα, θεωρούνται απολύτως ασφαλή. Συνεπώς, αυτά τα ένζυμα υπερτερούν έναντι των παραπάνω φαρμάκων όσον αφορά τη χρήση τους μετατραυματικά. Θεωρούνται πιο αποτελεσματικά και πιο ασφαλή από τα συγκεκριμένα φάρμακα, παρά το γεγονός ότι δεν δρουν τόσο γρήγορα όσο αυτά. Μάλιστα, η χορήγηση αυτών των ενζύμων οδηγεί σε περιορισμό των δόσεων των φαρμάκων, με αποτέλεσμα να ελαττώνονται και οι παρενέργειες των φαρμάκων (7,11).

Οι πρωτεάσες βρίσκονται σε όλα τα ζωντανά κύτταρα και κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: στις πρωτεάσες φυτικής προέλευσης, που περιλαμβάνουν κυρίως την βρωμελαΐνη και την παπαΐνη, και στις πρωτεάσες ζωικής προέλευσης, που περιλαμβάνουν κυρίως τη θρυψίνη, τη χυμοθρυψίνη, την ελαστίνη και την καρβοξυπεπτιδάση (7,11,17,71,83,117). Η βρωμελαΐνη προέρχεται από τον ανανά, η παπαΐνη από το φυτό παπάια, ενώ τα ένζυμα ζωικής προέλευσης προέρχονται από τις παγκρέατες των χοίρων και των βοοειδών. Τα πρωτεολυτικά ένζυμα είναι προτιμότερο να λαμβάνονται σε μορφή δισκίων με εντερικό επικάλυμμα, έτσι ώστε να αποφεύγεται η διάσπασή τους από τα οξέα του στομάχου (7,11,71). Επίσης, στις διάφορες συνταγές καλό είναι να περιλαμβάνεται συνδυασμός αυτών των ενζύμων διότι η συνδυασμένη πρόσληψή τους είναι αποτελεσματικότερη σε σχέση με την μεμονωμένη (11,17,71,149). Επιπλέον, η πρόσληψη των ενζύμων αυτών είναι καλύτερο να γίνεται με άδειο στομάχι διότι εάν το στομάχι είναι γεμάτο, τότε καθυστερούν να ανέβουν τα επίπεδα των πρωτεολυτικών ενζύμων στο πλάσμα (11,83). Έχει βρεθεί ότι 8 δισκία θρυψίνης/χυμοθρυψίνης καθημερινά σε δόσεις ή 4-8 δισκία παπαΐνης καθημερινά σε

δόσεις ή 8 δισκία βρωμελαΐνης καθημερινά σε δόσεις ή συνδυασμός αυτών των ενζύμων οδηγούν σε γρηγορότερη επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων (11,83). Στον Πίνακα-8.23. αναφέρονται οδηγίες σχετικά με τη σωστή χρήση των πρωτεολυτικών ενζύμων.

| Οδηγίες για σωστή χρήση των πρωτεολυτικών ενζύμων από το στόμα |
|---|
| 1. Η προληπτική τους χρήση είναι ιδανική. Διαφορετικά, η συμπληρωματική χορήγησή τους πρέπει να ξεκινήσει όσο γρηγορότερα γίνεται μετά τον τραυματισμό. |
| 2. Συστήνεται η κατανάλωση 2-8 δισκίων/μέρα, σε 3-5 διαφιρούμενες δόσεις. Τα δισκία πρέπει να προσλαμβάνονται με άδειο στομάχι ή παράλληλα με υγρά. |
| 3. Προτιμούνται τα δισκία με επικάλυμα |
| 4. Συστήνονται πολλαπλές πρωτεάσες (συνδυασμοί θρυψίνης, χυμοθρυψίνης, βρωμελαΐνης και παπαΐνης). |
| 5. Η συμπληρωματική χορήγηση πρωτεασών πρέπει να συνεχιστεί για μία εβδομάδα ή μέχρι να παρατηρηθεί βελτίωση. |

Πίνακας 8.23. Οδηγίες για σωστή χρήση των πρωτεολυτικών ενζύμων από το στόμα.

Σήμερα, πολλοί επώνυμοι αθλητές χρησιμοποιούν πρωτεολυτικά ένζυμα μετά από μυοσκελετικούς τραυματισμούς ή πριν για προληπτικούς λόγους. Παρατηρείται λοιπόν συστηματική πρόσληψη αυτών των ενζύμων κυρίως από μποξέρ, καρατερίστες, ποδοσφαιριστές, μασκεμπολίστες, τενίστες, σκιέρ, παλαιστές, παίχτες του ράγκμπυ και παίχτες του χόκεϋ επί πάγου. Ακόμη, στη βιβλιογραφία αναφέρονται πολλές έρευνες που έχουν δείξει ότι οι πρωτεάσες ελαττώνουν τον πόνο, την φλεγμονή, το άλγος και γενικά τον χρόνο επούλωσης αθλητικών μυοσκελετικών τραυμάτων (7,11,149,150,151,152).

Συμπερασματικά, τα πρωτεολυτικά ένζυμα βοηθούν στο να επιστρέψει ο τραυματίας αθλητής γρηγορότερα στην αγωνιστική δράση, καθώς μειώνουν τον χρόνο της φλεγμονώδους φάσης της επούλωσης. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε οξείες μυοσκελετικούς τραυματισμούς, είναι ασφαλή, φθηνά και λαμβάνονται συνήθως ως εντερικά σκευάσματα, τα οποία βρίσκονται κυρίως σε φαρμακεία και καταστήματα υγιεινών τροφών. Στον Πίνακα-8.24. αναφέρονται τα είδη των τραυματισμών στα οποία λαμβάνονται τα πρωτεολυτικά ένζυμα.

| Τραυματισμοί στους οποίους λαμβάνονται πρωτεολυτικά ένζυμα |
|---|
| ❖ Οξείες τραυματισμοί |
| <input type="checkbox"/> Μώλωπες, αιματώματα, ρήξεις, εκχυμώσεις |
| <input type="checkbox"/> Διαστρέμματα |
| <input type="checkbox"/> Μυϊκά τραβήγματα |
| <input type="checkbox"/> Εκτριβές, αποξέσεις |
| <input type="checkbox"/> Κατάγματα |
| ❖ Χρόνιοι τραυματισμοί |

Πίνακας 8.24. Τραυματισμοί στους οποίους λαμβάνονται πρωτεολυτικά ένζυμα

Η Σημασία των Αυξητικών Παραγόντων

Οι πιο γνωστοί αυξητικοί παράγοντες είναι αυτός που προέρχεται από τα αιμοπετάλια (PDGF), αυτός που προέρχεται από τα μονοκύτταρα (MDGF), ο επιδερμικός αυξητικός παράγοντας (EGF), ο αυξητικός παράγοντας μετασχηματισμού α και β (TGF- α , TGF- β), ο ινσουλινοειδής αυξητικός παράγοντας-1 (IGF-1), ο

αυξητικός παράγοντας κερατινοκυττάρων (KGF) και ο βασικός αυξητικός παράγοντας των ινοβλαστών (bFGF). Σήμερα, για την επούλωση των τραυμάτων χρησιμοποιούνται πειραματικά και αυξητικοί παράγοντες, με μεγάλη επιτυχία μάλιστα (36).

Όλοι οι αυξητικοί παράγοντες διεγείρουν εκλεκτικά τη μίτωση ενός ή περισσότερων κυττάρων που συμμετέχουν στην επούλωση των τραυματισμών. Οι EGF και TGF- α είναι αποτελεσματικοί για τη μίτωση ενδοθηλιακών κυττάρων. Ο bFGF είναι ένα αποτελεσματικό μιτογόνο για τους ινοβλάστες και τα αγγειακά ενδοθηλιακά κύτταρα, οι IGF-1 και PDGF είναι αποτελεσματικά για τη μίτωση μεσοβλαστικών κυττάρων, όπως είναι οι ινοβλάστες και τα λεία μυϊκά κύτταρα, ενώ τέλος ο TGF- β είναι ένας δυλειουργικός ρυθμιστής της κυτταρικής διαίρεσης, διεγείροντας τη μίτωση των ινοβλαστών και αναστέλλοντας τη μίτωση των κερατινοκυττάρων. Επίσης, οι αυξητικοί παράγοντες έχουν *in vitro* σημαντική χημειοτακτική δραστηριότητα για τα διάφορα είδη κυττάρων που συμμετέχουν στην επούλωση. Είναι ενδιαφέρον το γεγονός ότι χαρακτηρίζονται από εκλεκτικότητα για το είδος των κυττάρων που έλκουν. Για παράδειγμα, ο TGF- β αποτελεί χημειοτακτικό παράγοντα για τα μονοκύτταρα, ο PDGF για τους ινοβλάστες και όχι για τα μονοκύτταρα, οι bFGF και IGF-1 για τα αγγειακά ενδοθηλιακά κύτταρα και ο EGF για τα ενδοθηλιακά κύτταρα. Επιπλέον, οι αυξητικοί παράγοντες διεγείρουν τη σύνθεση των συστατικών της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας. Ο EGF διεγείρει τη σύνθεση φμπρονεκτίνης, ο TGF- β διεγείρει τη σύνθεση του κολλαγόνου, της ελαστίνης, των ιστικών αναστολέων των μεταλλοπρωτεϊνών και μειώνει την παραγωγή της κολλαγενάσης, ενώ οι bFGF, EGF, TGF- α και TGF- β επάγουν την νεοαγγειογένεση. Αυτά τα πειραματικά δεδομένα φανερώνουν ότι οι αυξητικοί παράγοντες ρυθμίζουν πολλές από τις διαδικασίες εκείνες που είναι απαραίτητες για τη φυσιολογική επούλωση των τραυμάτων, συμπεριλαμβανομένου τη μίτωση των κυττάρων του τραύματος, τη χημειοτακτική μετανάστευση των φλεγμονώδων κυττάρων, τη νεοαγγειογένεση και τη σύνθεση των συστατικών της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας (36,38).

Επιπρόσθετα, υπάρχουν ορισμένες συνθήκες που σχετίζονται με την αποτελεσματικότητα των αυξητικών παραγόντων στη θεραπεία των τραυμάτων. Η πρώτη είναι ότι πολλοί αυξητικοί παράγοντες απαιτούν εκτεταμένη έκθεσή τους στα τραυματισμένα κύτταρα προκειμένου να επιφέρουν μια απάντηση. Έτσι, οι καλλιεργημένοι ινοβλάστες απαιτούν συνεχή έκθεση στον EGF, για 3-4 ώρες, πριν αρχίσει η κυτταρική τους διαίρεση. Άλλη συνθήκη που σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα των αυξητικών παραγόντων είναι το γεγονός ότι συνδυασμοί πεπτιδικών αυξητικών παραγόντων ίσως είναι πιο αποτελεσματικοί σε σχέση με μεμονωμένους αυξητικούς παράγοντες. Έτσι, οι αυξητικοί παράγοντες ίσως δρουν καλύτερα συνεργιστικά, από κοινού, στα τραυματισμένα κύτταρα, με αποτέλεσμα να επιταχύνουν την επούλωση. Μια τρίτη συνθήκη είναι ότι αυξάνεται η δραστηριότητα των αυξητικών παραγόντων όταν χορηγούνται ταυτόχρονα μαζί με αναστολείς πρωτεασών. Οι αναστολείς πρωτεασών εμποδίζουν την εκφύλιση των υποδοχέων των αυξητικών παραγόντων στα τραυματισμένα κύτταρα, σταθεροποιώντας με αυτό τον τρόπο τους αυξητικούς παράγοντες. Τέλος, η συγκέντρωση του εξωγενούς χορηγούμενου αυξητικού παράγοντα φαίνεται να επηρεάζει την πορεία της επούλωσης. Γενικά, οι συγκεντρώσεις των εξωγενών αυξητικών παραγόντων κυμαίνονται μεταξύ 10-1000mg/ml, που είναι περίπου 1000 φορές υψηλότερες από τις συγκεντρώσεις εκείνες που χρειάζονται για τη διέγερση της σύνθεσης του DNA ή της μετανάστευσης των κυττάρων στο τραύμα *in vivo*. Η αιτία για τη χρήση τόσο υψηλών συγκεντρώσεων *in vivo* δεν είναι γνωστή, αλλά ίσως αποτελεί συνέπεια της γρήγορης διάχυσης των αυξητικών παραγόντων από την τραυματισμένη περιοχή ή της πρωτεολυτικής καταστροφής των αυξητικών παραγόντων (36).

Όσον αφορά τα οστά, η μεσοκυττάρια ουσία των οστών αποτελεί πλούσια πηγή αυξητικών παραγόντων, όπως του IGF-1, του IGF-2, του PDGF, του EGF και του TGF-β. Πειράματα *in vivo* έχουν δείξει ότι ο IGF-1 διεγείρει το σχηματισμό των οστών και επιτυγχάνει δια μεσολαβήσεως τα αποτελέσματα της αυξητικής ορμόνης στα οστά. Οι PDGF και bFGF ευνοούν επίσης τον οστικό σχηματισμό ασκώντας μιτογόνο δράση στους οστεοβλάστες και διεγείροντας τη σύνθεση των πρωτεϊνών της θεμέλιας ουσίας. Ο TGF-β φαίνεται να είναι ο σημαντικότερος αυξητικός παράγοντας που προάγει την οστεογένεση και την οστική επιδιόρθωση. Είναι χαρακτηριστικό ότι ενέσεις TGF-β επιφέρουν το σχηματισμό οστών και χόνδρων *in vivo*. Έτσι, σήμερα είναι υπό έρευνα η θεραπεία οστικών καταγμάτων με τοπικές ενέσεις TGF-β (36).

Αναμφισβήτητα, οι αυξητικοί παράγοντες αποτελούν ένα νέο κεφάλαιο όσον αφορά την αποκατάσταση των μυοσκελετικών τραυματισμών. Προκαταρκτικές πειραματικές έρευνες έχουν δείξει ότι αυτοί επιταχύνουν την επούλωση τραυμάτων *in vivo* και *in vitro*. Σίγουρα όμως, χρειάζονται επιπλέον μελέτες προκειμένου να έχουμε μια πιο σαφή εικόνα για το ρόλο που ασκούν οι αυξητικοί παράγοντες στην αποκατάσταση των τραυμάτων, αθλητικών και μη.

Η Σημασία των Γλυκοζαμινογλυκάνων

Οι γλυκοζαμινογλυκάνες (Glycosaminoglycans-GAGs) ή μυκοπολυσακχαρίτες αποτελούν δομικό συστατικό όλων των συνδετικών ιστών και χόνδρων. Ο Πίνακας-8.25. παρουσιάζει τα διάφορα είδη των GAGs που υπάρχουν, τη μοριακή τους σύνθεση και τους ιστούς στους οποίους εντοπίζονται. Οι GAGs είναι ετεροπολυσακχαρίτες, μεγάλου μήκους ανθρακικής αλυσίδας και μεγάλου μοριακού βάρους (MB), που αποτελούνται από επαναλαμβανόμενες δομικές μονάδες ενός αμινοσακχάρου (συνήθως σουλφουρωμένου)

| Γλυκοζαμινογλυκάνη | Σύνθεση | Επικρατέστεροι ιστοί όπου βρίσκεται |
|----------------------|---|--|
| Υαλουρονικό οξύ | N-ακετυλγλυκοζαμίνη και D-γλυκουρονικό οξύ | Χόνδροι, αρθρικό υγρό, όλοι οι ιστοί. |
| Θειϊκή χονδροϊνοτίνη | N-ακετυλγαλακτοζαμίνη και D-γλυκουρονικό οξύ | Χόνδροι, δέρμα, αρτηριακά τοιχώματα, οστά, περισσότεροι ιστοί. |
| Θειϊκή κερατάνη | 5-θειϊκή-N-ακετυλο-D-γλυκοζαμίνη και D-γαλακτόζη | Χόνδροι, αρτηριακά τοιχώματα. |
| Θειϊκή δερματάνη | 4-θειϊκή-N-ακετυλο-D-γαλακτοζαμίνη και L-ινδουρονικό οξύ. | Δέρμα, σκελετικοί ιστοί (χόνδροι, οστά, τένοντες), αγγειακά τοιχώματα αίματος. |
| Θειϊκή ηπαράνη | N-ακετυλ-D-γλυκοζαμίνη και L-ινδουρονικό οξύ. | Αρτηρίες, κυτταρικές μεμβράνες (όχι σε σκελετικούς ιστούς). |
| Ηπαρίνη | N-ακετυλ-D-γλυκοζαμίνη και L-ινδουρονικό οξύ. | Ιστικά μακροφάγα κύτταρα |

Πίνακας 8.25. Είδη γλυκοζαμινογλυκάνων, μοριακή τους σύνθεση και ιστοί στους οποίους βρίσκονται. (Bucci R. Luke, *Nutrition Applied to Injury Rehabilitation and Sports Medicine*, CRC Press, Florida.1995).

και ενός οργανικού οξέος ή σακχάρου. Επιπλέον, οι GAGs συντίθενται κυρίως από ινοβλάστες (δέρμα, τένοντες, σύνδεσμοι), οστεοβλάστες (οστά) και χονδροκύτταρα (αρθρώσεις). Έτσι, η ενίσχυση της ικανότητας αυτών των κυττάρων να συνθέτουν GAGs αποτελεί στόχο-κλειδί κατά τη διάρκεια επούλωσης μυοσκελετικών τραυμάτων. Η γλυκοζαμίνη, ένα αμινοσάκχαρο, αποτελεί τον κύριο πρόδρομο της σύνθεσης GAGs. Παράγεται από τα χονδροκύτταρα στους χόνδρους και βοηθά στο να διατηρηθεί και να συντεθεί υγιής χονδρικός ιστός. Η σύνθεση γλυκοζαμίνης από γλυκόζη και γλουταμίνη αποτελεί το σημαντικότερο στάδιο της παραγωγής GAGs και συνεπώς της επιδιόρθωσης των χόνδρων (11,71,83,153).

Μετά από ρήξεις ή τραυματισμούς, το σώμα δεν μπορεί να συνθέσει αρκετή γλυκοζαμίνη για επαρκή επούλωση, με αποτέλεσμα να απαιτείται χορήγηση συμπληρωμάτων γλυκοζαμίνης. Η χορήγηση αυτής της ουσίας από το στόμα μπορεί να αυξήσει σημαντικά τα επίπεδα GAG στον οργανισμό. Σήμερα, χρησιμοποιούνται πολλά είδη GAGs και παράγωγά τους με σκοπό την γρηγορότερη επούλωση αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών. Τα σημαντικότερα από αυτά τα είδη παρουσιάζονται στον Πίνακα-8.26. Ανάμεσα σε αυτά, τα πλέον πολυχρησιμοποιημένα από τους τραυματίες αθλητές είναι τα άλατα γλυκοζαμίνης, με κυριότερο εκπρόσωπο τη θειϊκή γλυκοζαμίνη, η θειϊκή χονδροϊνοτίνη και ορισμένα σκευάσματα όπως ο χόνδρος καρχαρία (shark cartilage) (11,71,83,153,154).

| Γλυκοζαμινογλυκάνες και παραγωγά τους που χρησιμοποιούνται για την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων |
|---|
| ❖ <i>Perna canaliculus</i> |
| ❖ Σκόνες χόνδρων (χόνδρος καρχαρία, τραχεία βοοειδών) |
| ❖ Εκχυλίσματα χόνδρων (Rumalon, Catix-S) |
| ❖ Κεκαθαρμένες γλυκοζαμινογλυκάνες (υαλουρονικό οξύ, θειϊκή χονδροϊνοτίνη) |
| ❖ Ημισυνθετικές γλυκοζαμινογλυκάνες (Αrτεραγον-πολυσουλφουρωμένη γλυκοζαμινογλυκάνη-GAGPS) |
| ❖ Συνθετικές γλυκοζαμινογλυκάνες (πολυσουλφουρωμένη πεντοζάνη-SP54) |
| ❖ Γλυκοζαμίνη και άλατα γλυκοζαμίνης (θειϊκά, υδροχλωρικά κ.α.) |

Πίνακας 8.26. Γλυκοζαμινογλυκάνες και παραγωγά τους που χρησιμοποιούνται για την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων. (Bucci R. Luke, *Nutrition Applied to Injury Rehabilitation and Sports Medicine*, CRC Press, Florida, 1995).

Κλινικές μελέτες έχουν δείξει ότι η θειϊκή γλυκοζαμίνη ανακουφίζει τον πόνο, το πρήξιμο και γενικά τη φλεγμονή που χαρακτηρίζει το μυοσκελετικό τραυματισμό. Ακόμη, εκτός από τη σύνθεση GAGs, η θειϊκή γλυκοζαμίνη και τα άλλα άλατα γλυκοζαμίνης είναι απαραίτητα για τη σύνθεση κολλαγόνου και εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας. Οι ενδείξεις για τη χρήση αλάτων γλυκοζαμίνης παρουσιάζονται στον Πίνακα-8.27. Επίσης, τα άλατα αυτά αποτελούν ασφαλή εναλλακτική λύση αντί των NSAIDS, τα οποία φαίνεται ότι αναστέλλουν την επιδιόρθωση και επιταχύνουν την καταστροφή των χόνδρων (71). Όμως, ενώ τα NSAIDS παρέχουν γρήγορα ανακούφιση, τα άλατα γλυκοζαμίνης απαιτούν 3-6 εβδομάδες για να επιτύχουν το μέγιστο αποτέλεσμά τους και να φανούν έτσι οι ευεργετικές τους επιδράσεις στην επούλωση (71). Ημερήσιες προσλήψεις 750-1500mg θειϊκής γλυκοζαμίνης, διαφυόμενες σε 2 ή 3 δόσεις, έχουν δείξει κλινική αποτελεσματικότητα (11,71,83). Είναι αβέβαιο εάν υψηλότερες δόσεις της μπορούν να οδηγήσουν σε βελτιωμένα αποτελέσματα. Όμως, υψηλότερες δόσεις της, (3-6 γραμμάρια/μέρα), φαίνεται να είναι αρκετά ασφαλείς (11). Επίσης, η ελάχιστη αποτελεσματική δόση της δεν είναι γνωστή και αναμφίβολα ποικίλλει μεταξύ των τραυματισμένων αθλητών (11).

| Ενδείξεις για τη χρήση αλάτων γλυκοζαμίνης |
|--|
| <input type="checkbox"/> Τενοντίτιδες |
| <input type="checkbox"/> Ινοσίτιδες |
| <input type="checkbox"/> Κατάγματα; |
| <input type="checkbox"/> Ρήξεις τενόντων; |
| <input type="checkbox"/> Ρήξεις συνδέσμων; |
| <input type="checkbox"/> Διαστρέμματα συνδέσμων; |
| <input type="checkbox"/> Τραύματα δέρματος; |

Πίνακας 8.27. Ενδείξεις για τη χρήση αλάτων γλυκοζαμίνης.

