

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Σ.Ε.Υ.Π.

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
ΕΙΔΙΚΟΥ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ
ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΑΣΚΗΣΗΣ
ΣΕ ΤΕΤΡΑΠΛΗΓΙΚΟΥΣ ΑΘΛΗΤΕΣ RUGBY**



**ΑΛΟΥΠΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ**

ΕΠΟΠΤΕΥΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΜΠΙΛΛΗ ΕΥΔΟΚΙΑ

ΑΙΓΙΟ

2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας στο παράρτημα του Αιγίου, στο Τμήμα Φυσικοθεραπείας. Στόχος της μελέτης ήταν να πραγματοποιηθεί ένα αερόβιο πρόγραμμα γυμναστικής σε τετραπληγικούς αθλητές και να παρατηρηθούν οι αλλαγές στις αναπνευστικές τους παραμέτρους.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την επιβλέπουσα καθηγήτριά μας Δρ Μπίλλη Ευδοκία η οποία βοήθησε πολύ ώστε να ολοκληρωθεί αυτή η εργασία. Την ευχαριστούμε πολύ για το επιστημονικό υλικό που μας προσέφερε, τις συμβουλές της, την συμπαράστασή της και τις ώρες που μας αφιέρωσε. Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την καθηγήτρια μας κα Βασιλειάδη Κωνσταντίνα η οποία βοήθησε στην εύρεση του φορητού σπιρόμετρου που χρησιμοποιήσαμε για τις μετρήσεις μας.

Σεβασμό και ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλουμε να δώσουμε στην εταιρία Serinth η οποία μας παρέιχε το πιο σημαντικό εξάρτημα της έρευνάς μας (φορητό σπιρόμετρο) και μας προμηθέψε με αρκετό υλικό για να φέρουμε εις πέρας την παρούσα μελέτη. Επίσης, πρέπει να ευχαριστήσουμε τον προπονητή και όλους τους αθλητές ξεχωριστά έναν προς έναν που διέθεταν 30 λεπτά από κάθε προπόνηση τους για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η έρευνά μας. Τέλος να ευχαριστήσουμε την συμφοιτήτρια και συνάδελφο μας Στεφανία Παλημέρη για την πολύτιμη βοήθειά της σε κάποιες από τις προπονήσεις, καθώς και τις οικογένειες μας που μας στήριξαν όσο μπορούσαν σε αυτή μας την προσπάθεια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Η αερόβια άσκηση παίζει καθοριστικό ρόλο στην αύξηση της φυσική κατάσταση, της ψυχολογίας και της γενικότερης υγείας των αθλητών με κάκωση νωτιαίου μυελού. Πολλές έρευνες και προγράμματα αποκατάστασης έχουν πραγματοποιηθεί για την βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των ατόμων αυτών

Στόχος μελέτης: Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η παρατήρηση και σύγκριση με άλλες μελέτες της μεταβολής των αναπνευστικών παραμέτρων μέσω ενός εξειδικευμένου προγράμματος αερόβιας άσκησης σε τετραπληγικούς αθλητές rugby με αμαξίδια.

Μέθοδος: Στο αερόβιο αυτό πρόγραμμα συμμετείχαν 5 τετραπληγικοί αθλητές (ηλικίας 35 ± 5) rugby με επίπεδο βλάβης A5-A7. Ακολουθήθηκε ένα διαλλειματικό πρόγραμμα κυκλικής μορφής (circuit training), 6 εβδομάδων, το οποίο περιείχε 6 ευεργετικές και ενδεδειγμένες ασκήσεις για την αύξηση της αερόβιας ικανότητας, αλλά και της δύναμης του ανώτερου κορμού. Η μέτρηση των αναπνευστικών παραμέτρων έγινε με ένα φορητό σπιρόμετρο (spiroportm) το οποίο κατέγραφε τις μεταβολές αναπνευστικών παραμέτρων σε κάθε αθλητή. Πραγματοποιήθηκαν 6 μετρήσεις, 2 την πρώτη μέρα του προγράμματος μία κατά την ηρεμία και μία μετά το πρόγραμμα (κόπωση), 2 μετά από έναν μήνα με τον ίδιο τρόπο και 2 την τελευταία ημέρα του προγράμματος. Οι σημαντικές τιμές που καταγράφηκαν και συγκρίθηκαν ήταν η FVC και η FEV1.

Αποτελέσματα: Η εξαγωγή των αποτελεσμάτων αφορούσε μόνο τις δύο τελευταίες μετρήσεις (μεσοδιάστημα 6 εβδομάδων) λόγω της απώλειας των πρώτων μετρήσεων. Έτσι ως πρώτη μέτρηση θεωρήθηκε η δεύτερη (στην αρχή των 6 εβδομάδων). Τα αποτελέσματα έδειξαν μικρή αύξηση στις τιμές FVC και FEV1 (8,7% και 13,3% αντίστοιχα), συγκρίνοντας τις δύο μετρήσεις της πρώτης και της τελευταίας ημέρας μετρήσεων μετά το αερόβιο πρόγραμμα (κόπωση). Ενώ συγκρίνοντας τις τιμές κατά την ηρεμία τα αποτελέσματα είχαν αμελητέα διαφορά στα πλαίσια του στατιστικού σφάλματος. Άρα θα λέγαμε ότι οι τιμές παρέμειναν αμετάβλητες.

Συμπέρασμα: Το εξειδικευμένο αερόβιο πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την έρευνα έδειξε βελτίωση στην πνευμονική λειτουργία των αθλητών μετά το τέλος του προγράμματος (κόπωση) συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της πρώτης και της τελευταίας μέτρησης πράγμα θετικό για τους αθλητές. Παρόλα αυτά, λόγω των πολλών περιορισμών που παρουσιάστηκαν αλλά και ο μικρός αριθμός του δείγματος καθιστούν την έρευνα αυτή στατιστικά ανεπαρκή. Συμπερασματικά θα λέγαμε ότι είναι απαραίτητη η περαιτέρω έρευνα για την επίδραση του συγκεκριμένου προγράμματος στην πνευμονική λειτουργία των αθλητών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Ανατομικά στοιχεία σπονδυλικής στήλης.....	1
1.2 Νευρικό Σύστημα.....	5
1.2.1 Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ).....	6
1.2.2 Περιφερικό Νευρικό Σύστημα.....	8
1.3 Κάκωση Νωτιαίου Μυελού.....	9
1.3.1 Νωτιαίο Σοκ.....	11
1.3.2 Τύποι κακώσεων νωτιαίου μυελού.....	13
1.4 Επιδημιολογικά στοιχεία κακώσεων νωτιαίου μυελού.....	15
1.5 Σημαντικές διαταραχές που συμβαίνουν σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού.....	19
1.6 Δυσανακλαστικότητα του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος.....	25
1.7 Αερόβια άσκηση και κάκωση νωτιαίου μυελού.....	28
1.8 Κακώσεις νωτιαίου μυελού και άθληση.....	39
1.8.1 Προτεινόμενοι παράμετροι αερόβιας άσκησης.....	41
1.9 Προσαρμογές και επιδράσεις της άσκησης στο καρδιαγγειακό, αναπνευστικό και μυϊκό σύστημα.....	42
1.9.1 Καρδιαγγειακό Σύστημα.....	42
1.9.2 Αναπνευστικό Σύστημα.....	46
1.9.3 Μυϊκό Σύστημα.....	50
1.10 Ράγκμπι με αναπηρικό αμαξίδιο (Wheelchair Rugby).....	54
1.11 Τραυματισμοί αθλητών με κάκωση νωτιαίου μυελού.....	59
2. ΜΕΘΟΔΟΣ	63
2.1 Σκοπός μελέτης.....	63
2.2 Δείγμα.....	63
2.3 Τόπος και χρόνος διεξαγωγής.....	63
2.4 Σχεδιασμός του προγράμματος.....	63
2.5 Οριστικοποίηση του προγράμματος.....	64
2.5.1 Μετρήσεις.....	65

2.6	Παρέμβαση.....	66
2.7	Ανάλυση Δεδομένων.....	69
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	70
3.1	Ανάλυση Αποτελεσμάτων.....	75
4.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	78
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	82
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	83
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	89

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ανατομικά στοιχεία σπονδυλικής στήλης

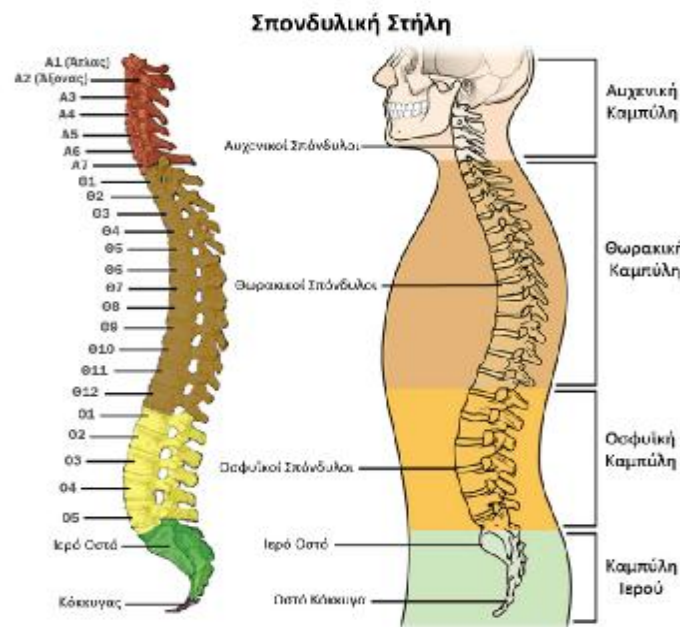
Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγραφεί η ανατομία και η λειτουργία της σπονδυλικής στήλης και του νωτιαίου μυελού και το νευρικό σύστημα και τι γίνεται σε περίπτωση κάκωσης του νωτιαίου μυελού.

Ø Ανατομία σπονδυλικής στήλης

Η σπονδυλική στήλη σχηματίζει το βασικό σκελετό του κορμού. Αποτελείται από 33-34 σπονδύλους και μεσοσπονδύλιους δίσκους.(Εικόνα 1) Η σπονδυλική στήλη αποτελείται από:

- 7 αυχενικούς
- 12 θωρακικούς
- 5 οσφυϊκούς
- 5 ιερούς
- 4-5 κοκκυγικούς σπονδύλους

Οι ιεροί σπόνδυλοι συνενώνονται και σχηματίζουν το ιερό οστό και οι κοκκυγικοί σπόνδυλοι συνενώνονται και σχηματίζουν τον κόκκυγα. Έτσι, οι ιεροί και οι κοκκυγικοί σπόνδυλοι είναι ψευδής σπόνδυλοι, ενώ οι άλλοι είναι αληθείς σπόνδυλοι. (Platzer, 2005)



Εικόνα 1. Σπονδυλική στήλη ανθρώπινου σώματος

∅ Λειτουργίες της σπονδυλικής στήλης

Η σπονδυλική στήλη έχει τρεις θεμελιώδεις εμβιομηχανικές λειτουργίες:

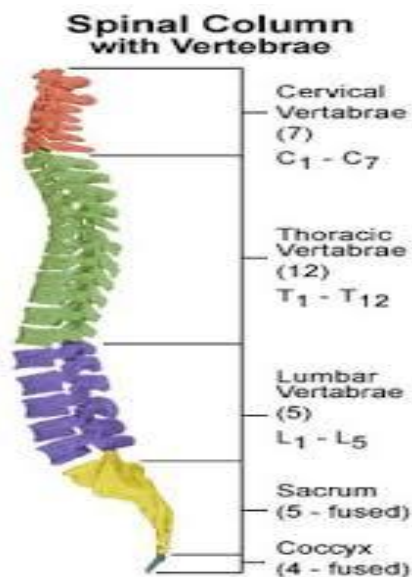
1. μεταφέρει τα βάρη, τις δυνάμεις και τις καμπτικές ροπές που αναπτύσσονται από το κεφάλι και τον κορμό στην πύελο.(θα πρέπει να συνυπολογιστεί και κάθε επιπρόσθετο βάρος που σηκώνεται ή μεταφέρεται)
2. επιτρέπει φυσιολογική και ικανοποιητικού εύρους κίνηση ανάμεσα στα τρία προαναφερθέντα τμήματα του σώματος
3. προστατεύει τον λεπτό λειτουργικά νωτιαίο μυελό από δυνητικά καταστροφικές δυνάμεις που αναπτύσσονται τόσο κατά τις φυσιολογικές δραστηριότητες όσο και κατά την στιγμή κάποιου τραύματος

Οι μηχανικές αυτές λειτουργίες της σπονδυλικής στήλης συμπληρώνονται και ενισχύονται από τις εξειδικευμένες μηχανικές ιδιότητες και τα ιδιαίτερα ανατομικά χαρακτηριστικά της λειτουργικής σπονδυλικής μονάδας, που αποτελείται από δύο επάλληλους σπονδύλους με τον μεταξύ τους μεσοσπονδύλιο δίσκο και τα στηρικτικά τους συνδεσμικά στοιχεία.(Μπάκας, 2012)

∅ Κυρτώματα της σπονδυλικής στήλης

Σε οβελιαίο (προσθιοπίσθιο) επίπεδο η σπονδυλική στήλη των ενηλίκων παρουσιάζει δύο πρόσθια κυρτά δευτερογενή κυρτώματα, λорδώσεις, και δύο οπίσθια κυρτά πρωτογενή κυρτώματα, κυφώσεις. (Εικόνα 2)

Οι λорδώσεις βρίσκονται στην αυχενική και οσφυϊκή μοίρα και οι κυφώσεις στη θωρακική και ιερά μοίρα.



Εικόνα 2. Κυρτώματα σπονδυλικής στήλης

Ø Σπονδυλικός σωλήνας

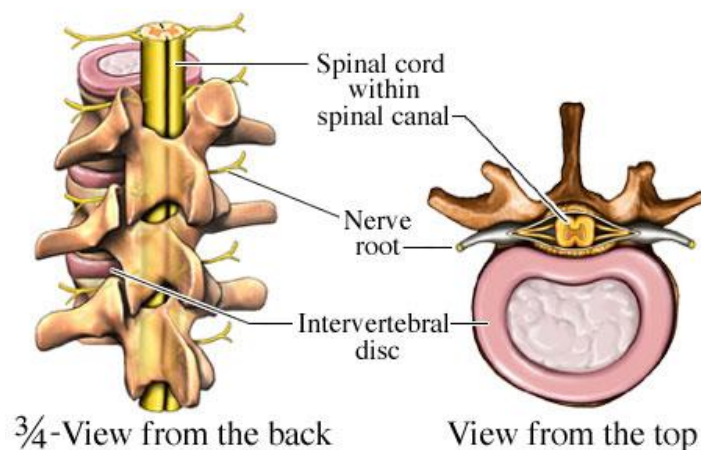
Ο σπονδυλικός σωλήνας είναι ένας οστέινος σωλήνας που σχηματίζεται από παρακείμενους σπονδύλους και στοιχεία μαλακών μορίων, όπου μέσα του βρίσκεται ο νωτιαίος μυελός. (Εικόνα 3)

Το πρόσθιο τοίχωμα του σχηματίζεται από τα σώματα των σπονδύλων, τους μεσοσπονδύλιους δίσκους και τους αντίστοιχους συνδέσμους. Τα πλάγια και το οπίσθιο τοιχώματα του σχηματίζονται από τα σπονδυλικά τόξα και από συνδέσμους.

Μέσα στο σπονδυλικό σωλήνα, ο νωτιαίος μυελός περιβάλλεται από μια σειρά τριών χιτώνων από συνδετικό ιστό (μήνιγγες):

- η χοριοειδής μήνιγγα, είναι ο εσωτερικότερος χιτώνας και συμφύεται με την επιφάνεια του νωτιαίου μυελού
- η αραχνοειδής μήνιγγα, διαχωρίζεται από τη χοριοειδή με το υπαραχνοειδές διάστημα, που περιέχει εγκεφαλονωτιαίο υγρό (ENY: παράγεται από τα χοριοειδή πλέγματα των πλαγίων κοιλιών, που συνιστούν αναδιπλώσεις της αγγειοβριθούς χοριοειδούς μήνιγγας. Το ENY ακολουθεί την εξής κατεύθυνση: πλάγιες κοιλίες, τρίτη κοιλία, υδραγωγός του εγκεφάλου, τέταρτη κοιλία, υπαραχνοειδής χώρος. Το σύστημα των κοιλιών και ο υπαραχνοειδής χώρος περιέχουν περίπου 150 ml ENY, ποσότητα που ανανεώνεται πολλές φορές στη διάρκεια της ημέρας. Το ENY αποχετεύεται στο φλεβικό σύστημα μέσω των αραχνοειδών λαχνών, που προβάλλουν μέσα στον άνω οβελιαίο κόλπο.) (Βασιλόπουλος Δημήτρης, 2008)
- η σκληρά μήνιγγα, που είναι ο πιο εξωτερικός και ο παχύτερος από τους τρεις χιτώνες, βρίσκεται σε άμεση επαφή με την αραχνοειδή μήνιγγα, χωρίς όμως να συμφύεται με αυτήν

Στο σπονδυλικό σωλήνα, η σκληρά μήνιγγα διαχωρίζεται από το γύρω οστό με ένα εξωσκληρίδιο (επισκληρίδιο) διάστημα, που περιέχει χαλαρό συνδετικό ιστό, λίπος και ένα φλεβικό πλέγμα. (Drake, 2007)



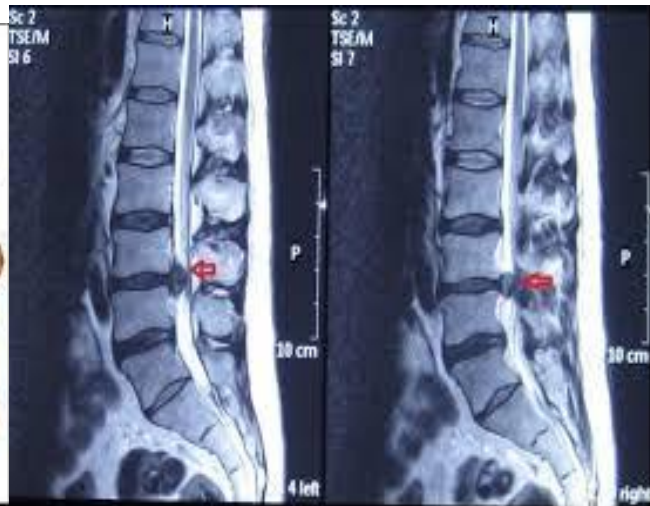
Εικόνα 3. Σπονδυλικός σωλήνας και νωτιαίος μυελός

Ø Μεσοσπονδύλιος δίσκος

Κάθε μεσοσπονδύλιος δίσκος αποτελείται από έναν εξωτερικό ινώδη δακτύλιο και από ένα μαλακό ζελατινοειδή πυρήνα, τον πηκτοειδή πυρήνα, ο οποίος περιέχει υπολείμματα της νωτιαίας χορδής. Οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι βρίσκονται μεταξύ των σωμάτων των σπονδύλων.(Εικόνα 4) Στην αυχενική και οσφυϊκή μοίρα είναι ψηλότεροι μπροστά και χαμηλότεροι πίσω. Το αντίθετο συμβαίνει στη θωρακική μοίρα, όπου οι δίσκοι είναι χαμηλότεροι μπροστά και ψηλότεροι πίσω. Βασικά, το πάχος των μεσοσπονδύλιων δίσκων αυξάνεται από την κρανιακή προς την ουραία κατεύθυνση.

Οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι συγκρατούνται στη θέση τους από τους επιμήκεις συνδέσμους. Ο οπίσθιος επιμήκης σύνδεσμος ενώνεται στερεά με τους δίσκους σε αρκετή έκταση της επιφάνειάς τους, ενώ ο πρόσθιος επιμήκης σύνδεσμος προσφύεται μόνο χαλαρά στους δίσκους.

Οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι και οι επιμήκεις σύνδεσμοι σχηματίζουν μία λειτουργική οντότητα, γνωστή ως η μεσοσπονδύλια σύμφυση. Όσον αφορά την λειτουργία των μεσοσπονδύλιων δίσκων είναι να δρουν ως απορροφητήρες δονήσεων. Ο πηκτοειδής πυρήνας κατανέμει την πίεση. Τα φορτία τους συμπιέζουν και όταν φεύγει το φορτίο, οι δίσκοι αποκτούν πάλι το αρχικό τους σχήμα μετά από κάποιο διάστημα. Στις κινήσεις της σπονδυλικής στήλης οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι, ως ελαστικά στοιχεία, συμπιέζονται ή εκτείνονται μονόπλευρα. (Drake, 2007)



Εικόνα 4. Μεσοσπονδύλιος δίσκος

Εικόνα 5. Μαγνητική τομογραφία σπονδυλικής στήλης

Ø Μεσοσπονδύλια τρήματα

Τα μεσοσπονδύλια τρήματα σχηματίζονται στα δύο πλάγια μεταξύ γειτονικών τμημάτων σπονδύλων και αντιστοίχων μεσοσπονδύλιων δίσκων. Τα τρήματα επιτρέπουν τη δίοδο μορφωμάτων, όπως τα νωτιαία νεύρα και τα αιμοφόρα αγγεία, από και προς το σπονδυλικό σωλήνα.

Ένα μεσοσπονδύλιο τρήμα σχηματίζεται μεταξύ της κάτω εντομής του αυχένα του υπερκείμενου σπονδύλου και της άνω εντομής του αυχένα του υποκείμενου σπονδύλου. Τα όρια του τρήματος αυτού είναι:

- προς τα πίσω η ζυγαποφυσική άρθρωση μεταξύ των αρθρικών αποφύσεων των δύο σπονδύλων
 - προς τα εμπρός ο μεσοσπονδύλιος δίσκος και τα παρακείμενα σπονδυλικά σώματα
- τα μεσοσπονδύλια τρήματα είναι περιορισμένα διαστήματα που περιβάλλονται από οστά, συνδέσμους και αρθρώσεις. Πάθηση οποιουδήποτε από τα ανατομικά αυτά στοιχεία και των γύρω μυών επηρεάζει και τα ανατομικά μορφώματα που παίρνουν από το αντίστοιχο μεσοσπονδύλιο τρήμα. (Vogl, 2007)

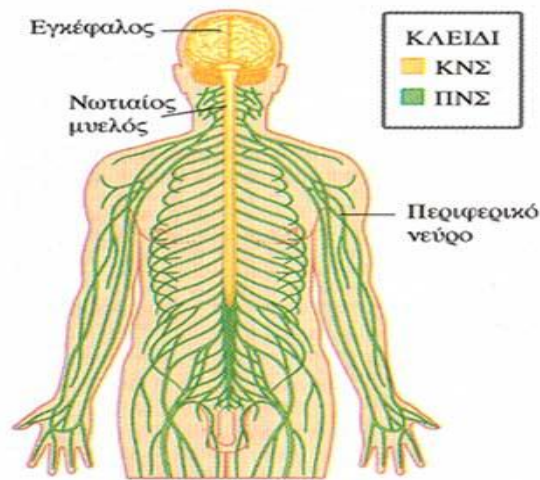
1.2 Νευρικό Σύστημα

Το νευρικό σύστημα μπορεί να διαχωριστεί σε τμήματα ανάλογα με τη δομή και τη λειτουργία του:

- από δομική άποψη μπορεί να διαιρεθεί στο κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ) και στο περιφερικό νευρικό σύστημα (ΠΝΣ) (Εικόνα 6)
- από λειτουργική άποψη μπορεί να διαιρεθεί σε σωματικό και σπλαχνικό τμήμα

Το ΚΝΣ αποτελείται από τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό. Και τα δύο αυτά τμήματα αναπτύσσονται από τον νευρικό σωλήνα του εμβρύου.

Το ΠΝΣ αποτελείται από το σύνολο των εκτός του ΚΝΣ νεύρων, τα οποία συνδέουν το ΚΝΣ με το σώμα. Το ΠΝΣ αποτελείται από τα νωτιαία και εγκεφαλικά νεύρα, τα σπλαχνικά νεύρα και πλέγματα και από το εντερικό σύστημα. (Mitchell, 2007)

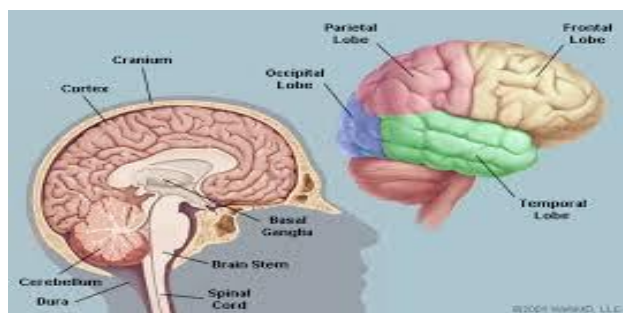


Εικόνα 6. Νευρικό σύστημα

1.2.1 Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ)

Ø Εγκέφαλος

Ο εγκέφαλος αποτελείται από τα εγκεφαλικά ημισφαίρια, την παρεγκεφαλίδα και το στέλεχος του εγκεφάλου. Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια αποτελούνται από ένα εξωτερικό τμήμα (φαιά ουσία) που περιέχει σώματα κυττάρων, ένα εσωτερικό τμήμα (λευκή ουσία) που αποτελείται από νευράξονες που σχηματίζουν οδούς ή δεμάτια, και από τις κοιλίες, που είναι χώροι γεμάτοι εγκεφαλονωτιαίο υγρό. Η παρεγκεφαλίδα εμφανίζει δύο πλάγιους λοβούς και ένα μεσαίο τμήμα. Τα επί μέρους τμήματα του εγκεφαλικού στελέχους είναι ο διεγκέφαλος, ο μεσεγκέφαλος, η γέφυρα και ο προμήκης μυελός.

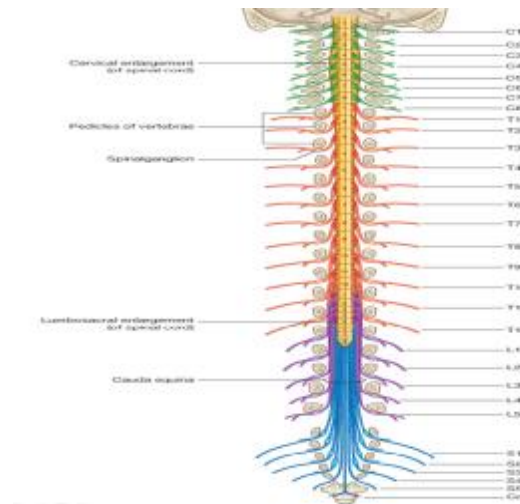


Εικόνα 7. Εγκέφαλος

Ø Νωτιαίος Μυελός

Ο νωτιαίος μυελός είναι το τμήμα του ΚΝΣ που περιέχεται στα ανώτερα δύο τρίτα της σπονδυλικής στήλης. Έχει κυλινδρική περίπου μορφή και σε διατομή εμφανίζει κυκλικό προς ωοειδές σχήμα με ένα κεντρικό αυλό. (Εικόνα 8)

Ο νωτιαίος μυελός εκτείνεται στους ενήλικες από το μείζον ινιακό τμήμα μέχρι περίπου το επίπεδο του μεσοσπονδύλιου δίσκου μεταξύ των Ο1 και Ο2 σπονδύλων, είναι όμως δυνατό



Εικόνα 9. Έξοδος ριζών από τον σπονδυλικό σωλήνα

1.2.2 Περιφερικό Νευρικό Σύστημα

Ø Νωτιαία Νεύρα

Κάθε νωτιαίο νεύρο συνδέεται με το νωτιαίο μυελό με οπίσθιες και πρόσθιες ρίζες:

- η οπίσθια ρίζα περιέχει τις αποφυάδες αισθητικών νευρώνων που μεταφέρουν πληροφορίες στο ΚΝΣ – τα κυτταρικά σώματα των αισθητικών νευρώνων, που προέρχονται εμβρυολογικά από κύτταρα της νευρικής ακρολοφίας, είναι σωρευμένα σε ένα νωτιαίο γάγγλιο στο περιφερικό άκρο της οπίσθιας ρίζας, συνήθως στο μεσοσπονδύλιο τμήμα.
- η πρόσθια ρίζα περιέχει κινητικές νευρικές ίνες, που μεταφέρουν σήματα από το ΚΝΣ προς την περιφέρεια – τα κυτταρικά σώματα των πρωτογενών κινητικών νευρώνων βρίσκονται στις πρόσθιες περιοχές του νωτιαίου μυελού.

Κεντρικά, οι οπίσθιες και οι πρόσθιες ρίζες διαχωρίζονται σε πολλά λεπτά στελέχη (ριζικά νημάτια), που προσφύονται στο νωτιαίο μυελό.

Το τμήμα του νωτιαίου μυελού από το οποίο εκφύονται δεξιά και αριστερά τα οπίσθια και πρόσθια ριζικά νημάτια, που θα σχηματίσουν ένα ορισμένο ζεύγος νωτιαίων νεύρων, ονομάζεται μυελοτόμιο. Οι οπίσθιες και οι πρόσθιες ρίζες ενώνονται στα δύο πλάγια και συγκροτούν ένα νωτιαίο νεύρο.

Μετά την έξοδό του από το αντίστοιχο μεσοσπονδύλιο τμήμα, κάθε νωτιαίο νεύρο διαιρείται σε δύο πρωτεύοντες (κύριους) κλάδους: ένα μικρό οπίσθιο κλάδο και ένα πολύ μεγαλύτερο πρόσθιο κλάδο:

- οι οπίσθιοι κλάδοι νευρώνουν μόνο αυτόχθονες μυς της ράχης και μια αντίστοιχη με αυτούς στενή λωρίδα δέρματος της ράχης

- οι πρόσθιοι κλάδοι νευρώνουν τους περισσότερους άλλους σκελετικούς μυς του σώματος, δηλαδή τους μυς των άκρων και του κορμού, και τις περισσότερες υπόλοιπες περιοχές του δέρματος, εκτός από ορισμένες περιοχές της κεφαλής

Όλα τα μεγάλα σωματικά πλέγματα (αυχενικό, βραχιόνιο, οσφυϊκό και ιερό) σχηματίζονται από πρόσθιους κλάδους.

Επειδή ο νωτιαίος μυελός έχει πολύ μικρότερο μήκος σε σχέση με τη σπονδυλική στήλη, οι ρίζες των νωτιαίων νεύρων γίνονται προοδευτικά μακρύτερες και φέρονται περισσότερο λοξά, όσο προχωρούμε από την αυχενική προς την κοκκυγικά μοίρα του σπονδυλικού σωλήνα.

Στους ενήλικες ο νωτιαίος μυελός τερματίζεται σε ένα επίπεδο περίπου μεταξύ Ο1 και Ο2 σπονδύλου. Κατά συνέπεια, οι οπίσθιες και οι πρόσθιες ρίζες, οι οποίες σχηματίζουν τα νωτιαία νεύρα που αναδύονται μεταξύ των σπονδύλων στα κατώτερα τμήματα της σπονδυλικής στήλης, συνάπτονται με το νωτιαίο μυελό σε ψηλότερα σπονδυλικά επίπεδα.

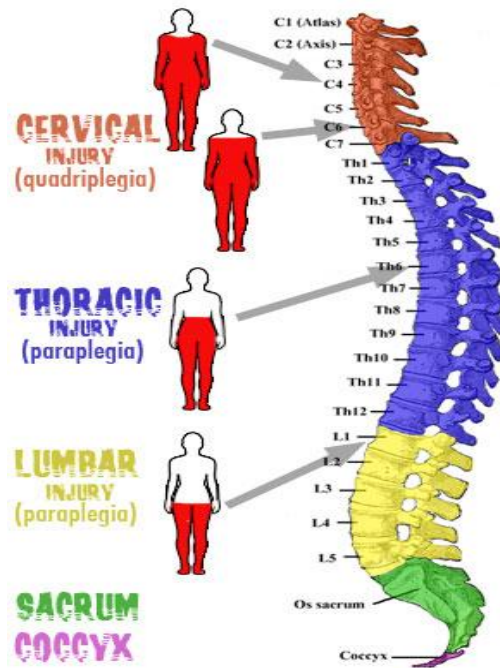
Χαμηλότερα από το τελικό άκρο του νωτιαίου μυελού, οι οπίσθιες και πρόσθιες ρίζες των οσφυϊκών, ιερών και κοκκυγικών νεύρων πορεύονται προς τα κάτω για να φθάσουν τα σημεία εξόδου τους από το σπονδυλικό σωλήνα. Το τελικό αυτό άθροισμα ριζών ονομάζεται ίππουρις. (Drake, 2007)

1.3 Κάκωση Νωτιαίου Μυελού

Ø Τι είναι η κάκωση νωτιαίου μυελού;

Κάκωση του νωτιαίου μυελού είναι η βλάβη της παχιάς δέσμης νευρικών ινών που τρέχει από τον εγκέφαλο μέχρι την οσφυϊκή μοίρα. Αυτή η δέσμη ινών, που καλείται νωτιαίος μυελός, είναι κλεισμένη στην κοιλότητα μέσα στο κέντρο της σπονδυλικής στήλης (στον σπονδυλικό σωλήνα). Ο νωτιαίος μυελός μεταφέρει πληροφορίες, αίσθησης και κίνησης, από και προς τον εγκέφαλο και το υπόλοιπο σώμα. Ο νωτιαίος μυελός προστατεύεται από τα οστά της σπονδυλικής στήλης και το εγκεφαλονωτιαίο υγρό στο οποίο επιπλέει.

Τραυματισμός του νωτιαίου μυελού μπορεί να δυσκολέψει τις ίνες να μεταφέρουν σήματα μεταξύ του εγκεφάλου και άλλων σημείων του υπόλοιπου σώματος. Αν ο νωτιαίος μυελός έχει μώλωπα ή έχει διογκωθεί από έναν τραυματισμό, οι ίνες μπορεί να είναι σε θέση να επουλωθούν. Ωστόσο, αν οι ίνες έχουν συνθλιβεί, κοπεί, ή σχιστεί, τότε δεν είναι άλλο σε θέση να μεταφέρουν πληροφορίες από και προς τον εγκέφαλο. (Μπάκας, 2012)



Εικόνα 10. Απώλεια κίνησης ανά επίπεδο βλάβης

Ø Τραυματισμός νωτιαίου μυελού

Το βασικό αποτέλεσμα της κάκωσης της σπονδυλικής στήλης είναι ο τραυματισμός του νωτιαίου μυελού, που εξελίσσεται με μια σειρά παθολογοανατομικών αλλοιώσεων. Το τραύμα του νωτιαίου μυελού προκαλεί μεγάλο κλινικό προβληματισμό, ο οποίος επικεντρώνεται σε ουσιαστικές κλινικές ερωτήσεις, όπως τι ακριβώς συμβαίνει μετά την μηχανική πρόσκρουση, πότε παρουσιάζονται οι πρώτες αλλοιώσεις και ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης.

Οι κύριες παθολογοανατομικές αλλαγές είναι η αιμορραγία και το οίδημα. Η βαρύτητα των εκδηλώσεων αυτών σχετίζεται με το μέγεθος της δύναμης που προκάλεσε την κάκωση ή ακριβέστερα της ενέργειας, της ορμής και της ώθησης που μεταφέρεται. Η αιμορραγία συνήθως εντοπίζεται στην κεντρική φαιά ουσία. Τα κύρια αίτια της αιμορραγίας είναι μικρές ρίζες στο τοίχωμα των φλεβιδίων. Ο προσανατολισμός που έχουν τα κεντρικά αγγεία του νωτιαίου μυελού τους επιτρέπει, όταν εξασκούνται οπισθοπρόσθιες δυνάμεις, να διατείνονται και να συμπιέζονται ανάλογα. Η βλάβη των συγκεκριμένων αγγείων προκαλείται από την πρόσθια ή οπίσθια μετατόπιση των σπονδύλων. Η βλάβη αυτή αρχικά εντοπίζεται κεντρικά και κατόπιν μετακινείται περιφερικότερα, προσβάλλοντας τη λευκή ουσία, από όπου διέρχονται οι αισθητικές και οι κινητικές οδοί, προκαλώντας τις γνωστές κλινικές εκδηλώσεις. Μερικές φορές συνυπάρχουν πολλαπλές περιοχές αιμορραγίας, κεφαλικά και ουραία σε σχέση με τη θέση της βλάβης, που περιπλέκουν την κλινική εικόνα.

