**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**
**ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΟΠΑΙΔΙΩΝ**

# ΦΥΣΙΚΕΣ, ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΙΑΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ

**ΖΑΧΑΡΑΚΗΣ Δ. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ**

**Διδακτορική Διατριβή**

**ΑΘΗΝΑ 2005**

# ΠΡΑΚΤΙΚΟ
## ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ
### ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ
### του κ. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΖΑΧΑΡΑΚΗ

Η επταμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Γενική Συνέλευση Ειδικής Σύνθεσης του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρίαση της 9ης Φεβρουαρίου 2005, για την κρίση και αξιολόγηση της διδακτορικής διατριβής του κ. Εμμανουήλ Ζαχαράκη με τίτλο: ***«Φυσικές, τεχνικές ικανότητες και ασκησιακή λειτουργική απόκριση καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο»,*** αποτελούμενη από τους κ. Μιχαήλ Αναστασιάδη, Καθηγητή, Αλκινόη Κατσικαδέλλη, Καθηγήτρια, Νικολέττα Αγγελοπούλου – Σακαντάμη, Καθηγήτρια, Νικόλαο Γελαδά, Αναπληρωτή Καθηγητή, Λάμπρο Συντώση, Αναπληρωτή Καθηγητή, Μαρία Μαριδάκη, Επίκουρο Καθηγήτρια και Θεόδωρο Μπολάτογλου, Επίκουρο Καθηγητή, συνήλθε σήμερα 30 Μαίου 2005 ημέρα Δευτέρα και ώρα 13:00, ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στην αίθουσα «Ε. Παυλίνη» του ΤΕΦΑΑ, προκειμένου να κρίνει και αξιολογήσει την παραπάνω διατριβή.

Μετά από διεξοδική συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μελών της εξεταστικής επιτροπής, τα μέλη κατέληξαν ότι η κρινόμενη διατριβή πληροί όλους τους όρους εκπόνησης της, είναι πρωτότυπη και προάγει την επιστημονική γνώση και ως εκ τούτου γίνεται αποδεκτή και εγκρίνεται.

Η ως άνω διατριβή βαθμολογείται με «...Αριστα.....».

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής

**Μιχαήλ Αναστασιάδης**, Καθηγητής ΤΕΦΑΑ Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέπων)

**Αλκινόη Κατσικαδέλλη**, Καθηγήτρια. ΤΕΦΑΑ Πανεπιστημίου Αθηνών

**Ν. Αγγελοπούλου – Σακαντάμη**, Καθηγήτρια ΤΕΦΑΑ Αριστ. Πανεπιστημίου Θες/κης (Αριστα)

**Νικόλαος Γελαδάς**, Αν. Καθηγητής ΤΕΦΑΑ Πανεπιστημίου Αθηνών

**Λάμπρος Συντώσης** Αν. Καθηγητής Χαροκόπειου Πανεπιστημίου Αθηνών

**Μαρία Μαριδάκη**, Επ. Καθηγήτρια ΤΕΦΑΑ Πανεπιστημίου Αθηνών

**Θεόδωρος Μπολάτογλου**, Επ. Καθηγητής ΤΕΦΑΑ Πανεπιστημίου Αθηνών

## ΕΚΦΡΑΣΗ ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΩΝ

Για το αίσιο αποτέλεσμα της διατριβής αυτής εκτός από τον γράφοντα, συνέβαλαν με την πολύτιμη βοήθεια τους αρκετά πρόσωπα τα οποία αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω και δημοσίως.

Πρώτα απ' όλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω μέσα από την καρδιά μου τον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Μιχάλη Αναστασιάδη. Ο «Λάκης», όπως μου επιτρέπει, τιμώντας με, να τον αποκαλώ, είναι από τους ανθρώπους που σημάδεψαν ευχάριστα τη ζωή μου. Ήταν καθηγητής και προπονητής μου, όταν ήμουν φοιτητής δείχνοντάς μου τα πρώτα βήματα. Υποσχέθηκε στον νεαρό τότε τελειόφοιτο, ότι θα τον καλούσε στο Πανεπιστήμιο, ως διδάσκοντα και μετά δέκα χρόνια το πραγματοποίησε. Σε όλη την πορεία των έξι ετών ήταν πάντα δίπλα μου βοηθώντας με να ξεπεράσω όλες τις δυσκολίες που προέκυπταν.

Τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Νίκο Γελαδά τον θυμόμουν ως φοιτητή, πάντα μπροστάρη, τόσο μέσα στις αίθουσες, όσο και έξω με τους ατέλειωτους αγώνες για καλύτερες συνθήκες στον κλάδου μας. Όταν ξεκίνησα την έρευνα στο εργαστήριο εργοφυσιολογίας, τα καθημερινά απρόοπτα που συνέβαιναν, φάνταζαν σαν βουνό μπροστά μου. Στο πρόσωπο του Νίκου έβρισκα πάντα το άνθρωπο που έκανε το βουνό πεδιάδα και με ωθούσε να συνεχίσω ξεχνώντας κούραση, απογοήτευση, φόβο. Η μετάδοση των γνώσεων του με έκαναν πραγματικά, όπως πάντα μου τόνιζε να πατάω στα πόδια μου. Τον ευχαριστώ θερμά και του εύχομαι να είναι για πάντα έφηβος.

Ακόμα, θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον Δρ. Γιώργο Νάσση. Την πόρτα του γραφείου του περνούσα σχεδόν κάθε μέρα για πολύτιμες συμβουλές, υποδείξεις και διορθώσεις, ενώ ήταν και ο δάσκαλος, που με μύησε στη ομορφιά του εργαστηρίου κατά την παρακολούθηση του μαθήματος της πειραματικής εργοφυσιολογίας.

Πιστεύω ότι το κέρδος μου από αυτή την εργασία, δεν ήταν μόνο η συλλογή γνώσεων, αλλά και η γνωριμία με άτομα που συνέβαλλαν με όλες τους τις δυνάμεις στην άρτια εκτέλεση των πειραματικών διαδικασιών. Μέσα στο εργαστήριο γνώρισα τον Στέλιο Κουναλάκη, με τον οποίο πραγματοποιήσαμε τις πειραματικές διαδικασίες του Β΄ μέρους της παρούσας εργασίας. Ήταν αυτός που ενοχλούσα όλες τις ώρες τις ημέρας, κάνοντας κατάχρηση της καλοσύνης του και είμαι ιδιαίτερα χαρούμενος που μπορώ να τον αποκαλώ φίλο μου.

Στο ίδιο εργαστήριο, οι δοκιμαζόμενοι φοιτητές δέχθηκαν χωρίς διαμαρτυρία τις παραξενιές μου και ήταν πάντα κοντά μου ακόμα και όταν τελείωναν τις δοκιμασίες. Τους ευχαριστώ πολύ, όπως και τους αθλητές μου από την Εθνική ομάδα καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο, τους οποίους εξάντλησα αρκετές φορές χωρίς ποτέ να αντιδράσουν αρνητικά. Χωρίς αυτούς η υποδομή του εργαστηρίου θα ήταν άχρηστη.

Η Ομοσπονδία Σωματείων Ελλήνων Καλαθοσφαιριστών με Καρότσι και ιδιαίτερα ο πρόεδρος κ. Γεώργιος Κούζας συνέβαλαν πολύ στην παρούσα έρευνα με την παροχή του εξειδικευμένου εργομέτρου με το οποίο έγιναν οι μετρήσεις.

Ευχαριστώ ακόμα θερμά όλους τους συναδέλφους του τμήματος καλαθοσφαίρισης, που με την εμπειρία τους με κατεύθυναν υποδειγματικά καθώς επίσης και όλους τους συναδέλφους των υπολοίπων τομέων την πόρτα των οποίων έβρισκα πάντα ανοιχτή.

Ευχαριστώ επίσης τα μέλη της επταμελής μου επιτροπής Καθηγήτρια Αλκινόη Κατσικαδέλλη, Καθηγήτρια Νικολέτα Αγγελοπούλου Σακαντάμη, Αναπληρωτή Καθηγητή Λάμπρο Συντώση, Επίκουρο Καθηγήτρια Μαρία Μαριδάκη, Επίκουρο

Καθηγητή Θεόδωρο Μπολάτογλου, που με τις υποδείξεις και τις διορθώσεις τους με βοήθησαν στην όσο το δυνατόν αρτιότερη παρουσίαση της έρευνας αυτής.

Άφησα τελευταία τα μέλη της οικογένειας μου. Την μητέρα μου Ελένη η οποία παρότι δεν είχε την ευκαιρία να σπουδάσει, φρόντισε να μου μεταδώσει όχι μόνο γράμματα αλλά κυρίως ήθος. Τη σύζυγο μου Γεωργία, που ανέχθηκε τα νεύρα μου, τις ανασφάλειες, μοιράσθηκε τις χαρές, τις λύπες και υπέμενε καρτερικά, βάζοντας την προσωπική της καριέρα σε δεύτερη μοίρα. Την ευχαριστώ πολύ, όπως και τα δύο παιδιά μου τον Στάθη και την Ελένη, που παραμέλησα αυτά τα έξι χρόνια. Μέσα από αυτή την εργασία προσπάθησα να τους μάθω να παλεύουν με όλες τους τις δυνάμεις για ότι πραγματικά επιθυμούν.

Τέλος, αφιερώνω αυτή τη διατριβή στη μνήμη του πατέρα μου, που μου έδωσε την ευκαιρία να συνεχίσω τις σπουδές μου, αγνοώντας τις υποδείξεις του δασκάλου της Στ’ Δημοτικού για διακοπή των σπουδών μου.

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ Α΄ ΜΕΡΟΥΣ

## ΦΥΣΙΚΕΣ – ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να: α) αξιολογήσει τις φυσικές και τεχνικές ικανότητες Ελλήνων καλαθοσφαιριστών υψηλού επιπέδου και να τις συγκρίνει με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, β) συγκρίνει τις επιδόσεις μεταξύ αθλητών με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και αυτών με ακρωτηριασμό και άλλες κινητικές αναπηρίες (ΑΛΑ), γ) εξετάσει τις διαφορές μεταξύ των καλαθοσφαιριστών με χαμηλό βαθμό (ΧΒ) ταξινόμησης (1 έως 2.5) και αυτών με υψηλό βαθμό (ΥΒ) ταξινόμησης (3 έως 4.5) και δ) καταγράψει την επίδραση προπόνησης προαγωνιστικής προετοιμασίας διάρκειας οκτώ εβδομάδων στην αερόβια ικανότητα και την αναερόβια ισχύ καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο. Για το σκοπό αυτό, δέκα επτά καλαθοσφαιριστές με αμαξίδιο (ηλικίας 30.9 ±7.2 ετών, X SD), όλοι εν ενεργεία μέλη της Εθνικής Ομάδας προσήλθαν οικειοθελώς στο εργαστήριο και υποβλήθηκαν σε δύο πειραματικές διαδικασίες σε κυλινδρο-εργόμετρο ειδικά διαμορφωμένο για αμαξίδια. Συγκεκριμένα, αξιολογήθηκε η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($\dot{V}O_{2max}$) και η μέγιστη αναερόβια ισχύς ($P_{max}$). Επιπλέον, υποβλήθηκαν σε έξι δοκιμασίες αξιολόγησης τεχνικών ικανοτήτων, που έλαβαν μέρος σε κλειστό γυμναστήριο καλαθοσφαίρισης. Οι δοκιμασίες ήταν: α) ταχύτητα 20 μέτρων, β) ελιγμός με μπάλα, γ) διείσδυση και βολή, δ) ελεύθερες βολές, ε) μεταβίβαση ακρίβειας και στ) μακρινή μεταβίβαση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, η $\dot{V}O_{2max}$ των καλαθοσφαιριστών ήταν 2.18±0.44 $l \cdot min^{-1}$ ή 27.2±5.4 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Ο μέγιστος πνευμονικός αερισμός ($\dot{V}E_{2max}$) ήταν 93.2±14.9 $l \cdot min^{-1}$, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα ($HR_{max}$) ήταν 179.9 $b \cdot min^{-1}$, ενώ το αναπνευστικό κατώφλι προσδιορίσθηκε στο 71.8±6.4 %.της $\dot{V}O_{2max}$. Αντίστοιχα, η μέγιστη αναερόβια ισχύς ήταν 228±37.5 W, η μέση παραγόμενη ισχύς 163±27.6 W, η ελάχιστη ισχύς 130±25.7 W, ενώ ο δείκτης κόπωσης ανήλθε στο 42.7±7.8 %. Η $\dot{V}O_{2max}$ των Ελλήνων καλαθοσφαιριστών συγκρινόμενη με αθλητών άλλων χωρών, που η καλαθοσφαίριση με αμαξίδιο είναι περισσότερο αναπτυγμένη, παρουσιάζεται χαμηλότερη, όταν εκφράζεται σε ποσοστό επί του σωματικού βάρους. Αντίθετα, η $P_{max}$ ήταν αρκετά υψηλή (228±33.9) και πιθανόν επηρεάσθηκε από τη σύνθεση του δείγματος (7 αθλητές χωρίς κάκωση στο νωτιαίο μυελό) και από τον τύπο του εργομέτρου, που παρείχε τη δυνατότητα μέτρησης της υψηλότερης τιμής ($P_{peak}$) και όχι της μέσης των 5 καλύτερων δευτερολέπτων ($P_5$). Από την σύγκριση στο εσωτερικό του δείγματος φάνηκε ότι, οι ΚΝΜ είχαν σημαντικά χαμηλότερη $\dot{V}O_{2max}$ μόνον όταν εκφραζόταν σε απόλυτες τιμές ($l \cdot min^{-1}$) και χαμηλότερο πνευμονικό αερισμό ($p<0.01$). Παρομοίως, οι καλαθοσφαιριστές με χαμηλό βαθμό ταξινόμησης παρουσίασαν σημαντικά μειωμένες τιμές, έναντι των αθλητών με υψηλό βαθμό, μόνο στην πρόσληψη οξυγόνου και όταν αυτή εκφραζόταν σε απόλυτες τιμές ($p<0.05$). Ακόμα, από την αξιολόγηση των τεχνικών ικανοτήτων, φάνηκε ότι οι ΧΒ είχαν αποτελέσματα, που υπολειπόταν των

ΥΒ. Σημαντική διαφορά παρουσιάσθηκε μόνο στη δοκιμασία του ελιγμού με μπάλα με εμπόδια ($p<0.01$). Τέλος, η προπόνηση των οκτώ εβδομάδων βελτίωσε σημαντικά τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, είτε αυτή εκφραζόταν σε απόλυτες ($l \cdot min^{-1}$) τιμές (9.5%), είτε σε ποσοστό επί του σωματικού ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) βάρους (10.5%), το μέγιστο πνευμονικό αερισμό (15.5%), και τη μέγιστη ισχύ (9.1%). Το γεγονός αυτό εξηγείται από το χαμηλό επίπεδο $\dot{V}O_{2max}$ των ελλήνων καλαθοσφαιριστών πριν από την έναρξη της προετοιμασίας. Αντίθετα, καμία διαφορά δεν παρουσιάσθηκε κατά την αξιολόγηση της μέγιστης αναερόβιας ισχύος, πριν και μετά την προπόνηση.

## ABSTRACT


### PHYSIOLOGICAL RESPONSES AND TECHNICAL ABILITIES OF WHEELCHAIR BASKETBALL ATHLETES BEFORE AND AFTER EIGHT WEEKS OF REGULAR TRAINING

The aim of this study was to: a) evaluate the physical and technical abilities of elite wheelchair basketball players (WBP) and compare their results with values provided by other studies, b) to compare fitness level between athletes with spinal cord injuries (SCI) and those with amputations and other disabilities (AOD), c) to examine possible differences between players with low (1-2.5) classification (LC) and those with high (3-4.5) classification (HC) and d) to assess the effect of training (pre-post) duration 8 weeks on the aerobic capacity and anaerobic power. To test all these purposes, 17 wheelchair basketball players (aged 30.9 ±7.2 yrs; X SD), all current players of the National Team volunteered to participate and underwent two different tests on a wheelchair roller ergometer. Maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_{2max}$) and maximal anaerobic power ($P_{max}$) were evaluated. Furthermore, subjects underwent 6 field tests to evaluate the technical skills. There tests took place at a basketball court. The tests were as follows: a) speed 20m, b) obstacle dribble, c) lay up, d) free throw, e) accuracy pass and long pass. The results showed that $\dot{V}O_{2max}$ of (WBP) was2.18±0.44 $l \cdot min^{-1}$ ή 27.2±5.4 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. The maximal minute ventilation ($\dot{V}E_{max}$) was 93.2±14.9 $l \cdot min^{-1}$, maximal heart rate ($HR_{max}$) reached 179.9 $b \cdot min^{-1}$, whereas the vendilatory threshold ($\dot{V}T$) was determined at 71.8±6.4 % of $\dot{V}O_{2max}$. Respectively, the maximal anaerobic power was 228±37.5 W, the mean power was 163±27.6 W, the min power was 130±25.7 W, and the fatigue index reached 42.7±7.8%. The $\dot{V}O_{2max}$ of Greek Wheelchair basketball players as compared to those of different countries, where wheelchair basketball is more developed, is lower when expressed as a percentage of their body weight. On the other hand, $P_{max}$ was higher and is possibly influenced by the sample size selection as 7 athletes had no spinal cord injuries, as well as the type of ergometer which provided the highest value ($P_{peak}$) but not an average of the best 5 seconds ($P_5$). From within group comparisons it was shown that $\dot{V}O_{2max}$ was significantly lower on SCI only when it was expressed in absolute terms ($l \cdot min^{-1}$). Likewise, LC presented significantly lower values of $\dot{V}O_{2max}$ expressed in absolute terms relative HC. Furthermore, when assessing the technical skills, the HC were shown to

have better results when compared to LC only in the obstacle dribble test ($p<0.01$). Lastly, the 8 week training period caused significantly improvement in the maximal oxygen uptake (9.5%) whether this was expressed in absolute ($l \cdot min^{-1}$) or relative ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) terms (10.5%). $\dot{V}E_{max}$ and the peak power improved at 15.5% and 9.1% respectively. This is in part explained by the low fitness level (low $\dot{V}O_{2max}$) of Greek wheelchair basketball players before the beginning of preparation. However, no differences were found when assessing the peak anaerobic power, in terms of the effect of training

.

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ Β΄ ΜΕΡΟΥΣ

## Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΗΨΗΣ ΥΓΡΩΝ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να εξετάσει την επίδραση της ενυδάτωσης στις καρδιαγγειακές και θερμορυθμιστικές προσαρμογές, κατά την παρατεταμένη άσκηση υπομέγιστης έντασης, ατόμων με κακώσεις στο νωτιαίο μυελό. Για το λόγο αυτό οκτώ άρρενες ενήλικες (ηλικίας 32.3±8.4 ετών, $\dot{V}O_{2max}$: 1.71±0.1 $l \cdot min^{-1}$) με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και εννέα υγιείς νεαροί (ηλικίας 20.6±1 ετών, $\dot{V}O_{2max}$: 2.65±0.15 $l \cdot min^{-1}$) χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) εκτέλεσαν δύο δοκιμασίες (με και χωρίς πρόσληψη υγρών) διάρκειας 60 λεπτών στο 50-55% της $\dot{V}O_{2max}$ σε κυλινδροεργόμετρο για αμαξίδια. Στις δοκιμασίες οι δοκιμαζόμενοι είτε απείχαν εντελώς από λήψη νερού (ΑΦ), είτε αναπλήρωναν 85% των εφιδρωτικών απωλειών (ΕΝ). Οι προσπάθειες γίνονταν με τυχαία και αντισταθμισμένη σειρά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ΚΝΜ είχαν σημαντικά χαμηλότερες τιμές στον όγκο παλμού και την καρδιακή παροχή ($p<0.01$) σε σχέση με τους ΟΕ. Ο όγκος παλμού και των δύο ομάδων είχε σημαντική πτώση και στις δύο συνθήκες, ενώ κατά την αναπλήρωση υγρών η πτώση αυτή περιορίζονταν σημαντικά ($p<0.01$). Αντίθετα, η καρδιακή παροχή δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές στην ΕΝ, σε σχέση με την ΑΦ συνθήκη. Η καρδιαγγειακή παρέκκλιση (ΚΠ) μάλλον οφείλονταν στην εντονότερη ταχυκαρδία και την πτώση του όγκου παλμού. Η ΚΠ ήταν ίδια και στις δύο ομάδες, ενώ ήταν εντονότερη στη συνθήκη της αφυδάτωσης. Στην ίδια συνθήκη, η θερμοκρασία του στόματος στο 55ο λεπτό ήταν υψηλότερη σε σχέση με την ΕΝ (37.3±0.36 °C και 36.8±0.33 °C για ΚΝΜ σε ΑΦ και ΕΝ αντίστοιχα, ενώ οι ΟΕ 37.3±0.34 °C και 36.8±0.48 °C σε ΑΦ και ΕΝ αντίστοιχα). Στους ΚΝΜ η άνοδος της θερμοκρασίας του στόματος πιθανόν οφείλεται στη μειωμένη ικανότητα θερμορύθμισης, που παρατηρείται σ' αυτή την πληθυσμιακή ομάδα. Η στοματική λήψη νερού, κατά τη διάρκεια της άσκησης, άμβλυνε σημαντικά την καρδιαγγειακή παρέκκλιση και την άνοδο της θερμοκρασίας του στόματος, σε σχέση με την ΑΦ συνθήκη και στις δύο ομάδες δοκιμαζόμενων. Η επιβράδυνση της καρδιαγγειακής παρέκκλισης στην συνθήκη ΕΝ σχετίζεται με τη μείωση της ταχυκαρδίας. Η αιμάτωση του δέρματος αυξήθηκε σημαντικά ($p<0.01$) και στις δύο συνθήκες για ΚΝΜ και ΟΕ. Συμπερασματικά, αντίθετα από αυτά που θα αναμένονταν, οι ΚΝΜ δεν είχαν υψηλότερη καρδιαγγειακή παρέκκλιση από τους ΟΕ, ενώ η λήψη υγρών άμβλυνε την ΚΠ και στις δύο ομάδες. Παρόμοια άμβλυνση είχαμε και στη θερμοκρασία στόματος, όταν οι δοκιμαζόμενοι και των δύο ομάδων έκαναν λήψη ύδατος.

## ABSTRACT

## EFFECT OF WATER INGESTION ON PHYSIOLOGICAL RESPONSES IN SPINAL CORD INJURED AND ABLE-BODIED ATHLETES

The purpose of the 2nd study was to test the effect of hydration on the cardiovascular and thermoregulatory adaptations during prolonged sub-maximal exercise in spinal cord injury subjects. Eight adult males (aged

32.3±8.4, $\dot{V}O_{2max}$: 1.71±0.1 l·min$^{-1}$) with spinal cord injuries (SCI) and 9 able bodied (AB) men (aged 20.6±1, $\dot{V}O_{2max}$: 2.65±0.15 l·min$^{-1}$), performed two tests (with and without fluid replacement) lasting 60 min at 50-55% $\dot{V}O_{2max}$ on a wheelchair roller ergometer. Two conditions are described: a) no fluid replacement (DH), or b) fluid replacement (H) at 85% of their sweat loss. The order was random. Results showed that SCI had significantly lower stroke volume (SV) and cardiac output ($p<0.01$). Both groups showed a significantly reduction in SV under both conditions. However, during F the reduction in SV was significantly reduced ($p<0.01$). The cardiovascular drift (CD) observed was probably to greater tachycardia and a reduction in SV. The CD effect showed similar pattern in both conditions but more pronounced under the condition of dehydration. In the latter oral temperature (Tor) at the 55 min was higher relative to DH whereas for the H (37.3±0.36 °C & 36.8±0.33 °C for SCI in DH and H respectively, and 37.3±0.34 °C & 36.8±0.48 °C for AB in DH and H respectively). In the two conditions oral temperature was respectively. In the SCI the increase in Tor is probably due to reduced thermoregulatory responses observed this population. Oral water supplementation led to a significant deviation of the CD in and an increase in oral temperature relative the DH condition in both groups. The lower rate observed in the cardiovascular drift in the H was shown to be related to a reduction of tachycardia, Skin blood flow increased significantly ($p<0.01$) under both conditions for the SCI and AB. All in all, the SCI were not found to have a different CD response to the AB. Furthermore, fluid replacement caused a similar deceleration of CD in both groups. A similar response was seen in oral temperature when fluid replacement took place for both groups.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

**ΕΓΓΡΙΣΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ……iii**
**ΕΚΦΡΑΣΗ ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΩΝ ..... v**
**ΠΕΡΙΛΗΨΗ Α΄ ΜΕΡΟΥΣ ..... VII**
**ΠΕΡΙΛΗΨΗ Β΄ ΜΕΡΟΥΣ ..... X**
**ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ..... XII**
**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ ..... XVI**
**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ..... XVIII**
**ΠΡΟΛΟΓΟΣ ..... XXI**
**ΜΕΡΟΣ Α: ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ ..... 23**
**Κεφάλαιο Ι ..... 23**
**1. Εισαγωγή ..... 23**
1.1. Σημασία της έρευνας ..... 25
1.2. Σκοπός της έρευνας ..... 25
1.3. Ερευνητικές υποθέσεις ..... 26
1.4. Περιορισμοί ..... 26
1.5. Επεξήγηση όρων ..... 26
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ ..... 27**
**2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ..... 27**
2.1. Βιολογικές προσαρμογές ατόμων με κινητικές αναπηρίες ..... 27
2.2. Αερόβια ικανότητα ατόμων με κινητικές αναπηρίες ..... 27
2.2.1. Αναπνευστικό κατώφλι ..... 28
2.2.2. Η καρδιακή συχνότητα ..... 29
2.3. Αναερόβια ικανότητα ατόμων με κινητικές αναπηρίες ..... 30
2.4. Τεχνικές ικανότητες καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο ..... 32
2.5. Επίδραση της προπόνησης στις βιολογικές προσαρμογές των ατόμων με κινητικές αναπηρίες. ..... 34
2.6. Επιλογή εργομέτρου για άτομα με κινητικές αναπηρίες. ..... 34
2.7. Η κατηγοριοποίηση (Classification) ..... 36
2.8. Οι διαφορές αγωνιστικού και κλασικού αμαξιδίου ..... 36
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ ..... 38**
**3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ..... 38**
3.1. Δείγμα ..... 38
3.2. Προκαταρκτικές διαδικασίες ..... 38
3.2.1. Εξοικείωση της Εθνικής Ομάδας Καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο. 38
3.2.2. Προσδιορισμός της κατάλληλης ατομικής επιβάρυνσης για την αξιολόγηση της μέγιστης αναερόβιας ισχύος ..... 39
3.3. Πειραματικές διαδικασίες ..... 40
3.3.1. Πρωτόκολλο αξιολόγησης της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ..... 40
3.3.2. Πρωτόκολλο αξιολόγησης της μέγιστης αναερόβιας ισχύος ..... 41
3.3.3. Χαρακτηριστικά προπόνησης ..... 41
3.3.4. Δοκιμασίες αξιολόγησης τεχνικών χαρακτηριστικών ..... 41
3.4. Όργανα μέτρησης και υπολογισμοί ..... 43

3.4.1. Σωματομετρικά ..... 43
3.4.2. Το εργόμετρο ..... 43
3.5. Εξαρτημένες μεταβλητές ..... 44
3.5.1. Αερόβια Ικανότητα ..... 44
3.5.1.1. Αναπνευστικές παράμετροι ..... 44
3.5.1.2. Καρδιακή συχνότητα ..... 44
3.5.1.3. Αναπνευστικό κατώφλι ..... 44
3.5.1.4. Αντίληψη κόπωσης ..... 44
3.5.2. Αναερόβια Ικανότητα ..... 44
3.6. Στατιστική ανάλυση ..... 45
3.6.1. Επίπεδο σημαντικότητας ..... 45
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV ..... 46**
**4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ..... 46**
4.1. Μέγιστη αερόβια ικανότητα ..... 46
4.2. Μέγιστη αναερόβια ικανότητα ..... 46
4.3. Σύγκριση φυσικών και τεχνικών ικανοτήτων με βάση τα χαρακτη-ριστικά των δοκιμαζόμενων ..... 46
4.3.1. Σύγκριση μεταξύ καλαθοσφαιριστών με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και αυτών με ακρωτηριασμό και άλλες κινητικές αναπηρίες ..... 46
4.3.2. Σύγκριση μεταξύ καλαθοσφαιριστών με χαμηλό (1 έως 2.5) έναντι υψηλού (3 έως 4.5) βαθμού ταξινόμησης ..... 49
4.3.3. Τεχνικά χαρακτηριστικά καλαθοσφαιριστών με χαμηλό (ΧΒ) και υψηλό (ΥΒ) βαθμό ταξινόμησης. ..... 51
4.4. Επίδραση της προπόνησης στις φυσικές ικανότητες ..... 52
4.4.1. Αερόβια ικανότητα ..... 52
4.4.2. Αναερόβια ισχύς ..... 52
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ V ..... 56**
**5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ..... 56**
5.1. Αερόβια ικανότητα. ..... 56
5.2. Αναερόβια ικανότητα ..... 57
5.3. Ατομικές διαφορές ..... 58
5.4. Τεχνικά χαρακτηριστικά ..... 59
5.5. Επίδραση της προπόνησης προαγωνιστικής περιόδου διάρκειας οκτώ εβδομάδων στις φυσιολογικές αντιδράσεις καλαθοσφαιριστών με κινητικές αναπηρίες ..... 60
**ΜΕΡΟΣ Β: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΗΨΗΣ ΥΓΡΩΝ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ ..... 62**
**Κεφάλαιο Ι ..... 62**
**6. Εισαγωγή ..... 62**
6.1. Καρδιαγγειακό σύστημα ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό. ..... 62
6.2. Επίδραση της ενυδάτωσης. ..... 63
6.3. Σημασία της έρευνας ..... 63
6.4. Σκοπός της έρευνας ..... 63
6.5. Ερευνητικές υποθέσεις ..... 64
6.6. Περιορισμοί της παρούσας έρευνας ..... 64
6.6.1. Υπολογισμός της αλλαγής του όγκου αίματος και πλάσματος ..... 64
6.6.2. Το αμαξίδιο της ομάδας ελέγχου ..... 64

6.6.3. Άσκηση σε συγκεκριμένες συνθήκες και με συγκεκριμένους δοκιμαζόμενους ..... 65
6.7. Διευκρίνιση όρων ..... 65
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ ..... 67**
**7. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ..... 67**
7.1. Άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες ..... 67
7.1.1. Όγκος πλάσματος και αίματος ..... 67
7.1.2. Καρδιαγγειακές προσαρμογές ..... 67
7.2. Άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό ..... 68
7.2.1. Αυτόνομο νευρικό σύστημα ..... 69
7.3. Άσκηση και αναπλήρωση υγρών ..... 71
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ ..... 73**
**8. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ..... 73**
8.1. Δείγμα ..... 73
8.2. Προκαταρκτικές διαδικασίες ..... 74
8.2.1. Εξοικείωση δοκιμαζόμενων και των δύο ομάδων ..... 74
8.2.2. Προσδιορισμός της κατάλληλης επιβάρυνσης για την εκτέλεση των δύο δοκιμασιών ..... 75
8.3. Πειραματικές διαδικασίες ..... 76
8.3.1. Προϋποθέσεις ..... 76
8.3.2. Πρωτόκολλο πειραματικών διαδικασιών συμπληρωμάτων υγρών κατά την άσκηση ατόμων με κινητικές αναπηρίες. ..... 76
8.4. Όργανα, μετρήσεις και παράμετροι ..... 78
8.4.1. Τα αμαξίδια ..... 78
8.4.2. Αναπνευστικές παράμετροι ..... 79
8.4.2.1. Καρδιακή παροχή ..... 79
8.4.3. Καρδιακή συχνότητα και όγκος παλμού ..... 81
8.4.4. Θερμοκρασίες ..... 81
8.4.5. Αιμάτωση του δέρματος ..... 81
8.4.6. Συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης και αιματοκρίτη ..... 82
8.5. Στατιστική ανάλυση ..... 82
8.5.1. Αλληλεπιδράσεις ..... 82
8.5.2. Έλεγχος t (t-test) ..... 83
8.5.3. Επίπεδο σημαντικότητας ..... 83
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV ..... 84**
**9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ..... 84**
9.1. Γενικές παράμετροι ..... 84
9.1.1. Θερμοκρασία και σχετική υγρασία περιβάλλοντος ..... 84
9.1.2. Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($\dot{V}O_{2max}$) και αναπνευστικό κατώφλι ..... 84
9.2. Επίδραση της αφυδάτωσης (ΑΦ) και της ενυδάτωσης (ΕΝ) στις καρδιαγγειακές και θερμορυθμιστικές προσαρμογές ..... 84
9.2.1. Χρόνος άσκησης και επιβάρυνση ..... 84
9.2.2. Πρόσληψη οξυγόνου ..... 86
9.2.3. Όγκος αίματος ..... 86
9.2.4. Όγκος πλάσματος ..... 87
9.2.5. Καρδιακή παροχή. ..... 87
9.2.6. Καρδιακή συχνότητα ..... 88