Η θειϊκή χονδροϊνοτίνη ασκεί παρόμοια δράση με την θειϊκή γλυκοζαμίνη. Επιπλέον, αναστέλλει την παραγωγή καταστροφικών ενζύμων που επιτίθενται στους συνδέσμους και τους τένοντες και εξασθενίζουν τον συνδετικό ιστό. Όταν η θειϊκή χονδροϊνοτίνη χορηγείται μόνη της, τότε 3 δόσεις των 200-400mg καθημερινά, κατά τη διάρκεια των γευμάτων, φαίνεται να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα όσον αφορά την επούλωση (153). Επίσης, η θειϊκή χονδροϊνοτίνη περιέχει ένα μίγμα ακέραιων ή μερικώς υδρολυμένων GAGs, με αποτέλεσμα να έχει μεγάλο μέγεθος και να απορροφάται μερικώς από το έντερο. Αντίθετα, η θειϊκή γλυκοζαμίνη είναι αρκετά μικρή σε μέγεθος, και γι' αυτό απορροφάται πλήρως εισχωρώντας στους χόνδρους (71,153). Πολύ συχνά λαμβάνεται μίγμα των παραπάνω γλυκοζαμινογλυκάνων. Πιο συγκεκριμένα, λαμβάνονται καθημερινά 500mg θειϊκής γλυκοζαμίνης και 400mg θειϊκής χονδροϊνοτίνης. Σε αυτή την περίπτωση, θα πρέπει να περάσει περίπου ένας μήνας για να φανούν τα αποτελέσματα της συνδυασμένης δράσης αυτών των ουσιών (154). Τέλος, οι αθλούμενοι προτιμούν συχνά και το shark cartilage. Αυτό αποτελεί ένα ανώτερο φυσικό αντιφλεγμονώδες προϊόν, το οποίο επιταχύνει την επούλωση των τραυματισμένων ιστών ενισχύοντας το ανοσοποιητικό σύστημα. Αυτό το σκεύασμα περιέχει εκτός από θειϊκή χονδροϊνοτίνη, ασβέστιο και φωσφόρο (11,154).

Συμπερασματικά, οι τραυματίες αθλητές στις μέρες μας χρησιμοποιούν ευρέως γλυκοζαμινογλυκάνες και παράγωγά τους, με σκοπό την γρηγορότερη επούλωση των μυοσκελετικών τραυματισμών τους.

Η Σημασία των Φλαβονοειδών

Τα φλαβονοειδή είναι κίτρινες χρωστικές που απαντώνται στα φρούτα και τα λαχανικά. Σήμερα, είναι γνωστά 400 περίπου φλαβονοειδή, τα οποία κατατάσσονται σε 6 κύριες ομάδες. Αυτές είναι οι φλαβονόλες, οι φλαβανόνες, οι ισοφλαβανόνες, οι φλαβόνες, οι αουρόνες και οι καλκόνες (11,155). Στον Πίνακα-8.28. παρουσιάζονται οι 6 κύριες ομάδες των φλαβονοειδών καθώς και οι κυριότεροι εκπρόσωποι της κάθε ομάδας. Εφόσον τα φλαβονοειδή είναι κύρια συστατικά των φυτών, είναι φυσικό να αποτελούν μέρος μιας φυσιολογικής διαίτας.

| Κύριες ομάδες φλαβονοειδών |
|--|
| <input type="checkbox"/> Φλαβονόλες (κερκετίνη, καμπφερόλη, ρουτίνη) |
| <input type="checkbox"/> Φλαβανόνες (εσπεριδίνη, ναριγκίνη, ναριγκενίνη) |
| <input type="checkbox"/> Ισοφλαβανόνες |
| <input type="checkbox"/> Φλαβόνες (απιγενίνη, χρυσίνη) |
| <input type="checkbox"/> Αουρόνες |
| <input type="checkbox"/> Καλκόνες (φλορετίνη) |

Πίνακας 8.28. Κύριες ομάδες φλαβονοειδών.

Τα φλαβονοειδή παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω των επιδράσεών τους στα κύτταρα και τα ένζυμα. Πολλοί από τους ρόλους τους βρίσκουν εφαρμογή στη θεραπεία και την επούλωση τραυματισμών (7,11,156). Στον Πίνακα-8.29. αναφέρονται οι σπουδαιότερες λειτουργίες τους που σχετίζονται με την αποκατάσταση μυοσκελετικών τραυμάτων. Μια από τις πιο σπουδαίες ιδιότητές τους είναι η προστασία που παρέχουν στις οξειδώσεις *in vivo*. Δρουν ως καθαριστές των ελευθέρων ριζών που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της φλεγμονώδους φάσης της επούλωσης, ενώ παράλληλα μπορούν να δεσμεύουν τον ελεύθερο σίδηρο που καταλύει το σχηματισμό των ελευθέρων ριζών. Αυτή λοιπόν η αντιοξειδωτική τους δραστηριότητα είναι αρκετά ικανή να εμποδίσει τη διάσπαση του κολλαγόνου και του υαλουρονικού οξέος από τις ελεύθερες ρίζες που δημιουργούνται στην πρώτη φάση επούλωσης των τραυμάτων (11,156). Επιπλέον, λόγω της δομής τους, τα φλαβονοειδή δρουν ως ενζυμικοί αναστολείς. Αναστέλλουν ειδικά την κυκλοοξυγενάση, τις λιποξυγενάσες, τις φωσφολιπάσες και τις υαλουρονιδάσες, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η σύνθεση και η απελευθέρωση συστατικών που προάγουν τη φλεγμονή, όπως είναι το αραχιδονικό οξύ, οι προσταγλαδίνες, τα λευκοτριένια, η ισταμίνη και οι πρωτεάσες ορού (156). Συνεπώς, τα φλαβονοειδή, εκτός από αντιοξειδωτικές ιδιότητες έχουν και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Ακόμη, μελέτες έχουν δείξει ότι αυτά προάγουν τη διαπλοκή των ινιδίων κολλαγόνου και ενισχύουν τα τοιχώματα των τριχοειδών αγγείων (156).

| Λειτουργίες των φλαβονοειδών που σχετίζονται με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων |
|--|
| ❖ Αναστέλλουν τη δραστηριότητα των ενζύμων: κυκλοοξυγενάση, λιποξυγενάση, συνθετάση προσταγλαδίνων, υαλουρονιδάση, φωσφολιπάση A, αποκαρβοξυλάση ιστιδίνης |
| ❖ Έχουν αντιφλεγμονώδη δράση καθώς αναστέλλουν την σύνθεση εικοσανοειδών |
| ❖ Έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες καθώς δρουν ως καθαριστές των ελευθέρων ριζών |
| ❖ Προστατεύουν το κολλαγόνο και το υαλουρονικό οξύ από την καταστροφική επίδραση των ελευθέρων ριζών |
| ❖ Σταθεροποιούν τις μεμβράνες των τριχοειδών αγγείων |
| ❖ Εμποδίζουν την απελευθέρωση ισταμίνης |

Πίνακας 8.29. Λειτουργίες των φλαβονοειδών που σχετίζονται με την επούλωση μυοσκελετικών τραυμάτων.

Είναι χαρακτηριστικό ότι τα φλαβονοειδή, κυρίως η κερκετίνη (βρίσκεται στο κόκκινο κρασί, στο κόκκινο πιπέρι, στο κρεμμύδι, στο σκόρδο, στο λάχανο, στα μήλα και στο μαύρο τσάι), είναι πιο αποτελεσματικά όταν χορηγούνται μαζί με βιταμίνη C (11,156). Επίσης, υπάρχουν ορισμένες έρευνες, έστω και λίγες, που έχουν δείξει ότι τα φλαβονοειδή μαζί με ασκορβικό οξύ είναι πιο αποτελεσματικά στην επούλωση αθλητικών μυοσκελετικών τραυμάτων σε σχέση με το ασκορβικό οξύ από μόνο του. Επιπρόσθετα, τα φλαβονοειδή είναι κατά κανόνα ασφαλή και μη τοξικά. Ημερήσια πρόσληψή τους μέχρι και 2 γραμμάρια φαίνεται να μην προκαλεί παρενέργειες (11). Μετά από οξείες αθλητικούς τραυματισμούς, όπως διάστρεμμα, ρήξεις, μώλωπες, αιματώματα, συστήνεται η πρόσληψη 1-2 γραμ/μέρα φλαβονοειδών, με στόχο την γρηγορότερη επούλωσή τους (11). Φυσικά όμως, είναι περιορισμένες οι μελέτες που έχουν γίνει όσον αφορά το ρόλο των φλαβονοειδών μετά από αθλητικούς τραυματισμούς. Έτσι, στο μέλλον, θα χρειαστούν και άλλες έρευνες προκειμένου να αποδειχθεί καλύτερα η ευεργετική επίδραση των φλαβονοειδών μετατραυματικά.

Η Σημασία της Φωσφατιδυλοσερίνης

Η φωσφατιδυλοσερίνη αποτελεί ένα τυπικό γλυκεροφωσφολιπίδιο της τάξης των φυσικών λιπιδίων, που αποτελούν τα δομικά συστατικά των βιολογικών μεμβρανών, ιδιαίτερα του εσωτερικού στρώματος της πλασματικής μεμβράνης που περιβάλλει όλα τα κύτταρα. Υπάρχουν θεωρίες ότι η φωσφατιδυλοσερίνη, λόγω της δυνατότητάς της να αλλάζει λειτουργικά τις κυτταρικές μεμβράνες (π.χ. τον αριθμό και την πυκνότητα των υποδοχέων της μεμβράνης) τροποποιεί την νευροενδοκρινολογική απάντηση του σώματος σε καταστάσεις στρες, όπως είναι ο τραυματισμός (157). Υποστηρίζεται ότι δόσεις της, της τάξεως των 400-800mg/μέρα, μειώνουν σημαντικά την απελευθέρωση της ACTH και της κορτιζόλης, οι οποίες φυσιολογικά αυξάνονται μετατραυματικά και καθυστερούν την επούλωση τραυμάτων (7,157). Οι έρευνες που υποστηρίζουν ότι αυτό το γλυκεροφωσφατιδίδιο μπορεί να συμβάλλει στη γρηγορότερη επούλωση των τραυμάτων είναι ελάχιστες, με αποτέλεσμα να απαιτούνται επιπλέον μελέτες προκειμένου να καθοριστεί ο ακριβής ρόλος της φωσφατιδυλοσερίνης μετατραυματικά.

Η Σημασία των Βοτάνων

Υπάρχουν ορισμένα βότανα που χρησιμοποιούνται ευρέως μετά από αθλητικούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς. Αυτά είναι η κουρκούμη, η Aloe, το ζιγγίβερι, το δενδρολίβανο, το αχίλλειον και το MSM. Η κουρκούμη (turmeric) είναι μπαχαρικό της Ν. Αμερικής, το λεγόμενο ινδικό κάρυ, το κύριο ενεργό συστατικό του οποίου είναι η κίτρινη χρωστική κουρκουμίνη (curcumin). Αυτή φαίνεται ότι αναστέλλει ορισμένες φλεγμονώδεις πορείες που πραγματοποιούνται σε διάφορους ιστούς σαν αποτέλεσμα του τραύματος, ενώ αυξάνει και την παραγωγή αντιφλεγμονώδων μεσολαβητών από το σώμα (7,11,156). Πιο συγκεκριμένα, αναστέλλει τη λιποξυγενάση, την κυκλοξυγενάση και τη φωσφολιπάση A₂. Επίσης, εξουδετερώνει το NO, ενώ εμφανίζει αντιοξειδωτικές ιδιότητες επάγοντας την παραγωγή γλουταθειόνης και εξουδετερώνοντας τις ελεύθερες ρίζες. Επιπλέον, μειώνει τη συσσώρευση αιμοπεταλίων και ουδετερόφιλων λευκών αιμοσφαιρίων στην περιοχή του τραύματος (11,156). Συνεπώς, η κουρκουμίνη ασκεί αντιφλεγμονώδη δράση, συγκρίσιμη με αυτή της φαινυλβουταζόνης, ενός μη στεροειδούς αντιφλεγμονώδους φαρμάκου. Συνίσταται ημερήσια πρόσληψη κουρκουμίνης γύρω στα 250-500mg, σε 3 δόσεις, με άδειο στομάχι (11,256). Συνήθως, τα εμπορικά σκευάσματα συνδυάζουν την κουρκουμίνη με βρωμελαΐνη, διότι η τελευταία αυξάνει την απορρόφηση της κουρκουμίνης. Οι πληροφορίες αυτές σχετικά με το ρόλο της κουρκουμίνης μετατραυματικά προέρχονται κυρίως από μελέτες ζώων, γι'αυτό το λόγο θα πρέπει να διεξαχθούν έρευνες και σε τραυματίες αθλητές που θα έχουν ως αντικείμενο μελέτης τις επιδράσεις της κουρκουμίνης μετά από αθλητικά μυοσκελετικά τραύματα.

Η οικογένεια Aloe περιλαμβάνει πάνω από 200 στενά σχετιζόμενα φυτικά είδη. Ένα από αυτά, η Aloe Vera, χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια για την επούλωση αθλητικών μικροτραυματισμών (158,159). Η Aloe Vera αποτελεί πλούσια πηγή θρεπτικών συστατικών. Σε αυτά τα συστατικά περιλαμβάνονται 20 αμινοξέα, 8 ένζυμα, 9 μέταλλα-ιχνοστοιχεία, φυτοστερόλες, μονοσακχαρίτες, πολυσακχαρίτες, μυκοπολυσακχαρίτες, αντιοξειδωτικά, γλυκοπρωτεΐνες και οι βιταμίνες A,C,E και B (158,159). Μελέτες έχουν δείξει ότι η πρόσληψη 60-240 γραμ./μέρα, σε δόσεις, Aloe Vera βοηθά στην ανάπτυξη των κυττάρων και στην ενίσχυση του κολλαγόνου στο στάδιο της επούλωσης τραυμάτων. Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι η Aloe Vera μειώνει την ένταση της φλεγμονής και προάγει την κυτταρική επιδιόρθωση μετατραυματικά. Σήμερα, πολλοί επώνυμοι αθλητές καταναλώνουν χυμούς Aloe Vera μετά από

τραυματισμούς τους. Αν και αυτή φαίνεται να έχει ευεργετικά αποτελέσματα όσον αφορά την αποκατάσταση αθλητικών τραυμάτων, εντούτοις θα πρέπει να αποφεύγεται η αλλόγηστη χρήση της καθώς δεν έχουν βρεθεί ακόμη τα ασφαλή όρια ημερήσιας πρόσληψής της (158,159).

Το ζιγγίβερι (ginger) είναι ένα μπαχαρικό που εμποδίζει τη δράση της κυκλοοξυγενάσης, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η παραγωγή προσταγλαδίνων και θρομβοξάνων και να μειώνεται έτσι η ένταση της φλεγμονής. Συστήνεται ημερήσια πρόσληψη 500-2000mg αυτού του βοτάνου, σε διαιρούμενες δόσεις. Το δενδρολίβανο (rosemary) έχει αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Περιορίζει την παραγωγή του NO και των ελευθέρων ριζών, τα οποία φυσιολογικά σε προφλεγμονώδη περιβάλλον διεγείρουν την κυκλοοξυγενάση και τη λιποξυγενάση. Η προτινόμενη ημερήσια πρόσληψη για αυτό το βότανο είναι 200-1000mg, σε διαιρούμενες δόσεις (7,156).

Το MSM (MethylSulfonylMethane) αποτελεί συντομογραφία της μεθυλσουλφονυλμεθάνης, η οποία βρίσκεται σε μικρές ποσότητες στα τρόφιμα φυτικής προέλευσης. Αυτό το φυσικό προϊόν μειώνει την ένταση της φλεγμονώδους απάντησης μετατραυματικά. Πιο συγκεκριμένα, επιταχύνει την επούλωση των τραυματισμένων χόνδρων, τενόντων, συνδέσμων και μυών βελτιώνοντας τη δύναμη και την αντοχή των χόνδρων, αναστέλλοντας τα ένζυμα που διασπούν τους χόνδρους, ελαττώνοντας τους μυϊκούς σπασμούς, τις μυϊκές κράμπες και τη μυϊκή ακαμψία, βελτιώνοντας τον καθυστερημένο μυϊκό πόνο και ενισχύοντας την παροχή του αίματος που τρέφει τους επουλώμενους ιστούς. Συστήνεται η σταδιακή αύξηση της χορήγησής του, σε διαιρούμενες δόσεις, έτσι ώστε το σώμα να μπορεί να το συνηθίσει. Όταν λαμβάνεται ταυτόχρονα με τα γεύματα, μειώνεται η πιθανότητα να αναπτυχθούν τυχόν παρενέργειές του, όπως είναι ο πονοκέφαλος και οι γαστρεντερικές διαταραχές. Οι δόσεις του που ποικίλλουν ανάλογα με την γαστρεντερική ανοχή του καθενός, κυμαίνονται μεταξύ 100-5000mg/μέρα. Πάντως, προτείνεται να προσλαμβάνεται η μικρότερη δυνατή ποσότητα από αυτό το βότανο, που να επιφέρει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Επίσης, το MSM χορηγείται συνήθως υπό μορφή σκόνης ή δισκίων, ενώ μπορεί να εφαρμοστεί και τοπικά, υπό μορφή κρέμας. Πιστεύεται ότι είναι αποτελεσματικότερο όταν χορηγείται συνδυασμός του, δηλαδή από το στόμα και τοπικά. Επιπλέον, το MSM, το οποίο είναι σχετικά φθηνό προϊόν, χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα από τραυματίες αθλητές, κυρίως μετά από οξείς μυοσκελετικούς τραυματισμούς (7,160).

Γενικά, θα πρέπει να λαμβάνονται προφυλάξεις πριν τη χρήση των παραπάνω βοτάνων, διότι δεν υπάρχουν έγκυρες επιστημονικές έρευνες που να αποδεικνύουν την ασφάλεια και αποτελεσματικότητά τους μετά από αθλητικούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς. Η χορήγησή τους βασίζεται κυρίως σε υποθέσεις, γι'αυτό το λόγο οι τραυματίες αθλητές θα πρέπει να συμβουλευονται τον γιατρό και τον διαιτολόγο τους πριν χρησιμοποιήσουν αυτά τα βότανα.

Ειδικά προϊόντα αποκατάστασης αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών

Σήμερα, πολλοί τραυματίες επαγγελματίες αθλητές χρησιμοποιούν ειδικά προϊόντα αποκατάστασης αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών. Ένα από αυτά είναι το Rehab Special, το οποίο αποτελεί ένα πολυβιταμινούχο/πολυμεταλλούχο σκεύασμα που μαζί με άλλα θρεπτικά συστατικά συνεργιστικά ελατώνουν τη φλεγμονή, καταπολεμούν τις ελεύθερες ρίζες, ενισχύουν τη



θεμέλια ουσία των οστών και βοηθούν στην επιδιόρθωση των συνδετικών ιστών (μύες, οστά, τένοντες και σύνδεσμοι), με αποτέλεσμα να διατηρούν οι τραυματίες αθλητές το εύρος της κίνησής τους (161). Η συνιστώμενη ημερήσια δόση αυτού του σκευάσματος είναι 4 δισκία, τα οποία πρέπει να λαμβάνονται μαζί με τα γεύματα. Τα συστατικά του είναι η βρωμελαΐνη (το λιγότερο 2,000mcu), η βεταΐνη, το γλουταμινικό οξύ (500mg), η χυμοθρυψίνη, η θρυψίνη, η θειϊκή χονδροϊνοτίνη, η παγκρεατίνη (πρωτεάση, αμυλάση, λιπάση), το L-ασπαρτικό οξύ, οι προανθοκυανιδίνες (περιέχονται στα σταφύλια κόκκινου κρασιού), ο μικροκρυσταλλικός υδροξυαπατίτης, η ρουτίνη, διάφοροι μυκοπολυσακχαρίτες, η DL-φαινυλαλανίνη, η DL-μεθειονίνη, η N-ακετυλ-L-κυστεΐνη, ο χαλκός (150μg), ο σίδηρος (1,5mg), το β-καροτένιο (15,000 I.U.), η βιταμίνη A σε μορφή παλμιτικής ρετινόλης (5,000 I.U.), η βιταμίνη D₃ (5,0 I.U.), η βιταμίνη E σε μορφή d-α τοκοφερυλ-ηλεκτρικό οξύ (200 I.U.), το ασκορβικό οξύ (1,000mg), η βιταμίνη B₁ σε μορφή υδροχλωρικής θειαμίνης (50mg), η ριβοφλαμίνη (25mg), η βιταμίνη B₆ σε μορφή συμπλέγματος παντοθενικού ασβεστίου (150 mg) , η βιταμίνη B₁₂ σε μορφή υδροχλωρικής πυριδοξίνης και 5-φωσφορικής πυριδοξάλης (25mg) , η βιταμίνη B₁₂ (100μg), το φυλλικό οξύ (800μg), η βιοτίνη (300μg), η ινositόλη (25mg), το παρα-άμινοβενζοϊκό οξύ ή PABA (50mg), το ασβέστιο σε μορφή κιτρικού ή ασκορβικού ασβεστίου (300mg), το μαγνήσιο σε μορφή ασπαρτικού μαγνησίου (300mg), το κάλιο σε μορφή ασπαρτικού καλίου (75mg), ο ψευδάργυρος σε μορφή ασπαρτικού ψευδαργύρου (20mg), το μαγγάνιο σε μορφή ασπαρτικού μαγγανίου (15mg), το χρώμιο (200μg), το σελήνιο (200μg), το μολυβδένιο (50μg), το βανάδιο (25μg), το βόριο σε μορφή ασπαρτικού ή κιτρικού βορίου (1mg), η χολίνη σε μορφή κιτρικής ή διτρυγικής χολίνης (50mg), ένα σύμπλεγμα από κιτρικά βιοφλαβονοειδή (100mg) και το καπνικό (capsicum).