Μετά τον τραυματισμό, αποτέλεσμα της βλάβης των κεντρικών αγγείων είναι η ελάττωση της αιματικής παροχής προς τη λευκή ουσία. Η διαδικασία αυτή φαίνεται να σταθεροποιείται

μετά την 1η ώρα. Στη συνέχεια, αυτή είτε αποκαθίσταται μέσα στο επόμενο 24ωρο (προσωρινή μετατραυματική παραπληγία) ή συνεχίζει να παραμένει ελαττωμένη (μόνιμη τραυματική παραπληγία). Η ελάττωση της αιματικής παροχής στη λευκή ουσία αποδίδεται στον αγγειοσπασμό και θεωρείται δευτερογενής στη μετατραυματική υπαραχνοειδή αιμορραγία. Όσον αφορά το οίδημα, παρατηρείται μια φυγόκεντρος εξέλιξη του κατά την διάρκεια των πρώτων 8 ωρών από τον τραυματισμό. Μία ώρα μετά την αρχική ισχαιμία παρουσιάζεται οίδημα, κυρίως στη φαιά ουσία. Μετά από 4 ώρες, αυτό επεκτείνεται στην αμέσως γειτονική λευκή ουσία, ενώ 8 ώρες αργότερα, όλος ο νωτιαίος μυελός γίνεται οίδηματώδης. Όπως αναμένεται, υπάρχει άμεση συσχέτιση ανάμεσα στη δύναμη που ασκείται και στην εμφανιζόμενη παθολογοανατομική βλάβη. (Μπάκας, 2012)

1.3.1 Νωτιαίο Σοκ

Το νωτιαίο σοκ ορίστηκε πρώτα από τον Whytt το 1750 ως η απώλεια της αισθητικότητας σε συνδυασμό με κινητική παράλυση με αρχική απώλεια των αντανακλαστικών και προοδευτική ανάκτησή τους, που επακολουθεί μετά από μία κάκωση νωτιαίου μυελού, συνήθως μια τέλεια διατομή. Τα αντανακλαστικά σε μία κάκωση νωτιαίου μυελού είναι μειωμένα ή απόντα. Να σημειωθεί ότι ο όρος σοκ στο νωτιαίο σοκ δεν αναφέρεται στη κυκλοφορική κατάρρευση, και δεν θα πρέπει να μπερδεύεται με το νευρογενές σοκ, το οποίο είναι απειλητικό για την ζωή. (Ditunno, 2004)

Οι φάσεις του νωτιαίου σοκ είναι:

Φάση 1 (0-1 μέρες): χαρακτηρίζεται από την απώλεια ή μείωση όλων των αντανακλαστικών κάτω από το επίπεδο της βλάβης.

Φάση 2 (1-3 μέρες): χαρακτηρίζεται από την επαναφορά μερικών, αλλά όχι όλων, αντανακλαστικών κάτω από το επίπεδο της κάκωσης. Πρώτα επιστρέφουν τα πολυσυναπτικά αντανακλαστικά και πιο μετά έρχονται και τα μονοσυναπτικά.

Φάση 3 (1-4 εβδομάδες): χαρακτηρίζεται από την απότομη αύξηση των αντανακλαστικών πάνω από το φυσιολογικό επίπεδο και στη συνέχεια έρχεται η σπαστικότητα.

Ø Αίτια

Ο νωτιαίος μυελός μπορεί να τραυματιστεί αν υπάρξει μία κάκωση στην πλάτη η οποία:

- συνθλίβει ή μετατοπίζει τα οστά της σπονδυλικής στήλης
- διαπερνάει μέσα ή μεταξύ των οστών (όπως μία σφαίρα)
- πιέζει τους μεσοσπονδύλιους δίσκους και τους σπρώχνει προς τον σπονδυλικό σωλήνα

Οι περισσότερες συνηθισμένες αιτίες κάκωσης του νωτιαίου μυελού είναι:

- Τροχαία ατυχήματα. Τα ατυχήματα με αυτοκίνητο ή μοτοσυκλέτες αποτελούν την βασική αιτία κάκωσης του Νωτιαίου Μυελού, αφορά περίπου το 40% ασθενών ετησίως.
- Πράξεις Βίας. Το ¼ των τραυματισμών του Νωτιαίου Μυελού είναι αποτέλεσμα πράξεων βίας, είτε με την χρήση πυροβόλων όπλων, είτε με την χρήση αιχμηρών αντικειμένων.
- Πτώσεις. Το 22% των περιστατικών είναι αποτέλεσμα πτώσεων, ιδιαίτερα σε ανθρώπους 65 ετών και πάνω.
- Αθλητικές δραστηριότητες. Οι καταδύσεις σε ρηχά νερά, και το surfing, αποτελούν το 10% των κακώσεων της Σπονδυλικής Στήλης.
- Παθολογικές καταστάσεις. Καρκίνος, μολύνσεις, αρθρίτιδα και φλεγμονή του Νωτιαίου Μυελού μπορούν να επηρεάσουν την λειτουργικότητα της Σπονδυλικής Στήλης. (Dietrich, 2007)
Ο νωτιαίος μυελός μπορεί επίσης να τραυματιστεί από όγκους, οι οποίοι μεγαλώνουν μέσα στον νωτιαίο μυελό.



Εικόνα 11. Συνήθη αίτια κάκωσης νωτιαίου μυελού

Ø Επιβαρυντικοί παράγοντες

Παρόλο που η κάκωση του Νωτιαίου Μυελού συνήθως είναι το αποτέλεσμα αναπάντεχου ατυχήματος, το οποίο μπορεί να συμβεί στον καθένα, κάποιες κατηγορίες ανθρώπων έχουν μεγαλύτερο βαθμό επικινδυνότητας.

1. Φύλο. Οι άνδρες επηρεάζονται δυσανάλογα περισσότερο από τις γυναίκες
2. Ηλικία. Οι ηλικίες από 16 έως 30 ετών κυριαρχούν στους ανθρώπους που ζουν με κάκωση του Νωτιαίου Μυελού, κυρίως λόγω τροχαίων ατυχημάτων, ενώ αυξημένα ποσοστά παρουσιάζονται σε ηλικίες πάνω από 61 ετών, κυρίως λόγω πτώσεων.
3. Άνθρωποι με αθλητικές δραστηριότητες. Υψηλού κινδύνου αθλητικές δραστηριότητες είναι: το ποδόσφαιρο, το rugby, η πάλη, η γυμναστική, οι

καταδύσεις, το χόκεϋ στον πάγο, το σκι στο βουνό και το σκι στην θάλασσα.

4. Άνθρωποι με προδιάθεση. Οι άνθρωποι που πάσχουν από αρθρίτιδα ή οστεοπόρωση έχουν μεγαλύτερο βαθμό επικινδυνότητας σε σχέση με τους άλλους. (Μπάκας, 2012)

1.3.2 Τύποι κακώσεων νωτιαίου μυελού

Υπάρχουν δύο βασικά είδη κακώσεων, η πλήρης και η ατελής κάκωση.

- *Πλήρης Κάκωση*: Σημεία πλήρους λειτουργικής διατομής νωτιαίου μυελού, δεν υπάρχει κινητική λειτουργία στα χαμηλότερα από το σημείο κάκωσης επίπεδα σε συνδυασμό με πλήρη διάχυτη αναισθησία της ίδιας κατανομής.

Αρχικά: χαλαρή παράλυση και ελάττωση των εν τω βάθει τενόντιων αντανακλαστικών, εξαφάνιση των λειτουργιών εντέρου και ουροδόχου κύστης. Η πρόγνωση σε αυτές τις περιπτώσεις για αποκατάσταση είναι δυσμενής.

- *Μερική Κάκωση*: σημεία μερικής διατομής νωτιαίου μυελού, η παρουσία οποιασδήποτε εκούσιας κινητικότητας ή αισθητικής αντίληψης περιφερικότερα της κάκωσης σημαίνει δυνατότητα αποκατάστασης του νωτιαίου μυελού ή των ριζών του μέχρι ενός σημείου.

Ø Συμπτώματα

Τα συμπτώματα της κάκωσης νωτιαίου μυελού βασίζονται στο πόσο βαριά και σε ποιο σημείο είναι η βλάβη. Οι νευρικές ίνες στο σώμα σου επιτρέπουν να αισθάνεσαι ζεστό ή κρύο, άγγιγμα και υφή. Σου επιτρέπουν να ελέγχεις τους μύες σου. Επίσης, ελέγχουν λειτουργίες του σώματός σου που γίνονται χωρίς να το σκεφτείς (όπως αναπνοή ενώ κοιμάσαι). Αυτό σημαίνει ότι αν οι ίνες καταστραφούν, οποιαδήποτε από αυτές τις λειτουργίες μπορεί να χαθούν. Για παράδειγμα, η κάκωση νωτιαίου μυελού μπορεί να προκαλέσει:

- μούδιασμα
- μυρμήγκιασμα
- ασυνήθιστη θέση της κεφαλής
- δυσκολία ή διαταραχή στη βάρδια
- αδυναμία στη μετακίνηση μέρη του σώματος (παράλυση)
- αδυναμία στον έλεγχο της κύστης και του εντέρου (ακράτεια)

- αδυναμία στην αναπνοή χωρίς βοήθεια

Οι ίνες στο κατώτερο τμήμα του νωτιαίου μυελού ελέγχουν λειτουργίες και αισθήσεις του κατώτερου τμήματος του σώματος, όπως τα κάτω άκρα. Αν ο νωτιαίος μυελός τραυματιστεί στο μεσαίο ή κάτω τμήμα του τότε μπορεί να παραλύσουν και να χάσει την αίσθηση στην οσφύ και τα πόδια. Ίνες στο ανώτερο τμήμα του νωτιαίου μυελού ελέγχουν την κίνηση και την αίσθηση του ανώτερου τμήματος του σώματος, όπως τα χέρια, και επίσης το κατώτερο τμήμα του σώματος. Αυτό σημαίνει ότι τραυματισμός στο ανώτερο τμήμα του νωτιαίου μυελού επηρεάζει πιο πολλά νεύρα από έναν τραυματισμό πιο χαμηλά στην σπονδυλική στήλη. Ένας τραυματισμός στον αυχένα μπορεί να παραλύσει τα χέρια, τα πόδια, την ουροδόχο κύστη, το έντερο και ακόμα και μύες που ελέγχουν την αναπνοή. (Bryce, 2010)

Ø Νωτιαία Σύνδρομα

Αναλόγως το σημείο και το επίπεδο κάκωσης του νωτιαίου μυελού υπάρχουν διάφορα σύνδρομα τα οποία έχουν συγκεκριμένη κλινική εικόνα και συμπτώματα. Στην συνέχεια θα αναφερθούν τα πιο γνωστά από τα σύνδρομα αυτά.

1. Σύνδρομο Brown-Sequard. Το σύνδρομο αυτό προκύπτει από ημιεγκάρσια βλάβη του νωτιαίου μυελού και είναι χαρακτηριστικό αλλά και εντοπιστικό βλάβης στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού. Στο σύνδρομο αυτό υπάρχει διαταραχή της εν τω βάθει αισθητικότητας ομοπλευρώς και της επιπολής αισθητικότητας αντιπλευρώς από το σημείο της βλάβης και κάτω. Εδώ θα πρέπει να τονισθεί ότι το σύνδρομο Brown-Sequard δεν περιλαμβάνει μόνο αισθητικές διαταραχές. Στο σύνδρομο μετέχει βέβαια και η κινητικότητα (βλάβη του κατερχόμενου πυραμιδικού δεματίου). Έτσι το σύνδρομο αυτό, στην πλήρη του μορφή, εκφράζεται ως εξής: ομοπλευρώς προς τη βλάβη, πάρεση πυραμιδικού τύπου και διαταραχή της εν τω βάθει αισθητικότητας και αντιπλευρώς, διαταραχή της επιπολής αισθητικότητας.

2. Συριγγομυελικό σύνδρομο (σύριγξ = αυλός): Υπάρχουν καταστάσεις, όπου ο κεντρικός μυελικός σωλήνας διευρύνεται και σχηματίζεται μία κοιλότητα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διακόπτεται η πορεία των χιαζόμενων ινών σε όλα τα μυελοτόμια στα οποία υπάρχει αυτή η κοιλότητα. Είναι προφανές, ότι το αισθητικό έλλειμμα αφορά μόνο στην επιπολής αισθητικότητα (θερμοαλγαισθησία), είναι αμφοτερόπλευρο, αλλά όχι κατ' ανάγκη και απολύτως συμμετρικό και παρατηρείται μόνο στις περιοχές που αντιστοιχούν στο επίπεδο της βλάβης.

3. Σύνδρομο οπισθίων δεσμών. Είναι το αντίστροφο του προηγούμενου αφού διατηρείται η επιπολής αισθητικότητα και καταργείται η εν τω βάθει κάτω από το σημείο της βλάβης.

4. Σύνδρομο αυχενικής μοίρας σπονδυλικής στήλης. Αυτά το σύνδρομο της αυχενικής μοίρας περιλαμβάνει πρόσθια και οπίσθια πίεση του νωτιαίου μυελού λόγω μιας οξείας βλάβης από υπερέκταση, είτε μιας χρόνιας γενετικής κατάστασης που προκαλεί σταδιακή στένωση. Αρχικά η βλάβη περιορίζεται σε φράξη μικροαγγείων του κεντρικού τμήματος του νωτιαίου μυελού. Με τη συμπίεση του νωτιαίου μυελού η φαιά ουσία παρουσιάζει πρώτα συμπτώματα λόγω των μεγαλύτερων μεταβολικών αναγκών της σε σχέση με τη λευκή ουσία. Έτσι το σύνδρομο χαρακτηρίζεται από μία δυσανάλογα μεγαλύτερη απώλεια της κινητικής ενέργειας στα άνω άκρα απ' ό,τι στα κάτω μια ποικίλου βαθμού αισθητικές απώλειες (απώλειες των κινητικών κεράτων του νωτιαίου μυελού στη φαιά ουσία και στο κεντρικό επίμηκες σύστημα της λευκής). Αρχικά οι αισθητικές απώλειες αφορούν τον πόνο και τη θερμοκρασία αλλά μεγαλύτερη συμπίεση βλάβη μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της αίσθησης της αφής, κίνησης, θέασης, δόνησης. Επίσης, μπορεί να παρουσιαστούν προβλήματα στην ουροδόχο κύστη με τη μορφή κατακράτησης ούρων. Με χειρουργική αποσυμπίεση ή πρόγνωση για λειτουργική αποκατάσταση είναι αρκετά καλή.

Η επέμβαση στις τραυματικές βλάβες μπορεί να καθυστερήσει μέχρι η κατάσταση να σταθεροποιηθεί στο υποξή στάδιο μέσα σε 7-14 μέρες. Συνήθως ο ασθενής βελτιώνεται κινητικά στα κάτω άκρα, κατόπιν στα άνω και τέλος στην άκρα χείρα. Έτσι καταστάσεις που αρχικά παρουσιάζονται ως πλήρεις τετραπληγίες με ελάχιστες κινήσεις στα κάτω άκρα (δάκτυλα) μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να έχουν μερική ή και πλήρη ακόμη κινητική αποκατάσταση. Σε σπάνιες περιπτώσεις το σύνδρομο αυτό εμφανίζεται και στην περιοχή της θωρακικής ή της οσφυϊκής μοίρας. Για παράδειγμα σ' αυτές τις περιπτώσεις, ο ασθενής μπορεί να παρατηρεί αδυναμία σε μύες που νερώνονται από το άνω οσφυϊκό τμήμα του νωτιαίου μυελού δηλαδή μπορεί να μην κάνει κάμψη – απαγωγή του ισχίου αλλά, να μπορεί να κουνάει τα δάκτυλα του άκρου πόδα. (Drake, 2007)

1.4 Επιδημιολογικά στοιχεία κακώσεων νωτιαίου μυελού

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναπτυχθεί η επιδημιολογία των κακώσεων του νωτιαίου μυελού τόσο στην Ελλάδα αλλά και σε διεθνή χώρο.

Επιδημιολογία ορίζεται ως η μελέτη της κατανομής της νόσου στον πληθυσμό και η εφαρμογή αυτής της μελέτης για τον έλεγχο προβλημάτων υγείας. Οι δύο πιο βασικές έννοιες της επιδημιολογίας είναι η επίπτωση (incidence) και ο επιπολασμός (prevalence).

Επίπτωση ορίζεται ο ρυθμός με τον οποίο υγιή άτομα αναπτύσσουν ένα νέο σύμπτωμα ή ασθένεια σε ένα ορισμένο διάστημα. Αντιθέτως, με τον όρο επιπολασμό που είναι ένα μέτρο για τον αριθμό των ατόμων του γενικού πληθυσμού που έχουν ένα σύμπτωμα ή ασθένεια σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Ο επιπολασμός της ΚΝΜ για παράδειγμα που θα μελετήσουμε παρακάτω είναι το μέτρο σ' αυτούς με ΚΜΝ που εντοπίστηκαν κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης περιόδου.

Ø Επίπτωση της κάκωσης του νωτιαίου μυελού

Επίπτωση ή συχνότητα εμφάνισης νέων περιστατικών της νόσου, γενικώς είναι ο αριθμός των ατόμων που παρουσιάζουν ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, όπως κάκωση νωτιαίου μυελού, σε μια χρονική περίοδο, π.χ. ένα έτος. Τόσο η επίπτωση όσο και ο επιπολασμός δεν έχουν ιδιαίτερη αξία ως απλοί αριθμοί. Έτσι είναι απαραίτητη η αναγωγή τους ως προς τον πληθυσμό ή μία ομάδα του πληθυσμού, ανάλογα με τις ανάγκες της διερεύνησης (για παράδειγμα 1.000.000 ατόμων του γενικού πληθυσμού). Υπολογίζεται από τον αριθμό των νέων αυτών περιστατικών διά του συνολικού πληθυσμού της χώρας επί 100.000 ή 1.000.000 πληθυσμού.

Στην Ελλάδα, δεν υπάρχει κανένα απολύτως σταθερό σύστημα καταγραφής σε βάση δεδομένων των νέων περιστατικών κάκωσης ή πάθησης του νωτιαίου μυελού. Καταγράφονται μόνον αδρά στοιχεία νέων εισαγωγών, με διαγνωστικά κυρίως κριτήρια, από τις ανάλογες υπηρεσίες κάθε νοσηλευτικού ιδρύματος της Ελληνικής Επικράτειας, τα οποία αποστέλλονται στην Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία. Τα στοιχεία αυτά στην συνέχεια ομαδοποιούνται και δημοσιεύονται σε ειδικά τεύχη, Από τα δεδομένα αυτά, μια ομάδα γιατρών από το ΚΑΤ το 1980, ανέλυσε όλες τις νέες εισαγωγές που αναφερόταν σε τραύμα της σπονδυλικής στήλης, εξέτασε σε κάθε νοσοκομείο τους φακέλους νοσηλείας και διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν 180 νέες κακώσεις νωτιαίου μυελού ετησίως, δηλαδή 16 ως 18 νέες κακώσεις ανά 1.000.000 πληθυσμού.(Σμυρνής et al, 1981) Η επίπτωση αυτή της κάκωσης νωτιαίου μυελού στην Ελλάδα, έγινε αποδεκτή από την ιατρική κοινότητα και αποτέλεσε σημείο αναφοράς. Θεωρήθηκε δε ως βάση για οποιαδήποτε μέτρα οδικής ασφάλειας αναφερόταν στην πρόληψη των τροχαίων ατυχημάτων, αλλά και τη βελτίωση της αντιμετώπισής τους στον τόπο του ατυχήματος και των συνθηκών μεταφοράς του τραυματία. Παράλληλα δόθηκε μεγάλη ώθηση για τη δημιουργία ειδικών μονάδων αντιμετώπισης του

σπονδυλικού τραύματος σε διάφορα νοσοκομεία, όπως το τμήμα Σπονδυλικής Στήλης στο νοσοκομείο ΚΑΤ. Σήμερα, υπολογίζεται άτυπα ότι η επίπτωση της κάκωσης νωτιαίου μυελού στην Ελλάδα είναι 18 έως 22 νέα περιστατικά ανά 1.000.000 πληθυσμού, δηλαδή 200 έως 240 περίπου νέα περιστατικά ετησίως σε όλη την Ελληνική επικράτεια.(Ζαχαρίου, 2008)

Ø Επιπολασμός της κάκωσης νωτιαίου μυελού στο διεθνή χώρο

Στην Βόρεια Αμερική, ο επιπολασμός της τραυματικής κάκωσης νωτιαίου μυελού υπολογίζεται από 17 έως 83 άτομα ανά 1.000.000 πληθυσμό στις πιο πρόσφατες μελέτες, ενώ στον αμερικάνικο στρατό τα αποτελέσματα ήταν πολύ ψηλότερα (429 ανά 1.000.000). (Ackery et al.,2004)Το μεγαλύτερο ποσοστό των μελετών βασίστηκαν σε Καναδικά και Αμερικάνικα δεδομένα.

Στην Ευρώπη, ο επιπολασμός υπολογίζεται στο 3.3 έως 130.6 ασθενής ανά 1.000.000 πληθυσμού τον χρόνο. Αυτό αντικατοπτρίζει την εμπειρία διαφόρων χωρών όπως η Δανία, η Φινλανδία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ιταλία και άλλες. (Kannus et al., 2007)

Στην Ασία, ο επιπολασμός είναι 6.7 έως 246 άτομα ανά 1.000.000 πληθυσμού τον χρόνο. Υπήρξαν μελέτες από την Ιαπωνία, την Κίνα, την Ρωσία, την Ιορδανία και την Ταιβάν. (Chen et al., 1997)

Στην Ωκεανία, ο επιπολασμός υπολογίστηκε στο 5.6 έως 49.1 άτομα ανά 1.000.000 πολίτες τον χρόνο. Οι μελέτες ήταν από την Αυστραλία, την Νέα Ζηλανδία και τα νησιά Φίτζι. (Maharaj et al., 1996)

Δεν βρέθηκαν μελέτες που να επικεντρώνονται στον επιπολασμό κάποιας χώρας από την Αφρική.

Ø Επιπολασμός της κάκωσης νωτιαίου μυελού

Επιπολασμός (prevalence) χαρακτηρίζεται ο συνολικός αριθμός των ατόμων που παρουσιάζουν μια καθορισμένη χρονική στιγμή, ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό. Για παράδειγμα ο συνολικός αριθμός των ατόμων με κάκωση νωτιαίου μυελού κατά την στιγμή της παρατήρησης. Ο μεν επιπολασμός ανάγεται ως προς τον πληθυσμό τη στιγμή κατά την οποία γίνεται η μέτρησή του, η δε επίπτωση ανάγεται συνήθως ως προς τον μέσο πληθυσμό της σχετικής χρονικής περιόδου. Επομένως και ο επιπολασμός και η επίπτωση χρησιμοποιούνται υπό την μορφή συντελεστών. Η εκτίμηση του επιπολασμού γίνεται με δύο βασικούς τρόπους. Ένας τρόπος είναι να χρησιμοποιηθούν επιδημιολογικοί τύποι που συνδέουν τον επιπολασμό με περισσότερο καθημερινά στοιχεία πάνω στην επίπτωση και

στο προσδόκιμο της ζωής των περιστατικών που ήδη υπάρχουν. Δηλαδή με άλλα λόγια, να χρησιμοποιηθεί σαν βάση ο αριθμός των νέων περιστατικών κάκωσης νωτιαίου μυελού που παρουσιάζεται ανά έτος, σε συνδυασμό με αυτά που ήδη υπάρχουν. Αυτό έγινε για τις αρχικές προσπάθειες εκτίμησης του επιπολασμού της νόσου, με δεδομένο ότι η κάκωση του νωτιαίου μυελού είναι σχετικά σπάνια κατάσταση. Έτσι, το 1980, οι De Vino και συν, χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα μέχρι στιγμής στοιχεία, στις ΗΠΑ και εκτίμησαν ότι ο επιπολασμός της κάκωσης είναι 906 ασθενείς ανά 1.000.000 πληθυσμού, ή σχεδόν περίπου 200.000 υπάρχουσες ήδη περιπτώσεις. Βέβαια για να είναι αξιόπιστη η συγκεκριμένη προσέγγιση, θα πρέπει τόσο η επίπτωση όσο και το προσδόκιμο ζωής να παραμένουν σταθερά με την πάροδο του χρόνου. Επειδή όμως το προσδόκιμο επιβίωσης για τις συγκεκριμένες περιπτώσεις αυξάνεται σταθερά, ενώ είχε γίνει ήδη η τρέχουσα εκτίμηση, η προσέγγιση αυτή είχε ως αποτέλεσμα την υπερεκτίμηση του επιπολασμού. Μια εναλλακτική προσέγγιση της απλής καταμέτρησης των ασθενών με κάκωση νωτιαίου μυελού, θα μπορούσε να εφαρμοστεί εάν υπήρχαν διαθέσιμα αξιόπιστα στοιχεία από την καταγραφή των ατόμων αυτών στους ασφαλιστικούς φορείς ή άλλες οργανώσεις και συνδέσμους. Παρόλα αυτά, χρησιμοποιώντας απλουστευμένα πλάνα δειγματοληπτικά σε μικρότερα γεωγραφικά διαμερίσματα ή ιδρύματα των ΗΠΑ, το 1988, οι Berkowitz και συν, υπολόγισαν απλά ότι ο επιπολασμός των κακώσεων στις ΗΠΑ ήταν 721 ανά 1.000.000 πληθυσμό και συνολικά 176.965 άτομα. (Berkowitz et al., 1992)

Συνδυάζοντας τα στοιχεία του 1988 με πρόσφατες εκτιμήσεις της επίπτωσης σχετικά με την ηλικία, το φύλο και τη θνησιμότητα, έγινε προσπάθεια να προβληθεί η ανάπτυξη του επιπολασμού της κάκωσης νωτιαίου μυελού στις ΗΠΑ με την πάροδο του χρόνου. Ο εκτιμώμενος επιπολασμός της κάκωσης από τα μαθηματικά αυτά μοντέλα ήτα 207.129 ασθενείς με κάκωση το 1994, 246.882 ασθενείς το 2004 και το 2014 εκτιμάται ότι θα είναι 276.281 άτομα. (Lasfargues et al., 1995) Η αύξηση αυτή του επιπολασμού θεωρείται αποκλειστικά αποτέλεσμα της βελτίωσης των συνθηκών της καθημερινότητας των ατόμων αυτών και της παράτασης του μέσου χρόνου επιβίωσης τους μάλλον και όχι σε μια αύξηση μόνον της επίπτωσης της κάκωσης νωτιαίου μυελού.

Ø Ο επιπολασμός της κάκωσης νωτιαίου μυελού στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, όπως αναφέρθηκε, δεν υπάρχει σαφής καταγραφή των περιστατικών με κάκωση (παραπληγία και τετραπληγία) ή πάθηση του νωτιαίου μυελού, όπως τα άτομα με πολλαπλή σκλήρυνση (σκλήρυνση κατά πλάκας) και ούτε φυσικά υπάρχει κάποια μελλοντική πρόβλεψη για δημιουργία μιας παρόμοιας βάσης δεδομένων. Με βάση τη μελέτη της ομάδας

του ΚΑΤ, το 1980, δηλαδή 180 έως 200 νέα περιστατικά ετησίως, υπολογίζεται ότι τα τελευταία σαράντα χρόνια υπάρχουν συνολικά περίπου 7.500 άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού, χωρίς όμως να είναι γνωστός ο ακριβής αριθμός των ατόμων με παρόμοιο πρόβλημα που απεβίωσαν. (Μιχαήλ, 2008)

Βασική πηγή καταγραφής των ατόμων με κάκωση αποτελούν οι σύλλογοί τους που διαδραματίζουν τον πλέον ουσιαστικό ρόλο, τόσο σε συνδικαλιστικές διεκδικήσεις όσο και σε πολιτιστική οργάνωση. Τα άτομα με κάκωση ή άλλη αναπηρία, συμμετέχουν σε δύο βασικές ομάδες, τον Πανελλήνιο Σύλλογο Παραπληγικών (ΠΑΣΠΑ), που είναι παλαιότερος και αποτελεί μια καθαρά συνδικαλιστική οργάνωση, και τον Πανελλαδικό Σύνδεσμο Παραπληγικών και Κινητικά Αναπήρων (ΠΑΣΥΠΚΑ) που πέραν του συνδικαλιστικού του πλαισίου αποτελεί και ένα βασικό κορμό για τα Καλλιτεχνικά και τα Αθλητικά δρώμενα στο συγκεκριμένο χώρο, λαμβάνοντας μέριμνα για την πνευματική αναβάθμιση των αναπήρων μέσω της τέχνης και του πολιτισμού. Δυστυχώς δεν υπάρχουν στοιχεία και ακριβείς καταγραφές για να προσδιοριστεί ο επιπολασμός με ακρίβεια στην Ελλάδα. Έτσι, γίνεται μια κατά προσέγγιση αναφορά, μέσω των εγγεγραμμένων μελών στους συλλόγους αυτούς. Τα μέλη του ΠΑΣΠΑ, που είναι ο παλαιότερος, είναι περίπου 1800 άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού, ενώ τα μέλη του ΠΑΣΥΠΚΑ, είναι 970 άτομα με κινητική αναπηρία, οι περισσότεροι των οποίων με κάκωση, αλλά όχι μόνον. Στα μέλη αυτά περιλαμβάνονται και τα άτομα των παραρτημάτων, που είναι για το ΠΑΣΠΑ, στη Θεσσαλονίκη, Πάτρα και Αίγιο, ενώ για τον ΠΑΣΥΠΚΑ, στη Θεσσαλονίκη και Λακωνία. Στα περίπου 3000 αυτά άτομα που φαίνεται να συμμετέχουν, θα πρέπει να προστεθούν και άλλα 3000 όπως υπολογίζεται άτομα, που παραμένουν για διάφορους λόγους αφανή (προκατάληψη και ψυχολογική επιβάρυνση του περιβάλλοντος, βαρύτητα κατάστασης, αδυναμία περιβάλλοντος, ελλιπή προσβασιμότητα). Επιπλέον, δεν είναι καταγεγραμμένα πόσα από τα άτομα αυτά έχουν αποβιώσει. Έτσι ο συνολικός αριθμός των ατόμων με κάκωση νωτιαίου μυελού και συναφή αναπηρία στην Ελλάδα, υπολογίζεται περίπου στις 6000. Η έλλειψη βέβαια επιδημιολογικών στοιχείων είναι οδυνηρή, επειδή δεν μπορεί να αναδείξει με σαφήνεια τις διαστάσεις του μεγάλου προβλήματος των συγκεκριμένων ατόμων στην Ελλάδα, και δεν ευνοεί την προσπάθεια των δίκαιων διεκδικήσεων για ίσες ευκαιρίες και αξιοπρεπή ποιότητα ζωής. (Μπάκας, 2012)

1.5 Σημαντικές διαταραχές που συμβαίνουν σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθούν οι σημαντικότερες διαταραχές που υπόκεινται τα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού, οι οποίες παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στην ζωή των ατόμων

αυτών. Οι διαταραχές αυτές, όπως θα περιγράψουν παρακάτω, είναι οι καρδιαγγειακές διαταραχές, μέσα στις οποίες υπάγεται και η αυτόνομη δυσαντανακλαστικότητα (autonomic dysreflexia), που θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο, καθώς και οι αναπνευστικές διαταραχές.

Ø Καρδιαγγειακές διαταραχές

Σημαντικό ρόλο μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού παίζει το αυτόνομο νευρικό σύστημα (ΑΝΣ), το οποίο είναι υπεύθυνο για την ρύθμιση της λειτουργίας των σπλάχνων και τη διατήρηση της εσωτερικής ομοιόστασης, νευρώνοντας τους λείους μύες των σπλάχνων, τους ενδοκρινείς αδένες και τον καρδιακό μυ. Το ΑΝΣ διαιρείται στο Παρασυμπαθητικό και στο Συμπαθητικό σύστημα. Το παρασυμπαθητικό σύστημα συντονίζει λειτουργίες «χαλάρωσης» όπως πέψη, πτώση της αρτηριακής πίεσης και μείωση της καρδιακής συχνότητας και αναπνοής. Το συμπαθητικό σύστημα είναι υπεύθυνο για την αύξηση της καρδιακής συχνότητας και της αρτηριακής πίεσης, προκαλεί αγγειοσυστολή και ενεργοποιείται σε αγχώδεις καταστάσεις. Επομένως, το συμπαθητικό νευρικό σύστημα είναι υπεύθυνο στο μεγαλύτερο κομμάτι της ημέρας (Μπάκας, 2012)

Οι καρδιολογικές επιπλοκές μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού διαιρούνται σε άμεσες και έμμεσες. Οι άμεσες είναι αποτέλεσμα δυσλειτουργίας του ΑΝΣ. Οι πιο συνήθεις άμεσες καρδιαγγειακές επιπλοκές είναι η υπόταση, η βραδυκαρδία και η δυσαυτονομία (η οποία είναι πρόβλημα που εμφανίζεται πολύ συχνά σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού, έτσι θα αναλυθεί σε ξεχωριστό κεφάλαιο παρακάτω διότι έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον).

- **Υπόταση:** Μετά την κάκωση του νωτιαίου μυελού, το συμπαθητικό νευρικό σύστημα ενεργοποιείται άμεσα. Η άμεση αυτή ενεργοποίηση ακολουθείται από υπόταση λόγω της απώλειας του συμπαθητικού τόνου. Η απώλεια του συμπαθητικού τόνου οδηγεί σε υπόταση λόγω της μείωσης της συστηματικής αγγειακής αντίστασης, στα κάτω άκρα κυρίως, λόγω της παράλυσής τους και παράλληλα και της απώλειας της μυϊκής αντλίας η οποία επαναφέρει το φλεβικό αίμα στην κεντρική κυκλοφορία. Έτσι σαν αποτέλεσμα, έχουμε μείωση του αίματος το οποίο πάει στην καρδιά, διαστολή των φλεβών, καθώς και μείωση του αίματος το οποίο στέλνει η καρδιά στην περιφέρεια. Τέλος, κατά τη διάρκεια του νωτιαίου shock, χάνονται τα αντανακλαστικά που επιταχύνουν τον καρδιακό ρυθμό, με αποτέλεσμα τη βραδυκαρδία (Μπάκας, 2012)
- **Βραδυκαρδία:** Οι βραδυαρρυθμίες μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού είναι πολλές και παρατηρούνται πάντα στους τετραπληγικούς ασθενείς ως αποτέλεσμα της διακοπής των συμπαθητικών νευρικών ώσεων που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια του νωτιαίου shock. Η

αφόδευση, το ρίγος καθώς και η αναρρόφηση εκκριμάτων από την τραχεία, μπορούν να προκαλέσουν φλεβοκομβικές παύσεις (καρδιακές παύσεις) καθώς και αντανακλαστική παρασυμπαθητική δραστηριότητα, η οποία αντιρροπείται δύσκολα από το συμπαθητικό (Μπάκας, 2012). Η βραδυκαρδία μπορεί να διαρκέσει μέχρι και τρεις εβδομάδες μετά την κάκωση νωτιαίου μυελού, ενώ μετά από έξι εβδομάδες ο καρδιακός ρυθμός είναι φυσιολογικός. Παρόλα αυτά, η καρδιακή ανακοπή είναι σπάνια (Lehmann et al., 1987).

Σειρά έχουν οι έμμεσες επιπλοκές στις οποίες κατατάσσονται τα αποτελέσματα της ακινητοποίησης και του καθιστικού τρόπου ζωής μετά την κάκωση. Οι συνήθεις έμμεσες επιπλοκές είναι η θρομβοεμβολική νόσος, ιδίως η εν τω βάθει φλεμβοθρόμβωση και η πνευμονική εμβολή. Ενώ, η βασικότερη αιτία θανάτου στη χρόνια φάση είναι η ισχαιμική καρδιοπάθεια.

Η θρομβοεμβολική νόσος περιλαμβάνει την εν τω βάθει φλεμβοθρόμβωση και την πνευμονική εμβολή και αποτελεί συχνή επιπλοκή σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού. Η θρομβοεμβολική νόσος παρουσιάζει μεγάλη συχνότητα εμφάνισης ιδιαίτερα κατά την οξεία φάση. Βέβαια, εξακολουθεί να υπάρχει και με την πάροδο του χρόνου μόνο που εμφανίζεται μειωμένη κάθε χρόνο. Πρόσφατα όμως, έχοντας στη διάθεσή μας νέες διαγνωστικές τεχνικές, έχουμε και καλύτερη διαγνωστική ακρίβεια της εν τω βάθει φλεμβοθρόμβωσης και της πνευμονικής εμβολής, οι οποίες έχουν μεγάλη συχνότητα εμφάνισης (Μπάκας, 2012).