9.2.7. Όγκος παλμού ..... 88
9.2.8. Διαφορές καρδιακής παροχής, καρδιακής συχνότητας και όγκου παλμού ..... 89
9.2.9. Αιμάτωση δέρματος ..... 90
9.2.10. Θερμοκρασία στόματος ..... 90
9.2.11. Θερμοκρασία πήχη ..... 91
9.2.12. Θερμοκρασία στήθους ..... 92
9.2.13. Θερμοκρασία κνήμης ..... 92
9.2.14. Γενική αντίληψη κόπωσης ..... 93
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ V ..... 94**
**10. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ..... 94**
10.1. Επίδραση της αφυδάτωσης στις λειτουργικές προσαρμογές κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης υπομέγιστης έντασης (στο 50% της $\dot{V}O_{2max}$) ..... 95
10.2. Η επίδραση της ενυδάτωσης ..... 100
10.2.1. Ενυδάτωση και θερμοκρασία στόματος ..... 101
10.2.2. Θερμοκρασία στο άνω μέρος του σώματος: ..... 102
10.2.3. Θερμοκρασία κάτω μέρους του σώματος: ..... 102
**11. Συμπεράσματα ..... 103**
11.1. Συμπεράσματα Α΄ μέρους: Φυσικές ικανότητες καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο ..... 103
11.2. Συμπεράσματα Β΄μέρους: η επίδραση της λήψης υγρών στην απόδοση των ατόμων με κακώσεις στο νωτιαίο μυελό ..... 104
11.3. Προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση του θέματος ..... 105
11.4. Επίλογος – πρακτικές εφαρμογές ..... 106
11.4.1. Προτάσεις για την ελάττωση του θερμικού στρες, κατά τη διάρκεια των αγώνων καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο ..... 106
**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ..... 108**
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ ..... 124**

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1. ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΚΙΜΑΖΌΜΕΝΩΝ.31
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 1. ΑΕΡΟΒΙΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΛΛΗΝΩΝ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ. ..... 47
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 2. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΛΛΗΝΩΝ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ. ..... 48
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 3. ΑΕΡΟΒΙΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΛΟΙΠΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΑΛΑ). ..... 48
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 4. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΑΚΡΩΤΗΡΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΛΟΙΠΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΑΛΑ)..... 49
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 5. ΑΕΡΟΒΙΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ ΜΕ ΧΑΜΗΛΟ (ΧΒ) ΚΑΙ ΥΨΗΛΟ (ΥΒ) ΒΑΘΜΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ. ..... 50
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 6. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ (ΚΘΣ) ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ ΜΕ ΧΑΜΗΛΟ (ΧΒ) ΚΑΙ ΥΨΗΛΟ (ΥΒ) ΒΑΘΜΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ. ..... 51
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 7. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΧΑΜΗΛΟ (ΧΒ) ΚΑΙ ΥΨΗΛΟ (ΥΒ) ΒΑΘΜΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ. ..... 52
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 8. ΑΕΡΟΒΙΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΟΚΤΩ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ..... 53
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 9. ΑΕΡΟΒΙΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΟΚΤΩ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ..... 54
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 10. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΙΣΧΥΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΟΚΤΩ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ..... 54
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. 11. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΙΣΧΥΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΟΚΤΩ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ..... 55
ΠΙΝΑΚΑΣ 8. 12. ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΩΝ, ΟΙ ΟΠΟΙΟΙ ΕΚΤΕΛΕΣΑΝ ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΟ 50% ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ($\dot{V}O_{2MAX}$) ΣΤΟ ΚΥΛΙΝΔΡΟΕΡΓΟΜΕΤΡΟ, ΜΕ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ. ..... 74
ΠΙΝΑΚΑΣ 9. 13. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΩΝ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ..... 85
ΠΙΝΑΚΑΣ Π. 14. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΟΙ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΙ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΕΚΤΕΛΕΣΑΝ 60ΛΕΠΤΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΟ 50% ΤΗΣ $\dot{V}O_{2MAX}$ ΣΤΟ ΚΥΛΙΝΔΡΟΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ, Η ΟΠΟΙΑ ΗΤΑΝ ΙΣΗ ΜΕ ΤΟ 85 % ΤΩΝ ΕΦΙΔΡΩΤΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ. ΛΙΓΟ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕΤΡΙΟΝΤΑΝ ΟΙ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ, Η ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ, Η ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΠΑΡΟΧΗ, Η ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΗΣ ΑΙΜΟΣΦΑΙΡΙΝΗΣ, ΤΟΥ ΑΙΜΑΤΟΚΡΙΤΗ, ΟΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΤΟΜΑΤΟΣ,

ΣΤΗΘΟΥΣ, ΠΗΧΗ, ΚΝΗΜΗΣ, Ο ΡΥΘΜΟΣ ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΚΟΠΩΣΗΣ..... 132

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 9. 1. ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (ML·MIN$^{-1}$) ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). N=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ N=8 ΓΙΑ ΚΝΜ, ** P<0.01 ΟΕ ΕΝΑΝΤΙ ΚΝΜ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΣ ΣΥΝΘΗΚΗΣ. ..... 86
ΣΧΗΜΑ 9. 2. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΟΓΚΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ % ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΡΕΜΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). N=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ N=8 ΓΙΑ ΚΝΜ, # P<0.05 ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΜΑΔΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ. ..... 86
ΣΧΗΜΑ 9. 3. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΟΓΚΟΥ ΠΛΑΣΜΑΤΟΣ % ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΡΕΜΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). N=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ N=8 ΓΙΑ ΚΝΜ. ..... 87
ΣΧΗΜΑ 9. 4. ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (L·MIN$^{-1}$) ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). N=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ N=8 ΓΙΑ ΚΝΜ,, ** P<0.01 ΟΕ ΕΝΑΝΤΙ ΚΝΜ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΣ ΣΥΝΘΗΚΗΣ. ..... 87
ΣΧΗΜΑ 9. 5. ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (Β·MIN$^{-1}$) ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). N=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ N=8 ΓΙΑ ΚΝΜ. ..... 88
ΣΧΗΜΑ 9. 6. ΌΓΚΟΣ ΠΑΛΜΟΥ (ML/BEAT) ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). N=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ N=8 ΓΙΑ ΚΝΜ, ** P<0.01 ΟΕ ΕΝΑΝΤΙ ΚΝΜ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΣ ΣΥΝΘΗΚΗΣ. ..... 88
ΣΧΗΜΑ 9. 7. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (L·MIN$^{-1}$) ΑΠΟ ΤΟ 10Ο ΛΕΠΤΟ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). N=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ N=8 ΓΙΑ ΚΝΜ. ..... 89
ΣΧΗΜΑ 9. 8. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (Β·MIN$^{-1}$) ΑΠΟ ΤΟ 5Ο ΛΕΠΤΟ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ

(ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). Ν=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ Ν=8 ΓΙΑ ΚΝΜ +Ρ<0.05 ΑΦ ΕΝΑΝΤΙ ΕΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΣ ΟΜΑΔΑΣ. ..... 89
ΣΧΗΜΑ 9. 9. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΟΝ ΟΓΚΟ ΠΑΛΜΟΥ ΑΠΟ ΤΟ 10Ο ΛΕΠΤΟ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). Ν=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ Ν=8 ΓΙΑ ΚΝΜ. ..... 90
ΣΧΗΜΑ 9.10. ΑΛΛΑΓΕΣ % ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΡΕΜΙΑ ΤΗΣ ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). Ν=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ Ν=8 ΓΙΑ ΚΝΜ. ..... 90
ΣΧΗΜΑ 9. 11. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΤΟΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). Ν=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ Ν=8 ΓΙΑ ΚΝΜ ++ Ρ<0.01 ΑΦ ΕΝΑΝΤΙ ΕΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΣ ΟΜΑΔΑΣ. ..... 91
ΣΧΗΜΑ 9. 12. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΤΟΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΡΕΜΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). Ν=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ Ν=8 ΓΙΑ ΚΝΜ. ++ Ρ< 0.01 ΕΝ ΕΝΑΝΤΙ ΑΦ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΑ ΑΠΟ ΟΜΑΔΑ. ..... 91
ΣΧΗΜΑ 9.13. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΗΧΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). Ν=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ Ν=8 ΓΙΑ ΚΝΜ, ..... 92
ΣΧΗΜΑ 9. 14. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΤΗΘΟΥΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). Ν=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ Ν=8 ΓΙΑ ΚΝΜ,**Ρ<0.01 ΟΕ ΕΝΑΝΤΙ ΚΝΜ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΣ ΟΜΑΔΑΣ. ..... 92
ΣΧΗΜΑ 9. 15. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΝΗΜΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). Ν=9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ Ν=8 ΓΙΑ ΚΝΜ. **Ρ<0.01 ΟΕ ΕΝΑΝΤΙ ΚΝΜ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΣ ΟΜΑΔΑΣ. ..... 93
ΣΧΗΜΑ 9. 16. ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΚΟΠΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ (50-55%) ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ (ΚΝΜ) ΚΑΙ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΧΩΡΙΣ ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ (ΟΕ) ΜΕ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ (ΑΦ) ΚΑΙ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ (ΕΝ). Ν= 9 ΓΙΑ ΟΕ ΚΑΙ Ν=8 ΓΙΑ ΚΝΜ. ..... 93

ΣΧΗΜΑ Π.17. ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ: ΤΑΧΥΤΗΤΑ 20 ΜΕΤΡΩΝ ..... 125
ΣΧΗΜΑ Π. 18. ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ: ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΒΟΛΕΣ ..... 126
ΣΧΗΜΑ Π. 19. ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ: ΕΛΙΓΜΟΣ ΜΕ ΜΠΑΛΑ ΜΕ ΕΜΠΟΔΙΑ ..... 127
ΣΧΗΜΑ Π. 20. ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ: ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΚΑΙ ΒΟΛΗ ..... 128
ΣΧΗΜΑ Π. 21. ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ: ΜΑΚΡΙΝΗ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗ..... 129
ΣΧΗΜΑ Π. 22. ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ: ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ..... 130
ΣΧΗΜΑ Π. 23. Η ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΚΥΛΙΝΔΡΟ-ΕΡΓΟΜΕΤΡΟΥ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ. ..... 131
ΣΧΗΜΑ Π. 24. ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ 60ΛΕΠΤΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΟ ΚΥΛΙΝΔΡΟ-ΕΡΓΟΜΕΤΡΟ ΣΤΟ 50% ΤΗΣ VO2MAX. ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ ΔΕΣ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟ ..... 133

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) πριν την έναρξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου είχαν συνήθως προσδόκιμο χρόνο επιβίωσης μόλις μερικούς μήνες, το πολύ δύο έτη. Οι βασικότερες αιτίες θανάτου ήταν οι σηπτικές λοιμώξεις, η νεφρική ανεπάρκεια και τα έλκη από τις κατακλίσεις. Σε μια προσπάθεια αντιμετώπισης αυτού του τρομερού κοινωνικού προβλήματος, μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, ξεκίνησαν σε οργανωμένη μορφή οι αθλητικές δραστηριότητες για άτομα με κινητικές αναπηρίες, ως μέσο αποκατάστασης, ορθότερης και συντομότερης κοινωνικής επανένταξής τους. Οι αθλητικές δραστηριότητες ατόμων με κινητικές αναπηρίες είναι μια παλιά υπόθεση, που χρονολογείται τουλάχιστον από τον 19ο αιώνα . Απλά, η κοινωνική διάσταση αυτής της ομάδας διογκώθηκε από τον αυξημένο αριθμό των βετεράνων τραυματισμένων πολεμιστών του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου. Οι αθλητικές εκδηλώσεις για άτομα με αναπηρία έχουν πλέον εξελιχθεί από το επίπεδο της απλής ενασχόλησης, που προκαλούσαν περιορισμένο ενδιαφέρον, σε Ολυμπιακό γεγονός παγκοσμίου ενδιαφέροντος.

Το 1944, η Βρετανική κυβέρνηση ζήτησε από τον Dr. Guttmann να δημιουργήσει, στην περιοχή του Νοσοκομείου Stoke Mandeville, ένα Κέντρο περίθαλψης των τραυματιών του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, που είχαν υποστεί κάκωση του νωτιαίου μυελού. Ειδικότερα, μια ομάδα, που ονομάζονταν «οι Ιπτάμενες Ρόδες του Μπέρμπινχαμ» είναι αυτή, που έχει το νόμιμο δικαίωμα να επικαλείται ότι ίδρυσε την καλαθοσφαίριση με αμαξίδιο το 1946. Είναι βέβαιο ότι κανείς δεν φανταζόταν την εξέλιξη, που θα είχαν τα αθλήματα των ατόμων με κινητικές αναπηρίες με την πάροδο του χρόνου. Από τους ανεπίσημους αγώνες στο Stoke Mandeville το 1944, φθάσαμε στη Ρώμη το 1960, όπου διεξήχθη η πρώτη Παραολυμπιάδα με συμμετοχή 400 αθλητών από 23 χώρες. Στην πρόσφατη Παραολυμπιάδα της Αθήνας 2004 συμμετείχαν 4000 αθλητές από 123 χώρες (αρχεία Ομοσπονδίας Σωματείων Ελλήνων Καλαθοσφαιριστών με Καρότσι).

Οι Έλληνες ήλθαν σε επαφή με τους αγώνες στο Stoke Mandeville το 1980, κατά τη διάρκεια του παγκοσμίου πρωταθλήματος για άτομα με κινητικές αναπηρίες. Το 1987, ιδρύεται ο πρώτος ανεξάρτητος αθλητικός σύλλογος με την ονομασία Πανελλήνιος Αθλητικός Σύλλογος Κινητικά Αναπήρων (ΠΑΣΚΑ), με έδρα την Αθήνα. Στις 2 Ιουλίου 1994, ιδρύεται η ομοσπονδία σωματείων ελλήνων καλαθοσφαιριστών με καρότσι (Ο.Σ.Ε.Κ.Κ) και το ίδιο έτος οργανώνεται το πρώτο πανελλήνιο πρωτάθλημα. Σήμερα, στα αρχεία της ομοσπονδίας είναι καταγεγραμμένα 15 σωματεία και 160 αθλητές. Η εξάπλωση του αθλητισμού των ατόμων με κινητικές αναπηρίες δημιούργησε την ανάγκη επιστημονικής υποστήριξης των αθλητών. Στη διεθνή βιβλιογραφία παρατηρούμε, από πολύ νωρίς ακόμη, έντονη δραστηριότητα σχετικά με την αξιολόγηση των φυσικών ικανοτήτων των ατόμων με κινητικές αναπηρίες (Bar-Or and Zwiren, 1975; Emes, 1977). Ειδικότερα, όσον αφορά το άθλημα της καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο, οι ερευνητές έχουν εστιάσει την προσοχή τους στην: α) εργαστηριακή καταγραφή των βιολογικών λειτουργιών των αθλητών στο εργαστήριο (Coutts, 1990; Rotstein *et al.*, 1994; Hutzler *et al.*, 1995) και β) εξεύρεση αξιόπιστων δοκιμασιών για την αξιολόγηση των φυσικών (αερόβια και αναερόβια ικανότητα) και τεχνικών ικανοτήτων των καλαθοσφαιριστών (ικανότητα ελιγμού

και προώθησης του αμαξιδίου, ελιγμού με μπάλα, μεταβίβασης, βολής κ.λ.π) με το αμαξίδιο στο γήπεδο (Brasile 1986 b, 1990; Vanlerberghe and Slock, 1987; Vanlandewijck *et al.*, 1999). Παρόλο που στην Ελλάδα η καλαθοσφαίριση με αμαξίδιο καταγράφει 11 χρόνια πορείας με ανάλογη εξέλιξη, δεν έχει καταγραφεί καμιά παρόμοια έρευνα.

Η παρούσα διατριβή αποτελείται από δύο ενότητες, εννοιολογικά συνδεδεμένες μεταξύ τους, που διαπραγματεύονται όμως ταυτόχρονα, δύο εξειδικευμένα θέματα που αφορούν καλαθοσφαιριστές με αμαξίδιο. Η πρώτη ενότητα καταγράφει τις φυσικές και τεχνικές ικανότητες των αθλητών της Εθνικής ομάδας καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο, καθώς και την επίδραση σε αυτές, προπόνησης προαγωνιστικής προετοιμασίας διάρκειας οκτώ εβδομάδων, που έλαβε μέρος πριν το Πανευρωπαϊκό Πρωτάθλημα Γ΄ κατηγορίας στην Αθήνα το Σεπτέμβριο του 2003. Η δεύτερη ενότητα αποτελεί αυστηρά πειραματική διαδικασία, όπου εξετάζεται η καρδιαγγειακή και θερμορυθμιστική λειτουργία σε αθλητές με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, κατά την παρατεταμένη άσκηση σε θερμοουδέτερο περιβάλλον, ύστερα από στοματική λήψη ή μη υγρών.

# ΜΕΡΟΣ Α: ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΑΜΑΞΙΔΙΟ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βοήθεια, που προσφέρει ο αθλητισμός στα άτομα με κινητικές αναπηρίες (ΑΚΑ), όσον αφορά την αποδοχή της κινητικής τους αναπηρίας και την αυτοπεποίθηση τους, συγκριτικά με αυτά που δεν ασχολούνται με τον αθλητισμό είναι σημαντική (Robinson, 1975). Το γεγονός αυτό ώθησε τους ερευνητές από νωρίς ακόμα στην αξιολόγηση των ψυχολογικών τους χαρακτηριστικών (Jacobs, 1975). Ακολούθως, η μεγάλη συμμετοχή ατόμων με κινητικές αναπηρίες σε αθλητικές δραστηριότητες, δημιούργησε την ανάγκη εξεύρεσης επιστημονικών μεθόδων, παρόμοιων με αυτές που χρησιμοποιούνται στους αθλητές χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΑΧΚΑ), για την καταγραφή και αξιολόγηση εκείνων των παραμέτρων βιολογικών και τεχνικών, που χαρακτηρίζουν τον αθλητή με αναπηρίες (Emes, 1977; Brasile, 1984).

Αναλυτικότερα, όσον αφορά τις βιολογικές προσαρμογές το ενδιαφέρον των ερευνητών εστιάστηκε στην: α) καταγραφή και αξιολόγηση της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας των αθλητών (Coutts *et al.*, 1983; Veeger *et al.*, 1991), β) σύγκριση των διαφόρων οργάνων μέτρησης, σχετικά με την εγκυρότητα και αξιοπιστία (Glaser *et al.*, 1979; Gass and Camp, 1984; Arabi *et al.*, 1997), γ) διαφορά στην επίδοση, ανάλογα με το είδος και το εύρος της αναπηρίας (Coutts *et al.*, 1983; Hoffman, 1986), δ) σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα αντίστοιχα των αθλητών χωρίς κινητικές αναπηρίες, κατά την άσκηση των άνω άκρων (Flandrois *et al.*, 1986) και ε) δυνατότητα βελτίωσης της απόδοσης των αθλητών μέσω της άσκησης (Kofsky *et al.*, 1983; Glaser, 1989; Van Der Woude *et al.*, 1999). Ακόμα, σχετικά με την αξιολόγηση και βελτίωση των τεχνικών χαρακτηριστικών των καλαθο-σφαιριστών με αμαξίδιο οι ερευνητές εφάρμοσαν δοκιμασίες στο γήπεδο παρόμοιες με αυτές που χρησιμοποιούνται σε καλαθοσφαιριστές χωρίς κινητικές αναπηρίες (Brasile, 1984, 1986 a&b; Vanlerberghe and Slock, 1987; Αναστασιάδης, 1996). Όλα τα ανωτέρω αποσκοπούσαν στην αρτιότερη κατάρτιση κατάλληλων προπονητικών προγραμμάτων, που θα βασίζονται εκτός από την προσωπική εμπειρία, στην επιστημονική γνώση και θα έχουν ως σκοπό την αποτελεσματικότερη προετοιμασία των αθλητών με κινητικές αναπηρίες.

Η αερόβια ικανότητα αθλητών με κινητικές αναπηρίες διαφέρει ανάλογα με το άθλημα, το είδος αναπηρίας και το εργόμετρο αξιολόγησης. Ένας αθλητής με ακρωτηριασμό, κατά την αξιολόγηση των βιολογικών του προσαρμογών, παρουσιάζει συνήθως παρόμοια αποτελέσματα με αυτά των ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες, τα οποία επηρεάζονται και στις δύο ομάδες από το επίπεδο φυσικής κατάστασης και από την εξοικείωση στην κίνηση των άνω άκρων στα διαφορετικού τύπου εργόμετρα (Lin *et al.*, 1993). Τα αποτελέσματα όμως, που παρουσιάζουν οι δοκιμαζόμενοι με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, είναι υποδεέστερα από αυτά των ατόμων με ακρωτηριασμό ή χωρίς κινητικές αναπηρίες και αντιστρόφως ανάλογα του επίπεδου και του εύρους της κάκωσης. Όσο υψηλότερα στο νωτιαίο μυελό βρίσκεται η κάκωση, τόσο χαμηλότερες είναι οι επιδόσεις που παρουσιάζουν οι αθλητές (Lasko *et al.*,

1990). Η χαμηλότερη απόδοση των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό αποδίδεται στη μικρή συμμετοχή μυϊκών μαζών κατά την άσκηση (Hopman *et al.*, 1992).

Σε ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, ο Bhambhani (2002) παρουσίασε την φυσιολογία των αθλητών με κινητικές αναπηρίες. Οι αθλητές των δρομικών αγωνισμάτων του στίβου παρουσίασαν τις καλύτερες τιμές αερόβιας ικανότητας σε σχέση με αθλητές άλλων αθλημάτων. Οι τιμές αυτές φαίνεται ότι επηρεάζονται από το επίπεδο κάκωσης των αθλητών. Έτσι, αθλητές με εύρος κάκωσης στον νωτιαίο μυελό από 3ο θωρακικό έως 1ο οσφυϊκό είχαν $\dot{V}O_{2max}$ 2.46 $l \cdot min^{-1}$ ή 37.4 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, ενώ αυτοί με κάκωση από 10ο θωρακικό έως 3ο οσφυϊκό παρουσίασαν μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου 2.86 $l \cdot min^{-1}$ ή 47.5 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Όλοι οι αθλητές αξιολογήθηκαν σε εργόμετρο για αμαξίδια. Οι αθλητές των άλλων αθλημάτων είχαν $\dot{V}O_{2max}$ που δεν ξεπέρασε (σε ίδιου τύπου εργόμετρο) τα 2.42 $l \cdot min^{-1}$ ή 34.5 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$.

Το αναπνευστικό κατώφλι αποτελεί έναν αξιόπιστο δείκτη προσδιορισμού της συστηματικής συμμετοχής του αναερόβιου μηχανισμού παραγωγής ενέργειας (McArdle *et al.*, 1996). Όταν η ένταση της άσκησης είναι αντίστοιχη του αναπνευστικού κατωφλιού, το οξυγόνο, που προέρχεται από το κυκλοφορικό σύστημα στο μυ, είναι ικανοποιητικό, με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας να παράγεται κάτω από αερόβιες συνθήκες. Έρευνες στο εργαστήριο με ΑΧΚΑ έχουν δείξει ότι το αναπνευστικό κατώφλι είναι άριστος δείκτης προπόνησης αντοχής, όπως είναι η $\dot{V}O_{2max}$ (Farrell, 1979 ; Coyle, 1988). Το αναπνευστικό κατώφλι σε ΑΚΑ, που εκφράζεται σε ποσοστό της $\dot{V}O_{2max}$, ποικίλει ανάλογα με το βαθμό αναπηρίας. Οι τετραπληγικοί αθλητές εμφανίζουν μέσες τιμές αναπνευστικού κατωφλιού 87% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, ενώ οι παραπληγικοί 69% της $\dot{V}O_{2max}$. Η διαφορά αυτή δικαιολογείται από την χαμηλότερη πρόσληψη οξυγόνου που παρουσιάζουν οι τετραπληγικοί αθλητές (βλέπε Bhambhani, 2002).

Όσον αφορά την αναερόβια ικανότητα των ΑΚΑ, εκτός από τους περιορισμούς που αναφέρθηκαν παραπάνω, επηρεάζεται και από τα διαφορετικού τύπου πρωτόκολλα που έχουν χρησιμοποιηθεί. Οι τετραπληγικοί αθλητές παρουσίασαν χαμηλότερες τιμές από τους παραπληγικούς αθλητές (Bhambhani, 2002; Hutzler, 1998). Συγκεκριμένα οι τετραπληγικοί εμφανίζουν μέγιστη αναερόβια ισχύ από 23 έως 68 W, ενώ οι παραπληγικοί από 58 έως 419 W. Οι αθλητές με ακρωτηριασμό έχουν υψηλότερη αναερόβια ικανότητα απ' όλους τους άλλους αθλητές (562 W). Οι υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται όταν χρησιμοποιείται ως όργανο μέτρησης το στροφαλοεργόμετρο.

Οι αθλητές με αναπηρία λαμβάνουν, από τη διεθνή ομοσπονδία αγώνων Stoke Mandeville, βαθμό ταξινόμησης (Classification). Παλαιότερα, ο βαθμός ταξινόμησης είχε σχέση μόνο με το εύρος της αναπηρίας, ήταν δηλαδή καθαρά «ιατρικός». Σήμερα, ο βαθμός αυτός είναι ανάλογος με το είδος της αναπηρίας, αλλά κυρίως και με την ικανότητα τους στις τεχνικές απαιτήσεις του παιγνιδιού (λειτουργικός). Τούτο σημαίνει ότι, αθλητές με διαφορετικό είδος αναπηρίας μπορεί να έχουν τον ίδιο βαθμό ταξινόμησης (πχ ένας αθλητής με εγκεφαλική παράλυση και ένας παραπληγικός). Όσο πιο μεγάλη είναι η αναπηρία, τόσο χαμηλότερος

είναι συνήθως και ο βαθμός ταξινόμησης. Ειδικότερα, οι καλαθοσφαιριστές με αμαξίδιο έχουν βαθμό ταξινόμησης που κυμαίνεται από 1 έως 4.5 (το σύστημα ταξινόμησης αναλύεται λεπτομερώς στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας). Οι αθλητές με χαμηλό βαθμό ταξινόμησης και ιδιαίτερα αυτοί με βαθμό 1, παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, σε σχέση με τους αθλητές με υψηλό βαθμό ταξινόμησης ή τους δοκιμαζόμενους χωρίς αναπηρίες, με την προϋπόθεση ότι οι τελευταίοι είναι εξοικειωμένοι με την άσκηση των άνω άκρων (Lin *et al.*, 1993). Οι μέσες τιμές της $\dot{V}O_{2max}$ ήταν 25.1 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ και 31.6 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ για τους δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και χωρίς κινητικές αναπηρίες, αντίστοιχα (Flantrois *et al.*, 1986).

## 1.1. Σημασία της έρευνας

Οι έρευνες για αθλητές καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο είναι περιορισμένες. Συγκεκριμένα, δύο εργασίες κατέγραψαν τιμές $\dot{V}O_{2max}$ ίσες με 2.55 $l \cdot min^{-1}$ ή 34.6 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (Coutts, 1990) και 23.09 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (Rotstein *et al.*, 1994). Ο Vanlanewijck και οι συνεργάτες (1999) εξέτασαν 46 καλαθοσφαιριστές του Βελγίου των οποίων η $\dot{V}O_{2max}$ ήταν 2.21 $l \cdot min^{-1}$. Επιπρόσθετα, η μέγιστη αναερόβια ισχύς καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο δύο ερευνών ήταν 393 W (Hutzler, 1993) και 169 W αντίστοιχα (Hutzler *et al.*, 1995). Τέλος, το αναερόβιο κατώφλι καλαθοσφαιριστών από το Ισραήλ προσδιορίσθηκε στο 57% της $\dot{V}O_{2max}$ (Rotstein *et al.*, 1994). Επιπλέον, οι καλαθοσφαιριστές με χαμηλό βαθμό ταξινόμησης κατά την αξιολόγηση των τεχνικών τους χαρακτηριστικών εμφανίζουν τιμές που υπολείπονται αυτών με υψηλό βαθμό ταξινόμησης (Vanlerberghe and Slock, 1987; Brasile, 1990). Τέλος, δεν υπάρχουν έρευνες που να εξετάζουν την επίδραση προπόνησης μακράς διάρκειας σε καλαθοσφαιριστές με αμαξίδιο.

Ανάλογα δεδομένα, τόσο για Έλληνες αθλητές με κινητικές γενικά αναπηρίες, όσο και ειδικά για καλαθοσφαιριστές με αμαξίδιο, δεν υπάρχουν. Το αγωνιστικό επίπεδο των ελλήνων καλαθοσφαιριστών υστερεί από το αντίστοιχο άλλων χωρών, που έχουν δείξει επιστημονικό ενδιαφέρον γι' αυτή τη συγκεκριμένη πληθυσμιακή ομάδα. Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα δεν υπάρχουν πολλοί αθλητές (160 περίπου) και οι περισσότερες ομάδες (15) προπονούνται ερασιτεχνικά, δύο έως τρεις φορές την εβδομάδα. Επιπρόσθετα, η Εθνική ομάδα βρίσκεται στην τρίτη κατηγορία της Ευρώπης, κατέχοντας την 20η θέση της σχετικής κατάταξης.

## 1.2. Σκοπός της έρευνας

Με αφετηρία τα παραπάνω, σκοπός του Α΄ μέρους της παρούσας εργασίας ήταν: α) η καταγραφή της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας ελλήνων καλαθοσφαιριστών υψηλού επιπέδου με αμαξίδιο, β) η αξιολόγηση των τεχνικών τους χαρακτηριστικών γ) η σύγκριση των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης με αυτά της διεθνούς βιβλιογραφίας, για να εξετασθεί το επίπεδο φυσικής κατάστασης των Ελλήνων αθλητών με το αντίστοιχο των αθλητών άλλων χωρών, στις οποίες η καλαθοσφαίριση με αμαξίδιο είναι περισσότερο αναπτυγμένη, δ) η σύγκριση των φυσικών ικανοτήτων μεταξύ των αθλητών με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και αυτών με ακρωτηριασμό και άλλες κινητικές

αναπηρίες, ε) η σύγκριση των ικανοτήτων (φυσικών και τεχνικών) μεταξύ καλαθοσφαιριστών με χαμηλό (1 έως 2.5) και υψηλό βαθμό ταξινόμησης (3 έως 4.5) και στ) η αξιολόγηση της προπόνησης προαγωνιστικής προετοιμασίας διάρκειας οκτώ εβδομάδων στην αναερόβια ικανότητα και την αναερόβια ισχύ καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο.