Ένα ακόμη ειδικό προϊόν που χρησιμοποιείται μετά από αθλητικούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς είναι το joint support formula (162). Αυτό το σκεύασμα περιέχει ένα συνδυασμό συστατικών που βοηθούν στη μείωση της φλεγμονώδους απάντησης καθώς και στην υποχώρηση του πόνου αναστέλλοντας τη δράση των προσταγλαδίνων. Είναι κυρίως αποτελεσματικό για την επιδιόρθωση τραυμάτων στους χόνδρους, στους συνδέσμους, στους τένοντες και στο αρθρικό υγρό. Η δόση αυτού του σκευάσματος κυμαίνεται μεταξύ τεσσάρων καψουλών μία φορά τη μέρα (συνολικά 4 κάψουλες) και τεσσάρων καψουλών δύο φορές τη μέρα (συνολικά 8 κάψουλες). Σε κάθε τέσσερις κάψουλες περιέχονται 200mg βιταμίνης C, 5mg θειαμίνης, 5mg ριβοφλαμίνης, 30mg παντοθενικού οξέος, 6mg βιταμίνης B₆, 6μg βιταμίνης B₁₂, 1mg ψευδαργύρου, 500μg χαλκού, 4mg μαγγανίου, 1500mg υδροχλωρικής γλυκοζαμίνης, 600mg σκόνη κουρκουμίνης, 150mg εκχύλισμα ιτέας, 100mg θειϊκής χονδροϊνοτίνης, 100mg εκχύλισμα γλυκύρριζας, 100mg ακετυλκυστεΐνης, 100mg βρωμελαΐνης, 100mg σκόνης κερκετίνης και 50mg ω3-λιπαρών οξέων.



Ευρύτατα λαμβάνεται από τους τραυματίες αθλητές και το σκεύασμα cytolysé η κυτολυσίνη (149,163). Αυτό περιέχει πρωτεολυτικά ένζυμα σε μεγάλες συγκεντρώσεις με σκοπό την ενίσχυση των αντιφλεγμονώδων συστημάτων του σώματος. Έτσι, παρέχει διατροφική υποστήριξη σε καταστάσεις stress ή πόνου που σχετίζονται με οξεία αθλητικά τραύματα ή χρόνια πόνο. Τα συστατικά της κυτολυσίνης βοηθούν το σώμα να αντιμετωπίσει τους μυϊκούς σπασμούς, διασπούν τα πρωτεϊνικά τοξικά υπολείμματα στην τραυματισμένη περιοχή, βοηθούν στη διάσπαση των άεπτων πρωτεϊνών, των κυτταρικών ακαθαρσιών

και τοξινών στο αίμα, ελαττώνουν την ένταση της φλεγμονής και επιτρέπουν να εισέρχεται στην κυκλοφορία του αίματος περισσότερο οξυγόνο. Κάθε δόση αυτού του σκευάσματος, που ισοδυναμεί με μία κάψουλα, περιέχει 200mg κυτολυσίνης, φωσφορικό μονοκάλιο, κιτρικό κάλιο, λυκοπένια, ρίζα βαλεριανής, γλυκύριζα, νιασιναμίδη, πρωτεάσες 45,000 HUT, ζελατίνη, κυτταρίνη, μαλτοδεξτρίνη και νερό. Συστήνεται καθημερινή πρόσληψη 2 καψουλών από αυτή τη φόρμουλα.

Εκτός από τα παραπάνω, υπάρχουν και βασικά σκευάσματα υποστήριξης τραυματισμών, τα οποία έχουν ως συστατικά κλειδιά τη βιταμίνη C, τη βιταμίνη B₆, το μαγνήσιο, το ψευδάργυρο, το χαλκό, το μαγγάνιο και τα βιοφλαβονοειδή. Αυτά τα σκευάσματα συνίστανται για κάθε μυοσκελετικό τραυματισμό που απαιτεί θεραπεία άνω των δύο εβδομάδων. Η δόση τους εξαρτάται από το στάδιο στο οποίο βρίσκεται η αποθεραπεία. Έτσι, όσο το τραύμα βρίσκεται σε πιο οξείες φάσεις, τόσο περισσότερη πρέπει να είναι η δόση των παραπάνω σκευασμάτων. Καθώς τα συμπτώματα του τραυματισμού υποχωρούν, η συμπληρωματική χορήγηση συνήθως ελαττώνεται σταδιακά από τρεις φορές τη μέρα (μία σε κάθε γεύμα) σε μία. Όταν ο τραυματίας αθλητής είναι ασυμπτωματικός, συστήνεται η συμπληρωματική χορήγηση αυτών των σκευασμάτων μία φορά τη μέρα υπό τη συνοδεία φαγητού για 4-12 εβδομάδες, διότι είναι γνωστό ότι ενώ οι ασθενείς είναι ασυμπτωματικοί και ικανοί να εκτελούν όλες τις δραστηριότητες, αθλητικές και μη, χωρίς πόνο ή ανησυχία, η κυτταρική επαναδιαμόρφωση και αποκατάσταση συνεχίζεται για εβδομάδες ή μήνες. Επίσης, η διάρκεια της συνεχιζόμενης συμπληρωματικής χορήγησης εξαρτάται από τη φύση και την έκταση του τραυματισμού (164).

Όλα τα παραπάνω σκευάσματα κυκλοφορούν ευρύτατα στις Ηνωμένες Πολιτείες, και έχουν εγκριθεί από την Οργάνωση Τροφίμων και Φαρμάκων FDA (Food and Drug Administration). Στην Ελλάδα, η κατάσταση φαίνεται να είναι περίπου η ίδια. Έχουν εγκριθεί από τον ΕΟΦ (Ελληνικός Οργανισμός Φαρμάκων) και κυκλοφορούν ευρύτατα τα πρωτεολυτικά ένζυμα από του στόματος (chymogal) με σκοπό την αποκατάσταση κακώσεων των μαλακών μορίων, διαστρεμμάτων, εξάρθρωσεων και καταγμάτων. Επίσης, μετά από προσωπική προσέγγιση της αντιπροσωπείας αθλητριάτικων ειδών Π.Τζελάλης Ε.Π.Ε., έγινε καταγραφή τριών κατηγοριών σκευασμάτων που λαμβάνονται σε περίπτωση αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι τα σκευάσματα βιταμίνης C, με γεύση λεμόνι, στα οποία το κάθε δισκίο περιέχει 100mg ασκορβικού οξέος (165). Επίσης, εισάγονται από αυτή την αντιπροσωπεία αντιοξειδωτικές βιταμίνες με το όνομα anti-oxy. Αυτές αποτελούν ένα σύμπλεγμα βιταμινών που βοηθά στην καταπολέμηση των ελεύθερων τοξικών ριζών στον οργανισμό. Η σωστή ποσοστιαία περιεκτικότητά αυτού του συμπλέγματος δίνει πολύ καλά αποτελέσματα στη χρήση του μετά από τραυματισμούς ή ακόμα και σε μικρότερες δοσολογίες προληπτικά. Τέλος, η τρίτη κατηγορία σκευασμάτων που εισάγονται από την αντιπροσωπεία Τζελάλης με σκοπό την επούλωση αθλητικών τραυμάτων είναι αμπούλες μαγνησίου, των 20ml η κάθεμία. Οι αμπούλες αυτές βρίσκονται σε υγρή μορφή και περιέχουν μεγάλη ποσότητα μαγνησίου και καλίου ώστε να καταπολεμούνται οι μυϊκοί σπασμοί και το stress που παρατηρούνται συνήθως μετατραυματικά. Παρόλα αυτά, οι αμπούλες αυτές λαμβάνονται πιο συχνά με σκοπό την πρόληψη πιθανών μυϊκών τραυματισμών.



Προτεινόμενα Διαιτητικά Πρωτόκολλα για Μυοσκελετικούς Τραυματισμούς

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφορα διαιτητικά πρωτόκολλα για τη θεραπεία οξέων και χρόνιων μυοσκελετικών τραυματισμών (βλέπε Πίνακες-8.30-8.39). Σε αυτά χρησιμοποιούνται συνδυασμοί συμπληρωμάτων θρεπτικών συστατικών για συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Αν και τα πρωτόκολλα αυτά στηρίζονται περισσότερο σε υποθέσεις παρά σε επιστημονικές έρευνες, εντούτοις αποτελούν το πρώτο βήμα για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των μυοσκελετικών τραυμάτων, αθλητικών και μη (11). Ωστόσο, αποτελεί επιτακτική ανάγκη να διεξαχθούν μελλοντικά επιπλέον μελέτες όσον αφορά την εφαρμογή διαιτητικών πρωτοκόλλων μετατραυματικά.

| Λιποδιαλυτές βιταμίνες | Ημερήσια δόση |
|--|-----------------------------|
| Βιταμίνη Α (παλμιτική ρετινόλη) | 5,000 IU (1000 RE ή 2,7 mg) |
| β-καροτένιο | 5,000-25,000 IU |
| Βιταμίνη D (χοληκαλσιφερόλη) | 100-400 IU |
| Βιταμίνες συμπλέγματος Β | |
| Θειαμίνη | 100 mg |
| Ριβοφλαβίνη | 50mg |
| Νιασιναμίδη | 20-100mg |
| Πυριδοξίνη | 10-50 mg |
| Κυανοκοβαλαμίνη | 0.1mg |
| Φυλλικό οξύ | 0.4 mg |
| Παντοθενικό οξύ | 100 mg |
| Βιοτίνη | 0.1-0.3mg |
| Βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ) | 100-500 mg |
| Μέταλλα-Ιχνοστοιχεία | |
| Ασβέστιο (κιτρικό κ.α.) | 200-500 mg |
| Μαγνήσιο (κιτρικό κ.α.) | 200-500 mg |
| Σίδηρος | Δεν συνίσταται |
| Ψευδάργυρος (μεθειονικός, κιτρικός κ.α.) | 15 mg |
| Μαγγάνιο (ασκορβικό, γλυκονικό κ.α.) | 5-15 mg |
| Χαλκός (ιστιδινικός, γλυκονικός κ.α.) | 2-5 mg |
| Σελήνιο | 50-250 μg |
| Βόριο (βορικό) | 3 mg |
| Χρόμιο (πικολινικό) | 50-250 μ |

Πίνακας 8.30.

| Αντιοξειδωτικά κλειδιά | Ημερήσια δόση |
|--|-------------------|
| β-καροτένιο | 25,000-250,000 IU |
| Βιταμίνη C | 1000-5000mg |
| Σελήνιο | 100-300μg |
| Κυστεΐνη (N-ακετυλ-L-κυστεΐνη) | 500-2000mg |
| Συμπληρωματικά αντιοξειδωτικά | |
| Φλαβονοειδή (κιτρικά, κατεχίνες) | 500-2000mg |
| Συνένζυμο Q ₁₀ (ουβικινόνη) | 10-200mg |
| Ταυρίνη | 500-4000mg |
| L-μεθειονίνη | 500-2000mg |
| Κουρκουμίνη | 100-1000mg |

| | |
|--------------|------------|
| Δενδρολίβανο | 100-1000mg |
| Σκόρδο | 100-1000mg |

Πίνακας 8.31.

| Ένζυμο | Ημερήσια δόση (mg) |
|------------------------|--------------------|
| Παγκρεατίνη | 1000-4000 |
| Θρυψίνη/χυμοθρυψίνη | 500-1000 |
| Βρωμελαΐνη | 500-2000 |
| Παπαΐνη | 500-1000 |
| Μυκητοειδείς πρωτεάσες | 500-2000 |

Πίνακας 8.32.

| Διαιτητικά πρωτόκολλα για διαστρέμματα, ρήξεις μυών και εξάρθρωσεις | |
|---|--|
| <i>Φάση πρώτη:</i> αρχίζει όσο γίνεται πιο γρήγορα μετά τον τραυματισμό, συνεχίζεται για 1 εβδομάδα. | |
| Συστατικά κλειδιά | Ημερήσια δόση |
| Μίγμα πρωτεασών | 4-10 μονάδες, 4 φορές/μέρα, με άδειο στομάχι |
| Ασκορβικό οξύ | 4000 mg (1000 mg, 4 φορές/μέρα) |
| Φλαβονοειδή | 2000 mg (500 mg, 4 φορές/μέρα) |
| Κουρκουμίνη | 2000 mg (500 mg, 4 φορές/μέρα) |
| Προαιρετικά συστατικά | |
| Μίγμα πολυβιταμινούχο/πολυμεταλλούχο | βλέπε Πίνακα- |
| Μίγμα αντιοξειδωτικών | βλέπε Πίνακα- |
| <i>Φάση δεύτερη:</i> εάν έχει συμβεί εκτεταμένη καταστροφή των αρθρώσεων και δεν έχει εξελιχθεί η επούλωση μέχρι το τέλος της πρώτης εβδομάδας μετατραυματικά, τότε ξεκινά το ακόλουθο πρωτόκολλο και συνεχίζεται μέχρι να έχουν επουλωθεί επαρκώς τα τραύματα. | |
| Συστατικά κλειδιά | |
| Ασκορβικό οξύ | 4000mg (1000 mg, 4 φορές/μέρα) |
| Φλαβονοειδή | 2000mg (500 mg, 4 φορές/μέρα) |
| Θειαμίνη | 1000mg (500 mg, 2 φορές/μέρα) |
| Παντοθενικό οξύ | 2000mg (500 mg, 4 φορές/μέρα) |
| Μίγμα πολυβιταμινούχο/πολυμεταλλούχο | βλέπε Πίνακα- |
| Συμπληρωματικά συστατικά | |
| Άλατα γλυκοζαμίνης | 2000mg (500 mg, 4 φορές/μέρα) |
| Θειϊκή χονδροϊνίνη | 2000mg (500 mg, 4 φορές/μέρα) |
| Μίγμα αντιοξειδωτικών | βλέπε Πίνακα- |

Πίνακας 8.33.

| Διαιτητικά πρωτόκολλα για οστικά κατάγματα | |
|---|--|
| <i>Φάση πρώτη:</i> Αρχίζει η χορήγηση των παρακάτω συμπληρωμάτων όσο γρηγορότερα γίνεται μετά τον τραυματισμό, και συνεχίζεται μέχρι να σχηματιστούν οι μαλακοί πόροι του οστού (2-3 εβδομάδες μετατραυματικά). | |
| Συστατικά κλειδιά | Ημερήσια δόση |
| Μίγμα πρωτεασών | 4-10 μονάδες, 4 φορές/μέρα, με άδειο στομάχι |
| Μίγμα πολυβιταμινούχο/πολυμεταλλούχο | βλέπε Πίνακα- |
| Ασκορβικό οξύ | 4000mg (1000mg, 4 φορές/μέρα) |
| Φλαβονοειδή | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |

| | |
|--|----------------------------------|
| Μίγμα αντιοξειδωτικών | βλέπε Πίνακα- |
| Άλατα γλυκοζαμίνης | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| Θειϊκή χονδροϊνοτίνη | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| Συμπληρωματικά συστατικά (ειδικά όταν παρατηρούνται δυσμενείς μεταβολικές αλλαγές) | |
| Αργινίνη | 10 γραμ. (σε 3 ημερήσιες δόσεις) |
| Ορνιθινο-α-κετογλουταρικό (OKG) | 10 γραμ. (5 γραμ, 2 φορές/μέρα) |
| <i>Φάση δεύτερη:</i> αρχίζει η χορήγηση των παρακάτω συμπληρωμάτων κατά τη διάρκεια του σχηματισμού των μαλακών και σκληρών πόρων του οστού. | |
| Συστατικά κλειδιά | Ημερήσια δόση |
| Μίγμα πολυβιταμινούχο/πολυμεταλλούχο | βλέπε Πίνακα- |
| Ασκορβικό οξύ | 4000mg (1000mg, 4 φορές/μέρα) |
| Μίγμα αντιοξειδωτικών | βλέπε Πίνακα- |
| Άλατα γλυκοζαμίνης | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| Θειϊκή χονδροϊνοτίνη | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| <i>Φάση τρίτη :</i> αφότου έχουν υποχωρήσει οι πόροι, η φάση επαναδιαμόρφωσης εξακολουθεί να διεξάγεται. | |
| Μίγμα πολυβιταμινούχο/πολυμεταλλούχο | βλέπε Πίνακα- |

Πίνακας 8.34.

| Διαιτητικά πρωτόκολλα για ρήξεις συνδέσμων και τενόντων | |
|---|--|
| <i>Φάση πρώτη:</i> αρχίζει όσο γίνεται γρηγορότερα μετά τον τραυματισμό, συνεχίζεται για 1 εβδομάδα. | |
| Συστατικά κλειδιά | Ημερήσια δόση |
| Μίγμα πρωτεασών | 4-10 μονάδες, 4 φορές/μέρα, με άδειο στομάχι |
| Ασκορβικό οξύ | 4000mg (1000mg, 4 φορές/μέρα) |
| Φλαβονοειδή | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| Μίγμα αντιοξειδωτικών | βλέπε Πίνακα- |
| Άλατα γλυκοζαμίνης | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| Θειϊκή χονδροϊνοτίνη | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| Συμπληρωματικά συστατικά | |
| Μίγμα πολυβιταμινούχο/πολυμεταλλούχο | βλέπε Πίνακα- |
| Θειαμίνη | 1000mg (500mg, 2 φορές/μέρα) |
| Παντοθενικό οξύ | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| <i>Φάση δεύτερη:</i> οι φάσεις επιδιόρθωσης και επαναδιαμόρφωσης ίσως διαρκέσουν για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα (1-2 χρόνια). Συνεπώς, συστήνεται η συνεχιζόμενη χορήγηση αλάτων γλυκοζαμίνης και θειϊκής χονδροϊνοτίνης σε αυτό το χρονικό διάστημα. | |

Πίνακας 8.35.

| Διαιτητικά πρωτόκολλα για εκτριβές, σχισίματα και άλλα δερματικά τραύματα | |
|--|--|
| <i>Φάση πρώτη:</i> αρχίζει όσο γρηγορότερα γίνεται μετά τον τραυματισμό, συνεχίζεται για 1 εβδομάδα. | |
| Συστατικά κλειδιά | Ημερήσια δόση |
| Μίγμα πρωτεασών | 4-10 μονάδες, 4 φορές/μέρα, με άδειο στομάχι |
| Ασκορβικό οξύ | 4000mg (1000mg, 4 φορές/μέρα) |
| Φλαβονοειδή | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| Μίγμα αντιοξειδωτικών | βλέπε Πίνακα- |

| | |
|--|------------------------------|
| Κουρκουμίνη | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| Βιταμίνη Α (ρετινόλης) | 25,000 IU (μία δόση) |
| Ψευδάργυρος | 50mg (1 ή 2 δόσεις/μέρα) |
| <i>Φάση δεύτερη:</i> τα παρακάτω συμπληρώματα αρχίζουν να χορηγούνται 1 εβδομάδα μετατραυματικά, και συνεχίζονται μέχρι να ολοκληρωθεί η επούλωση του τραύματος. | |
| Μίγμα πολυβιταμινούχο/πολυμεταλλούχο | βλέπε Πίνακα- |
| Μίγμα αντιοξειδωτικών | βλέπε Πίνακα- |

Πίνακας 8.36.

| | |
|--|--|
| Διαιτητικά πρωτόκολλα για μώλωπες, αιματώματα, εκχυμώσεις και θλάσεις | |
| <i>Φάση πρώτη:</i> αρχίζει όσο γίνεται γρηγορότερα μετά τον τραυματισμό, συνεχίζεται για 1 εβδομάδα. | |
| Συστατικά κλειδιά | Ημερήσια δόση |
| Μίγμα πρωτεασών | 4-10 μονάδες, 4 φορές/μέρα, με άδειο στομάχι |
| Ασκορβικό οξύ | 4000mg (1000mg, 4 φορές/μέρα) |
| Φλαβονοειδή | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| Μίγμα αντιοξειδωτικών | βλέπε Πίνακα- |
| Συμπληρωματικά συστατικά | |
| Μίγμα πολυβιταμινούχο/πολυμεταλλούχο | βλέπε Πίνακα- |

Πίνακας 8.37.

| | |
|---|--|
| Διαιτητικά πρωτόκολλα για χρόνιους φλεγμονώδεις τραυματισμούς: θυλακίτιδες, ινοσίτιδες, αρθροθυλακίτιδες και τενοντίτιδες | |
| <i>Φάση πρώτη:</i> ίσως χρειαστούν 2-4 εβδομάδες χορήγησης των παρακάτω συστατικών, έτσι ώστε να μειωθεί η ένταση της φλεγμονής μετατραυματικά. | |
| Συστατικά κλειδιά | Ημερήσια δόση |
| Μίγμα πρωτεασών† | 4-10 μονάδες, 4 φορές/μέρα, με άδειο στομάχι |
| Μίγμα πολυβιταμινούχο/πολυμεταλλούχο | βλέπε Πίνακα- |
| Πυριδοξίνη | 100mg |
| Μαγνήσιο | 500mg/μέρα, σε 2 διαφρούμενες δόσεις |
| Μίγμα αντιοξειδωτικών | βλέπε Πίνακα- |
| Άλατα γλυκοζαμίνης | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| Θειική χονδροϊνοτίνη | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| Συμπληρωματικά συστατικά | |
| Ασκορβικό οξύ | 4000mg (1000mg, 4 φορές/μέρα) |
| Φλαβονοειδή | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| Παντοθενικό οξύ | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα) |
| ω ₃ λιπαρά οξέα | 9 μονάδες/μέρα (3 διαφρούμενες δόσεις) |
| †Η χορήγησή τους πρέπει να διακόπτεται μετά τις 1-2 εβδομάδες μετατραυματικά | |

Πίνακας 8.38.

| Διαιτητικά πρωτόκολλα για χρόνια τραύματα: χρόνιος πόνος | |
|--|--|
| Συστατικά κλειδιά | Ημερήσια δόση |
| D-φαινυλαανίνη† | 2000mg (500mg, 4 φορές/μέρα, με άδειο στομάχι) |
| Πυριδοξίνη | 100mg |
| Θειαμίνη | 1000mg (500mg, 2 φορές/μέρα) |
| Παντοθενικό οξύ | 1000mg (500mg, 2 φορές/μέρα) |
| Κυανοκοβαλαμίνη | 1,0 mg/μέρα |
| Συμπληρωματικά συστατικά | |
| Μίγμα πρωτεασών | 4-10 μονάδες (4 φορές/μέρα, με άδειο στομάχι) |
| Μίγμα αντιοξειδωτικών | βλέπε Πίνακα- |
| Μίγμα πολυβιταμινούχο/πολυμεταλλούχο | βλέπε Πίνακα- |
| †Η D-φαινυλαανίνη δεν πρέπει να χορηγείται για περισσότερο από 3 μήνες | |

Πίνακας 8.39.