- **Εν τω βάθει φλεμβοθρόμβωση:** Η πρώιμη διάγνωση είναι συχνά καθυστερημένη λόγω της έλλειψης των συμπτωμάτων που συνοδεύουν την πάθηση όπως το οίδημα, η θερμότητα και η ερυθρότητα του προσβεβλημένου μέλους. Επίσης, πολλά από τα συμπτώματα εκδηλώνονται και σε άλλες διαταραχές που παρουσιάζονται στα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού. Υπάρχουν και άτομα στα οποία επιβεβαιώθηκε η νόσος με αντικειμενικές δοκιμασίες αλλά δεν είχαν εκδηλώσει κάποια συμπτώματα της νόσου. Συμπερασματικά, θα πρέπει να υπάρχει μεγάλη υποψία για εκδήλωση της νόσου σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού. Η συχνότητα εμφάνισής της κατά την οξεία φάση της κάκωσης είναι υψηλή και κυμαίνεται από 47% έως και 100% ανάλογα με την σοβαρότητα της κλινικής εικόνας (DeVivo et al., 1995).
- **Πνευμονική εμβολή:** Η πνευμονική εμβολή είναι παρόμοια με την εν τω βάθει φλεμβοθρόμβωση, οπότε η διάγνωσή της είναι συνήθως καθυστερημένη λόγω του ότι δεν έχει συγκεκριμένα συμπτώματα που την συνοδεύουν. Τα συμπτώματα της πνευμονικής εμβολής είναι η δύσπνοια, ο πυρετός, η ταχυκαρδία, η ταχύπνοια, ο πόνος στο στήθος, συμπτώματα τα οποία παρουσιάζονται και σε άλλες παθήσεις, όπως η πνευμονία και η ατελεκτασία. Λόγω της έλλειψης των ειδικών συμπτωμάτων της νόσου

αυτής, η αρχική της εκδήλωση είναι ο αιφνίδιος θάνατος. Έτσι, η υποψία για εμφάνισή της θα πρέπει να είναι πάντοτε υψηλή (Μπάκας, 2012).

- **Αθηροσκληρυντική νόσος της καρδιάς:** Η καθιστική ζωή και η πλούσια σε λιπαρά διατροφή θέτουν τα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού σε μεγάλο κίνδυνο για ανάπτυξη της νόσου. Η καρδιακή νόσος είναι η βασική αιτία θνησιμότητας σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού τα οποία έχουν επιζήσει πάνω από 30 χρόνια με την αναπηρία αυτή. Πολύ ανησυχητικά θεωρούνται τα επίπεδα χοληστερόλης που είναι μεγαλύτερα από 200 gr/dl, τα επίπεδα LDL πάνω από 135 mgr/dL και τα επίπεδα HDL κάτω από 35mgr/dl (Sempos et al.,1993)

Η καρδιά και τα αγγεία του σώματος τροφοδοτούνται από το συμπαθητικό σύστημα, που εντοπίζεται στα επίπεδα Θ1-Θ7. Το αγγειακό δίκτυο κάτω από το διάφραγμα λαμβάνει συμπαθητική νεύρωση από τα επίπεδα Θ1-Θ4. Επομένως, η σοβαρότητα του καρδιαγγειακού προβλήματος εξαρτάται από τη βαρύτητα της κάκωσης, με μια ανάλογη σχέση: όσο βαρύτερη είναι η κάκωση τόσο σοβαρότερο είναι το πρόβλημα

Ø Αναπνευστικές Διαταραχές

Οι αναπνευστικές διαταραχές είναι αποτέλεσμα της απώλειας της λειτουργίας των αναπνευστικών μυών κάτω από το επίπεδο της κάκωσης. Επίσης, παρουσιάζονται και αλλαγές στην πνευμονική τους λειτουργία επειδή η αισθητική, η κινητική και η αυτόνομη νεύρωση εκτίθενται κάτω από το επίπεδο της βλάβης (Moreno et al., 2013). Συνεπώς, οι αναπνευστικές επιπλοκές σχετίζονται άμεσα με το επίπεδο ή το βαθμό (πλήρης ή ατελής) της βλάβης του νωτιαίου μυελού.

Ο πνευμονικός αερισμός μειώνεται λόγω της απώλειας λειτουργίας των μεσοπλευρίων και των επικουρικών μυών, ενώ μειωμένη ικανότητα για βήχα παρατηρείται λόγω απώλειας της λειτουργίας των κοιλιακών και των εκπνευστικών μεσοπλευρίων μυών. Έτσι, όλες αυτές οι αλλαγές χαρακτηρίζονται από παράλυση ή αδυναμία των αναπνευστικών μυών και τη μη φυσιολογική πνευμονική λειτουργία (Horman et al., 1997; Linn et al., 2001) που μπορεί συχνά να οδηγήσει σε πνευμονία, ατελεκτασία, προδιάθεση αποικισμού μικροβίων του κατώτερου αναπνευστικού συστήματος αλλά και ανάπτυξη αναπνευστικής ανεπάρκειας (Berly & Shem , 2007; Aito , 2003). Η υψηλή συχνότητα αναπνευστικών επιπλοκών, ιδιαίτερα σε κάκωση της αυχενικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, συνεισφέρει στο να αυξηθούν τα ποσοστά νοσηρότητας και θνησιμότητας μεταξύ των ανθρώπων με τετραπληγία.

Εναλλαγές στον πνευμονικό όγκο και την πνευμονική χωρητικότητα συχνά προκαλούνται από μυϊκά ελλείμματα. Τα μυϊκά αυτά ελλείμματα εξαρτώνται από το επίπεδο της βλάβης. Η νεύρωση των αναπνευστικών μυών παρουσιάζεται στον Πίνακα 1 παρακάτω ο οποίος μας δείχνει τις απώλειες των μυών ανάλογα με το επίπεδο της κάκωσης. Ως συνέπεια της παράλυσης των αναπνευστικών μυών, όπως είναι λογικό, παρατηρείται μείωση του αερισμού και της ανταλλαγής αερίων, πράγμα που θέτει σε κίνδυνο την ολοκλήρωση καθημερινών δραστηριοτήτων και περιορίζει την ικανότητα για άσκηση.

Οι έξω μεσοπλεύριοι μύες και το διάφραγμα είναι υπεύθυνοι για την διατήρηση του επαρκούς αερισμού. Κατά την ήρεμη αναπνοή αυτό επιτυγχάνεται μόνο με την συστολή του διαφράγματος (West JB, 1990). Η εκπνοή κατά την ήρεμη αναπνοή γίνεται παθητικά με επαναφορά των πνευμόνων και του θωρακικού τοιχώματος στη θέση ισορροπίας τους. Κατά την έντονη αναπνευστική προσπάθεια οι εκπνευστικοί μύες συσπώνται ενεργητικά όπως και κατά τον βήχα. Όπως αναφέρθηκε, ο βήχας αποτελεί αμυντικό μηχανισμό για την αποφυγή ατελεκτασίας και αναπνευστικών λοιμώξεων και επιτυγχάνεται με τη δράση των κοιλιακών και των μεσοπλεύριων μυών (Μπάκας, 2012). Επομένως, με τη μείωση της λειτουργίας των μεσοπλεύριων μυών λόγω κάκωσης νωτιαίου μυελού, τα άτομα αυτά θα παρουσιάζουν ανεπαρκή αερισμό στους πνεύμονες, μειωμένη ικανότητα για βήχα καθώς και μειωμένους αναπνευστικούς όγκους (λόγω του ότι οι μεσοπλεύριοι είναι υπεύθυνοι για τη δημιουργία εισπνοής σε χαμηλούς πνευμονικούς όγκους και για τη δημιουργία εκπνοής σε υψηλούς πνευμονικούς όγκους) (Kirshblum et al., 2002; West, 1990)

Σημαντική βελτίωση στην αναπνευστική λειτουργία των ατόμων με κάκωση νωτιαίου μυελού παρουσιάζεται μετά το πρώτο έτος από τον τραυματισμό. Ωστόσο, οι αναπνευστικές επιπλοκές αποτελούν τις πιο συχνές αιτίες θανάτου μέσα στο πρώτο έτος αλλά και αργότερα (Zimmer et al., 2007)

Η χειρουργική σταθεροποίηση της σπονδυλικής στήλης, η έγκαιρη αντιμετώπιση των αναπνευστικών προβλημάτων, η άσκηση των αναπνευστικών μυών και η εφαρμογή μηχανικού αερισμού όπου ενδείκνυται, αποτελούν μέτρα με στόχο τη βελτίωση και την επιβίωση των ασθενών με τετραπληγία.

Σε μια έρευνα, οι Van Houte et al., (2006) αναφέρουν ότι μετά από την αναπνευστική άσκηση υπάρχει μια τάση για βελτίωση της δύναμης των εκπνευστικών μυών, της ζωτικής χωρητικότητας και του υπολειπόμενου όγκου. Παρά τα θετικά αποτελέσματα μετά το τέλος της έρευνας, πολλά από τα άτομα αυτά δεν συνέχισαν την άσκηση με αποτέλεσμα να χάσουν τα οφέλη που είχαν αποκτήσει.

Συμπερασματικά, η άσκηση των αναπνευστικών μυών στους ασθενείς με κάκωση νωτιαίου μυελού οδηγεί στη μείωση των βλαβών του αναπνευστικού συστήματος και βελτιώνει την ικανότητα για άσκηση και για τις καθημερινές δραστηριότητες, πράγμα το οποίο θα αναλυθεί παρακάτω στις επιδράσεις της άσκησης στο αναπνευστικό σύστημα.

Πίνακας 1

Αναπνευστικοί Μύες και η νεύρωσή τους

Εισπνευστικοί Μύες	Νεύρωση
Διάφραγμα	A3-A5
Μεσοπλεύριοι	Θ1-Θ11
Πρόσθιος Σκαληνός	A3-A4
Μέσος Σκαληνός	A5-A6
Οπίσθιος Σκαληνός	A6-A8
Στερνοκλειδομαστοειδής	A2-A4
Τραπεζοειδής	A1-A4

Εκπνευστικοί Μύες	Νεύρωση
Ορθός κοιλιακός	Θ6-Θ12
Εγκάρσιος κοιλιακός	Θ2-Ο1
Έσω και έξω λοξός κοιλιακός	Θ6-Ο1

(Μπάκας, 2012)

Πίνακας 2

Ελλείμματα αναπνευστικών μυών ανάλογα με το σημείο της κάκωσης στο νωτιαίο μυελό

Επίπεδα Νωτιαίου Μυελού	Αναπνευστικοί Μύες	Συνέπειες
A1-A3	Πλήρης παράλυση όλων των αναπνευστικών μυών	Άπνοια-ανάγκη για Μηχανική Υποστήριξη Αναπνοής(MYA)
A3-A5(Νεύρωση διαφράγματος)	Η επίδραση της μυϊκής ισχύς του διαφράγματος ποικίλλει	Άμεσα μετατραυματικά: συχνά ανάγκη MYA
A5-A8	Σχεδόν ανέπαφο το διάφραγμα και οι επικουρικοί μύες του τραχήλου	Υπάρχει υψηλός κίνδυνος Αναπνευστικής Ανεπάρκειας
Θ1-Θ5	Παράλυση κοιλιακών και μεσοπλεύριων μυών	Επηρεάζεται σημαντικά ο βήχας και η αναπνοή
Θ6-Θ12	Παράλυση κοιλιακών και μεσοπλεύριων μυών	Κατά την έντονη προσπάθεια επηρεάζεται ο βήχας και η αναπνοή
Ο1 και κάτω		Δεν υπάρχει σημαντική δυσλειτουργία του αναπνευστικού

(Μπάκας, 2012)

*Η κάκωση του νωτιαίου μυελού πάνω από το επίπεδο A3, έχει σαν αποτέλεσμα την παράλυση όλων των αναπνευστικών μυών και για τη διατήρηση της ζωής απαιτείται άμεση διασωλήνωση και ΜΥΑ. Όταν η κάκωση εντοπίζεται στο επίπεδο A3, η λειτουργία του διαφράγματος καταργείται και η διατήρηση του πνευμονικού αερισμού δεν είναι εφικτή. Τα άτομα με κακώσεις ψηλά στην αυχενική μοίρα εμφανίζουν μεγαλύτερη συχνότητα επιπλοκών του αναπνευστικού και τη μεγαλύτερη θνητότητα σε σχέση με τις χαμηλότερες κακώσεις.

1.6 Δυσαντανακλαστικότητα του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος (Autonomic Dysreflexia (AD))

Το AD, επίσης γνωστό και ως υπέρταση του αυτόνομου συστήματος, είναι μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Είναι μία ανώμαλη αντίδραση που συμβαίνει όταν το σώμα αντιλαμβάνεται πόνο ή δυσφορία κάτω από το επίπεδο της κάκωσης του νωτιαίου μυελού. Επειδή το μήνυμα πόνου ή δυσφορίας δεν φτάνει στον εγκέφαλο, λόγω της κάκωσης στον νωτιαίο μυελό, η αρτηριακή πίεση του σώματος αυξάνεται σε επικίνδυνα επίπεδα. Αν η αιτία του πόνου ή της δυσφορίας δεν βρεθεί και θεραπευτεί γρήγορα, σοβαρές επιπλοκές όπως εγκεφαλικό, βλάβη στα όργανα, μόνιμη εγκεφαλική βλάβη ή ακόμα και θάνατος μπορεί να συμβούν. (Bryce, 2010)

Ø Αιτιολογία

- Αντίδραση σε επιβλαβή ερεθίσματα κάτω από το επίπεδο της βλάβης
- Αντίδραση σε ανωμαλία του κεντρικού νευρικού συστήματος, όπως συριγγομυελία
- Ιδιοπαθής (Bycroft, 2005)

Ø Επιδημιολογία

- Όλα τα άτομα με πλήρη κάκωση πάνω από το επίπεδο Θ6 μπορούν να έχουν συμπτώματα με ένα επαρκές ερέθισμα
- Συμβαίνει σε άτομα με πλήρη ή ατελή βλάβη κάκωσης νωτιαίου μυελού
- Τα συμπτώματα είναι λιγότερο συχνά και σοβαρά σε άτομα με ατελής βλάβη
- Σπάνια συμβαίνει σε άτομα με κάκωση κάτω από το επίπεδο του Θ6
- Το AD δεν μπορεί να συμβεί σε άτομο κάκωση του νωτιαίου μυελού μέχρι να τελειώσει το στάδιο του νωτιαίου σοκ (Bryce, 2010)

Ø Παθογένεια

Ένα επιβλαβές ερέθισμα ενεργοποιεί αλγοϋποδοχείς κάτω από το επίπεδο της κάκωσης ξεκινώντας ένα μπαράζ κεντρομόλων ώσεων. Συμπαθητικοί νευρώνες ενεργοποιούνται στην σπονδυλική στήλη κάτω από το επίπεδο της βλάβης δημιουργώντας μια γενικευμένη συμπαθητική αντίδραση. Η αντίδραση αυτή δημιουργεί αυξημένη περιφερική αντίσταση, του κυκλοφορούντος όγκου αίματος και αύξηση στην αρτηριακή πίεση. Στη συνέχεια, ανασταλτικά σήματα που δημιουργούνται από τα κέντρα που ρυθμίζουν τα αιμοφόρα αγγεία, που βρίσκονται στο εγκεφαλικό στέλεχος, δεν μπορούν να κατέλθουν (όταν η βλάβη είναι στο επίπεδο Θ6 ή πιο πάνω) στη βάση των σπλαχνικών αγγείων, τα οποία μπορούν να φιλοξενήσουν την αυξημένη αρτηριακή πίεση. Η παρασυμπαθητική παραγωγή επικρατεί πάνω από το επίπεδο της κάκωσης και οδηγεί σε ρινική συμφόρηση, έξαψη και εφίδρωση. Το ρυθμιστικό των αγγείων στο εγκεφαλικό στέλεχος προσπαθεί αντανακλαστικά να μειώσει την αρτηριακή πίεση προκαλώντας βραδυκαρδία. (Bryce, 2010)

Ø Συμπτώματα

Τα συμπτώματα που παρατηρούνται κατά την AD είναι ο σφύζον πονοκέφαλος η υπέρταση, η άφθονη εφίδρωση και έξαψη πάνω από το επίπεδο της βλάβης, η Θαμπή όραση, η Αίσθηση ψύχρας και το άγχος Ρινική συμφόρηση και τέλος η βραδυκαρδία. (Bycroft, 2005)

Ø Επιβαρυντικοί παράγοντες

- Διάταση ουροδόχου κύστης (75%-85%)
- Ενσφήνωση κοπράνων (13%-19%)
- Έλκη πίεσεως
- Λοίμωξη ουροποιητικού συστήματος
- Αύξηση προς τα έσω τα νύχια των ποδιών
- Εμμηνόρροια
- Εργασία και τοκετός
- Χολοκυστίτιδα
- Γαστρικά έλκη ή γαστρίτιδα
- Αιμορροΐδες
- Σεξουαλική δραστηριότητα
- Στενά ρούχα

- Κατάγματα ή άλλα τραύματα
- Συριγγομυελία

Αποφυγή του AD	
Αίτια	Πρόληψη
<ul style="list-style-type: none"> · Υπερπλήρωση ουροδόχου κύστης · Λοίμωξη ουροποιητικού συστήματος 	<ul style="list-style-type: none"> · Εκτέλεση προγράμματος διαχείρισης της κύστης
<ul style="list-style-type: none"> · Υπερπλήρωση του εντέρου ή δυσκοιλιότητα · Γαστρεντερικά προβλήματα όπως χολόλιθοι, έλκη στομάχου, ή γαστρίτιδα 	<ul style="list-style-type: none"> · Εκτέλεση προγράμματος διαχείρισης του εντέρου · Πρόσληψη φυτικών ινών και κατανάλωση υγρών, με σύσταση του γιατρού
<ul style="list-style-type: none"> · Κατακλίσεις · Νύχια αυξημένα προς τα έσω · Άλλα δερματικά προβλήματα 	<ul style="list-style-type: none"> · Καθημερινός έλεγχος του δέρματος · Κατάλληλα ρούχα
<ul style="list-style-type: none"> · Σεξουαλική δραστηριότητα 	<ul style="list-style-type: none"> · Γνώση του ότι η σεξουαλική δραστηριότητα μπορεί να το προκαλέσει.
<ul style="list-style-type: none"> · Κατάγματα ή άλλοι τραυματισμοί · Στενά ρούχα · Αυξημένη θερμοκρασία ή απότομη αλλαγή της 	<ul style="list-style-type: none"> · Γνώση του ότι η σεξουαλική δραστηριότητα μπορεί να το προκαλέσει. Συζητά το με τον γιατρό σου · Κατάλληλα ρούχα

(Bryce, 2010)

1.7 Αερόβια άσκηση και κάκωση νωτιαίου μυελού

Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι να κατανοηθεί η έννοια της αερόβιας άσκησης και οι βασικές παράμετροι εκτίμησής της (VO_2max , αντοχή, φυσική κατάσταση) σε αρτιμελή άτομα όσο και σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού.

Ø Αερόβια άσκηση

Η αερόβια άσκηση ή αλλιώς καρδιοαναπνευστική προπόνηση αντοχής είναι μια μορφή άσκησης η οποία στοχεύει στη βελτίωση των παραγόντων που σχετίζονται με την αντοχή (η ένταση που μπορεί να διατηρηθεί όσο γίνεται περισσότερο στο χρόνο), δηλαδή με την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max), την ενεργειακή οικονομία (όσο λιγότερο οξυγόνο καταναλώνει ένα άτομο για την εκτέλεση ενός έργου, τόσο καλύτερη είναι η οικονομία του), το αναερόβιο κατώφλι (ποσότητα οξυγόνου που καταναλώνει ο οργανισμός κατά την άσκηση, πριν αρχίσει η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο αίμα). Για την αύξηση και τη βελτίωση των παραπάνω, κατά τη διάρκεια της προπόνησης, πρέπει να δίδονται ερεθίσματα μικρής έντασης που αντιστοιχούν στο αερόβιο κατώφλι και ερεθίσματα μεγάλης έντασης που αντιστοιχούν στο αναερόβιο κατώφλι. Η αερόβια προπόνηση οριοθετείται από το αερόβιο και αναερόβιο κατώφλι. Συνεπώς, αθλητές οι οποίοι θέλουν να βελτιώσουν την ικανότητά τους σε αυτού του είδους την άσκηση πρέπει να προπονούνται μέσα σε αυτά τα όρια. (Κλεισούρας, 2011)

Η αερόβια άσκηση είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι στην ζωή των ατόμων με κάκωση νωτιαίου μυελού. Τα άτομα αυτά, λόγω της καθιστικής τους ζωής στο μεγαλύτερο κομμάτι της ημέρας, παρουσιάζουν μειωμένη αερόβια ικανότητα και μεταβολές στις καρδιοαναπνευστικές απαντήσεις κατά τη διάρκεια της άσκησης. Παρόλο που η άσκηση των κάτω άκρων δεν είναι εφικτή, σημαντικό ρόλο παίζει η άσκηση των άνω άκρων με σκοπό τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας και των παραμέτρων της, που θα αναλυθούν παρακάτω (Tordi et al., 2001).

Όπως φαίνεται και από τον ορισμό της αερόβιας άσκησης, οι βασικοί παράγοντες εκτίμησης της είναι η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, η αντοχή καθώς και η φυσική κατάσταση. Τρεις παράμετροι αλληλένδετοι που παρουσιάζουν ανάλογη σχέση μεταξύ τους.

Ø Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου

Ανάλογα με την ένταση της μυϊκής προσπάθειας, η πρόσληψη ή κατανάλωση οξυγόνου από τα μυϊκά κύτταρα αυξάνεται. Ο ανώτατος όγκος οξυγόνου που καταναλώνουν τα κύτταρα κατά τη μέγιστη προσπάθεια στη μονάδα του χρόνου ορίζεται ως μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($VO_2\max$) (Κλεισούρας, 2011). Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου αντανακλά την αναπνευστική, την καρδιαγγειακή και τη μυϊκή ικανότητα του οργανισμού να προσλαμβάνει, να μεταφέρει και να καταναλώνει αντίστοιχα τη μέγιστη δυνατή ποσότητα οξυγόνου στη μονάδα του χρόνου (Κλεισούρας, 2011). Συνήθως μετριέται κατά τη διάρκεια ασκήσεων οι οποίες χρησιμοποιούν μεγάλες μυϊκές ομάδες όπως είναι το κολύμπι, το περπάτημα και το τρέξιμο, καθώς επίσης μπορεί να υπολογιστεί με ειδικά κυκλικά εργομετρικά τεστ (Kisner, 1996)

Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου στα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού περιορίζεται σχεδόν στο μισό που επιτυγχάνεται στη μέγιστη άσκηση των κάτω άκρων από αρτιμελή άτομα, λόγω της αναλογικά μικρότερης μυϊκής μάζας του ανώτερου κορμού (Dustine & Moore, 2005). Για την μέτρηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού χρησιμοποιούνται είτε ειδικά σπιρόμετρα είτε το σύστημα Douglas bag. Μετράτε κατά τη διάρκεια ασκήσεων σε εργόμετρο χειρός, εργόμετρο αμαξιδίων, διάδρομο αμαξιδίων και κατά την διάρκεια εκτέλεσης ενός αθλήματος με αμαξίδιο. Η άσκηση επιδρά ευεργετικά στα άτομα αυτά. Παρατηρείται 10% με 20% βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου καθώς και μεγαλύτερη ευεξία (Dustine & Moore, 2005). Οι Hoffman et al., (1986) μέσω μιας έρευνας έδειξε ότι υπάρχει 20% βελτίωση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου μετά από 4-20 εβδομάδες προπόνηση. Στην έρευνα αυτή πήραν μέρος και παραπληγικοί και τετραπληγικοί ασθενείς και ακολούθησαν είτε δραστηριότητες, όπως σπρώξιμο αναπηρικού αμαξιδίου ή κυκλοεργόμετρο είτε κάποιο άθλημα, όπως καλαθοσφαίριση σε αμαξίδιο. Στην έρευνα αυτή δεν υπήρχαν στοιχεία ότι η έντονη άσκηση και ο ανταγωνισμός είναι επιβλαβείς, αλλά ειδικά σημεία κινδύνου ως αποτέλεσμα της έλλειψης αισθητικότητας, της καρδιαγγειακής λειτουργίας, της αυτόνομης λειτουργίας και της θερμοκρασίας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

Τέλος, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου σχετίζεται άμεσα και με τη μυϊκή δύναμη. Αυτό αποδεικνύεται από μια έρευνα του Zoeller et al. (2005). Αντικείμενο της έρευνας αυτής ήταν ο καθορισμός της σχέσης μεταξύ μυϊκής δύναμης, της αερόβιας ικανότητας ($VO_2\max$), της υπομέγιστης συσσώρευσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα και της αντοχής σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού στο επίπεδο του θώρακα. Οι

συμμετέχοντες εκτέλεσαν 4 πειραματικές δοκιμασίες: τεστ δύναμης σε ισοκινητικό μηχάνημα (κάμψη, έκταση ώμου και αγκώνα), ένα διαλλειματικό και σταδιακό τεστ άσκησης στο εργόμετρο χειρός για την μέτρηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και την απόκριση του γαλακτικού οξέος στο αίμα και 2 τεστ για τη μέτρηση της αντοχής στο εργόμετρο χειρός. Η δύναμη της κάμψης του ώμου συσχετίστηκε με την VO_2max και την παραγόμενη ισχύ όταν φτάσουν στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max). Μεγαλύτερη ισοκινητική δύναμη του αγκώνα συνδέθηκε με υψηλότερη VO_2 και παραγόμενη ισχύ σε συγκέντρωση 4mmol/L λακτόζης στο αίμα όσον αφορά την κάμψη του ενώ στην περίπτωση της έκτασης συνδέθηκε με μεγαλύτερη ισχύ όταν έφταναν στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου.

Συμπερασματικά, τα παραπάνω ευρήματα δείχνουν ότι η μεγαλύτερη μυϊκή δύναμη συνδέεται με τη μεγαλύτερη αερόβια δύναμη και αντοχή. Η μεγαλύτερη μυϊκή δύναμη μπορεί να ασκήσει μια θετική επιρροή στην απόδοση της άσκησης, καθιστώντας το καρδιοαναπνευστικό σύστημα πιο δυνατό με αποτέλεσμα την μείωση και την καθυστέρηση της μυϊκής κόπωσης.

Ø Αντοχή

Η αντοχή είναι η ικανότητα για άσκηση για μεγάλο χρονικό διάστημα και η ικανότητα για αντίσταση στην κόπωση (Wilmore et al., 2004) Περιλαμβάνει και τη μυϊκή και την καρδιαγγειακή αντοχή. Η μυϊκή αντοχή εξαρτάται από τις επαναλαμβανόμενες μυϊκές συσπάσεις που μπορεί να εκτελέσει μια μεμονωμένη μυϊκή ομάδα σε μια χρονική περίοδο, ενώ η καρδιαγγειακή αντοχή αναφέρεται στην ικανότητα εκτέλεσης μιας μεγάλης μυϊκής δυναμικής άσκησης όπως το περπάτημα, το κολύμπι και η ποδηλασία για μεγάλες χρονικές περιόδους (Kisner, 1996)

Η αερόβια αντοχή είναι συνώνυμη με την καρδιοαναπνευστική αντοχή και αντιδιαστέλλεται με τη μυϊκή αντοχή. Αερόβια αντοχή ορίζεται ως η σχετική ένταση που μπορεί να διατηρηθεί όσο γίνεται περισσότερο στο χρόνο ή ως η ανώτατη ένταση, που μπορεί να διατηρηθεί για μια ορισμένη διάρκεια η απόσταση. Πειραματικά έχει βρεθεί, ότι η αερόβια αντοχή σχετίζεται με την VO_2max . Όσο μεγαλύτερη είναι η VO_2max ενός ατόμου, τόσο περισσότερο έργο μπορεί να παράγει. (Rosell et al., 1973).

Στα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού, η αντοχή τους σίγουρα θα είναι μειωμένη λόγω και της μειωμένης μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Για την αύξηση της αντοχής στα άτομα αυτά, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η άσκηση. Σύμφωνα με τον Jacobs et al., (2001) παραπληγικοί ασθενείς έδειξαν βελτίωση στην καρδιοαναπνευστική τους αντοχή κατά 29,7% και στη δύναμη του ανώτερου κορμού μετά από 12 εβδομάδες άσκησης με αντίσταση. Ακολουθήθηκε μια σειρά από ισοκινητικές ασκήσεις με αντίσταση σε ένα γυμναστήριο με

πολλαπλούς σταθμούς. Οι ασκήσεις πραγματοποιήθηκαν με υψηλή ταχύτητα και χαμηλής αντίστασης εργόμετρο χειρός. Τα αποτελέσματα στην αντοχή και στη δύναμη ξεπέρασαν εκείνα που συνήθως αναφέρονται σε τέτοιου είδους άσκηση και στις ίδιες πληθυσμιακές ομάδες.

Οι Goosey et al. (2006) διεξήγαγαν μία έρευνα όπου το βασικό της αντικείμενο ήταν να αποκτηθεί το φυσιολογικό προφίλ υψηλά προπονημένων Βρετανών τετραπληγικών αθλητών και να εξεταστεί η σχέση μεταξύ της αερόβιας ικανότητας και της ικανότητας για sprint. Στην έρευνα αυτή χρησιμοποίησε ένα εργόμετρο χειρός όπου το Schoberer Rad Messtechik (SRM) σύστημα προπόνησης (επιστημονικό μοντέλο μέτρησης δύναμης, ελέγχου δύναμης και λογισμικό) θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί. Το σύστημα αυτό είναι ικανό να καταγράφει τη δύναμη που παράγεται κατευθείαν από το εργόμετρο, όταν η δύναμη αλλάζει απότομα για μικρότερη διάρκεια από 5 δευτερόλεπτα, η οποία είναι και αντιπροσωπευτική των αθλημάτων αυτών. Συνεπώς, ο σκοπός της έρευνας αυτής ήταν η περιγραφική ανάλυση της αερόβιας ικανότητας και της ικανότητας sprint των Βρετανών αυτών αθλητών. Ο δευτερεύον σκοπός ήταν να αξιολογηθεί η σχέση μεταξύ της αερόβιας ικανότητας και των δεικτών της απόδοσης του sprint τα οποία θα μπορούσαν να μετρηθούν με το SRM.

Στην έρευνα συμμετείχαν 8 άνδρες αθλητές με επίπεδο βλάβης A5-6/A6-7 και 2 με ατελή βλάβη. Όλοι μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν τα άνω άκρα τους κατά την προώθηση του αμαξιδίου αλλά είχαν ελλείμματα στην άκρα χείρα. Όλοι οι αθλητές προπονήθηκαν και ανταγωνίστηκαν σε πετοσφαίριση (tennis) με αμαξίδιο και σε rugby με αμαξίδιο, είτε σε τοπικό είτε σε διεθνές επίπεδο. Οι αθλητές ήταν μεταξύ 25-30 ετών. Πριν από το βασικό τεστ, οι αθλητές εκτέλεσαν 7 λεπτά ζέσταμα (5 λεπτά κυκλοεργόμετρο 60 rev/min, 2 λεπτά διακοπτόμενης άσκησης που συμπεριλάμβανε 30 δευτερόλεπτα παθητική ξεκούραση και 30 δευτερόλεπτα κυκλοεργόμετρο 70 rev/min).

Sprint power. Για να εξακριβώσουν τη μέγιστη παραγόμενη ισχύ η οποία ίσως ποικίλει ανάλογα με το μήκος του άκρου, οι αθλητές ολοκλήρωσαν ένα τεστ ταχυδύναμης το οποίο αποτελούνταν από 3 μέγιστες προσπάθειες sprint διάρκειας 5 δευτερολέπτων. Η αντίσταση του αρχικού sprint ήταν 2% της μάζας σώματος του κάθε αθλητή και στα επόμενα δυο sprint αυξάνονταν κατά 1% της μάζας σώματος.

Aerobic power. Οι αθλητές υποβλήθηκαν σε συνεχόμενη οριακή άσκηση για να καθοριστεί η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (V_{O_2max}) και η μέγιστη αερόβια δύναμη εξώθησης (PO_{aer}). Το τεστ αυτό περιλαμβάνει προσαυξήσεις των 5W του φόρτου εργασίας κάθε δύο λεπτά και ρυθμό 60rev/min. Η αρχική εξωθούμενη ισχύς ήταν μεταξύ 25-50W. Η αρχική ένταση ήταν 60% PO_{aer} και το τεστ σχεδιάστηκε για να προστατέψει την τοπική κούραση. Η διάρκεια του τεστ δεν ήταν πάνω από 14 λεπτά.

Τα μεγαλύτερα αποτελέσματα στο sprint τεστ επιτεύχθηκαν από έναν αθλητή του tennis λόγω της καλύτερης λειτουργικής ικανότητας και της ατελούς βλάβης στο επίπεδο A6. Η

μέση $\dot{V}O_{2aer}$ ήταν 67,7W και η $\dot{V}O_{2max}$ ήταν 0,96Lt/min. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των δυο παραπάνω τιμών.

Συμπερασματικά, αυτοί οι συγκεκριμένοι αθλητές έχουν σχετικά υψηλή αερόβια ικανότητα συγκριτικά με τη διαθέσιμη βιβλιογραφία. Επιπρόσθετα, η αναερόβια ικανότητά τους εμφανίζεται σχετικά υψηλή σε σχέση με τους παραπληγικούς συμμετέχοντες. Οι παίκτες που συμμετείχαν σε έντονη άσκηση που περιελάμβανε μικρά sprint, ασκήσεις ευκινησίας με αμαξίδιο και προώθηση καρέκλας εμφάνισαν καλό επίπεδο αερόβιας ικανότητας, αερόβιας και μυϊκής αντοχής. Για τους αθλητές η βελτίωση της αερόβιας ικανότητας και αντοχής είναι πολύ σημαντική ιδιαίτερα για τους αμυντικούς (low pointer) στο rugby, οι οποίοι έχουν έλλειψη ικανοτήτων με το αμαξίδιο λόγω της αστάθειας του κορμού τους.

Ø Φυσική κατάσταση

Η φυσική κατάσταση είναι η αύξηση της ενεργειακής δυνατότητας του μυός μέσω ενός προγράμματος ασκήσεων (McArdle et al., 1994; Wilmore et al., 1994). Η αύξηση της φυσικής κατάστασης είναι ανάλογη με την ένταση, τη διάρκεια και την συχνότητα της άσκησης, δηλαδή όσο πιο μεγάλη είναι η ένταση, η διάρκεια και η συχνότητα της άσκησης τόσο αυξάνεται και η φυσική κατάσταση. Με την εκπαίδευση της φυσικής κατάστασης προκαλούνται καρδιαγγειακές αλλά και μυϊκές προσαρμογές, οι οποίες θα συζητηθούν παρακάτω και έχουν αντίκτυπο στην αντοχή του ατόμου. Ανάλογα με το άθλημα που ακολουθεί κάθε άτομο γίνονται και οι ανάλογες προσαρμογές οι οποίες είναι συγκεκριμένες για τον τύπο της δραστηριότητας και για την ένταση της άσκησης που πραγματοποιείται (Wilmore et al., 1994). Για παράδειγμα, ένας ρήπτης για να βελτιώσει τη μυϊκή του δύναμη δεν θα επέλεγε να προπονηθεί στο τρέξιμο μεγάλων αποστάσεων ή να κάνει προπόνηση με αντίσταση χαμηλής έντασης. Το ίδιο θα ίσχυε και για ένα δρομέα αντοχής, ο οποίος δεν θα επέλεγε να κάνει προπόνηση ταχύτητας. Έτσι, ο κάθε αθλητής εξειδικεύεται στις απαιτήσεις του αθλήματος που ακολουθεί και να βελτιώνει την απόδοσή του στο συγκεκριμένο άθλημα προκειμένου να επιτευχθούν ειδικές προπονητικές προσαρμογές. Οπότε, η φυσική κατάσταση βασίζεται στην αρχή της εξειδίκευσης στο εκάστοτε άθλημα που ακολουθεί ο κάθε αθλητής. (Wilmore et al., 1994)

Η καλή φυσική κατάσταση σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού είναι ιδιαίτερα σημαντική και αλληλένδετη με τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου και με την αντοχή. Όσο καλύτερη φυσική κατάσταση έχει αποκτήσει ένα άτομο με κάκωση νωτιαίου μυελού τόσο μειώνει τον κίνδυνο για επιπλοκές που σχετίζονται με την καθιστική ζωή. Επίσης, δεν αποτελεί έκπληξη ότι τα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού παρουσιάζουν χαμηλότερα επίπεδα στη φυσική τους κατάσταση σε σχέση με αυτά των αρτιμελών ατόμων. Τα άτομα με τετραπληγία

παρουσιάζουν ακόμα χαμηλότερα επίπεδα φυσικής κατάστασης από ότι αυτά των παραπληγικών (Buchholz et al., 2004). Αυτό είναι λογικό διότι τα άτομα με υψηλότερη βλάβη, λόγω της παράλυσης σημαντικών αναπνευστικών μυών, κατά την άσκηση, προσεγγίζουν πιο γρήγορα τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου προκαλώντας έτσι μυϊκό κάματο.