### 1.3. Ερευνητικές υποθέσεις

α) οι Έλληνες καλαθοσφαιριστές εμφανίζουν χαμηλότερη αερόβια και αναερόβια ικανότητα από τους αντίστοιχους καλαθοσφαιριστές χωρών, που η καλαθοσφαίριση με αμαξίδιο είναι αγωνιστικά περισσότερο αναπτυγμένη.
β) οι καλαθοσφαιριστές με αμαξίδιο, με κάκωση σε υψηλό σημείο του νωτιαίου μυελού, έχουν χαμηλότερη αερόβια και αναερόβια ικανότητα από αντίστοιχους, με κάκωση σε χαμηλό επίπεδο του νωτιαίου μυελού, ακρωτηριασμό ή άλλες κινητικές αναπηρίες.
γ) οι καλαθοσφαιριστές, με αμαξίδιο με υψηλό βαθμό ταξινόμησης (3 έως 4.5), παρουσιάζουν υψηλότερη αερόβια και αναερόβια ικανότητα από τους αντίστοιχους με χαμηλό βαθμό ταξινόμησης (1 έως 2.5).
δ) οι καλαθοσφαιριστές, με αμαξίδιο με υψηλό βαθμό ταξινόμησης (3 έως 4.5), εμφανίζουν καλύτερες επιδόσεις κατά την αξιολόγηση των τεχνικών χαρακτηριστικών από τους αντίστοιχους με χαμηλό βαθμό (1 έως 2.5) ταξινόμησης.
ε) η προπόνηση προαγωνιστικής περιόδου διάρκειας οκτώ εβδομάδων προκαλεί βελτίωση στην αερόβια και αναερόβια ικανότητα των καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο.

### 1.4. Περιορισμοί

Οι περιορισμοί της παρούσας εργασίας ήταν οι παρακάτω:

α) Όλοι οι δοκιμαζόμενοι ήταν άνδρες ενήλικες
β) Οι δοκιμαζόμενοι είχαν προπονητική εμπειρία τουλάχιστον δύο ετών στην καλαθοσφαίριση με αμαξίδιο
γ) Όλοι οι δοκιμαζόμενοι χρησιμοποίησαν στις μετρήσεις το ατομικό τους αμαξίδιο
δ) Δεν υπήρχε ομάδα ελέγχου

### 1.5. Επεξήγηση όρων

$\dot{V}O_{2max}$: Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($l \cdot min^{-1}$, $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)
$\dot{V}CO_2$: Όγκος διοξειδίου του άνθρακα ($l \cdot min^{-1}$)
$\dot{V}O_2$: Όγκος οξυγόνου ($l \cdot min^{-1}$, $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)
$\dot{V}E_{max}$: Μέγιστος πνευμονικός αερισμός ($l \cdot min^{-1}$)
Q: Καρδιακή παροχή ($l \cdot min^{-1}$)
SV: Όγκος παλμού (ml/beat)
HR: Καρδιακή συχνότητα
RER: Αναπνευστικό πηλίκο
ΠΠ: Πριν την προπόνηση
ΜΠ: Μετά την προπόνηση
ΥΒ: Υψηλός βαθμός ταξινόμησης
ΧΒ: Χαμηλός βαθμός ταξινόμησης
Προαγωνιστική περίοδος: Περίοδος προπονήσεων διάρκειας 6 έως 8 εβδομάδων πριν από επίσημους αγώνες, τόσο σε συλλογικό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο εθνικών ομάδων.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

## 2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται σε έρευνες που έχουν ασχοληθεί με την αξιολόγηση βιολογικών χαρακτηριστικών ατόμων με κινητικές αναπηρίες, την επίδραση της προπόνησης στην εκδήλωση προσαρμογών καθώς και την εφαρμογή αυτών στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης ανάλογα με τον βαθμό της αναπηρίας τους. Ακόμα, θα γίνει αναφορά στους παράγοντες που επηρεάζουν τα άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό να φθάσουν σε υψηλό επίπεδο απόδοσης.

### 2.1. Βιολογικές προσαρμογές ατόμων με κινητικές αναπηρίες

Η αξιολόγηση των βιολογικών παραμέτρων των ατόμων με κινητικές αναπηρίες έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές (Hopman, 1986; Cooper *et al.*, 1992; Bhambhani *et al.*, 1995; Janssen *et al.*, 1996). Ειδικότερα, η μέτρηση της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας, καθώς και ο προσδιορισμός του αναπνευστικού κατωφλιού συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον των επιστημόνων (Gass and Camp, 1987; Veeger *et al.*, 1989; Bhambhani *et al.*, 1991; Van der Woude *et al.*, 1997). Κύρια εξετάζονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των ατόμων με κινητικές αναπηρίες, τόσο κατά τις καθημερινές τους λειτουργίες, όσο και κατά την άσκηση των άνω άκρων (Coutts *et al.*, 1983; Veeger *et al.*, 1989; Jehl *et al.*, 1991; Bhambhani *et al.*, 1995). Ακόμα, έχει διερευνηθεί ο ασκησιογενής τρόπος βελτίωσης των βιολογικών προσαρμογών συγκριτικά με τα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (Magel *et al.*, 1978; Washburn and Seals, 1983).

### 2.2. Αερόβια ικανότητα ατόμων με κινητικές αναπηρίες

Για την αξιολόγηση της αερόβιας ικανότητας των ατόμων με κινητικές αναπηρίες έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί διαφορετικού τύπου εργόμετρα. Στην αρχή, για την μεγαλύτερη εγκυρότητα και αξιοπιστία των μετρήσεων, ήταν προσαρμοσμένα σε κυκλοεργόμετρα εργαστηρίων, που είχαν ήδη χρησιμοποιηθεί για παρόμοιες μετρήσεις ατόμων χωρίς αναπηρίες (Glaser *et al.*, 1979, 1980). Επιπλέον, οι ερευνητές περιελάμβαναν στο δείγμα τους και δοκιμαζόμενους χωρίς κινητικές αναπηρίες (Flandrois *et al.*, 1986), με σκοπό την σύγκριση των αποτελεσμάτων από τις μετρήσεις που διεξήχθησαν με το ίδιο πρωτόκολλο. Ακόμα, έχει καταγραφεί η εγκυρότητα και αξιοπιστία των διαφορετικών πρωτοκόλλων, για την αξιολόγηση των βιολογικών προσαρμογών (Cooper, *et al.*, 1992; Hartung, *et al.*, 1993).

Η τεχνική προώθησης του αμαξιδίου, που χρησιμοποιούν τα άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό στις καθημερινές τους μετακινήσεις, είναι παρόμοια με αυτή που εκτελούν οι αθλητές καλαθοσφαίρισης, στίβου και ράγκμπι κατά τη διάρκεια των αγώνων. Τα εργόμετρα, που έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί σε έρευνες, που εξετάζουν την αερόβια ικανότητα, είναι ίδιας λογικής με αυτά που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες. Συγκεκριμένα, ανάλογα με τη δημοσιευμένη εργασία, έχουν χρησιμοποιηθεί: α) στροφαλοεργόμετρο (Arm Cranking), β) εργόμετρο με κυλιόμενους κυλίνδρους (Roller System) και γ) δαπεδοεργόμετρο

για αμαξίδια (Motor Driven Treadmill). Σε επόμενο κεφάλαιο γίνεται λεπτομερής ανάλυση των εργομέτρων αυτών.

Με βάση μελέτες, που έχουν δημοσιευθεί, η $\dot{V}O_{2max}$ αθλητών με κινητικές αναπηρίες κυμαίνεται από 1.8 $l \cdot min^{-1}$ έως 3.3 $l \cdot min^{-1}$ (βλέπε Bhamdhani, 2002). Στις περισσότερες μελέτες (McConnell *et al.*, 1989; Holland *et al.*, 1994), η $\dot{V}O_{2max}$ δεν διέφερε σημαντικά. Αντίθετα, οι Gass και Camp (1984) κατέγραψαν σημαντικά υψηλότερη $\dot{V}O_{2max}$ στο εργόμετρο για αμαξίδια, σε σχέση με το στροφαλοεργόμετρο.

Οι περισσότεροι ερευνητές εστιάζουν την προσοχή τους στις διαφορές, που παρουσιάζονται στην αερόβια ικανότητα ατόμων με διαφορετικό επίπεδο βλάβης στον νωτιαίο μυελό (Veeger *et al.*, 1989; Bhambhani *et al.*, 1994; Hopman *et al.*, 1992; Lin *et al.*, 1993; Vinet *et al.*, 1997). Από τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών, διαπιστώνεται ότι, όσο υψηλότερα βρίσκεται η κάκωση στον νωτιαίο μυελό, τόσο μικρότερη είναι η μέγιστη ικανότητα κατανάλωσης οξυγόνου (Coutts *et al.*, 1983, 1985; Lasko *et al.*, 1990; Bhambhani *et al.*, 1994). Ακόμα, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει ο βαθμός λύσης του νωτιαίου μυελού. Πλήρης λύση συνεπάγεται και μεγαλύτερη ανικανότητα, σε σχέση με τη μερική (Sawka *et al.*, 1989). Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η μικρότερη συμμετοχή μυϊκών ομάδων, κατά την άσκηση για άτομα με τετραπληγία ή παραπληγία με κάκωση σε υψηλό επίπεδο των θωρακικών μυών. Η μικρή συμμετοχή των μυϊκών ομάδων, κατά την άσκηση, επιφέρει μείωση της αερόβιας ικανότητας των δοκιμαζόμενων. Σε έρευνα, που δημοσίευσαν ο Coutts και οι συνεργάτες (1983), διαπιστώθηκε ότι οι τετραπληγικοί αθλητές είχαν χαμηλότερη $\dot{V}O_{2max}$ (0.97 $l \cdot min^{-1}$), από άλλους παραπληγικούς αθλητές με κάκωση σε υψηλό (1.62 $l \cdot min^{-1}$) ή χαμηλό (2.42 $l \cdot min^{-1}$) σημείο του νωτιαίου μυελού.

Όσον αφορά τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο, σε δύο δημοσιεύσεις (Rotstein *et al.*, 1994; Coutts, 1990) η $\dot{V}O_{2max}$ κυμάνθηκε από16.6 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ έως 38.4 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Συγκεκριμένα, ο Coutts (1990) εξέτασε την αερόβια ικανότητα τριών άγγλων καλαθοσφαιριστών υψηλού επιπέδου. Η μέση τιμή της $\dot{V}O_{2max}$ ήταν 34.6 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, ενώ ο Rotstein και οι συνεργάτες (1994) παρουσίασαν την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου 11 καλαθοσφαι-ριστών του Ισραήλ, που ήταν 23.09 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Οι διαφορές αυτές αποδίδονται στο υψηλότερο επίπεδο των καλαθοσφαιριστών της πρώτης έρευνας και πιθανόν στο εύρος κάκωσης των δοκιμαζόμενων.

### 2.2.1. Αναπνευστικό κατώφλι

Αρκετοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τον προσδιορισμό του αναπνευστικού κατωφλιού (Bhambhani *et al.*, 1995; Coutts and McKenzie, 1995; Vinet *et al.*, 1997). Το αναπνευστικό κατώφλι των αθλητών με κινητικές αναπηρίες προσδιορίζεται, όπως και στα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες, σε απόλυτες τιμές σε $l \cdot min^{-1}$ ή $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ και με την ποσοστιαία % της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Το αναπνευστικό κατώφλι, που παρουσίασαν οι ερευνητές, φαίνεται ότι επηρεάζεται από το είδος και εύρος της αναπηρίας, καθώς και από το επίπεδο φυσικής κατάστασης των δοκιμαζόμενων.

Το αναπνευστικό κατώφλι ατόμων με τετραπληγία, κατά τη διάρκεια άσκησης

με αμαξίδιο, εξέτασαν οι Bhambhani και οι συνεργάτες (1995). Η σύγκριση του αναπνευστικού κατωφλιού έγινε μεταξύ 8 ατόμων, χωρίς προπονητική εμπειρία και 8 ατόμων, που έκαναν συστηματική προπόνηση και συμμετείχαν σε αγώνες μαραθωνίου δρόμου. Όλοι οι δοκιμαζόμενοι ήταν άνδρες με τετραπληγία. Οι τιμές της $\dot{V}O_{2max}$ (19.8 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ και 14.9 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ για προπονημένους και απροπόνητους) και του αναπνευστικού κατωφλιού ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες ($p<0.05$) για τους καλά προπονημένους δοκιμαζόμενους. Ωστόσο, δεν παρα-τηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όταν το αναπνευστικό κατώφλι εκφραζόταν ως % τιμή της $\dot{V}O_{2max}$ (62.9% και 58.3% για απροπόνητους και προπονημένους δοκιμαζόμενους, αντίστοιχα). Αυτό δικαιολογείται από την χαμηλότερη αερόβια ικανότητα των ατόμων που δεν έκαναν προπόνηση.

Επιπλέον, ο Coutts και οι συνεργάτες (1995) συνέκριναν το αναπνευστικό κατώφλι 30 ατόμων με κάκωση στη σπονδυλική στήλη διαφόρων αθλημάτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αθλητές του στίβου παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές, ενώ οι αθλητές της καλαθοσφαίρισης είχαν καλύτερες επιδόσεις από αθλητές άλλων αθλημάτων (κολύμβηση, τοξοβολία κλπ). Από τον προσδιορισμό του αναπνευστικού κατωφλιού φάνηκε ότι οι αθλητές με τετραπληγία είχαν υψηλότερες τιμές (87%) από τους αθλητές με παραπληγία και ακρωτηριασμό (69%), γεγονός που αποδίδεται στην χαμηλότερη πρόσληψη οξυγόνου των ατόμων με τετραπληγία. Στη συγκεκριμένη έρευνα οι δοκιμαζόμενοι καλαθοσφαιριστές είχαν αναπνευστικό κατώφλι στο 68% της $\dot{V}O_{2max}$.

Τέλος, ο Vinet και οι συνεργάτες (1997) προσδιόρισαν το αναπνευστικό κατώφλι ατόμων με παραπληγία με χαμηλό εύρος κάκωσης του νωτιαίου μυελού (από 8ο θωρακικό έως 5ο οσφυϊκό), οι οποίοι προπονούνταν 7 ώρες την εβδομάδα. Το αναπνευστικό κατώφλι προσδιορίσθηκε στο 56.4 % της $\dot{V}O_{2max}$.

### 2.2.2. Η καρδιακή συχνότητα

Η καρδιακή συχνότητα (HR) των ΑΚΑ σχετίζεται επίσης με το επίπεδο κάκωσης του νωτιαίου μυελού. Οι αθλητές με τετραπληγία παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές μέγιστης καρδιακής συχνότητας από τα άτομα με παραπληγία και ακρωτηριασμό (Coutts *et al.*, 1983; Bhambhani *et al.*, 1994; Van der Woude *et al.*, 1997). Σε έρευνα, που παρουσίασε ο Coutts και οι συνεργάτες (1983), οι τετραπληγικοί αθλητές είχαν μέγιστη καρδιακή συχνότητα από 100 έως 117 $b \cdot min^{-1}$, οι παραπληγικοί με κάκωση σε υψηλό σημείο στο νωτιαίο μυελό από 167 έως 185 $b \cdot min^{-1}$, ενώ αυτοί με κάκωση σε χαμηλό σημείο από 188 έως 190 $b \cdot min^{-1}$). Παρόμοια ευρήματα παρουσίασαν ο Bhambhani και οι συνεργάτες (1994). Οι τετραπληγικοί δοκιμαζόμενοι είχαν μέγιστη καρδιακή συχνότητα 117 $b \cdot min^{-1}$ και οι παραπληγικοί 188 $b \cdot min^{-1}$. Επίσης, κατά την άσκηση μέγιστης έντασης, τα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες καταγράφουν συνήθως υψηλότερη καρδιακή συχνότητα (187 έναντι 175 $b \cdot min^{-1}$) από τους δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (Jehl *et al.*, 1991). Παρόλα αυτά, σε ορισμένες έρευνες έχουν παρουσιασθεί αντίθετα αποτελέσματα (189 $b \cdot min^{-1}$ οι παραπληγικοί και 181 $b \cdot min^{-1}$ οι δοκιμαζόμενοι χωρίς αναπηρία) κατά την μέγιστη άσκηση (Hopman *et al.*, 1992, 1993). Σε υπομέγιστες εντάσεις οι δοκιμαζόμενοι με κάκωση στο νωτιαίο μυελό

παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές (στο 70% της $\dot{V}O_{2max}$ οι παραπληγικοί είχαν HR 159 $b \cdot min^{-1}$ και οι δοκιμαζόμενοι χωρίς αναπηρίες 140 $b \cdot min^{-1}$) από αυτούς χωρίς αναπηρίες (Hopman *et al.*, 1992, 1993). Οι τιμές υπομέγιστης καρδιακής συχνότητας επηρεάζονται επίσης από το επίπεδο φυσικής κατάστασης των δοκιμαζόμενων και την εξοικείωση των ατόμων χωρίς αναπηρίες στην άσκηση των άνω άκρων.

## 2.3. Αναερόβια ικανότητα ατόμων με κινητικές αναπηρίες

Η μέτρηση της αναερόβιας ικανότητας ατόμων με κινητικές αναπηρίες επηρεάζεται από αρκετούς παράγοντες. Στην ανασκόπηση, που παρουσίασε ο Bhambhani (2002), σχετικά με την αναερόβια ικανότητα των ατόμων με κινητικές αναπηρίες διαπιστώνεται ότι: α) οι περισσότερες έρευνες έχουν περιορισμένο αριθμό δοκιμαζόμενων, β) ορισμένες μελέτες ακολουθούν στατιστική ανάλυση μεταξύ ατόμων με διαφορετικού τύπου αναπηρία, γεγονός που επιφέρει δυσκολίες στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, γ) ο βαθμός κάκωσης του νωτιαίου μυελού (πλήρης λύση ή μη) επηρεάζει σημαντικά τις βιολογικές αντιδράσεις και επιφέρει σύγχυση στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων, δ) οι διαφορές των χρησιμοποιούμενων πρωτοκόλλων αξιολόγησης κάνουν δύσκολη την σύγκριση των ευρημάτων και ε) οι περισσότερες έρευνες έχουν διεξαχθεί σε άνδρες, ενώ υπάρχει ένδεια σε δείγμα γυναικών. Επιπλέον, ο ανομοιόμορφος καθορισμός ιδανικής επιβάρυνσης ευκολίας των δοκιμαζόμενων για την εκτέλεση της δοκιμασίας Wingate, αλλά και η επιλογή του κατάλληλου εργομέτρου αποτελούν πηγές παραγωγής ποικιλότητας αποτελεσμάτων ανάμεσα σε διάφορες μελέτες (βλέπε Hutzler, 1998).

Για την αξιολόγηση της αναερόβιας ικανότητας αθλητών με κινητικές αναπηρίες, το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται, είναι παρόμοιας λογικής με αυτό των ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες. Οι δοκιμαζόμενοι πρέπει να εκτελέσουν χειροεργομέτρηση διάρκειας 30 sec με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα. Αντίθετα, από την τυποποιημένη εφαρμογή της επιβάρυνσης για τους δοκιμαζόμενους χωρίς αναπηρίες (0.075 kg ανά χιλιόγραμμο του σωματικού βάρους για το κυκλοεργόμετρο και 0.30 N/kg σωματικού βάρους για το στροφαλοεργόμετρο), δεν υπάρχει συμφωνία όσον αφορά την καταλληλότερη αντίσταση, που πρέπει να εφαρμόζεται στη δοκιμασία των δοκιμαζόμενων με κινητικές αναπηρίες (Veeger *et al.*, 1992; Janssen *et al.*, 1993 & 1994). Οι διαφορετικού τύπου αναπηρίες, καθώς και η ποικιλία των οργάνων μέτρησης, καθιστούν δύσκολη την εφαρμογή ενός ενιαίου πρωτοκόλλου για τη μέτρηση της αναερόβιας ικανότητας των ατόμων με κινητικές αναπηρίες. Ειδικότερα, όσον αφορά την επιλογή του εργομέτρου ο Bhambhani (2002) αναφέρει ότι τα εργόμετρα που επιλέγονται από τους ερευνητές είναι: α) το στροφαλοεργόμετρο, β) το σταθερό εργόμετρο με κυλίνδρους για αμαξίδια, που υποστηρίζεται από ηλεκτρονικό υπολογιστή, γ) το δαπεδοεργόμετρο για αμαξίδια και δ) το εργόμετρο για αμαξίδια με κυλίνδρους με μεταβαλλόμενη κλήση. Λόγω της μικρότερης συμμετοχής μυϊκής μάζας των ατόμων με κινητικές αναπηρίες κατά την άσκηση, η εφαρμογή επιβάρυνσης, η οποία θα σχετίζεται αποκλειστικά με το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων, είναι εξαιρετικά παρακινδυνευμένη και συνήθως οδηγεί σε πλασματικά δεδομένα. Ακόμα, το επίπεδο απόδοσης

της αναερόβιας ικανότητας μέσω του WAT, σχετίζεται αντιστρόφως ανάλογα με το επίπεδο κάκωσης του νωτιαίου μυελού. Αυτό σημαίνει ότι, όσο υψηλότερα στο νωτιαίο μυελό βρίσκεται η κάκωση, τόσο μικρότερη είναι η αναερόβια ισχύς των δοκιμαζόμενων (23 έως 46 W για τετραπληγικούς και 57 έως 336 W για παραπληγικούς και αθλητές με ακρωτηριασμό). Σημειώνεται δε, ότι η αναερόβια ισχύς των αθλητών με χαμηλό επίπεδο κάκωσης του νωτιαίου μυελού μπορεί να είναι υψηλότερη αυτών με υψηλό επίπεδο κάκωσης κατά 3 ή 4 φορές (Van der Woude *et al.*, 1997, 1998; Hutzler 1998; Hutzler *et al.*, 1998). Ακόμα, τα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με τους δοκιμαζόμενους με χαμηλή παραπληγία (επίπεδο κάκωσης από τον 8 θωρακικό και κάτω) και ακρωτηριασμό στις απόλυτες ή σχετικές τιμές της αναερόβιας ισχύος κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας των 30sec του WAT. Τέλος, από τη σύγκριση των επιδόσεων μεταξύ των δύο φύλων (Veeger *et al.*, 1991; Hutzler *et al.*, 2000) καταγράφηκε ότι α) οι άνδρες δοκιμαζόμενοι παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές στην μέγιστη ισχύ, μέση ισχύ και μέση ταχύτητα σε σχέση με αυτή των γυναικών, β) καταγράφεται στατιστικά σημαντικά υψηλότερος δείκτης κόπωσης στις γυναίκες απ' ότι στους άνδρες αθλητές, ενώ είναι μεγαλύτερη και η μείωση της ισχύος για τις γυναίκες δοκιμαζόμενες και γ) δεν καταγράφονται σημαντικές διαφορές στη μέγιστη ισχύ ανά μάζα σώματος μεταξύ των δύο φύλων.

Ο Hutzler και οι συνεργάτες (1993) κατέγραψαν την αναερόβια ικανότητα Ισραηλινών καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο υψηλού επιπέδου σε εργόμετρο με κυλίνδρους. Οι μέγιστες τιμές αναερόβιας ισχύος κυμάνθηκαν από 245 έως 489 W. Σε άλλη έρευνα, ο Vanlandewijck και οι συνεργάτες (1999) εξετάζοντας την αναερόβια ισχύ 46 καλαθοσφαιριστών του Βελγίου εμφάνισαν μέση ισχύ 852 W. Η μεγάλη διαφορά των τιμών, σε σχέση με την προηγούμενη έρευνα, δικαιολογείται από το ότι κατά τη δεύτερη έρευνα η αξιολόγηση της αναερόβιας ισχύος έγινε μόνο κατά τη φάση ώθησης του αμαξιδίου (τη διάρκεια που τα χέρια των δοκιμαζόμενων βρίσκονταν σε επαφή με την στεφάνη των τροχών). Όσον αφορά το δείκτη κόπωσης των αθλητών με αμαξίδιο υψηλού επιπέδου (καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο) κατά τη διάρκεια του WAT φθάνει το 50 έως 60 % γεγονός που σημαίνει μείωση κατά 50% της ισχύος στη λήξη της δοκιμασίας συγκρινόμενη με τη μέγιστη τιμή, που καταγράφηκε στη διάρκεια των 30 sec που διήρκεσε η δοκιμασία (Hutzler *et al.*, 1993, Hutzler, 1998).

Τα γεγονότα αυτά ώθησαν τους ερευνητές στην προσπάθεια εξεύρεσης του καταλληλότερου πρωτοκόλλου αξιολόγησης της αναερόβιας ισχύος για τα άτομα με κινητικές αναπηρίες. Ως λύση πρότειναν τη διαφοροποίηση του επιπέδου επιβάρυνσης, ανάλογα με τον βαθμό αναπηρίας και όχι με το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων. Ορισμένες έρευνες προτείνουν ως καταλληλότερο επίπεδο αντίστασης τα 0.25, 0.50, και 0.75 N/kg σωματικής μάζας με βάση την ηλικία, τη δραστηριότητα και το επίπεδο τραυματισμού των δοκιμαζόμενων (Janssen *et al.*, 1993 & 1994; Dallmeijer *et al.*, 1994). Παρόμοια πρόταση με διαφορετικό βαθμό αντίστασης (0.50, 0.75 και 1 N/kg) παρουσίασαν ο Veeger και οι συνεργάτες (1992). Επιπρόσθετα, ο Van Der Woude και οι συνεργάτες (1997) αξιολόγησαν την αναερόβια ικανότητα 67 παραπληγικών αθλητών σε ειδικό κυλινδρο- εργόμετρο. Πιο συγκεκριμένα, οι αθλητές εκτέλεσαν 2 προσπάθειες 30 δευτερολέπτων χωρίς

αρχική ταχύτητα. Στην πρώτη προσπάθεια χρησιμοποιήθηκε επιβάρυνση ίση με 2.5, 5, 7.5, και 10% του σωματικού βάρους του δοκιμαζόμενου (τροποποιημένη σε N/kg), υπολογίζοντας σε αυτό και το βάρος του αμαξιδίου (20kg), που ήταν το ίδιο για όλους τους δοκιμαζόμενους. Η επιβάρυνση αυτή ήταν ανάλογη του επιπέδου τραυματισμού τους. Αν στην πρώτη προσπάθεια η ταχύτητα ξεπερνούσε τα $3 m \cdot s^{-1}$ η αντίσταση αυξανόταν 2.5-5% της συνολικής μάζας (μαζί με το αμαξίδιο) ώστε να διατηρείται η σωστή τεχνική προώθησης του αμαξιδίου (Janssen *et al.*, 1993; Dallmeijer *et al.*, 1994).

Κάποιες άλλες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει τη μέγιστη ταχύτητα, που αναπτύσσουν οι δοκιμαζόμενοι κατά τη διάρκεια των 30 sec, ως δείκτη της αναερόβιας ισχύος. Επιπλέον, προτείνουν ότι η αναερόβια ικανότητα μπορεί να εκφρασθεί και ως ποσοστό της υψηλότερης ταχύτητας, που διατηρείται κατά τη διάρκεια μιας δοκιμασίας 2 min (Hedrick and Morse, 1991). Σ' ένα πρωτόκολλο μέγιστης ταχύτητας 30 sec ο Hutzler και οι συνεργάτες του (1995) ανέφεραν ότι η μέγιστη ταχύτητα κατά μέσο όρο ήταν 5.1 m/sec και η παραγόμενη ισχύς ήταν παρόμοια με την αντίστοιχη των αθλητών στίβου (152.4 W).

Σε αντίθεση των ερευνών, που χρησιμοποιούν το σωματικό βάρος ως κύριο παράγοντα προσδιορισμού της καταλληλότερης επιβάρυνσης για την αξιολόγηση της αναερόβιας ισχύος των ατόμων με κινητικές αναπηρίες, ερευνητές προτείνουν ως ιδανική επιβάρυνση το 50% του μέγιστου φορτίου, που επιτυγχάνεται έπειτα από προσπάθεια 7 επαναλήψεων (να μην υπάρχει δυνατότητα όγδοης επανάληψης) με μέγιστη ταχύτητα (7 ωθήσεις επί της στεφάνης του τροχού). Η διάρκεια του διαλείμματος ήταν 8 min μεταξύ των επαναλήψεων, των οποίων η επιβάρυνση ήταν προοδευτικά αυξανόμενη. Ο δείκτης πρόβλεψης της μεταβλητής φάνηκε να είναι υψηλός ($r^2 = 0.91$), όσον αφορά την καταλληλότερη εφαρμογή επιβάρυνσης, κατά τη διάρκεια δοκιμασίας σε στροφαλοεργόμετρο, σε παίδες και έφηβους με νευρομυϊκές ασθένειες (Mil *et al.*, 1996). Επιπρόσθετα, ο Tsukagoshi και οι συνεργάτες (1994) υπέβαλαν σε δοκιμασία 11 αθλητές με αμαξίδιο, χρησιμοποιώντας το ίδιο πρωτόκολλο των 7 επαναλήψεων (με τη μέγιστη ταχύτητα) με επιβάρυνση που κυμάνθηκε από 1- 7 kp. Τα αποτελέσματα έδειξαν την υψηλή αξιοπιστία της μεθόδου ($r = 0.86$ για τα 6kp ως 0.97 για τα 3kp).

## 2.4. Τεχνικές ικανότητες καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο

Η αξιολόγηση των τεχνικών ικανοτήτων των καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο έχει απασχολήσει τους ερευνητές και προπονητές στο παρελθόν. Για τις απαιτήσεις των ερευνών, οι μέθοδοι αξιολόγησης των τεχνικών χαρακτηριστικών των καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο βασίζονται κυρίως σε αντίστοιχες, που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση καλαθοσφαιριστών χωρίς κινητικές αναπηρίες (Brasile 1984, 1996 a&b, 1993; Αναστασιάδης, 1996). Η ικανότητα εκτέλεσης των τεχνικών δεξιοτήτων, που απαιτεί το άθλημα της καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο, περιορίζονται από τις διαφορετικού τύπου και βαθμού αναπηρίες των αθλητών, που αποτελούν τις ομάδες. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, κάθε αθλητής ταξινομείται με ένα βαθμό, σύμφωνα με το επίπεδο κάκωσης στο νωτιαίο μυελό και την ικανότητα εκτέλεσης ορισμένων δοκιμασιών, όπως η προώθηση καροτσιού, το σταμάτημα, ο ελιγμός με

μπάλα, το κράτημα μπάλας κλπ. Το σύστημα ταξινόμησης των καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο, που έχει καθιερώσει η Διεθνής Ομοσπονδία Καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο (I.W.B.F) με βαθμούς ταξινόμησης από 1 έως 4.5, διαφέρει από αυτό, που ισχύει στις Η.Π.Α. (N.W.B.A) με βαθμούς ταξινόμησης 1 έως 3. Σκοπός των ερευνητών είναι η αξιολόγηση των αθλητών με διαφορετικό βαθμό αναπηρίας, καθώς και η εξεύρεση μεθόδων βελτίωσης των τεχνικών τους χαρακτηριστικών.