Πηγή όλων των παραπάνω πινάκων: Bucci R. Luke, *Nutrition Applied to Injury Rehabilitation and Sports Medicine*, CRC Press, Florida.1995).

Γενικές διατροφικές οδηγίες κατά τη διάρκεια επούλωσης αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών (11,43,52)

Ορισμένα από τα σημεία που πρέπει να ληφθούν υπόψιν για μια σωστή διαιτολογική κάλυψη του αθλητή, κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης των αθλητικών κακώσεων αναφέρονται στον Πίνακα-8.40.

| |
|---|
| ❖ Αποφυγή αύξησης σωματικού βάρους. |
| ❖ Διατήρηση επαρκούς θερμιδικής πρόσληψης (περίπου 35Kcal/Kg/μέρα). Επιπλέον θερμίδες καλό είναι να αποφεύγονται λόγω ακινησίας του αθλητή. |
| ❖ Διατήρηση επαρκούς πρωτεϊνικής πρόσληψης (περίπου 1,5gr/Kg/μέρα). |
| ❖ Αντικατάσταση του λιπαρού κόκκινου κρέατος και των αλλαντικών από ψάρι, κοτόπουλο, αυγά, άπαχο κρέας και άπαχα γαλακτοκομικά προϊόντα. |
| ❖ Αποφυγή των έτοιμων, επεξεργασμένων και ραφιναρισμένων τροφίμων. |
| ❖ Αποφυγή τηγανητών και λιπαρών τροφίμων, όπως βούτυρο, μαργαρίνη, μαγιονέζα, σάλτσες, κρέμα γάλακτος, τυριά και ντρέσινγκς (dressings). |
| ❖ Μείωση στην κατανάλωση NaCl. |
| ❖ Αποφυγή αναψυκτικών, γλυκών, παγωτών. Προτίμηση φρέσκων χυμών, αθλητικών ενεργειακών ποτών, αθλητικών μπαρών χαμηλών σε λιπαρά. |
| ❖ Λήψη πολυβιταμινούχων/πολυμεταλλούχων συμπληρωμάτων. |
| ❖ Αύξηση της πρόσληψης φυτικών ινών με σκοπό την αποφυγή δυσκοιλιότητας, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε πρόσληψη βάρους στο διάστημα αποθεραπείας του αθλητή. |
| ❖ Αύξηση της κατανάλωσης νερού κατά 4 ποτήρια/μέρα (1 μετά το πρωινό ξύπνημα, 1 πριν το μεσημεριανό γεύμα, 1 πριν το βραδινό γεύμα και 1 πριν τον βραδινό ύπνο). Αυτή η αύξηση ενδείκνυται για να αποφευχθεί η δυσκοιλιότητα που μπορεί να εμφανιστεί λόγω απότομης μείωσης της φυσικής δραστηριότητας. |

Πίνακας 8.40. Γενικές διατροφικές οδηγίες κατά τη διάρκεια επούλωσης αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών.

Λειτουργική αποκατάσταση

Φυσικοθεραπευτές και αθλητικοί επιστήμονες συχνά ασχολούνται με την αποκατάσταση τραυματισμών των αθλούμενων. Προκειμένου να υπάρξει επιτυχής έκβαση στο πρόγραμμα αποκατάστασης, είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί αρχικά μία λεπτομερής αξιολόγηση του τραυματισμού, ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη μορφή θεραπείας και λειτουργικής αποκατάστασης (4). Παράλληλα, για να εκτιμηθεί η έκταση του προβλήματος τραυματισμού, είναι απαραίτητο να καθορισθεί η σοβαρότητά του (166). Γενικά η σοβαρότητα των αθλητικών τραυματισμών περιγράφεται βάση έξι κριτηρίων. Αυτά είναι η φύση του τραυματισμού, η διάρκεια και η φύση της θεραπείας, ο χαμένος χρόνος αθλητικής δραστηριότητας, ο χαμένος χρόνος εργασίας, οι μόνιμες βλάβες και το χρηματικό κόστος. Παρακάτω γίνεται μια σύντομη αναφορά στη διαδικασία της αξιολόγησης και θεραπευτικής αγωγής, που αποσκοπούν στην αποκατάσταση της λειτουργικότητας των τραυματισμένων αρθρώσεων και στην επιστροφή του ασκούμενου στις προηγούμενες δραστηριότητές του (4).

Το μοντέλο που συνήθως ακολουθείται είναι η καταγραφή όλων των ευρημάτων/προβλημάτων που εμφανίζονται στον τραυματία αθλητή, ώστε να σχεδιαστούν οι ανάλογοι σκοποί θεραπείας. Έτσι, η καταγραφή αυτή βασίζεται στο "ΥΑΔΟ" σύστημα που σημαίνει:

Υ-υποκειμενικά ευρήματα

Α-αντικειμενικά ευρήματα

Δ-διάγνωση ή αξιολόγηση

Ο-οργάνωση θεραπείας

Στα υποκειμενικά ευρήματα περιλαμβάνονται όλα τα συμπτώματα που αναφέρει ο τραυματίας, όπως πόνος, αδυναμία, μούδιασμα, κ.α. Το ιστορικό του τραυματισμού ανήκει στα υποκειμενικά ευρήματα και σε αυτό ο αθλητικός επιστήμονας προσπαθεί να ανακαλύψει το μηχανισμό και επομένως τους πιθανούς ιστούς που έχουν τραυματιστεί. Επίσης, πολλές φορές είναι χρήσιμο να διερευνάται εάν ο τραυματίας αθλητής έχει υποστεί προηγούμενους τραυματισμούς, και εάν ναι, πώς αυτοί αντιμετωπίστηκαν και ποιά ήταν η κατάληξή τους (4).

Στα αντικειμενικά ευρήματα περιλαμβάνονται όλες οι μετρήσεις της τροχιάς κίνησης, μυϊκής δύναμης, νευροαγγειακής λειτουργίας, αντοχής, ευλυγισίας, ευκαμψίας και λειτουργικότητας του τραυματία, που καταγράφονται από τον εξεταστή. Ιδιαίτερης σημασίας είναι τα τεστ κινητικότητας που βασίζονται στην αξιολόγηση ενεργητικών, παθητικών και κινήσεων αντίστασης, διότι αποτελούν τον τρόπο που μπορεί να επιτευχθεί η διαφορική διάγνωση των τραυματισμένων ιστών (4).

Η προσεκτική εξέταση όλων των υποκειμενικών και αντικειμενικών ευρημάτων οδηγεί στην κλινική αξιολόγηση της μυοσκελετικής δυσλειτουργίας. Επομένως, η αξιολόγηση όλων των ευρημάτων βοηθά στη συνέχεια στο σχεδιασμό των σκοπών θεραπείας και στην επιλογή των κατάλληλων μεθόδων και μέσων αποκατάστασης. Αρχικά η αποκατάσταση αποβλέπει στην προστασία από περαιτέρω τραυματισμό των διαφόρων ιστών της περιοχής τραυματισμού. Στην επίτευξη αυτού του στόχου σημαντικό ρόλο παίζουν η ανάπαυση, η εφαρμογή διαφόρων ναρθικών ή άλλων μέσων προστασίας και η μόρφωση του τραυματία στην αποφυγή διαφόρων κινητικών δραστηριοτήτων. Αργότερα, οι σκοποί αποκατάστασης στοχεύουν στη μείωση του πόνου και πιθανού οιδήματος, καθώς και στην αύξηση της τροχιάς κίνησης. Οι σκοποί αυτοί επιτυγχάνονται με τη χρήση κρυοθεραπείας, ηλεκτροθεραπείας, εγκάρσιας μάλαξης, παθητικών (mobilization), υποβοηθούμενων και ενεργητικών κινήσεων (4).

Καθώς η κίνηση της τραυματισμένης περιοχής βελτιώνεται, η αποκατάσταση αποσκοπεί στην επαναφορά της φυσιολογικής τροχιάς, δύναμης, ευλυγισίας, αντοχής και ισχύος των τραυματισμένων ιστών. Για τους σκοπούς αυτούς επιλέγονται παθητικές

ασκήσεις, διατάσεις, ασκήσεις αντιστάσεως, αντοχής και ισχύος. Το τελικό στάδιο της αποκατάστασης περιλαμβάνει την επαναφορά της φυσιολογικής εμβιομηχανικής λειτουργίας της άρθρωσης, αύξηση της ιδιοδεκτικότητας και κιναισθησίας, καθώς και προοδευτική επιστροφή του ασκούμενου στις προηγούμενες δραστηριότητές του. Αυτό είναι βασικά το στάδιο της λειτουργικής αποκατάστασης και είναι απαραίτητο ο αθλούμενος να έχει επιτυχώς ολοκληρώσει τα προηγούμενα στάδια. Στις θεραπευτικές μεθόδους περιλαμβάνονται ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας, ασκήσεις ισχύος και ανάλυση της εμβιομηχανικής για τη συγκεκριμένη δραστηριότητα. Συνεπώς, η λειτουργική αποκατάσταση είναι το τελευταίο στάδιο της θεραπευτικής αγωγής, όπου ο σκοπός είναι να εκτελεί ο ασκούμενος εμβιομηχανικά σωστά το πρόγραμμα άσκησής του, στην ταχύτητα που απαιτείται, ώστε να αποφεύγονται υποτροπές και επαναλαμβανόμενοι τραυματισμοί. Παρακάτω, αναλύονται ορισμένα από τα μέσα που χρησιμοποιούνται για την αποκατάσταση των αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών (4).

Το πρώτο στάδιο μετατραυματικά περιλαμβάνει ακινητοποίηση (immobilization) της τραυματισμένης περιοχής. Με αυτό τον τρόπο δεν εξασθενίζει μόνο ο πόνος αλλά αποτρέπεται επιπλέον προσβολή του τραύματος μέχρι να γίνει έγκυρη διάγνωση και να σχεδιαστεί το κατάλληλο θεραπευτικό πλάνο. Επίσης, η ακινητοποίηση μπορεί να εφαρμοστεί για να αναπαυτεί ένα τραυματισμένο άκρο κατά τη διάρκεια της πορείας επούλωσης καθώς βοηθάει στη λύση του πρηξίματος και διατηρεί τους ιστούς γύρω από το τραύμα σε καλή κατάσταση. Με την τεχνική της ακινητοποίησης θεραπεύονται κυρίως οξεία τραύματα των άκρων, ενώ η χρήση της εφαρμόζεται διαφορετικά ανάλογα με την ηλικία του ασθενούς, το τραυματισμένο άκρο, τον ιστό που περιλαμβάνεται και την έκταση του τραύματος. Συγκεκριμένοι τύποι ακινητοποίησης είναι ο νάρθηκας, ο γύψος, οι πατερίτσες, τα στυλώματα και άλλα ορθωτικά (167).

Συχνά μετά από αθλητικούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς χρησιμοποιούνται διάφοροι φυσικοί παράγοντες, όπως η θερμότητα, το κρύο, ο ηλεκτρισμός και οι υπέρηχοι (167,168,169). Σκοπός της χρήσης τους είναι η μείωση του πόνου και του πρηξίματος και η προώθηση της ιστικής επούλωσης. Πιο συγκεκριμένα, η θερμοθεραπεία οδηγεί σε αυξημένη θερμοκρασία του δέρματος και των υποδόριων ιστών. Επίσης, η εφαρμογή της έχει ως αποτέλεσμα να διασταλεί η τραυματισμένη περιοχή, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η ροή του αίματος προς αυτή και να απομακρυνθεί η θερμότητα από αυτή, εμποδίζοντας έτσι την ιστική καταστροφή. Ακόμη, η θερμοθεραπεία προκαλεί απελευθέρωση χημικών μεσολαβητών σχετιζόμενων με την φλεγμονή, συμπεριλαμβανομένου την ισταμίνη και τις προσταγλαδίνες. Αυτές οι ουσίες παράγουν μια ήπια φλεγμονώδη αντίδραση που επιφέρει αγγειοδιαστολή, η οποία οδηγεί σε αυξημένη διαπερατότητα των τριχοειδικών μεμβρανών. Η εφαρμογή θερμότητας μπορεί να αυξήσει και τον ιστικό μεταβολισμό και αυτή η αύξηση οδηγεί σε μεγαλύτερες απαιτήσεις για οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά, με αποτέλεσμα να διεγείρεται η αιματική ροή προς την τραυματισμένη περιοχή. Η θερμοθεραπεία συνίσταται μετά από χρόνιους τραυματισμούς, κυρίως για την ανακούφιση του πιασίματος και της ακαμψίας των αρθρώσεων, ενώ μερικές φορές χρησιμοποιείται εναλλάξ με τον πάγο, υπό την παρακολούθηση ιατρού. Αντίθετα, η θερμότητα αντενδείκνυται σε περίπτωση οξέων τραυματισμών, διότι αυξάνει το οίδημα και την αιμορραγία καθώς επιφέρει ήπια οξεία φλεγμονώδη απάντηση. Οι πηγές θερμότητας συμπεριλαμβάνουν τα θερμαινόμενα μαξιλαράκια, τα βάλσαμα, τις αλοιφές, τις ειδικές λάμπες και τα υδρομασάζ (167,168,169). Από την άλλη πλευρά, η εφαρμογή κρυοθεραπείας επιφέρει ακριβώς τα αντίθετα αποτελέσματα από αυτά της θερμοθεραπείας. Ένας γενικός κανόνας που ισχύει στην αθλητιατρική είναι ότι ο πάγος είναι το κατάλληλο "φάρμακο" σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις τραυματισμών, όπως κατάγματα, διαστρέμματα και μυϊκά τραβήγματα, εκτός από τα κρυοπαγήματα εφόσον

σε αυτά δεν υπάρχει ανοικτό τραύμα στην επιφάνεια του δέρματος. Η χρήση του πάγου έχει πολλά ευεργετικά αποτελέσματα, κυρίως στην πρώιμη μετατραυματική περίοδο. Κρυώνει την τραυματισμένη περιοχή, εμποδίζοντας και μειώνοντας το πρήξιμο. Ελατώνει τον πόνο και βοηθά στη θεραπεία. Η χρήση του πάγου σε σοβαρούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς παραμένει η κλασική θεραπεία, εδώ και πολλά χρόνια. Η άμεση εφαρμογή του για την μείωση του πόνου και του πρηξίματος είναι παγκοσμίως παραδεκτή στον τομέα της αθλητριάτικης. Η άμεση χρήση του δρα σαν τοπικό αναισθητικό, ενώ μειώνει την αιμορραγία και τη δημιουργία οιδήματος. Στις περιπτώσεις όπου συνίσταται η χρήση του πάγου, θα πρέπει να τοποθετείται πάνω στην τραυματισμένη περιοχή για διαστήματα 15-20 λεπτών, τρεις έως πέντε φορές την ημέρα. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι με τους οποίους μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Πιο εύκολος είναι ο πάγος σε πλαστική συσκευασία, που υπάρχει σε διάφορα μεγέθη και χρησιμοποιείται από πολλούς προπονητές. Ενδιαφέρον όμως παρουσιάζει και η κρυοκινητική, η οποία αποτελεί συνδυασμό πάγου και άσκησης. Η χρήση του πάγου κατά τη διάρκεια της κρυοκινητικής ελατώνει τον πόνο, επιτρέποντας έτσι στον τραυματία αθλητή να ασκεί την τραυματισμένη περιοχή. Η χρήση της άσκησης κατά τη διάρκεια της κρυοκινητικής ενεργοποιεί το λεμφικό σύστημα ώστε αυτό να βοηθήσει στην ελάττωση του πρηξίματος. Επιπλέον, η ενεργή άσκηση αποτρέπει την εμφάνιση συμφύσεων, διεγείρει την οστεοβλαστική δραστηριότητα και προάγει την ευθυγράμμιση των μυϊκών ινών (167,168,169).

Όπως προαναφέρθηκε, σε προγράμματα αποκατάστασης αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών χρησιμοποιείται και η ηλεκτρική διέγερση, με σκοπό την ελάττωση του πόνου και την μυϊκή ενδυνάμωση. Αν και ο ακριβής μηχανισμός δράσης της δεν είναι απόλυτα σαφής, η ηλεκτρική διέγερση φαίνεται να είναι αποτελεσματική σε διάφορες κλινικές περιπτώσεις (167,168,169). Τέλος, και το σύστημα των υπερήχων εφαρμόζεται σε αρκετές περιπτώσεις μετατραυματικά. Οι υπερήχοι παράγουν μία έντονη θερμική απάντηση σε βαθύτερους ιστούς του σώματος (έως και 5 cm κάτω από την επιφάνεια του σώματος). Ιστοί με μεγάλο πρωτεϊνικό περιεχόμενο φαίνεται να απορροφούν εκλεκτικά την ενέργεια των υπερήχων. Έτσι, δομές όπως τα νεύρα, οι τένοντες, οι μύες, οι σύνδεσμοι και οι αρθρώσεις μπορούν να θερμαίνονται από τη χρήση των υπερήχων. Εκτός από τις θερμικές ιδιότητές τους, οι υπερήχοι έχουν και μη-θερμικές επιδράσεις. Παράγουν ακουστικά μικρορεύματα, τα οποία αυξάνουν τη διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών και τη ροή ιόντων και άλλων μεταβολιτών προς αυτές. Επίσης, αυτά τα μικρορεύματα ευνοούν την είσοδο ασβεστίου στους ινοβλάστες και στα ενδοθηλιακά κύτταρα, με αποτέλεσμα να ενισχύεται ο σχηματισμός κολλαγόνου, η σύσπαση του τραύματος και η αγγειογένεση. Εκτός από αυτά, η εφαρμογή υπερήχων βελτιώνει και τον προσανατολισμό των ινιδίων κολλαγόνου και την ελαστικότητα των ουλών (167,168,169).

Η θεραπευτική άσκηση αποτελεί ένα απαραίτητο στάδιο της πορείας λειτουργικής αποκατάστασης αθλητικών μυοσκελετικών τραυμάτων. Ο τύπος αυτός άσκησης ορίζεται ως εκείνες οι κινήσεις που σχεδιάζονται όχι μόνο για την αποκατάσταση του μεγαλύτερου βαθμού λειτουργικότητας των τραυματισμένων ιστών στο συντομότερο χρονικό διάστημα αλλά και για τη διατήρηση της φυσικής κατάστασης σε υψηλά επίπεδα. Η θεραπευτική άσκηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί με σκοπό τη διατήρηση ή τη βελτίωση του εύρους της κίνησης, της μυϊκής λειτουργίας, της καρδιοαγγειακής υγείας και της διέγερσης των νευρικών υποδοχέων. Ακόμη, στόχος της είναι ο προσανατολισμός των μυϊκών ινών, η επαναγγείωση και η απορρόφηση του ουλώδη συνδετικού ιστού και η ελάττωση της ατροφίας, την οποία προκαλεί η παρατεταμένη ακινητοποίηση. Κάθε πρόγραμμα θεραπευτικής άσκησης οφείλει να λαμβάνει υπόψη τη φύση και τη σοβαρότητα του τραυματισμού, το σκοπό των ασκήσεων, την αλληλουχία και την εξέλιξη των ασκήσεων καθώς επίσης τις

αντενδείξεις και τις προφυλάξεις όσον αφορά τον τύπο των ασκήσεων. Επιπλέον, η ένταση, η συχνότητα και η διάρκεια των ασκήσεων πρέπει να είναι κατάλληλες για το στάδιο στο οποίο βρίσκονται η φλεγμονή, η επούλωση και η φυσική κατάσταση του τραυματία αθλητή.

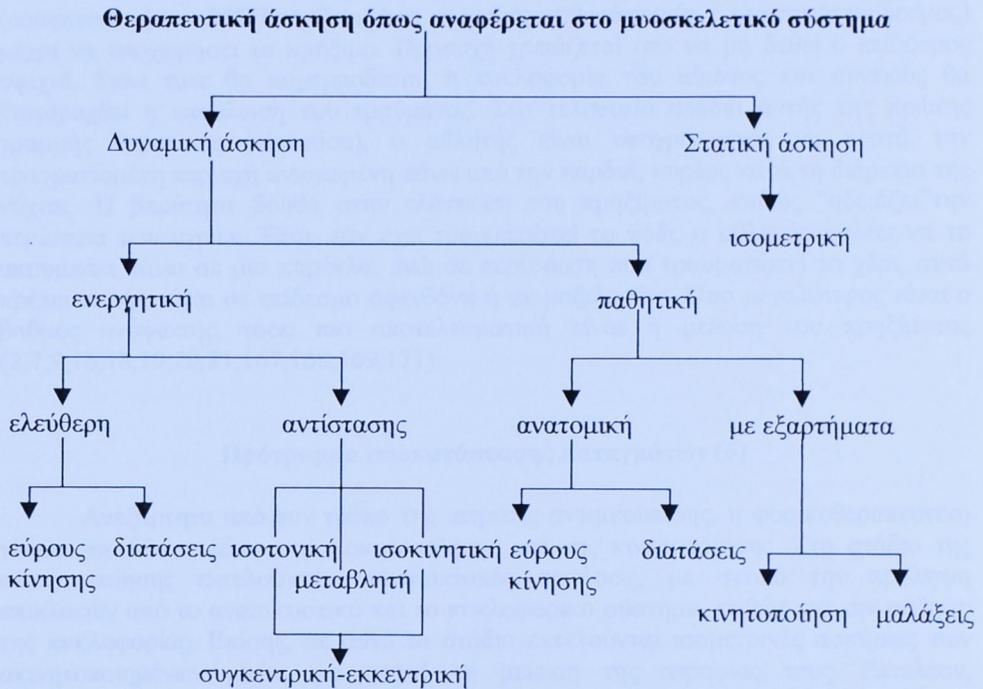
Η θεραπευτική άσκηση μπορεί να χαρακτηριστεί ως στατική ή δυναμική (βλέπε Σχήμα-8.4) (167,168,170). Η στατική περιλαμβάνει την ισομετρική στην οποία δεν συμβαίνει κίνηση των αρθρώσεων. Το μήκος του μυός φαίνεται να είναι σταθερό, όμως στην πραγματικότητα υπάρχει κόντιμα σε επίπεδο σαρκομερίου. Μια ισομετρική σύσπαση λαμβάνει χώρα όταν η ροπή στρέψης που παράγεται από το μυ εξισωθεί με την εξωτερική αντίσταση. Από την άλλη πλευρά, η δυναμική άσκηση μπορεί να είναι είτε ενεργητική είτε παθητική. Η ενεργητική προέρχεται από εκούσια σύσπαση των μυών. Η ελεύθερη ενεργητική άσκηση, που συμβαίνει όταν οι μύες παράγουν κίνηση χωρίς επιπρόσθετη εξωτερική εφαρμοζόμενη πίεση, περιλαμβάνει ασκήσεις εύρους κίνησης (Range-of-Motion, ROM) και διατατικές ασκήσεις. Οι ενεργητικές ασκήσεις εύρους κίνησης περιλαμβάνουν εκείνες τις κινήσεις μέσα στο απεριόριστα διαθέσιμο εύρος κίνησης που παράγονται από εκούσια σύσπαση των μυών. Οι ενεργές διατατικές ασκήσεις είναι αυτές στις οποίες ο αθλητής προσπαθεί εκούσια να κινηθεί πέρα από το περιορισμένο εύρος κίνησης. Γι' αυτό, οι ενεργητικές ασκήσεις τύπου ROM πραγματοποιούνται για να διατηρηθεί η κίνηση, ενώ οι ενεργητικές διατατικές ασκήσεις γίνονται για να αυξηθεί η κίνηση. Οι ενεργητικές ασκήσεις αντίστασης είναι αυτές στις οποίες ο τραυματίας χρησιμοποιεί εκούσια μυϊκή σύσπαση έτσι ώστε να κινηθεί ενάντια σε μια εξωτερικά εφαρμοζόμενη αντίσταση. Αυτού του τύπου ασκήσεις διακρίνονται σε ισοτονικές και ισοκινητικές. Οι ισοτονικές χαρακτηρίζονται από ποικίλη τάση μέσα στο μυ και από μη ελεγχόμενη ταχύτητα. Επιπρόσθετα, παρέχουν κινήσεις ενάντια σε μια καθορισμένη εξωτερική αντίσταση. Αντίθετα, οι ισοκινητικές περιλαμβάνουν κινήσεις σε σταθερή ταχύτητα, ενώ η εφαρμοζόμενη εξωτερική αντίσταση σε αυτές είναι ποικίλη και προσαρμοζόμενη. Επιπλέον, η αντίσταση κατά τη διάρκεια ισοκινητικής άσκησης είναι ανάλογη της προσπάθειας που καταβάλει ο τραυματίας αθλητής (167,168,170).