Στην πραγματικότητα οι καθημερινές δραστηριότητες των ατόμων με κάκωση νωτιαίου μυελού συνήθως θεωρούνται ανεπαρκείς για να διατηρήσουν τη φυσική τους κατάσταση και ίσως επηρεάζει και την ποιότητα ζωής τους. Η έλλειψη συμμετοχής σε ένα πρόγραμμα δραστηριοτήτων μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο για καρδιαγγειακές ασθένειες. Έτσι τα άτομα αυτά μπορούν να μειώσουν την πιθανότητα δευτερογενών επιπλοκών και να αυξήσουν τη φυσική τους κατάσταση συμπεριλαμβάνοντας δομημένες ασκήσεις στο καθημερινό τους πρόγραμμα για όλη την ζωή τους. (Cowan et al., 2010) Η αποκατάσταση και η άσκηση των άνω άκρων είναι πολύ σημαντική για τους ανθρώπους που χρησιμοποιούν αναπηρικό αμαξίδιο, με σκοπό να διατηρήσουν σε ένα επαρκές επίπεδο την φυσική τους κατάσταση (Cowell et al., 1986). Για τη διατήρηση και τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης και της δύναμης των μυών των άνω άκρων προτείνεται η άσκηση με αντίσταση. Ο πιο απλός τρόπος των ασκήσεων αυτών είναι τα βάρακια ενδυνάμωσης ή ακόμα και συσκευές, όπως το κυκλοεργόμετρο, οι οποίες γυμνάζουν όλες τις μυϊκές ομάδες των άνω άκρων, του θώρακα και της ράχης. Όσον αφορά την εκγύμναση των μυών της ωμοπλάτης, η άσκηση με τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα είναι η κωπηλασία, η οποία παράλληλα βελτιώνει και την καρδιοαναπνευστική φυσική κατάσταση (Olenik et al., 1995).

Στο συγκεκριμένο σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχουν δυο ακόμα σημαντικές έννοιες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού. Αυτές είναι η σωματική ικανότητα και η σωματική δραστηριότητα στον ελεύθερο χρόνο.

Ø Σωματική ικανότητα

Η σωματική ικανότητα αποτελείται από τρία διαφορετικά συστατικά, τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, τη μυϊκή δύναμη και την αναπνευστική λειτουργία, τα οποία σχετίζονται άμεσα μεταξύ τους (Le Foll-de Moro et al., 2005; Silva, 1998). Ως εκ τούτου, σχετίζεται και με την αντοχή και με τη φυσική κατάσταση. Όπως ειπώθηκε και παραπάνω με την αύξηση της φυσικής κατάστασης προκαλούνται καρδιαγγειακές και μυϊκές προσαρμογές. Η σωματική ικανότητα είναι συνδυασμός αυτών των προσαρμογών καθώς και των προσαρμογών του αναπνευστικού συστήματος που έχουν ως σκοπό την επίτευξη ενός ορισμένου επιπέδου δραστηριότητας (Stewart et al., 2000). Έτσι η σωματική ικανότητα μπορεί να μετρηθεί και να καθοριστεί ανάλογα με το επίπεδο εκτέλεσης δραστηριοτήτων (πχ. προώθηση αμαξιδίου)

καθώς και με το πόσο υψηλά επίπεδα μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και φυσικής κατάστασης που έχει ένα άτομο με κάκωση νωτιαίου μυελού.

Η σωματική ικανότητα είναι μειωμένη σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού εξαιτίας της μυϊκής αδυναμίας, της απώλειας του ελέγχου του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος κάτω από το επίπεδο της βλάβης, της μειωμένης δραστηριότητας και των μεταγενέστερων αλλαγών στη μεταβολική και την αγγειακή λειτουργία (Janssen et al., 2002; De Groot, 2003).

Η μειωμένη σωματική ικανότητα παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα της υγείας των ατόμων αυτών, επειδή τους εκθέτει σε αυξημένο ρίσκο επιπλοκών και σχετίζεται με ένα μειωμένο επίπεδο λειτουργικότητας και ποιότητας ζωής. Ως εκ τούτου, ένας σημαντικός στόχος της αποκατάστασης είναι να αντιστραφεί ο εξασθενημένος κύκλος της μειωμένης σωματικής ικανότητας που οδηγεί σε μειωμένη δραστηριότητα και λειτουργικότητα, η οποία με την σειρά της, μειώνει περισσότερο την σωματική ικανότητα και ου το καθεξής. Αυτή η αντιστροφή μπορεί να επιτευχθεί βελτιώνοντας την σωματική ικανότητα μέσω προγραμμάτων άσκησης. (Haisma et al., 2006)

Οι Lindeberg et al. (2012) διεξήγαγαν μια έρευνα με σκοπό να καθοριστεί εάν η διαλλειματική προπόνηση σε ένα seated double-roling εργόμετρο (μια θέση με προσαρμοσμένη πλάτη και στήριγμα για τα πόδια τοποθετημένα στο εργόμετρο για την διατήρηση της καθιστής θέσης) μπορεί να αυξήσει τη σωματική ικανότητα και να βελτιώσει την απόδοση κοντά στο μέγιστο σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού. Στην έρευνα πήραν μέρος 13 άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού (Θ5-Ο1 επίπεδο βλάβης) πραγματοποιώντας 30 συνεδρίες προπόνησης στο seated double-roling εργόμετρο διάρκειας 10 εβδομάδων. Κάθε συνεδρία διαρκούσε περίπου 50 λεπτά και περιελάμβανε και προθέρμανση. Επίσης, υπήρχαν 4 διαλλειματικές συνεδρίες των 6-7 λεπτών και ακολουθούσε ξεκούραση. Η ένταση της διαλλειματικής άσκησης καθοριζόταν για να ανταποκρίνεται στο 70-100% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας. Η πρόσληψη οξυγόνου μετρήθηκε με το Douglas bag σύστημα.

Μετά την προπόνηση παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στην πρόσληψη οξυγόνου (22,7%), στον αερισμό (20,7%) και στα επίπεδα του γαλακτικού οξέος στο αίμα (22,0%) κατά τη διάρκεια μέγιστης άσκησης. Συμπερασματικά, η διαλλειματική άσκηση στο seated double-roling εργόμετρο ήταν ευεργετική για τα άτομα αυτά και βοήθησε στην αύξηση της σωματικής ικανότητας και στην παραγωγή ισχύος του άνω κορμού.

Ø Σωματική ικανότητα κατά την περίοδο της ενδοοσοκομειακής αποκατάστασης

Οι περισσότεροι άνθρωποι με κάκωση νωτιαίου μυελού εξαρτώνται από τη χρήση αναπηρικού αμαξιδίου για μπορέσουν να μετακινηθούν (Post et al., 1997). Για να μπορέσουν τα άτομα αυτά να είναι ανεξάρτητα θα πρέπει να αποκτήσουν μια ποικιλία δεξιοτήτων οι

οποίες θα τους βοηθήσουν να αποφεύγουν τα φυσικά εμπόδια τα οποία θα συναντούν σε διαφορετικά περιβάλλοντα (Pierce et al., 1998). Η τελειοποίηση των δεξιοτήτων με το αναπηρικό αμαξίδιο μπορεί να κάνει τη διαφορά μεταξύ εξάρτησης και ανεξαρτησίας στην καθημερινή ζωή (Britell et al., 1990; Somers 1992). Επομένως, η προπόνηση αυτών των ικανοτήτων είναι ένα ζωτικό κομμάτι στη διαδικασία της αποκατάστασης. Φαίνεται ότι η σωματική ικανότητα σχετίζεται με τις ικανότητες εκτέλεσης της κίνησης και τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής στα άτομα αυτά.

Εξαιτίας της μυϊκής παράλυσης και της μειωμένης λειτουργίας του αυτόνομου νευρικού συστήματος που οδηγεί σε υπόταση και μη καλή λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος, τα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού έχουν χαμηλή σωματική ικανότητα. Τους πρώτους μήνες μετά τον τραυματισμό η σωματική τους ικανότητα είναι ακόμα χαμηλότερη εξαιτίας της φυσικής αδράνειας και ξεκούρασης στο κρεβάτι. Η αύξηση της φυσικής ικανότητας είναι επομένως ένας ακόμα σημαντικός στόχος της ενδονοσοκομειακής αποκατάστασης μετά την κάκωση. Η τελειοποίηση των δεξιοτήτων σε συνδυασμό με μια προσδοκούμενη σωματική ικανότητα θα ενισχύσει την κινητικότητα των εξαρτώμενων ανθρώπων στο αναπηρικό αμαξίδιο κάτι το οποίο είναι απαραίτητο για να φτάσουν σε ένα επίπεδο ανεξαρτησίας στην καθημερινή τους ζωή. Διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι η αποκατάσταση σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού έχει θετικό αποτέλεσμα στην σωματική ικανότητα και στην εκτέλεση δεξιοτήτων στην αναπηρική καρέκλα. Μια τέτοια έρευνα διεξήχθη από τους Olga J. Kilkens et al. (2006), η οποία είχε ως στόχο τη μελέτη της διαμήκουσ σχέσης μεταξύ της σωματικής ικανότητας και των δεξιοτήτων χειρισμού του αναπηρικού αμαξιδίου σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού κατά την διάρκεια της αποκατάστασής τους. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τρεις φορές κατά την αποκατάσταση. Ο αριθμός των συμμετεχόντων ανερχόταν σε 97 άτομα με κάκωση. Μετρήθηκαν οι παράμετροι της σωματικής ικανότητας οι οποίοι ήταν η δύναμη των άνω άκρων (μυϊκό τεστ [MMT]), η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου και η μέγιστη δύναμη εξώθησης (POpeak). Το κυκλικό πρόγραμμα με το αμαξίδιο αποτελούταν από 8 δεξιότητες με την αναπηρική καρέκλα και κατέληγε στη μέτρηση της επιδεξιότητας, του χρόνου απόδοσης και της σωματικής καταπόνησης.

Η POpeak σχετίστηκε με τις τρεις παραπάνω μετρήσεις του κυκλικού προγράμματος, και το μυϊκό τεστ σχετίστηκε με την επιδεξιότητα και το χρόνο απόδοσης. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι, άτομα με υψηλούς δείκτες POpeak και/ή μυϊκού τεστ, είχαν καλύτερα αποτελέσματα στο πρόγραμμα αυτό από ότι άτομα με χαμηλότερους δείκτες. Επίσης, υποδεικνύουν ότι όταν ένα άτομο αύξησε το POpeak του και/ή το MMT score, σχετίστηκε με καλύτερη απόδοση των δεξιοτήτων με αναπηρικό αμαξίδιο.

Συμπερασματικά, υπάρχει μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης των δεξιοτήτων με το αμαξίδιο και της POpeak και του MMT score κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης. Για

να βελτιωθεί η απόδοση των δεξιοτήτων, η προσοχή θα πρέπει να δοθεί στη δια χειρός άσκηση με το αναπηρικό αμαξίδιο και στην ενδυνάμωση του ανώτερου κορμού.

Ø Σωματική δραστηριότητα στον ελεύθερο χρόνο

Η σωματική δραστηριότητα στον ελεύθερο χρόνο περιλαμβάνει δραστηριότητες που απαιτούν σωματική άσκηση, οι οποίες επιλέγονται από τους ασθενείς και πραγματοποιούνται στον ελεύθερο χρόνο του καθενός. Για παράδειγμα, η σωματική αυτή άσκηση θα μπορούσε να είναι ένα άθλημα, άσκηση στο γυμναστήριο ή ακόμα και μια βόλτα. Όπως φαίνεται, η σωματική δραστηριότητα σχετίζεται άμεσα με την σωματική ικανότητα, διότι όσο μεγαλύτερη σωματική ικανότητα έχει ένα άτομο με κάκωση νωτιαίου μυελού τόσο πιο εύκολα θα μπορεί να εκτελέσει και μια σωματική δραστηριότητα. Η συμμετοχή των ατόμων με κάκωση νωτιαίου μυελού στις παραπάνω δραστηριότητες έχει δείξει βελτίωση στην αερόβια ικανότητα και την μυϊκή δύναμη και σχετίζεται άμεσα με τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και με τη μείωση του ρίσκου για καρδιακές παθήσεις, διαβήτη και παχυσαρκία. Προκειμένου να επιτευχθούν αυτά τα πλεονεκτήματα, τα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού καλούνται να συμμετέχουν σε διάφορες δραστηριότητες στον ελεύθερό τους χρόνο εκτός από τις συνήθεις δραστηριότητες της καθημερινότητάς τους, επειδή πολλές φορές οι συνήθεις καθημερινές δραστηριότητες εκτελούνται σε ανεπαρκείς εντάσεις και διάρκειες για να προσδώσουν βελτίωση της φυσικής κατάστασης. Αυτό αποδεικνύεται σε μια έρευνα των Shiba et al. (2010), η οποία είχε σκοπό τη διερεύνηση των μακροπρόθεσμων αλλαγών στην σωματική ικανότητα σε διάστημα πάνω από 20 χρόνια σε αθλητές με κάκωση νωτιαίου μυελού. Στην έρευνα αυτή, συμμετείχαν 7 αθλητές με κάκωση νωτιαίου μυελού. Οι αθλητές πραγματοποίησαν ένα προοδευτικό τεστ πάνω σε ένα roller για αναπηρικό αμαξίδιο. Η ταχύτητα αναλύθηκε μέσω υπολογιστή ανάλογα με την δύναμη που έβαζε ο αθλητής για να σπρώξει το αμαξίδιο. Η κατανάλωση οξυγόνου και η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα μετρήθηκαν από έναν αναλυτή αερίων. Μετά από 30 λεπτά ξεκούρασης σε ένα ήσυχο δωμάτιο, το πρωτόκολλο ξεκινούσε με 5 λεπτά ξεκούραση πάνω στο αναπηρικό αμαξίδιο. Έπειτα, ζητήθηκε από κάθε αθλητή να προωθήσει το αμαξίδιο για 3 λεπτά. Η ταχύτητα του αμαξιδίου πάνω στα roller αυξανόταν σταδιακά κατά 3 km/h κάθε ένα με τρία λεπτά. Το τεστ τελείωνε όταν οι αθλητές έφταναν στη μέγιστη εξάντληση.

Οι 6 από τους 7 αθλητές συνέχισαν να κάνουν διάφορες δραστηριότητες, ενώ ένα άτομο σταμάτησε την προπόνηση ένα χρόνο μετά την έρευνα. Ο τελευταίος έδειξε μείωση στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου κατά 53%, ενώ δύο από αυτούς συνέχισαν την σκληρή

προπόνηση και η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου αυξήθηκε κατά 43% και 45% μετά από 20 χρόνια.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα άτομα με κάκωση νωπιαίου μυελού τα οποία συνεχίζουν να αθλούνται διατηρούν ή/και αυξάνουν την σωματική τους ικανότητα μετά από χρόνια.

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε σε αθλητές αλλά και πάλι μας δείχνει ότι οι μακροχρόνιες σωματικές δραστηριότητες και η άσκηση των ατόμων αυτών γενικότερα είναι ευεργετικές. Έτσι, για τη βελτίωση της υγείας και της ποιότητας ζωής των ατόμων με κάκωση νωπιαίου μυελού, ένα μεγάλο κομμάτι της έρευνας έχει αφοσιωθεί στον εντοπισμό καθοριστικών παραγόντων, που έχουν να κάνουν με τη φυσική δραστηριότητα στον ελεύθερο χρόνο, αλλά και παρεμβάσεων για την αύξηση αυτών των δραστηριοτήτων στον πληθυσμό αυτό.

Σημαντικό για να προαχθεί μια έρευνα για τις δραστηριότητες στον ελεύθερο χρόνο, είναι να υπάρχει ένα σωστό και αξιόπιστο όργανο μέτρησης. Το Physical Activity Recall Assessment για άτομα με κάκωση νωπιαίου μυελού (PARA-SCI) αναπτύχθηκε ειδικά για τον πληθυσμό αυτόν (Ginis et al., 2005; Latimer, 2006). Βασίζεται σε μια συνέντευξη, στην οποία ο ασθενής αξιολογεί και βαθμολογεί την ένταση (π.χ. καμία ένταση, μικρή, ενδιάμεση ή βαριά ένταση) των δραστηριοτήτων που έγιναν τις τελευταίες τρεις ημέρες. Στις δραστηριότητες αυτές, περιλαμβάνονται και οι δραστηριότητες της καθημερινής ζωής αλλά και οι σωματικές δραστηριότητες που κάνει ο καθένας στον ελεύθερό του χρόνο. Το PARA-SCI σχεδιάστηκε για χρήση σε επιδημιολογικές έρευνες που απαιτούσαν αξιολόγηση των συχνοτήτων, των εντάσεων, το είδος των δραστηριοτήτων και της διάρκειας όλων των δραστηριοτήτων που πραγματοποιήθηκαν. Οι παρεμβάσεις που στοχεύουν στη βελτίωση των φυσικών δραστηριοτήτων στον ελεύθερο χρόνο, απαιτούν αξιολόγηση σε ότι αλλαγή υπάρχει σε αυτές τις δραστηριότητες διαχωρίζοντάς τες από τις συνήθεις καθημερινές δραστηριότητες. Συνήθως, ο χρόνος για την ολοκλήρωση του PARA-SCI είναι 20-30 λεπτά.

Επίσης, υπάρχουν και έρευνες που ενδιαφέρονται μόνο για τον συνολικό χρόνο και τις εντάσεις των δραστηριοτήτων αυτών που πραγματοποιούνται σε μια εβδομάδα και όχι για συγκεκριμένους τύπους δραστηριοτήτων. Το Leisure Time Physical Activity Questionnaire για άτομα με κάκωση νωπιαίου μυελού (LTPAQ-SCI) αναπτύχθηκε για αυτές τις περιπτώσεις. Είναι ένα αυτοαναφερόμενο ερωτηματολόγιο το οποίο αξιολογεί τα λεπτά από ειδικευμένες και υψηλής έντασης φυσικές δραστηριότητες στον ελεύθερο χρόνο που γίνονται τις τελευταίες επτά ημέρες. Το LTPAQ-SCI διαρκεί λιγότερο από πέντε λεπτά και πραγματοποιείται από τον ίδιο τον ασθενή. Σε μία έρευνα των Ginis et al. (2012) αποδείχτηκε η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του LTPAQ-SCI ως ένα σύντομο μέσο μέτρησης της σωματικής δραστηριότητας στον ελεύθερο χρόνο που πραγματοποιείται από άτομα με κάκωση νωπιαίου μυελού.

Αξίζει να σημειωθεί, πριν κλείσει το κεφάλαιο αυτό, ότι μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει μια έρευνα των Tordi et al. (2001) οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση μιας μικρής διαλλειματικής προπόνησης ειδικά σχεδιασμένη για άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού. Συμμετείχαν 5 άνδρες με μέσο όρο ηλικίας 27 ετών, μέσο όρο κιλών 65kg και μέσο όρο ύψους 1,78cm. Όλοι οι εθελοντές ήταν παραπληγικοί για σχεδόν 2 χρόνια και το επίπεδο της κάκωσης ήταν μεταξύ Θ6 και Ι4. Ήταν σωματικά ενεργοί χωρίς όμως κάποια συγκεκριμένη προπόνηση των άνω άκρων.

Πραγματοποιήθηκαν δύο είδη μέγιστων τεστ, πριν και μετά την προπόνηση, την ίδια ώρα της μέρας σε διαφορετικές μέρες με τους εθελοντές να χρησιμοποιούν τα δικά τους αμαξίδια. Υπήρχε ένα προοδευτικό τεστ και ένα τεστ σταθερού φορτίου. Το προοδευτικό τεστ ξεκινούσε με 6 λεπτά ξεκούραση πάνω στο εργόμετρο με σκοπό την σταθεροποίηση των διαφορετικών καρδιοαναπνευστικών μεταβλητών. Ύστερα ακολουθούσε προθέρμανση διάρκειας 2 λεπτών. Το φορτίο αυξανόταν κατά 10W κάθε 2 λεπτά μέχρι την εξάντληση του ατόμου. Το μεγαλύτερο φορτίο που θα μπορούσε να διατηρηθεί με σταθερή ταχύτητα για 2 λεπτά θεωρούταν ως μέγιστη ανεκτή δύναμη (MTP). Πρωτεύον για την έναρξη του τεστ σταθερού φορτίου ήταν η ξεκούραση 6 λεπτών και η επακόλουθη εκτέλεση 2 λεπτών προθέρμανση στο 50% της MTP. Το φορτίο τότε ρυθμιζόταν στη μέγιστη ανεκτή δύναμη η οποία καθοριζόταν πριν την προπόνηση. Η εξάντληση επιτεύχθηκε όταν ο εθελοντής δεν ήταν πλέον ικανός να διατηρήσει την επιβαλλόμενη ταχύτητα παρόλη τη λεκτική ενθάρρυνση. Οι επιδράσεις της προπόνησης υπολογίστηκαν συγκρίνοντας και το ολικό μηχανικό έργο (TMW) και την καρδιοαναπνευστική απάντηση.

Κάθε εθελοντής υποβλήθηκε σε διαλλειματικό πρόγραμμα τεσσάρων εβδομάδων, τριών συνεδριών την εβδομάδα και 30 λεπτά ανά συνεδρία. Το πρόγραμμα βασίστηκε στο SWEET το οποίο αποτελείται από 6 επιτυχημένες προπονήσεις διάρκειας 5 λεπτών η καθεμία. Κατά τη διάρκεια κάθε προπόνησης, μια τετραετή περίοδος μέτριας άσκησης, που ονομάζεται "base" level, ακολουθούσαν από μια περίοδο ενός λεπτού έντονης άσκησης, που ονομαζόταν "peak" level. Αρχικά, το "base" ρυθμίζεται στο 50% της MTW και το "peak" στο 80% του MTW, τα οποία αποκτώνται από το μέγιστο τεστ πριν την προπόνηση. Η ένταση κάθε προπόνησης καθορίστηκε για να οδηγήσει στην μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HRmax) στο τέλος του έκτου "peak". Το "peak" και το "base" φορτίο αναπροσαρμόζονταν (10% του peak level) όταν η αναγραφόμενη καρδιακή συχνότητα στο τέλος της συνεδρίας ήταν το λιγότερο 10b/min χαμηλότερη από την μέγιστη καρδιακή συχνότητα. Ως εκ τούτου, κάθε προπονητική συνεδρία ανταποκρινόταν στη μέγιστη ανεκτή ένταση που το άτομο ήταν ικανό να διατηρήσει για 30 λεπτά. Μετά την προπόνηση, υπήρχε αύξηση στην μέγιστη ανεκτή δύναμη (MTP) και στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max). Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα μειώθηκε μετά την άσκηση.

Συμπερασματικά, οι τέσσερις εβδομάδες πραγματοποίησης του SWEET τεστ επέφερε σημαντική βελτίωση στην MTP, στην VO₂max και στη φυσική κατάσταση. Σε μια τέτοια προπόνηση των άνω άκρων, πολλοί αναπνευστικοί επικουρικοί μύες ίσως παίζουν ρόλο στην προώθηση της καρέκλας. Επίσης φαίνεται ότι η προπόνηση αυτή καθυστερούσε την ανάπτυξη αναπνευστικής κόπωσης. Επομένως, οι εθελοντές ήταν ικανοί να διατηρήσουν υψηλή συχνότητα αερισμού για μεγαλύτερη διάρκεια.

1.8 Κακώσεις νωτιαίου μυελού και άθληση

Οι κακώσεις της σπονδυλικής στήλης συχνά οδηγούν σε παραπληγία ή τετραπληγία με σταδιακή νευρομυϊκή, ανατομική και φυσιολογική αδυναμία των κάτω άκρων, των άνω άκρων ή/και του κορμού. (Dustine & Moore, 2005)

Μετά την απόκτηση της αναπηρίας, ο άνθρωπος αποκτά μια νέα εικόνα και μια νέα ταυτότητα (Μπάκας, 2012). Πολλές φορές χάνει το κοινωνικό του περίγυρο, είτε φίλους είτε ακόμα και την οικογένειά του, με αποτέλεσμα την ψυχολογική φθορά και τη μείωση των δραστηριοτήτων του. Έρευνες έχουν δείξει ότι τα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού πρέπει να υιοθετήσουν έναν ενεργητικό και δυναμικό τρόπο ζωής στο φυσικό τους περιβάλλον, εκτός νοσοκομείου ή κάποιου ιδρύματος, σε κάποια αθλητικά κέντρα διότι έτσι ενισχύεται η επανένταξή τους στην κοινωνία (Μπάκας, 2012).

Ο αθλητισμός έχει καταφέρει να δείξει τις μεγάλες φυσικές και ψυχικές δυνατότητες που έχουν τα άτομα αυτά και που εκφράζονται μέσω των επιδόσεών τους στα αθλήματα. Έτσι, επήλθε και η αναγνωρισιμότητα των ατόμων αυτών από τον κόσμο.

Από τα πρώτα κιόλας στάδια αποκατάστασης μέσα στον αθλητισμό, το άτομο με αυτήν την κάκωση συναναστρέφεται με άτομα της ίδιας αναπηρίας καθώς και με αρτιμελείς αθλητές. Έτσι αποκτά μια γενική εικόνα της αναπηρίας και της δικής του ειδικότερα. Μέσω του αθλητισμού, τα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν τη δύναμή τους, την αντοχή τους, τη λειτουργικότητά τους και να βελτιώσουν την φυσική τους κατάσταση (Πίνακας 3). Ταυτόχρονα, αποκτούν και τα γενικότερα οφέλη που προσδίδει ο αθλητισμός όπως η μείωση της παχυσαρκίας, της αρτηριακής υπέρτασης, των καρδιαγγειακών προβλημάτων, καθώς και αύξηση της αυτοεκτίμησης και βελτίωση της ψυχολογίας τους. (Μπάκας, 2012).

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα άτομα με παραπληγία παρουσιάζουν συνήθως παράλυση του κατώτερου κορμού αποκλείοντας ασκήσεις όπως βόδιση, τρέξιμο και ποδήλατο. Επομένως, ο ανώτερος κορμός είναι πολύ βασικός για όλες τις εκούσιες λειτουργίες της καθημερινής ζωής και της άσκησης: εργόμετρο χειρός, προώθηση αμαξιδίου. Τα άτομα με τετραπληγία

παρουσιάζουν πιο εκτεταμένη βλάβη από ότι τα άτομα με παραπληγία. Έτσι, ανάλογα με το επίπεδο της κάκωσης καθορίζεται και το επίπεδο στο οποίο μπορεί να αθληθεί ένα άτομο με κάκωση νωτιαίου μυελού. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4), παρουσιάζονται οι βλάβες στις οποίες υπόκεινται τα άτομα αυτά ανάλογα με το επίπεδο της κάκωσης.

Πίνακας 3

Οι θετικές επιπτώσεις του αθλητισμού σε άτομα με ΚΝΜ



(Μπάκας, 2012)

Πίνακας 4

Βλάβες ανάλογα με το επίπεδο της κάκωσης

Επίπεδο Κάκωσης	Βλάβη
A1-A8 ή Θ1	Τετραπληγία με δυσλειτουργία στα άνω ή κάτω άκρα, τον κορμό και τα όργανα της πυέλου (ουροδόχο κύστη, έντερα, γεννητικά όργανα).
Θ2-Θ12	Παραπληγία με δυσλειτουργία στον κορμό, τα κάτω άκρα και/ή τα όργανα της πυέλου.
O1-I5 ή την Ιππουρίδα	Η δυσλειτουργία καθορίζεται από το νευρολογικό επίπεδο και το βαθμό της βλάβης.

(Dustine & Moore, 2005)

1.8.1 Προτεινόμενοι παράμετροι αερόβιας άσκησης

Η αερόβια άσκηση βασίζεται στην ένταση, τη διάρκεια, τη συχνότητα και το είδος της άσκησης. Βάσει των Myslinsky et al. (2005), η αερόβια άσκηση θα πρέπει να γίνεται με:

- **Ένταση** η οποία καθορίζεται από το 40-80% του αποθέματος του καρδιακού ρυθμού(HRR) ή με την φόρμουλα Karvonen, η οποία δίνεται από την σχέση $HRR = [(MHR-RHR) \times 40-80\%] + RHR$

(Όπου MHR είναι η μέγιστη καρδιακή συχνότητα από ένα τεστ αντοχής, RHR είναι η καρδιακή συχνότητα κατά την ηρεμία, το % που ισούται με τα υψηλότερα ποσοστά που θα αποδώσουν καλύτερα προπονητικά αποτελέσματα, αλλά οι αυξήσεις θα πρέπει να είναι σταδιακές).

- **Διάρκεια:** 30 λεπτά συνεχούς αερόβιας άσκησης.
- **Συχνότητα:** 2 ή 3 φορές την εβδομάδα.
- **Είδος άσκησης:** εργόμετρο χειρός, εργόμετρο αμαξιδίου, διάδρομος με αμαξίδιο, αερόβια προγράμματα σε καθιστή θέση, κολύμβηση, εργόμετρο ποδιών με ηλεκτρική διέγερση και κυκλική προπόνηση με αντίσταση

Οι Lindberg et al. (2012) αναφέρουν ότι η αύξηση της σωματικής ικανότητας σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού θα πρέπει να πραγματοποιείται με φορτίο 60-65% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, 2-3 φορές την εβδομάδα για 20 λεπτά το λιγότερο, με την καρδιακή συχνότητα στο 60-80% της μέγιστης διάρκειας. Οι Dustine & Moore (2005), καταγράφουν ένα ενδεικτικό πρόγραμμα αερόβιας άσκησης και ενδυνάμωσης για άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.-(Σελ. 42)

Πίνακας 5

Προγραμματισμός και παράμετροι της άσκησης

Τύπος άσκησης	Στόχος	Παράμετροι άσκησης	Διάρκεια
Αερόβια <ul style="list-style-type: none">Εργόμετρο χειρόςΕργόμετρο αμαξιδίουΔιάδρομος αμαξιδίουΚολύμβησηΆθλημα με αμαξίδιο	<ul style="list-style-type: none">Αύξηση της μυϊκής δύναμηςΛειτουργική ανεξαρτησίαΒελτίωση δεξιοτήτων στο χειρισμό του αμαξιδίου	<ul style="list-style-type: none">50-80% της μέγιστης ΚΣ3 μέρες την εβδομάδα20-60 λεπτά ανά προπόνηση	<ul style="list-style-type: none">4-6 μήνες
Ελαστικότητα <ul style="list-style-type: none">Διατάσεις	Διατήρηση των μυών στο φυσιολογικό τους μήκος	Γίνονται πριν την αερόβια άσκηση και την ενδυνάμωση	<ul style="list-style-type: none">4-6 μήνες
Ενδυνάμωση <ul style="list-style-type: none">Μηχανήματα με βάρηΒαράκια καρπούΛάστιχα	<ul style="list-style-type: none">Αύξηση μυϊκής μάζας και ισχύοςΕπίτευξη ολικής δύναμης για πλήρη λειτουργική ανεξαρτησίαΒελτίωση δεξιοτήτων στο χειρισμό του αμαξιδίου	<ul style="list-style-type: none">2-3 σετ, 8-12 επαναλήψεις2-3 μέρες την εβδομάδα	<ul style="list-style-type: none">4-6 μήνες

(Dustine & Moore, 2005)

1.9 Προσαρμογές και επιδράσεις της άσκησης στο καρδιαγγειακό, αναπνευστικό και μυϊκό σύστημα

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει λόγος για τις βασικότερες καρδιαγγειακές (όγκος παλμού, καρδιακή συχνότητα, καρδιακή παροχή) και αναπνευστικές (πνευμονικής αερισμός, αναπνευστικοί μύες, πνευμονικοί όγκοι) παραμέτρους και τις μεταβολές τους κατά την άσκηση καθώς και την επίδραση της άσκησης στην καρδιακή, στην αγγειακή και στην πνευμονική λειτουργία σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού.

1.9.1 Καρδιαγγειακό Σύστημα

Ø Όγκος παλμού

Ο όγκος παλμού ως αποτέλεσμα της άσκησης παρουσιάζει γενική αύξηση. Η αύξηση του όγκου παλμού αντανακλά την αυξημένη φλεβική επαναφορά του αίματος. Η αύξηση της φλεβικής επαναφοράς έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του τελοδιαστολικού όγκου αίματος στην αριστερή κοιλιά, έτσι τα τοιχώματα της κοιλίας θα διαταθούν περισσότερο από ότι εάν

έμπαινε ένας μικρότερος όγκος αίματος. Συνεπώς, για να εξισωθεί το μεγαλύτερο ποσό αίματος, η κοιλία πρέπει να αντιδράσει στη μεγάλη αυτή διάταση και να συσταλεί ισχυρότερα, έτσι ο τελοσυστολικός όγκος αίματος μειώνεται. Ο μηχανισμός αυτός αναφέρεται ως μηχανισμός του *Frank Starling* (Wilmore & Costill, 2004; Κλεισούρας, 2011). Ωστόσο, σε υψηλότερες εντάσεις, η μείωση του τελοσυστολικού όγκου οφείλεται στην ενεργοποίηση του Συμπαθητικού Νευρικού Συστήματος στον προμήκη μυελό, προκαλώντας αύξηση της συσταλτικότητας του μυοκαρδίου.

Ø Καρδιακή συχνότητα

Κατά τη διάρκεια της άσκησης, η καρδιακή συχνότητα αυξάνεται άμεσα. Παρατηρείται μια γραμμική σχέση μεταξύ της καρδιακής συχνότητας και της προοδευτικής αύξησης της έντασης της άσκησης και συνακόλουθα της πρόσληψης οξυγόνου. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα επιτυγχάνεται με μια σκληρή προσπάθεια άσκησης μέχρι το σημείο εξάντλησης όπου και σταθεροποιείται. Η καρδιακή συχνότητα στη φάση σταθεροποίησής της, είναι η βέλτιστη για τις κυκλοφοριακές ανάγκες του ατόμου στην συγκεκριμένη ένταση, καθώς το άτομο αθλείται.

Η καρδιακή συχνότητα αποτελεί έναν καλό δείκτη για το πόσο σκληρά δουλεύει η καρδιά. Η πιο γνωστή καρδιαγγειακή προσαρμογή κατά την ηρεμία αλλά και κατά την υπό μέγιστη προσπάθεια είναι η μείωση της καρδιακής συχνότητας, ενώ παραμένει σχεδόν αμετάβλητη κατά τη μέγιστη προσπάθεια.

Οι μηχανισμοί που προκαλούν αυτήν τη μείωση στην καρδιακή συχνότητα, δεν είναι επαρκώς προσδιορισμένοι, όμως η άσκηση φαίνεται να αυξάνει την παρασυμπαθητική δραστηριότητα και να μειώνει την συμπαθητική. (Κλεισούρας, 2011; Wilmore & Costill, 2004)

Ø Καρδιακή παροχή

Η καρδιακή παροχή είναι το γινόμενο της καρδιακής συχνότητας και του όγκου παλμού (ΚΠ = ΚΣ x ΟΠ). Η ΚΠ προσαρμόζεται στις μεταβολικές απαιτήσεις των ασκούμενων μυών δίνοντας το απαραίτητο οξυγόνο στους ενεργούς μύες, έτσι, η σχέση μεταξύ της ΚΠ και της πρόσληψης οξυγόνου είναι ανάλογες. Για κάθε λίτρο οξυγόνου, η καρδιακή παροχή αυξάνεται περίπου κατά 6 λίτρα (Bevegard et al., 1967) φτάνοντας στο ανώτερο όριο όπου και σταθεροποιείται. Η ΚΠ αυξάνεται όσο αυξάνεται και η ένταση της άσκησης και φτάνει μεταξύ 20 και 40 λίτρα/λεπτό. Η ΚΠ σε χαμηλής έντασης άσκηση αντανakλά την ταυτόχρονη αύξηση της καρδιακής συχνότητας και του όγκου παλμού με βάση τον τύπο της. Σε

προσπάθειες μεγαλύτερης έντασης που ξεπερνούν το 40-50% της $\dot{V}O_2\max$, η αύξηση της ΚΠ οφείλεται κατά κύριο λόγο στην αύξηση του καρδιακού ρυθμού.