Ο Brasile (1986) παρουσίασε τις επιδόσεις των καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο ταξινομημένων βάσει της διεθνούς κλίμακας ταξινόμησης (Classification I, II, III και IV). Οι συμμετέχοντες μετρήθηκαν στις δοκιμασίες: α) ελιγμού με μπάλα, β) ελευθέρων βολών, γ) ελιγμού με μπάλα και βολή, και δ) ακρίβειας μεταβίβασης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι: α) οι αθλητές με ταξινόμηση ΙΙ και ΙΙΙ παρουσίασαν υψηλότερες επιδόσεις από τους υπόλοιπους αθλητές και β) οι αθλητές με ταξινόμηση ΙΙ παρουσίασαν τις υψηλότερες επιδόσεις. Επιπλέον, οι Vanlerberghe και Slock (1987) χρησιμοποίησαν: α) δύο δοκιμασίες για την ευστοχία (βολή κάτω από το καλάθι και διεκδίκηση, ελιγμός με μπάλα - βολή και διεκδίκηση), β) δύο δοκιμασίες για την ικανότητα ελιγμού με μπάλα (ελιγμός με μπάλα γύρω από εμπόδια και ελιγμός με μπάλα γύρω από αμαξίδια), και γ) δύο δοκιμασίες για την ικανότητα μεταβίβασης (ταχύτητα μεταβίβασης και μακρινή μεταβίβαση). Στο πλαίσιο αυτής της έρευνας εξετάσθηκαν 30 αθλητές των Η.Π.Α. με ταξινόμηση Ι, ΙΙ και ΙΙΙ. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των αθλητών με διαφορετικές κινητικές αναπηρίες. Οι αθλητές με ταξινόμηση ΙΙΙ παρουσίασαν τις υψηλότερες επιδόσεις, ενώ οι αθλητές με ταξινόμηση Ι τις χαμηλότερες. Ωστόσο, οι ερευνητές υποστήριξαν ότι οι δοκιμασίες αυτές δύσκολα μπορούν να αποτελέσουν αξιόπιστη μέθοδο αξιολόγησης καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο. Επίσης, ο Brasile (1990) εξέτασε 79 αθλητές της καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο, οι οποίοι συμμετείχαν στο Εθνικό Πρωτάθλημα των Η.Π.Α. (N.W.B.A). Οι αθλητές χωρίστηκαν με βάση την ταξινόμηση του N.W.B.A σε κατηγορίες Ι, ΙΙ, και ΙΙΙ και εξετάστηκαν στις παρακάτω δοκιμασίες: ελιγμός με μπάλα, βολές διάρκειας 1 λεπτού με το δυνατό χέρι, βολές διάρκειας 1 λεπτού με το αδύνατο χέρι, ακρίβεια μεταβίβασης με το δυνατό χέρι, ακρίβεια μεταβίβασης με το αδύνατο χέρι και ταχύτητα απόστασης 20μ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αθλητές με ταξινόμηση ΙΙ και ΙΙΙ είχαν παρόμοιες επιδόσεις και υψηλότερες από τους αθλητές με ταξινόμηση Ι. Τα ευρήματα αυτά οδήγησαν τον Brasile να συμπεράνει ότι τα αποτελέσματα επηρεάζονται, τόσο από το χρόνο που καταναλώνουν οι αθλητές στη προπόνηση, όσο και από την προηγούμενη εμπειρία τους στα διάφορα αθλήματα. Ακόμα, φαίνεται ότι η ηλικία μπορεί να επηρεάζει την απόδοση των αθλητών στην καλαθοσφαίριση με αμαξίδιο. Τέλος, ο Brasile το 1993 εφάρμοσε έξι δοκιμασίες στο γήπεδο με σκοπό την αξιολόγηση καλαθοσφαιριστών-στριών με αμαξίδιο. Συγκεκριμένα, οι δοκιμασίες ήταν: α) ελιγμός με μπάλα με εμπόδια, β) ελεύθερες βολές, γ) διεκδίκηση και βολή με το δυνατό χέρι, δ) διεκδίκηση και βολή με το αδύνατο χέρι ε) πάσα ακριβείας με το δυνατό χέρι και στ) πάσα ακριβείας με το αδύνατο χέρι. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 12 άνδρες καλαθοσφαιριστές και 12 γυναίκες καλαθοσφαιρίστριες με αμαξίδιο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, στα περισσότερα σημεία οι δυο ομάδες ήταν ισοδύναμες, αναφορικά με το επίπεδο των δοκιμασιών και των

επίκτητων ικανοτήτων, που απαιτεί η καλαθοσφαίριση με αμαξίδιο. Η ομάδα των γυναικών παρουσίασε στατιστικά καλύτερα αποτελέσματα στις δοκιμασίες που απαιτούσαν επιδεξιότητα και περισσότερη πειθαρχία (διεκδίκηση και βολή και ελιγμός με μπάλα με εμπόδια). Αντίθετα, η ομάδα των ανδρών εμφάνισε καλύτερα αποτελέσματα στις δοκιμασίες που απαιτούσαν περισσότερη δύναμη και ειδικά σε αυτές που είχαν σχέση με την απόσταση (πάσα ακριβείας και ελεύθερες βολές).

## 2.5. Επίδραση της προπόνησης στις βιολογικές προσαρμογές των ατόμων με κινητικές αναπηρίες.

Οι έρευνες που έχουν ασχοληθεί με την επίδραση της άσκησης στις βιολογικές προσαρμογές των ατόμων με κινητικές αναπηρίες είναι σχετικά περιορισμένες. Οι περισσότεροι ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει ως βάση το εργαστήριο και τα εργόμετρα που αναφέρθηκαν παραπάνω (Washburn *et al.*, 1983; Hooker and Wells, 1989; Hartung *et al.*, 1993). Αντίθετα, δεν έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες, που να χρησιμοποιούν δοκιμασίες στο γήπεδο ως παρέμβαση για τη βελτίωση των καρδιαγγειακών λειτουργιών των ατόμων με αναπηρίες. Από την υπάρχουσα βιβλιογραφία φαίνεται ότι, για τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας πρέπει να εφαρμόζονται προπονητικά προγράμματα που θα περιλαμβάνουν: α) άσκηση τουλάχιστον τρεις φορές την εβδομάδα (Magel *et al.*, 1978; Glaser, 1989; Hooker and Wells, 1989), β) διάρκεια όχι μικρότερη των πέντε εβδομάδων (Magel *et al.*, 1978; Glaser.R., 1989; Hooker and Wells 1989; Glaser *et al.*, 1993; Van Der Voude *et al.*, 1998), γ) ένταση από 70% και άνω της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (Van Der Voude *et al.*, 1998; Hooker and Wells, 1989). Η βελτίωση των βιολογικών προσαρμογών των ατόμων με κινητικές αναπηρίες δεν φαίνεται να επηρεάζεται, αν η προπόνηση είναι διαλειμματικής μορφής ή συνεχόμενη (Magel *et al.*, 1978; Glaser *et al.*, 1993). Όσον αφορά το είδος του εργομέτρου, προτείνεται η χρησιμοποίηση εργομέτρων για αμαξίδια, λόγω του ότι πλησιάζουν περισσότερο στην κίνηση που απαιτείται κατά την άσκηση (Glaser, 1989). Για την βελτίωση της μέγιστης αναερόβιας ισχύος, προτείνεται να ακολουθηθούν οι παραπάνω προπονητικές αρχές που αναφέρονται στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας (Magel *et al.*, 1978; Glaser *et al.*, 1993).

## 2.6. Επιλογή εργομέτρου για άτομα με κινητικές αναπηρίες.

Η επιλογή του κατάλληλου εργομέτρου, για την αξιολόγηση των βιολογικών προσαρμογών, αποτελεί παράγοντα προβληματισμού. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων, που συλλέχθηκαν από δοκιμασίες με διαφορετικού τύπου εργόμετρα, πρέπει να γίνεται με προσοχή, λαμβάνοντας υπόψη τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του κάθε μηχανήματος. Στις πρώτες μελέτες, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τροποποιημένα κλασικά εργόμετρα, με τα οποία αξιολογούσαν τις βιολογικές προσαρμογές των ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες (Glaser *et al.*, 1979, 1980). Τα χειροεργόμετρα, που χρησιμοποιούνται συνήθως για την αξιολόγηση ΑΚΑ, είναι: α) το στροφαλοεργόμετρο (Arm Cranking), β) το κυλινδροεργόμετρο για αμαξίδια (Roller System) και γ) το δαπεργόμετρο για αμαξίδια (Motor Driven Treadmill). Τα δύο τελευταία εργόμετρα υποστηρίζονται από ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω του οποίου ρυθμίζεται αυτόματα η επιβάρυνση, ενώ μέσω της οθόνης ο

δοκιμαζόμενος και ο εξεταστής μπορούν να παρακολουθούν πλήθος πληροφοριών, ανάλογα με τον τύπο του λογισμικού που χρησιμοποιείται (π.χ. ταχύτητα, περιστροφές ανά λεπτό, μέση ισχύς, καλυπτόμενη απόσταση κ.λ.π). Το κάθε εργόμετρο παρέχει στον ερευνητή πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τα οποία αναλύονται παρακάτω.

Ειδικότερα, όσον αφορά τη μέτρηση της αναερόβιας ικανότητας ο Hutzler (1998) αναφέρει ότι γνωστή ερευνητική ομάδα από την Ολλανδία (Janssen *et al.*, 1993a-1993b -1994; Veeger *et al.*, 1991a-1191b-1992; Van der Woude *et al.*, 1990, 1994) χρησιμοποιεί στις μελέτες της ένα εργόμετρο για αμαξίδια, το οποίο είναι σταθερό υποστηρίζεται από ηλεκτρονικό υπολογιστή και λειτουργεί ως συσκευή προσομοίωσης της κίνησης του αμαξιδίου. Στο συγκεκριμένο εργόμετρο, τα χαρακτηριστικά του αμαξιδίου είναι ίδια για όλους τους δοκιμαζόμενους. Από την άλλη πλευρά, έχουν γίνει μελέτες στις οποίες χρησιμοποιήθηκε εργόμετρο με κυλίνδρους, με την διαφορά όμως ότι, οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν τη δοκιμασία με το ατομικό τους αμαξίδιο (Lees, 1987; Lees *et al*., 1988 & 1993; Coutts *et al.*, 1987; Hutzler *et al.*, 1995). Τέλος, σε αρκετές έρευνες έχει χρησιμοποιηθεί ως όργανο μέτρησης το στροφαλοεργόμετρο (Bar-Or *et al.*, 1976; Hutzler, 1993 a&b; Bolotin, 1994; Tsukagoshi *et al.*, 1994,1995). Τα κυριότερα πλεονεκτήματα αυτού του οργάνου είναι το χαμηλό κόστος, η ευκολία μεταφοράς του και ότι δεν χρειάζεται ιδιαίτερη ικανότητα εξοικείωσης, (όπως στην κίνηση της προώθησης του αμαξιδίου), ιδιαίτερα όταν γίνεται αξιολόγηση των βιολογικών παραμέτρων αθλητών με κινητικές αναπηρίες, που δεν χρησιμοποιούν αμαξίδιο στις αγωνιστικές τους υποχρεώσεις (π.χ. αθλητές κολύμβησης, άρσης βαρών κλπ.). Ιδιαίτερα για την αξιολόγηση της αναερόβιας ικανότητας η επιλογή του στροφαλοερόμετρου ως οργάνου μέτρησης, λόγω της συνεχούς επαφής των άνω άκρων του δοκιμαζόμενου, πλησιάζει περισσότερο στην αντίστοιχη δοκιμασία, που εκτελούν τα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες στο κυκλοεργόμετρο. Το μειονέκτημα του στροφαλοεργόμετρου είναι ότι οι κινήσεις, που εκτελούν οι δοκιμαζόμενοι, που συμμετέχουν σε αθλήματα όπου απαιτείται η χρήση αμαξιδίου, δεν είναι όμοιες με αυτές που εκτελούν στις καθημερινές τους υποχρεώσεις. Αντίθετα, στα εργόμετρα για αμαξίδια, οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποιούν παρόμοια κίνηση με αυτή που χρησιμοποιούν στις καθημερινές τους δραστηριότητες ή/και στις αγωνιστικές τους υποχρεώσεις (Glaser *et al.*, 1979 & 1980; Gass and Camp, 1984). Τα περισσότερα εργόμετρα για αμαξίδια παρέχουν δυνατότητα συλλογής πλήθους δεδομένων, όπως αυτόματη προσαρμογή επιβάρυνσης, έλεγχο ταχύτητας, παραγωγής ισχύος, διάρκεια διαδικασίας, περιστροφές το λεπτό κ.λ.π. Όλες οι λειτουργίες ρυθμίζονται με ακρίβεια μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Στα μειονεκτήματα καταγράφεται το μεγάλο κόστος αυτών των εργομέτρων, καθώς και η δυσκολία μετακίνησης και μεταφοράς από το εργαστήριο. Φαίνεται ότι και οι τρεις ανωτέρω τύποι χειροεργομέτρων είναι αξιόπιστες συσκευές αξιολόγησης βιολογικών χαρακτηριστικών ατόμων με κινητικές αναπηρίες (Martel *et al.*, 1991; Arabi *et al.*, 1997).

Στο σημείο αυτό θα αναφερθούμε εν συντομία σε δύο παραμέτρους, που βοηθούν τον αναγνώστη της παρούσας έρευνας να εντρυφήσει καλύτερα στο κείμενο. Η πρώτη παράμετρος αφορά την κατηγοριοποίηση (Classification), που λαμβάνουν οι αθλητές της καλαθοσφαίρισης πριν από την έκδοση της αθλητικής τους ταυτότητας, όπως και την ταξινόμηση ΑΚΑ με βάση το είδος

και την ένταση της βλάβης. Η δεύτερη παράμετρος αφορά τις διαφορές μεταξύ του αμαξιδίου, που χρησιμοποιούν τα άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό στις καθημερινές τους δραστηριότητες και του αγωνιστικού τους αμαξιδίου.

## 2.7. Η κατηγοριοποίηση (Classification)

Οι αθλητές καλαθοσφαίρισης με αγωνιστικό αμαξίδιο εξαιτίας των διαφορών σε: α) επίπεδο και ένταση κάκωσης, β) κινητικό ταλέντο και γ) φυσική κατάσταση και προπόνηση χειρίζονται τους ελιγμούς με και χωρίς την μπάλα, τη μεταβίβαση, τη βολή, και τη διεκδίκηση με πιθανόν εντελώς διαφορετικό τρόπο. Η κινητική δεξιότητα ενός παίκτη αξιολογείται, κατά τη διάρκεια ενός αγώνα καλαθοσφαίρισης σε αμαξίδιο με βάση συγκεκριμένες αρχές, από εξειδικευμένο παρατηρητή, που ονομάζεται κατηγοροποιητής. Κάθε καλαθοσφαιριστής, ανάλογα με τη δυνατότητα του, βαθμολογείται από 1 έως 4.5 βαθμούς. Η υψηλή βαθμολόγηση υπονοεί ότι το άτομο φέρει και υψηλή λειτουργική ικανότητα. Σκοπός του συστήματος αυτού κατηγοριοποίησης είναι η συμμετοχή στο παιχνίδι ατόμων με διαφορετικές αναπηρίες. Μια ομάδα καλαθοσφαίρισης περιλαμβάνει άτομα με μεγάλη αναπηρία (π.χ. τετραπληγία) όπως και αθλητές με ελάχιστη αναπηρία, βάσει των κανονισμών, που ισχύουν από την εμφάνιση του παιχνιδιού περίπου στη δεκαετία του 1940. Τα πρώτα συστήματα κατηγοριοποίησης ήταν περισσότερο ανατομικά παρά λειτουργικά. Από το 1984 ισχύει το νέο σύστημα κατηγοριοποίησης, στο οποίο αρχικά υπήρχαν μόνο τέσσερις (4) κατηγορίες (1,2,3,4). Μέχρι σήμερα, έχουν υπάρξει κάποιες αλλαγές, με σημαντικότερη αυτή της πρόσθεσης των "μισών κατηγοριών" (1.5/ 2.5/ 3.5 /4.5). Στις Η.Π.Α, η αντίστοιχη Ομοσπονδία Καλαθοσφαιριστών με Αμαξίδιο (N.W.B.A) έχει θεσπίσει διαφορετικό σύστημα κατηγοριοποίησης τριών κατηγοριών. Όπως ήδη έχει προαναφερθεί κάθε παίκτης έχει μια κατηγορία σε πόντους. Οι πόντοι όλων των παικτών, που βρίσκονται εντός παιδιάς, προστίθενται και δεν επιτρέπεται να υπερβαίνουν έναν ορισμένο αριθμό. Για τους Διεθνείς αγώνες, η Διεθνής Ομοσπονδία έχει οριοθετήσει ως μέγιστο αριθμό το 14 (για την εκάστοτε πεντάδα που συμμετέχει κατά τη διάρκεια του αγώνα). Σε τοπικά πρωταθλήματα ή σε κάποια εθνικά πρωταθλήματα, οι εκάστοτε Ομοσπονδίες έχουν το δικαίωμα να εφαρμόζουν εσωτερικό κανονισμό όπου να επιτρέπεται σε κάθε ομάδα να συμμετέχει στον αγώνα με περισσότερους πόντους (π.χ. Ο.Σ.Ε.Κ.Κ. Α' Εθνική 14.5 και Β' Εθνική 15).

## 2.8. Οι διαφορές αγωνιστικού και κλασικού αμαξιδίου

Τα άτομα με κακώσεις στο νωτιαίο μυελό μετακινούνται σε καθημερινή βάση μ' ένα αμαξίδιο, που έχει έναν κλασικό σχεδιασμό, παρόλο που οι λεπτομέρειες του ποικίλουν ανάλογα με τη σοβαρότητα της αναπηρίας. Τα αγωνιστικά αμαξίδια φέρουν ειδικά χαρακτηριστικά, που ανταποκρίνονται στο αντίστοιχο άθλημα, αν και γενικά μοιάζουν μεταξύ τους. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι: α) στο αγωνιστικό αμαξίδιο οι τροχοί δεν είναι παράλληλοι μεταξύ τους. Ο άξονας των τροχών έχει μια κλίση (camper), που διαφέρει από αθλητή σε αθλητή. Όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ικανότητα ελιγμού, β) το αγωνιστικό αμαξίδιο, εκτός από τις μικρούς τροχούς μπροστά και τους μεγάλους πίσω, διαθέτει (συνήθως) και ένα πέμπτο μικρό τροχό

ανάμεσα από τους δύο πίσω τροχούς (καλαθοσφαίριση). Ο τροχός αυτός παρέχει επιπλέον στήριξη και ισορροπία στους ελιγμούς, που πραγματοποιούν οι αθλητές κατά τη διάρκεια των αθλητικών δραστηριοτήτων. Τα αγωνιστικά αμαξίδια των δρομικών αγωνισμάτων του στίβου έχουν ένα μικρό τροχό μπροστά, που είναι αρκετά απομακρυσμένος από το αμαξίδιο, γ) το αγωνιστικό αμαξίδιο είναι συνήθως ελαφρύτερο από αυτό, που χρησιμοποιούν για τις καθημερινές του ανάγκες τα άτομα με κινητικές αναπηρίες.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

## 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Για τον προσδιορισμό της αερόβιας και αναερόβιας ισχύος των ατόμων με κινητικές αναπηρίες ακολουθήθηκαν οι παρακάτω διαδικασίες.

### 3.1. Δείγμα

Δέκα επτά αθλητές της καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο (ηλικίας 30.9 ±7.2 ετών X SD), οι οποίοι προσήλθαν οικειοθελώς στο εργαστήριο και υποβλήθηκαν σε δύο πειραματικές διαδικασίες, αποτέλεσαν τους δοκιμαζόμενους στην πρώτη πειραματική ενότητα της παρούσας έρευνας. Όλοι οι αθλητές ήταν ενεργά μέλη της Εθνικής Ομάδας της Ελλάδας, που συμμετείχε στο Πανευρωπαϊκό Πρωτάθλημα Γ΄ κατηγορίας το Σεπτέμβριο του 2003. Τα ίδια άτομα επίσης, εκτέλεσαν έξι δοκιμασίες σε κλειστό γυμναστήριο καλαθοσφαίρισης με σκοπό την αξιολόγηση των τεχνικών χαρακτηριστικών. Το είδος κινητικής αναπηρίας των δοκιμαζόμενων ήταν το ακόλουθο: ένας (1) με ατελή τετραπληγία (επίπεδο κάκωσης 6ο και 7ο Αυχενικό), εννέα (9) με παραπληγία (7ο Αυχενικό έως 12ο Θωρακικό), ένας (1) με ατελή παραπληγία (5ο Οσφυϊκό έως 2ο Ιερό), ένας (1) με πολιομυελίτιδα, τέσσερις (4) με ακρωτηριασμό και ένας (1) με πολλαπλά κατάγματα στα κάτω άκρα. Τα ακριβή ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 3.1.

Αντίστοιχα, για τις συγκρίσεις στο εσωτερικό του δείγματος σε σχέση με το επίπεδο κάκωσης, έλαβαν μέρος εννέα (9) δοκιμαζόμενοι με παραπληγία, τέσσερις (4) με ακρωτηριασμό ένας (1) με ατελή τετραπληγία και ένας (1) με πολλαπλά κατάγματα. Για τη σύγκριση, σχετικά με το βαθμό ταξινόμησης 1 έως 2.5 και 3 έως 4.5, οι δοκιμαζόμενοι ήταν δέκα (10) και επτά (7) αντίστοιχα.

Τέλος, για την αξιολόγηση της επίδρασης της προπόνησης, στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά, δέκα από τους παραπάνω δοκιμαζόμενους επανέλαβαν τις δοκιμασίες μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και μέγιστης αναερόβιας ισχύος μετά από προπόνηση προαγωνιστικής περιόδου διάρκειας οκτώ εβδομάδων. —

### 3.2. Προκαταρκτικές διαδικασίες

#### 3.2.1. Εξοικείωση της Εθνικής Ομάδας Καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο.

Οι δοκιμαζόμενοι, πριν από τις κύριες πειραματικές μετρήσεις, επισκέφτηκαν το εργαστήριο με σκοπό να εξοικειωθούν με το περιβάλλον, τα όργανα μέτρησης, ενώ τους έγινε ενημέρωση σχετικά με την ερευνητική μεθοδολογία που θα ακολουθούσαν. Οι δοκιμαζόμενοι εξοικειώθηκαν με το εργόμετρο για αμαξίδια, δοκιμάζοντας τις συνθήκες προώθησης του προσωπικού τους αγωνιστικού αμαξιδίου πάνω σε αυτό. Ακολούθησε εξοικείωση με τα όργανα μέτρησης και τις συνθήκες προσδιορισμού της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (εισπνοή - εκπνοή μέσω της αναπνευστικής βαλβίδας, προσαρμογή ρυνοπίεστρου κλπ). Πριν από την έναρξη των διαδικασιών, όλοι οι αθλητές προσκόμισαν ιατρική βεβαίωση, που τους επέτρεπε να λάβουν μέρος στο πείραμα. Στη συνέχεια, έγινε λεπτομερής ενημέρωση των δοκιμαζόμενων προφορικά και γραπτά, σχετικά με τους σκοπούς της έρευνας, τις πειραματικές διαδικασίες που περιλάμβανε, καθώς και τους τυχόν κινδύνους. Τέλος, οι δοκιμαζόμενοι συναίνεσαν ενυπογράφως.

**Πίνακας 3.1.** Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά δοκιμαζόμενων

| Α/Α | Όνομα Αρχικά | Είδος αναπηρίας | Βαθμός ταξινόμησης Καθαρός Αριθμός | Ηλικία (έτη) | Σωματικό Βάρος (kg) | Ύψος (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Π.Γ | ΠΑΡΑ | 1,0 | 29 | 65,0 | 180 |
| 2 | Χ.Π | Α.ΤΕΤΡ | 1,0 | 25 | 74,0 | 177 |
| 3 | Κ.Α | ΠΑΡΑ | 1,0 | 48 | 75,5 | 185 |
| 4 | Δ.Α | ΠΑΡΑ | 1,5 | 23 | 120,0 | 188 |
| 5 | Χ.Μ | ΠΑΡΑ | 1,5 | 29 | 67,5 | 189 |
| 6 | Κ.Γ | ΠΑΡΑ | 2,0 | 39 | 85,0 | 180 |
| 7 | Μ.Α | ΠΑΡΑ | 2,0 | 22 | 62,8 | 170 |
| 8 | Τ.Ν | ΠΑΡΑ | 2,0 | 29 | 111,0 | 186 |
| 9 | Ι.Π | ΠΑΡΑ | 2,0 | 32 | 59,0 | 178 |
| 10 | Λ.Ν | ΠΑΡΑ | 2,5 | 30 | 64,0 | 178 |
| 11 | Τ.Α | ΠΟΛΙΟ | 3,0 | 40 | 74,4 | 170 |
| 12 | Τ.Π | ΑΚΡ | 4,5 | 28 | 61,0 | 180 |
| 13 | Ε.Γ | ΑΚΡ | 4,5 | 22 | 87,4 | 188 |
| 14 | Μ.Γ | ΑΚΡ | 4,5 | 29 | 85,5 | 189 |
| 15 | Μ.Β | ΑΚΡ | 4,0 | 43 | 96,6 | 180 |
| 16 | Τ.Π | ΕΑ | 4,5 | 27 | 95,0 | 178 |
| 17 | Γ.Β | ΑΚΡ | 4,5 | 31 | 113,2 | 200 |
| | **Μ.Ο.** | | | **30,9** | **82,2** | **182** |
| | **SD** | | | **7,2** | **18,8** | **7,5** |

Επεξήγηση όρων: ΠΑΡΑ= Παραπληγία, Α. ΤΕΤΡ= Ατελής τετραπληγία, ΠΟΛΙΟ= πολιομυελίτιδα, ΑΚΡ= Ακρωτηριασμός, ΕΑ = Ελάχιστη αναπηρία

### 3.2.2. Προσδιορισμός της κατάλληλης ατομικής επιβάρυνσης για την αξιολόγηση της μέγιστης αναερόβιας ισχύος

Για τον προσδιορισμό της κατάλληλης ατομικής επιβάρυνσης, για την αξιολόγηση της μέγιστης αναερόβιας ισχύος, οι δοκιμαζόμενοι προσέρχονταν στο εργαστήριο τρεις ώρες τουλάχιστον μετά το τελευταίο γεύμα, ενώ, αν ήταν καπνιστές, δεν έπρεπε να είχαν καπνίσει δύο ώρες τουλάχιστον πριν από τη έναρξη της διαδικασίας. Μετά την μέτρηση του ύψους και του βάρους τους, γινόταν προσαρμογή του αγωνιστικού τους αμαξιδίου επί του εργομέτρου. Ακολουθούσε προθέρμανση 5 λεπτών χωρίς επιβάρυνση, ενώ ακολουθούσαν ασκήσεις διατάσεων.

Έπειτα από την προθέρμανση, ακολουθούσε η διαδικασία για τον προσδιορισμό της εξατομικευμένης επιβάρυνσης, που θα χρησιμοποιούταν κατά τη δοκιμασία της αναερόβιας ισχύος. Σκοπός αυτού του χειρισμού ήταν να διασφαλισθεί, ότι η επιβάρυνση κατά την αναερόβια διαδικασία δεν θα οδηγεί σε υπερεκτίμηση, όσο και σε υποεκτίμηση της μέγιστης, ελάχιστης και μέσης ισχύος τ’ ατόμου. Συγκεκριμένα, κάθε δοκιμαζόμενος

εκτέλεσε 5-7 προσπάθειες των 5 sec με επιβάρυνση από 1-7 Nm, που παρέχονταν με τυχαία και αντι-σταθμισμένη σειρά από τον εξεταστή. Ενδιάμεσα των δοκιμασιών υπήρχε περίοδος ανάπαυσης διάρκειας 2 min, όπου ο δοκιμαζόμενος χαλάρωνε κάνοντας διατάσεις. Σε κάθε προσπάθεια 5 sec καταγράφηκε η μέγιστη παρα-γόμενη ισχύς. Οι προσπάθειες αυτές δημιούργησαν την εξίσωση της σχέσης μεταξύ δύναμης και ταχύτητας, που παρουσίασε υψηλό ποσοστό συσχέτισης (0.75-0.95) και εξηγούσε ένα υψηλό ποσοστό της παρατηρούμενης δια-σποράς (0.95-0.97%). Με βάση την παραπάνω σχέση, υπολογίστηκε η μέγιστη ισομετρική δύναμη (η δύναμη που εφαρμόζεται στο εργόμετρο, ώστε ο δοκιμαζόμενος να μην μπορεί να κινήσει το αμαξίδιο, $F_{iso}$). Η τελική επιλογή της επιβάρυνσης ($P_{30}$), με την οποία οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν την δοκιμασία Wingate, υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση $P_{30} = 0.51F_{iso} – 0.18$ ($R^2= 0.75$), που δημοσιεύθηκε από τον Janssen και τους συνεργάτες του (1993). Η ταχύτητα στη διάρκεια της δοκιμασίας δεν ξεπέρασε τα 3m/sec, ώστε να μη διαταραχθεί ο συντονισμός της κίνησης προώθησης του αμαξιδίου εκ μέρους των δοκιμαζόμενων και επομένως η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων (Janssen *et al.*, 1993; Dallmeijer *et al.*, 1994).

### 3.3. Πειραματικές διαδικασίες

#### 3.3.1. Πρωτόκολλο αξιολόγησης της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου

Οι δοκιμαζόμενοι, προσέρχονταν στο εργαστήριο τρεις ώρες τουλάχιστον μετά το τελευταίο γεύμα, ενώ αν ήταν καπνιστές, δεν έπρεπε να είχαν καπνίσει δύο ώρες τουλάχιστον πριν από την έναρξη της διαδικασίας. Πριν από την έναρξη του πειράματος, γινόταν μέτρηση του βάρους και του ύψους των δοκιμαζόμενων. Για την μέτρηση του βάρους των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, είχε τοποθετηθεί επί της ζυγαριάς κάθισμα ειδικής κατασκευής, στο οποίο ο δοκιμαζόμενος καθόταν με τη βοήθεια του εξεταστή, ενώ από το μετρούμενο βάρος αφαιρούταν το βάρος του καθίσματος. Ακόμα, η μέτρηση του ύψους των παραπληγικών γινόταν σε στρώμα γυμναστικής, σε ύπτια θέση, χρησιμοποιώντας μετροταινία. Κάθε δοκιμαζόμενος χρησιμοποιούσε το ατομικό του αγωνιστικό αμαξίδιο. Κάθε αμαξίδιο προσαρμοζόταν στο κυλινδρο-εργόμετρο, ακινητοποιώντας το με ειδικούς ιμάντες, που παρείχε η κατασκευάστρια εταιρεία, έτσι ώστε να αποφεύγεται η περιττή μετακίνηση του αμαξιδίου πάνω στους περιστρε-φόμενους κυλίνδρους καθώς και να παρέχεται ασφάλεια στους δοκιμα-ζόμενους κατά τη διάρκεια της άσκησης.

Στη συνέχεια, γινόταν λήψη φυσιολογικών δεδομένων σε κατάσταση ηρεμίας για δύο ολόκληρα λεπτά. Μετά, οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποιούσαν προθέρμανση δύο λεπτών χωρίς επιβάρυνση. Κατά την έναρξη της δοκιμασίας αξιολόγησης της $\dot{V}O_{2max}$, η αρχική επιβάρυνση ήταν 30 W ενώ κάθε δύο λεπτά εφαρμοζόταν αυτόματα, μέσω του λογισμικού προγράμματος του εργομέτρου, πρόσθετη επιβάρυνση 10 W μέχρι εξάντλησης του ατόμου. Για να διασφαλισθεί αυτό, οι δοκιμαζόμενοι δεχόταν έντονη προφορική ενθάρρυνση. Οι τροχοί του αμαξιδίου έπρεπε να κινούνται με σταθερή ταχύτητα 5 km την ώρα. Για αυτό το λόγο, την τιμή της καταγραφόμενης ταχύτητας παρακολουθούσε κάθε δοκιμαζόμενος στην οθόνη του υπολογιστή του εργομέτρου και έπραττε αναλόγως, έτσι ώστε να τηρείται ο όρος της σταθερής ταχύτητας (5 km/hr). Επιπλέον, υπήρχε διαρκής καταγραφή της παραγωγής μέσης ισχύος, της καλυπτόμενης

απόστασης, των περιστροφών ανά λεπτό και του χρόνου που διαρκούσε το πείραμα.

Η πρόσληψη οξυγόνου προσδιοριζόταν καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας. Ως μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ορίστηκε η μέση μέγιστη τιμή των 30 δευτερολέπτων στο τελευταίο στάδιο κάθε εργομέτρησης, εφ όσον πληρούνταν τα περισσότερα από τα παρακάτω κριτήρια: α) υπήρχε σταθεροποίηση ή αύξηση μικρότερη από 150 $ml \cdot min^{-1}$ στην πρόσληψη οξυγόνου παρά την ακολουθούμενη αύξηση στην επιβάρυνση, β) το αναπνευστικό πηλίκο ήταν τουλάχιστον 1.10 Τέλος, ο εξεταστής διέκοπτε την προσπάθεια του δοκιμαζόμενου, όταν αυτός δεν μπορούσε να διατηρήσει σταθερή την ταχύτητα των 5 km την ώρα.