Μια παραλλαγή των ισοτονικών ασκήσεων είναι οι ασκήσεις ασταθούς-μεταβλητής αντίστασης. Σε αυτές, όπως και στις ισοτονικές, οι αρθρώσεις ή οι μυϊκές ομάδες κινούνται διαμέσω ενός εύρους κίνησης ενάντια στην αντίσταση. Όμως, η διαφορά τους από τις ισοτονικές είναι ότι η αντίσταση μεταβάλλεται σε μια προσπάθεια να μιμηθεί ή να αναπαράγει τα μηχανικά πλεονεκτήματα του μυ ή της άρθρωσης, έτσι ώστε ο μυς να δουλεύει σχεδόν σε μέγιστη αντίσταση διαμέσω του εύρους κίνησης. Οι ισοτονικές, ισοκινητικές και μεταβλητής αντίστασης ασκήσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν είτε συγκεντρικά είτε εκκεντρικά. Στις συγκεντρικές ασκήσεις ο μυς κονταίνει καθώς συσπάται, ενώ στις εκκεντρικές ο μυς μακραίνει καθώς συσπάται. Οι συγκεντρικές συσπάσεις είναι απαραίτητες για την επιτάχυνση του σώματος, ενώ οι εκκεντρικές είναι απαραίτητες για την επιβράδυνσή του. Επίσης, κατά τη διάρκεια μιας συγκεντρικής σύσπασης, η δύναμη που δημιουργείται από το μυ μειώνεται καθώς η ταχύτητα σύσπασης αυξάνει, ενώ κατά τη διάρκεια μιας εκκεντρικής σύσπασης, η δύναμη που δημιουργείται από το μυ αυξάνεται καθώς η ταχύτητα σύσπασης αυξάνει. Επιπλέον, οι συγκεντρικές συσπάσεις συμβαίνουν όταν η εσωτερική πίεση που δημιουργείται από το μυ ξεπερνά την εξωτερική αντίσταση που εφαρμόζεται. Αντίθετα, οι εκκεντρικές συσπάσεις λαμβάνουν χώρα όταν η εξωτερική αντίσταση υπερκαλύπτει την εσωτερική αντίσταση που δημιουργεί ο μυς. Γι' αυτό το λόγο, εάν η εκκεντρική άσκηση γίνεται λανθασμένα τότε σχετίζεται με καθυστερημένο μυϊκό πόνο και με επιδείνωση του τραυματισμού (167,168,170).

Οι ισοτονικές, ισοκινητικές και ασταθούς αντίστασης ασκήσεις συνήθως χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν την μυϊκή απόδοση, συμπεριλαμβανομένου τη

δύναμη, το έργο, την ισχύ και την αντοχή. Η δύναμη ορίζεται ως το μέγιστο ποσό πίεσης που μπορεί να δημιουργήσει ένας μυς για έναν συγκεκριμένο τύπο και μια συγκεκριμένη ταχύτητα σύσπασης. Το έργο και η ισχύς συχνά εμπεριέχονται στη δύναμη. Η μυϊκή αντοχή είναι η ικανότητα ενός μυ ή μιας μυϊκής ομάδας να παράγει πίεση ή έργο με την πάροδο του χρόνου χωρίς κόυραση. Έτσι, όσο η αντοχή βελτιώνεται τόσο ο μυς είναι ικανός να εκτελεί μεγαλύτερο αριθμό συσπάσεων ή να αντέχει ένα φορτίο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η ενεργητική άσκηση αντίστασης εφαρμόζεται με σκοπό να βελτιώσει τη μυϊκή δύναμη και αντοχή. Οι ασκήσεις ενδυνάμωσης σχεδιάζονται για να αυξήσουν τη μέγιστη πίεση που ένας μυς μπορεί να παράγει. Παραδοσιακά, αυτές οι ασκήσεις είναι ισχυρής αντίστασης, χαμηλής επαναληψιμότητας και πραγματοποιούνται για 6-12 επαναλήψεις. Από την άλλη πλευρά, οι ασκήσεις αντοχής είναι μικρής έως μέτριας αντίστασης και πραγματοποιούνται για ένα μεγάλο αριθμό επαναλήψεων. Αυτού του είδους οι ασκήσεις οδηγούν σε περιφερικές και κεντρικές προσαρμογές που βελτιώνουν την ικανότητα του τραυματία να εκτελεί ασκήσεις ενδυνάμωσης. Αντενδείξεις για τις ασκήσεις αντίστασης αποτελούν η ενεργή φλεγμονή και ο πόνος, έτσι η χρήση τέτοιων ασκήσεων υπό την παρουσία φλεγμονής μπορεί να προκαλέσει περαιτέρω ιστικό τραύμα και να επιδεινώσει τον πόνο και το πρήξιμο (167,168,170).

Η παθητική άσκηση περιλαμβάνει κινήσεις χωρίς εκούσια μυϊκή προσπάθεια από την πλευρά του αθλητή. Έτσι, οι παθητικές ασκήσεις συμβαίνουν ως αποτέλεσμα εξωτερικά εφαρμοζόμενων πιέσεων και διακρίνονται σε ανατομικές και επικουρικές (με τη βοήθεια εξαρτημάτων). Οι ανατομικές, που επιφέρουν γωνιώδη μετατόπιση μιας άρθρωσης ως αποτέλεσμα στροφής του οστού, μπορούν να γίνουν είτε με μορφή εύρους κίνησης είτε με μορφή διατάσεων (stretching). Υπάρχουν τρεις τύποι διατάσεων, οι στατικές, οι βαλλιστικές και οι ιδιοδόχες νευρομυϊκής διευκόλυνσης (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation ή PNF). Οι στατικές, οι πιο πολυχρησιμοποιημένες, πρέπει να εκτελούνται αργά, με την κάθε διάταση να διαρκεί πάνω από δέκα δευτερόλεπτα. Συστήνεται η εκτέλεση αρκετών επαναλήψεων (5-10), ανάλογα με την ανάγκη βελτίωσης του τραύματος. Οι βαλλιστικές χρησιμοποιούν επαναλαμβανόμενες συσπάσεις ενός αγωνιστή μυ με σκοπό να παραχθεί μια γρήγορη, ενεργή διάταση του ανταγωνιστή μυ. Όμως, αν και αυτή η μέθοδος διατάσεων είναι αποτελεσματική, εντούτοις δεν χρησιμοποιείται ευρύτατα για θεραπευτικούς σκοπούς διότι υπάρχει ο ενδεχόμενος κίνδυνος της υπερδιάτασης (overstretching). Οι PNF βασίζονται στην αρχή της κούρασης ενός μύος λόγω παρατεταμένης ισομετρικής σύσπασης του ενάντια σε μια καθορισμένη αντίσταση. Καθώς ο μυς αυτός θα χαλαρώσει στη συνέχεια, ο ανταγωνιστής μυς θα συσπαστεί. Οι επικουρικές παθητικές ασκήσεις από την άλλη περιλαμβάνουν αρθροκινηματική κίνηση των αρθρικών επιφανειών, η οποία απαιτείται για τη φυσιολογική ανατομική κίνηση της άρθρωσης, και περιλαμβάνει ολίσθηση και στριφογύρισμα των αρθρικών επιφανειών. Οι παθητικές επικουρικές κινήσεις των αρθρώσεων πραγματοποιούνται για να αυξήσουν την ενέργεια των αρθρώσεων, η οποία χρειάζεται για την φυσιολογική λειτουργία τους. Η κινητοποίηση των αρθρώσεων περιλαμβάνει παθητικές επικουρικές κινήσεις που συμβαίνουν σε χαμηλή ταχύτητα και διακρίνονται σε ταλαντωτικές ή συντηρητικές έχοντας ως σκοπό τη μείωση του πόνου και την αύξηση της κινητικότητας των αρθρώσεων αντίστοιχα. Η μάλαξη είναι μια γρήγορη παθητική επικουρική κίνηση που λαμβάνει χώρα στο τέλος του διαθέσιμου εύρους κίνησης και χρησιμοποιείται για την εναπόκτηση των τελικών βαθμίδων κίνησης (167,168,169,170).



Σχήμα 8.4. Θεραπευτική άσκηση όπως αναφέρεται στο μυοσκελετικό σύστημα. (Ittgang JJ et al, *Rehabilitation of the Injured Athlete*, Orthop Clin North Am. 1995 Jul;26(3):561-77).

Η αποκατάσταση απαιτεί οι φυσικοθεραπευτές και οι προπονητές να γνωρίζουν καλά τις επιδράσεις των διαφόρων τύπων ασκήσεων καθώς και τη χρήση των ειδικών φυσικών παραγόντων που εφαρμόζονται μετατραυματικά. Ο σκοπός, οι ενδείξεις, οι αντενδείξεις και οι προφυλάξεις για τη χρήση αυτών των διαδικασιών πρέπει να είναι γνωστές. Οι προπονητές και οι φυσικοθεραπευτές χρειάζεται επίσης να συσχετίζουν τις επιδράσεις των φυσικών παραγόντων και των θεραπευτικών ασκήσεων με τους σκοπούς αποκατάστασης στο συγκεκριμένο αθλητή. Η δημιουργία κατάλληλων στόχων κατά τη διάρκεια αποκατάστασης εξαρτάται από την ικανότητα εκτίμησης της έκτασης του τραυματισμού και από τη λειτουργική κατάσταση του τραυματία αθλητή. Η κατανόηση της παθολογίας και της διαδικασίας επουλώσης είναι ακόμη απαραίτητα για μια κατάλληλη αποκατάσταση. Η ανατομία, η κινησιολογία και η βιομηχανική πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάπτυξη προγραμμάτων αποκατάστασης. Τέλος, το σημαντικότερο ίσως σε αυτά τα προγράμματα είναι να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να ανταποκρίνονται στις εξατομικευμένες απαιτήσεις του κάθε τραυματία αθλητή (168,169).

Στη συνέχεια, θα ακολουθήσει συνοπτική περιγραφή της πορείας αποκατάστασης συγκεκριμένων αθλητικών μυοσκελετικών τραυμάτων. Αξίζει να αναφερθεί όμως ότι σχεδόν σε όλους τους αθλητικούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς, προτείνεται γενικά ως πρώτη γραμμή θεραπείας η εφαρμογή του RICE (Rest, Ice, Compression and Elevation), και αργότερα εφαρμόζεται η ειδική θεραπεία για τον κάθε είδους τραυματισμό. Αναλύοντας το RICE παρατηρούμε ότι χωρίζεται σε τέσσερα στάδια. Στο πρώτο (Rest), ο τραυματίας θα πρέπει να αποφεύγει δραστηριότητες που προκαλούν πόνο, πρήξιμο και δυσαρέσκεια. Στο δεύτερο στάδιο (Ice), οφείλει ο τραυματισμένος αθλητής να τοποθετεί πάγο στην τραυματισμένη περιοχή για 10-15 λεπτά, κάθε 2-3 ώρες, τις πρώτες 24-36 ώρες μετατραυματικά. Ο πάγος, όπως προαναφέρθηκε, ελαττώνει τον πόνο, το πρήξιμο και τη φλεγμονή. Το τρίτο στάδιο

(compression) του RICE περιλαμβάνει τη χρήση επιθεμάτων (π.χ. ελαστικός επίδεσμος) μέχρι να υποχωρήσει το πρήξιμο. Προσοχή χρειάζεται στο να μη δεθεί ο επίδεσμος σφιχτά, διότι τότε θα παρεμποδιστεί η κυκλοφορία του αίματος και συνεπώς θα διαταραχθεί η επούλωση του τραύματος. Στο τελευταίο στάδιο αυτής της πρώτης γραμμής θεραπείας (elevation), ο αθλητής είναι υποχρεωμένος να κρατά την τραυματισμένη περιοχή ανυψωμένη πάνω από την καρδιά, κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η βαρύτητα βοηθά στην ελάττωση του πρηξίματος, καθώς “αδειάζει” την περίσσεια των υγρών. Έτσι, εάν έχει τραυματιστεί το πόδι, ο αθλητής πρέπει να το ακουμπάει πάνω σε μια καρέκλα, ενώ σε περίπτωση που τραυματιστεί το χέρι, αυτό πρέπει να κρατάται σε επίδεσμο σφενδόνη ή σε μαξιλαράκι. Όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός ανύψωσης, τόσο πιο αποτελεσματική είναι η μείωση του πρηξίματος (2,7,9,16,18,19,20,31,167,168,169,171).

Πρόγραμμα αποκατάστασης καταγμάτων (6)

Ανεξάρτητα από τον τρόπο της ιατρικής αντιμετώπισης, η φυσικοθεραπευτική γίνεται σε δύο στάδια: της ακινητοποίησης και της κινητοποίησης. Στο στάδιο της ακινητοποίησης εκτελούνται αναπνευστικές ασκήσεις, με σκοπό την πρόληψη επιπλοκών από το αναπνευστικό και το κυκλοφορικό σύστημα, καθώς και την αύξηση της κυκλοφορίας. Επίσης, σε αυτό το στάδιο εκτελούνται ισομετρικές ασκήσεις των ακινητοποιημένων μυών, με σκοπό τη μείωση της ατροφίας τους. Επιπλέον, πραγματοποιούνται ισοτονικές ασκήσεις των μυών των περιοχών που δεν επηρεάζουν, με τη μορφή της κινηματικής αλυσίδας, την περιοχή του κατάγματος. Στο στάδιο της κινητοποίησης αρχίζει η κίνηση του κατάγματος έξω από το κρεβάτι, η οποία πρέπει να είναι προοδευτική και, αν το κατάγμα είναι στο κάτω άκρο, να προσεχθούν ιδιαίτερα οι ορθοστατικές διαταραχές, χρησιμοποιώντας επίδεση στα κάτω άκρα και ανακλινόμενο κρεβάτι. Ακόμη, σε αυτό το στάδιο είναι αναγκαίο να διδαχθεί ο σωστός τρόπος βάδισης με πατερίτσες ή άλλο βοηθητικό μέσο, ενώ θα πρέπει να αρχίσουν ασκήσεις με σκοπό την εναπόκτηση της τροχιάς της άρθρωσης, η οποία είναι δύσκαμπτη εξαιτίας της χειρουργικής επέμβασης και της ακινητοποίησης. Όταν η πάρωση του κατάγματος θα είναι ικανοποιητική και θα έχει επαναποκτηθεί το εύρος κίνησης της άρθρωσης, μπορούν να αρχίσουν ασκήσεις με σκοπό την ενδυνάμωση των μυών της περιοχής. Γενικά, ένας αθλητής που προέρχεται από κατάγμα και πρέπει να ξαναρχίσει κινητικές δραστηριότητες, οφείλει κατά το σχεδιασμό του προγράμματος επανένταξης του στην ομάδα ή επαναφοράς του στο προ του κατάγματος επίπεδο φυσικής κατάστασης και δραστηριοτήτων, να λάβει υπόψη του τα παρακάτω: τον τρόπο θεραπείας του κατάγματος, δηλαδή εάν είναι συντηρητικός ή χειρουργικός, τις κινηματικές αλυσίδες, δηλαδή εάν είναι κλειστές ή ανοιχτές, την αντοχή του οστού στα διάφορα είδη φόρτισης, την ένταση και την επαναληψιμότητα των ασκήσεων και την σταδιακή επιβάρυνση του οστού. Όσον αφορά την ένταση και τις επαναλήψεις των ασκήσεων, αυτές θα πρέπει να είναι μικρές στην αρχή, να αυξάνονται προοδευτικά και να υπάρχουν πολλά διαλείμματα, γιατί σε ένα οστόν που έχει χάσει ένα μέρος της αντοχής του, από την ακινητοποίηση, τα κατάγματα από καταπόνηση γίνονται πολύ εύκολα. Τέλος, μετά από αθλητικά κατάγματα, δεν πρέπει να παραβιάζεται η σειρά των παρακάτω κινητικών δραστηριοτήτων

α) jogging

β) ταχύτητες

γ) αναπηδήσεις

δ) άλματα

ε) ευθύγραμμες δρομικές δραστηριότητες

στ) κοψίματα σε γωνίες 30, 60 και 90 μοιρών, δεξιά και αριστερά
 ζ) προσοχή στις δραστηριότητες που προϋποθέτουν στροφή.

Πρόγραμμα αποκατάστασης τραυματισμών του μυοτενόντιου συνόλου (6)

Στους τραυματισμούς του μυοτενόντιου συνόλου ανήκουν κυρίως οι θλάσεις και οι τενοντίτιδες. Οι θλάσεις χωρίζονται σε πρώτου, δευτέρου και τρίτου βαθμού. Οι θλάσεις πρώτου βαθμού είναι τραυματισμοί σχετικά μικροί και για την αποκατάστασή τους δε χρειάζεται μεγάλο χρονικό διάστημα. Επειδή το κύριο σύμπτωμα είναι ο πόνος, ο οποίος προέρχεται από το οίδημα, ο σκοπός της θεραπείας είναι η μείωση του οιδήματος, με την υποχώρηση του οποίου παύει σχεδόν κάθε ενόχληση και η λειτουργία του μυός αποκαθίσταται στα φυσιολογικά επίπεδα. Για το σκοπό αυτό πρέπει να τοποθετηθεί πάγος από την πρώτη στιγμή και να συνεχίζει να τοποθετείται τις πρώτες 2-3 μέρες, 4-6 φορές την ημέρα, από 15 περίπου λεπτά κάθε φορά. Είναι αναγκαίο ακόμη να γίνει μια πειστική επίδεση και να μη χρησιμοποιείται το πάσχον μέλος για ένα ή δύο εικοσιτετράωρα. Εκτός από τη φαρμακευτική αγωγή που θα συστήσει ο γιατρός, μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλα τα φυσικοθεραπευτικά μέσα που βοηθούν στην απορρόφηση του οιδήματος, όπως laser, υπέρηχα, διαθερμίες κ.α. Από πλευράς ασκήσεων μπορούν και πρέπει να γίνουν ήπιες διατάσεις σε ανώδυνα όρια, καθώς και ισομετρικές συστολές, γιατί βοηθούν σημαντικά στην απορρόφηση του οιδήματος. Ακόμα, μπορούν να γίνουν ενεργητικές ασκήσεις σε ανώδυνα όρια και, καθώς το οίδημα υποχωρεί, ο αθλούμενος μπορεί, όταν δεν θα υπάρχει καθόλου πόνος, να εκτελεί ασκήσεις με αντίσταση και προοδευτικά να αρχίσει εντονότερες κινητικές δραστηριότητες. Επειδή η διαδικασία της απορρόφησης του οιδήματος διαρκεί περίπου 7-10 μέρες και δεν υπάρχει μείωση της δύναμης και των άλλων παραμέτρων που συνιστούν την καλή φυσική κατάσταση, ο τραυματίας μπορεί πολύ σύντομα και χωρίς ιδιαίτερη προετοιμασία και εφ'όσον δεν αισθάνεται πόνο, να επαναλάβει τις προηγούμενες κινητικές του δραστηριότητες (6).