Η ΚΠ κατά την ηρεμία και κατά την διάρκεια της υπομέγιστης άσκησης σε συγκεκριμένο ρυθμό παραγωγής έργου δεν αλλάζει πολύ μετά την προπόνηση αντοχής. Η βελτίωση της μέγιστης καρδιακής παροχής μετά από αερόβια άσκηση εξαρτάται κυρίως από τους εξής παράγοντες:

- **Αρχικό επίπεδο:** τα απροπόνητα άτομα έχουν χαμηλότερη $\dot{V}O_2\max$ άρα και τόσο χαμηλότερη θα είναι και η μέγιστη καρδιακή παροχή, συνεπώς και η επίδραση της άσκησης θα είναι μεγαλύτερη.
- **Διάρκεια της προπόνησης:** τα άτομα που προπονούνται παρατεταμένα για χρόνια, δεν παρουσιάζουν προσαρμογές στην ΚΠ και οποιαδήποτε βελτίωση της $\dot{V}O_2\max$ οφείλεται στην αύξηση της αρτηριοφλεβικής διαφοράς οξυγόνου.

Συμπερασματικά, η ΚΠ μεταβάλλεται για να ταιριάξει με την κατανάλωση οξυγόνου που απαιτείται για οποιαδήποτε ένταση άσκησης ή μυϊκής προσπάθειας. (Κλεισούρας, Wilmore)

Ø Άτομα με Κάκωση Νωτιαίου Μυελού

Στα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού, όλες οι παραπάνω φυσιολογικές απαντήσεις στην άσκηση είναι σημαντικά περιορισμένες. Τα άτομα αυτά, εκτός από την παράλυση των μυών των κάτω άκρων, παρουσιάζουν και σημαντικές αλλαγές στην κατανομή του αίματος κατά τη διάρκεια της άσκησης. Αυτό είναι αποτέλεσμα της έλλειψης της δράσης αντλίας του φλεβικού δικτύου των κάτω άκρων αλλά και των αλλαγών του αυτόνομου νευρικού συστήματος, το οποίο επηρεάζει την απάντηση του καρδιαγγειακού συστήματος στην άσκηση. Τα άτομα που παρουσιάζουν υψηλές βλάβες στην αυχενική και στη θωρακική μοίρα εκτός από την περιορισμένη αγγειακή λειτουργία και φλεβική ροή των κάτω άκρων, υπάρχει και πλήρης ή μερικός αποκλεισμός της λειτουργίας του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Η δυσλειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος, επηρεάζει περαιτέρω την απάντηση της καρδιάς στην άσκηση και μπορεί να οδηγήσει σε επιπλέον περιορισμό της μέγιστης καρδιακής παροχής κατά την διάρκειά της (Μπάκας, 2012).

Η ελαττωμένη αιματική ροή η οποία είναι αποτέλεσμα της απώλειας της δράσης της αντλίας των φλεβών, οδηγεί σε λίμναση του αίματος στα κάτω άκρα πράγμα το οποίο προκαλεί μείωση του όγκου παλμού και κατά τη διάρκεια της άσκησης αλλά και κατά την ηρεμία. Ο όγκος παλμού επηρεάζει την καρδιακή παροχή αλλά και την καρδιακή συχνότητα

(βάση του τύπου της καρδιακής παροχής). Για την μείωση της λίμνασης του αίματος στα κάτω άκρα έχουν δοκιμαστεί αρκετές τεχνικές. Κάποιες από αυτές είναι το εργόμετρο χειρός, η ύπτια θέση ή/και ανύψωση ποδιών, ειδικές ελαστικές κάλτσες καθώς και λειτουργικός ηλεκτρικός ερεθισμός των κάτω άκρων (Horman et al., 19998). Οι παραπάνω τεχνικές είχαν σαν αποτέλεσμα τη μείωση του καρδιακού ρυθμού και την αύξηση του όγκου παλμού και σε τετραπληγικούς και σε παραπληγικούς ασθενείς.

Ø Επίδραση της άσκησης στην καρδιακή λειτουργία σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού

Πολλές μελέτες που έχουν διεξαχθεί σε αρτιμελή άτομα, δείχνουν μείωση της καρδιακής συχνότητας κατά την ηρεμία και κατά τη διάρκεια υπό μέγιστου φόρτου εργασίας, εξαιτίας των αερόβιων απαιτήσεων του μυοκαρδίου και στην προσαρμογή της αντοχής στην άσκηση.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ενδοκαρδιακές (κεντρικές) ή/και εξωκαρδιακές (περιφερικές) προσαρμογές οι οποίες βελτιώνουν την καρδιακή εξώθηση (Q) ή/και τον όγκο παλμού αντίστοιχα και με την μείωση της συμπαθητικής διέγερσης οδηγούν σε αλλαγές στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα και προσαρμογές στους γυμνασμένους μύες ή και τα δυο.

Μετά από την άσκηση παρατηρείται αύξηση του όγκου του αίματος στην καρδιά. Τα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού που υποβάλλονται σε προπόνηση άνω κορμού δεν έχουν αρκετή μυϊκή μάζα ώστε να εξάγουν τον όγκο αίματος από την καρδιά και να στρεσάρουν αρκετά τους κεντρικούς αιμοδυναμικούς μηχανισμούς (Devillard et al., 2007)

Βάσει των Davis et al. (1987), η διαταραχή της συμπαθητικής εκροής, η μειωμένη ή η διαταραγμένη ικανότητα περιφερικής αγγειοσυστολής των μη γυμνασμένων ιστών και η πιθανότητα λίμνασης του αίματος πρέπει να ξεπεραστούν με την άσκηση διότι σχετίζονται με αιμοδυναμικές δυσκολίες και με προβλήματα του όγκου του αίματος στην καρδιά. Η άσκηση θα πρέπει να γίνεται σε καθιστή θέση για καλύτερα αποτελέσματα.

Τέλος, σε ένα πρόγραμμα άσκησης δοκιμάστηκε το κυκλοεργόμετρο ποδιών το οποίο ήταν συνδεδεμένο με λειτουργικό ηλεκτρικό ερεθισμό. Τα άτομα που συμμετείχαν ήταν παραπληγικοί και τετραπληγικοί ασθενείς και ολοκλήρωσαν ένα πρόγραμμα άσκησης 12-16 εβδομάδων, με 36 συνεδρίες με το κυκλοεργόμετρο ποδιών. Μετά το τέλος της άσκησης παρατηρήθηκε αύξηση στον καρδιακό ρυθμό, την καρδιακή παροχή και τον όγκο παλμού καθώς και χαμηλότερη περιφερική αντίσταση (Hooker et al., 1992; Faghri, 1992).

Ø Επίδραση άσκησης στην αγγειακή λειτουργία σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού

Ο στόχος είναι η βελτίωση του κεντρικού συμπαθητικού ελέγχου της κυκλοφορίας, ο οποίος μπορεί να έχει μειωθεί κάτω από την κάκωση ως αποτέλεσμα της ρήξης του νωτιαίου μυελού.

Η άσκηση οδηγεί σε αγγειοδιαστολή των περιφερικών αγγείων και σε μείωση της αγγειακής αντίστασης κάτω από το επίπεδο της κάκωσης. Τα αθλήματα και οι καθημερινές δραστηριότητες αυξάνουν τις απαιτήσεις του κυκλοφορικού συστήματος, οπότε η βελτίωση και η ανταπόκριση του κυκλοφορικού κατά την άσκηση είναι σημαντική.

Η καθιστική ζωή οδηγεί σε μια σειρά από σωματικές και καρδιαγγειακές επιπλοκές (συμπεριλαμβανομένης και της στεφανιαίας νόσου της καρδιάς) σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού (Devillard et al., 2007). Πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι τα αιμοπετάλια παίζουν σημαντικό ρόλο στη θρόμβωση και την αρτηριοσκλήρωση. Οι El-Sayed et al. (2004) έδειξαν ότι η εντατική περίοδος άσκησης με το κυκλοεργόμετρο προκαλεί σημαντική αύξηση της συνάθροισης των αιμοπεταλίων, ενώ η έντονη περίοδος άσκησης στο κυκλοεργόμετρο προκαλεί καταστολή της συνάθροισης των αιμοπεταλίων, δηλαδή εάν η προπόνηση γίνεται σε καθημερινή βάση και με υπερβολή υπάρχει μεγάλος κίνδυνος συνάθροισης αιμοπεταλίων. Αντιθέτως, η έντονη προπόνηση η οποία γίνεται σε τρεις μη διαδοχικές μέρες της εβδομάδας καταστέλλει την συνάθροιση των αιμοπεταλίων, μειώνοντας έτσι την πιθανότητα για θρόμβωση. Η άσκηση στο κυκλοεργόμετρο για 30 λεπτά, τρεις μη διαδοχικές φορές μέσα στην εβδομάδα για 12 εβδομάδες, συνδέεται με τα επιθυμητά αποτελέσματα της έντονης προπόνησης, τα οποία προκαλούν αλλαγές στην συνάθροιση των αιμοπεταλίων.

1.9.2 Αναπνευστικό Σύστημα

Λαμβάνοντας υπόψη τις προσαρμογές του καρδιαγγειακού συστήματος, θα λέγαμε ότι προσαρμόζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις τη δεδομένη στιγμή της άσκησης και υπερτερεί σε σχέση με τις προσαρμογές του αναπνευστικού συστήματος. Δηλαδή, το καρδιαγγειακό σύστημα προσαρμόζεται άμεσα την στιγμή εκείνη όπου κατά τη διάρκεια της άσκησης χρειάζεται να αλλάξει κάποιες παραμέτρους (π.χ. όγκο παλμού) σημαντικές για τη διατήρηση και την ισορροπία της κυκλοφορίας, σε σχέση με το αναπνευστικό το οποίο δεν μεταβάλλεται έντονα παρά μόνο τις κρίσιμες στιγμές, όταν οι υπόλοιπες λειτουργίες έχουν ελαττωθεί. Βέβαια, η αντοχή θα εμποδιζόταν εάν το αναπνευστικό σύστημα δεν παρείχε το απαραίτητο οξυγόνο για να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις του οξυγόνου κατά την άσκηση. Οι μικρές προσαρμογές του αναπνευστικού συστήματος κατά την προπόνηση θεωρούνται

παράπλευρες ή παραπροϊόντα των καρδιαγγειακών και μεταβολικών προσαρμογών (Κλεισούρας, 2011).

Αυτό συμβαίνει διότι η αναπνευστική αντλία παρέχει μια μεγάλη εφεδρεία δυνατοτήτων για την αντιμετώπιση των απαιτήσεων κατά τη διάρκεια της άσκησης και έχει τη δυνατότητα παραγωγής μεγαλύτερου έργου ακόμα και από αυτό που απαιτείται κατά τη μέγιστη μυϊκή προσπάθεια. Συνεπώς, για αυτόν το λόγο, το αναπνευστικό σύστημα δεν προσαρμόζεται τόσο εύκολα όπως οι καρδιαγγειακές παράμετροι που αναγκάζονται να προσαρμοστούν στις νέες απαιτήσεις. Παρόλα αυτά, και το αναπνευστικό σύστημα προσαρμόζεται στην προπόνηση αντοχής για να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητά του (Κλεισούρας, 2012; Wilmore, 2004). Μερικές από τις εφαρμογές του είναι οι ακόλουθες:

Ø Πνευμονικός αερισμός

Μετά την προπόνηση (κατά την ηρεμία), ο πνευμονικός αερισμός δεν μεταβάλλεται ή παρατηρείται ελαφρώς μειωμένος, ενώ μειώνεται κατά την υπομέγιστη προσπάθεια. Παρόλα αυτά, ο πνευμονικός αερισμός αυξάνεται κατά τη μέγιστη προσπάθεια, με την αερόβια προπόνηση.

Η αερόβια άσκηση οδηγεί σε αύξηση του πνευμονικού αερισμού κατά τη μέγιστη προσπάθεια, σε τέτοιο βαθμό όπου οι αθλητές αντοχής υψηλού επιπέδου αναπνέουν διπλάσιο όγκο αέρα από μη αθλητές. Οι παράγοντες που ευθύνονται για την αύξηση του πνευμονικού αερισμού κατά τη μέγιστη εξαντλητική προσπάθεια είναι η αυξημένη αναπνευστική συχνότητα και ο αυξημένος αναπνεόμενος όγκος κατά τη μέγιστη προσπάθεια.

Ø Αναπνευστικοί μύες

Οι βαθύτερες αναπνοές κατά την άσκηση προϋποθέτουν πιο δυνατούς και πιο ανθεκτικούς αναπνευστικούς μύες. Είναι γεγονός ότι με την αερόβια προπόνηση βελτιώνεται η δύναμη και η αντοχή των αναπνευστικών μυών (Robinson et al., 1992).

Οι αναπνευστικοί μύες έχουν τις λειτουργικές, τις μορφολογικές αλλά και τις μεταβολικές ιδιότητες των σκελετικών μυών, δηλαδή συμπεριφέρονται σαν όλους τους άλλους μύες του σώματός μας οι οποίοι με την άσκηση αποκτούν μεγαλύτερη δύναμη και ισχύ, έτσι και αυτοί οι μύες αν και επικουρικοί δυναμώνουν με την αερόβια άσκηση προσφέροντας πιο εύκολη αναπνοή. Με την αερόβια άσκηση, βελτιώνεται η αερόβια ικανότητα του διαφράγματος και εκδηλώνεται με την αναστολή της κόπωσης και το μετασχηματισμό των γλυκολυτικών ινών ταχείας συστολής (τύπου IIb) σε ενδιάμεσες οξειδογλυκολυτικές ίνες βραδείας συστολής (τύπου IIa) (Metzer et al., 1986; Powers et al., 1990; Vrabas et al., 1999).

Ø Πνευμονικοί όγκοι

Οι πνευμονικοί όγκοι όπως η ζωτική χωρητικότητα, η ολική πνευμονική χωρητικότητα, ο υπολειπόμενος όγκος και η λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα δεν διαφέρουν μεταξύ αθλητών και μη αθλητών (Demsey et al., 1985; Gordain et al., 1990). Το ίδιο ισχύει για την ικανότητα και την επιφάνεια διάχυσης αερίων των πνευμόνων (Demsey et al., 2006). Όμως, αυξάνεται κατά τη διάρκεια της μέγιστης άσκησης (Wilmore & Costill, 2004)). Συνεπώς, οι πνευμονικοί όγκοι επηρεάζονται ελάχιστα ή και καθόλου μετά την προπόνηση.

Ø Άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού και επίδραση της άσκησης στο αναπνευστικό σύστημα

Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο με τις αναπνευστικές διαταραχές, τα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού παρουσιάζουν μειωμένο πνευμονικό αερισμό και ανικανότητα για βήχα λόγω έλλειψης της λειτουργίας σημαντικών αναπνευστικών μυών (μεσοπλευριοί μύες και κοιλιακοί μύες), τα οποία μπορεί να οδηγήσουν τα άτομα αυτά σε υψηλό κίνδυνο επιπλοκών.

Όπως και στα φυσιολογικά άτομα έτσι και στα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού, η αερόβια άσκηση βοηθάει στην αύξηση του πνευμονικού αερισμού καθώς και στη βελτίωση της δύναμης και της αντοχής των αναπνευστικών μυών μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο των αναπνευστικών επιπλοκών.

Οι Le Fall-Moro et al. (2005) κάνουν αναφορά στην αναπνευστική λειτουργία κατά την ηρεμία και κατά την άσκηση μετά από μία διαλλειματική προπόνηση σε άτομα με πρόσφατη κάκωση νωτιαίου μυελού. Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 5 άνδρες και 1 γυναίκα. Για την άσκηση χρησιμοποιήθηκε ένα εργόμετρο χειρός, ενώ τα άτομα υποβλήθηκαν σε 30 λεπτά διαλλειματική άσκηση τρεις φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες. Μετά την άσκηση, τα αναπνευστικά πατέντα και η πνευμονική χωρητικότητα είχαν τροποποιηθεί/αυξηθεί και συγκεκριμένα στα άτομα με κάκωση πάνω από το σπονδυλικό επίπεδο Θ12.

Μετά το πρόγραμμα, παρατηρήθηκε αύξηση στο μέγιστο αερισμό (VEpeak, 7,9%) και στα αποθέματα του οξυγόνου που χρειάζονται για τον αερισμό (12,9%) καθώς και αξιοσημείωτη ήταν η μείωση της κατανάλωσης του οξυγόνου που χρειάζεται για τον αερισμό (-20%) καθώς και της συχνότητας της αναπνοής (-13,4%). Ο συγγραφέας απέδωσε τα αποτελέσματα αυτά στα άμεσα οφέλη που έχουμε στους επικουρικούς αναπνευστικούς μύες (Στερνοκλειδομαστοειδής, Μείζον και Ελάσσων Θωρακικός).

Επίσης στην έρευνα αυτή παρουσιάστηκε και άλλη μια σημαντική αύξηση στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (36%).

Τέλος, οι Van Houtte et al. (2006) με μια συστηματική ανασκόπηση έδειξαν ότι και ένας άλλος τρόπος άσκησης, όπως η προπόνηση των αναπνευστικών μυών και πιο συγκεκριμένα

η άρση βαρών με εργώδη αναπνοή, οδηγεί σε αύξηση της δύναμης των εκπνευστικών μυών, της ζωτικής χωρητικότητας και του υπολειπόμενου όγκου των πνευμόνων.

Οι Goosey et al., (2010) εξέτασαν το πώς επιδρά η προπόνηση των εισπνευστικών μυών στην αναπνευστική λειτουργία σε άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού καθώς και την απόδοσή τους στα sprint. Στην έρευνα αυτή πήραν μέρος 16 παραπληγικοί αθλητές καλαθοσφαίρισης με αναπηρικό αμαξίδιο. Όλοι οι αθλητές ήταν προπονημένοι σε υψηλό επίπεδο και συμμετείχαν σε διοργανώσεις παγκόσμιου επιπέδου. Οι αθλητές διαιρέθηκαν σε ένα πειραματικό (IMT, n=8) και σε ένα placebo (sham-IMT, n=8) γκρουπ [IMT=Inspiratory Muscle Training]. Από το IMT γκρουπ, εκτελέστηκαν 30 δυναμικές αναπνοές δύο φορές τη μέρα με αντίσταση ισοδύναμη του 50% της μέγιστης εισπνευστικής πίεσης (MIP), ενώ το sham-IMT γκρουπ εκτέλεσε 60 αργές αναπνοές μία φορά τη μέρα στο 15% της MIP για 6 εβδομάδες. Επίσης, εκτέλεσαν και 15 sprint των 20 μέτρων καθώς πριν υπήρχε μία περίοδος προθέρμανσης (5X20 μέτρα με 30 δευτερόλεπτα διάλειμμα ενδιάμεσα). Η έρευνα αυτή έδειξε ότι στο IMT γκρουπ αλλά και στο sham-IMT γκρουπ, η μέγιστη εκπνευστική και εισπνευστική πίεση βελτιώθηκαν (23% και 17% αντίστοιχα). Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στην πνευμονική λειτουργία κατά την περίοδο της ξεκούρασης καθώς δεν υπήρχαν αλλαγές και στις παραμέτρους που σχετίζονταν με το επαναλαμβανόμενο sprint. Παρόλο που δεν παρατηρήθηκαν βελτιώσεις στις παραμέτρους του sprint, αναφέρθηκε βελτίωση των αναπνευστικών μυών και της ποιότητας ζωής από τους αθλητές.

Τέλος, μία ακόμα έρευνα η οποία διεξήχθη από τους Moreno et al. (2013) μελέτησε την επίδραση ενός έτους προπόνησης (στο άθλημα του rugby με αμαξίδιο) στην πνευμονική λειτουργία τετραπληγικών ατόμων. Συμμετείχαν 15 άτομα συνολικά τα οποία χωρίστηκαν σε 2 γκρουπ. Το πρώτο γκρουπ αποτελούσαν από 8 άτομα τα οποία ήταν παίκτες rugby (πειραματικό γκρουπ). Το δεύτερο γκρουπ ήταν μια ομάδα ελέγχου με τετραπληγικούς ασθενείς που έκαναν καθιστική ζωή και αποτελούσαν από 7 άτομα. Και τα δυο γκρουπ υποβλήθηκαν σε σπιρομέτρηση.

Στην αρχή του προγράμματος, όλοι οι συμμετέχοντες παρουσίασαν μειωμένη πνευμονική λειτουργία συγκριτικά με τις προβλεπόμενες τιμές των υγιών ατόμων. Μετά από ένα χρόνο προπόνησης, παρουσίασαν σημαντική αύξηση στην FVC (βεβιασμένη ζωτική χωρητικότητα), στη FEV₁ (ο όγκος ο οποίος εκπνέουμε στο τέλος του πρώτου δευτερολέπτου μιας βίαιης εκπνοής) και στο μέγιστο εκούσιο αερισμό (MVV). Η ανάλυση μεταξύ του συνολικού χρόνου προπόνησης και των σπιρομετρικών μεταβλητών (FVC, MVV) αποκάλυψαν ότι οι παίκτες με τον περισσότερο χρόνο προπόνησης είχαν μεγαλύτερες τιμές στην πνευμονική λειτουργία. Συμπερασματικά, η έρευνα αυτή έδειξε ότι η προπόνηση πάνω στο άθλημα του rugby, βελτιώνει την πνευμονική λειτουργία των ατόμων με κάκωση νωτιαίου μυελού.

1.9.3 Μυϊκό σύστημα

Εκτός από τις επιδράσεις της άσκησης στο καρδιαγγειακό και στο αναπνευστικό σύστημα, όπως είναι προφανές, επιδρά και στο μυϊκό σύστημα. Θα λέγαμε ότι όλα αυτά τα συστήματα μεταξύ τους είναι αλληλένδετα για την σωστή ανταπόκριση των ατόμων αυτών στην αερόβια άσκηση.

Η μυϊκή δύναμη και ικανότητα στα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού είναι μειωμένη κάτω από το επίπεδο της βλάβης. Παρατηρούνται σημαντικές αλλαγές στη μορφολογία, το μεταβολισμό και στις ιδιότητες σύστασης των σκελετικών μυών. Βάσει των Hartcopp et al., (2003) υπάρχει ατροφία των μυϊκών ινών των παραλυμένων μυών αλλά και μετατόπιση και αλλαγή στη σύνθεση των ινών αυτών. Το ποσοστό των IIb μυϊκών ινών (ίνες ταχείας συστολής) αυξάνεται με την άσκηση, ενώ το ποσοστό των I μυϊκών ινών (ίνες βραδείας συστολής) μειώνεται. Επίσης, παρατηρείται μείωση στη δραστηριότητα των μιτοχονδριακών ενζύμων και της πυκνότητας των τριχοειδών αγγείων, το οποίο είναι ένδειξη μειωμένης οξειδωτικής ικανότητας.

Οι Mohr et al.(1997) μελέτησαν την προπόνηση των ατόμων με κάκωση νωτιαίου μυελού πάνω από ένα χρόνο, με τη χρήση κυκλοεργόμετρου με ηλεκτρική βιοανάδραση για 3 φορές την εβδομάδα με διάρκεια άσκησης 30 λεπτά. Στην έρευνα αυτή πήραν μέρος 6 άτομα με τετραπληγία και 4 με παραπληγία νέοι σε ηλικία (27-45 ετών). Στα κινητικά σημεία των οπίσθιων μηριαίων και του τετρακέφαλου τοποθέτησαν ηλεκτρόδια όπου και τροφοδοτούσαν τους μύες. Η έρευνα αυτή έδειξε ότι το ποσοστό των IIa ινών (ίνες ταχείας συστολής, δεν κουράζονται εύκολα) αυξήθηκαν 61%, ενώ οι ίνες IIb οι οποίες κουράζονται εύκολα μειώθηκαν κατά 32%. Συμπερασματικά, η έρευνα αυτή οδήγησε στην επιθυμητή κατανομή των τύπων των μυϊκών ινών.

Οι Jacobs et al. (2001) αναφέρουν ότι οι 12 εβδομάδες κυκλική προπόνηση με αντίσταση (μεταβαλλόμενες ισοκινητικές ασκήσεις αντίστασης πολλών σταθμών και μεγάλης ταχύτητας, χαμηλής αντίστασης εργόμετρου χειρός) έχουν σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση της δύναμης των άνω άκρων. Τα οφέλη στη φυσική κατάσταση και στη δύναμη (11,9-30%) υπερβαίνουν τις αναμενόμενες τιμές. Τα άτομα που πήραν μέρος ήταν παραπληγικοί με επίπεδο κάκωσης στο Θ5-Ο1 σπονδυλικό επίπεδο.

Οι Hicks et al. (2003) αναφέρουν ότι μια κλασική προπόνηση αντοχής (εργόμετρο χειρός για 15-30 λεπτά και περίπου 70% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας). Το πρόγραμμα αυτό πραγματοποιείται 2 φορές την εβδομάδα για πάνω από 9 μήνες. Τα αποτελέσματα ήταν η αύξηση της δύναμης και της απόδοσης στο εργόμετρο χειρός. Ενώ το συνηθισμένο πρόγραμμα πραγματοποιείται 3 φορές την εβδομάδα η έρευνα αυτή δείχνει ότι και 2 φορές την εβδομάδα να πραγματοποιείται η προπόνηση, μπορεί να υπάρχουν ακριβώς τα ίδια οφέλη. Στην έρευνα πήραν μέρος 34 άνδρες και γυναίκες με επίπεδα κάκωσης από Α4-Ο1

σπονδυλικά επίπεδα. Σε όλα τα άτομα παρατηρήθηκε και σωματική αλλά και ψυχολογική βελτίωση.

Ø Προσαρμογές στη λειτουργικότητα

Στο συγκεκριμένο σημείο δεν θα μπορούσε να παραλειφθεί η αναφορά στις προσαρμογές που προσφέρει η άσκηση στη λειτουργικότητα των ατόμων με κάκωση νωτιαίου μυελού.

Μόνο μια έρευνα των Barbin et al., (1999) αξιολόγησε τις λειτουργικές επιπτώσεις σε παραπληγικούς ασθενείς οι οποίοι ακολουθούσαν συστηματική άσκηση μετά το νοσοκομείο και σε άλλους που απλά επέστρεψαν στις καθημερινές δραστηριότητές τους με αμαξίδιο. Συμμετείχαν 84 άνδρες που χωρίστηκαν σε δυο ομάδες, σε αυτούς που κάνουν κάποιο άθλημα και σε αυτούς που δεν λαμβάνουν μέρος σε κάποιο άθλημα. Επίσης, υπήρχαν και τρεις υποομάδες ανάλογα με το πότε έγινε η κάκωση, δηλαδή λιγότερο από 4 χρόνια, 4-10 χρόνια, περισσότερο από 10 χρόνια. Τα αθλήματα ήταν ο παράγοντας βελτίωσης της λειτουργικής ικανότητας και της επιτάχυνσης της αυτονομίας (ειδικότερα τα πρώτα 10 χρόνια μετά την κάκωση).

Συμπερασματικά, η άσκηση προσφέρει πολλά οφέλη και μειώνει τις δευτερογενείς επιπλοκές. Είναι σημαντική για την ποιότητα ζωής των ανθρώπων και δείχνει τη δυνατότητα μεγαλύτερης αυτονομίας στο άτομο. Επίσης, εκτός από τα σωματικά οφέλη μπορεί να έχει ευεργετικά αποτελέσματα και στην ψυχολογία του ατόμου. Τέλος, βοηθάει στο χειρισμό του αμαξιδίου και διευκολύνει τις μεταφορές. Παρακάτω γίνεται μια σύνοψη των μερικών βασικών ερευνών οι οποίες έχουν αναφερθεί μέσα στο κείμενο (Πίνακας 6 – Σελ. 52)

Πίνακας 6

Σύνοψη σημαντικών ερευνών

Έρευνα	Σκοπός έρευνας	Ασθενείς	Παρέμβαση	Αποτελέσματα
Moreno et al., (2013)	Μελέτη της επίδρασης 1 έτους προπόνησης, στο άθλημα του rugby, στην πνευμονική λειτουργία	15 Τετραπληγικοί ασθενείς. 8 αθλητές rugby και 7 άτομα που έκαναν καθιστική ζωή	Προπόνηση στο άθλημα του rugby για ένα έτος	Μετά από σπυρομέτρηση παρουσιάστηκε αύξηση της FVC, FEV ₁ και MVV
Goosey et al., (2006)	Ανάλυση της αερόβιας ικανότητας και ικανότητας για sprint και η αξιολόγηση της σχέσης μεταξύ αερόβιας άσκησης και δεικτών απόδοσης του sprint	8 Βρετανοί τετραπληγικοί επαγγελματίες αθλητές και 2 με ατελή βλάβη. Οι αθλητές προπονήθηκαν και στο tennis αλλά και στο rugby	Εκτέλεσαν ένα sprint power και ένα aerobic power test	Τα μεγαλύτερα αποτέλεσμα επιτεύχθηκαν από τους αθλητές με την ατελή βλάβη, αλλά όλοι οι αθλητές που πήραν μέρος εμφάνισαν καλό επίπεδο αερόβιας ικανότητας και μυϊκής αντοχής
Tordi et al., (2001)	Μελέτη της επίδρασης μιας μικρής διαλειμματικής προπόνησης	Εθελοντές παραπληγικοί αθλητές για σχεδόν δύο χρόνια	Το πρόγραμμα βασίστηκε στο SWEET, ένα αερόβιο πρόγραμμα που αποτελείται από 6 στάδια 5 λεπτά το καθένα	Βελτίωση της MTP, VO ₂ max και της φυσικής κατάστασης. Μείωση της HRmax μετά την προπόνηση
Olga J. Kilkens et al., (2006)	Μελέτη της σχέσης μεταξύ της σωματικής ικανότητας και των δεξιοτήτων χειρισμού του αμαξιδίου κατά την περίοδο της αποκατάστασης	97 άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού (τετραπληγικοί και παραπληγικοί)	Κυκλικό πρόγραμμα 8 δεξιοτήτων με την αναπηρική καρέκλα και μετράται η επιδεξιότητα, ο χρόνος απόδοσης και η σωματική κόπωση	Σημαντική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης δεξιοτήτων με το αμαξίδιο και της μεγίστης ισχύς και του MMT score, άρα και βελτίωση στη σωματική ικανότητα
Shiba et al. (2010)	Διερεύνηση των αλλαγών στη σωματική ικανότητα σε διάστημα πάνω από 20 χρόνια	7 παραπληγικοί αθλητές	Προοδευτικό test πάνω σε roller για αμαξίδιο. Η ταχύτητα αναλύονται με υπολογιστή ανάλογα τη δύναμη που έβαζε ο κάθε αθλητής	Οι 2 από τους 7 συνέχισαν την σκληρή προπόνηση και έδειξαν αύξηση στη VO ₂ max (43%, 45% αντίστοιχα), ενώ ένα άτομο σταμάτησε την προπόνηση και η VO ₂ max μειώθηκε(53%)
		Συνέχεια Σελ.53		

Έρευνα	Σκοπός έρευνας	Ασθενείς	Παρέμβαση	Αποτελέσματα
Zoeller et al. (2005)	Καθορισμός της σχέσης μεταξύ μυϊκής δύναμης, αερόβιας ικανότητας και αντοχής	10 άνδρες με παραπληγία	4 δοκιμασίες: test δύναμης στο ισοκινητικό μηχάνημα, διαλειματικό test άσκησης στο εργόμετρο χειρός και 2 test στο εργόμετρο για την μέτρηση της αντοχής	Η δύναμη της κάμψης του ώμου σχετίστηκε με την VO ₂ max και την παραγόμενη ισχύ ενώ η μεγαλύτερη ισοκινητική κάμψη και έκταση του αγκώνα σχετίστηκε με την VO ₂ max και τη παραγόμενη ισχύ κατά την συγκέντρωση 4mmol/L λακτόζης στο αίμα (κάμψη), και με την μεγαλύτερη παραγόμενη ισχύ κατά την VO ₂ max (έκταση). Αυτά μας δείχνουν ότι η μεγαλύτερη μυϊκή δύναμη συνδέεται με την μεγαλύτερη αερόβια δύναμη και αντοχή.
Lindberg et al.(2012)	Σκοπός ήταν να καθοριστεί εάν η διαλειματική προπόνηση στο seated double-poling εργόμετρο μπορεί να αυξήσει τη σωματική ικανότητα και την απόδοση κοντά στο μέγιστο επίπεδο	13 άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού (παραπληγικοί)	30 συνεδρίες στο seated double-poling εργόμετρο διάρκειας 10 εβδομάδων	Μετά την προπόνηση παρατηρήθηκε αύξηση της VO ₂ max(22,7%), στον αερισμό(20,7%) και στα επίπεδα του γαλακτικού οξέος στο αίμα(22,0%). Η άσκηση στο εργόμετρο αυτό βοήθησε στην αύξηση της σωματικής και αερόβιας ικανότητας αλλά και στην αύξηση της ισχύος του άνω κορμού

1.10 Ράγκμπι με αναπηρικό αμαξίδιο (Wheelchair rugby)

Ø Τι είναι το ράγκμπι με αναπηρικό αμαξίδιο

Το ράγκμπι με αναπηρικό αμαξίδιο είναι ένα ομαδικό άθλημα για άνδρες και γυναίκες με αναπηρία. Ο σκοπός του αθλήματος είναι η επίτευξη γκολ προσπερνώντας τη γραμμή του γκολ της αντίπαλης ομάδας έχοντας στην κατοχή σου την μπάλα. Στο άθλημα αυτό, η μπάλα μπορεί να μεταφερθεί, να τριπλαριστεί, να πασαριστεί σε οποιαδήποτε κατεύθυνση και με οποιοδήποτε τρόπο. Η ομάδα που θα έχει πετύχει τα περισσότερα γκολ μετά το πέρας του παιχνιδιού ανακηρύσσεται και νικήτρια ομάδα. (International Wheelchair Rugby Federation (IWRF)).

Ø Το γήπεδο του ράγκμπι

Το άθλημα αυτό παίζεται σε κλειστό γήπεδο με διαστάσεις 15 μέτρα πλάτος και 28 μέτρα μήκος. Το γήπεδο είναι μαρκαρισμένο με γραμμές ορίων, με μια γραμμή κέντρου, έναν κύκλο κέντρου και δύο περιοχές κλειδιά, μία για κάθε ομάδα. Όλες οι γραμμές του γηπέδου πρέπει να έχουν τις ίδιες διαστάσεις και το ίδιο χρώμα. Ένα γήπεδο το οποίο πληρεί τους κανονισμούς της FIBA (δηλαδή ένα γήπεδο μπάσκετ), θα θεωρούνταν ότι πληρεί και τους κανονισμούς της IWRF για το ράγκμπι με αναπηρικό αμαξίδιο (IWRF).

Ø Κανόνες του αθλήματος

Το άθλημα αυτό αποτελείται από τέσσερις περιόδους διάρκειας 8 λεπτών η κάθε μία. Υπάρχει διάλειμμα δύο λεπτών στο τέλος της πρώτης και της τρίτης περιόδου. Επίσης, υπάρχει διάλειμμα διάρκειας πέντε λεπτών μετά το τέλος της δεύτερης περιόδου. Σε περίπτωση παράτασης, κάθε περίοδος της διαρκεί τρία λεπτά. Μετά το τέλος της κανονικής διάρκειας, υπάρχει διάλειμμα δύο λεπτών πριν την έναρξη της παράτασης. Ανάμεσα στις περιόδους της παράτασης υπάρχει διάλειμμα δύο λεπτών.