### 3.3.2. Πρωτόκολλο αξιολόγησης της μέγιστης αναερόβιας ισχύος

Η εκτέλεση της αναερόβιας δοκιμασίας έγινε με διαφορά τεσσάρων έως επτά ημερών από την μέτρηση της αερόβιας ικανότητας των αθλητών της Εθνικής Ομάδας Καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο. Οι δοκιμαζόμενοι και σ' αυτή την συνθήκη έπρεπε να έχουν πάρει γεύμα τρεις ώρες τουλάχιστον πριν από την έναρξη της διαδικασίας και να μην έχουν καπνίσει, αν ήταν καπνιστές, δύο ώρες νωρίτερα. Η δοκιμασία ξεκινούσε με προθέρμανση 5 min σε αργό ρυθμό. Ακολουθούσαν διατάσεις και 2-3 ταχύτητες διάρκειας 5 sec χωρίς επιβάρυνση. Έπειτα από την εφαρμογή της κατάλληλης επιβάρυνσης (εκφρασμένης σε Nm), οι δοκιμαζόμενοι έπρεπε μετά το σύνθημα του εξεταστή να ωθούν το αμαξίδιο με την μέγιστη δυνατή ταχύτητα για 30 sec. Καθ' όλη τη διάρκεια οι δοκιμαζόμενοι ελάμβαναν την ίδια λεκτική ενθάρρυνση από τους συμμετέχοντες στο πείραμα. Μετά το πέρας της διαδικασίας οι δοκιμαζόμενοι για την αποκατάσταση τους συνέχιζαν να ωθούν το αμαξίδιο τους για δύο περίπου λεπτά.

### 3.3.3. Χαρακτηριστικά προπόνησης

Η προπονήσεις ήταν διάρκειας οκτώ εβδομάδων και έλαβαν μέρος σε κλειστό γυμναστήριο καλαθοσφαίρισης. Κάθε ημέρα πραγματοποιούνταν δύο προπονήσεις, πρωί και απόγευμα. Η πρωινή προπόνηση περιελάμβανε ασκήσεις φυσικής κατάστασης, ατομικής τεχνικής και συνεργασίες δύο και τριών παικτών. Το απόγευμα οι αθλητές εκτελούσαν ασκήσεις ομαδικής τακτικής. Στην τελευταία προπόνηση πραγματοποιείτο φιλικός αγώνας η εκπαιδευτικό παιγνίδι.

Οι δοκιμαζόμενοι, που συμμετείχαν στις προπονήσεις της προαγωνιστικής περιόδου, έπειτα από την πάροδο οκτώ εβδομάδων, επανέλαβαν τις ίδιες δοκιμασίες σύμφωνα με το πρωτόκολλο. Όπως και στις αρχικές μετρήσεις, προηγήθηκε η αξιολόγηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και ακολούθησε αυτή της μέγιστης αναερόβιας ισχύος.

### 3.3.4. Δοκιμασίες αξιολόγησης τεχνικών χαρακτηριστικών

Οι έξι δοκιμασίες, που προσδιορίζουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά των καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο, είναι οι παρακάτω (όλες οι δοκιμασίες παρουσιάζονται σχηματικά στο κεφάλαιο των Παραρτημάτων):

α) *ταχύτητα 20 μέτρων*: ο δοκιμαζόμενος παίρνει θέση πίσω από την τελική γραμμή του γηπέδου της καλαθοσφαίρισης. Ξεκινά με το σύνθημα του εξεταστή και διανύει απόσταση 20μ, όσο πιο γρήγορα μπορεί,

β) *ελεύθερες βολές*: ο δοκιμαζόμενος εκτελεί 40 ελεύθερες βολές σε δύο σειρές των 20 βολών. Μεταξύ των δύο σειρών, κάνει ένα διάλειμμα 2 min,

γ) *ελιγμός με μπάλα***:** ο δοκιμαζόμενος ελίσσεται ανάμεσα από μια σειρά εμποδίων, όσο πιο γρήγορα μπορεί, ωθώντας το αμαξίδιο και εκτελώντας ελιγμούς με την μπάλα σύμφωνα με τους κανονισμούς της διεθνούς ομοσπονδίας καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο. Συγκεκριμένα, με το σύνθημα του εξεταστή ο δοκιμαζόμενος ξεκινά από τη δεξιά πλευρά του πρώτου εμποδίου και προωθείται περνώντας από την αριστερή πλευρά του δεύτερου εμποδίου. Στη συνέχεια, στρίβει δεξιά και περνά από τη δεξιά πλευρά του επόμενου εμποδίου. Ακολουθεί στροφή αριστερά και πέρασμα από την αριστερή πλευρά του επόμενου εμποδίου. Η τελευταία στροφή είναι δεξιόστροφη και ακολουθεί αναστροφή του τελευταίου εμποδίου αριστερόστροφα. Ο δοκιμαζόμενος καταλήγει ωθώντας το αμαξίδιο του πίσω από την γραμμή έναρξης στο πρώτο εμπόδιο. Η δοκιμασία επαναλαμβάνεται με τον ίδιο τρόπο άλλη μια φορά, χωρίς διάλειμμα. Σε κάθε παράβαση του κανονισμού, που αφορά τον ελιγμό με μπάλα, προστίθενται 5 sec στον χρόνο εκτέλεσης της δοκιμασίας. Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας, κάθε φορά που η μπάλα ή το αμαξίδιο του δοκιμαζόμενου έρθουν σε επαφή με ένα εμπόδιο, προστίθεται 1 sec στον χρόνο εκτέλεσης της δοκιμασίας. Κάθε φορά, που ο δοκιμαζόμενος χάνει την μπάλα από την κατοχή του, πρέπει να την επαναφέρει από το σημείο, που χάθηκε και να συνεχίσει την υπολειπόμενη διαδρομή. Κάθε δοκιμαζόμενος εκτελεί μια δοκιμαστική προσπάθεια με σκοπό την εξοικείωση του με τη δοκιμασία,

δ) *διείσδυση και βολή*: για τη διεξαγωγή της δοκιμασίας αυτής τοποθετούνται δύο κώνοι στην γραμμή των τριών πόντων κάθετα προς το σημείο διασταύρωσης της γραμμής, που ενώνει τη γραμμή ελεύθερης βολής με την τελική γραμμή. Ο δοκιμαζόμενος παίρνει θέση έξω από την γραμμή των τριών πόντων και από όποια πλευρά του καλαθιού θέλει. Με το σύνθημα του εξεταστή, ξεκινάει και κάνει όσες περισσότερες διεισδύσεις και βολές μπορεί σε δύο λεπτά. Μετά από κάθε προσπάθεια, διεκδικεί μόνος του την μπάλα και προωθεί το αμαξίδιό του στον απέναντι κώνο με την μπάλα, για να εκτελέσει την επόμενη βολή. Το άθροισμα των προσπαθειών που θα κάνει με τον συνολικό αριθμό των επιτυχημένων του προσπαθειών, κατάγράφεται ως αποτέλεσμα,

ε) *μακρινή μεταβίβαση*: ο δοκιμαζόμενος τοποθετεί το αμαξίδιο του έτσι ώστε οι μπροστινές ρόδες να είναι πίσω από την τελική γραμμή του γηπέδου και χρησιμοποιώντας πάσα στήθους προσπαθεί να μεταβιβάσει την μπάλα όσο πιο μακριά μπορεί. Εκτελεί έξι προσπάθειες η απόσταση των οποίων μετράται και καταγράφεται στ) *μεταβίβαση ακριβείας*: ως στόχος στη δοκιμασία αυτή σχεδιάζονται σε λείο τοίχο τρία ομόκεντρα ορθογώνια παραλληλόγραμμα διαφορετικού μεγέθους (Brasile1984), με διαστάσεις: 1) 50.8 cm X 25.4 cm (20 X 10 inc), 2) 101.6 cm X 63.5 cm (40 X 25 inc) και 3) 152.4 cm X 101.6 cm (60 X 40 inc). Η βάση του μεγαλύτερου παραλληλόγραμμου απέχει 60.96 cm (24inc) από το έδαφος. Ο δοκιμαζόμενος με το αμαξίδιο του παίρνει θέση πίσω από μια γραμμή σε απόσταση 10 μ από τον στόχο, για τους καλαθοσφαιριστές με βαθμό ταξινόμησης από 2 έως 4.5 και 7.5 μ, για τους καλαθοσφαιριστές με βαθμό ταξινόμησης 1 και 1.5. Με το σύνθημα του εξεταστή, ο δοκιμαζόμενος εκτελεί 10 μεταβιβάσεις με οποιοδήποτε τρόπο επιθυμεί (μεταβίβαση με δύο χέρια, μεταβίβαση με ένα χέρι, γυριστή, πάνω από το κεφάλι κ.λ.π). Εξαιρούνται οι μεταβιβάσεις που η μπάλα αναπηδά πρώτα στο έδαφος και μετά στο στόχο. Η προσπάθεια, κατά την οποία η μπάλα κτυπά: α) το εσωτερικό παραλληλόγραμμο (το μικρότερο) ή τις γραμμές

που το σχηματίζουν, βαθμολογείται με τρεις βαθμούς που είναι και η υψηλότερη βαθμολογία, β) το μεσαίο παραλληλόγραμμο ή τις γραμμές που το σχηματίζουν, βαθμολογείται με δύο βαθμούς, και γ) το εξωτερικό παραλληλόγραμμο ή τις γραμμές που το σχηματίζουν, βαθμολογείται με ένα βαθμό. Όταν η μπάλα δεν κτυπήσει στο στόχο, ο δοκιμαζόμενος βαθμολογείται με μηδέν στην συγκεκριμένη προσπάθεια μεταβίβασης. Οι δοκιμαζόμενοι, κάνουν τρεις δοκιμαστικές προσπάθειες και δεν επιτρέπεται να περάσουν τη γραμμή εκτέλεσης της πάσας. Όλες οι δοκιμασίες περιγράφονται σχηματικά στα παραρτήματα της παρούσας εργασίας.

## 3.4. Όργανα μέτρησης και υπολογισμοί

### 3.4.1. Σωματομετρικά

Το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων ήταν 82.2±188 kg και προσδιορίσθηκε σε ζυγαριά ακριβείας (Bilance Salus, Milano) ενώ το αντίστοιχο ύψος ήταν 182±9.7 cm. Ειδικότερα, η μέτρηση του ύψους των δοκιμαζόμενων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό γίνονταν σε ύπτια θέση σε στρώμα γυμναστικής με μετροταινία.

### 3.4.2. Το εργόμετρο

Το εργόμετρο (βλέπε παραρτήματα), που χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις μετρήσεις, ήταν ειδικής κατασκευής (VP Handi Tecmachine Medical Development, France), το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί για αποκατάσταση, προπόνηση και έρευνα σε άτομα με κινητικές αναπηρίες (Devillard *et al*., 2001). Συγκεκριμένα, αποτελείται από τέσσερις κυλίνδρους (δύο στη δεξιά πλευρά και δύο στην αριστερή). Το κάθε ζεύγος κυλίνδρων συνδέεται μεταξύ τους με ελαστικό ιμάντα. Επάνω στους κυλίνδρους εφαρμόζονται οι πίσω τροχοί των αμαξιδίων. Ακόμα, υπάρχει δυνατότητα χειροκίνητης ρύθμισης της κλίσης των κυλίνδρων (από 0 έως 15°), έτσι ώστε να προσαρμόζονται στη γωνία κλίσης των τροχών των αγωνιστικών αμαξιδίων. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, γινόταν έλεγχος, έτσι ώστε μεταξύ του στεφανιού προώθησης του τροχού του αμαξιδίου και των κυλίνδρων του εργομέτρου να υπάρχει γωνία 90°. Η κλίση αυτή είναι η ιδανική για την εκτέλεση εργομετρικής διαδικασίας, όπως προβλέπεται από την κατασκευάστρια εταιρεία. Στους δύο πίσω κυλίνδρους εφαρμόζονταν ηλεκτρομαγνητικά φρένα, που ελέγχονταν ηλεκτρονικά από το λογισμικό που συνόδευε το εργόμετρο και την κάρτα συλλογής των δεδομένων. Επιπρόσθετα, μέσω του λογισμικού υπήρχε η δυνατότητα για: α) καταχώρηση σε φακέλους των αποτελεσμάτων ξεχωριστά για τον κάθε δοκιμαζόμενο, β) εφαρμογή επιβάρυνσης διαφορετικού βαθμού για τον κάθε τροχό του αμαξιδίου, γ) έλεγχο της απόδοσης κάθε χεριού ξεχωριστά, δ) προβολή σε οθόνη της μέσης ταχύτητας, της μέσης ισχύος, της διάρκειας της άσκησης και των περιστροφών ανά λεπτό. Από τα δεδομένα υπήρχε η δυνατότητα καταγραφής της ισχύος, που παρήγαγε ο δοκιμαζόμενος στη φάση προώθησης του αμαξιδίου (το διάστημα που τα χέρια του δοκιμαζόμενου εφαρμόζονταν στη στεφάνη του τροχού του αμαξιδίου), καθώς και της φάσης αποκατάστασης. Τέλος, όλα τα δεδομένα μπορούσαν να προωθηθούν σε λογισμικό πινακοποίησης και επεξεργασίας για περαιτέρω ανάλυση. Για τη βαθμονόμηση του εργομέτρου χρησιμοποιήθηκε ειδικό πολύμετρο, το οποίο εφαρμόζονταν σε αισθητήρες στη βάση του εργομέτρου και ειδική μεταλλική κατασκευή βάρους 2.5 κιλών, που

τοποθετούνταν σε ειδικό σημείο που υπήρχε πίσω από τους κυλίνδρους. Η εφαρμογή του πολυμέτρου στους αισθητήρες χωρίς τα βάρη έπρεπε να δείχνει 0 V, ενώ μετά την προσθήκη των βαρών 3 V. Στο Σχήμα, 3 στα Παραρτήματα φαίνεται η διάταξη του εργομέτρου.

### 3.5. Εξαρτημένες μεταβλητές

### 3.5.1. Αερόβια Ικανότητα

#### 3.5.1.1. Αναπνευστικές παράμετροι

Ο πνευμονικός αερισμός, η πρόσληψη οξυγόνου, ο όγκος διοξειδίου του άνθρακα και το αναπνευστικό πηλίκο υπολογίζονταν σε κάθε αναπνοή και καταγράφονταν η μέση τιμή των 30 δευτ. με το σύστημα εργοσπιρομετρίας CPX/D (Med Graphics, USA). Πριν από κάθε έναρξη δοκιμασίας (προκαταρκτική και πειραματική), γινόταν βαθμονόμηση του πνευμοταχογράφου και των αναλυτών του οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα. Η βαθμονόμηση του πνευμοταχογράφου γινόταν με μηδενική ροή και με ροή αέρα ίση με χρησιμοποιώντας αντλία (Med Graphics, Calibration Syringe, U.S.A.), χωρητικότητας τριών λίτρων. Η βαθμονόμηση των αναλυτών αερίων γίνονταν με μεγάλη σχολαστικότητα πριν από κάθε κύρια μέτρηση χρησιμοποιώντας δύο μείγματα αερίων διαφορετικής σύνθεσης, που ήταν τα εξής: α) μείγμα αέρα με 21% οξυγόνο ($O_2$) και 0% διοξείδιο ($CO_2$) σε άζωτο ($N_2$) και β) μείγμα αέρα με 12% $O_2$ και 5% $CO_2$ σε $N_2$. Τα μείγματα αερίων (Med, USA) ήταν αυστηρά ελεγμένα και πιστοποιημένα ως προς την σύσταση τους. Για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας υγρού και ξηρού αέρα, χρησιμοποιήθηκε υγρόμετρο, ενώ για τον υπολογισμό της βαρομετρικής πίεσης βαρόμετρο υδραργύρου (Barometer de Torriceli Altitude, France).

#### 3.5.1.2. Καρδιακή συχνότητα

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας γινόταν ανά λεπτό καταγραφή της καρδιακής συχνότητας με τηλεμετρία (Sport Tester, PE3000, Finland).

#### 3.5.1.3. Αναπνευστικό κατώφλι

Ο προσδιορισμός του αναπνευστικού κατωφλιού προσδιορίσθηκε από δύο έμπειρους αξιολογητές με τη μέθοδο της απόκλισης συγκεκριμένων αναπνευστικών παραμέτρων από την ευθυγραμμία. Ειδικότερα, αξιολογήθηκε η δυσανάλογη παραγωγή διοξειδίου σε σχέση με τη πρόσληψη οξυγόνου, την αύξηση του πνευμονικού αερισμού και του αναπνευστικού ισοδύναμου του οξυγόνου, καθώς και της πίεσης του τελοεκπνεόμενου οξυγόνου (Beaver *et al.*, 1986).

#### 3.5.1.4. Αντίληψη κόπωσης

Κάθε δύο λεπτά γινόταν καταγραφή της υποκειμενικής αντίληψης κόπωσης από τους εξεταστές. Για την γενική αντίληψη της κόπωσης κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας χρησιμοποιήθηκε η δωδεκάβαθμη κλίμακα Borg.

### 3.5.2. Αναερόβια Ικανότητα

Μέσω του λογισμικού, που συνόδευε το εργόμετρο, υπήρχε δυνατότητα καταγραφής, στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή, της μέγιστης αναερόβιας ισχύος ($P_{max}$), της ελάχιστης ισχύος ($P_{min}$) και της μέσης αναερόβιας ισχύος ($P_{mean}$). Ακόμα, στην οθόνη καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας γινόταν καταγραφή της ταχύτητας, των

περιστροφών ανά λεπτό και του χρόνου της δοκιμασίας. Τέλος, από την λήψη των παραπάνω τιμών γινόταν υπολογισμός του δείκτη κόπωσης ($FI=P_{max}-P_{min}/P_{max}$).

### 3.6. Στατιστική ανάλυση

Έλεγχος t για ανεξάρτητα δείγματα (t-test for independent samples) πραγματοποιήθηκε για όλες τις παραμέτρους, τόσο μεταξύ παραπληγικών και ατόμων με ακρωτηριασμό, όσο και μεταξύ αθλητών με διαφορετικό βαθμό ταξινόμησης. Ακόμα, έλεγχος t για εξαρτημένα δείγματα (t-test for dependent samples) πραγματοποιήθηκε για να εξετασθεί η επίδραση της προπόνησης στα βιολογικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των αθλητών.

#### 3.6.1. Επίπεδο σημαντικότητας

Το επίπεδο σημαντικότητας σε όλες τις στατιστικές αναλύσεις ορίστηκε σε $p< 0.05$. Στο κείμενο, στους πίνακες και στα σχήματα παρουσιάζονται οι μέσες τιμές±τυπικό σφάλμα.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

# 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

## 4.1. Μέγιστη αερόβια ικανότητα

Τα αποτελέσματα από την μέτρηση των παραμέτρων της αερόβιας ικανότητας φαίνονται στον Πίνακα 4.2. Όπως φαίνεται, η μέγιστη ισχύς των δοκιμαζόμενων κατά την διάρκεια της δοκιμασίας ήταν 86.5±12.3 W, ενώ η χρονική διάρκεια εξάντλησης έφτασε τα 12.9±2.3 min. Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ήταν 2.18±0.44 $l \cdot min^{-1}$ ενώ όταν εκφραζόταν σε σχέση με τη σωματική μάζα, έφτασε τα 27.2±5.4 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Ο μέγιστος πνευμονικός αερισμός ($\dot{V}E_{max}$) ήταν 93.2±14.9 $l \cdot min^{-1}$, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα 179.9±14.7 $b \cdot min^{-1}$. Τέλος, το αναπνευστικό κατώφλι ήταν ίσο με 71.8±6.4 % της $\dot{V}O_{2max}$.

## 4.2. Μέγιστη αναερόβια ικανότητα

Τα αποτελέσματα από την μέτρηση των παραμέτρων της αναερόβιας ικανότητας φαίνονται στον Πίνακα 4.3.

Η μέγιστη παραγόμενη ισχύς, κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας του προσδιορισμού της αναερόβιας ισχύος των δοκιμαζόμενων, ήταν 228±37.5 W. Η μέση παραγόμενη ισχύς έφθασε τα 163±27.6 W, ενώ η ελάχιστη παραγόμενη ισχύς ήταν 130±25.7 W. Τέλος, ο δείκτης κόπωσης ανήλθε στο 42.7±7.8 %.

## 4.3. Σύγκριση φυσικών και τεχνικών ικανοτήτων με βάση τα χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων

### 4.3.1. Σύγκριση μεταξύ καλαθοσφαιριστών με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και αυτών με ακρωτηριασμό και άλλες κινητικές αναπηρίες

Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (Πίνακας 4.4), ήταν σημαντικά υψηλότερη ($p<0.01$) για τους καλαθοσφαιριστές με ακρωτηριασμό και άλλες κινητικές αναπηρίες (ΑΛΑ) σε σχέση με αυτούς με κακώσεις στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ), όταν εκφραζόταν σε απόλυτες τιμές (2.58±0.3 $l \cdot min^{-1}$ για ΑΛΑ και 1.92±0.3 $l \cdot min^{-1}$ για ΚΝΜ). Αντίθετα, όταν η $\dot{V}O_{2max}$ απότυπώνονταν σε σχέση με τη σωματική μάζα των δοκιμαζόμενων (29.5±5.1 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ για ΑΛΑ και 26.7±5.4 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ για ΚΝΜ), δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές. Ο μέγιστος πνευμονικός αερισμός επίσης ήταν σημαντικά υψηλότερος ($p < 0.05$) στους ΑΛΑ (103±11 $l \cdot min^{-1}$) απ' ότι στους ΚΝΜ (86.8±14.3 $l \cdot min^{-1}$). Ισχυρή τάση, χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντική ($p=0.08$), υπήρχε στο σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων (89.8±15.8 kg και 73.8±15.1 kg για ΑΛΑ και ΚΝΜ αντίστοιχα). Σε καμιά άλλη παράμετρο δεν φανερώθηκαν στατιστικά σημαντικά διαφορές. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα ήταν 182.7±17.2 $b \cdot min^{-1}$ και 181.6±12.2 $b \cdot min^{-1}$ για τους ΑΛΑ σε σχέση με τους ΚΝΜ, αντίστοιχα. Το αναπνευστικό κατώφλι έφθασε το 70.7±6.7 % της $\dot{V}O_{2max}$ για τους ΑΛΑ και το 71.4 ±6.4 % της $\dot{V}O_{2max}$ για τους ΚΝΜ. Τέλος, ο χρόνος εξάντλησης και η μέγιστη παραγόμενη ισχύς κατά η δοκιμασία προσδιορισμού της αερόβιας ισχύος ήταν 13.8±2.4 min και 90±12.9 W για τους ΑΛΑ και 13.2±1.5 min και 87.8±10.3 W για τους ΚΝΜ, αντίστοιχα.

Όσον αφορά τις διερευνούμενες παραμέτρους που σχετίζονται με τη μέγιστη αναερόβια ισχύ, παρατηρήθηκαν τα παρακάτω αποτελέσματα (Πίνακας 4.5): Η μέγιστη αναερόβια ισχύς των ΚΝΜ ήταν 223±27.2 W και των ΑΛΑ 242±42.6 W. Η μέση παραγόμενη αναερόβια ισχύς ήταν 156±21.5 W και 178±31.8 W για ΚΝΜ και ΑΛΑ, αντίστοιχα. Η ελάχιστη παραγόμενη ισχύς για ΚΝΜ και ΑΛΑ ήταν 126±21 και 141±30 W, αντίστοιχα. Ακόμα, ο δείκτης κόπωσης ήταν 43.3±7.6 % ΚΝΜ και 40.9±9.3 % για τους ΑΛΑ. Σε καμιά από τις παραπάνω παραμέτρους βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας των καλαθοσφαιριστών με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και των αυτών με ακρωτηριασμό και λοιπές αναπηρίες.

**Πίνακας 4. 1.** Αερόβια ικανότητα Ελλήνων καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο.

| Ονόματα | $\dot{V}O_{2max}$ | $\dot{V}O_{2max}$ | $\dot{V}E_{max}$ | $HR_{max}$ | Ισχύς | Χρόνος άσκησης | Αναπν. Κατώφλι | Αναπν. Κατώφλι | Αναπν. Κατώφλι |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Αρχικά | ($ml \cdot min^{-1}$) | ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) | ($l \cdot min^{-1}$) | ($beat/min^{-1}$) | (W) | (min) | % $\dot{V}O_2$ | (W) | (HR) |
| Π.Γ | 1661 | 25,6 | 92,6 | 187 | 80 | 12 | 66,8 | 50 | 145 |
| Χ.Π | 1681 | 22,7 | 67,4 | 157 | 80 | 12 | 64,8 | 50 | 120 |
| Κ.Α | 1567 | 20,8 | 90 | 187 | 70 | 12 | 72,4 | 60 | 145 |
| Δ.Α | 2639 | 22 | 103,5 | 165 | 70 | 9 | 78,7 | 60 | 149 |
| Χ.Μ | 1766 | 25,9 | 90,9 | 179 | 80 | 12 | 72,1 | 60 | 164 |
| Κ.Γ | 2021 | 23,8 | 85,9 | 168 | 100 | 16 | 64,1 | 60 | 124 |
| Μ.Α | 1928 | 30,7 | 63,9 | 186 | 100 | 15 | 72,1 | 70 | 170 |
| Τ.Ν | 2397 | 21,6 | 88,6 | 188 | 100 | 14,5 | 84,1 | 80 | 180 |
| Ι.Π | 1826 | 30,9 | 85,3 | 180 | 90 | 13 | 66,9 | 50 | 145 |
| Λ.Ν | 2479 | 38,6 | 116,2 | 202 | 90 | 12,5 | 79,5 | 60 | 174 |
| Τ.Α | 1696 | 22,8 | 81,6 | 164 | 70 | 9 | 75,4 | 50 | 145 |
| Τ.Π | 2243 | 36,8 | 110,8 | 208 | 90 | 13 | 60,1 | 50 | 155 |
| Ε.Γ | 3134 | 35,9 | 123 | 195 | 110 | 18 | 70,6 | 100 | 168 |
| Μ.Γ | 2289 | 26,8 | 89,7 | 162 | 80 | 13 | 66,2 | 60 | 152 |
| Μ.Β | 2493 | 25,8 | 95,7 | 172 | 70 | 10 | 77,8 | 60 | 155 |
| Τ.Π | 2687 | 28,3 | 101,8 | 194 | 90 | 14 | 69,8 | 50 | 170 |
| Γ.Β | 2632 | 23,3 | 97,2 | 165 | 100 | 15 | 79,8 | 80 | 155 |
| **Μ.Ο.** | **2184** | **27,2** | **93,2** | **179,9** | **86,5** | **12,9** | **71,8** | **61,8** | **153,9** |
| **SD** | **443,6** | **5,4** | **14,9** | **14,7** | **12,3** | **2,3** | **6,4** | **13,8** | **16,4** |

Επεξήγηση όρων: $\dot{V}O_{2max}$ μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, $\dot{V}E_{max}$ μέγιστος πνευμονικός αερισμός, $HR_{max}$ μέγιστη καρδιακή συχνότητα

**Πίνακας 4. 2.** Αναερόβια ικανότητα Ελλήνων καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο.

| Α/Α | Ονόματα Αρχικά | $P_{max}$ (W) | $P_{mean}$ (W) | $P_{min}$ (W) | ΔΚ % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Π.Γ | 208 | 142 | 109 | 47,5 |
| 2 | Χ.Π | 214 | 142 | 112 | 47,7 |
| 3 | Δ.Α | 229 | 148 | 120 | 47,5 |
| 4 | Χ.Μ | 187 | 137 | 130 | 30,5 |
| 5 | Κ.Γ | 254 | 174 | 124 | 51,2 |
| 6 | Μ.Α | 263 | 196 | 171 | 35 |
| 7 | Τ.Ν | 208 | 151 | 117 | 43,8 |
| 8 | Τ.Α | 191 | 136 | 100 | 47,6 |
| 9 | Τ.Π | 178 | 148 | 124 | 30,3 |
| 10 | Ε.Γ | 292 | 205 | 139 | 52,4 |
| 11 | Μ.Γ | 211 | 148 | 122 | 42,2 |
| 12 | Τ.Π | 242 | 175 | 129 | 46,7 |
| 13 | Γ.Β | 290 | 217 | 194 | 33 |
| | **Μ.Ο.** | **228** | **163** | **130** | 42,7 |
| | **SD** | **33,9** | **29,7** | **46,0** | **9,7** |

Επεξήγηση όρων: $P_{max}$: Μέγιστη ισχύς, $P_{mean}$: Μέση ισχύς, $P_{min}$: Ελάχιστη ισχύς.

**Πίνακας 4. 3**. Αερόβια ικανότητα ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και ατόμων με ακρωτηριασμό και λοιπές αναπηρίες (ΑΛΑ).

| ΤΣΣ | $\dot{V}O_{2max}$ | $\dot{V}O_{2max}$ | $\dot{V}E_{max}$ | $HR_{max}$ | $P_{max}$ | ΧΑ | Αναπ. Κατ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Αρχικά | ($ml \cdot min^{-1}$) | ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) | ($l \cdot min^{-1}$) | ($beat/min^{-1}$) | (W) | (min) | $\%\dot{V}O_2$ |
| Π.Γ | 1661 | 25,6 | 92,6 | 187 | 80 | 12,0 | 66,8 |
| Χ.Π | 1681 | 22,7 | 67,4 | 157 | 80 | 12,0 | 64,8 |
| Κ.Α | 1567 | 20,8 | 90,0 | 187 | 70 | 12,0 | 72,4 |
| Χ.Μ | 1766 | 25,9 | 90,9 | 179 | 80 | 12,0 | 72,1 |
| Κ.Γ | 2021 | 23,8 | 85,9 | 168 | 100 | 16,0 | 64,1 |
| Μ.Α | 1928 | 30,7 | 63,9 | 186 | 100 | 15,0 | 72,1 |
| Τ.Ν | 2397 | 21,6 | 88,6 | 188 | 100 | 14,5 | 84,1 |
| Ι.Π | 1826 | 30,9 | 85,3 | 180 | 90 | 13,0 | 66,9 |
| Λ.Ν | 2479 | 38,6 | 116,2 | 202 | 90 | 12,5 | 79,5 |
| **Μ.Ο.** | **1925** | **26,7** | **86,8** | **181,6** | **87,8** | **13,2** | **71,4** |
| **SD** | **303,9** | **5,4** | **14,3** | **12,2** | **10,3** | **1,5** | **6,4** |
| ΑΛΑ | $\dot{V}O_{2max}$ | $\dot{V}O_{2max}$ | $\dot{V}E_{max}$ | $HR_{max}$ | Μέγιστη Ισχύς | Χρόνος άσκησης | Αναπ. Κατ. |
| Αρχικά | ($ml \cdot min^{-1}$) | ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) | ($l \cdot min^{-1}$) | ($beat/min^{-1}$) | (W) | (min) | $\%\dot{V}O_2$ |
| Τ.Π | 2243 | 36,8 | 110,8 | 208 | 90 | 13,0 | 60,1 |
| Ε.Γ | 3134 | 35,9 | 123,0 | 195 | 110 | 18,0 | 70,6 |
| Μ.Γ | 2289 | 26,8 | 89,7 | 162 | 80 | 13,0 | 66,2 |
| Μ.Β | 2493 | 25,8 | 95,7 | 172 | 70 | 10,0 | 77,8 |
| Τ.Π | 2687 | 28,3 | 101,8 | 194 | 90 | 14,0 | 69,8 |
| Γ.Β | 2632 | 23,3 | 97,2 | 165 | 100 | 15,0 | 79,8 |
| **Μ.Ο.** | **2580** | **29,5** | **103** | **182,7** | **90** | **13,8** | **70,7** |
| **SD** | **296,3** | **5,1** | **11,0** | **17,2** | **12,9** | **2,4** | **6,7** |

Επεξήγηση όρων: $\dot{V}O_{2max}$: μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, $\dot{V}E_{max}$: μέγιστος πνευμονικός αερισμός, $HR_{max}$: μέγιστη καρδιακή συχνότητα. * p<0.05 ΑΛΑ έναντι ΚΝΜ. ** p<0.01 ΑΛΑ έναντι ΚΝΜ.