Οι θλάσεις δευτέρου και τρίτου βαθμού έχουν την ίδια αντιμετώπιση με τα αιματώματα, η οποία χωρίζεται σε τρία στάδια. Το πρώτο στάδιο αρχίζει από τη στιγμή που έγινε η θλάση και συνεχίζεται για τις επόμενες 48 ώρες. Ο πρώτος σκοπός της αποκατάστασης των θλάσεων είναι να σταματήσει η αιμορραγία και να προληφθεί η ρήξη περισσότερων μυϊκών ινών. Αυτός ο σκοπός επιτυγχάνεται με πειστική επίδεση, με ανύψωση και ακινητοποίηση του τραυματισμένου μέλους και με τοποθέτηση πάγου, 4-5 φορές την ημέρα, από 15 περίπου λεπτά κάθε φορά. Σε αυτή τη φάση της θεραπείας, δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται το τραυματισμένο μέλος. Ακόμα, ο τραυματίας μπορεί να εκτελεί ισομετρικές ασκήσεις του τραυματισμένου μυοτενόντιου συνόλου, αλλά απαγορεύονται η μάλλαξη, η εφαρμογή θερμότητας και οι ασκήσεις για αποκατάσταση εύρους τροχιάς των παρακειμένων αρθρώσεων, γιατί με τη θερμότητα και τις μαλάξεις πιθανόν να μεγαλώσει η αιμορραγία και με τις ασκήσεις για αποκατάσταση του εύρους τροχιάς της άρθρωσης, θα επιβραδυνθεί η διαδικασία επούλωσης. Το δεύτερο στάδιο αρχίζει μετά τις πρώτες 48 ώρες από τον τραυματισμό, όταν το οίδημα πλέον έχει σταθεροποιηθεί. Σκοπός του είναι η υποβοήθηση της απορρόφησης του οιδήματος και της διαδικασίας επούλωσης, που επιγχάνεται με την εφαρμογή κάποιας μορφής θερμότητας (υπέρηχα, laser), με διατάσεις και με ισομετρικές ασκήσεις. Επίσης, στόχος του είναι η διατήρηση της ελαστικότητας του ουλώδους οστού που θα δημιουργηθεί στο σημείο του τραυματισμού. Αυτή επιτυγχάνεται με διατάσεις, οι οποίες πρέπει να είναι ήπιες και να μην προκαλούν πόνο. Άλλος ένας στόχος του δεύτερου σταδίου επούλωσης θλάσεων δευτέρου και τρίτου βαθμού είναι η επαναλίκηση του εύρους τροχιάς των παρακειμένων αρθρώσεων. Για το σκοπό αυτό εκτελούνται ισοτονικές ασκήσεις του τραυματισμένου μέλους, χωρίς

εξωτερική επιβάρυνση. Το τρίτο στάδιο αρχίζει όταν κατά την εκτέλεση των ελεύθερων ενεργητικών ασκήσεων δεν υπάρχει καθόλου πόνος, όταν έχει αποκατασταθεί το εύρος τροχιάς των παρακειμένων αρθρώσεων και το οίδημα έχει απορροφηθεί. Στο στάδιο αυτό, ο σκοπός της αποκατάστασης είναι η επαναλειτουργία των λειτουργικών δυνατοτήτων του τραυματισμένου μέλους στα πριν τον τραυματισμό επίπεδα. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, σε ένα ημερήσιο πρόγραμμα αποκατάστασης, περιλαμβάνονται οι ακόλουθες δραστηριότητες:

α) Διατάσεις: Σε αυτό το στάδιο, οι διατάσεις έχουν σα σκοπό την ευθυγράμμιση των νεαρών μορφών των κολλαγόνων ινών της περιοχής του τραυματισμού.

β) Δρομικές δραστηριότητες: Αρχίζουν προοδευτικά, με κριτήριο τον πόνο και εκτελούνται με την παρακάτω σειρά:

i) Την πρώτη μέρα εκτελείται jogging 500 περίπου μέτρα και αν δεν υπάρξει πόνος, συνεχίζεται για 3-4 μέρες, προσθέτοντας κάθε φορά και 400-500 μέτρα περίπου. Αν υπάρξει πόνος, ακολουθείται το πρόγραμμα της προηγούμενης μέρας.

ii) Εφ'όσον δεν υπάρχει πόνος με jogging 1500 περίπου μέτρων, στο πρόγραμμα προστίθενται ταχύτητες, που προοδευτικά γίνονται δυσκολότερες, με την παρακάτω σειρά:

1. Την πρώτη μέρα, 6-8 κατοστάρια, με το 50% της ταχύτητας.
2. Την δεύτερη μέρα, 6-8 κατοστάρια, με το 75% της ταχύτητας.
3. Την τρίτη μέρα, 6-8 κατοστάρια, με το 100% της ταχύτητας.
4. Την τέταρτη μέρα 6-8 κατοστάρια και μερικές εκκινήσεις
5. Τις επόμενες μέρες, προστίθενται κοψίματα, δεξιά-αριστερά, κάθε 10 μέτρα.

γ) Μυϊκή ενδυνάμωση: Γίνεται και αυτή προοδευτικά, αφού πρώτα προσδιορισθεί η μέγιστη δύναμη του υγιούς και του τραυματισμένου μέλους και υπολογισθεί η διαφορά τους στη δύναμη. Αυτό γίνεται για να καθοριστεί ο τελικός στόχος, αλλά και το βάρος που πρέπει να εφαρμοστεί, σαν εξωτερική επιβάρυνση, για να υπάρξει ασφαλής αλλά και αποδοτική ενδυνάμωση. Σε καθημερινή βάση γίνονται:

α) Τρία σετ των 10 επαναλήψεων, με βάρος κατά 10% λιγότερο από αυτό που μπορεί να σηκώσει το τραυματισμένο μέλος, για αύξηση της δύναμης.

β) Ένα σετ των 20 επαναλήψεων, με βάρος κατά 30% λιγότερο του βάρους που μπορεί να σηκώσει το τραυματισμένο μέλος, με σκοπό την αύξηση της αντοχής. Μετά από την άσκηση με τα βάρη, πρέπει να τοποθετείται πάγος για 10-15 λεπτά.

Όταν η διαφορά στη δύναμη, μεταξύ υγιούς και τραυματισμένου μέλους είναι μικρότερη από 10%, ο τραυματίας είναι έτοιμος να συμμετάσχει σε αγώνα ή σε κινητικές δραστηριότητες ανάλογες του επιπέδου των δυνατοτήτων του και των προηγούμενων δραστηριοτήτων του. Η αποκατάσταση ολοκληρώνεται όταν ο τραυματίας έχει εκτελέσει και τις τρεις δραστηριότητες του τρίτου σταδίου (διατάσεις, τρέξιμο, βάρη) με επιτυχία (6).

Όσον αφορά τις τενοντίτιδες, αφού τεθεί η διάγνωση τους από το γιατρό, η οποία πολλές φορές είναι δύσκολη, καθορίζεται η αποκατάσταση, η οποία σε οξείες περιπτώσεις είναι συντηρητική και σε χρόνιες, κατά κανόνα, χειρουργική. Στο συντηρητικό πρόγραμμα αποκατάστασης μιας τενοντίτιδας (το πιο σύνηθες) διακρίνονται δύο, όχι και τόσο σαφώς διαχωρισμένες μεταξύ τους, φάσεις: η φάση της ανάπαυσης και η φάση των δραστηριοτήτων. Η ανάπαυση, σα θεραπεία στη τενοντίτιδα, είναι κάτι αυθαίρετο και μπορεί να κυμαίνεται από την ολιγοήμερη αποφυγή κάποιων επώδυνων δραστηριοτήτων, μέχρι και την τοποθέτηση νάρθηκα, για 3 έως 6 εβδομάδες. Γενικά, σαν κανόνας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η αρχή της αποφυγής, για μακρό χρονικό διάστημα, οποιασδήποτε δραστηριότητας προκαλεί έντονο πόνο, γιατί ο πόνος είναι το κλινικό σημάδι που μας πληροφορεί ότι η φλεγμονώδης φάση στον τένοντα είναι σε εξέλιξη. Επίσης, η ακινητοποίηση της άρθρωσης με νάρθηκα, για μεγάλο χρονικό διάστημα, έχει δυσμενέστερες επιπτώσεις

σε αυτήν, γι' αυτό το λόγο, η χρήση νάρθηκα και η έλλειψη δραστηριότητας για μεγάλα χρονικά διαστήματα καλό θα είναι να αποφεύγονται, όταν και όσο είναι δυνατόν. Συνήθως, συνίσταται η αποχή από τις αθλητικές δραστηριότητες για 4-5 μέρες ή και περισσότερο, αν είναι αναγκαίο. Σαν εναλλακτική λύση προτείνεται η περιορισμένη δραστηριότητα, με τη χρήση ελαστικής επίδεσης. Με τον όρο περιορισμένη δραστηριότητα εννοείται ότι ο τραυματισμένος τένοντας θα χρησιμοποιείται, αλλά θα προφυλάσσεται από μεγάλες φορτίσεις, οι οποίες μπορεί να τον τραυματίσουν περισσότερο. Σε αυτή τη φάση της ανάπαυσης, εκτός από την ανάλογη φαρμακευτική αγωγή που θα συσταθεί, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πάγος, ηλεκτρικός ερεθισμός και εν τω βάθει θερμότητα (6).

Μετά τη φάση ανάπαυσης, ακολουθεί η περίοδος δραστηριοτήτων. Στο σχεδιασμό του προγράμματος δραστηριοτήτων για την αποκατάσταση της τενοντίτιδας, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες:

α) Το μέγεθος του πόνου: Ο πόνος είναι το κύριο κλινικό σημείο, που είναι ανάλογο της σοβαρότητας της τενοντίτιδας. Η λανθασμένη εκτίμησή του μεγέθους του κατά τη θεραπεία αυτού του τραυματισμού, είναι η κύρια αιτία της αποτυχίας του προγράμματος αποκατάστασης. Γενικά, ο πόνος πρέπει να εκτιμάται σωστά, γιατί σε αυτόν θα στηριχθεί κανείς για να αυξήσει ή να μειώσει την ένταση των ασκήσεων και γενικά των δραστηριοτήτων. Αν υποεκτιμηθεί, θα υπάρξει επανατραυματισμός, αν υπερεκτιμηθεί, δεν θα υπάρξει κανένα αποτέλεσμα από την άσκηση στον τένοντα. Μία ενδιάμεση κατάσταση (ούτε πολύς, ούτε λίγος πόνος), είναι η επιθυμητή.

β) Τη μηχανική του μυοτενόντιου συνόλου: Το πρόγραμμα των ασκήσεων, εκτός από τις ισοκινητικές και τις μειομετρικές ασκήσεις, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη γύμναση ενός αθλητή, θα πρέπει να εστιαστεί κυρίως στις πλειομετρικές ασκήσεις. Στηριζόμενοι στους παραπάνω παράγοντες, το πρόγραμμα των δραστηριοτήτων για την αποκατάσταση της τενοντίτιδας, πρέπει να περιλαμβάνει διατάσεις, οι οποίες οφείλουν να είναι ήπιες, να μη δημιουργούν πόνο και να επαναλαμβάνονται 3-5 φορές την ημέρα, καθώς επίσης και ένα προοδευτικό πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων. Σύμφωνα με αυτό το πρόγραμμα, στην αρχή χρειάζονται τρία σετ των 10 επαναλήψεων. Οι κινήσεις τις πρώτες μέρες πρέπει να γίνονται αργά και σχεδόν χωρίς αντίσταση. Για να αυξηθεί προοδευτικά η επιβάρυνση στο μυ και φυσικά στον τένοντά του πρέπει να αυξάνονται οι επαναλήψεις μιας άσκησης για να υπάρξει ενδυναμωτικό αποτέλεσμα, να αυξάνεται η ταχύτητα εκτέλεσης της άσκησης κάθε 2-3 μέρες και ανάλογα με τον πόνο και να αυξάνεται η εξωτερική αντίσταση (βάρος), πάντα με προσοχή λόγω πιθανού κινδύνου επανατραυματισμού. Μετά από κάθε ημερήσια γύμναση, καλό είναι να εκτελούνται διατάσεις, όπως πριν από τις ασκήσεις και πάγος για 5-10 λεπτά (6).

Πρόγραμμα αποκατάστασης βλαβών του αρθρικού χόνδρου (6)

Κατά το σχεδιασμό του προγράμματος ασκήσεων σε αθλούμενους που έχουν τραυματική βλάβη του αρθρικού χόνδρου, πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν τα παρακάτω: Η διαδικασία επουλώσης των τραυματισμών του αρθρικού χόνδρου είναι πλημμελής και χρονικά πολύ μεγάλη. Ακόμη, ο νέος ιστός έχει επιφανειακές ανωμαλίες, γεγονός που σημαίνει ότι οι τριβές κατά την κίνηση θα είναι πολύ μεγάλες. Επίσης, ο καινούργιος ιστός δεν έχει διαβατότητα, με αποτέλεσμα να παρεμποδίζεται τοπικά η λίπανση και η θρέψη του αρθρικού χόνδρου, ενώ χαρακτηρίζεται και από διαφορετική πυκνότητα από τον παρακείμενο υαλοειδή αρθρικό χόνδρο, με αποτέλεσμα οι τάσεις στα όρια του νέου ιστού να είναι αυξημένες. Τέλος, ο νέος ιστός έχει μειωμένη ελαστικότητα και τα εφαρμοζόμενα φορτία δεν μεταβιβάζονται σε όλη την επιφάνεια του χόνδρου. Με βάση τα παραπάνω, οι ασκήσεις σε αθλούμενο με βλάβες του αρθρικού χόνδρου, πρέπει να μη δημιουργούν μεγάλες τριβές, να βελτιώνουν το νευρομυϊκό συντονισμό και να

γίνονται στην τροχιά της άρθρωσης, που η φόρτιση είναι μικρή. Ακόμη, οι ασκήσεις στην άρθρωση που έχει το πρόβλημα χρειάζεται να γίνονται με μεγάλη ταχύτητα, με μικρή επιβάρυνση και πολλές επαναλήψεις (6).

Πρόγραμμα μετεγχειρητικής αποκατάστασης προσθίου χιαστού συνδέσμου (172)

1-2 εβδομάδες

1. Γράφεις με το μεγάλο δάκτυλο του ποδιού τα γράμματα της αλφαβήτου πέντε φορές τη μέρα (το πόδι ακουμπά στο κρεβάτι).
2. Προσπάθεια για κλείσιμο του ποδιού (κάμψη) στις 90° και έκταση στις 0°.
3. Συσπάσεις τετρακεφάλου (μαξιλαράκι κάτω από το γόνατο και μετράς μέχρι το πέντε 20 φορές επί πέντε φορές τη μέρα).
4. Τοποθετείς το πόδι ψηλά σε μαξιλάρια και εφαρμόζεις ψυχρά επιθέματα.

3-4 εβδομάδες

1. Ενεργητικές ασκήσεις απαγωγών-προσαγωγών 3 σετ x10 επαναλήψεις 3 φορές την ημέρα.
2. Ξάπλωμα μπρούμητα με τα πόδια έξω από το κρεβάτι για πλήρη έκταση. 3 φορές την ημέρα γίνονται προσπάθειες για κάμψη στις 90° από την ίδια θέση υποβοηθώντας με το υγιές.
Ο νάρθηκας δεν είναι απαραίτητος για βάδιση μέσα στο σπίτι.
3. Ανυψώσεις του σκέλους (τεντωμένο το πόδι μετράς έως το 10 και κατεβάζεις).
4. Ασκήσεις σε μπανιέρα ή πισίνα.
Προσπάθεια για κάμψη-έκταση μέσα στο νερό.
5. Βάδιση με φόρτιση στο πόδι αρχικά με πατερίτσες και σταδιακά χωρίς πατερίτσες. Μετά την τρίτη εβδομάδα αφαιρείς την μία πατερίτσα και την τέταρτη την άλλη.

5-6 εβδομάδες

1. Συνεχίζει τις προηγούμενες ασκήσεις, μπορεί να κάνει κάμψη σε πλήρη τροχιά (0°-135°).
2. Ποδήλατο χωρίς αντίσταση, κάθισμα και σήκωμα σε καρέκλα.
3. Ενδυνάμωση με λάστιχο από όρθια θέση σε όλα τα επίπεδα και ενδυνάμωση του γαστροκνημίου.
4. Τρέξιμο μέσα σε πισίνα αφού η μέση τουλάχιστον βρίσκεται μέσα στο νερό.
Έλεγχος πάντα για το οίδημα και εφαρμογή ψυχρών επιθεμάτων πάντα μετά από τις ασκήσεις.

7-12 εβδομάδες

1. Αφαιρούμε το νάρθηκα και βαδίζουμε ελεύθερα (όχι τακούνια).
2. Ασκήσεις κάμψης-έκτασης για διατήρηση πλήρους εύρους κίνησης του γόνατος χωρίς όμως βάρη.
3. Ανύψωση στα δάκτυλα των ποδιών.
4. Ισομετρικές ασκήσεις τετρακεφάλου οπισθίων μηριαίων προσαγωγών και απαγωγών με λάστιχο ή με βάρη 1 έως 5 κιλά υπό την εποπτεία του φυσιοθεραπευτού.
Στην άσκηση αυτή δεν λυγίζουμε το γόνατο.

5. Ημικαθίσματα. Ακουμπάμε την πλάτη στον τοίχο και λυγίζουμε τα γόνατα έως 30°-40°. Αργότερα μπορεί να προσθέσουμε στους ώμους μια μπάρα έως 15 κιλά (στο φυσιοθεραπευτήριο).
6. Steps-μικρά-μεγάλα (στο φυσιοθεραπευτήριο).
7. Leg press-έως 60° (στο φυσιοθεραπευτήριο).
8. Στατικό ποδήλατο με την σέλα ψηλά στην αρχή χωρίς αντίσταση και αργότερα με αντίσταση προοδευτικά.
9. Ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας (στο φυσιοθεραπευτήριο).
Στο σπίτι βάδιση σε φουσκωμένο στρώμα θαλάσσης για εκμάθηση ισορροπίας-τραμπολίνο.
10. Κολύμπι στη θάλασσα ή σε πισίνα ελεύθερο ή ύπτιο με ή όχι βατραχοπέδιλα και με γόνατα τεντωμένα (όχι πρόσθιο).
11. Τροχάδην μέσα στο νερό με την στάθμη του να φτάνει στο ύψος του στήθους αρχικά και της κοιλιάς αργότερα.
12. Μετά τις ασκήσεις βάζουμε στο γόνατο πάγο (πάντοτε).

4^{ος}-5^{ος}-6^{ος} μήνας

4^{ος} μήνας: Συνεχίζουμε τις ασκήσεις που ήδη κάναμε από την έβδομη-δωδέκατη εβδομάδα.

Κολύμπι-ποδήλατο-ημικαθίσματα.

Τροχάδην στο νερό-ισομετρικές ασκήσεις τετρακεφάλου, οπίσθιων μηριαίων, προσαγωγών-απαγωγών.

Προσθέτουμε και επιτόπια άλματα, σχοινάκι, ήπιες ισοτονικές ασκήσεις 4/κεφάλου-οπίσθιων μηριαίων, διατάξεις όλων των μυϊκών συστημάτων, ενδυνάμωση κοιλιακών, απαλό τροχάδην σε μαλακό έδαφος (χόρτο εάν μπορούμε).

5^{ος} μήνας: Τροχάδην με στιγμές επιτάχυνσης-επιβράδυνσης 20μ-2μ-20μ-2μ.

Τροχάδην με οκτάρια.

Τροχάδην με αλλαγές διεύθυνσης.

Ασκήσεις σε σκαλάκια εμπρός-πίσω.

Ενεργότερες ισοτονικές ασκήσεις 4/κεφάλου-οπίσθιων μηριαίων.

6^{ος} μήνας: Αρχίζουμε ατομική προπόνηση με την μπάλα (καμιά επαφή με αντίπαλο ακόμη).

Ασκήσεις στην κερκίδα πάνω-κάτω.

- Σε όλες τις φάσεις: συνεχίζουμε τις ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας (στρώμα).
- Σε όλες τις φάσεις: δεν ξεχνάμε τις διατάξεις.
- Η πρόσθεση των ασκήσεων γίνεται προοδευτικά.
- Το πρόγραμμα εξατομικεύεται όσον αφορά το χρόνο, την διάρκεια και την ένταση των ασκήσεων.
- Ως αδρό κριτήριο της ομαλής προόδου θεωρούμε το να μην πονάει και να μην πρήζεται το γόνατο.
- Στο τέλος του εξαμήνου επισκεπτόμαστε για τελευταία φορά τον ιατρό μας.
- Οι ισοτονικές ασκήσεις γίνονται λιγίζοντας-τεντώνοντας το γόνατο, ενώ οι ισομετρικές με το γόνατο τεντωμένο συνεχώς.
- Η απόφαση επιστροφής στον αγώνα είναι στην αρμοδιότητα του προπονητή, αλλά η ψυχολογική τόνωση του αθλητή είναι έργο όλης της ομάδας. Συνήθως οι αθλητές μετά από βαρύ συνδεσμικό τραυματισμό, ο οποίος τους κράτησε αρκετούς μήνες

μακριά από κάθε αθλητική δραστηριότητα, χρειάζονται ψυχολογική υποστήριξη και τόνωση για να ξεπεράσουν το πρόβλημά τους και να χρησιμοποιήσουν ελεύθερα το τραυματισμένο τους πόδι (172).



Ψυχολογική αποκατάσταση

Για να υπάρξει ομαλή αποκατάσταση ενός αθλητικού τραύματος απαιτείται και ψυχολογική υποστήριξη του αθλούμενου (44,45,46,47). Πρέπει ο ψυχολόγος να βοηθήσει τον τραυματία αθλητή να υιοθετήσει και να διατηρήσει μια θετική στάση και νοοτροπία απέναντι στον τραυματισμό του. Ο τραυματίας οφείλει να θέτει ρεαλιστικούς, βραχυπρόθεσμους στόχους, κυρίως καθημερινούς, οι οποίοι καθώς θα υλοποιούνται θα τον γεμίζουν αισιοδοξία και κουράγιο για να συνεχίσει την αποθεραπεία του. Οι μακροπρόθεσμοι στόχοι φαίνεται ότι δεν βοηθούν, γι' αυτό τον λόγο δεν ενδείκνυνται. Επιπλέον, προτείνεται ο τραυματίας να διατηρεί ένα αρχείο σχετικά με την πρόοδο της αποκατάστασής του. Αυτό θα τον βοηθήσει να διατηρήσει την αισιοδοξία του σε περίπτωση που παρουσιαστεί κάποιο προσωρινό πρόβλημα όσον αφορά την αποθεραπεία του. Ακόμη, ο τραυματισμένος αθλητής θα πρέπει να μιλά στον εαυτό του και στους άλλους με θετικό τρόπο όσον αφορά τον τραυματισμό του. Δεν μπορεί βέβαια να αλλάξει το γεγονός ότι είναι τραυματίας, αλλά μπορεί να ελέγχει τις σκέψεις του σχετικά με τον τραυματισμό και την αποκατάστασή του. Το να μιλά με θετικό τρόπο στον εαυτό του και στους άλλους για την αποθεραπεία του δεν σημαίνει ότι αρνείται τις δυσκολίες. Απλά σημαίνει ότι διαλέγει να τις ξεπεράσει ενεργά. Αντιθέτως, εάν υιοθετήσει μια αρνητική, παθητική στάση κατηγορώντας και αποδίδοντας ευθύνες στον εαυτό του, τότε διακατέχεται από λύπη, άγχος, πόνο και αγωνία που εμποδίζουν την επουλωση του τραύματός του. Στην ψυχολογική υποστήριξη του τραυματία αθλητή εμπεριέχεται και η ανάπτυξη φαντασίας. Διάφορες φανταστικές εικόνες και σκέψεις πλήρους αποκατάστασης έχει αποδειχθεί ότι βοηθούν στην επιτάχυνση των αθλητικών τραυματισμών. Επίσης, προτείνεται ο τραυματίας αθλητής καθώς εκτελεί μια άσκηση φυσικοθεραπείας να φαντάζεται ότι το τραυματισμένο τμήμα του σώματός του επαναποκτά δύναμη (44,45,46,47).