Όταν το παιχνίδι ξεκινήσει, κάθε ομάδα διαθέτει σαράντα δευτερόλεπτα κατοχή μπάλας. Όταν μία ομάδα έχει στην κατοχή της τη μπάλα, δικαιούται 12 δευτερόλεπτα για να περάσει το κέντρο. Εάν υπερβεί τα 12 δευτερόλεπτα, υπάρχει παραβίαση και η κατοχή έρχεται στην αντίπαλη ομάδα. Επιπρόσθετα, κάθε παίκτης που έχει στην κατοχή του τη μπάλα, πρέπει να την πασάρει ή να την τριπλάρει τουλάχιστον μία φορά κάθε δέκα δευτερόλεπτα. Επίσης, ένας παίκτης του οποίου η ομάδα επιτίθεται και έχει στην κατοχή της τη μπάλα, δεν μπορεί

να παραμείνει στην περιοχή της αντίπαλης ομάδας για παραπάνω από 10 δευτερόλεπτα. Τέλος, απαγορεύεται το θελημένο χτύπημα της μπάλας με το πόδι. Κάθε ομάδα δικαιούται 6 time-outs τα οποία μπορεί να πάρει σε οποιοδήποτε σημείο του παιχνιδιού (IWRF)

Ø Κατηγοριοποίηση αθλητών με αναπηρία

Οι ανάπηροι αθλητές κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το βάρος, το φύλο ή την ηλικία, αλλά κυρίως με βάση τη σοβαρότητα της νευρολογικής ή μυοσκελετικής αναπηρίας και ανάλογα με τη λειτουργική τους ικανότητα, τον τρόπο δηλαδή με τον οποίο αγωνίζονται σε κάποιο άθλημα. Υπάρχει μια μεγάλη γκάμα παθήσεων, νόσων και τραυματισμών που προκαλούν τις αναπηρίες. Επίσης, υπάρχει και μια μεγάλη ποικιλία αναπηριών τόσο σε είδος όσο και σε σοβαρότητα που επηρεάζουν την λειτουργικότητα του ατόμου με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με την πάθηση. Έτσι, είναι πολύ δύσκολο να υπάρξουν δυο αθλητές με την ίδια ακριβώς αναπηρία (Μπάκας, 2012)

Με το σύστημα κατηγοριοποίησης οι αθλητές σε κάθε άθλημα κατατάσσονται σε σχετικά όμοιες ομάδες ή κατηγορίες οι οποίες ελαχιστοποιούν τη διακύμανση και τη διασπορά της αναπηρίας και ομαδοποιούν τις αθλητικές επιδόσεις, το οποίο θα ήταν αδύνατο εάν όλοι οι αθλητές αγωνίζονταν μαζί. Επομένως, ο συναγωνισμός είναι δικαιότερος και οι ανάπηροι εμπυχώνονται όσο γίνεται περισσότερο για να συμμετέχουν στον αθλητισμό.

Το σύστημα κατηγοριοποίησης θεωρείται αναγκαίο για τους εξής λόγους: 1) καθορίζει τα φυσικά χαρακτηριστικά του κάθε αθλητή, 2) μετατρέπει σε ποσότητα το φυσικό δυναμικό για κάθε αθλητική δραστηριότητα και 3) προσδιορίζει και καταγράφει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, τα πρότυπα κίνησης, και τα απαιτούμενα πρότυπα που χρειάζονται για να γίνουν κατανοητές οι κινητικές διαφορές που εμφανίζουν αθλητές προερχόμενοι από διαφορετικές αναπηρίες και που συμμετέχουν στο ίδιο άθλημα, όπως το μπάσκετ και η κολύμβηση (Μπάκας, 2012).

Οι κατηγορίες στα πρώτα χρόνια του Παραολυμπιακού Κινήματος ήταν βασισμένες στη διάγνωση της αναπηρίας και στην κατηγοριοποίηση αποκλειστικά και ανάλογα μέσω του ιατρικού συστήματος κατηγοριοποίησης (Medical Classification).

Ø Κατηγοριοποίηση στο άθλημα του ράγκμπι

Στο άθλημα του ράγκμπι συμμετέχουν μόνο αθλητές από την ISMWSF (International Stroke Madeville Wheelchair Sports Federation) και κυρίως αθλητές με τετραπληγία λόγω της κάκωσης στο επίπεδο της αυχενικής μοίρας, άνδρες και γυναίκες μαζί. Σε αυτό το άθλημα, όπως και στο μπάσκετ με αμαξίδια, οι παίκτες βαθμολογούνται με βαθμούς (point

system) και δεν μπαίνουν σε κατηγορία. Η βαθμολόγηση γίνεται ανάλογα με τη δυνατότητα χειρισμού της μπάλας και λαμβάνουν από 0,5 έως 3,5 βαθμούς. Σε κάθε στιγμή του αγώνα ο συνολικός βαθμός της ομάδας των τεσσάρων παικτών δεν πρέπει να υπερβαίνει το νούμερο 8 (Μπάκας,2012).

∅ Πίνακες ταξινόμησης αθλητών στο άθλημα του ράγκμπι

Class	Ρόλος στο γήπεδο	Λειτουργικότητα με το αμαξίδιο	Λειτουργικότητα με τη μπάλα
0,5	<ul style="list-style-type: none"> Είναι αμυντικός, όχι καλός χειριστής της μπάλας 	<ul style="list-style-type: none"> Λόγω της αδυναμίας του ώμου και της έλλειψης λειτουργικότητας του τρικέφαλου, προωθούν το κεφάλι μπροστά καθώς σπρώχνουν το αμαξίδιο Λόγω της αδυναμίας των εκτεινόντων του καρπού και της δυσλειτουργίας του καρπού και του χεριού, μπορεί να χρησιμοποιούν το αντιβράχιο για να ξεκινήσουν, να στρίψουν και να σταματήσουν. Λόγω της έλλειψης του τρικέφαλου, τραβάνε το πίσω μέρος της ρόδας και με λυγισμένους αγκώνες χρησιμοποιούν τον δικέφαλο για να σπρώξουν (οι αγκώνες είναι έξω από το επίπεδο της ρόδας καθώς σπρώχνουν) 	<ul style="list-style-type: none"> Λόγω της αδυναμίας του ώμου, του χεριού και του καρπού, όταν λαμβάνουν πάσα παγιδεύουν τη μπάλα ανάμεσα από τα πόδια τους ή την χτυπούν καθώς πλησιάζει κοντά για να την φέρουν πάνω στο σώμα τους Για να δώσουν μακρινή πάσα χτυπούν τη μπάλα από κάτω με το ένα χέρι, όπως στο βόλεϊ, ενώ για πιο κοντινή πάσα χρησιμοποιούν και τα δυο χέρια χτυπώντας τη μπάλα από κάτω χρησιμοποιώντας τις παλάμες τους (scoop pass)
1.0	<ul style="list-style-type: none"> Είναι αμυντικός, μπορεί να επαναφέρει τη μπάλα στο γήπεδο, δεν είναι καλός χειριστής της μπάλας 	<ul style="list-style-type: none"> Λόγω της αδυναμίας του ώμου και του τρικέφαλου, ίσως γέρνουν το κεφάλι ελαφρώς μπροστά κατά την προώθηση του αμαξιδίου, αλλά σπρώχνουν καλύτερα την ρόδα (συνδυασμός σπρωξίματος και τραβήγματος από το πίσω μέρος της ρόδας) Λόγω της μεγαλύτερης δύναμης της άνω μοίρας του στήθους και των ώμων, μπορούν να ξεκινήσουν, να σταματήσουν και να στρίψουν προς όλες τις κατευθύνσεις ευκολότερα και ταχύτερα από τους 0,5 αθλητές. Αλλά λόγω της αδυναμίας του τρικεφάλου και του καρπού ίσως χρησιμοποιούν το αντιβράχιο 	<ul style="list-style-type: none"> Το πιάσιμο της μπάλας γίνεται είτε με το αντιβράχιο είτε με τον καρπό Αδύναμη πάσα με το στήθος ή με το αντιβράχιο

Class	Ρόλος στο γήπεδο	Λειτουργικότητα με το αμαξίδιο	Λειτουργικότητα με τη μπάλα
1.5	<ul style="list-style-type: none"> Πολύ καλός αμυντικός και περιστασιακά χειριστής της μπάλας 	<ul style="list-style-type: none"> Η αυξημένη δύναμη και σταθερότητα στον ώμο επιτρέπει την πιο αποτελεσματική προώθηση του αμαξιδίου και τον καλύτερο χειρισμό της μπάλας 	<ul style="list-style-type: none"> Αυξημένη ταχύτητα προώθησης του αμαξιδίου, ικανότητα στο να κρατάει τη μπάλα έξω και μπροστά από το αμαξίδιο και μεγαλύτερη σταθερότητα στην πάσα με το στήθος Υπάρχει αστάθεια στον καρπό με αποτέλεσμα την περιορισμένη ασφάλεια της μπάλας καθώς γίνεται η πάσα Ίσως υπάρχει ασυμμετρία στα χέρια Άρα κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούν το δυνατότερο για το χειρισμό της μπάλας και της καρέκλας Μπορούν να πραγματοποιήσουν μια πάσα με τα χέρια χωρίς καλό έλεγχο, ακρίβεια και σε μεγάλη απόσταση. Συχνά την χρησιμοποιούν για να επαναφέρουν τη μπάλα στο γήπεδο

2.0	<ul style="list-style-type: none"> Σημαντικό ρόλο στο γήπεδο σαν χειριστής της μπάλας 	<ul style="list-style-type: none"> Έχουν πολύ δυνατό και σταθερό ώμο που τους επιτρέπει να σταματούν και να ξεκινούν γρήγορα καθώς και την πιο γρήγορη προώθηση του αμαξιδίου 	<ul style="list-style-type: none"> Αποτελεσματική πάσα από το στήθος σε μέτρια απόσταση Λόγω της έλλειψης της κάμψης των δακτύλων, υπάρχει περιορισμένη ασφάλεια της μπάλας στην άμυνα την στιγμή που γίνεται η πάσα Μπορούν να κρατήσουν σταθερά τη μπάλα με τους καρπούς, αλλά η λειτουργικότητα του χεριού δεν είναι καλή Αδύναμη πάσα πάνω από το κεφάλι χρησιμοποιώντας το ένα χέρι.
-----	--	--	---

Class	Ρόλος στο γήπεδο	Λειτουργικότητα με το αμαξίδιο	Λειτουργικότητα με τη μπάλα
2.5	<ul style="list-style-type: none"> · Χειριστής της μπάλας και αρκετά γρήγορος οργανωτής παιχνιδιού (playmaker) 	<ul style="list-style-type: none"> · Λόγω της εξαιρετικής δύναμης και σταθερότητας του ώμου, προωθούν το αμαξίδιο με αρκετά καλή ταχύτητα · Χρησιμοποιείται λειτουργική λαβή για να εκμεταλλευτούν τις ζάντες από όπου προωθούν το αμαξίδιο · Ίσως έχουν μερικό έλεγχο του κορμού τους δίνοντάς τους μεγαλύτερη σταθερότητα πάνω στην καρέκλα 	<ul style="list-style-type: none"> · Ισοροπημένη κάμψη και έκταση των δακτύλων χωρίς ξεκάθαρο πιάσιμο και απελευθέρωση της μπάλας · Τριπλάρουν τη μπάλα με ασφάλεια, αλλά φέρνουν τα αντιβράχια τους σε υππιασμό για να φέρουν τη μπάλα επάνω στα πόδια τους · Λόγω της δύναμης της κάμψης των δακτύλων, μπορούν να εκτελέσουν πάσα με το ένα χέρι πάνω από το κεφάλι αλλά με περιορισμένη ακρίβεια και σε μικρή απόσταση, λόγω της ανισοροπίας της δύναμης των δακτύλων · Ασφαλής πιάσιμο της μπάλας με τα δύο χέρια, αλλά συνήθως φέρνουν τη μπάλα στα πόδια τους. Ίσως μπορούν να πιάσουν τη μπάλα με το ένα χέρι και να τη φέρουν ή στα πόδια τους ή στο στήθος τους · Η μπάλα είναι πιο ασφαλής σε περίπτωση πίεσης από τον αντίπαλο λόγω της αυξημένης ικανότητας να απομονώνουν τη λειτουργία του καρπού και των δακτύλων

Class	Ρόλος στο γήπεδο	Λειτουργικότητα με το αμαξίδιο	Λειτουργικότητα με τη μπάλα
3.0	<ul style="list-style-type: none"> Πολύ καλός χειριστής της μπάλας και γρήγορος οργανωτής παιχνιδιού (playmaker) 	<ul style="list-style-type: none"> Λόγω της ισορροπημένης λειτουργίας των δακτύλων, οι αθλητές μπορούν να πιάσουν τις ζάντες και τα λάστιχα του αμαξιδίου και να κάνουν ελιγμούς Ίσως έχουν μερικό έλεγχο του κορμού τους δίνοντας τους μεγαλύτερη σταθερότητα πάνω στην καρέκλα 	<ul style="list-style-type: none"> Λόγω της λειτουργικότητας των δακτύλων, μπορούν να ελέγχουν τη μπάλα σε πολλά επίπεδα της κίνησης για να δώσουν πάσα, να τριπλάρουν, να πιάσουν και να προστατέψουν την μπάλα Μπορούν να πασάρουν και να τριπλάρουν καλά με το ένα χέρι Σταθεροποιούνται με τον αντίθετο βραχίονα για να επιτρέψουν καλύτερο πιάσιμο της μπάλας (εάν δεν υπάρχει λειτουργία κορμού)
3.5	<ul style="list-style-type: none"> Κορυφαίος χειριστής της μπάλας και πολύ γρήγορος (playmaker) 	<ul style="list-style-type: none"> Εάν ο αθλητής έχει λειτουργικότητα του κορμού, είναι πολύ σταθερός στο αμαξίδιο και μπορεί να τον χρησιμοποιήσει για δραστηριότητες με τη μπάλα και το αμαξίδιο 	<ul style="list-style-type: none"> Εάν ο αθλητής έχει και καλή λειτουργία κορμού αλλά και χεριών, έχει συνήθως και πολύ καλό έλεγχο της μπάλας καθώς και μπορεί να πασάρει τη μπάλα με το ένα χέρι σε μεγάλη απόσταση. Επίσης, η μπάλα κατά τη διάρκεια της πασάς και της λήψης της είναι ασφαλής

(IWRF)

1.11 Τραυματισμοί αθλητών με κάκωση νωτιαίου μυελού

Η συμμετοχή των ατόμων με κάκωση νωτιαίου μυελού σε αθλήματα έχει αυξηθεί. Η αύξηση αυτή σε συνδυασμό με την έντονη προσπάθεια κατά την προπόνηση αλλά και το υψηλό επίπεδο στις αθλητικές επιδόσεις, έχει προκαλέσει μεγαλύτερη συχνότητα αθλητικών κακώσεων, κυρίως του ωμού λόγω υπέρχρησης, στους αθλητές αυτούς (Druvert et al., 2012)

Τα άνω άκρα σε αρτιμελή άτομα προορίζονται για δραστηριότητες σύλληψης. Τα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού χρησιμοποιούν τα άνω άκρα για τη μεταφορά και τη μετακίνησή

τους, με αποτέλεσμα να υπόκεινται σε μεγαλύτερες δυνάμεις από ότι τα άκρα ενός αρτιμελούς ατόμου. Επομένως, με τη χρήση του αμαξιδίου, τα άνω άκρα δέχονται μεγάλες επαναλαμβανόμενες φορτίσεις οι οποίες συχνά μπορούν να προκαλέσουν μυοσκελετικούς τραυματισμούς. Έτσι, ο ώμος του παραπληγικού ατόμου μπορεί να χαρακτηριστεί και ως «ώμος φόρτισης» (Bayley et al., 1987).

Η πρώτη σημαντική μελέτη πραγματοποιήθηκε από τους Madorsky και Curtis, 1984 οι οποίοι αναφέρουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των κακώσεων προέρχεται από τα μαλακά μόρια. Οι Curtis και Dillon, 1985 μέτρησαν για πρώτη φορά το είδος και την συχνότητα των κακώσεων που συμβαίνουν σε αθλητές με αναπηρικό αμαξίδιο. Στη μελέτη αυτή, αναφέρθηκε ότι από 128 αθλητές το 72% αναφέρουν τουλάχιστον έναν τραυματισμό από την έναρξη του αθλητισμού με αναπηρικό αμαξίδιο, ενώ κάποιοι άλλοι αναφέρουν έως και 14 τραυματισμούς. Οι 93 αθλητές με τραυματισμούς ανέφεραν συνολικά 291 τραυματισμούς από τους οποίους το 79% ήταν σε αγώνες δρόμων, το 71% σε αγώνες μπάσκετ, το 60% στις ρίψεις, το 61% στην κολύμβηση και το 57% σε αγώνες αντοχής. (Μπάκας, 2012)

Ø Η άρθρωση του ώμου

Η άρθρωση του ώμου αποτελεί άρθρωση κλειδί για τη μεταφορά και την προώθηση του αμαξιδίου. Άρα, ακόμα και ένας τραυματισμός στην άρθρωση αυτή μπορεί να επηρεάσει την ανεξαρτησία των ατόμων αυτών. Παρόλα αυτά, ο ώμος ενός παραπληγικού αθλητή είναι πιο δυνατός σε όλα τα επίπεδα κίνησης (απαγωγή, προσαγωγή, έσω και έξω στροφή) από ότι ο ώμος ενός αρτιμελούς ατόμου (Μπάκας, 2012).

Οι πιο συχνοί τραυματισμοί της άρθρωσης του ώμου συμβαίνουν λόγω υπέρχρησης, προκαλώντας ρήξη του πετάλου των στροφένων και σύνδρομο υπακρωμιακής πρόσκρουσης. Οι περισσότεροι τραυματισμοί του πετάλου των στροφένων οφείλονται σε μυϊκές ανισορροπίες των μυών του ώμου. Οι Bayley et al., (1987) αναφέρουν ότι το 30% των παραπληγικών αθλητών παρουσιάζουν επώδυνο ώμο⁷. Το 74% των επώδυνων ώμων ήταν σύνδρομο πρόσκρουσης με υπακρωμιακή ορογονοθυλακίτιδα και το 65% είχαν ρήξη του πετάλου των στροφένων του ώμου. Ενώ, στο 16% παρατηρήθηκε άσηπτη νέκρωση της κεφαλής του βραχιονίου και στο 6% αρθρίτιδα της ακρωμιοκλειδικής άρθρωσης. Οι Sie et al., (1992) αναφέρουν ότι το 45% των επώδυνων ώμων των τετραπληγικών ήταν αποτέλεσμα τενοντίτιδας, ορογονοθυλακίτιδας, θυλακίτιδας και οστεοαρθρίτιδας. Επίσης, στο 33% παρατηρήθηκε και αντανάκλαστικός πόνος στον ώμο από την αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Η τενοντίτιδα αποτελεί τον πιο συχνή αιτία πόνου στον ώμο των ατόμων με κάκωση νωτιαίου μυελού. Η τενοντίτιδα του υπερακανθίου αναφέρεται σαν στάδιο

II στην ταξινόμηση του Neer για τα σύνδρομα πρόσκρουσης του ώμου, με το στάδιο III να αποτελεί τη ρήξη του μυοτενόντιου πετάλου του ώμου. (Μπάκας, 2012; Druvert et al., 2012)

Ø Αιτία και μηχανισμοί τραυματισμού

Οι κύριοι μηχανισμοί πρόκλησης τραυματισμών είναι οι εξής:

- Πρόσκρουση: Η πρόσκρουση με το έδαφος λόγω κάποιας πτώσης ή με άλλο αμαξίδιο ή με κάποιο αντικείμενο, όπως μια μπάλα του μπάσκετ, είναι σε ποσοστό 49% υπεύθυνη για οξείς τραυματισμούς, όπως κατάγματα, τραυματισμούς μαλακών μορίων και μωλωπισμούς (Μπάκας, 2012)
- Υπέρχρηση: Η συνεχόμενη καταπόνηση ή υπερκαταπόνηση των αρθρώσεων είναι υπεύθυνη για το 35% των τραυματισμών (Ferrara & Davis, 1990).
- Προπόνηση: Κατά τη διάρκεια της προπόνησης υπάρχουν αλλαγές στην τεχνική και τα πρότυπά της με μηχανισμούς όπως «ριζική αλλαγή της θέσης καθίσματος στην καρέκλα», «εκμάθηση νέας τεχνικής προώθησης του αμαξιδίου για μεγάλο χρονικό διάστημα» και «πιάσιμο του χεριού και των δακτύλων στις ακτίνες των τροχών» προκαλώντας αύξηση της δραστηριότητας των αθλητών (Ferrara & Davis, 1990).
- Μυϊκή ανισορροπία: Οι ανισορροπίες μυών-τενόντων και η ακατάλληλη τεχνική στην προπόνηση, είναι ικανές να προκαλέσουν τραυματισμούς ακόμα και σε νέους αριστεροί αθλητές (Micheli, 1983) Τα άτομα με παραπληγία παρουσιάζουν αδυναμία στους απαγωγούς καθώς και στους έξω και έσω στροφείς του ώμου. Η αδυναμία σε συνδυασμό με την ανισορροπία μυών-τενόντων είναι οι κύριες αιτίες για την ανάπτυξη τραυματισμού του πετάλου των στροφέων και για την εμφάνιση συνδρόμου πρόσκρουσης. Επιπρόσθετα, κατά την προώθηση του αμαξιδίου, ο εκτατικός μηχανισμός υπερισχύει του καμπτικού με αποτέλεσμα τη μυϊκή ανισορροπία και τη δυσκαμψία. Γενικά, πολλοί αθλητές έχουν πρόβλημα με το εύρος κίνησης των αρθρώσεων με αποτέλεσμα την προδιάθεση για σύνδρομα υπερκαταπόνησης (Wilson et al., 1993). Οι μυϊκές ανισορροπίες μπορούν να αποφευχθούν από μια καλά οργανωμένη προπόνηση ενδυνάμωσης και συντονισμού. Για τα αθλήματα στα οποία χρειάζεται η προώθηση αμαξιδίου, προτεραιότητα είναι η ποιότητα των υλικών, το πόσο ελαφριά και κατά πόσο ταιριάζουν τα υλικά στο επίπεδο της βλάβης και της μορφολογίας της (Μπάκας, 2012; Druvert et al., 2012).

- Σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα: Στους παραπληγικούς, το μέσο νεύρο πιέζεται κατά τις καθημερινές τους δραστηριότητες όπως η μεταφορά και η προώθηση του αμαξιδίου. Άλλη αιτία πρόκλησης μπορεί να είναι από συνεχή τραυματισμό και πίεση του χεριού πάνω στη στεφάνη προώθησης του αμαξιδίου. Επίσης, οι παραπληγικοί ανασηκώνονταν συχνά από το αμαξίδιο για άρση της πίεσης στο ισχιακό κύρτωμα με έναν ιδιαίτερο μηχανισμό όπου κλειδώνουν τους αγκώνες και τους καρπούς σε υπερέκταση. Αυτός ο μηχανισμός προκαλεί υπερβολική ενδοκαναλική πίεση μέσα στον καρπιαίο σωλήνα. Οι παραπληγικοί αρσιβαρίστες παρουσιάζουν σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα το οποίο αποδίδεται στις μεγάλες πιέσεις και φορτίσεις που προκαλεί η άρση βάρους, λόγω της υπερέκτασης του καρπού και της παρατεταμένης σύστασης των μυών του (Μπάκας, 2012).

2. ΜΕΘΟΔΟΣ

2.1 Σκοπός μελέτης

Ο σκοπός της έρευνας είναι η μέτρηση των βραχυπρόθεσμων αποτελεσμάτων και αλλαγών στις καρδιαναπνευστικές τιμές μετά από ένα αερόβιο διαλειματικό πρόγραμμα εξειδικευμένης άσκησης διάρκειας 6 εβδομάδων σε τετραπληγικούς αθλητές rugby με αμαξίδια.

2.2 Δείγμα

Στην έρευνα αυτή έλαβαν μέρος 5 τετραπληγικοί αθλητές (επίπεδο βλάβης A5-A7) οι οποίοι αγωνίζονται στο άθλημα του rugby με αμαξίδιο. Ύστερα από συνεννόηση με τον προπονητή έγινε η πρώτη γνωριμία με τους αθλητές. Ενημερώθηκαν για το πρόγραμμα άσκησης στο οποίο θα υποβάλλονταν και συμφώνησαν να συμμετέχουν. Οι ηλικίες των αθλητών κυμαίνονταν από 25-40 ετών. Οι αθλητές αυτοί δεν παρουσίαζαν κάποιο δευτερεύον πρόβλημα στην υγεία τους. Ο κάθε αθλητής έλαβε ένα έντυπο ενημέρωσης που τους παρείχε όλους τους όρους συμμετοχής στην έρευνα καθώς και τους πιθανούς κινδύνους (βλ. Παράρτημα 3). Έτσι όλοι οι αθλητές για να πάρουν μέρος στην έρευνα έπρεπε να υπογράψουν αυτό το έντυπο.

2.3 Τόπος και χρόνος διεξαγωγής

Το αερόβιο πρόγραμμα λάμβανε χώρα στο κλειστό γυμναστήριο «Σπύρος Λούης» στο Μαρούσι, όπου 2 φορές την εβδομάδα οι συμμετέχοντες έκανα προπόνηση rugby. Η έρευνα διεξήχθη για 1,5 μήνα (από 1 Μαΐου έως 15 Ιουνίου 2014) και γινόταν δύο φορές την εβδομάδα πριν από την κανονική προπόνηση τους και διαρκούσε 20 με 30 λεπτά.

2.4 Σχεδιασμός του προγράμματος

Ο σχεδιασμός του προγράμματος στηρίχθηκε στο προπονητικό πρόγραμμα των De Groot et al., (2012) που είχαν σχεδιάσει για την πραγματοποίηση μιας έρευνας τους σε παραπληγικούς αθλητές καλαθοσφαίρισης. Κάποιες από τις ασκήσεις αυτές παραποιήθηκαν για την διευκόλυνση των αθλητών που πήραν μέρος στην παρούσα έρευνα, λόγω του ότι ήταν τετραπληγικοί, καθώς και προστέθηκαν και ασκήσεις οι οποίες

σχεδιάστηκαν από εμάς για την περαιτέρω βελτίωση της δύναμης και της αερόβιας ικανότητας των αθλητών.

Το πρόγραμμα που εφαρμόστηκε είχε μορφή κυκλικού προγράμματος. Η επιλογή του κυκλικού προγράμματος έγινε λόγω του ότι έπρεπε την ίδια στιγμή όλοι οι αθλητές να εκτελούν μία άσκηση ο καθένας σε έναν διαφορετικό χώρο του γηπέδου, χάρη συντομίας χρόνου. Η πρώτη μέρα προπόνησης ήταν προπόνηση γνωριμίας με τους αθλητές και τον προπονητή. Έγινε αξιοποίηση του χώρου και τοποθέτηση των σταθμών για την πραγματοποίηση της πρώτης δοκιμαστικής προπόνησης. Οι σταθμοί ήταν προσαρμοσμένοι χώροι του γηπέδου στους οποίους στήνονταν η κάθε άσκηση. Για πρώτη φορά στήθηκε ο εξοπλισμός (κώνοι, λάστιχα, μπάλες και χαρτοταινία) και μετρήθηκαν οι αποστάσεις που ήταν χρήσιμες για την δημιουργία των σταθμών. Η προπόνηση χρονομετρήθηκε ώστε να τηρηθεί ακριβώς ο χρόνος που είχε δοθεί από τον προπονητή. Ο χρόνος που δόθηκε ήταν 30 λεπτά πριν την κανονική τους προπόνηση πράγμα το οποίο συνέβαλλε θετικά στην εξέλιξη του προγράμματος μας διότι ο βασικός χρόνος αερόβιας άσκησης στα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού είναι το λιγότερο 30 λεπτά (Mislinsky et al. 2005). Το πρόγραμμα περιείχε ασκήσεις ενδυνάμωσης του άνω κορμού, ασκήσεις προώθησης του αμαξιδίου (sprint) για την βελτίωση της αερόβιας ικανότητας, και στο τέλος του προγράμματος γίνονταν και διατακτικές ασκήσεις (όλες οι ασκήσεις θα περιγραφούν στο κεφάλαιο 2.6) (βλ. Παράρτημα 2). Στο τέλος της προπόνησης οι αθλητές ερωτήθηκαν για τυχόν παρατηρήσεις όσον αφορά τις ασκήσεις στις οποίες υποβλήθηκαν. Η μόνη εμφανής παρατήρηση τους ήταν η μεγάλη δυσκολία τους στην άρση κάποιου βάρους, έστω και ενός κιλού. Έτσι οι ασκήσεις ενδυνάμωσης έγιναν με το βάρος των χεριών τους ενάντια στη βαρύτητα. Δεν θα έπρεπε να παραληφθεί ότι σε αυτήν την προπόνηση έγινε η πρώτη δοκιμαστική μέτρηση (πιλοτική) με το φορητό σπιρόμετρο. Αν και η μέτρηση αυτή ήταν δοκιμαστική τα αποτελέσματα αυτά θα ήταν πολύ χρήσιμα για την σύγκριση με τις υπόλοιπες μετρήσεις. Δυστυχώς όμως οι πρώτες μετρήσεις διαγράφηκαν από τη μνήμη του σπιρόμετρου λόγω κάποιων συγκυριών που δεν περνούσαν από το χέρι των ερευνητών. Έτσι η πρώτη μέτρηση θεωρήθηκε ως αρχική ενώ η τρίτη και τελική έγινε μετά από ενάμιση μήνα προπονήσεων.

2.5 Οριστικοποίηση του προγράμματος

Το πρόγραμμα αυτό έγινε σε μορφή διαλειμματικής προπόνησης και περιελάμβανε οχτώ διαφορετικούς σταθμούς του 1.5 λεπτού που συνοδεύονταν με 30 δευτερόλεπτα διάλειμμα μεταξύ των σταθμών. Οι έξι σταθμοί πραγματοποιούνταν σε μορφή κυκλικού προγράμματος

με τον κάθε αθλητή να ξεκινάει από διαφορετικό σταθμό και να εκτελεί διαφορετική άσκηση, ενώ οι τελευταίοι δύο σταθμοί γίνονταν ταυτόχρονα από όλους τους αθλητές.

Η συνολική διάρκεια του προγράμματος ήταν 20 με 30 λεπτά πριν την αρχή της κανονικής διάρκειας της προπόνησής τους. Πριν από το πρόγραμμα γινόταν ένα ζέσταμα 5 λεπτών και μετά το τέλος του προγράμματος εκτελούνταν διατακτικές ασκήσεις από εμάς προς τους αθλητές.

2.5.1 Μετρήσεις

Στην διάρκεια των 6 εβδομάδων πραγματοποιήθηκαν 4 μετρήσεις. Οι 2 πρώτες έγιναν την πρώτη μέρα που διεξήχθη το πρόγραμμα, μία πριν την έναρξή του και μία μετά την περάτωση του. Οι επόμενες 2 πραγματοποιήθηκαν την τελευταία μέρα της 6^{ης} εβδομάδας με τον ίδιο ακριβώς τρόπο. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τους ίδιους τους ερευνητές οι οποίοι έφεραν εις πέρας και το αερόβιο πρόγραμμα που ακολούθησαν οι αθλητές για τον 1,5 αυτόν μήνα.

Μετρήθηκαν τα εξής:



Εικόνα 12. Σπυρομέτρηση



Εικόνα 13. Σπυρομέτρηση

1. Καρδιαναπνευστικές παράμετροι (FVC, FEV1, SVC), με τη χρήση ενός φορητού σπυρομέτρου (Spiropalm) (Εικόνα 12 & Εικόνα 13)
2. Ο υποκειμενικός βαθμός δυσκολίας, κόπωσης και πίεσης που νιώθουν οι αθλητές κατά τις προπονήσεις, με την χρήση της κλίμακας Borg (Παράρτημα 1) για να αξιολογηθεί η ένταση της προπόνησης. Η κλίμακα κυμαίνεται από το 6 έως το 20, το 6 αναφέρεται στο αίσθημα της ξεκούρασης ενώ το 20 αναφέρεται στο μέγιστο επίπεδο πίεσης και δυσκολίας (www.acsm.org).

Ø Υλικό που χρησιμοποιήθηκε

Για το πρόγραμμα χρησιμοποιήθηκαν κώνοι για να ορίζουν τους σταθμούς και τα όρια κάθε άσκησης, ένα λάστιχο γυμναστικής μέτριας αντίστασης, ένα μέτρο με το οποίο μετρήθηκαν οι αποστάσεις σε κάθε άσκηση του προγράμματος, χαρτοταινία για την οριοθέτηση των κώνων, 2 σφυρίχτρες που χρησιμοποιήθηκαν για να δίνουν το έναυσμα της αρχής και του τέλους κάθε άσκησης και ένα χρονόμετρο για το χρόνο της άσκησης και του διαλείμματος. Επίσης, τις μέρες των προπονήσεων μέτρησης χρησιμοποιούνταν το φορητό σπιρόμετρο που παραχωρούνταν από την εταιρία Serinth.

2.6 Παρέμβαση

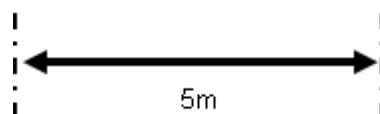
Το αερόβιο πρόγραμμα γυμναστικής για τετραπληγικούς αθλητές ράγκμπι που επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί, περιλάμβανε: 1) μια περίοδο προθέρμανσης διάρκειας 5 λεπτών, που περιλάμβανε ελαφριά προώθηση του αμαξιδίου από τους αθλητές, κάνοντας τον κύκλο του γηπέδου, σε πολύ χαλαρούς ρυθμούς, προετοιμάζοντας έτσι την άρθρωση του ώμου και το αναπνευστικό τους σύστημα, 2) το κυρίως πρόγραμμα ασκήσεων, που θα αναλυθεί παρακάτω, και 3) διατακτικές ασκήσεις μετά το πέρας του. Όλες οι ασκήσεις γίνονταν από όλους τους αθλητές με την επίβλεψή μας και τις οδηγίες μας.

Ø Πρόγραμμα ασκήσεων

Το πρόγραμμα είχε τη μορφή κυκλικού προγράμματος με 8 σταθμούς από τους οποίους περνούσαν όλοι οι αθλητές από μία φορά και τελείωνε με άλλους δύο σταθμούς που γίνονταν ταυτόχρονα από όλους τους αθλητές μαζί. Κάθε άσκηση είχε διάρκεια 1,5 λεπτού και συνοδευόταν από μισό λεπτό διάλειμμα στο οποίο οι αθλητές πήγαιναν στον επόμενο σταθμό. Έτσι, το κυρίως πρόγραμμα διαρκούσε περίπου 20-30 λεπτά

Ø Ασκήσεις

1. Σταθμός 1 (5m sprint): Σε αυτόν τον σταθμό οι αθλητές προωθούσαν το καροτσάκι όσο πιο γρήγορα μπορούσαν για 5 μέτρα και επέστρεφαν στην εκκίνηση, διαδικασία η οποία επαναλαμβανόταν μέχρι την λήξη του προκαθορισμένου χρόνου του 1,5 min.



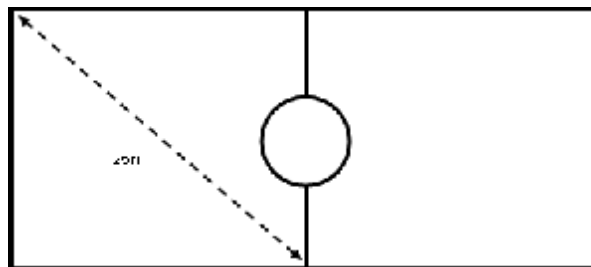
2. Σταθμός 2 (Κωπηλατική με λάστιχο): Σε αυτόν τον σταθμό ο αθλητής έκανε επαναλαμβανόμενη οριζόντια απαγωγή ωμοπλάτων, με τη χρήση του λάστιχου, σε

υψηλή ένταση μέχρι την λήξη του προκαθορισμένου χρόνου του 1,5min (Εικόνα 14). Λόγω της δυσκολίας στη σύλληψη, σταθεροποιούσε τη λαβή του λάστιχου στη ραχιαία επιφάνεια της άκρας χείρας, κάνοντας έκταση αυτής.

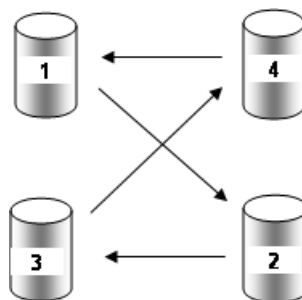


Εικόνα 14. Κωπηλατική με λάστιχο

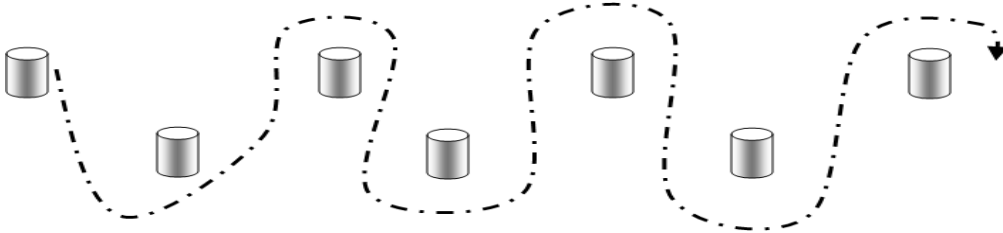
3. Σταθμός 3 (25m προώθηση του αμαξιδίου): Σε αυτόν τον σταθμό ο αθλητής προωθούσε το αμαξίδιο για 25 μέτρα όσο πιο γρήγορα μπορούσε, και επέστρεφε στην εκκίνηση, διαδικασία η οποία επαναλαμβανόταν μέχρι την λήξη του προκαθορισμένου χρόνου του 1,5 min.