**Πίνακας 4. 4.** Αναερόβια ικανότητα ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και ατόμων με ακρωτηριασμό και λοιπές αναπηρίες (ΑΛΑ).

| ΚΝΜ | $P_{max}$ | $P_{mean}$ | $P_{min}$ | Δείκτης Κόπωσης |
|---|---|---|---|---|
| Αρχικά | (W) | (W) | (W) | % |
| Π.Γ | 208 | 142 | 109 | 47,5 |
| Χ.Π | 214 | 142 | 112 | 47,7 |
| Χ.Μ | 187 | 137 | 130 | 30,5 |
| Κ.Γ | 254 | 174 | 124 | 51,2 |
| Μ.Α | 263 | 196 | 171 | 35 |
| Τ.Ν | 208 | 151 | 117 | 43,8 |
| **Μ.Ο.** | **222,3** | **157** | **127** | **42,6** |
| **SD** | **36,4** | **26,0** | **24,3** | **9,2** |

| ΑΛΑ Αρχικά | $P_{max}$ (W) | $P_{mean}$ (W) | $P_{min}$ (W) | Δείκτης Κόπωσης % |
|---|---|---|---|---|
| Τ.Π | 178 | 148 | 124 | 30,3 |
| Ε.Γ | 292 | 205 | 139 | 52,4 |
| Μ.Γ | 211 | 148 | 122 | 42,2 |
| Μ.Β | 242 | 175 | 129 | 46,7 |
| Γ.Β | 290 | 217 | 194 | 33 |
| **Μ.Ο.** | **242** | **178** | **141** | **40,9** |
| **SD** | **49,6** | **31,8** | **30,0** | **9,3** |

Επεξήγηση όρων: $P_{max}$: Μέγιστη ισχύς, $P_{mean}$: Μέση ισχύς, $P_{min}$: Ελάχιστη ισχύς

### 4.3.2. Σύγκριση μεταξύ καλαθοσφαιριστών με χαμηλό (1 έως 2.5) έναντι υψηλού (3 έως 4.5) βαθμού ταξινόμησης

Από τα αποτελέσματα (Πίνακας 4.6) φαίνεται ότι μόνο για την παράμετρο της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και όταν αυτή εκφράζεται σε απόλυτες τιμές υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (p<0.05) μεταξύ των αθλητών με χαμηλό (ΧΒ) και υψηλό (ΥΒ) βαθμό ταξινόμησης. Συγκεκριμένα, οι ΧΒ είχαν $\dot{V}O_{2max}$ 2±0.36 $l \cdot min^{-1}$ και 26.2±5.3 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ενώ οι ΥΒ 2.45±0.41 $l \cdot min^{-1}$ και 28.5±5.2 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ αντίστοιχα. Ο μέγιστος πνευμονικός αερισμός ήταν 88.4±14.4 $l \cdot min^{-1}$ και 100±12.6 $l \cdot min^{-1}$ για τους ΧΒ και ΥΒ, αντίστοιχα. Παρόμοια ήταν και η μέγιστη καρδιακή συχνότητα που έφθασε τους 179.9 $b \cdot min^{-1}$ για του καλαθοσφαιριστές με χαμηλό βαθμό ταξινόμησης και τους 180±17.2 $b \cdot min^{-1}$ γι' αυτούς με υψηλό βαθμό. Το αναπνευστικό κατώφλι προσδιορίστηκε στο 72.1±6.4% της $\dot{V}O_{2max}$ για τους ΧΒ και στο 71.4±6.4% της $\dot{V}O_{2max}$ για τους ΥΒ. Τέλος, ο χρόνος εξάντλησης και η μέγιστη αερόβια ισχύς δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά με αντίστοιχες τα

12.8±1.9 min και 86±11.1 W για τους ΧΒ, ενώ οι ΥΒ είχαν αντίστοιχα 13.1±2.8 min και 87.4±13.9 W.
Καμία σημαντική διαφορά βρέθηκε μεταξύ των δύο ομάδων στις παραμέτρους της αναερόβιας ισχύος (Πίνακας, 4.7). Συγκεκριμένα η μέγιστη ισχύς των ατόμων με ΧΒ ήταν 223±27.2 W και των Ατόμων με ΥΒ 234±49.1 W. Η μέση παραγόμενη αναερόβια ισχύς ήταν 156±21.5 W και 172±33.4 W για αθλητές με ΧΒ και ΥΒ αντίστοιχα. Η ελάχιστη παραγόμενη ισχύς, για τα άτομα με ΧΒ και ΥΒ ήταν 126±21 και 135±31.8 W αντίστοιχα. Ακόμα, ο δείκτης κόπωσης ήταν 43.3±7.6 % για τους αθλητές με ΧΒ και 42±8.7 % για τους αθλητές με ΥΒ.

**Πίνακας 4. 5.** Αερόβια ικανότητα καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο με χαμηλό (ΧΒ) και υψηλό (ΥΒ) βαθμό ταξινόμησης.

| Χ.Β Αρχ. | Βαθ. Ταξιν. Καθ. Αριθ. | $\dot{V}O_{2max}$ (ml·min$^{-1}$) | $\dot{V}O_{2max}$ (ml·kg$^{-1}$·min$^{-1}$) | $\dot{V}E_{max}$ (l·min$^{-1}$) | $HR_{max}$ (beat/min$^{-1}$) | Μέγιστη Ισχύς (W) | Αναπν. Κατώφλι % $\dot{V}O_2$ | Χρ. Άσκ. (min) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Π.Γ | 1,0 | 1661 | 25,6 | 92,6 | 187 | 80 | 66,8 | 12,0 |
| Χ.Π | 1,0 | 1681 | 22,7 | 67,4 | 157 | 80 | 64,8 | 12,0 |
| Κ.Α | 1,0 | 1567 | 20,8 | 90,0 | 187 | 70 | 72,4 | 12,0 |
| Δ.Α | 1,5 | 2639 | 22,0 | 103,5 | 165 | 70 | 78,7 | 9,0 |
| Χ.Μ | 1,5 | 1766 | 25,9 | 90,9 | 179 | 80 | 72,1 | 12,0 |
| Κ.Γ | 2,0 | 2021 | 23,8 | 85,9 | 168 | 100 | 64,1 | 16,0 |
| Μ.Α | 2,0 | 1928 | 30,7 | 63,9 | 186 | 100 | 72,1 | 15,0 |
| Τ.Ν | 2,0 | 2397 | 21,6 | 88,6 | 188 | 100 | 84,1 | 14,5 |
| Ι.Π | 2,0 | 1826 | 30,9 | 85,3 | 180 | 90 | 66,9 | 13,0 |
| Λ.Ν | 2,5 | 2479 | 38,6 | 116,2 | 202 | 90 | 79,5 | 12,5 |
| **Μ.Ο.** | | **1996,5** | **26,2** | **88,4** | **179,9** | **86** | **72,1** | **12,8** |
| **SD** | | **359,2** | **5,3** | **14,4** | **12,6** | **11,1** | **6,4** | **1,9** |

| Υ.Β Αρχ. | Βαθ. Ταξιν. Καθ. Αριθ. | $\dot{V}O_{2max}$ (ml·min$^{-1}$) | $\dot{V}O_{2max}$ (ml·kg$^{-1}$·min$^{-1}$) | $\dot{V}E_{max}$ (l·min$^{-1}$) | $HR_{max}$ (beat/min$^{-1}$) | Ισχύς (W) | Αναπν. Κατώφλι % $\dot{V}O_2$ | Χρ. Άσκ. (min) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Τ.Α | 3,0 | 1696 | 22,8 | 81,6 | 164 | 70 | 75,4 | 9,0 |
| Τ.Π | 4,5 | 2243 | 36,8 | 110,8 | 208 | 90 | 60,1 | 13,0 |
| Ε.Γ | 4,5 | 3134 | 35,9 | 123,0 | 195 | 110 | 70,6 | 18,0 |
| Μ.Γ | 4,5 | 2289 | 26,8 | 89,7 | 162 | 80 | 66,2 | 13,0 |
| Μ.Β | 4,0 | 2493 | 25,8 | 95,7 | 172 | 70 | 77,8 | 10,0 |
| Τ.Π | 4,5 | 2687 | 28,3 | 101,8 | 194 | 90 | 69,8 | 14,0 |
| Γ.Β | 4,5 | 2632 | 23,3 | 97,2 | 165 | 100 | 79,8 | 15,0 |
| **Μ.Ο.** | | **2453 *** | **28,5** | **100** | **180** | **87,4** | **71,4** | **13,1** |
| **SD** | | **413,4** | **5,2** | **12,6** | **17,2** | **13,9** | **6,4** | **2,8** |

Επεξήγηση όρων: $\dot{V}O_{2max}$: Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, $\dot{V}E_{max}$: Μέγιστος πνευμονικός αερισμός, $HR_{max}$: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα. * $p<0.05$ Υ.Β έναντι Χ.Β.

**Πίνακας 4. 6.** Αναερόβια ικανότητα καλαθοσφαιριστών (ΚΘΣ) με αμαξίδιο με χαμηλό (ΧΒ) και υψηλό (ΥΒ) βαθμό ταξινόμησης.

| Χ.Β Αρχικά | $P_{max}$ (W) | $P_{mean}$ (W) | $P_{min}$ (W) | Δείκτης Κόπωσης % |
|---|---|---|---|---|
| Π.Γ | 208 | 142 | 109 | 47,5 |
| Χ.Π | 214 | 142 | 112 | 47,7 |
| Δ.Α | 187 | 137 | 130 | 30,5 |
| Χ.Μ | 229 | 148 | 120 | 47,5 |
| Κ.Γ | 254 | 174 | 124 | 51,2 |
| Μ.Α | 263 | 196 | 171 | 35 |
| Τ.Ν | 208 | 151 | 117 | 43,8 |
| **Μ.Ο.** | **223** | **156** | **126** | **43,3** |
| **SD** | **27,2** | **21,5** | **21,0** | **7,6** |

| Υ.Β Αρχικά | $P_{max}$ (W) | $P_{mean}$ (W) | $P_{min}$ (W) | Δείκτης Κόπωσης % |
|---|---|---|---|---|
| Τ.Α | 191 | 136 | 100 | 47,6 |
| Τ.Π | 178 | 148 | 124 | 30,3 |
| Ε.Γ | 292 | 205 | 139 | 52,4 |
| Μ.Γ | 211 | 148 | 122 | 42,2 |
| Μ.Β | 242 | 175 | 129 | 46,7 |
| Γ.Β | 290 | 217 | 194 | 33 |
| **Μ.Ο.** | 234 | 172 | 135 | 42 |
| **SD** | **49,1** | **33,4** | **31,8** | **8,7** |

Επεξήγηση όρων: $P_{max}$: Μέγιστη ισχύς, $P_{mean}$: Μέση ισχύς κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας, $P_{min}$: Ελάχιστη ισχύς.

### 4.3.3. Τεχνικά χαρακτηριστικά καλαθοσφαιριστών με χαμηλό (ΧΒ) και υψηλό (ΥΒ) βαθμό ταξινόμησης.

Οι δοκιμαζόμενοι με υψηλό βαθμό ταξινόμησης παρουσίασαν καλύτερα αποτελέσματα (Πίνακας 4.8), σε σχέση με αυτούς με χαμηλό βαθμό στη δοκιμασία του ελιγμού με μπάλα με εμπόδια ($p<0.01$) ενώ ισχυρή τάση εμφανίστηκε στις δοκιμασίες της διείσδυσης και βολή ($p=0.06$) και της μεταβίβασης απόστασης ($p=0.08$). Συγκεκριμένα, οι ΥΒ στον ελιγμό με μπάλα σημείωσαν 48.4±4.6 δευτερόλεπτα, ενώ οι ΧΒ 55.6±5.6 δευτερόλεπτα.

**Πίνακας 4. 7.** Τεχνικά χαρακτηριστικά καλαθοσφαιριστών με χαμηλό (ΧΒ) και υψηλό (ΥΒ) βαθμό ταξινόμησης.

| ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ | ΚΑΛ/ΣΤΕΣ ΧΒ | ΚΑΛ/ΣΤΕΣ ΥΒ | P |
|---|---|---|---|
| Ταχύτητα 20 μ (sec) | 5.9 (0.5) | 5.6(0.3) | 0.16 |
| Μεταβίβαση απόστασης (m) | 10.46 (2.2) | 12.5 (2.1) | 0.08 |
| Ελιγμός με μπάλα με εμπόδια (sec) | 55.6 (5.6) | 48.4 (4.6) ** | 0.01 |
| Διείσδυση και βολή (επιτυχίες σε 2 min) | 8.6 (2.7) | 10.9 (2.2) | 0.06 |
| Μεταβίβαση ακριβείας (m) | 17.7 (4.1) | 15.3 (3) | 0.21 |
| Ελεύθερες βολές (40 προσπάθειες) | 19.8 (6) | 18.6 (4.3) | 0.66 |

** p<0.01 Υ.Β έναντι Χ.Β

## 4.4. Επίδραση της προπόνησης στις φυσικές ικανότητες

### 4.4.1. Αερόβια ικανότητα

Τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση της μέγιστης αερόβιας ικανότητας πριν και μετά την προετοιμασία παρουσιάζονται στον Πίνακα, 4.9 και 4.10, αντίστοιχα. Το σωματικό βάρος των δοκιμαζόμενων πριν από την έναρξη της προετοιμασίας ήταν 80.81±19.3 kg και 80.4±18.4 kg μετά την προετοιμασία των οκτώ εβδομάδων. Σημαντική διαφορά ($p<0.01$) παρουσιάσθηκε στη μέγιστη ισχύ κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας προσδιορισμού της αερόβιας ικανότητας, που ήταν 88±13.3 W πριν την προετοιμασία (ΠΠ) και 96±9.2 W μετά την προετοιμασία (ΜΠ). Σημαντική διαφορά ($p<0.01$) φάνηκε και στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, είτε εκφραζόταν σε απόλυτες τιμές (2.1±0.46 $l \cdot min^{-1}$ ΠΠ και 2.3±0.54 $l \cdot min^{-1}$ ΜΠ), είτε σε ποσοστό επί του σωματικού βάρους των δοκιμαζόμενων (26.7±5.4 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ΠΠ και 29.5±5.6 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ΜΠ). Ο όγκος του εκπνεόμενου διοξειδίου ήταν υψηλότερος ($p<0.05$) ΜΠ (2814 $ml \cdot min^{-1}$) απ' ότι ΠΠ (2523 $ml \cdot min^{-1}$). Σημαντική διαφορά είχε επίσης ο πνευμονικός αερισμός ($p<0.01$), που μετρήθηκε μετά την προετοιμασία (105.8±21.5 $l \cdot min^{-1}$) σε σχέση με την τιμή που καταγράφηκε πριν από την έναρξη της προετοιμασίας (91.6±17.2 $l \cdot min^{-1}$). Ο δείκτης υποκειμενικής κόπωσης (Borg scale) ΠΠ ήταν 16.3±3.3 και ΜΠ 17.9±1.8 ($p<0.05$). Σε καμία άλλη παράμετρο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Συγκεκριμένα, η καρδιακή συχνότητα πριν την προετοιμασία ήταν 179.7±15.2 $b \cdot min^{-1}$ και 183.3±15.9 $b \cdot min^{-1}$ μετά το τέλος. Το αναπνευστικό πηλίκο μετρήθηκε ΠΠ 1.20±0.1 και ΜΠ 1.24±0.1. Τέλος, το αναπνευστικό κατώφλι παρουσιάσθηκε σημαντικά αυξημένο όταν εκφραζόταν σε W (63±15.5 W ΠΠ και 73±14.2 ΜΠ)

### 4.4.2. Αναερόβια ισχύς

Τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση της μέγιστης αναερόβιας ισχύος πριν και μετά την προετοιμασία παρουσιάζονται στους Πίνακες, 4.9 και 4.10. Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσίασαν οι παράμετροι κατά τον προσδιορισμό της μέγιστης αναερόβιας ισχύος. Η μέγιστη παραγόμενη ισχύς ήταν 222.4±35 W πριν την προετοιμασία (ΠΠ) και 227±34.1 μετά από αυτή (ΜΠ). Η μέση και ελάχιστη ισχύς ήταν 157.9±23.7 και 124.6±18.6 αντίστοιχα ΠΠ και 161.4±30.1 και 136.3±30.2 W ΜΠ. Ακόμα, ο δείκτης κόπωσης υπολογίστηκε στο 43.3±7.9% πριν την προετοιμασία και 40.3±7.2% μετά από την προπόνηση των οκτώ εβδομάδων.

**Πίνακας 4. 8.** Αερόβια ικανότητα πριν την προετοιμασία οκτώ εβδομάδων

| Όνομα (αρχικά) | $\dot{V}O_{2max}$ ($ml \cdot min^{-1}$) | $\dot{V}O_{2max}$ ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) | $\dot{V}E_{max}$ ($l \cdot min^{-1}$) | $HR_{max}$ ($beat/min^{-1}$) | $RER_{max}$ Καθ. αριθμός | Ισχύς (W) | Χρόνος Άσκησης (min) | Αναπν. κατώφλι W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Π.Γ. | 1661 | 25,6 | 92,6 | 187 | 1,43 | 80 | 12 | 50 |
| Χ.Π | 1681 | 22,7 | 67,4 | 157 | 1,19 | 80 | 12 | 50 |
| Δ.Α | 2639 | 22 | 103,5 | 165 | 1,06 | 70 | 9 | 60 |
| Χ.Μ | 1766 | 25,9 | 90,9 | 179 | 1,27 | 80 | 12 | 60 |
| Κ.Γ | 2021 | 23,8 | 85,9 | 168 | 1,13 | 100 | 16 | 60 |
| Μ.Α | 1928 | 30,7 | 63,9 | 186 | 1,21 | 100 | 15 | 70 |
| Τ.Ν. | 2397 | 21,6 | 88,6 | 188 | 1,18 | 100 | 14,5 | 80 |
| Τ.Α. | 1696 | 22,8 | 81,6 | 164 | 1,15 | 70 | 9 | 50 |
| Τ.Π | 2243 | 36,8 | 110,8 | 208 | 1,2 | 90 | 13 | 50 |
| Ε.Γ | 3134 | 35,9 | 123 | 195 | 1,19 | 110 | 18 | 100 |
| **Μέση τιμή** | **2115** | **26,8** | **90,8** | **180** | **1,2** | **88** | **13,1** | **63** |
| **SD** | **463,08** | **5,39** | **17,28** | **15,21** | **0,09** | **13,27** | **2,74** | **15,52** |

Διευκρίνηση όρων: $\dot{V}O_{2max}$ μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, $\dot{V}E_{max}$ μέγιστος πνευμονικός αερισμός, $HR_{max}$ μέγιστη καρδιακή συχνότητα, $RER_{max}$ μέγιστο αναπνευστικό πηλίκο.

**Πίνακας 4. 9.** Αερόβια ικανότητα μετά την προετοιμασία οκτώ εβδομάδων

| Όνομα (αρχικά) | $\dot{V}O_{2max}$ (ml·min$^{-1}$) | $\dot{V}O_{2max}$ (ml·kg$^{-1}$·min$^{-1}$) | $\dot{V}E_{max}$ (l·min$^{-1}$) | $HR_{max}$ (beat/min$^{-1}$) | RERmax Καθ.αριθ. | Ισχύς (W) | Χρόνος Άσκησης (min) | Αναπν. κατώφλι W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Π.Γ. | 1776 | 27,2 | 98,4 | 190 | 1,39 | 90 | 14 | 60 |
| Χ.Π | 1799 | 24,7 | 79 | 160 | 1,31 | 90 | 13 | 60 |
| Δ.Α | 3041 | 26,3 | 116,6 | 186 | 1,07 | 80 | 11 | 70 |
| Χ.Μ | 1765 | 26,1 | 94 | 181 | 1,32 | 90 | 12,5 | 70 |
| Κ.Γ | 2262 | 26,7 | 119,5 | 172 | 1,28 | 100 | 16 | 70 |
| Μ.Α | 2039 | 32,9 | 74,6 | 183 | 1,33 | 100 | 15,5 | 70 |
| Τ.Ν. | 2416 | 22 | 95,6 | 173 | 1,18 | 110 | 17,5 | 100 |
| Τ.Α. | 2224 | 29,8 | 102 | 168 | 1,13 | 90 | 13 | 70 |
| Τ.Π | 2474 | 39,9 | 133,2 | 214 | 1,14 | 100 | 15 | 60 |
| Ε.Γ | 3488 | 38,8 | 145,3 | 206 | 1,25 | 110 | 18 | 100 |
| **Μέση τιμή** | **2328 **** | **29,4 **** | **105,8**** | **183** | **1,24** | **96 **** | **14,6** | **73**** |
| **SD** | **536,96** | **5,66** | **21,49** | **15,89** | **0,1** | **9,17** | **2,14** | **14,18** |

Διευκρίνηση όρων: $\dot{V}O_{2max}$: μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, $\dot{V}E_{max}$: μέγιστος πνευμονικός αερισμός, $HR_{max}$: μέγιστη καρδιακή συχνότητα, $RER_{max}$: μέγιστο αναπνευστικό πηλίκο. ** p< 0.01

**Πίνακας 4. 10.** Αναερόβια ισχύς πριν την προετοιμασία οκτώ εβδομάδων

| Όνομα (αρχικά) | $P_{max}$ ΠΠ (W) | $P_{mean}$ ΠΠ (W) | $P_{min}$ ΠΠ (W) | Δείκτης Κόπωσης ΠΠ (%) |
|---|---|---|---|---|
| Π.Γ. | 208 | 142 | 109 | 47,5 |
| Χ.Π | 214 | 142 | 112 | 47,7 |
| Δ.Α | 187 | 137 | 130 | 30,5 |
| Χ.Μ | 229 | 148 | 120 | 47,5 |
| Κ.Γ | 254 | 174 | 124 | 51,2 |
| Μ.Α | 263 | 196 | 171 | 35 |
| Τ.Ν. | 208 | 151 | 117 | 43,8 |
| Τ.Α. | 191 | 136 | 100 | 47,6 |
| Τ.Π | 178 | 148 | 124 | 30,3 |
| Ε.Γ | 292 | 205 | 139 | 52,4 |
| **Μέση τιμή** | **222,4** | **157,9** | **124,6** | **43,35** |
| **SD** | **34,97** | **23,65** | **18,65** | **7,88** |

Επεξήγηση όρων: $P_{max}$: μέγιστη αναερόβια ισχύς, $P_{mean}$: μέση αναερόβια ισχύς, $P_{min}$: ελάχιστη αναερόβια ισχύς, ΠΠ: Πριν την προπόνηση.

**Πίνακας 4. 11.** Αναερόβια ισχύς μετά την προετοιμασία οκτώ εβδομάδων

| Όνομα (αρχικά) | $P_{max}$ ΜΠ (W) | $P_{mean}$ ΜΠ (W) | $P_{min}$ ΜΠ (W) | Δείκτης Κόπωσης ΜΠ (%) |
|---|---|---|---|---|
| Π.Γ. | 211 | 139 | 105 | 50,2 |
| Χ.Π | 214 | 155 | 130 | 39,3 |
| Δ.Α | 193 | 140 | 138 | 28,5 |
| Χ.Μ | 237 | 140 | 112 | 52,7 |
| Κ.Γ | 254 | 186 | 158 | 37,8 |
| Μ.Α | 249 | 188 | 164 | 34,1 |
| Τ.Ν. | 220 | 160 | 128 | 41,8 |
| Τ.Α. | 176 | 122 | 97 | 44,9 |
| Τ.Π | 214 | 154 | 127 | 40,7 |
| Ε.Γ | 304 | 230 | 204 | 32,9 |
| **Μέση τιμή** | **227,2** | **161,4** | **136,3** | **40,29** |
| **SD** | **34,12** | **30,14** | **30,22** | **7,18** |

Επεξήγηση όρων: $P_{max}$: μέγιστη αναερόβια ισχύς, $P_{mean}$: μέση αναερόβια ισχύς, $P_{min}$: ελάχιστη αναερόβια ισχύς, ΜΠ: Μετά την προπόνηση

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της πρώτης ενότητας της παρούσας εργασίας ήταν κύρια να αξιολογήσει, για πρώτη φορά στη χώρα μας, τις φυσικές ικανότητες ατόμων με κινητικές αναπηρίες. Για το σκοπό αυτό, 17 καλαθοσφαιριστές με αμαξίδιο της εθνικής ομάδας, υποβλήθηκαν σε δοκιμασίες προσδιορισμού της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και μέγιστης αναερόβιας ισχύος σε ένα ειδικά διαμορφωμένο εργόμετρο για αγωνιστικά αμαξίδια. Μετά τη συλλογή των δεδομένων, ακολούθησε σύγκριση των φυσικών και τεχνικών ικανοτήτων μεταξύ: α) ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και ατόμων με ακρωτηριασμό και λοιπές αναπηρίες και β) αθλητών με χαμηλό (1 έως 2.5) και υψηλό (3 έως 4.5) βαθμό ταξινόμησης. Ακόμα, εξετάσθηκε η επίδραση της προπόνησης, διάρκειας οκτώ εβδομάδων, στην αερόβια και αναερόβια ικανότητα των δοκιμαζόμενων. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συνοψίζονται ως ακολούθως:

### 5.1. Αερόβια ικανότητα.

Η $\dot{V}O_{2max}$ των αθλητών της παρούσας έρευνας αξιολογήθηκε σε εργόμετρο με κυλίνδρους ειδικά διαμορφωμένο για αμαξίδια. Η οι τιμές της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, που παρουσίασαν οι καλαθοσφαιριστές της Εθνικής ομάδας, είναι παραπλήσιες με εκείνες της βιβλιογραφίας σε παρόμοια εργόμετρα, όταν η παράμετρος αυτή εκφράζεται σε απόλυτες τιμές. Ο Eriksson και οι συνεργάτες (1988) εξέτασαν τη $\dot{V}O_{2max}$ 17 αθλητών με αμαξίδιο, και βρήκαν ότι ήταν ίση με 2.16 $l \cdot min^{-1}$ έναντι 2.18 $l \cdot min^{-1}$, που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία. Οι δικές μας όμως τιμές της $\dot{V}O_{2max}$, εκφρασμένες ανά kg σωματικής μάζας, υπολείπονταν σημαντικά εκείνων των τιμών των Eriksson και συνεργατών (27.2 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ έναντι 33.6 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, αντίστοιχα). Φαίνεται ότι, πολλοί από τους αθλητές της παρούσας έρευνας είχαν, συγκριτικά με αντίστοιχους αθλητές της αλλοδαπής κακή φυσική κατάσταση πιθανόν λόγω του ερασιτεχνικού χαρακτήρα ενασχόλησης με το άθλημα της καλαθοσφαίρισης. Επιπλέον, οι μετρήσεις διεξήχθησαν στο μεσοδιάστημα μεταξύ λήξης της αγωνιστικής περιόδου και έναρξης της προαγωνιστικής προετοιμασίας, γεγονός που μπορεί να συνέβαλε στη μέτρια αερόβια ικανότητα του παρόντος δείγματος. Παρόμοια, η σχετική μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου άλλων αθλητών με αμαξίδιο (Huonker *et al.*, 1992; van der Woude *et al.*, 1998; Bernard *et al.*, 2000) κυμαίνονταν από 23.9 έως 38.1 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ και υπερτερούσε των Ελλήνων αθλητών. Αντίθετα, το επίπεδο των Ελλήνων καλαθοσφαιριστών δε διαφέρει από εκείνο των καλαθοσφαιριστών του Ισραήλ όσον αφορά στο μέγιστο πνευμονικό αερισμό, στη καρδιακή συχνότητα, αλλά και στη πρόσληψη οξυγόνου ανά kg σωματικής μάζας (Rotstein *et al.*, 1994).

Το αναπνευστικό κατώφλι αποτελεί έναν αξιόπιστο δείκτη προσδιορισμού έναρξης της συστηματικής συμμετοχής του αναερόβιου μηχανισμού παραγωγής ενέργειας (McArdle *et al.*, 1996) και το οποίο σχετίζεται θετικά και σημαντικά με την αερόβια αντοχή των ατόμων. Στην έρευνα των Coutts and McKanzie, (1995) οι Καναδοί δοκιμαζόμενοι εμφάνισαν αναπνευστικό κατώφλι στο 68% ενώ στην παρούσα εργασία το κατώφλι του δείγματος προσδιορίστηκε στο 71.8% της $VO_{2peak}$, αντίστοιχα. Στην έρευνα των Coutts και McKanzie, παρόμοιες τιμές αναπνευστικού

κατωφλιού είχαν τόσο οι αθλητές του στίβου, όσο και άλλων αθλημάτων (70% και 68% $\dot{V}O_{2peak}$, αντίστοιχα). Υψηλότερο αναπνευστικό κατώφλι (87% της $\dot{V}O_{2max}$) παρουσίασαν δοκιμαζόμενοι με τετραπληγία, γεγονός που αποδίδεται στη μειωμένη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου που παρατηρείται στα άτομα αυτά (Hutzler, 1998; Bhambhani, 2002). Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την τιμή του αναπνευστικού κατωφλιού, που παρουσίασε ο μοναδικός δοκιμαζόμενος με τετραπληγία της παρούσας εργασίας (κατώφλι 64.8% της $\dot{V}O_{2peak}$). Αυτό, μπορεί να συνέβη λόγω του ότι ο συγκεκριμένος δοκιμαζόμενος είχε ατελή τετραπληγία, δεν είχε δηλαδή πλήρη λύση στο σημείο κάκωσης του νωτιαίου μυελού. Τέλος, τα αποτελέσματα των μετρήσεων για την αξιολόγηση των παραμέτρων, που προσδιορίζουν την αερόβια ικανότητα και τη μέγιστη αναερόβια ισχύ, επηρεάζονται από τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιούνται από τους ερευνητές, από το μέγεθος του δείγματος και από την διαφορετικότητα της αναπηρίας μεταξύ του δείγματος (Hutzler, 1998; Bhambhani, 2002).

### 5.2. Αναερόβια ικανότητα

Η μετρούμενη σ' άτομα με κινητικές αναπηρίες αναερόβια ισχύς, με τη δοκιμασία Wingate, επηρεάζεται συνήθως από το ανομοιογενές δείγμα, τον τύπο του χρησιμοποιούμενου εργομέτρου, όπως επίσης και από τη διαφορετική επιβάρυνση, που επιβάλλουν οι ερευνητές στους δοκιμαζόμενους. Όλοι αυτοί οι παράγοντες καθιστούν δύσκολη τη σύγκριση των παρεχόμενων αποτελεσμάτων ανάμεσα σε διάφορες έρευνες (Hutzler, 1998; Bhambhani, 2002). Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε κυλινδροεργόμετρο για αμαξίδια και επιβάρυνση, που είχε ως αναφορά τη μέγιστη ισομετρική δύναμη κάθε δοκιμαζόμενου, η οποία προβλέπονταν με βάση εργαστηριακές μετρήσεις.