Ακόμη, είναι θετικό ο τραυματίας να επιδιώκει να συνομιλεί με ανθρώπους που ξέρει ότι θα τον ενισχύσουν ψυχικά, όπως είναι ο ψυχολόγος του, οι γονείς του, οι φίλοι του, οι συναθλητές του και ο προπονητής του. Έρευνες έχουν δείξει ότι τραυματίες αθλητές που υποστηρίζονται ψυχικά από την οικογένειά τους και τους φίλους τους έχουν λιγότερο άγχος και ψυχικό πόνο με αποτέλεσμα να αναρρώνουν γρηγορότερα συγκριτικά με αυτούς που δεν λαμβάνουν ψυχική υποστήριξη. Επιπλέον, είναι απόλυτα φυσιολογικό ένας αθλητής να έχει ανησυχίες όταν προπονείται για πρώτη φορά μετά από έναν τραυματισμό του. Για να ξεπεράσει αυτή την πρόκληση θα πρέπει να αρχίσει να προετοιμάζεται διανοητικά και ψυχολογικά για την επιστροφή του στις προπονήσεις, πολύ πριν περάσει σε αυτό το στάδιο. Από την αρχή της αποθεραπείας του, ο τραυματίας αθλητής θα πρέπει να φέρνει στο νου του τον εαυτό του να ετοιμάζεται για προπόνηση, να κάνει προθέρμανση, να αγωνίζεται καλά, να λαμβάνει τα συγχαρητήρια από τους συναθλητές και τον προπονητή του. Αυτό θα τον κάνει να πιστέψει ότι τελικά δεν έχασε από τον τραυματισμό όλα αυτά που περίμενε να χάσει. Τέλος, για να μην ελαττώνεται τόσο πολύ η αυτοεκτίμηση του αθλητή μετατραυματικά, αυτός θα πρέπει να ενθαρρύνεται να ενισχύει τα μη τραυματισμένα μέρη του σώματός του για παράδειγμα, όταν κάποιος έχει υποστεί τραύμα στον αστράγαλό του να γυμνάζει τα άνω άκρα του (44,45,46,47).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η είσοδος του επαγγελματισμού στον αθλητισμό τα τελευταία χρόνια, οι συνεχείς πιέσεις από προπονητές, παράγοντες, γονείς και φιλάθλο κοινό προς τους αθλητές για καλύτερες εμφανίσεις και επίτευξη μεγαλύτερων ρεκόρ, έχουν αναγκάσει τους αθλητές να μη διστάζουν να θέσουν σε κίνδυνο ακόμη και την υγεία τους προκειμένου να ανταποκριθούν στις αυξημένες αυτές απαιτήσεις. Δεν είναι λοιπόν σπάνιοι οι αθλητικοί τραυματισμοί, ανάμεσα στους οποίους δεσπόζουν οι μυοσκελετικοί τραυματισμοί, οξείες και χρόνιοι. Μέχρι πριν λίγα χρόνια, η θεραπεία των αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών βασιζόταν στην φαρμακευτική αγωγή, στην ψυχολογική υποστήριξη και στην παραδοσιακή λειτουργική αποκατάσταση. Τα τελευταία όμως χρόνια οι ερευνητές έχουν στρέψει το ενδιαφέρον τους στο ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει και η διατροφή όσον αφορά την επούλωση των αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών. Βέβαια, οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τη σημασία των θρεπτικών συστατικών μετά από αθλητικούς τραυματισμούς είναι περιορισμένες και οι περισσότερες συστάσεις που δίνονται σε αθλητές μετατραυματικά στηρίζονται σε πειράματα σε επιμύες ή μόνο σε υποθέσεις.

Το σημαντικότερο θρεπτικό συστατικό για την επούλωση των αθλητικών τραυμάτων είναι η βιταμίνη C. Πολυάριθμες έρευνες υποστηρίζουν ότι πρέπει να χορηγούνται συμπληρώματά της μετατραυματικά. Επίσης, ένα μεγάλο μέρος μελετών συστήνει την χορήγηση συμπληρωμάτων ψευδαργύρου μετά από τραυματισμούς. Στην σωστή και ίσως γρηγορότερη αποκατάσταση τραυμάτων φαίνεται ότι συμβάλλουν και οι πρωτεΐνες καθώς και ορισμένα αμινοξέα, όπως η αργινίνη και η γλουταμίνη. Επαρκείς προσλήψεις βιταμίνης A, βιταμίνης D, βιταμίνης K και βιταμινών του συμπλέγματος B βοηθούν στην φυσιολογική επούλωση των αθλητικών τραυμάτων. Ακόμη, συνίσταται η συμπληρωματική χορήγηση ασβεστίου, μαγνησίου, χαλκού, μαγγανίου και σεληνίου μετά από αθλητικά μυοσκελετικά τραύματα. Αντίθετα, πρέπει να αποφεύγονται τα συμπληρώματα βιταμίνης E και σιδήρου μετά από τραυματισμούς, διότι μελέτες έχουν δείξει ότι υπερβολική κατανάλωση αυτών των θρεπτικών συστατικών αναστέλλει αντί να ευνοήσει την θεραπεία των τραυματισμών. Επιπρόσθετα, οι τραυματίες αθλητές χρειάζεται να ακολουθούν ένα διαιτολόγιο χαμηλό σε λίπος έτσι ώστε να αποφύγουν την πρόσληψη βάρους κατά την περίοδο ανάρρωσης. Παρόλα αυτά όμως, δεν θα πρέπει να περιορίσουν την πρόσληψη των omega-3 λιπαρών οξέων, διότι αυτή η κατηγορία λιπιδίων έχει αντιφλεγμονώδη δράση, με αποτέλεσμα να είναι ευεργετική στην επούλωση των τραυμάτων. Ακόμη, η απότομη ελάττωση της φυσικής δραστηριότητας των τραυματιών αθλητών αποτελεί προδιαθεσικό παράγοντα για αύξηση του βάρους τους, με αποτέλεσμα αυτοί να πρέπει να προσέχουν η θερμιδική τους πρόσληψη να μην ξεπερνά τη θερμιδική τους κατανάλωση. Επίσης, ένα ισορροπημένο διαιτολόγιο που βασίζεται στην ποικιλία αποτρέπει την ανάπτυξη ανεπαρκειών σε θρεπτικά συστατικά, τα οποία αποτελούν κλειδιά για την ομαλή επούλωση των αθλητικών μυοσκελετικών τραυματισμών. Προτείνεται ακόμη να λαμβάνεται από τους τραυματίες αθλητές συνδυασμός θρεπτικών συστατικών, και όχι μεμονωμένα θρεπτικά συστατικά, διότι πιστεύεται ότι η συνδυασμένη χορήγηση ευνοεί περισσότερο την γρηγορότερη επούλωση των τραυμάτων. Στη σημερινή εποχή, οι περισσότεροι επαγγελματίες αθλητές χρησιμοποιούν ευρύτατα διάφορες ουσίες και βότανα σε περίπτωση που τραυματιστούν. Τα πρωτεολυτικά ένζυμα, οι γλυκοζαμινογλυκάνες, τα φλαβονοειδή, οι αυξητικοί παράγοντες, η Aloe, το MSM καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες μετά από αθλητικούς τραυματισμούς. Ωστόσο, ελάχιστες είναι οι επιστημονικές έρευνες που υποστηρίζουν την ασφαλή χρήση αυτών των ουσιών μετατραυματικά.

Όσον αφορά την λειτουργική αποκατάσταση των αθλητικών μυοσκελετικών τραυμάτων, αυτή χαρακτηρίζεται από τρία θεμελιώδη στάδια. Στο πρώτο στάδιο, ο πάσχων είναι κατά κανόνα κλινήρης, στο δεύτερο είναι περιπατητικός με διάφορα βοηθητικά μέσα και στο τρίτο κινείται ελεύθερα, αλλά δεν αθλείται ελεύθερα. Στα δύο πρώτα στάδια, προέχει η εφαρμογή των φυσικών μέσων και της κίνησης για να προαχθεί η διαδικασία επούλωσης των τραυματισμένων ιστών και το εύρος τροχιάς των αρθρώσεων, ενώ στο τρίτο προέχει η κινησιοθεραπεία (παθητικές-ενεργητικές κινήσεις) για να επανέλθει ο τραυματίας στο προτραυματικό επίπεδο φυσικών δραστηριοτήτων. Θα πρέπει να πάψει να αποτελεί πεποιθήση, ότι είναι αρκετό σε αθλήτη που προέρχεται από τραυματισμό του μυοσκελετικού συστήματος, να μειωθεί απλά και μόνο η ένταση της άσκησης και τίποτα περισσότερο. Μια τέτοια αντιμετώπιση, συνήθως έχει σαν αποτέλεσμα, η άσκηση ή να είναι ανεπαρκής, οπότε δεν προκύπτει καμιά ωφέλεια από αυτή, ή να είναι υπερβολική και να βλάπτει, και μερικές φορές μάλιστα να καταστρέφει αυτό που δημιούργησαν ο τραυματίας αθλητής, ο γιατρός, ο φυσικοθεραπευτής και γενικά όλη η ομάδα αποκατάστασης, μετά από υπομονετική και σκληρή δουλειά.

Συμπερασματικά, η κλασική λειτουργική αποκατάσταση σε συνδυασμό με σωστή και ισορροπημένη διατροφή μπορούν να εξασφαλίσουν τη φυσιολογική επούλωση των αθλητικών μυοσκελετικών τραυμάτων. Όμως, είναι δύσκολο να καθοριστούν οι ακριβείς ποσότητες βιταμινών, μετάλλων, αμινοξέων, ενζύμων και άλλων ουσιών που χρειάζονται για τη σύνθεση, την επιδιόρθωση και την αναγέννηση του συνδετικού ιστού μετά από τραύμα, καθώς το κάθε τραύμα και ο κάθε τραυματίας αθλητής είναι ξεχωριστή περίπτωση. Είναι τελικά τα συμπληρώματα των θρεπτικών συστατικών απαραίτητα για τους αθλητές που τραυματίζονται; Συμβάλλουν στην γρηγορότερη αποκατάσταση των αθλητικών μυοσκελετικών τραυμάτων; Είναι ευεργετικά τα βότανα και τα πρωτεολυτικά ένζυμα που προσλαμβάνονται συνήθως μετατραυματικά; Μήπως προκαλούν παρενέργειες που υπερκαλύπτουν τις θεραπευτικές τους ιδιότητες; Είναι φανερό ότι χρειάζονται περισσότερες μελέτες για να απαντήσουμε σε αυτά τα ερωτήματα. Μέχρι λοιπόν να διερευνηθεί πλήρως ο ρόλος και η ασφάλεια των συμπληρωμάτων διατροφής μετατραυματικά, συνίσταται να αποφεύγεται η αλόγιστη χρήση τους.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

- ACTH: Adrenocorticotropin ή Επινεφριδιοφλοιοτρόπος Ορμόνη/Κορτικοτροπίνη
- GH: Growth Hormone ή Αυξητική Ορμόνη
- ADH: Antidiuretic Hormone ή Αντιδιουρητική Ορμόνη
- T₃: Triiodothyronine ή Τριϊωδοθυρονίνη
- T₄: Thyroxin ή Θυροξίνη
- TSH: Thyroid Stimulating Hormone ή Θυρεοτρόπος Ορμόνη
- LH: Luteinizing Hormone ή Ωχρινοτρόπος Ορμόνη
- FSH: Follicle Stimulating Hormone ή Θυλακιοτρόπος Ορμόνη
- cAMP: cyclic 3' 5'- adenosine monophosphate ή Κυκλικό AMP
- IL-1: Interleukine-1 ή Ιντερλευκίνη-1
- IL-2: Interleukine-2 ή Ιντερλευκίνη-2
- TNF: Tumor Necrosis Factor ή Παράγοντας Ογκικής Νέκρωσης
- NH₃: Αμμωνία
- PDGF: Platelets Derived Growth Factor ή Αυξητικός Παράγοντας των Αιμοπεταλίων
- IGF-1: Insulin-like Growth Factor-1 ή Αυξητικός Παράγοντας Παρόμοιος της Ινσουλίνης-1
- EGF: Epidermal Growth Factor ή Επιδερμικός Αυξητικός Παράγοντας
- TGF-α: Transforming Growth Factor-α ή Αυξητικός Παράγοντας Μετασχηματισμού-α
- TGF-β: Transforming Growth Factor-β ή Αυξητικός Παράγοντας Μετασχηματισμού-β
- FGF: Fibroblast Growth Factor ή Αυξητικός Παράγοντας Ινοβλαστών
- bFGF: Basic Fibroblast Growth Factor ή Βασικός Αυξητικός Παράγοντας Ινοβλαστών
- MDGF: Macrophage-Derived Growth Factor ή Αυξητικός Παράγοντας Προερχόμενος από τα Μακροφάγα
- HB-EGF: Heparin-Binding Epidermal Growth Factor ή Επιδερμικός Αυξητικός Παράγοντας που Δεσμεύει την Ηπαρίνη
- KGF: Keratinocytes Growth Factor ή Αυξητικός Παράγοντας Κερατινοκυττάρων
- KAF: Keratinocyte-Derived Autocrine Factor ή Αυτοκρινής Παράγοντας Προερχόμενος από τα Κερατινοκύτταρα
- PAF: Platelets Activating Factor ή Παράγοντας Ενεργοποίησης των Αιμοπεταλίων
- PTH: Parathyroid Hormone ή Παραθορμόνη
- PNF: Proprioceptive Neuromuscular Facilitation ή Διατάσεις Ιδιοδόχες Νευρομυϊκής Διευκόλυνσης
- HMB: beta-hydroxy-beta-methylbutyrate ή β-Υδροξυ-Μεθυλβουτυρικό Οξύ
- OKG: Ornithine-α-Ketoglutarate ή Ορνιθινο-α-Κετογλουταρικό
- SAM: S-Adenosyl-L-Methionine ή S-Αδενοσυλ-L-Μεθειονίνη
- DPA: D-Phenylalanine ή D-Φαινυλαλανίνη
- TRP: Tryptophan ή Τρυπτοφάνη
- 5OHTRP: 5-Hydroxy-L-Tryptophan ή 5-Υδροξυ-L-Τρυπτοφάνη
- GLA: γ-Linolenic Acid ή γ-Λινολενικό Οξύ

- EPA: Eicosapentaenoic Acid ή Εικοσαπεντανοϊκό Οξύ
- DHA: Docosahexaenoic Acid ή Δωκοσαεξανοϊκό Οξύ
- PGE₂: Prostaglandin E₂ ή Προσταγλαδίνη E₂
- LTB₄: Leukotriene B₄ ή Λευκοτριένιο B₄
- LTB₅: Leukotriene-B₅ ή Λευκοτριένιο B₅
- PG-1: Prostaglandin-1 ή Προσταγλαδίνη-1
- MCT_S: Medium-Chain Triacyl-glycerol ή Τριγλυκερίδια Μέσης Αλύσου
- RDA: Recommended Dietary Allowances ή Συνιστώμενη Διαιτητική Πρόσληψη
- RAR_S: Retinoic Acid Receptors ή Υποδοχείς Ρετινοϊκού Οξέος
- RxR_S: Retinoid X Receptors ή Υποδοχείς του Ρετινοειδούς X
- GAG_S: Glycosaminoglycans ή Γλυκοζαμινογλυκάνες
- Gla: γ-carboxyglutamic acid ή γ-Καρβοξυγλουταμινικό Οξύ
- FAD: Flavin Adenine Dinucleotide ή Φλάβινο-Αδένινο Δινουκλεοτίδιο
- FMN: Flavin Mononucleotide ή Φλάβινο Μονονουκλεοτίδιο
- NAD: Nicotinamide Adenine Dinucleotide ή Νικοτινάμινο-Αδένινο Δινουκλεοτίδιο
- NADP: Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate ή Νικοτινάμινο-Αδένινο-Φωσφο-Δινουκλεοτίδιο
- NADPH: Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate (reduced form) ή αναγμένη μορφή του Νικοτινάμινο-Αδένινο-Φωσφο-Δινουκλεοτιδίου
- ATP: Adenosine Triphosphate ή Τριφωσφορική Αδενοσίνη
- DNA: Deoxyribonucleic Acid ή Δεοξυ-Ριβονουκλεϊκό Οξύ
- RNA: Ribonucleic Acid ή Ριβονουκλεϊκό Οξύ
- G6PD: 6 Glucose-phosphate-Dehydrogenase ή 6-Φωσφορική Αφυδρογονάση της Γλυκόζης
- VDR: VitaminD Receptor ή Υποδοχέας Βιταμίνης D
- MC3T3-E1: Τύπος Οστεοβλαστικών Κυττάρων
- LDH: Lactic Dehydrogenase ή Γαλακτική Αφυδρογονάση
- MT-I, MT-II, MT-III, MTIV: Metallothionines-I,II,III,IV ή Μεταλλοθειονίνες-I,II,III,IV
- CuZnSOD: Copper-Zinc Superoxide Dismutase ή Δισμουτάση Υπεροξειδίου Χαλκού-Ψευδαργύρου
- MnSOD: Manganese Superoxide Dismutase ή Δισμουτάση Υπεροξειδίου Μαγγανίου
- MMP-9: Matrix Metalloproteinase-9 ή Μεταλλοπρωτεάση Μεσοκυττάριας Ουσίας-9
- MMP-2: Matrix Metalloproteinase-2 ή Μεταλλοπρωτεάση Μεσοκυττάριας Ουσίας-2
- GPx: Glutathione Peroxidase ή Υπεροξειδάση της Γλουταθειόνης
- NSAID_S: NonSteroidal Anti-Inflammatory Drugs ή Μη Στεροειδή Αντιφλεγμονώδη Φάρμακα
- GAGPS: Glycosaminoglycan Polysulfate ή Πολυσουλφουρωμένη Γλυκοζαμινογλυκάνη
- MSM: MethylSulfonylMethane ή Μεθυλσουλφονυλμεθάνη
- FDA: Food and Drug Administration ή Οργάνωση Τροφίμων και Φαρμάκων
- ΕΟΦ: Ελληνικός Οργανισμός Φαρμάκων
- NaCl: Αλάτι
- ROM: Range-Of-Motion ή Ασκήσεις Εύρους Κίνησης
- RICE: Rest, Ice, Compression and Elevation ή Ξεκούραση, Πάγος, Επιθέματα και Ανύψωση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. William D. McArdle et al., *Φυσιολογία της Άσκησης Τόμος I*, Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα.2001.
2. Moyer A. Ray, Exercise and Sports Medicine, *Hot Topics*.2000;4:1-11.
3. Tipton CM, Sports Medicine: a century of progress, *J Nutr*.1997;127(5 Suppl):878S-885S.
4. 1^ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Αθλητικής Επιστήμης, *Άσκηση, Ευρωστία, Υγεία*, Αθήνα.2000.
5. McGregor JC, Is sport good for us? A personal view on sporting injuries and how to manage them, *J R Coll Surg Edinb*.1995;40(6):359-62.
6. Αθανασόπουλος Σπύρος, *Κινησιοθεραπεία*, Παραμανίδης Γιώργος, Αθήνα.1989.
7. Burke R.Edmund, *Healing Sports Injuries with Good Nutrition*, Keats Publishing Inc, USA.1998.
8. Bull R. Charles et al., *Handbook of Sports Injuries-Tissue Injury And Healing: Using Medications, Modalities, and Exercise to Maximize Recovery*, Mc Graw-Hill Companies, Canada.1999.
9. www.eaglesrugby.co.uk/info/common.htm, *Sports Injuries, First Aid & Training Tips*,2001.
10. Jarvinen A.H. Tero et al., Muscle strain injuries, *Current Opinion in Rheumatology*. 2000;12:155-61.
11. Bucci R. Luke, *Nutrition Applied to Injury Rehabilitation and Sports Medicine*, CRC Press Inc, USA.1995.
12. Dr. Casazza A. Brian and Dr Wilder Robert, Managing Sports Injuries, *The Charlottesville & Albemarle Observer*. 1999;22(13).
13. Torg Josephs and Shephard J. Roy, *Current Therapy in Sports Medicine-Physiotherapy in Sports Medicine*, Mosby Year book Inc, USA.1995.
14. Dunjey Michael, Stress Fractures in Athletes, *Curtin Health Science*. 2000.
15. Smrcina CM, Stress fractures in athletes, *Nurs Clin North Am*.1991;26(1):159-66.
16. www.mdadvice.com/library/sport/sport222.html, *Hip Fracture*,2000.
17. Andersen Douglas, Nutritional Support For Ligamentous Injuries, *ChiroWeb.com*. 2000.
18. www.cramersportsmed.com/firstaid.html, *Sports First-Aid*, Cramer Products Inc, USA. 1996.
19. Scannell Lynne, *Fractures, Sprains, Strains & Dislocations*, Nighttime Pediatrics Clinics Inc, USA.1998.
20. National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases-American Academy of Orthopedic Surgeons, *Sports Injuries*, Texas.2000.
21. Johnson J. Robert, Winter Sports Injuries Symposium Introduction, *Postgraduate Medicine*. 1999;105(1).
22. Bull R. Charles et al., *Handbook of Sports Injuries-Soccer Injuries*, Mc Graw-Hill Companies, Canada.1999.
23. Kunkel S. Sanford, *Sports Medicine and Rehabilitation. A Sport Specific Approach-Basketball Injuries and Rehabilitation*, Buschbacher Braddom, Canada.1994.
24. Bull R. Charles et al., *Handbook of Sports Injuries-Basketball Injuries*, Mc Graw-Hill Companies, Canada.1999.
25. Renstrom P.A.F.H., *Clinical Practice of Sports Injury Prevention and Care*, Blackwell Scientific Publications, USA-Canada-Australia.1994.