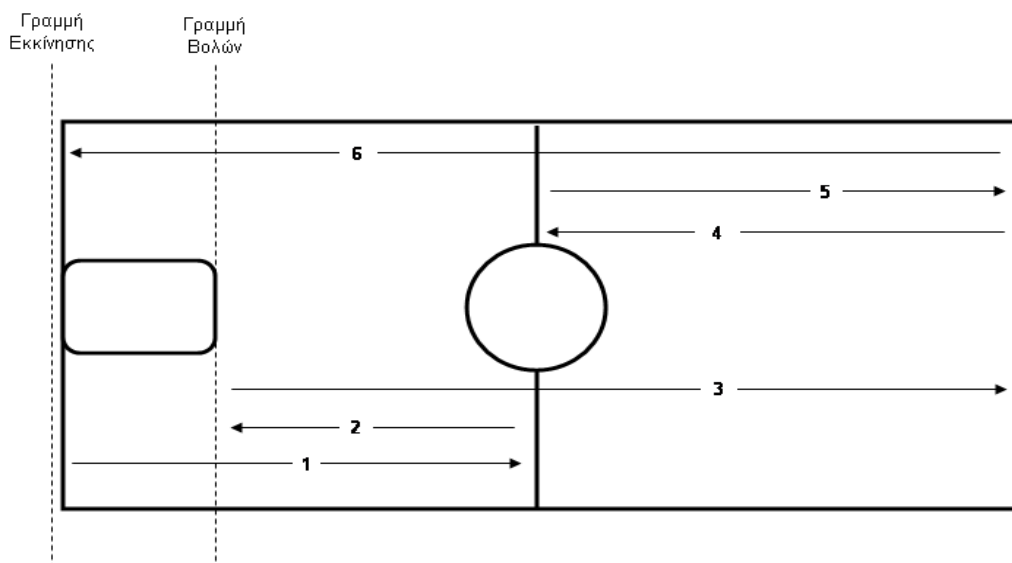
4. Σταθμός 4 (Pick up the ball-τροποποιημένη): Σε αυτόν τον σταθμό ο αθλητής βρισκόταν μέσα σε ένα τετράγωνο, οριζόμενο από 4 κώνους, και καθώς διένυε την απόσταση από κώνο σε κώνο σύμφωνα με την παρακάτω αλληλουχία διευθύνσεων (Θέση 1 à Θέση 2 à Θέση 3 à Θέση 4 και επιστροφή στη Θέση 1), προσπαθούσε να ακουμπήσει τη βάση του καθενός κώνου, μέσα στον προκαθορισμένο χρόνο του 1,5 min που πρέπει να ολοκληρωθεί η άσκηση.



5. Σταθμός 5 (Ενδυνάμωση των άνω άκρων): Σε αυτόν τον σταθμό ο αθλητής έκανε απαγωγή ώμων, στη συνέχεια έκανε οριζόντια προσαγωγή για να τα φέρει μπροστά του και τέλος τα γύριζε στην αρχική τους θέση δηλαδή σε πλήρη προσαγωγή.
6. Σταθμός 6 (Ζιγκ Ζαγκ): Σε αυτόν τον σταθμό ο αθλητής περνάει ανάμεσα από τους κώνους οι οποίοι είναι τοποθετημένοι σχηματίζοντας “ζιγκ ζαγκ” . Υπήρχαν 7 κώνοι σε απόσταση 3 μέτρων ο ένας από τον άλλον. Η επιστροφή στον αρχικό κώνο γινόταν σε χαλαρούς ρυθμούς, η δε όλη διαδικασία επαναλαμβανόταν μέχρι την λήξη του προκαθορισμένου χρόνου του 1,5min.



7. Σταθμός 7 (Πρωώθηση του αμαξιδίου πασάροντας τη μπάλα): Σε αυτόν τον σταθμό οι αθλητές χωρίζονταν σε ζευγάρια και είχαν από μία μπάλα κάθε ζευγάρι. Πρωωθούσαν το αμαξίδιο όσο το δυνατόν με την ίδια ταχύτητα και σε παράλληλες διευθύνσεις, από την μία μεριά του γηπέδου ως την άλλη και ταυτόχρονα πετούσαν (πάσαραν) την μπάλα ο ένας στον άλλον. Και σε αυτή την άσκηση, ο προκαθορισμένος χρόνος ολοκλήρωσής της ήταν 1,5min.
8. Σταθμός 8 (Suicide): Σε αυτόν τον σταθμό οι αθλητές παρατάσσονταν στην μία γραμμή του γηπέδου και πρωωθούσαν το αμαξίδιο με την εξής σειρά: Αρχή μέχρι μέση του γηπέδου (Κίνηση 1), μέση μέχρι γραμμή βολών (Κίνηση 2), μπροστά ως το τέλος του γηπέδου (Κίνηση 3), πίσω στο κέντρο (Κίνηση 4), πάλι στο τέλος του γηπέδου (Κίνηση 5), και τέλος, επιστροφή στην αρχή (Κίνηση 6). Συνήθως μέσα στη χρονική περίοδο του 1.5 λεπτού το έκαναν 2 με 3 φορές.



Διατατικές ασκήσεις

Μετά το τέλος του προγράμματος, πριν ξεκινήσουν την κανονική τους προπόνηση, γίνονταν διατάσεις σε βασικές μυϊκές ομάδες από εμάς προς τους αθλητές.

Οι μύες στους οποίους κάναμε στατική διάταση ήταν:

- Δικέφαλος Βραχιόνιος
- Τρικέφαλος Βραχιόνιος
- Πλατύς Ραχιαίος
- Μείζων Θωρακικός

2.7 Ανάλυση δεδομένων

Τα δεδομένα αναλύθηκαν περιγραφικά λόγω περιορισμένου αριθμού ατόμων στο δείγμα (5 αθλητές). Υπολογίστηκε η Τυπική Απόκλιση καθώς και ο Μέσος Όρος των αναπνευστικών παραμέτρων (FVC & FEV₁) οι οποίες λήφθηκαν από το σπιρόμετρο την πρώτη και την τελευταία ημέρα μετά το πρόγραμμα.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Το κυκλικό πρόγραμμα αερόβιας άσκησης διήρκησε 1,5 μήνα με στόχο τη βελτιστοποίηση των καρδιοαναπνευστικών παραμέτρων των αθλητών. Στην έρευνα συμμετείχαν 5 αθλητές του rugby με αναπηρικό αμαξίδιο. Πραγματοποιήθηκαν 4 μετρήσεις με ένα φορητό σπιρόμετρο. Οι δυο πρώτες πραγματοποιήθηκαν στην αρχή του μήνα (μία πριν το πρόγραμμα και μία μετά), ενώ οι άλλες δυο πραγματοποιήθηκαν στο τέλος του 1,5 μήνα με τον ίδιο τρόπο. Πρέπει να σημειωθεί ότι, πριν την αρχή των πρώτων μετρήσεων, καταγράφηκαν τα δημογραφικά στοιχεία του κάθε αθλητή (Πίνακας 7).

Όσον αφορά τις αναπνευστικές παραμέτρους, οι τιμές FVC, FEV₁, SVC και VE θεωρήθηκαν οι πιο σημαντικές για την καταγραφή τους.

Πίνακας 7

Δημογραφικά στοιχεία αθλητών

Στοιχεία	Αθλητής 1	Αθλητής 2	Αθλητής 3	Αθλητής 4	Αθλητής 5
Ηλικία	31	29	38	32	28
Βάρος	70 kg	87 kg	82 kg	87 kg	60 kg
Ύψος	1,83 cm	1,80 cm	1,73 cm	1,92 cm	1,71 cm
Επίπεδο Βλάβης	A5 πλήρης	A7 ατελής	A6 πλήρης	A6 πλήρης	A7 ατελής
Κάπνισμα	Όχι	Όχι	Όχι	Ναί	Όχι

Κατά την 1^η μέρα των μετρήσεων έλαβαν χώρα δυο μετρήσεις, η μία πριν από το πρόγραμμα (Πίνακας 8) και η δεύτερη μετά το αερόβιο πρόγραμμα (Πίνακας 9). Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 2, οι τιμές του FVC κυμάνθηκαν από 3,62L-4,36L, του FEV₁ ήταν εμφανώς μικρότερες και κυμάνθηκαν από 2,93L-3,24L. Οι τιμές του SVC κυμάνθηκαν από 3,36L-3,59L, ενώ οι τιμές του VE κυμάνθηκαν από 10,4L/min-24,6L/min.

Πίνακας 8

Αναπνευστικές παράμετροι πριν το πρόγραμμα (κατά την 1^η μέρα μετρήσεων)

Παράμετροι	Αθλητής 1	Αθλητής 2	Αθλητής 3	Αθλητής 4	Αθλητής 5
FVC (L)	3,7	4,36	3,66	3,62	4,15
FEV₁	2,93	3,24	3,18	3,2	3,08
FEV₁/FVC(%)	79,2	74,3	84,7	88,6	78,4
PEF (L/sec)	6,32	7,76	4,49	5,76	4,07
SVC (L)	3,5	3,54	–	3,59	3,36
IRV (L)	2,74	2,3	–	2,33	1,78
Vt (L)	0,58	1,06	–	0,72	1,26
VE (L/min)	10,4	24,6	–	13,2	24,4
ERV (L)	0,18L	0,17	–	0,53	0,32

(*) Όπου, FVC (Forced Vital Capacity) = η χωρητικότητα των πνευμόνων μετά από μία βίαιη εκπνοή, FEV₁ (Forced Expiratory Volume) = όγκος αέρα που εκπνέουμε στο τέλος του πρώτου δευτερολέπτου μίας βίαιης εκπνοής, PEF (Peak Expiratory Flow) = το υψηλότερο σημείο μίας βεβιασμένης εκπνοής, SVC (Slow Vital Capacity) = η χωρητικότητα των πνευμόνων κατά την ήρεμη και εκτεταμένη εκπνοή, IRV (Inspiratory Reserve Volume) = ο μέγιστος όγκος αέρα που εισπνέουμε κατά το τέλος μίας βαθιάς εισπνοής, TV (Tidal Volume) = ο όγκος αέρα που κινείται μέσα και έξω από τους πνεύμονες κατά την ήρεμη αναπνοή, VE (Ventilation) = ο κατά λεπτό αερισμός των πνευμόνων, ERV (Expiratory Reserve Volume) = ο μέγιστος όγκος αέρα που μπορεί να εκπνεύσει κάποιος κατά το τέλος της εκπνοής.

Κατά τη δεύτερη μέτρηση της πρώτης μέρας, οι τιμές (Πίνακας 9) κυμάνθηκαν ως εξής: FVC (3,2L-3,77L), FEV₁ (2,01L-3,01L), SVC (3,07L-3,19L). Βέβαια υπάρχει έλλειψη μετρήσεων τριών αθλητών και VE (15,4L/min-28,4L/min) και εδώ υπάρχει έλλειψη μετρήσεων δύο αθλητών. Σε σχέση με τις μετρήσεις πριν το πρόγραμμα το FVC, FEV₁ και το SVC παρουσιάζουν εμφανή μείωση στη μέτρηση μετά το πρόγραμμα ενώ το VE εμφανίζει μία ελαφριά αύξηση.

Πίνακας 9

Αναπνευστικές παράμετροι μετά το πρόγραμμα (κατά την 1^η μέρα μετρήσεων)

Παράμετροι	Αθλητής 1	Αθλητής 2	Αθλητής 3	Αθλητής 4	Αθλητής 5
FVC (L)	3,2	3,73	3,36	3,58	3,77
FEV₁	2,8	3,01	2,79	3,01	2,01
FEV₁/FVC(%)	91,7	80,7	87,9	84	53,3
PEF (L/sec)	5,91	7,04	4,72	5,88	2,31
SVC (L)	–	–	–	3,19	3,07
IRV (L)	–	–	–	1,92	1,82
Vt (L)	0,67	–	–	0,87	0,83
VE (L/min)	15,4	–	–	20,8	28,4
ERV (L)	–	–	–	0,39	0,42
Borg scale	15	14	13	14	12

(*) Όπου, FVC (Forced Vital Capacity) = η χωρητικότητα των πνευμόνων μετά από μία βίαιη εκπνοή, FEV₁ (Forced Expiratory Volume) = όγκος αέρα που εκπνέουμε στο τέλος του πρώτου δευτερολέπτου μίας βίαιης εκπνοής, PEF (Peak Expiratory Flow) = το υψηλότερο σημείο μίας βεβιασμένης εκπνοής, SVC (Slow Vital Capacity) = η χωρητικότητα των πνευμόνων κατά την ήρεμη και εκτεταμένη εκπνοή, IRV (Inspiratory Reserve Volume) = ο μέγιστος όγκος αέρα που εισπνέουμε κατά το τέλος μίας βαθιάς εισπνοής, TV (Tidal Volume) = ο όγκος αέρα που κινείται μέσα και έξω από τους πνεύμονες κατά την ήρεμη αναπνοή, VE (Ventilation) = ο κατά λεπτό αερισμός των πνευμόνων, ERV (Expiratory Reserve Volume) = ο μέγιστος όγκος αέρα που μπορεί να εκπνεύσει κάποιος κατά το τέλος της εκπνοής.

Οι τιμές των παραμέτρων της δεύτερης μέρας μετρήσεων πριν την αρχή του προγράμματος (Πίνακας 10), κυμάνθηκαν ως εξής: FVC (3,56L-4,63L), FEV₁ (2,81L-3,03L), SVC (3,11L-3,93L) και VE (9,6L/min-21,2L/min). Όπως φαίνεται και στον πίνακα, ο αθλητής 4 δεν προσήλθε στην προπόνηση αυτή. Οι παραπάνω τιμές σε σχέση με τις τιμές της πρώτης μέρας μετρήσεων πριν το πρόγραμμα είναι ελαφρώς πιο χαμηλές, πράγμα μη αναμενόμενο.

Πίνακας 10

Αναπνευστικές παράμετροι πριν το πρόγραμμα (κατά την 2^η μέρα μετρήσεων)

Παράμετροι	Αθλητής 1	Αθλητής 2	Αθλητής 3	Αθλητής 4	Αθλητής 5
FVC (L)	3,56	4,63	3,56	–	3,93
FEV₁	2,93	3,03	2,92	–	2,81
FEV₁/FVC(%)	82,3	65,4	81,9	–	71,7
PEF (L/sec)	6,03	7,49	4,53	–	4,6
SVC (L)	3,11	3,93	3,49	–	3,79
IRV (L)	2,6	–	2,32	–	2,4
Vt (L)	0,49	1,09	0,6	–	0,68
VE	9,6 (L/min)	21,2	13,4	–	12,2
ERV	0,01 (L)	3,83	0,57	–	0,71
Borg scale	9	9	9		9

(*) Όπου, FVC (Forced Vital Capacity) = η χωρητικότητα των πνευμόνων μετά από μία βίαιη εκπνοή, FEV₁ (Forced Expiratory Volume) = όγκος αέρα που εκπνέουμε στο τέλος του πρώτου δευτερολέπτου μίας βίαιης εκπνοής, PEF (Peak Expiratory Flow) = το υψηλότερο σημείο μίας βεβιασμένης εκπνοής, SVC (Slow Vital Capacity) = η χωρητικότητα των πνευμόνων κατά την ήρεμη και εκτεταμένη εκπνοή, IRV (Inspiratory Reserve Volume) = ο μέγιστος όγκος αέρα που εισπνέουμε κατά το τέλος μίας βαθιάς εισπνοής, TV (Tidal Volume) = ο όγκος αέρα που κινείται μέσα και έξω από τους πνεύμονες κατά την ήρεμη αναπνοή, VE (Ventilation) = ο κατά λεπτό αερισμός των πνευμόνων, ERV (Expiratory Reserve Volume) = ο μέγιστος όγκος αέρα που μπορεί να εκπνεύσει κάποιος κατά το τέλος της εκπνοής.

Οι τιμές της δεύτερης μέτρησης μετά το πρόγραμμα (Πίνακας 11) κυμάνθηκαν ως εξής: FVC (3,5L-4,24L), FEV₁ (3,03L-3,31), SVC (3,15L-3,79L) και VE (10,6L/min-32,5L/min). Ο αθλητής 4 δεν προσήλθε. Οι τιμές της δεύτερης μέτρησης μετά το πρόγραμμα παρουσιάζονται μειωμένες σε σχέση με τις τιμές των μετρήσεων πριν το πρόγραμμα ενώ η VE παρουσίασε αύξηση.

Πίνακας 11

Αναπνευστικές παράμετροι μετά το πρόγραμμα (κατά την 2^η μέρα μετρήσεων)

Παράμετροι	Αθλητής 1	Αθλητής 2	Αθλητής 3	Αθλητής 4	Αθλητής 5
FVC (L)	3,5	4,24	3,53	–	4,07
FEV₁	3,04	3,31	3,03	–	2,99
FEV₁/FVC(%)	86,8	78,1	86,6	–	73,4
PEF (L/sec)	6,09	6,6	5,22	–	4,25
SVC (L)	3,15	3,73	3,5	–	3,79
IRV (L)	2,43	1,95	2,19	–	1,8
Vt (L)	0,7	1,34	0,66	–	1,07
VE (L/min)	18,2	32,5	10,6	–	19,9
ERV (L)	0,02	0,44	0,65	–	0,92
Borg scale	13	12	13		12

(*) Όπου, FVC (Forced Vital Capacity) = η χωρητικότητα των πνευμόνων μετά από μία βίαιη εκπνοή, FEV₁ (Forced Expiratory Volume) = όγκος αέρα που εκπνέουμε στο τέλος του πρώτου δευτερολέπτου μίας βίαιης εκπνοής, PEF (Peak Expiratory Flow) = το υψηλότερο σημείο μίας βεβιασμένης εκπνοής, SVC (Slow Vital Capacity) = η χωρητικότητα των πνευμόνων κατά την ήρεμη και εκτεταμένη εκπνοή, IRV (Inspiratory Reserve Volume) = ο μέγιστος όγκος αέρα που εισπνέουμε κατά το τέλος μίας βαθιάς εισπνοής, TV (Tidal Volume) = ο όγκος αέρα που κινείται μέσα και έξω από τους πνεύμονες κατά την ήρεμη αναπνοή, VE (Ventilation) = ο κατά λεπτό αερισμός των πνευμόνων, ERV (Expiratory Reserve Volume) = ο μέγιστος όγκος αέρα που μπορεί να εκπνεύσει κάποιος κατά το τέλος της εκπνοής.

Λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές πριν από το πρόγραμμα, στους πίνακες 8 και 10, των FVC, FEV₁, SVC μετά το πέρας των 6 εβδομάδων, παρατηρείται ότι είναι σχεδόν ίδιες με πολύ μικρή απόκλιση μεταξύ τους, είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω, το οποίο θεωρείται αμελητέο. Οι τιμές του FVC και του FEV₁ μετά το πρόγραμμα την δεύτερη μέρα της μέτρησης είναι εμφανώς αυξημένες σε όλους τους αθλητές. Οι τιμές οι οποίες είναι κενές στους πίνακες αντικατοπτρίζουν μια αποτυχημένη προσπάθεια κατά την διάρκεια του φυσήματος μέσα στο στόμιο του σπιρομέτρου. Επίσης, ο αθλητής 4 δεν προσήλθε την ημέρα της δεύτερης μέτρησης και γι' αυτό δεν υπάρχουν αποτελέσματα για αυτόν.

Τέλος, με βάση την κλίμακα Borg (κλίμακα υποκειμενικής δυσκολίας της άσκησης, βλ. Παράρτημα) το πρόγραμμα ήταν αρκετά δύσκολο για τους αθλητές αφού όλοι παρουσίασαν κάποια κόπωση και κάποια δυσκολία, ειδικά μετά το πρόγραμμα της πρώτης μέρας μετρήσεων, η οποία μειώθηκε κατά τη δεύτερη μέτρηση αλλά συνέχισε να υπάρχει.

3.1 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Σε αυτό το σημείο γίνεται ο υπολογισμός και σύγκριση των μέσων όρων και των τυπικών αποκλίσεων των τιμών FVC και FEV₁ κατά την ηρεμία (Πίνακας 12 & Πίνακας 13), δηλαδή των τιμών που λήφθηκαν πριν το αερόβιο πρόγραμμα τις δύο μέρες των μετρήσεων, και της FVC και FEV₁ κατά την κόπωση (Πίνακας 14 & Πίνακας 15), δηλαδή των τιμών που λήφθηκαν μετά το αερόβιο πρόγραμμα τις δύο μέρες των μετρήσεων (στην αρχή της πρώτης και κατά τη έκτη εβδομάδα).

Πίνακας 12

Σύγκριση τιμών FVC ηρεμίας

A/A Αθλητών	FVC Ηρεμίας (Lt)		FVC Ηρεμίας (Lt)	
	1η Σειρά Μετρήσεων	1η Σειρά Μετρήσεων	2η Σειρά Μετρήσεων	2η Σειρά Μετρήσεων
		M.O. (Τυπική Απόκλιση)		M.O. (Τυπική Απόκλιση)
1	3,7	3,898 (0,30)	3,56	3.92 (0,44)
2	4,36		4,63	
3	3,66		3,56	
4	3,62			
5	4,15		3,93	

Πίνακας 13

Σύγκριση τιμών FEV₁ ηρεμίας

A/A Αθλητών	FEV ₁ Ηρεμίας (Lt)		FEV ₁ Ηρεμίας (Lt)	
	1η Σειρά Μετρήσεων	1η Σειρά Μετρήσεων	2η Σειρά Μετρήσεων	2η Σειρά Μετρήσεων
		M.O. (Τυπική Απόκλιση)		M.O. (Τυπική Απόκλιση)
1	2,93	3,11 (0,11)	2,93	2,92 (0,08)
2	3,24		3,03	
3	3,1		2,92	
4	3,2			
5	3,08		2,81	

Όπως παρατηρείται στον Πίνακα 12 και στον Πίνακα 13 οι αντίστοιχοι Μέσοι Όροι του δείγματος διαφέρουν ελάχιστα και είναι στα πλαίσια του στατιστικού σφάλματος μέτρησης

Πίνακας 14

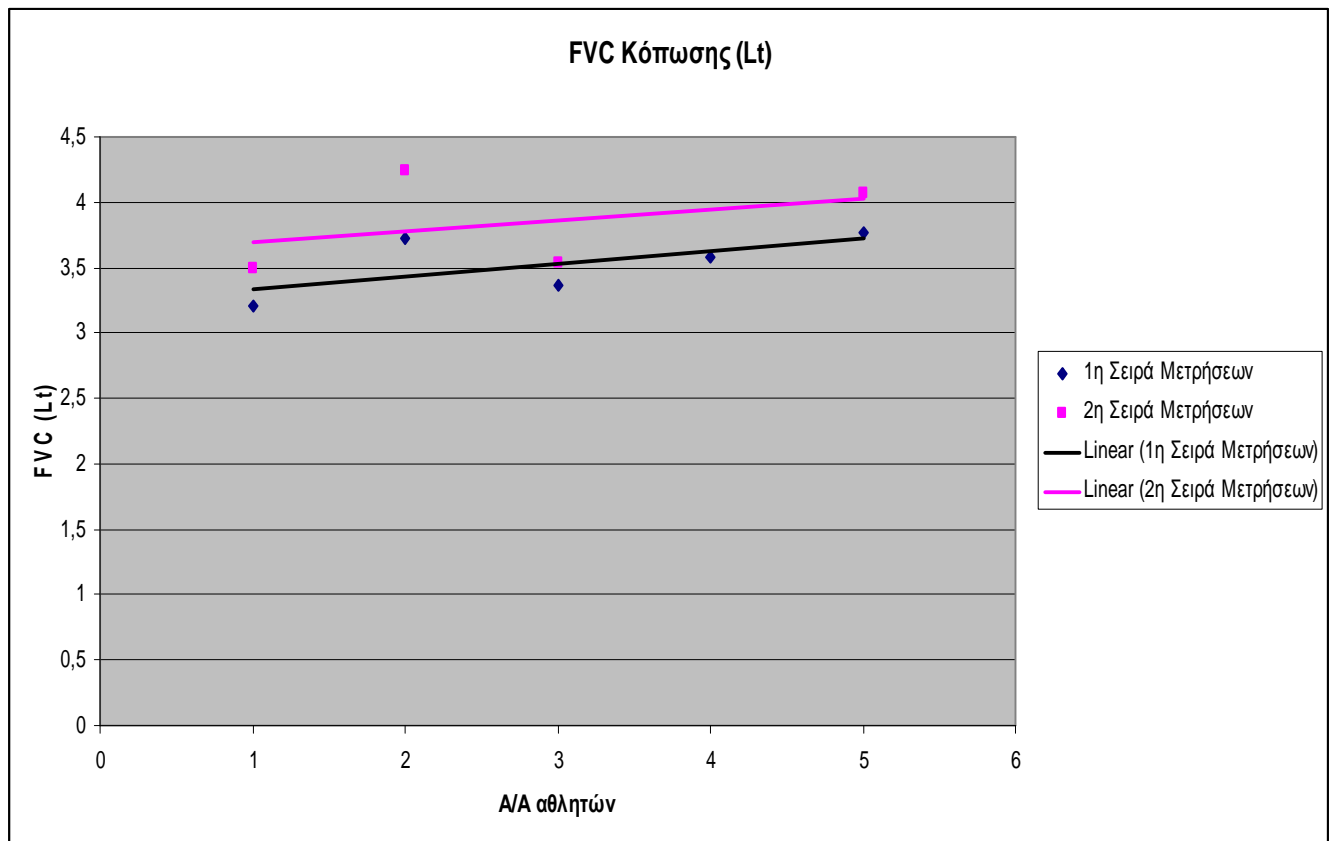
Σύγκριση τιμών FVC κατά την κόπωση

FVC Κόπωσης (Lt)		FVC Κόπωσης (Lt)			
1η Σειρά Μετρήσεων		2η Σειρά Μετρήσεων			
M.O. (Τυπική Απόκλιση)		M.O. (Τυπική Απόκλιση)			
Αθλ. 1	3,2	3,5	3,83 (0,33)		% Βελτίωσ FCV 8,70%
Αθλ. 2	3,73	4,24			
Αθλ. 3	3,36	3,53			
Αθλ. 4	3,58	(-)			
Αθλ. 5	3,77	4,07			

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 14 ο μέσος όρος της FVC κατά την κόπωση αυξάνεται σε ένα ποσοστό 8,7% ενώ παρατηρείται μία ομοιόμορφη κατανομή βελτίωσης της FVC (Διάγραμμα 1).

Διάγραμμα 1

Διαγραμματική απεικόνιση της αύξησης της FVC ανά αθλητή



Πίνακας 15

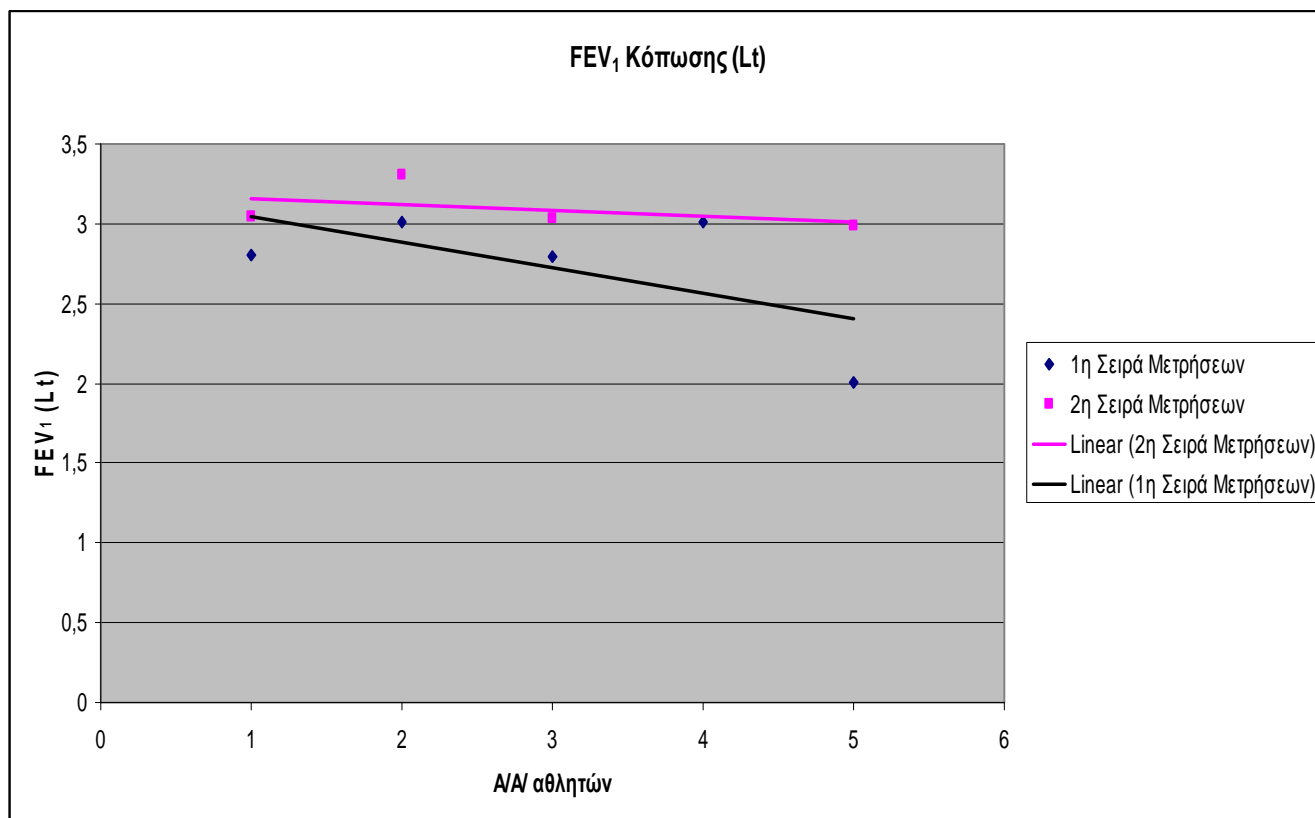
Σύγκριση τιμών FEV₁ κατά την κόπωση

FEV ₁ Κόπωσης (Lt)		FEV ₁ Κόπωσης (Lt)			
1η Σειρά Μετρήσεων		2η Σειρά Μετρήσεων			
Μ.Ο. (Τυπική Απόκλιση)		Μ.Ο. (Τυπική Απόκλιση)			
Αθλ. 1	2,8	2,72 (0,37)	3,04	3,1 (0,13)	% Βελτίωσης FEV ₁
Αθλ. 2	3,01		3,31		
Αθλ. 3	2,79		3,03		
Αθλ. 4	3,01		(-)		
Αθλ. 5	2,01		2,99		
					13,53%

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 15 ο Μέσος Όρος της FEV₁ κατά την κόπωση παρουσιάζει μία εμφανής βελτίωση 13,53% η οποία δεν κατανέμεται ομοιόμορφα, αφενός λόγω μεγάλης διαφοράς στις τυπικές αποκλίσεις (απουσία 1 αθλητή), αφετέρου κάποιας διαφοροποιημένης υποκειμενικής επίπτωσης του προγράμματος ανά αθλητή (Διάγραμμα 2).

Διάγραμμα 2

Διαγραμματική απεικόνιση της αύξησης της FEV₁ ανά αθλητή



4. Συζήτηση

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η επίδραση ενός εξειδικευμένου κυκλικού προγράμματος αερόβιας άσκησης 6 εβδομάδων, σε τετραπληγικούς αθλητές rugby με αναπηρικό αμαξίδιο, στην πνευμονική λειτουργία. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με ένα φορητό σπιρόμετρο και μετά το πέρας των 6 εβδομάδων έγινε η ανάλυση των αποτελεσμάτων όπως φαίνεται στο κεφάλαιο 3. Μέσω του σπιρομέτρου θα εξασφαλιζόνταν οι απαραίτητες παράμετροι, πλην της μεγίστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}), για την εξακρίβωση του αποτελέσματος, δηλαδή του αν έχει αυξηθεί η πνευμονική λειτουργία στους αθλητές αυτούς.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων μετρήσεων παρατηρήθηκε μία πολύ μικρή διαφορά, στις βασικές αναπνευστικές παραμέτρους (FVC, FEV₁, SVC, VE) στις μετρήσεις και των 2 ημερών που πραγματοποιήθηκαν πριν το πρόγραμμα ενώ παρατηρήθηκε αύξηση των FVC και FEV₁ την δεύτερη μέρα των μετρήσεων μετά το πρόγραμμα συγκριτικά με την πρώτη μέρα των μετρήσεων μετά το πρόγραμμα. Επιπρόσθετα, η δεύτερη μέτρηση που έγινε μετά το πρόγραμμα την πρώτη μέρα έδειξε ότι οι τιμές FVC, SVC και FEV₁ είχαν μειωθεί ελαφρώς σε σχέση με την μέτρηση πριν από το πρόγραμμα, ενώ η VE είχε αυξηθεί ελαφρώς. Το ίδιο παρατηρήθηκε και την δεύτερη μέρα των μετρήσεων.

Συγκρίνοντας τις μετρήσεις που έγιναν πριν από το πρόγραμμα και τις δύο μέρες των μετρήσεων παρατηρείται ότι η FVC στην ηρεμία των αθλητών 1,3,5 είχε μια μικρή μείωση της τάξεως του 0.1-0,2 L ενώ στον αθλητή 2 υπήρχε μικρή αύξηση 0.3 L. Στην FEV₁ ηρεμίας παρατηρήθηκε μείωση 0.25 L σε όλους τους αθλητές εκτός από τον 1 που παρέμεινε η ίδια. Στην SVC ηρεμίας παρατηρήθηκε αύξηση της τάξεως 0.4 L στους αθλητές 2 και 5 ενώ στον αθλητή 1 υπήρξε μείωση 0.4 L. Στην VE ηρεμίας παρατηρείται μείωση σε όλους τους αθλητές.

Συγκρίνοντας τις μετρήσεις που έγιναν μετά από το πρόγραμμα των 6 εβδομάδων και τις δύο μέρες των μετρήσεων παρατηρείται ότι η FVC κόπωσης είχε αυξηθεί κατά 0,3L πράγμα πολύ θετικό για την έρευνα μας. Στην FEV₁ κόπωσης παρατηρήθηκε ομοιόμορφη αύξηση σε όλους τους αθλητές της τάξεως των 0,3L και αυτή. Για το SVC και το VE δεν υπήρχαν επαρκή αποτελέσματα λόγω μη σωστής χρήσης του σπιρομέτρου από τους αθλητές.

Από ότι φαίνεται οι τιμές της ηρεμίας παρουσίασαν μικρή έως και αμελητέα μείωση ενώ οι τιμές μετά το πρόγραμμα, δηλαδή στην κόπωση, παρουσίασαν μία σημαντική αύξηση η οποία βέβαια δεν είναι στατιστικά επαρκής λόγω του πολύ μικρού δείγματος και των περαιτέρω περιορισμών.