Οι δοκιμαζόμενοι της παρούσας μελέτης παρουσίασαν τιμές μέγιστης αναερόβιας ισχύος 228±33.9 W. Οι τιμές αυτές συμφωνούν με αυτές που παρουσίασε η Dallmeijer και οι συνεργάτες (1994), που αξιολόγησαν την μέγιστη ισχύ 5 ατόμων χωρίς προπονητική εμπειρία, με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και επίπεδο από 1ο έως 5ο θωρακικό (248.7 W). Στην ίδια έρευνα, εξετάσθηκε η μέγιστη ισχύς ατόμων με χαμηλότερο επίπεδο κάκωσης (Θ6 έως Ο4) χωρίς προπονητική εμπειρία, όπου οι τιμές εμφανίσθηκαν υψηλότερες (310.3 έως 398.1 W). Επιπλέον, ο Hutzler και οι συνεργάτες (1998) βρήκαν διαφορές στη παραγόμενη μέγιστη ισχύ αθλητών διαφόρων αθλημάτων. Συγκεκριμένα, οι αθλητές με κάκωση σε υψηλό σημείο του νωτιαίου μυελού παρουσίασαν τιμές, που υπολείπονταν των ατόμων με κάκωση σε χαμηλότερο επίπεδο (280W για τους αθλητές με υψηλή κάκωση Θ1 έως Θ5 και 336 W για τους αθλητές με χαμηλή κάκωση Θ6 έως Ι5). Όσον άφορά την μέση ισχύ, επίσης ποικίλει ανάλογα με το επίπεδο κάκωσης, την προπονητική εμπειρία και τον τύπο του εργομέτρου, που χρησιμοποιούν οι ερευνητές (Βλέπε Hutzler, 1998). Συγκεκριμένα, άτομα με τετραπληγία (με διαφορετική δραστηριότητα), που αξιολογήθηκαν σε εργόμετρο για αμαξίδια, είχαν μέση ισχύ 41.4 W (Janssen *et al.*, 1993), ενώ τα άτομα με παραπληγία στην ίδια έρευνα είχαν μέση ισχύ από 70.3 έως 114.4 W, ανάλογα με το επίπεδο κάκωσης του νωτιαίου μυελού. Αντίθετα, υψηλότερες τιμές (182.5 έως 464.6 W) παρουσιάζονται, όταν ως όργανο μέτρησης χρησιμοποιείται το στροφαλοεργόμετρο (Βλέπε Hutzler, 1998). Ακόμα, η μέση ισχύς

των δοκιμαζόμενων της παρούσας έρευνας ήταν 163±29.7. Η μέγιστη και μέση αναερόβια ισχύς των Ελλήνων καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο χαρακτηρίζεται ως πτωχή, συγκρινόμενη με χειροεργομέτρη αθλητών χωρίς κινητικές αναπηρίες.

Έπειτα από τροποποίηση των τιμών της παρούσας έρευνας, οι καλαθοσφαιριστές με αμαξίδιο της Εθνικής ομάδας είχαν μέγιστη ισχύ 2.8 W/kg, τιμή που συμφωνεί με αποτελέσματα ορισμένων ερευνών (Van der Woude *et al.*, 1997; Hutzler *et al.*, 1998) και παρουσιάζεται υψηλότερη από αρκετές άλλες (Veeger *et al.*, 1991, 1992). Ο δείκτης κόπωσης των καλαθοσφαιριστών της παρούσας έρευνας ανήλθε στο 44.3±7.9 %. Σε αντίστοιχες εργασίες, που έχουν δημοσιευθεί, ο δείκτης κόπωσης είχε εύρος από 50 έως 60% (Hutzler *et al.*, 1995, 1998).

Η υπεροχή των Ελλήνων καλαθοσφαιριστών σε αναερόβια ικανότητα μπορεί να οφείλεται στη ποικιλία του δείγματος της παρούσας έρευας, όπου συμμετείχαν 13 δοκιμαζόμενοι, εκ των οποίων οι 7 ήταν αθλητές χωρίς κάκωση στο νωτιαίο μυελό. Μια άλλη ερμηνεία των διαφορετικών αποτελεσμάτων μπορεί να είναι ότι, στην παρούσα έρευνα υπήρχε η δυνατότητα μέτρησης μιας κορυφής από τη διάρκεια της δοκιμασίας, ενώ οι περισσότερες έρευνες επιλέγουν τα 5 καλύτερα δευτερόλεπτα. Ακόμα, ο καθορισμός της κατάλληλης επιβάρυνσης ίσως επέδρασε καθοριστικά στα αποτελέσματα.

## 5.3. Ατομικές διαφορές

Σημαντικός παράγοντας, που επηρεάζει τα αποτελέσματα των βιολογικών προσαρμογών και των τεχνικών χαρακτηριστικών των ατόμων με κινητικές αναπηρίες κατά την άσκηση, είναι οι διαφορετικού τύπου αναπηρίες που παρουσιάζονται (Coutts *et al.*, 1983, Coutts and Mac Kenzie, 1995; Brasile 1986; Lasko *et al.*, 1990; Jehl *et al.*, 1991; Dallmeijer *et al.*, 1994; Bhambhani *et al.*, 1994). Από την σύγκριση των φυσιολογικών χαρακτηριστικών των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και αυτών με ακρωτηριασμό και λοιπές κινητικές αναπηρίες, βρέθηκε ότι οι ΚΝΜ είχαν σημαντικά χαμηλότερη πρόσληψη οξυγόνου και χαμηλότερο πνευμονικό αερισμό ($p<0.01$). Η διαφορά στην $\dot{V}O_2$ παρατηρήθηκε μόνον όταν εκφραζόταν σε απόλυτες τιμές ($l \cdot min^{-1}$), ενώ δεν φάνηκαν διαφορές όταν αυτή αποτυπώνονταν σε σχέση με τη σωματική μάζα των δοκιμαζόμενων ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$). Αντίθετα, καμιά σημαντική διαφορά παρουσιάσθηκε στις μετρούμενες παραμέτρους της αναερόβιας ισχύος. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και από την σύγκριση των φυσικών ικανοτήτων των ατόμων με χαμηλό και υψηλό βαθμό ταξινόμησης. Οι καλαθοσφαιριστές με χαμηλό βαθμό παρουσίασαν σημαντικά μειωμένες τιμές έναντι των αθλητών με υψηλό βαθμό, μόνο στην πρόσληψη οξυγόνου και όταν αυτή εκφραζόταν σε απόλυτες τιμές ($p<0.05$). Σε καμιά άλλη παράμετρο αερόβιας και αναερόβιας ισχύος παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, σχετικά με τις επιδόσεις των αθλητών με παραπληγία και αυτών με ακρωτηριασμό και άλλων κατηγοριών αναπηρίας, είναι σύμφωνα με αυτά της υπάρχουσας βιβλιογραφίας (Coutts *et al.*, 1983, 1995; Lasko *et al.*, 1990; Dallmeijer *et al.*, 1994; Bhambhani *et al.*, 1994). Συγκεκριμένα, ο Coutts και οι συνεργάτες (1983) συνέκριναν τις μέγιστες φυσιολογικές αντιδράσεις 21 αθλητών με τετραπληγία και παραπληγία σε εργόμετρο για αμαξίδια. Όλοι οι δοκιμαζόμενοι είχαν λάβει βαθμό ταξινόμησης από την αρμόδια διεθνή ομοσπονδία. Οι παραπληγικοί αθλητές

εμφάνισαν σημαντικά υψηλότερες τιμές στην ισχύ, την $\dot{V}O_2$ σε απόλυτες και σχετικές τιμές, την καρδιακή συχνότητα και τον πνευμονικό αερισμό. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασαν και ο Bhambhani και οι συνεργάτες (1994), αξιολογώντας τις φυσιολογικές αντιδράσεις αθλητών με τετραπληγία και παραπληγία. Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στην πρόσληψη οξυγόνου (σε σχετικές και απόλυτες τιμές), στην καρδιακή συχνότητα, τον πνευμονικό αερισμό και τη συγκέντρωση γαλακτικού οξέως. Φαίνεται λοιπόν ότι, η μυϊκή μάζα επηρεάζει σημαντικά τα αποτελέσματα κατά την αξιολόγηση της απόλυτης $\dot{V}O_{2max,}$ ενώ δεν φαίνεται να την επηρεάζει, όταν αποτυπώνεται σε σχέση με τη σωματική μάζα των δοκιμαζόμενων. Τα άτομα με βαριές αναπηρίες, κατά την άσκηση ενεργοποιούν μικρότερες μυϊκές ομάδες από τους δοκιμαζόμενους με κάκωση σε χαμηλότερα επίπεδα του νωτιαίου μυελού, ακρωτηριασμό ή χωρίς κινητικές αναπηρίες (Vinet *et al.*, 1997; Lin *et al.*, 1993; Flantrois *et al.*, 1986). Αντίθετα, δεν παρατηρούνται διαφορές στις παραμέτρους της καρδιακής συχνότητας και του αναπνευστικού κατωφλιού, μεταξύ των δοκιμαζόμενων με διαφορετικού τύπου αναπηρίες, εκτός από τους τετραπληγικούς που εμφανίζουν υψηλότερη καρδιακή συχνότητα (Coutts *et al.*, 1983) και μεγαλύτερο αναπνευστικό κατώφλι (Coutts and McKenzie, 1995), λόγω της αισθητά χαμηλότερης $\dot{V}O_{2max,}$ που παρουσιάζουν συγκριτικά με τους δοκιμαζόμενους των άλλων κατηγοριών. Η μη σημαντική διαφορά μεταξύ των δοκιμαζόμενων, κατά την αξιολόγηση της αναερόβιας ισχύος, συμφωνεί πλήρως με τα αποτελέσματα, που παρουσίασε ο Hutzler (1998) σε ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, σχετικά με την αναερόβια ικανότητα των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό. Στην ανασκόπηση αυτή, μόνο οι δοκιμαζόμενοι με τετραπληγία εμφάνισαν υστέρηση, σε σχέση με τους παραπληγικούς και τα άτομα χωρίς κάκωση στο νωτιαίο μυελό. Συγκεκριμένα, ο Hutzler και οι συνεργάτες αξιολόγησαν την αναερόβια ικανότητα 11 καλαθοσφαιριστών υψηλού επιπέδου από τη Γερμανία με διαφορετικό βαθμό ταξινόμησης. Παρ' ότι δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των αθλητών, οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι ένας παράγοντας επηρεασμού των αποτελεσμάτων είναι οι διαφορές στη διάσταση μεταξύ των τροχών των αμαξιδίων. Τα αγωνιστικά αμαξίδια, που χρησιμοποιούν οι καλαθοσφαιριστές, έχουν συνήθως τροχούς με διάμετρο 24 και 26 ίντσες. Οι αθλητές με βαριές αναπηρίες χρησιμοποιούν συνήθως τροχούς 24 ιντσών, ενώ αυτοί με ελαφρές 26 ιντσών. Η πρόταση, των ερευνητών είναι ότι κατά την αξιολόγηση της αναερόβιας ισχύος να χρησιμοποιούνται στο μέλλον τροχοί με ίδια διάσταση. Στην ίδια έρευνα, οι δοκιμαζόμενοι είχαν μέση αναερόβια ισχύ 149 W τιμή, που πλησιάζει αυτήν που σημείωσαν οι δικοί μας αθλητές (163 W).

### 5.4. Τεχνικά χαρακτηριστικά

Οι δοκιμαζόμενοι με χαμηλό βαθμό ταξινόμησης της παρούσας έρευνας είχαν αποτελέσματα, που υπολειπόταν αυτών με υψηλό βαθμό. Σημαντικές διαφορές παρουσιάσθηκαν ($p<0.01$) μόνο στη δοκιμασία του ελιγμού με μπάλα με εμπόδια, ενώ ισχυρή τάση παρουσιάστηκε στις δοκιμασίες της διείσδυσης και βολής ($p=0.06$) και της μακρινής μεταβίβασης ($p=0.08$). Τα αποτελέσματα αυτά είναι σύμφωνα με αυτά, που έχουν παρουσιάσει άλλοι

ερευνητές (Brasile, 1986 a&b, 1990; Vanlerberghe and Slock, 1987). Συγκεκριμένα, ο Brasile (1990) εξέτασε 79 αμερικανούς καλαθοσφαιριστές με βαθμό ταξινόμησης από 1 έως 3. Οι δοκιμαζόμενοι με ταξινόμηση 2 και 3 είχαν παρόμοια αποτελέσματα ενώ οι δοκιμαζόμενοι με ταξινόμηση 1 παρουσίασαν κατώτερα. Ειδικότερα, τα αποτελέσματα της ταχύτητας 20 μέτρων, συγκρινόμενα με αυτά της παρούσας έρευνας, παρουσιάζονται παρόμοια για τους αθλητές με βαθμό ταξινόμησης 1 (6.5 και 6.3 sec, αντίστοιχα) και χαμηλότερα σε αυτούς με υψηλό βαθμό ταξινόμησης (5 και 5.8 sec, αντίστοιχα). Επιπλέον, στη δοκιμασία του ελιγμού με μπάλα με εμπόδια οι δοκιμαζόμενοι με βαθμό 1 σημείωσαν 48.8 sec, ενώ οι αντίστοιχοι Έλληνες 58. Οι αθλητές με υψηλό βαθμό σημείωσαν τιμή 43 sec και αυτοί της παρούσας έρευνας 48.5 sec. Οι διαφορές από τα αποτελέσματα των δύο ερευνών είναι απολύτως φυσιολογικές, λόγω της μεγάλης διαφοράς δυναμικότητας των αμερικανών και ελλήνων καλαθοσφαιριστών. Η καλαθοσφαίριση στις ΗΠΑ είναι πολύ αναπτυγμένη και βρίσκεται μεταξύ των κορυφαίων ομάδων του κόσμου, ενώ οι έλληνες καλαθοσφαιριστές με κινητικές αναπηρίες στην εικοστή θέση της Ευρώπης. Γενικά, οι διαφορές, που παρατηρούνται μεταξύ των καλαθοσφαιριστών με υψηλό και χαμηλό βαθμό ταξινόμησης, κατά την αξιολόγηση των τεχνικών τους ικανοτήτων, έχουν σχέση με το βαθμό αναπηρίας. Ειδικότερα, οι αθλητές των οποίων οι κοιλιακοί μυς, που είναι πολύ σημαντικοί για την εκτέλεση των δοκιμασιών, λόγω της αναπηρίας τους βρίσκονται σε αδράνεια παρουσιάζουν τα χαμηλότερα αποτελέσματα (Brasile, 1986). Ακόμη, ένας παράγοντας, που επηρεάζει τα αποτελέσματα, είναι η προπονητική εμπειρία πριν από τον τραυματισμό (Brasile, 1990). Οι δοκιμαζόμενοι, που ασχολούνταν με τον αθλητισμό και ειδικότερα με την καλαθοσφαίριση πριν από το χρονικό σημείο του τραυματισμού τους, συνήθως εμφανίζουν και τις υψηλότερες επιδόσεις. Από τους καλαθοσφαιριστές της παρούσας έρευνας μόνο δύο είχαν προηγούμενη ενασχόληση με το άθλημα αυτό.

### 5.5. Επίδραση της προπόνησης προαγωνιστικής περιόδου διάρκειας οκτώ εβδομάδων στις φυσιολογικές αντιδράσεις καλαθοσφαιριστών με κινητικές αναπηρίες

Στον τομέα των προπονητικών προγραμμάτων, μέσω των οποίων επιτυγχάνεται βελτίωση των βιολογικών προσαρμογών των ατόμων με κινητικές αναπηρίες, η τεκμηρίωση είναι περιορισμένη. Τα προπονητικά προγράμματα, που έχουν ανακοινωθεί, έχουν ως βάση εκείνα, που εφαρμόζονται για τη βελτίωση των αθλητών χωρίς κινητικές αναπηρίες (Hooker and Wells, 1989). Οι δοκιμασίες είναι συνεχόμενης ή διαλειμματικής διάρκειας (Washburn and Seals, 1983). Τέλος, στο σημείο που συμφωνούν οι ερευνητές, είναι ότι τα προπονητικά προγράμματα για να επιφέρουν καλύτερα αποτελέσματα, πρέπει να είναι διάρκειας τουλάχιστον πέντε εβδομάδων και συχνότητας τριών τουλάχιστον προπονήσεων ανά εβδομάδα, ενώ η διάρκεια κάθε προπόνησης δεν πρέπει να υστερεί των 90 min και η ένταση το 70% της $\dot{V}O_{2max}$ (Hooker and Wells, 1989; Van Der Voude *et al.*, 1998).

Με βάση όλα τα παραπάνω, η βελτίωση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, που παρουσίασαν οι αθλητές της Εθνικής ομάδας, μετά από το προπονητικό πρόγραμμα των οκτώ εβδομάδων, μπορεί να αποδοθεί: α) στο

χαμηλό επίπεδο φυσικής κατάστασης, που εμφάνισαν στις πρώτες μετρήσεις πριν από την έναρξη της προετοιμασίας, που μπορεί να αποδοθεί στις ερασιτεχνικού χαρακτήρα προπονήσεις σε συλλογικό επίπεδο των δοκιμαζόμενων και της μεγάλης αποχής τους από την λήξη των πρωταθλημάτων έως την έναρξη της προαγωνιστικής προετοιμασίας και β) στο γεγονός ότι οι καλαθοσφαιριστές για πρώτη φορά ακολούθησαν προπονητικό πρόγραμμα τόσης μεγάλης διάρκειας. Αντίθετα, η μη βελτίωση της μέγιστης αναερόβιας ισχύος μπορεί να αποδοθεί: α) στον προγραμματισμό των προπονήσεων, που δεν περιελάμβαναν αφενός εξειδικευμένες ασκήσεις μέγιστης έντασης και αφετέρου ειδικές ασκήσεις με βάρη και β) στο επίπεδο της αναερόβιας ισχύος, που ήταν ικανοποιητικό σε σχέση με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, αφού αρκετοί από τους δοκιμαζόμενους χρησιμοποιούν το αμαξίδιο για τις καθημερινές μετακινήσεις τους.

# ΜΕΡΟΣ Β: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΗΨΗΣ ΥΓΡΩΝ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΚΑΚΩΣΗ ΣΤΟ ΝΩΤΙΑΙΟ ΜΥΕΛΟ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

## 6. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 6.1. Καρδιαγγειακό σύστημα ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό.

Η λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος ατόμων με κινητικές αναπηρίες διαφέρει ανάλογα με το είδος και το εύρος της αναπηρίας. Ένας αθλητής με ακρωτηριασμό, κατά την αξιολόγηση των βιολογικών του προσαρμογών, παρουσιάζει συνήθως αποτελέσματα, που δεν διαφέρουν από αυτά των ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες. Η καρδιαγγειακή αντα-πόκριση κατά την άσκηση έχει σχέση με το επίπεδο φυσικής κατάστασης και με την εξοικείωση για άσκηση των άνω άκρων στα διαφορετικού τύπου εργόμετρα (Lin *et al.*, 1992). Οι δοκιμαζόμενοι, όμως, με κάκωση στο νωτιαίο μυελό εμφανίζουν κατά την άσκηση χαμηλότερες επιδόσεις, συγκρι-τικά με άτομα με ακρωτηριασμό και λοιπές αναπηρίες. Οι επιδόσεις τους είναι αντιστρόφως ανάλογες του επιπέδου και του εύρους της κάκωσης. Όσο υψηλότερα στον νωτιαίο μυελό βρίσκεται η κάκωση, τόσο χαμηλότερες είναι οι επιδόσεις που παρουσιάζουν οι αθλητές (Lasko *et al*., 1990). Συγκεκριμένα, τα άτομα με κάκωση σε υψηλό επίπεδο του νωτιαίου μυελού, σε σύγκριση με τα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες, παρουσιάζουν συνήθως χαμηλότερη πρόσληψη οξυγόνου, χαμηλότερο όγκο παλμού, χαμηλότερη καρδιακή παροχή και υψηλότερη καρδιακή συχνότητα (Hopman *et al.*, 1992). Ακόμα, η χαμηλότερη απόδοση των ατόμων με παραπληγία, αποδίδεται στη μικρή συμμετοχή μυϊκών μαζών κατά την άσκηση (Hopman *et al.*, 1992). Επιπλέον, τετραπληγικοί και παραπληγικοί εμφανίζουν καρδιαγγειακό σύστημα, που υποστηρίζει με μεγάλη δυσκολία τις λειτουργίες του θερμορυθμιστικού συστήματος, κατά τη διάρκεια άσκησης των άνω άκρων του σώματος (Sawka *et al.*, 1989). Αναλυτικότερα, ο Bhambhani (2002), σχετικά με την θερμορύθμιση αθλητών δρόμου με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, αναφέρει ότι ο εγκέφαλος ενεργοποιεί με τρεις διαφορετικούς μηχανισμούς την απώλεια θερμότητας (Sawka *et al.*, 1996, 1999): α) με αύξηση της κυκλοφορίας του αίματος στα τριχοειδή αγγεία του δέρματος, έτσι ώστε να διευκολυνθεί η απώλεια θερμότητας μέσω της μεταφοράς ξηρού αέρα και της ακτινοβολίας, β) με ενεργοποίηση των ιδρωτοποιών αδένων, που ενισχύουν την εξάτμιση της απώλειας θερμότητας και γ) με την ανακατανομή της καρδιακής παροχής, έτσι ώστε να υπάρχει μεγάλη αιματική ροή στους ενεργούντες μυς, μέσω της διαστολής των αγγείων και της μείωσης της ροής του αίματος από την περιοχή των σπλάχνων, εξαιτίας της αγγειο-συστολής.

Οι συνθήκες περιβάλλοντος επηρεάζουν σημαντικά τη συσσώρευση θερμότητας στο σώμα και την ανύψωση της θερμοκρασίας του ορθού. Όταν η άσκηση εκτελείται σε ψυχρό περιβάλλον, η ακτινοβολία και η μεταφορά θερμότητας είναι οι πρωταρχικοί μηχανισμοί απώλειας θερμότητας. Ωστόσο, όταν η άσκηση εκτελείται σε θερμό και ξηρό περιβάλλον, το 80-90% της θερμότητας χάνεται δια μέσου της εξάτμισης από την απώλεια του ιδρώτα. Αυτή η αναλογία μειώνεται σημαντικά, όταν η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος

αυξάνει πάνω από το 70%. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, αυξάνεται η απώλεια θερμότητας δια μέσου της ακτινοβολίας και της μεταγωγής θερμότητας. Ως αποτέλεσμα έχουμε μεγάλη ανακατανομή της καρδιακής παροχής, που αποκλίνει στα αγγεία αίματος του δέρματος, διευκολύνοντας την απώλεια θερμότητας. Η μείωση της επιστροφής αίματος στην καρδιά και η διατήρηση της καρδιακής παροχής από την ένταση της άσκησης αυξάνει αντίστοιχα την καρδιακή συχνότητα και μειώνει τον όγκο παλμού. Αυτό, συνήθως, αναφέρεται ως «καρδιαγγειακή παρέκκλιση», που επιτελείται κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης άσκησης.

### 6.2. Επίδραση της ενυδάτωσης.

Η αναπλήρωση των υγρών τα οποία χάνονται με τον ιδρώτα, αμβλύνει την καρδιαγγειακή παρέκκλιση και τη θερμική επιβάρυνση του οργανισμού σε άτομα ΧΚΑ. Οι κλασικές έρευνες του Adolph και των συνεργατών του (1947) και του Labell (1954), ήταν οι πρώτες που έδειξαν την ευεργετική δράση της κατανάλωσης νερού στην θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος και στην απόδοση (Coyle and Hamilton, 1991). Τα αρχικά αυτά δεδομένα επιβεβαιώθηκαν από μεταγενέστερες (Senay *et al.*, 1965) και από νεότερες έρευνες σε θερμο-ουδέτερο (Hamilton *et al.*, 1991; McConell *et al.*, 1997) και σε θερμό περιβάλλον (Candas *et al.*, 1986; Montain and Coyle 1992 a,b,c), που έδειξαν επιβράδυνση της ανόδου της θερμοκρασίας του πυρήνα και μείωση της καρδιαγγειακής παρέκκλισης με την κατανάλωση υγρών κατά την παρατεταμένη κυκλοεργομέτρηση. Στην πλειοψηφία των ερευνών έγινε ολική αναπλήρωση των απολεσθέντων, λόγω ιδρώτα, υγρών του σώματος.

Δεν υπάρχει καμιά ανάλογη μελέτη για ΚΝΜ για αυτό και οι ανάλογες υποθέσεις θα γίνουν με βάση την βιβλιογραφία για άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες.

### 6.3. Σημασία της έρευνας

Η πληροφόρηση, που παρέχει η βιβλιογραφία, σχετικά με το ρόλο της αναπλήρωσης υγρών στις λειτουργικές προσαρμογές του οργανισμού κατά την παρατεταμένη άσκηση στο δαπεδο-εργόμετρο, είναι ανεπαρκής (Gisolfi and Copping, 1974; Morris *et al.*, 1998). Οι υπάρχουσες έρευνες αναφέρονται κυρίως στις θερμορυθμιστικές προσαρμογές, με μικρή έως ανύπαρκτη αναφορά στις προσαρμογές του καρδιαγγειακού συστήματος, παρ' ότι το σύστημα αυτό εξυπηρετεί ταυτόχρονα τόσο τη θερμορυθμιστική ομοιόσταση, όσο και τη ρύθμιση της μέσης αρτηριακής πίεσης. Εκείνο όμως που διαφαίνεται από την έρευνα των Gisolfi και Copping (1974) είναι ότι, ακόμη και η ήπια, σε σχέση με το κυκλοεργόμετρο, κατανάλωση νερού μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική επιβράδυνση της υπερθερμίας σε αυτόν τον τύπο άσκησης. Τέλος, η επίδραση και οι απαιτήσεις σε νερό και ηλεκτρολύτες, το αίσθημα της δίψας ή η θερμορύθμιση, κατά την αφυδάτωση για άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, δεν έχει ερευνηθεί καθόλου.

### 6.4. Σκοπός της έρευνας

Με αφετηρία τα παραπάνω, σκοπός του Β΄ μέρους της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των λειτουργικών προσαρμογών του οργανισμού αθλητών με κάκωση σε υψηλό σημείο του νωτιαίου μυελού (από τον 7ο αυχενικό έως τον 6ο θωρακικό σπόνδυλο), κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης, στο 50-55% της μέγιστης πρόσληψης

οξυγόνου σε εργόμετρο για αμαξίδια, σε συνθήκες αφυδάτωσης και ενυδάτωσης.

### 6.5. Ερευνητικές υποθέσεις

Οι ερευνητικές υποθέσεις, που ετέθησαν σ' αυτή τη διατριβή ήταν:

- Η παρατεταμένη άσκηση, χωρίς λήψη υγρών, προκαλεί καρδιαγγειακή παρέκκλιση, τόσο στα άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, όσο και στα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες.
- Η κατανάλωση νερού, κατά τη διάρκεια της άσκησης, επιδρά θετικά στις καρδιαγγειακές και θερμορυθμιστικές προσαρμογές, κατά την παρατεταμένη άσκηση σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον και στις δύο ομάδες.
- Η καρδιαγγειακή παρέκκλιση πιθανόν είναι εντονότερη στους δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, ιδιαίτερα στη συνθήκη της αφυδάτωσης.

### 6.6. Περιορισμοί της παρούσας έρευνας

Οι περιορισμοί της παρούσας εργασίας ήταν οι παρακάτω:

#### 6.6.1. Υπολογισμός της αλλαγής του όγκου αίματος και πλάσματος

Ο υπολογισμός της αλλαγής του όγκου πλάσματος και αίματος έγινε από τις μετρήσεις της αιμοσφαιρίνης και αιματοκρίτη στην ηρεμία, στο 15ο και 55ο λεπτό της άσκησης. Για τον προσδιορισμό των παραπάνω παραμέτρων, ελήφθησαν διπλά δείγματα μεικτού αρτηριο-φλεβικού αίματος, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις λεπτομέρειες σωστής δειγματοληψίας, σύμφωνα με τον Harrison (1985). Η λήψη από το λοβό του αριστερού αυτιού, κατά τη διάρκεια της άσκησης, ήταν δύσκολη, λόγω της κίνησης των δοκιμαζόμενων και της μικρής ποσότητας αίματος στη συγκεκριμένη περιοχή. Είναι σαφές ότι, η αιμοληψία σε τακτικότερα χρονικά διαστήματα με καθετηριασμό θα προσέθετε λεπτομέρεια στη συμπεριφορά των παραπάνω παραμέτρων, καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης. Τούτο όμως δεν ήταν εφικτό, διότι απαιτούνταν πολλαπλές αιμοληψίες και η παρουσία ενός επιπλέον συνεργάτη, προϋποθέσεις που δεν ήταν εφικτές στην παρούσα έρευνα.

#### 6.6.2. Το αμαξίδιο της ομάδας ελέγχου

Στην παρούσα έρευνα, οι δοκιμαζόμενοι με κινητικές αναπηρίες χρησιμοποίησαν το ατομικό αγωνιστικό τους αμαξίδιο. Όπως είναι γνωστό, το αμαξίδιο των αθλητών της καλαθοσφαίρισης κατασκευάζεται με βάση τον σωματότυπο κάθε αθλητή και το είδος της αναπηρίας του. Οι δοκιμαζόμενοι της ομάδας ελέγχου, όμως, χρησιμοποίησαν το ίδιο αμαξίδιο, όμοιο με αυτό που χρησιμοποιούν οι καλαθοσφαιριστές με ακρωτηριασμό, χωρίς δηλαδή κάκωση του νωτιαίου μυελού. Αυτό είχε ως σκοπό, την όσο το δυνατόν εξομοίωση των πραγματικών συνθηκών του πειράματος, με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες εκτελούνται οι αγώνες καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο. Είναι εμφανές ότι, η κατασκευή ξεχωριστού αμαξιδίου για τον κάθε δοκιμαζόμενο, ήταν πολύ δύσκολη υπόθεση, λόγω του υψηλού κόστους και του απαιτούμενου χρόνου κατασκευής. Ακόμα δεν ήταν δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ένα και μόνο αμαξίδιο στις μετρήσεις των ΚΝΜ λόγω διαφορετικού σωματότυπου και αναπηρίας.

### 6.6.3. Άσκηση σε συγκεκριμένες συνθήκες και με συγκεκριμένους δοκιμαζόμενους

Θα πρέπει να τονιστεί ότι, τα δεδομένα της διατριβής ισχύουν για τη συγκεκριμένη ένταση (50% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου) και διάρκεια (60 λεπτά) άσκησης των άνω άκρων, στις παρούσες περιβαλλοντικές συνθήκες (24 ºC θερμοκρασία δωματίου και 60% υγρασία) και για το δεδομένο δείγμα δοκιμαζόμενων. Χαμηλότερης έντασης άσκηση, πιθανόν θα επιφέρει μικρότερη πτώση στον όγκο παλμού, ενώ το αντίθετο θα συνέβαινε σε υψηλότερης έντασης άσκηση (Shaffrath and Adams,1984). Επίσης, το θερμό και το ψυχρό περιβάλλον θα αυξομειώσουν το βαθμό καρδιαγγειακής παρέκκλισης (Mac Dougall *et al.*, 1974; Hopman, *et al.*, 1993). Ακόμα, η ύπαρξη ρεύματος αέρα θα μπορούσε να αμβλύνει τις προσαρμογές του καρδιαγγειακού κατά την άσκηση, όπως έχει γίνει σε προηγούμενες μελέτες ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες (Shaffgath and Adams, 1984), χωρίς όμως να τις αναστρέψει. Είναι επίσης γεγονός ότι, η υψηλότερη θερμοκρασία του δέρματος θα οδηγούσε σε μεγαλύτερη επιβάρυνση του συστήματος (Rowell *et al.*, 1969).

Οι αθλητές με κινητικές αναπηρίες, που συμμετείχαν εθελοντικά στην παρούσα έρευνα, είχαν όλοι κάκωση σε υψηλό επίπεδο του νωτιαίου μυελού (6ο θωρακικό και άνω). Είναι γνωστό ότι, αθλητές με κάκωση σε χαμηλότερα επίπεδα του νωτιαίου μυελού πιθανόν θα εμφάνιζαν διαφορετικές καρδιαγγειακές και θερμορυθμιστικές αντιδράσεις (Dawson, *et al.*, 1994; Yamasaki, *et al.*, 2001). Ακόμα, οι εθελοντές της ομάδας ελέγχου, παρόλο που είχαν εξοικειωθεί στην κίνηση του αμαξιδίου για περίπου δύο μήνες, είναι ευνόητο ότι δεν μπορούν να συγκριθούν με τα άτομα με κινητικές αναπηρίες. Δεν μπορούμε ν' αποκλείσουμε την πιθανότητα ότι μεγαλύτερος χρόνος εξοικείωσης και προπόνησης θα επηρέαζε τα αποτελέσματα.

Το εργόμετρο, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα, εδίδετο δυνατότητα προσαρμογής του αμαξιδίου των δοκιμαζόμενων (κυλινδρο- εργόμετρο για αμαξίδια). Σε άλλες έρευνες έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικού τύπου εργόμετρα και κυρίως το στροφαλοεργόμετρο, που δεν απαιτεί ιδιαίτερη εξοικείωση από μέρους των δοκιμαζόμενων της ομάδας ελέγχου. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα διαφορετικού τύπου εργόμετρα είναι δυνατόν να επηρεάζουν τα αποτελέσματα.