26. Young L. Jeffrey and Press M. Joel, *Sports Medicine and Rehabilitation. A Sport Specific Approach-Rehabilitation of Running Injuries*, Buschbacher Braddom, Canada.1994.
27. Bull R. Charles et al., *Handbook of Sports Injuries-Track and Field Injuries*, Mc Graw-Hill Companies, Canada.1999.
28. Bull R. Charles et al., *Handbook of Sports Injuries-Gymnastic Injuries and Prevention*, Mc Graw-Hill Companies, Canada.1999.
29. Anthony J. Margherita et al., *Sports Medicine and Rehabilitation. A Sport Specific Approach-Issues in Gymnasts and Dancers*, Buschbaschbacher Braddom, Canada.1994.
30. Meeusen R and Borms J, Gymnastic Injuries, *Sports Med.* 1992;13(5):337-56.
31. Dr. Maggs J. Timothy, *Maggs Muscle Management Program User's Manual*, USA.1999.
32. Σέχας Ν. Μιχαήλ, *Χειρουργική-Τόμος Ι*, Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα.1996.
33. Ζαμπέλας Αντώνης, *Σημειώσεις Μαθήματος Κλινική Διατολογία Ι*, Αθήνα.1998.
34. Damink Olde and Soeters P., Nutrition and Wound Healing, *Nurs Times.* 1997;93(30):1-6.
35. Mahan L. Kathleen and Escott-Stump Sylvania, *Krause's Food Nutrition & Diet Therapy 10th edition*, W.B. Saunders Company, USA.2000.
36. Bennett NT and Schultz GS, Growth factors and wound healing:Part II. Role in normal and chronic wound healing, *Am J. Surg.* 1993;166(1):74-81.
37. Hunt K. Thomas, Basic Principles of Wound Healing, *J. Trauma.*1990;30(12 Suppl):S122-8.
38. Scuderri R. Giles et al., *Sports Medicine Principles of Primary Care-Wound Healing*, Mosby-year Book Inc, St Louis USA.1997.
39. Russel Linda, Understanding Physiology of Wound Healing and how Dressings help, *British Journal of Nursing.*2000;9(1):10-20.
40. Moore Peter and Foster Lorraine, Acute Surgical Wound Care 2:The Wound Healing Process, *British Journal of Nursing.*1998;7(19):1183-7.
41. Clark A. Matthew et al., Wound Healing Associated with Severe Surgical Illness, *World J. Surg.*2000;24(6):648-54.
42. Cuzzell Z. Janice and Stotts A. Nancy, Wound Care. Trial & Error Yields To Knowledge, *American Journal of Nursing.* 1990;90(10):53-60,63.
43. Παύλου Κωνσταντίνος, *Διατροφή-Φυσιολογία και Άσκηση*, Copyright, Αθήνα.1992.
44. Cheng Polina, *Sport Psychology Education Series 3-Psychological Skills and Injury Recovery*, China. 2000.
45. Ahern DK and Lohr BA, Psychosocial Factors in Sports Injury Rehabilitation, *Clin Sports Med.* 1997;16(4):755-68.
46. Crossman J, Psychological Rehabilitation from Sports Injuries, *Sports Med.* 1997;23(5):333-9.
47. McGOWAN W. R. et al., Athletic Injury and Self Diminution, *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 1994;34(3):299-304.
48. Torg Josephs and Shephard J. Roy, *Current Therapy in Sports Medicine-Athletic Injuries And The Use of Medication*, Mosby-year Book, USA.1995.
49. Hulth A, Fracture Healing-more Biology than Mechanics, *Clin Orthop.* 1981;156:259-61.
50. Clark Nancy, *Nutrition and Injuries*, Running Journal, Boston.2000.

51. Hess CT, Nutritional Needs: Essential Ingredients. How Dietary Deficiencies can delay Wound Healing, *Nursing*. 1995;25(4):32N.
52. Andersen G. Douglas, *Clinical Nutrition-Musculoskeletal Nutrition*, ChiroWebb.com, California. 2000.
53. Σκουρολιάκου Μ. και Σκοπούλη Φ.Ν., Σημειώσεις στο μάθημα “Διατροφική αντιμετώπιση βαρέως ασθενούς”, Αθήνα. 2000.
54. www.healthwell.com/healthnotes/Supp/Arginine.ctm, *Arginine*. 2000.
55. Bledsoe Jim, *What you eat can play a significant part in preventing or healing a sports injury*, www.pponline.co.uk/encyc/0182.htm. 2000.
56. Walsh P. Neil et al., Glutamine, Exercise and Immune Function, *Sports Med*. 1998;26(3):177-191.
57. www.healthwell.com/healthnotes/Concern/Wound_Healing.ctm, *Wound Healing* 2000.
58. Casey G., The importance of nutrition in wound healing, *Nurs Stand*. 1998;13(3):51-4,56.
59. Evans WJ., Muscle damage:nutritional considerations, *Int J. Sport Nutr*. 1991;1(3):214-24.
60. Sindberg Dan Christian, *Scientific rationale for the treatment of inflammatory sports injuries with essential fatty acids*, Denmark-England. 2000.
61. Jensen E. Jack et al., Nutrition in Orthopedic Surgery, *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1982;64-A(9):1263-72.
62. Franceschi RT, The role of ascorbic acid in mesenchymal differentiation, *Nutr Rev*. 1992;50(3):65-70.
63. Geesin J, Ascorbic acid stimulates collagen production without altering intracellular degradation in cultured human skin fibroblasts, *Biochim Biophys Acta*. 1986;886(2):272-4.
64. Eijkman Centennial Symposium, Vitamin C and cartilage maturation, *Nutr Rev*. 1990;48(6):260-2.
65. Booth BA and Uitto J, Collagen biosynthesis by human skin fibroblasts.III. The effects of ascorbic acid on procollagen production and prolyl hydroxylase activity, *Biochim Biophys Acta*. 1981;675(1):117-22.
66. Kao J. et al., Ascorbic acid stimulates production of glycosaminoglycans in cultured fibroblasts, *Exp Mol Pathol*. 1990;53(1):1-10.
67. Houglum KP et al., Ascorbic acid stimulation of collagen biosynthesis independent of hydroxylation, *Am J Clin Nutr*. 1991;54(6 Suppl):1141S-1143S.
68. Leboy PS et al., Ascorbic acid induces alkaline phosphatase, type X collagen, and calcium deposition in cultured chick chondrocytes, *J Biol Chem*. 1989;264(29):17281-6.
69. Padh H, Cellular functions of ascorbic acid, *Biochem Cell Biol*. 1990;68(10):1166-73.
70. Otsuka E. et al., Role of ascorbic acid in the osteoclast formation:induction of osteoclast differentiation factor with formation of the extracellular collagen matrix, *Endocrinology*. 2000;141(8):3006-11.
71. Burke R. Edmund, Nutrients Trim Injury Downtime, *Nutrition Science News*, Colorado USA. 1997.
72. Vaxman F. et al., Can the wound healing process be improved by vitamin supplementation? Experimental study on humans, *Eur Surg Res*. 1996;28(4):306-14.

73. Peterkofsky B., Ascorbate requirement for hydroxylation and secretion of procollagen: relationship to inhibition of collagen synthesis in scurvy, *Am J Clin Nutr.* 1991;54(6 Suppl):1135S-1140S.
74. Ragab AA. et al., Osteoclast differentiation requires ascorbic acid, *J Bone Miner Res.* 1998;13(6):970-7.
75. Shapiro IM et al., Ascorbic acid regulates multiple metabolic activities of cartilage cells, *Am J Clin Nutr.* 1991;54(6 Suppl):1209S-1213S.
76. Russell JE et al., Ascorbic acid requirement for optimal flexor tendon repair in vitro, *J Orthop Res.* 1991;9(5):714-9.
77. Eijkman Centennial Symposium, Vitamin C regulation of cartilage maturation, *Nutr Rev.* 1990;48(6):260-2.
78. Volk Elzi, *Connective Tissue Part 3: The Good and the Bad Continued...*, 1999;2(8).
79. Goldfard H. Allan, Nutritional Antioxidants as Therapeutic and Preventive Modalities in Exercise-Induced Muscle Damage, *Can J Appl Physiol.* 1999;24(3):249-266.
80. Evans J William, Vitamin E, Vitamin C, and exercise, *Am J Clin Nutr.* 2000;72(suppl):647S-52S.
81. Vasankari T. et al., Effects of ascorbic acid and carbohydrate ingestion on exercise induced oxidative stress, *J Sports Med Phys Fitness.* 1998;38:281-5.
82. Appling W. Douglas et al., Synergistic enhancement of type I and III collagen production in cultured fibroblasts by transforming growth factor- β and ascorbate, *FEBS Lett.* 1989;250(2):541-4.
83. www.healthwell.com/healthnotes/Concern/Minor_Injuries.ctm, *Minor Injuries.* 2000.
84. Mason Marion et al., Urinary Ascorbic Acid Excretion in Postoperative Patients, *Am J Surg.* 1971;122(6):808-11.
85. Gey O. Capt George et al., Effect of Ascorbic Acid on Endurance Performance and Athletic Injury, *JAMA.* 1970;211(1):105.
86. Anstead GM, Steroids, retinoids, and wound healing, *Adv Wound Care.* 1998;11(6):277-85.
87. Semba D. Richard, The Role of Vitamin A and Related Retinoids in Immune Function, *Nutr Rev.* 1998;56(1):S38-S48.
88. Iwamoto M. et al., Retinoic acid is a major regulator of chondrocyte maturation and matrix mineralization, *Microsc Res Tech.* 1994;28(6):483-91.
89. Ehrlich H. Paul and Hunt K. Thomas, Effects of Cortisone and Vitamin A on Wound Healing, *Annals of Surgery.* 1968;167(3):324-28.
90. De Luka F. et al., Retinoic acid is a potent regulator of growth plate chondrogenesis, *Endocrinology.* 2000;141(1):346-53.
91. Dickson I. and Walls J., Vitamin A and bone formation. Effect of an excess of retinol on bone collagen synthesis in vitro, *Biochem J.* 1985;226(3):789-95.
92. DeSimone DP and Reddi AH, Influence of Vitamin A on matrix-induced endochondral bone formation, *Calcif Tissue Int.* 1983;35(6):732-9.
93. Takanami Yoshikazu et al., Vitamin E Supplementation and Endurance Exercise, *Sports Med.* 2000;29(2):73-83.
94. Ehrlich H. Paul et al., Inhibitory Effects of Vitamin E on Collagen Synthesis and Wound Repair, *Ann. Surg.* 1972;175(2):235-240.
95. Havlik RJ., Vitamin E and wound healing. Plastic Surgery Educational Foundation DATA Committee, *Plast Reconstr Surg.* 1997;100(7):1901-2.
96. Greenwald D, Biomechanical analysis of intrinsic tendon healing in vitro and the effects of Vitamins A and E, *Plast Reconstr Surg.* 1991;87(5):925-30, 931-2.

97. Paul Michael et al., Nutrition and bone, *Orthop Clin North Am.* 1990;21(1):43-50.
98. Holick MF, Vitamin D and bone health, *J Nutr.* 1996;126(4 Suppl):1159S-64S.
99. Brumbaugh PF et al., 1 alpha, 25-Dihydroxyvitamin D₃ a metabolite of Vitamin D that promotes bone repair, *Am J Pathol.* 1982;106(2):171-9.
100. Lindgren U.J. et al., Effects of 1,25 Dihydroxyvitamin D₃ and Calcitonin on Fracture Healing in Adult Rats, *Clinical Orthopedics and Related Research.* 1981;160:304-308.
101. Alkalay D. et al., Serum and bone Vitamin D metabolites in elective patients and patients after fracture, *J Bone Joint Surg Br.* 1989;71(1):85-7.
102. Jingushi S. et al., Serum 1alpha,25-dihydroxyvitamin D₃ accumulates into the fracture callus during rat femoral fracture healing, *Endocrinology.* 1998;139(4):1467-73.
103. Haining SA. et al., Vitamin D metabolites in patients with established non-union of fracture, *Bone Miner.* 1986;1(3):205-9.
104. Tauber C. et al., Blood levels of active metabolites of Vitamin D₃ in fracture repair in humans, *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery.* 1990;19:265-7.
105. Bitensky L. et al., Circulating Vitamin K levels in patients with fractures, *J Bone Joint Surg Br.* 1988;70(4):663-4.
106. Einhorn A. Thomas et al., Fracture Healing and Osteocalcin Metabolism in Vitamin K Deficiency, *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 1988;237:219-25.
107. Vermeer Cees et al., Effects of Vitamin K on Bone Mass and Bone Metabolism, *J Nutr.* 1996;126:1187S-1191S.
108. Dodds RA et al., Abnormalities in fracture healing induced by Vitamin B₆ deficiency in rats, *Bone.* 1986;7(6):489-95.
109. Aprahamian M. et al., Effects of supplemental pantothenic acid on wound healing: experimental study in rabbit, *Am J Clin Nutr.* 1985;41(3):578-89.
110. Lacroix B. et al., Role of pantothenic and ascorbic acid in wound healing processes: in vitro study on fibroblasts, *Int J Vitam Nutr Res.* 1988;58(4):407-13.
111. Lacroix B et al., Effects of pantothenic acid on fibroblastic cell cultures, *Res Exp Med.* 1988;188(5)391-6.
112. Weimann J. Bernd and Hermann Danielle, Studies on Wound Healing: Effects of Calcium D-Pantothenate on the Migration, Proliferation and Protein Synthesis of Human Dermal Fibroblasts in Culture, *Int J Vitam Nutr Res.* 1999;69(2):113-9.
113. Nosova IM et al., Effect of folic acid on metabolic processes in wounds, *Farmakol Toksikol.* 1979;42(1):63-8.
114. Babayan R., Fracture Healing and Folic Acid, *Arch Orthop Traumat Surg.* 1979;94:63-66.
115. Andersen G. Douglas, *Clinical Nutrition-Musculoskeletal Applications of Vitamin B Complex*, California.2000.
116. Monsen R. Elaine, Dietary Reference Intakes for the antioxidant nutrients: Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids, *J Am Diet Assoc.* 2000;100(6):637-640.
117. Toohey Lynn, Coping with Injury, *Integrating the Nutrition-Health connection.* 1994;1(2).
118. Einhorn A. Thomas et al., The Contributions of Dietary Protein and Mineral to the Healing of Experimental Fractures, *The Journal of Bone and Joint Surgery.* 1986;68-A(9):1389-95.
119. Lane M. Joseph et al., Mineral Parameters in Early Fracture Repair, *The Journal of Bone and Joint Surgery.* 1984;66-A(8):1289-93.

120. Powell ES. Et al., Is callus calcium content an indicator of the mechanical strength of healing fractures? An experimental study in rat metatarsals, *J Biomed Eng.* 1989;11(4):277-81.
121. Banai S. et al., Influence of extracellular magnesium on capillary endothelial cell proliferation and migration, *Circ Res.* 1990;67(3):645-50.
122. Lansdown AB., Zinc in the healing wound, *Lancet.* 1996;347(9003):706-7.
123. Henzel H. John et al., Zinc Concentrations Within Healing Wounds, *Arch Surg.* 1970;100:349-57.
124. Igarashi A and Yamaguchi M, Increase in bone protein components with healing rat fractures: enhancement by Zinc treatment, *Int J Mol Med.* 1999;4(6):615-20.
125. Hallbook T. and Hedelin H., Zinc metabolism and surgical trauma, *Br. J. Surg.* 1977;64:271-3.
126. Yamaguchi Masayoshi et al., Zinc Stimulation of Bone Protein Synthesis in Tissue Culture. Activation of Aminoacyl-tRNA Synthetase, *Biochemical Pharmacology.* 1988;37(21):4075-80.
127. Yamaguchi M. et al., Effect of Zinc-chelating dipeptides on osteoblasts MC3T3-E1 cells: activation of aminoacyl-tRNA synthetase, *Peptides.* 1994;15(8):1367-71.
128. Lutz W. et al., Zinc increases the activity of Vitamin D-dependent promoters in osteoblasts, *Biochem Biophys Res Commun.* 2000;271(1)1-7.
129. Tenaud I et al., In vitro modulation of keratinocyte wound healing integrins by Zinc, Copper and Manganese, *Br J Dermatol.* 1999;140(1):26-34.
130. Matsui T. and Yamaguchi M, Zinc modulation of insulin-like growth factor's effect in osteoblastic MC3T3-E1 cells, *Peptides.* 1995;16(6)1063-8.
131. Agren MS., Zinc in wound repair, *Arch Dermatol.* 1999;135(10):1273-4.
132. Senapati Asha and Thomson R.P.H., Zinc deficiency and the prolonged accumulation of Zinc in wounds, *Br J Surg.* 1985;72(7):583-4.
133. Askari A. et al., Urinary Zinc, Copper, Nitrogen, and Potassium Losses in Response to Trauma, *JPEN.* 1979;3(3):151-6.
134. Fell G.S. et al., Urinary Zinc Levels as an Indication of Muscle Catabolism, *Lancet.* 1973;280-82.
135. Rahmat A. et al., The effect of Zinc deficiency on wound healing, *Br. J. Surg.* 1974;61:271-3.
136. Oner Gulson et al., Effect of Zinc Deficiency on Serum Somatomedin Levels and Skeletal Growth in Young Rats, *Endocrinology.* 1984;114(5):1860-63.
137. Yamaguchi Masayoshi et al., Stimulatory Effect of Zinc on Bone Formation in Tissue Culture, *Biochemical Pharmacology.* 1987;36(22):4007-12.
138. Yamaguchi Masayoshi and Yamaguchi Rie, Action of Zinc on Bone Metabolism in Rats. Increases in Alkaline Phosphatase Activity and DNA Content, *Biochemical Pharmacology.* 1986;35(5):773-77.
139. www.healthwell.com/healthnotes/Supp/Copper.ctm, *Copper.* 2000.
140. Dollwet HH and Sorenson JR, Roles of Copper in bone maintenance and healing, *Biol Trace Elem Res.* 1988;18:39-48.
141. Wegrowski Y. et al., Stimulation of sulfated glycosaminoglycan synthesis by the tripeptide-copper complex glycyl-L-histidyl-L-lysine-Cu⁺², *Life Sci.* 1992;51(13):1049-56.
142. Simeon A. et al., Expression and activation of matrix metalloproteinases in wounds: modulation by the tripeptide-copper complex glycyl-L-histidyl-L-lysine-Cu⁺², *J Invest Dermatol.* 1999;112(6):957-64.

143. Ravanti L and Kahari V., Matrix metalloproteinases in wound repair, *Int J Mol Med.* 2000;6(4):391-407.
144. Maquart FX et al., In vivo stimulation of connective tissue accumulation by the tripeptide-copper complex glycyl-L-histidyl-L-lysine-Cu⁺² in rat experimental wounds, *J Clin Invest.* 1993;92(5):2368-76.
145. www.healthwell.com/healthnotes/Supp/Manganese.ctm, Manganese.2000.
146. Kozlova MV, The effect of selenium on free-radical oxidation processes in the bone regenerate after a fracture, *Patol Fiziol Eksp Ter.* 1997;2:35-37.
147. Munz B. et al., A novel type of glutathione peroxidase: expression and regulation during wound repair, *Biochem J.* 1997;326(2):579-85.
148. Tessier Franck et al., Selenium and training effects on the glutathione system and aerobic performance, *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 1995;27(3):390-96.
149. Creech M. David, *A valuable support for sports injuries: Infinity 2 Proteolytic Enzymes*, USA.2000.
150. Loes Michael, *Systemic Oral Enzymes for Healing Golf Injuries*, www.duywobenzym.com/Systemic_Oral_Enzymes_for_Healing_Golf
151. www.../The_Non-drug_European_Secret_to_Healing_Sports_Injuries_Naturally.ht
152. Healing Sports Injuries Naturally with Michael Loes, webmd.lycos.com/content/article/1700.50586
153. www.promatrixtech.com/joint_supportQ&A.htm
154. www.dsportscience.com/joint.html
155. Μπόσκου Δ., *Χημεία Τροφίμων 4η Έκδοση*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.1997..
156. Andersen G. Douglas, *Herbal Anti-Inflammatories*, chiroWeb.com.2000.
157. William D. McArdle et al., *Φυσιολογία της Άσκησης Τόμος II*, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα.2001.
158. Aloe-Vera Nutritional Gold Mine, www.lifeplusvitamins.com/aloeGold.htm
159. Life Plus Introduces Aloe Vera for Athletes, Sports Injuries. It is a Gold Mine of Vitamins, Minerals, Enzymes for Prevention Health & Fitness, www.lifeplusvitamins.com/aloevera.htm
160. Zucker Martin et al., *Using MSM to help your joints*, www.msm-uk.net/msm_helps_joints.htm, 1999.
161. www.naturalconnections.com/cgi-local/SoftCart.exe/Rehab.htm?E+scstore
162. www6.netrition.com/champion_jsf_page.html
163. www.purehealthsystems.com/cytolyse.htm
164. Andersen G. Douglas, *Clinical Nutrition-Nutritional Support for the Musculoskeletal Practice, Part II*, chiroWebb.com, California.2000.
165. Τζελάλης Sports Medicine, *Αθλητιατρικά Ορθοπαιδικά*, Αθήνα.2001.
166. Mechelen W. Van, The severity of sports injuries, *Sports Med.* 1997;24(3):176-80.
167. Scuderi R. Giles et al., *Sports Medicine Principles of Primary Care-Rehabilitation Techniques And Therapeutic Modalities*, Mosby-year Book Inc, St Louis-USA.1997.
168. Irrgang JJ et al., Rehabilitation of the injured athlete, *Orthop Clin North Am.* 1995;26(3):561-77.
169. McNerney K. Vincent et al., Rehabilitation of the Sports-injured Patient, *Orthopedic Clinics of North America.* 1988;19(4):725-735.
170. Torg Josephs and Shephard J. Roy, *Current Therapy in Sports Medicine Third edition-Rehabilitation*, Mosby-year Book, USA.1995.

171. Deykin Tim, *How does my body heal?*, www.bluedome.co.uk/interest/injury/sortinj.htm
172. Νικολάου Λ., *Φυσιοθεραπεία-Αθλητικές κακώσεις*, Αθήνα-Μαρούσι.2001.

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ... ΝΤΥ ΚΑ2

613.20

24 796

9808

6034

**ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ**

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Υπερ.Βιβ/κης Χαροκόπειου Παν/μίου.954916

* 9 8 0 8 *



H