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αρκετές έρευνες για την επίδραση της αερόβιας άσκησης στα άτομα με κάκωση νωτιαίου μυελού. Οι περισσότερες από αυτές έχουν γίνει πάνω σε άτομα με παραπληγία, είτε αθλητές είτε άτομα τα οποία δεν έκαναν κάποια δραστηριότητα. Λίγες έρευνες αναφέρονται σε άτομα με τετραπληγία. Άρα τα αποτελέσματα των περισσότερων ερευνών κυμαίνονται σε διαφορετικά φάσματα τιμών λόγω του ότι οι παραπληγικοί παρουσιάζουν γενικότερα πιο καλή πνευμονική λειτουργία από ότι οι τετραπληγικοί πράγμα που οφείλεται καθαρά στο επίπεδο της βλάβης. Επιπρόσθετα οι περισσότερες έρευνες χρησιμοποιούν εργόμετρο χειρός για την άσκηση η ακόμα και μηχανήματα εκγύμνασης αναπνευστικών μυών σε συνδυασμό με sprint (γρήγορη προώθηση του αμαξιδίου). Η μεθοδολογία στον τρόπο που γίνεται το πρόγραμμα της άσκησης στις έρευνες αυτές είναι διαφορετική, το ίδιο και οι παράμετροι που μετράνε λόγω της χρήσης διαφόρων άλλων μηχανημάτων. Η παρούσα έρευνα πρωτοτυπεί στον τρόπο της μεθόδου και της παρέμβασης σε σχέση με άλλες έρευνες. Χρησιμοποιεί μια ποικιλία ασκήσεων οι οποίες βοηθούν και στην ενδυνάμωση του άνω κορμού αλλά και στην βελτίωση της πνευμονικής λειτουργίας του κάθε αθλητή, καθώς είναι και πιο ευχάριστες για τον αθλητή εφόσον κάποιες από αυτές προσομοιάζουν μερικές από τις κινήσεις των αθλητών κατά την διάρκεια του παιχνιδιού.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας ήταν θετικά με τις βασικές παραμέτρους αυξημένες στην τελευταία μέτρηση μετά το αερόβιο πρόγραμμα. Παρόλα αυτά δεν θεωρήθηκαν αξιόπιστα λόγω πολλών δυσκολιών και περιορισμών που συνέβησαν όλες αυτές τις εβδομάδες διεξαγωγής του προγράμματος και θα συζητηθούν παρακάτω. Σχετικές έρευνες οι οποίες έδειξαν αύξηση των αναπνευστικών παραμέτρων και βελτίωση στην πνευμονική λειτουργία. Οι Moreno et al. (2013) μελέτησαν την επίδραση, ενός χρόνου προπόνησης στο άθλημα του rugby, στην πνευμονική λειτουργία τετραπληγικών ατόμων. Η έρευνα έδειξε σημαντική αύξηση στην FVC και την FEV₁ περισσότερο από μία μονάδα μετά τον ένα χρόνο. Οι βελτίωση των τιμών αυτών ήταν μεγαλύτερη συγκριτικά με την μικρή βελτίωση των τιμών της παρούσας έρευνας η οποία διεξήχθη για 6 εβδομάδες. Πιθανόν, ο πολύ μεγαλύτερος χρόνος προπόνησης στην πρώτη έρευνα (1 χρόνος) σε σχέση με τις λίγες (6) εβδομάδες προπόνησης στην παρούσα έρευνα, να αποδίδονται και σε αυτήν την διαφορά. Σε μια άλλη έρευνα οι Haisma et al., (2006) έδειξαν ότι όσο προχωράει η αποκατάσταση μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού και γίνεται χρήση ειδικών εργομετρων χειρός και αμαξιδίου ή μηχανήματος εκγύμνασης των αναπνευστικών μυών η FVC και η FEV₁ αυξάνονται σταδιακά. Πράγμα το οποίο παρατηρήθηκε και στην παρούσα έρευνα, δηλαδή μικρή θετική αύξηση των τιμών αυτών. Βέβαια για να εξακριβωθεί αυτό η έρευνα θα έπρεπε να είχε διεξαχθεί για μεγαλύτερο διάστημα και με μεγαλύτερο δείγμα τετραπληγικών αθλητών. Μια ακόμη έρευνα, η οποία διεξήχθη από τους Tordi et al., (2001) έδειξε σημαντική

αύξηση στον αερισμό των πνευμόνων (VE). Στην έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε ένα αερόβιο πρόγραμμα με την χρήση ενός εργομέτρου χειρός για 4 εβδομάδες. Ο πνευμονικός αερισμός παρουσιάζεται αισθητά πιο αυξημένος από ότι στην παρούσα έρευνα η οποία διήρκησε και 2 εβδομάδες επιπλέον. Επίσης οι Lindberg et al., (2012) μελέτησαν την επίδραση της άσκησης με το seated double-roling εργομέτρο στην πνευμονική λειτουργία μετά από 10 εβδομάδες προπόνηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγάλη αύξηση στον αερισμό (VE) και στις υπόλοιπες αναπνευστικές παραμέτρους σε σύγκριση με την παρούσα έρευνα. Τέλος σε μία έρευνα που διεξήγαγαν οι Le Foll-de Moro et al., (2005) μελέτησαν τη επίδραση μιας διαλλειματικής προπόνησης στην πνευμονική λειτουργία σε παραπληγικούς ασθενείς με πρόσφατη κάκωση (2-4 χρόνια πριν). Οι ασθενείς ασκούνταν σε ένα εργομέτρο χειρός για 30 λεπτά 3 φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες. Οι μετρήσεις έγιναν με φορητό σπιρόμετρο και έδειξαν πολύ μεγάλη αύξηση στο Vt καθώς και στα αποθέματα του αερισμού. Οι προσαυξήσεις αυτές ήταν πολύ μεγαλύτερες συγκριτικά με τις μεταβολές των τιμών της παρούσας έρευνας.

Όπως φαίνεται και από τις σχετικές έρευνες το αερόβιο πρόγραμμα δρα ευεργετικά στην πνευμονική λειτουργία των ατόμων με κάκωση νωτιαίου μυελού. Ωστόσο γίνεται εμφανές ότι η παρούσα έρευνα είναι δύσκολο να συγκριθεί με άλλες έρευνες λόγω της διαφορετικής μεθοδολογίας, λόγω των διαφορετικών παραμέτρων μέτρησης και βέβαια του διαφορετικού δείγματος. Θα ήταν λάθος λοιπόν να γίνει εν τω βάθει σύγκριση οποιονδήποτε αποτελεσμάτων με την παρούσα έρευνα.

Παρόλες τις δυσκολίες και τους περιορισμούς που κατέστησαν τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας ως στατιστικά ανεπαρκή θα πρέπει να αναφερθεί η μεγάλη της **κλινική σημασία**. Όπως έχει αναφερθεί και στο εισαγωγικό κεφάλαιο μετά από την κάκωση νωτιαίου μυελού τα άτομα παρουσιάζουν απώλεια κίνησης του κατώτερου κορμού. Εάν πρόκειται για τετραπληγία τα άτομα παρουσιάζουν και δυσλειτουργία των άνω άκρων. Το σημαντικότερο όμως πρόβλημα μετά την κάκωση αυτή είναι η δυσλειτουργία του Αναπνευστικού συστήματος. Η πνευμονική λειτουργία μειώνεται αισθητά λόγω παράλυσης των μεσοπλευρίων μυών και τα άτομα κινδυνεύουν να αποκτήσουν και αναπνευστικά νοσήματα. Η άσκηση είναι η μόνη λύση πρόληψης και αποφυγής των περαιτέρω προβλημάτων για τα άτομα αυτά καθώς και της εκγύμνασης του άνω κορμού. Επομένως η παρούσα έρευνα έχει μεγάλη κλινική σημασία διότι συνδυάζει και την δύναμη αλλά και την αερόβια ικανότητα των αθλητών καθώς βέβαια και τους προσδίδει και καλύτερη απόδοση κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Από μία φυσιοθεραπευτική σκοπιά θα λέγαμε ότι μετά την βασική αποκατάσταση των ατόμων αυτών υπάρχει και η εφόρου ζωής αποκατάσταση που τους προσφέρει ευεργετικά αποτελέσματα και αυτή είναι η άσκηση. Έτσι αυτό το κομμάτι θα πρέπει να

διερευνάται συνεχώς για νέες τεχνικές άσκησης για πιο γρήγορη βελτίωσης των αναπνευστικών παραμέτρων.

Ø Περιορισμοί

Υπάρχουν αρκετοί λόγοι που η έρευνα αυτή θεωρείται ως προς τη στατιστική της πιθανοφάνεια ασαφής, παρόλο που παρατηρείται σχετική αύξηση των σχετικών μετρούμενων παραμέτρων μετά το κυκλικό πρόγραμμα της τελευταίας μέρας (6 εβδομάδες μετά).

Οι αθλητές της ομάδας ήταν 10 συνολικά αλλά λόγω της έλλειψης των ειδικών αμαξιδίων για το άθλημα του rugby μπορούσαν να συμμετέχουν μόνο 8 άτομα. Από αυτά τα 8 άτομα έρχονταν συνήθως τα 5 εκ των οποίων μόνο τα 4 παρουσιάζονταν σταθερά σε κάθε προπόνηση. Άρα το δείγμα της έρευνας αυτής όπως φαίνεται είναι πολύ μικρό.

Για την μέτρηση των αναπνευστικών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε ένα φορητό σπιρόμετρο (spiroalim) το οποίο προσφέρονταν από την εταιρία Serinth κάθε φορά που ήταν μέρα μετρήσεων και μετά επιστρέφονταν σε αυτή. Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε την πρώτη μέρα διεξαγωγής του κυκλικού προγράμματος και τα δεδομένα παρέμειναν μέσα στο σπιρόμετρο. Την ημέρα της δεύτερης μέτρησης παρατηρήθηκε ότι τα δεδομένα μας είχαν διαγραφεί από το σπιρόμετρο (λόγω διαγραφής εξ' αμελείας των δεδομένων του σπιρομέτρου από τους τεχνικούς της εταιρίας). Τα αποτελέσματα αυτά ήταν πολύ σημαντικά για την παρατήρηση της βελτίωσης των παραμέτρων των αθλητών. Έτσι η έρευνα περιορίστηκε σε δυο μετρήσεις. Ενδιάμεσα των μετρήσεων αυτών ακολούθησαν εβδομάδες όπου η προπόνηση ακυρώνονταν καθώς και μεσολάβησαν και οι διακοπές του Πάσχα όπου δεν διεξάγονταν η προπόνηση (για περίπου 10 ημέρες). Άρα οι εβδομάδες εκπαίδευσης ήταν διακεκομμένες. Τέλος άλλος ένας σημαντικός περιορισμός ήταν η μη σωστή χρήση του σπιρομέτρου από τους αθλητές. Οι αθλητές ήταν τετραπληγικοί και δεν είχαν λαβή σύλληψης με αποτέλεσμα οι ερευνητές να κρατούν και το σπιρόμετρο αλλά και το στόμιο στο οποίο φυσούσαν οι αθλητές. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τον μη σωστό τρόπο φυσήματος μέσα στο στόμιο και επομένως την απουσία καταγραφής κάποιων παραμέτρων όπως παρατηρείται στα αποτελέσματα.

Όλα τα παραπάνω αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες για την λήψη σωστών και έγκυρων αποτελεσμάτων, γι' αυτό και τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δεν θεωρούνται έγκυρα.

5. Συμπέρασμα

Το κυκλικό αερόβιο πρόγραμμα που πραγματοποιήθηκε φαίνεται να αύξησε την απόδοση αλλά και τον ανταγωνισμό των παικτών, με θετικό τρόπο, κατά την διάρκεια του παιχνιδιού. Τα αποτελέσματα της τελευταίας ημέρας μετρήσεων μετά το πρόγραμμα παρουσιάστηκαν εμφανώς αυξημένα, πράγμα θετικό για την έρευνα μας, αλλά δεν μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστα λόγω των παραπάνω περιορισμών και προπαντός του μικρού αριθμού του δείγματος. Επίσης ένα άλλο στοιχείο το οποίο μπορεί να προκάλεσε αύξηση στις τιμές ήταν η λεκτική ενθάρρυνση των παικτών την μέρα εκείνη, όποτε προσπάθησαν να φυσήξουν δυνατότερα μέσα στο σπιρόμετρο, πράγμα το οποίο απορρίπτεται από τους ερευνητές. Συμπερασματικά θα μπορούσε να αναφερθεί ότι η πνευμονική λειτουργία των αθλητών αυξήθηκε μετά το πέρας των 6 εβδομάδων και η επίδραση του κυκλικού προγράμματος ήταν θετική. Παρόλα αυτά, λόγω της στατιστικής ασάφιας και των περιορισμών της έρευνας αυτής θα πρέπει να γίνει περαιτέρω έρευνα για την επίδραση του συγκεκριμένου κυκλικού αερόβιου προγράμματος με την τήρηση όλων των παραμέτρων του (3 φορές την εβδομάδα, για 30 λεπτά επί 12 εβδομάδες).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσσα Βιβλία

- 1) Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby., 1996. Therapeutic Exercise, Foundations And Techniques, 3rd edition. Μετάφραση από Αγγλικά από Κίμων Σπυριδόπουλο. Αθήνα.
- 2) Larry Dustine J., Geoffrey E. Moore., 2005. ACSM' s Exercise Management for Persons with Chronic Diseases and Disabilities. Μετάφραση από Αγγλικά από Μπαλτόπουλο Παναγιώτη. Αθήνα
- 3) Richard L. Drake, Wayne Vogl, Adam Mitchell, 2005. Grey's Anatomy. Μετάφραση από τα Αγγλικά από Παναγιώτη Ν. Σκανδαλάκη, Π. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
- 4) Thomas N. Bryce, 2010. Spinal Cord Injury, North America
- 5) Wilmore, JH, and Costill, DL: Physiology of Sport & Exercise. Hyman Kinetics, Champaign, IL, 2004.

Ελληνικά Βιβλία

- 6) Βασιλόπουλος Δημήτριος, 2008. Νευρολογία: Επιτομή Θεωρίας και Πράξης. Αθήνα.
- 7) Κλεισούρας, 2011. Εργοφυσιολογία. Αθήνα.
- 8) Μπάκας Ελευθέριος, 2012. Αποκατάσταση ασθενή με βλάβη ή κάκωση νωτιαίου μυελού. Αθήνα.

Ξενόγλωσσα Αρθρογραφία

- 9) Ackery A, Tator C, Krassioukov A. A global perspective on spinal cord injury epidemiology. J Neurotrauma 2004; 21: 1355-1370.
- 10) Aito, S. Complications during the acute phase of traumatic spinal cord lesions. Spinal Cord 41: 629–635, 2003
- 11) Barbin JM, Bilard J, Gaviria M, Ohanna F, Varray A. La mesure d'indépendance fonctionnelle chez le paraplégique traumatique : étude différentielle d'un groupe sportif et non sportif. Ann Readapt Med Phys 1999;42: 297–305.

- 12) Bayley C, Cohran P: The Weight-Bearing Shoulder: The Impingement Syndrome in Paraplegics. *JBS* 1987; 69(5): 676-678.
 - 13) Berkowitz M et al., The economic consequence of traumatic spinal cord injury, 1992
 - 14) Berly M & Shem K. Respiratory Management During the First Five Days After Spinal Cord Injuries. *J Spinal Cord Med.* 2007; 30(4): 309-318.
 - 15) Bevegard BS and Shepard JT. Regulation of the circulation during exercise in man. *Physiological Reviews* 47: 178, 1967
 - 16) Britell CW. Wheelchair prescription. In: Lehmann JF, Kottke FJ, editors. *Krusen's handbook of physical medicine and rehabilitation.* 4th ed. Philadelphia: WB Saunders; 1990. p 548-63.
 - 17) Buchholz AC. Energy expenditure in chronic spinal cord injury. *Curr Opin Clin Nutr Metabol Care* 2004; 7: 635-639
 - 18) Chen HY, Chiu WT, Chen SS, Lee LS, Hung CI, Hung CL, et al. A nationwide epidemiological study of spinal cord injuries in Taiwan from July 1992 to June 1996. *Neurol Res* 1997; 19: 617-622.
 - 19) Cowan RE, Nash MS. Cardiovascular disease, SCI and exercise: unique risks and focused countermeasures. *Disabil Rehabil* 2010; 32: 2228–2236.
 - 20) Cowell LL, Squires WG, Raven PB. Benefits of aerobic exercise for the paraplegic: a brief review. *Med Sci Sports Exerc* 1986; 18: 501 ± 508.
 - 21) Curtis KA, Dillon DA: Survey of Wheelchair athletic injuries: Common patterns and prevention. *Paraplegia* 1985;23:170-175.
 - 22) Davis GM, Shephard RJ, Leenen FHH. Cardiac effects of short-term arm crank training in paraplegics: echocardiographic evidence. *Eur J Appl Physiol* 1987;56:90–6.
 - 23) De Groot PC, van Kuppevelt DH, Pons C, Snoek G, van der Woude LH, Hopman MT. Time course of arterial vascular adaptations to inactivity and paralysis in humans. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1977-85.
 - 24) Dempsey JA and Fregosi RF: Adaptability of the pulmonary system of changing metabolic requirements *American Journal of Cardiology* 55:59D, 1985.
 - 25) Dempsey JA and Miller JD. The respiratory system. In: *ACSM's Advanced Exercise Physiology.* Tipton CM (ed.), Philadelphia:Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
- Devillard X., D. Rimaud, F. Roche, P. Calmels. 2007, Effects of training programs for spinal cord injury. *Annales de réadaptation et de médecine physique* 2007; 50: 490–498.
- 26) DeVivo MJ, Stover SL. Long-term survival and causes of death. In: Stover SL, Delisa JA, Whiteneck GG, eds. *Spinal cord injury: clinical outcomes from the Model Systems.* Gaithersburg, MD: Aspen, 1995:289-316.
 - 27) Dietrich WD, Levi AD, Wang M & Green BA. (2011) Hypothermic treatment for acute spinal cord injury. *Neurotherapeutics.* 8(2): 229–239. Published online doi: 10.1007/s13311-011-0035-3.

- 28) Ditunno, JF; Little, JW; Tessler, A; Burns, AS (2004). "Spinal shock revisited: a four-phase model". *Spinal cord: the official journal of the International Medical Society of Paraplegia* 42 (7): 383–95.
- 29) Druvert JC, Pailler D., Shoulder injuries in wheelchair athletes 2012.
- 30) El-Sayed MS, Younesian A, Rahman K, Ismail FM, El-Sayed Ali Z. The effects of arm cranking exercise and training on platelet aggregation in male spinal cord individuals. *Thromb Res* 2004;113:129–36.
- 31) Faghri P. FES leg cycle ergometer exercise: the training effects of cardiorespiratory response *Arch Phys Med Rehabil* 1992; 73: 1985-1093.
- 32) Ferrara MS, Davis RW: Injuries to Elite Wheelchair Athletes. *Paraplegia* 1990;28:335-341.
- 33) Ginis KA, Latimer AE, Hicks AL, Craven BC. Development and preliminary evaluation of an activity measure for people with spinal cord injury. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:1099-111.
- 34) Goosey-Tolfrey V., E Foden, C Perret, H Degens. 2010, Effects of inspiratory muscle training on respiratory function and repetitive sprint performance in wheelchair basketball players. *Br J Sports Med* 2010 44: 665-668.
- 35) Hartkopp A, Harridge SD, Mizuno M, Ratkevicius A, Quistorff B, Kjaer M, et al. Effect of training on contractile and metabolic properties of wrist extensors in spinal cord-injured individuals. *Muscle Nerve* 2003; 27:72–80.
- 36) Hicks AL, Martin KA, Ditor DS, Latimer AE, Craven C, Bugaresti J, et al. Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: effects on strength, arm ergometry performance and psychological wellbeing. *Spinal Cord* 2003;41:34–43.
- 37) Hoffman M. Cardiorespiratory fitness and training in quadriplegics and paraplegics. *Sports Med* 1986;3:312–30.
- 38) Hooker S, Fogoni S, et al. Physiologic effects on electrical stimulation leg cycle ergometer exercise training in SCI. *Arch Phys Med Rehabil* 1992; 73: 470-476.
- 39) Hopman MTE, et al. Blood redistribution and circulatory response to submaximal arm exercises in SCI *Scad J Reh Med* 1998; 30:167-175.
- 40) Hopman, MT, Van der Woude, LH, Dallmeijer, AJ, Snoek, G, and Folgering, HT. Respiratory muscle strength and endurance in individuals with tetraplegia. *Spinal Cord* 35: 104–108, 1997.
- 41) Jacobs PL, Nash MS, Rusinowski JW. Circuit training provides cardiorespiratory and strength benefits in persons with paraplegia. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:711–7.

- 42) Janssen TW, Dallmeijer AJ, Veeger DJ, van der Woude LH. Normative values and determinants of physical capacity in individuals with spinal cord injury. *J Rehabil Res Dev* 2002;39:29-39.
- 43) Kannus P, Palvanen M, Niemi S, Parkkari J. Alarming rise in the number and incidence of fall-induced cervical spine injuries among older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2007; 62:180-183.
- 44) Kerstin Wahman and Anna Bjerkefors. 2012, Effects of seated double-pole ergometer training on aerobic and mechanical power in individuals with spinal cord injury. *J Rehabil Med* 2012; 44: 893–898
- 45) Kilkens OJ, Dallmeijer AJ, Nene AV, Post MW, van der Woude LH. The longitudinal relation between physical capacity and wheelchair skill performance during inpatient rehabilitation of people with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:1575-81.
- 46) Kirshblum St, Campagnolo I D, DeLisa A J. *Spinal cord Medicine* 1st edition Lippincott Williams &Wilkins 2002. Peterson W P, Kirshblum St Chapter. Pulmonary Management of Spinal Cord Injury pp 135-154.
- 47) Lasfargues Je et al., A model for estimating spinal cord injury prevalence in the United States, 1995.
- 48) Latimer AE, Ginis KA, Craven BC, Hicks AL. The physical activity recall assessment for people with spinal cord injury: validity. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:208-16.
- 49) Le Foll-de Moro D, Tordi N, Lonsdorfer E, Lonsdorfer J. Ventilation efficiency and pulmonary function after a wheelchair interval- training program in subjects with recent spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:1582-6.
- 50) Lehmann KG, Lane JG, Piepmeier JM, et al. Cardiovascular abnormalities accompanying acute spinal cord injury in humans: incidence, time course and severity. *J Am Coll Cardiol* 1987;10:46-52.
- 51) Linn, WS, Spungen, AM, Gong Jr H, Adkins, RH, Bauman,WA, and Water, EL. Forced vital capacity in two large outpatient populations with chronic spinal cord injury. *Spinal Cord* 39: 263–268, 2001.
- 52) Madorsky JG, Curtis KA: Wheelchair sports medicine *The American Journal of Sports Medicine* 1984;12:128-132.
- 53) Maharaj JC. Epidemiology of spinal cord paralysis in Fiji: 1985-1994. *Spinal Cord* 1996; 34: 549-559.
- 54) Martin Ginis KA, Phang SH, Latimer AE, Arbour-Nicitopoulos KP. Reliability and validity tests of the Leisure Time Physical Activity Questionnaire for People with Spinal Cord Injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93: 677-82.
- 55) McArdle, WD, Katch, FI, and Katch, VL: *Essentials of Exercise Physiology*, Lea & Febiger, Philadelphia, 1994.

- 56) Metzger JM Fitts RH. Contractile and biochemical properties of diaphragm: Effects of exercise training and fatigue. *Journal of Applied Physiology* 60:1752,1986.
- 57) Micheli L: Overuse injuries in children's sports. *Orthop Clin North Am* 1983;14:337-360.
- 58) Mohr T, Andersen JL, Biering-Sorensen F, Galbo H, Bangsbo J, Wagner A, et al. Long-term adaptation to electrically induced cycle training in severe spinal cord injured individuals. *Spinal Cord* 1997;35:1–16.
- 59) Moreno, MA, Paris, JV, Sarro, KJ, Lodovico, A, Silvatti, AP, and Barros, RML. Wheelchair rugby improves pulmonary function in people with tetraplegia after 1 year of training. *J Strength Cond Res* 27(1): 50–56, 2013
- 60) *Myslinski MJ. 2005, Evidence-based Exercise Prescription for Individuals with Spinal Cord Injury. Journal of Neurological Physical Therapy 2005; 29(2): 104-106.*
- 61) Olenik LM, et al. Efficacy of rowing, backward wheeling and isolated scapular retractor exercise as remedial strength activities for wheelchair users: Application of electromyography. *Paraplegia* 1995; 33: 148-152.
- 62) Pierce LL. Barriers to access: frustrations of people who use a wheelchair for full-time mobility. *Rehabil Nurs* 1998;23(3):120-5.
- 63) Post MW, van Asbeck FW, van Dijk AJ, Schrijvers AJ. Services for spinal cord injured: availability and satisfaction. *Spinal Cord* 1997;35:109-15.
- 64) Powers S, Lawer J, Criswell D, Dodd S, Grinton S, Bagby G & Silverman H. Endurance-training-induced cellular adaptations in respiratory muscles. *Journal of Applied Physiology* 68:2114,1990.
- 65) Robinson EP and Kjeldgaard LM: Improvement in ventilatory muscle function with running. *Journal of Applied Physiology* 52:1400, 1992.
- 66) Rossel S and Saltin B. Energy need, delivery and utilization in muscular exercise in the structure and function of muscle. *Physiology and Biochemistry*, Bourne GH (ed). New York, Academic Press, Inc. 1973.
- 67) Sempos CT, Cleeman JI, Carroll MD, et al. Prevalence of high blood cholesterol among U.S. adults: an update based on guidelines from the Second Report of the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel. *JAMA* 1993;269:3009-3014.
- 68) Shiba S, Okawa H, Uenishi H, Koike Y, Yamauchi K, Asayama K, Nakamura T, Tajima F. Longitudinal changes in physical capacity over 20 years in athletes with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91:1262-6.
- 69) Sie IH, Waters RL, Adkins RH, Gellman H: Upper Extremity Pain in the Postrehabilitation SCI Patient, *Arch Phys Med Rehabil* 1992;73:44-48.
- 70) Silva AC, Neder JA, Chiurciu MV, et al. Effect of aerobic training on ventilatory muscle endurance of spinal cord injured men. *Spinal Cord* 1998;36:240-5.

- 71) Somers M. Spinal cord injury, functional rehabilitation. East Norwalk: Appleton & Lange; 1992.
- 72) Sonja De Groot , Inge J.M. Balvers , Sanne M. Kouwenhoven & Thomas W.J. Janssen (2012) Validity and reliability of tests determining performance-related components of wheelchair basketball, Journal of Sports Sciences, 30:9, 879-887.
- 73) Stewart MW, Melton-Rogers SL, Morrison S, Figoni SF. The measurement properties of fitness measures and health status for persons with spinal cord injuries. Arch Phys Med Rehabil 2000; 81:394-400.
- 74) Thomas Lindberg, Anton Arndt, Cecilia Norrbrink, Kerstin Wahman, and Anna Bjerkefors, 2012. Effects of seated double-poling ergometer training on aerobic and mechanical power in individuals with spinal cord injury. J Rehabil Med 2012; 44: 893–898.
- 75) Tordi N, B Dugue, D Klupzinski, L Rasseneur, JD Rouillon and J Lonsdorfer, Interval training program on a wheelchair ergometer for paraplegic subjects, Spinal Cord (2001) 39, 532-537.
- 76) V Goosey-Tolfrey, P Castle, N Webborn, Aerobic capacity and peak power output of elite quadriplegic games players, Br J Sports Med 2006;40:684–687.
- 77) Van Houtte, S, Vanlandewijck, Y, and Gosselink, R. Respiratory muscle training in persons with spinal cord injury: A systematic review. Respir Med 100: 1886–1895, 2006.
- 78) Vrabas IS, Dodd SL, Powers SK, Hughes M, Coombes J, Flecher L. Endurance training reduces the rate of diaphragm fatigue in vitro. Medicine and Science in Sports and Exercise 31:1605,1990.
- 79) West JB. Respiratory Physiology the essentials 4th edition Williams & Wilkins 1990. Chapter 7 Mechanics of Breathing pp87-113.
- 80) Wilson PE, Washington RL: Pediatric wheelchair athletics: sports injuries and prevention, Paraplegia 1993; 31:330-337.
- 81) Zimmer MB, Nantwi K, Goshgarian GH. Effects of Spinal Cord Injury on the Respiratory System: Basic Research and Current Clinical Treatment Options J Spinal Cord Med. 2007; 30(4): 319-330.
- 82) Zoeller RF, Riechman SE, Dabayebbeh IM, GossFL, Robertson RJ, Jacobs PL. Relation between muscular strength and cardiorespiratory fitness in people with thoracic-level paraplegia. Arch Phys Med Rehabil 2005;86:1441-6.

Ελληνική Αρθρογραφία

- 83) Ζαχαρίου Κώστας. Προσωπική επικοινωνία για πληροφορίες σχετικές με την επίπτωση της ΚΝΜ στην Ελλάδα και την χειρουργική τους αντιμετώπιση, 2008
- 84) Μιχαήλ Ξανθή. Προσωπική επικοινωνία για πληροφορίες σχετικές με την αναπηρία στην Ελλάδα, 2008
- 85) Σμυρνής Π., Τραυματική παραπληγία στην Ελλάδα Ιατρικά Χρονικά, 1981

Άρθρα σε ηλεκτρονικά περιοδικά

- 86) Alan C. Utter, Jie Kang, Robert J. Robertson, American College of Sports Medicine, (online) Διαθεσιμο από: <https://www.acsm.org/docs/current-comments/perceivedexertion.pdf> (Πρόσβαση 12/4/2015)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παράρτημα 1

Κλίμακα Borg

Στους τοίχους πολλών γυμναστηρίων πίσω από τα μηχανήματα μπορεί κάποιος να δει μία κλίμακα που μετράει από το 6 έως το 20. Αυτή η κλίμακα ονομάζεται κλίμακα αντιληπτής προσπάθειας. Είναι μία ψυχοφυσιολογική κλίμακα, που δίνει την δυνατότητα στο μυαλό και το σώμα κάποιου να βαθμολογήσει την αντίληψη στην προσπάθεια.

Η κλίμακα μετράει την αίσθηση της προσπάθειας, της έντασης, της δυσφορίας και την κόπωση που αισθάνεται κάποιος κατά την διάρκεια αερόβιας προπόνησης. Η αντιληπτή προσπάθεια αντικατοπτρίζει την αλληλεπίδραση μεταξύ του μυαλού και του σώματος.

Πώς μετριέται;

Το επίπεδο της αντιληπτής προσπάθειας συνήθως μετριέται με μία κλίμακα 15 κατηγοριών, η οποία αναπτύχθηκε από το Σουηδό ψυχολόγο Gunnar Borg. Η κλίμακα Borg είναι η εξής:

Rating	Perception of effort
6	
7	Very, very light
8	
9	Very light
10	
11	Fairly light
12	
13	Somewhat hard
14	
15	Hard
16	
17	Very hard
18	
19	Very, very hard
20	

From Borg (1973, p. 92). © by Lippincott, Williams & Wilkins. Adapted by permission.

Η κλίμακα Borg είναι πολύ εύκολο να την καταλάβει κάποιος και αρκετά χρήσιμη. Ωστόσο, για να είναι ακριβής, θα πρέπει να τηρηθούν κάποιες κατευθυντήριες γραμμές στην μέτρηση της αντίληψης της προσπάθειας. Αυτές είναι οι εξής:

1. Θα πρέπει να είναι ξεκάθαρο στον πελάτη, ασθενή ή αθλητή ότι η αντίληψη της προσπάθειας είναι μία μέθοδος να διευκρινιστεί η ένταση που αισθάνεται κάποιος κατά την διάρκεια της άσκησης.
2. Το εύρος των αισθήσεων θα πρέπει να αντιστοιχούν με την κλίμακα. Για παράδειγμα, το νούμερο 6 θα πρέπει να αντιστοιχεί με την κόπωση στην ηρεμία, ενώ το νούμερο 20 στην μέγιστη προσπάθεια.
3. Η κλίμακα μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για την αντίληψη που αισθάνεται κάποιος από ολόκληρο το σώμα του, είτε για μία συγκεκριμένη ανατομική περιοχή, όπως το στήθος ή το πόδι.
4. Είναι σημαντικό να γνωρίζει κάποιος ότι αν μετράει την αντίληψη στην προσπάθεια δεν υπάρχει σωστή ή λάθος απάντηση. Ωστόσο, το άτομο θα πρέπει να καταλάβει καθαρά την έννοια που περιγράφεται, έτσι θα πρέπει να προηγηθεί προσεκτική εξήγηση της κλίμακας πριν από την χρήση της.

Παράρτημα 2

Πρωτόκολλο προγράμματος αποκατάστασης παραπληγικών αθλητών καλαθοσφαίρισης

Πριν την έναρξη του προγράμματος θα γίνουν τα εξής σε κάθε παίκτη:

1. Μέτρηση Αναπνευστικών παραμέτρων (FVC, FV1, SVC) μέσω φορητού σπιρόμετρου ακριβείας
2. Μέτρηση Physical Rate of Exertion (κλίμακα Borg) για την εκτίμηση της κόπωσης
3. έλεγχος DOMS 24 ώρες μετά το πρόγραμμα

Ασκησιολόγιο circuit training

1. Προθέρμανση (ίδια για όλους μπροστά από τους σταθμούς) –περίπου 5 mins. Κατά την προθέρμανση θα χρησιμοποιηθούν 3 τουλάχιστον μιμητικές αθλήματος για να μπορέσουμε αμέσως μετά να ελέγξουμε κάθε αθλητή με σπιρομέτρηση
2. Circuit training (περίπου 30mins) –δες παρακάτω:

Άσκηση	Είδος άσκησης & Παρατηρήσεις	Τι χρειαζόμαστε
5m sprint	Αερόβια άσκηση	
25m sprint	Αερόβια άσκηση	
Κωπηλατική με λάστιχο	Ενδυνάμωση μυών της πλάτης, στοχεύει και στην αύξηση της αερόβιας ικανότητας	Λάστιχα γυμναστικής
Ενδυνάμωση άνω άκρων	Ενδυνάμωση θωρακικών μυών και ώμων	Η άσκηση γίνεται με το βάρος των χεριών των αθλητών λόγω μεγάλης δυσκολίας άρσης βάρους
Pick up the ball	Αερόβια άσκηση με έμφαση στην δεξιότητα με το αμαξίδιο	4 κώνοι
Ζίγκ Ζάγκ	Αερόβια άσκηση με έμφαση στην δεξιότητα με το αμαξίδιο	7 κώνοι
Προώθηση αμαξιδίου με πασάρισμα μπάλας	Αερόβια άσκηση με έμφαση στην ακρίβεια της πάσας	Μία μπάλα
Suicide	Αερόβια άσκηση	
Διατάσεις	Διατάσεις Μ. Θωρακικού, Μυών της πλάτης και μυών των Άνω άκρων (Από τους ερευνητές προς τους αθλητές)	

* Το πρωτόκολλο αυτό θα χρησιμοποιηθεί για 2 φορές/εβδομάδα και θα διαρκεί 30 λεπτά κάθε φορά

Παράρτημα 3

Αερόβιο πρόγραμμα σε αθλητές καλαθοσφαίρισης

Έντυπο ενημέρωσης & συναίνεσης εθελοντή

Σας καλούμε να συμμετάσχετε σε μία μελέτη που διεξάγεται από μία ομάδα εκπαιδευτικών & τελειόφοιτων σπουδαστών του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Η μελέτη έχει στόχο την καταγραφή πληροφοριών & χαρακτηριστικών σχετικά με τις αλλαγές στην καρδιαγγειακή σας λειτουργία μέσω ενός δυναμικού προγράμματος αερόβιας άσκησης και η συμμετοχή σας κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής πιστεύουμε ότι θα είναι ιδιαίτερα ευεργετικά στην απόδοσή σας.

Τι θα σας ζητηθεί να κάνετε;

Οι εθελοντές που θα λάβουν μέρος στην παρούσα μελέτη θα υποβάλλονται σε ένα μισάωρο κυκλικό πρόγραμμα άσκησης αποτελούμενο από 9-10 σταθμούς, οι οποίοι θα περιέχουν ασκήσεις ενδυνάμωσης, διατάσεις και ασκήσεις αύξησης αερόβιας ικανότητας. Οι ασκήσεις αυτές επιλέχθηκαν με βάση την αποτελεσματικότητά τους στην διεθνή βιβλιογραφία. Το πρόγραμμα αυτό θα διαρκέσει 2-3 μήνες και θα γίνεται 2 φορές την εβδομάδα πριν την προπόνησή σας. Επιπλέον, 3 συνολικά φορές στο διάστημα αυτό (στην αρχή, περίπου στην μέση κι στο τέλος) θα χρειαστεί να μετρηθείτε στις διάφορες καρδιαγγειακές παραμέτρους μέσω ενός φορητού σπιρόμετρου (σύστημα στο οποίο απλά θα χρειαστεί να εκπνεύσετε σε μία μάσκα ανταλλαγής αερίων) και ενός πολύ γρήγορου ερωτηματολογίου (προσμέτρησης της κόπωσης κατά την άσκηση).

Διασφάλιση της ανωνυμίας σας.

Τα στοιχεία που θα συλλεχθούν θα είναι απολύτως εμπιστευτικά και απόρρητα, και μονάχα η μικρή μας ερευνητική ομάδα θα έχει πρόσβαση σε αυτά. Έχετε πάντα το δικαίωμα να αποσύρετε την συμμετοχή σας οποιαδήποτε στιγμή (αν το θελήσετε).

Παρακαλώ, αν συμφωνείτε να συμμετέχετε, υπογράψτε & σημειώστε τα στοιχεία σας παρακάτω.

Υπογραφή συμμετέχοντα _____

Ημερομηνία: _____

Στοιχεία επικοινωνίας: _____

Για οποιαδήποτε περεταίρω διευκρίνιση, μπορείτε να απευθυνθείτε στο τηλέφωνο 26910-61150 (Τμήμα Φυσικοθεραπείας) ή ηλεκτρονική διεύθυνση της κ. Μπίλλης, Επ. Καθηγήτριας του Τμήματος Φυσικοθεραπείας, ΤΕΙ Πάτρας (email: ebillis@teipat.gr), υπεύθυνης συντονισμού της μελέτης.

Σας ευχαριστούμε εκ των προτέρων.