Τέλος, αδυναμία της παρούσας έρευνας ήταν η μεγάλη διαφορά ηλικίας μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων. Συγκεκριμένα οι δοκιμαζόμενοι ΧΚΑ είχαν ηλικία 20.6 έτη, ενώ η αντίστοιχη των ΚΝΜ ήταν 32.3 έτη.

### 6.7. Διευκρίνιση όρων

$\dot{V}O_{2max}$: Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($l \cdot min^{-1}$, $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)
$\dot{V}CO_2$: Όγκος διοξειδίου του άνθρακα ($l \cdot min^{-1}$)
$\dot{V}O_2$: Όγκος οξυγόνου ($l \cdot min^{-1}$, $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)
$\dot{V}E_{max}$: Μέγιστος πνευμονικός αερισμός ($l \cdot min^{-1}$)
Q: Καρδιακή παροχή ($l \cdot min^{-1}$)
SV: Όγκος παλμού (ml/beat)
HR: Καρδιακή συχνότητα ($beat/min^{-1}$)
RER: Αναπνευστικό πηλίκο
Tor: Θερμοκρασία στόματος (ºC)
Tch: Θερμοκρασία στήθους (ºC)
Tfor: Θερμοκρασία πήχη (ºC)
Tc: Θερμοκρασία κνήμης (ºC)
SkBF: Αιμάτωση επιδερμίδας (%διαφορά)
Θερμο-ουδέτερο περιβάλλον: 18-28 (ºC)

Θερμό περιβάλλον: >28 (ºC)
Α: Αυχενικός σπόνδυλος
Θ: Θωρακικός σπόνδυλος
Ο: Οσφυϊκός σπόνδυλος
Ι: Ιερός σπόνδυλος
ΧΚΑ: άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες
ΚΝΜ: άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό.
Η **καρδιαγγειακή παρέκκλιση** παρατηρείται σε παρατεταμένη άσκηση και χαρακτηρίζεται από προοδευτική αύξηση της καρδιακής συχνότητας και μείωση του όγκου παλμού.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

## 7. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στις έρευνες, που έχουν ασχοληθεί με τους παράγοντες, που επηρεάζουν την καρδιαγγειακή και θερμορυθμιστική ικανότητα ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό σε σύγκριση με άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες, καθώς και την επίδραση της πρόσληψης υγρών κατά την παρατεταμένη υπομέγιστη άσκηση.
Λειτουργικές προσαρμογές κατά την παρατεταμένη άσκηση σε: α) άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες και β) άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό

### 7.1. Άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες

#### 7.1.1. Όγκος πλάσματος και αίματος

Ο όγκος πλάσματος μειώνεται ελαφρά (Harisson, 1985; Hamilton *et al.*, 1991; McConell *et al.*, 1997) ή παραμένει αμετάβλητος (Costill *et al.*, 1970; Costill and Fink, 1974; MacDougal *et al.*, 1974; Sawka *et al.*, 1979; Shaffrath *et al.*, 1984; Harisson, 1985; Davies and Thompson, 1986; Pastene *et al.*, 1996; Fallon *et al.*, 1998; Fritzsche *et al.*, 1999) από την τιμή του 15ου – 20ου λεπτού κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης στο 60-75% της $\dot{V}O_{2max}$ σε θερμο- ουδέτερο περιβάλλον χωρίς κατανάλωση υγρών. Διαφορά υπάρχει στα αποτελέσματα όταν τα άτομα χωρίς αναπηρίες εκτελούν διαφορετικού τύπου άσκηση. Κατά την ποδηλάτηση παρατηρείται αιμοσυμπύκνωση (Hamilton *et al.*, 1991; McConell *et al.*, 1997), ενώ κατά το τρέξιμο διατήρηση του όγκου παλμού, παρά το γεγονός ότι η αφυδάτωση είναι συνήθως μεγαλύτερη σε αυτή τη συνθήκη, με αποτέλεσμα την κατά 2-5.5% μείωση του σωματικού βάρους στις περισσότερες έρευνες (MacDougall *et al.*, 1974; Sawka *et al.*, 1979; Senay *et al.*, 1980; Davies and Tompson, 1986; Pastene *et al.*, 1996; Fallon *et al.*, 1998).

Όταν γίνεται αναπλήρωση υγρών κατά την άσκηση σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον, ο όγκος πλάσματος παραμένει αμετάβλητος (McConell *et al.*, 1997; Fritzsche *et al.*, 1999) ή αυξάνεται (Hamilton *et al.*, 1991; McConell *et al.*, 1997) σε σχέση με τη συνθήκη αφυδάτωσης, όπου δεν παρέχονται υγρά για στοματική κατανάλωση.

#### 7.1.2. Καρδιαγγειακές προσαρμογές

Η παράταση της υπομέγιστης άσκησης πέρα των 10 λεπτών έχει ως αποτέλεσμα την καρδιαγγειακή παρέκκλιση. Η καρδιαγγειακή παρέκκλιση αναφέρεται στην προοδευτική αύξηση της καρδιακής συχνότητας, καθώς και τη μείωση του όγκου παλμού και του όγκου αίματος (Rowell, 1974; Rowell *et al.*, 1986). Οι Ekelund και Holmgren (1964) και ο Ekelund (1966) ήταν από τους πρώτους, που παρατήρησαν το φαινόμενο κατά τη διάρκεια ποδηλάτησης σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον. Έπειτα από άσκηση στο 57% της μεγίστης αερόβιας ικανότητας, φάνηκε μείωση της καρδιακής παροχής και του όγκου παλμού από το 10ο έως το 55ο λεπτό της άσκησης. Μεταγενέστερες έρευνες επιβεβαίωσαν τα αρχικά αποτελέσματα αναφέροντας επιπρόσθετα ότι, ο βαθμός καρδιαγγειακής παρέκκλισης γίνεται εντονότερος με την αύξηση της έντασης (Rowell *et al.*, 1969; Shaffrath & Adams, 1984), της θερμοκρασίας και

της υγρασίας του περιβάλλοντος (Nadel *et al.*, 1979; Shaffrath & Adams, 1984).

Σε αντίθεση με την ποδηλάτηση, όπου παρατηρείται καρδιαγγειακή παρέκκλιση, τόσο σε θερμο- ουδέτερο (Hamilton *et al.*, 1991; McConell *et al.*, 1997; Fritzsche *et al.*, 1999), όσο και σε θερμό περιβάλλον (Candas *et al.*, 1986; Montain and Coyle, 1992a & b), όταν η άσκηση εκτελείται σε δαπεδοεργόμετρο, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αντιφατικά (MacDougall *et al.*, 1974; Sawka *et al.*, 1979; Davies and Thompson, 1986). Ειδικότερα, όσον αφορά τις θερμορυθμιστικές αντιδράσεις ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες κατά την παρατεταμένη άσκηση των άνω άκρων, οι Price και Campbell (2002), δημοσίευσαν τα αποτελέσματα επτά δοκιμαζόμενων, που εκτέλεσαν παρατεταμένη άσκηση 60 λεπτών υπομέγιστης έντασης (στο 60% της $\dot{V}O_{2peak}$) σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον. Σε σχέση με τις τιμές ηρεμίας η θερμοκρασία αυτιού αυξήθηκε κατά 0.7 ºC, η θερμοκρασία πήχη δεν παρουσίασε διαφορά ενώ η αντίστοιχη της κνήμης σημείωσε πτώση κατά 1.5 ºC. Ακόμα, ο όγκος πλάσματος μειώθηκε κατά 8.7%, ενώ η απώλεια ιδρώτα ήταν 0.8 kg.

## 7.2. Άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό

Πολλές έρευνες έχουν δημοσιευθεί, σχετικά με τη καρδιαγγειακή και θερμορυθμιστική ικανότητα ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες και την ανάγκη του οργανισμού να αναπληρώνει την απώλεια των υγρών του σώματος κατά την άσκηση (Rowell, 1974; Rowell, 1986; Hamilton *et al.*, 1991; McConell *et al.*, 1997; Fritzsche *et al.*, 1999). Ωστόσο, η υπάρχουσα βιβλιογραφία, που εξετάζει τις καρδιαγγειακές και θερμορυθμιστικές αντιδράσεις ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, είναι έντονα ανεπαρκής. Ειδικότερα, δεν υπάρχουν έρευνες, που να εξετάζουν την επίδραση της αναπλήρωσης υγρών κατά την άσκηση. Με βάση τις έρευνες, που έχουν δημοσιευθεί, και οι οποίες αναφέρονται στις θερμορυθμιστικές διαφορές μεταξύ ατόμων με κινητικές αναπηρίες και ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες, κάτω από διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος (θερμό, ψυχρό ή θερμοουδέτερο περιβάλλον), παρατηρούμε ότι: τα άτομα με κάκωση σε υψηλά επίπεδα του νωτιαίου μυελού (Θ6 και άνω) παρουσιάζουν μεγαλύτερες διαφορές, κυρίως όταν η άσκηση εκτελείται σε θερμό περιβάλλον, συγκρινόμενα με άτομα, που έχουν κάκωση σε χαμηλότερα επίπεδα (Θ7 και κάτω), καθώς και με άτομα που δεν έχουν κινητικές αναπηρίες (Hopman, *et al.*, 1993). Συγκεκριμένα, τα ΚΝΜ αναπτύσσουν μεγαλύτερη θερμοκρασία πυρήνα, εξ αιτίας της μειωμένης αντίδρασης εφίδρωσης και αγγειοκινητικής δραστηριότητας στην περιοχή που υπάρχει παράλυση (Yamasaki, *et al* 2001). Η θερμοκρασία των κάτω άκρων (θερμοκρασία μηρού και κνήμης) κατά τη διάρκεια της άσκησης σε θερμό περιβάλλον, παρουσιάζεται υψηλότερη, ενώ κατά την φάση της αποκατάστασης αργεί να επανέλθει στα φυσιολογικά επίπεδα, προφανώς λόγω του λιμνάζοντος αίματος στην περιοχή (Dawson, *et al.*, 1994). Τα άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό παρουσιάζουν υψηλότερη θερμοκρασία πυρήνα σε θερμό περιβάλλον και χαμηλότερη σε ψυχρό. Αυτή η σχέση μεταξύ θερμοκρασίας πυρήνα και περιβαλλοντικής θερμοκρασίας, στα άτομα με αναπηρίες, αναφέρεται ως «μερική ποικιλοθερμία» (Attia and Engel, 1984). Αντίθετα, άτομα με χαμηλή αναπηρία (Θ10 έως Ο4) δεν παρουσιάζουν σημαντικές

διαφορές, σε σύγκριση με άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες.

Το καρδιαγγειακό σύστημα των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό υποστηρίζει με δυσκολία τη λειτουργία του θερμορυθμιστικού συστήματος κατά τη διάρκεια άσκησης του άνω μέρους του σώματος. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της άσκησης των άνω άκρων τα πόδια βρίσκονται σε αδράνεια, με αποτέλεσμα να υπάρχει μείωση της ικανότητας άντλησης αίματος από τους σκελετικούς μυς και της διευκόλυνσης επιστροφής του στην καρδιά (Sawka *et al.*, 1989). Αρκετοί ερευνητές έχουν πραγματοποιήσει λεπτομερείς αναλύσεις, σχετικά με την αιματική ροή στο δέρμα ατόμων με κινητικές αναπηρίες, κατά την παθητική έκθεση σε θερμό περιβάλλον (Freund *et al.*, 1984; Huckaba *et al.*, 1976; Randall *et al.*, 1966; Tam *et al.*, 1978). Στη συνθήκη αυτή, ορισμένη εφίδρωση μπορεί να συντελεστεί στο σημείο του δέρματος, που δεν υπάρχει αίσθηση (Randall *et al.*, 1966), αλλά είναι ανεπαρκής και δεν είναι σύγχρονη στο σημείο που υπάρχει αίσθηση (Huckaba *et al.*, 1976). Τα άτομα με αναπηρίες έχουν μείωση της τοπικής αντίδρασης εφίδρωσης σε δεδομένη θερμοκρασία πυρήνα, κατά τη διάρκεια της παθητικής έκθεσης σε θερμό περιβάλλον (Huckaba *et al.*, 1976; Tam *et al.*, 1978). Ακόμα, ο Tam και οι συνεργάτες (1978) αναφέρουν ότι η τοπική εφίδρωση δεν συντελείται χωρίς αύξηση της θερμοκρασίας του πυρήνα στα άτομα με αναπηρίες (Θ6).

Η τοπική αύξηση της θερμότητας του δέρματος μειώνεται δια μέσου της αντίδρασης εφίδρωσης στα άτομα χωρίς αναπηρίες. Ωστόσο, έχει καταγραφεί ότι η θερμοκρασία του δέρματος εξασφαλίζει μόνο το -10% της διαδρομής για την πραγματοποίηση της θερμορυθμιστικής αντίδρασης. Επίσης, με την αντίδραση εφίδρωσης, η αιματική ροή στην επιδερμίδα (πήχης) είναι χαμηλότερη για τα άτομα με αναπηρίες, σε σύγκριση με τα άτομα χωρίς αναπηρίες, σε δεδομένη θερμοκρασία του πυρήνα κατά την παθητική έκθεση σε θερμό περιβάλλον (Tam *et al.*, 1978; Freund *et al.*, 1984). Ο Freund και οι συνεργάτες (1984) διαπίστωσαν ότι, όταν η επιδερμίδα, στην οποία δεν υπάρχει αίσθηση, θερμαίνεται, δεν υπάρχει αύξηση της αιματικής ροής του πήχη. Όταν όμως θερμάνθηκε η επιδερμίδα, στην οποία υπήρχε αίσθηση, αυξήθηκε και η αιματική ροή του πήχη σε ένα σχετικά μικρό επίπεδο.

### 7.2.1. Αυτόνομο νευρικό σύστημα

Αναλυτικότερα, η κάκωση στο νωτιαίο μυελό, σε αθλητές και μη, δεν έχει ως αποτέλεσμα μόνο την παράλυση των σκελετικών μυών, αλλά και την ανικανότητα του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Η καρδιακή παροχή των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, σε σύγκριση με αυτή των ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες, παρουσιάζεται χαμηλότερη, τόσο σε άσκηση υπομέγιστης έντασης, όσο και κατά την άσκηση μέγιστης έντασης. Συγκεκριμένα, οι Hopman και οι συνεργάτες (1992) σύγκριναν την καρδιακή παροχή μεταξύ ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (είχαν πλήρη λύση) με εύρος από 6 έως 12 θωρακικό σπόνδυλο και ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν τρεις δοκιμασίες (διάρκειας έξι λεπτών η κάθε μία) στο 50, 70, και 80% της $\dot{V}O_{2max}$. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν ότι τα άτομα με παραπληγία παρουσιάζουν χαμηλότερη ικανότητα μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα και χαμηλότερη καρδιακή παροχή. Ενδεικτικά, στο 50% της $\dot{V}O_{2max}$ οι παραπληγικοί είχαν πρόσληψη οξυγόνου 1.14 $l \cdot min^{-1}$ έναντι, 1.53 $l \cdot min^{-1}$ των δοκιμαζόμενων χωρίς

κινητικές αναπηρίες, καρδιακή παροχή 12.8 $l \cdot min^{-1}$ έναντι 18.8 $l \cdot min^{-1}$ και όγκο παλμού 99 ml/beat έναντι 164 ml/beat. Αυτό δικαιολογείται από την συμμετοχή μικρότερων μυϊκών μαζών κατά την άσκηση των άνω άκρων στα άτομα με κινητικές αναπηρίες. Αντίθετα, η καρδιακή συχνότητα παρουσιάσθηκε υψηλότερη στους παραπληγικούς (130 beat/$min^{-1}$), σε σχέση με τους δοκιμαζόμενους χωρίς κινητικές ανα-πηρίες (115 beat/$min^{-1}$). Με ορισμένα από τα παραπάνω ευρήματα συμφωνεί και η έρευνα του Jehl και των συνεργατών (1991), παρόλο που οι παραπληγικοί δοκιμαζόμενοι της μελέτης είχαν κάκωση σε υψηλότερο επίπεδο του νωτιαίου μυελού (Θ2 έως Θ6). Σημαντική διαφορά καταγράφηκε στην πρόσληψη οξυγόνου (1.12 $l \cdot min^{-1}$ έναντι 2.5 $l \cdot min^{-1}$), παρόλο που σε όλες τις παραμέτρους οι παραπληγικοί είχαν χαμηλότερες τιμές. Η διαφορά των ερευνών ήταν ότι στην πρώτη μελέτη οι δοκιμαζόμενοι χωρίς αναπηρίες ήταν προπονημένοι στην άσκηση των άνω άκρων ενώ στη δεύτερη όχι. Ακόμα, ο χαμηλότερος όγκος παλμού, που παρουσιάσθηκε στις έρευνες αποδίδεται στο ότι το φλεβικό αίμα λιμνάζει στα κάτω άκρα των ατόμων με αναπηρίες εξ' αιτίας της αδράνειας των σκελετικών μυών.

Το αυτόνομο νευρικό σύστημα είναι σημαντικό για τον έλεγχο απώλειας θερμότητας από το σώμα δια μέσου της εναλλαγής ροής αίματος στο δέρμα και της θερμορυθμιστικής εξάτμισης του ιδρώτα (Sawka *et al.*, 1989). Τα άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό έχουν μείωση της θερμορυθμιστικής ικανότητας συγκρινόμενη με αυτή των ατόμων χωρίς αναπηρίες (Sawka *et al.*, 1989; Holme *et al.*, 2001). Έχει δημοσιευθεί ότι ο βαθμός της θερμορυθμιστικής εξασθένησης στα άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό είναι αντιστρόφως ανάλογος με το επίπεδο κάκωσης τους. Αυτό συνεπάγεται ότι τα άτομα με τετρα-πληγία έχουν χαμηλότερη αντοχή σε θερμό περιβάλλον συγκρινόμενα με άτομα με παραπληγία και άτομα χωρίς κάκωση (Sawka *et al.*, 1989; Petrofsky *et al.*, 1992).

Ερευνητές (Asmussen, and Nielsen, 1947; Nielsen, 1962, 1968) επισημαίνουν ότι, η άσκηση των άνω άκρων προκαλεί διαφορετικές θερμορυθμιστικές αντιδράσεις και τιμές στη θερμοκρασία πυρήνα απ' ότι η άσκηση με το κάτω μέρος του σώματος. Η άνοδος της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος και του δέρματος κατά την διάρκεια της παρατεταμένης άσκησης σε θερμό περιβάλλον μπορεί να σχετίζεται με την κάκωση στο νωτιαίο μυελό και την ανικανότητα των ατόμων αυτών να συντηρήσουν την καρδιακή απόδοση κατά την παρατεταμένη άσκηση (Sawka *et al.*, 1989). Τα άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό παρουσιάζουν μείωση στην αιματική ροή του δέρματος και την ικανότητα εφίδρωσης σύμφωνα με δεδομένη θερμοκρασία ορθού, συγκρινόμενα με τα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ανα-τροφοδότησης νευρικών ώσεων του κεντρικού νευρικού συστήματος, που διεγείρει την ικανότητα εφίδρωσης κατά την άσκηση (Bhambhani, 2002). Ακόμα, υπάρχει μεγαλύτερη συγκέντρωση αίματος σε δεδομένη πρόσληψη οξυγόνου κατά τη διάρκεια της άσκησης του άνω μέρους του σώματος από αυτή του κάτω μέρους (Miles *et al.*, 1983; Pimental *et al*, 1984). Είναι γνωστό ότι, η μείωση του όγκου αίματος θα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της ικανότητας θερμορυθμιστικών αντιδράσεων κατά τη διάρκεια της άσκησης των ποδιών (Sawka *et al.*, 1984). Ως αποτέλεσμα, η μεγαλύτερη συγκέντρωση αίματος μπορεί να αποφέρει μεγαλύτερη αποθήκευση θερμότητας στο σώμα κατά

τη διάρκεια της άσκησης του άνω μέρους του σώματος από αυτή του κάτω μέρους.

Ορισμένα σημαντικά σημεία, στα οποία αναφέρονται οι ερευνητικές μελέτες σχετικά με την θερμορύθμιση των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό είναι τα ακόλουθα: α) έρευνες (Hopman *et al.*, 1993; Price and Cambell., 1997) δεν έχουν παρουσιάσει σημαντική διαφορά στη θερμοκρασία πυρήνα του σώματος μεταξύ ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και ατόμων χωρίς αναπηρίες. Και στις δύο αυτές έρευνες, οι συμμετέχοντες με κάκωση στο νωτιαίο μυελό εκτέλεσαν άσκηση σε σχετικά ίδιο, αλλά όχι απόλυτο έργο από αυτό των ατόμων χωρίς αναπηρίες. Λόγω του ότι η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος είναι ανάλογη με το απόλυτο μεταβολικό ρυθμό κατά τη διάρκεια της άσκησης (Sawka *et al.*, 1989), τα ευρήματα αυτά ερμηνεύονται με επιφύλαξη, β) έχει δημοσιευθεί (Gass *et al.*, 1992) ότι τα άτομα με τετραπληγία δεν παρουσιάζουν σημάδια υπερθερμίας, όταν εκτελούν άσκηση 30 λεπτών στο 50% της $\dot{V}O_{2peak}$ και σε θερμοκρασία 23 °C. Αυτό είναι περισσότερο πιθανόν να συμβαίνει εξ' αιτίας της χαμηλής $\dot{V}O_2$ κατά τη διάρκεια της άσκησης, γ) σε μερικές έρευνες (Petrofsky *et al.*, 1992; Gass *et al.*, 1992; Muraki *et al.*, 1992) χρησιμοποιήθηκε στροφαλοεργόμετρο, το οποίο είναι περισσότερο αποτελεσματικό εργαλείο για άσκηση απ' ότι το εργόμετρο με κυλίνδρους για αμαξίδια. Παρόλα αυτά, είναι πιθανόν ότι το θερμορυθμιστικό στρες κατά την άσκηση στο αμαξίδιο, το οποίο είναι παρόμοιο με αυτή των αγώνων δρόμου, ίσως είναι μεγαλύτερο, γεγονός που μπορεί να οφείλεται στις τυχόν μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ ατόμων με αναπηρίες και ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες και δ) η διάρκεια της άσκησης σ΄ αυτές τις μελέτες ήταν από 30 έως 90 λεπτά συνεχόμενης άσκησης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η ένταση εκφραζόταν ως ποσοστό της $\dot{V}O_{2peak}$ που δεν είχε δοθεί έπ' ακριβώς και απολύτως. Παρόλα αυτά, δύο έρευνες (Fitgerald *et al.*,1990, Price and Cambell 1997) αξιολόγησαν τις αντιδράσεις άσκησης 90 λεπτών, που υπολείπονται του χρόνου, που καταναλώνουν κατά τη διάρκεια του μαραθωνίου δρόμου οι δρομείς υψηλού επιπέδου με αμαξίδιο. Η ένταση της άσκησης έφθανε μόνο στο 53% της $\dot{V}O_{2peak}$ ή το 80% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας, που ήταν χαμηλότερη από αυτή, που αναφέρθηκε κατά τη διάρκεια αγώνα δρόμου με αμαξίδια. Προτείνεται δε, οι μελέτες που θα σχεδιασθούν στο μέλλον, να προσομοιώνουν όχι μόνο τις συνθήκες περιβάλλοντος κάτω από τις οποίες εκτελείται το πείραμα κατά τη διάρκεια του δρόμου, αλλά να λαμβάνονται υπ' όψη και οι παράγοντες της έντασης και της διάρκειας της προσπάθειας, έτσι ώστε η επίδραση των ευρημάτων από την εκτέλεση του αγώνα δρόμου με αμαξίδιο να είναι η μέγιστη.

### 7.3. Άσκηση και αναπλήρωση υγρών

Η κατανάλωση ύδατος ενός μέσου οργανισμού σε μία ημέρα, χωρίς έντονες διακυμάνσεις, ανέρχεται περίπου στα 1200 ml, ενώ η αντίστοιχη απώλεια ενός δρομέα αντοχής μπορεί να φθάσει, κατά τη διάρκεια ενός προπονητικού προγράμματος, το 4% του σωματικού του βάρους (McArdle, *et al.*, 1996). Η μείωση του γλυκογόνου στους σκελετικούς μυς και τα χαμηλά επίπεδα γλυκόζης στο αίμα είναι παράγοντες, που συνεισφέρουν στην εξάντληση της παρατεταμένης άσκησης (Coyle and Coggan, 1986; Coggan and Coyle, 1987). Η λήψη υδατανθράκων αυξάνει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, αυξάνει

την αξιοποίηση του εξωγενούς καυσίμου από την αύξηση της οξείδωσης της γλυκόζης στους μυς, που βρίσκονται σε ενέργεια και αυξάνουν τα αποθέματα μυϊκού γλυκογόνου. Επιπλέον, η λήψη υδατανθράκων πριν και κατά τη διάρκεια της άσκησης καθυστερεί την εξάντληση (Coyle *et al.*, 1983; Hargreaves *et al.*, 1984; Yaspelkis *et al.*, 1993) και βελτιώνει την απόδοση της άσκησης κατά τη διάρκεια παρατεταμένης ποδηλάτησης (Coyle *et al.*, 1983; Hargreaves *et al.*, 1984; Coyle and Coggan, 1986; Peronnet *et al.*, 1992) και δρόμου (Williams *et al.*, 1990; Yaspelkis *et al.*, 1993).

Αναφορικά, η απώλεια ύδατος (αφυδάτωση) κατά την άσκηση (σε ποσοστό εφίδρωσης) εξαρτάται από τη διάρκεια της άσκησης, την ένταση και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Επίσης, ένα άλλος σημαντικός παράγοντας, που επηρεάζει σε υψηλό βαθμό τον ρυθμό εφίδρωσης, είναι η σχετική υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα. Ως παράδειγμα, κατά την διάρκεια παρατεταμένης άσκησης με θερμοκρασία περιβάλλοντος από 20-25 ºC, το ποσοστό εφίδρωσης συχνά ξεπερνά το 1 L/h και σε θερμότερο περιβάλλον τα 2-3 L/h (Coyle and Hamilton, 1992).

Ο Caldwell και συνεργάτες (1984) και ο Saltin (1964β) ανακάλυψαν ότι όταν το σωματικό βάρος μειώνεται κατά 4% εξ αιτίας της απώλειας ιδρώτα κατά την παρατεταμένη άσκηση, ο όγκος πλάσματος μειώνεται μόνο κατά 1-3%. Η εξάτμιση, κατά την φάση απόμάκρυνσης του ιδρώτα από το σώμα, επηρεάζει σημαντικά την παρεμπόδιση της υπερβολικής αύξησης της θερμοκρασίας του σώματος, κατά την διάρκεια της άσκησης. Ωστόσο, η έκκριση του ιδρώτα απεικονίζει την απώλεια ζωτικών υγρών που μπορούν να μειώσουν την καρδιακή απόδοση, τον όγκο αίματος, τον όγκο παλμού και να αυξήσουν την καρδιακή συχνότητα (Montain and Coyle, 1992). Ακόμα, οι αλλαγές στον όγκο πλάσματος και αίματος σταθεροποιούνται έπειτα από τα πρώτα μόλις λεπτά της άσκησης (4-10min).

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

## 8. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 8.1. Δείγμα

Οκτώ άρρενες ενήλικες με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και εννέα υγιείς νεαροί χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ), των οποίων τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.13, αποτέλεσαν τις δύο πειραματικές ομάδες, που εθελοντικά έλαβαν μέρος στις διαδικασίες της παρούσας έρευνας. Οι ΚΝΜ ήταν όλοι εν ενεργεία αθλητές της καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο (ηλικίας 32.3±8.4 έτη.), οι οποίοι λάμβαναν μέρος στα πρωταθλήματα Α΄ και Β΄ Εθνικής Κατηγορίας της Ομοσπονδίας Σωματείων Ελλήνων Καλαθοσφαιριστών με Καρότσι. Οι αθλητές είχαν κάκωση στο νωτιαίο μυελό με εύρος κάκωσης από τον 7ο αυχενικό έως τον 6ο θωρακικό, ενώ είχαν λάβει βαθμό ταξινόμησης (classification) από την Διεθνή Ομοσπονδία Καλαθοσφαιριστών με Καρότσι (I.W.B.F), με εύρος από 1 έως 2. Την ομάδα ελέγχου (ΟΕ) αποτέλεσαν εθελοντές φοιτητές του Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού Αθηνών (ηλικίας 20.6±1 έτη). Ένας από αυτούς ήταν εν ενεργεία αθλητής της καλαθοσφαίρισης ερασιτεχνικής κατηγορίας, δύο αθλητές ποδοσφαίρου ερασιτεχνικών κατηγοριών, δύο αθλητές δρόμων μεσαίων αποστάσεων σε συλλογικό και πανελλήνιο επίπεδο και ένας πρώην αθλητής του καγιάκ. Οι υπόλοιποι δοκιμαζόμενοι δεν ήταν εν ενεργεία αθλητές, αλλά γυμνάζονταν ερασιτεχνικά. Η άριστη υγεία όλων των δοκιμαζόμενων πιστοποιήθηκε μετά από ιατρική εξέταση, που τους επέτρεπε να ακολουθήσουν όλες τις πειραματικές διαδικασίες. Ακολούθως, έγινε λεπτομερής ενημέρωση των δοκιμαζόμενων προφορικά και γραπτά, σχετικά με τους σκοπούς της έρευνας, τις πειραματικές διαδικασίες, που περιλάμβανε, όπως και τους τυχόν κινδύνους. Τέλος, οι δοκιμαζόμενοι συναίνεσαν ενυπογράφως.

**Πίνακας 8. 12.** Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων, οι οποίοι εκτέλεσαν παρατεταμένη άσκηση στο 50% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ($\dot{V}O_{2max}$) στο κυλινδροεργόμετρο, με και χωρίς κατανάλωση νερού.

| Άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες | | | |
|---|---|---|---|
| Όνομα (αρχικά) | Ηλικία (έτη) | Βάρος (kg) | Ανάστημα (cm) |
| Κ.Θ. | 20 | 66,6 | 171 |
| Α.Μ. | 20 | 76 | 180 |
| Κ.Κ. | 20 | 68,8 | 177 |
| Π.Χ. | 21 | 80 | 180 |
| Π.Ν. | 21 | 70,5 | 176 |
| Κ.Ν. | 20 | 82 | 188 |
| Κ.Π. | 20 | 76,5 | 180 |
| Μ.Γ. | 21 | 72 | 189 |
| Β.Θ. | 18 | 68,8 | 174 |
| **Μέση τιμή** | **20.10** | **73,50** | **179,40** |
| **Τυπικό Σφάλμα** | **0.87** | **5,09** | **5,62** |

| Άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό | | | |
|---|---|---|---|
| Όνομα (αρχικά) | Ηλικία (έτη) | Βάρος (kg) | Ανάστημα (cm) |
| Κ.Γ. | 40 | 86,2 | 180 |
| Κ.Α | 48 | 76 | 185 |
| Χ.Ι. | 24 | 67 | 176 |
| Ζ.Π. | 35 | 81 | 187 |
| Π.Γ. | 29 | 64,2 | 180 |
| Χ.Μ. | 29 | 66,9 | 192 |
| Χ.Π. | 22 | 71,8 | 175 |
| Π.Κ. | 24 | 62,2 | 165 |
| **Μέση τιμή** | **31.40** | **71,90** | **180,00** |
| **Τυπικό Σφάλμα** | **8.45** | **7,96** | **7,78** |

## 8.2. Προκαταρκτικές διαδικασίες

### 8.2.1. Εξοικείωση δοκιμαζόμενων και των δύο ομάδων

Η πειραματική ομάδα των αθλητών με κάκωση στο νωτιαίο μυελό επισκέφτηκε το εργαστήριο δύο φορές, λόγω της προηγούμενης εμπειρίας από τον προσδιορισμό της αερόβιας και αναερόβιας ικανότητας της πρώτης πειραματικής διαδικασίας. Σ' αυτές τις επισκέψεις, οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν εξοικείωση με την μέθοδο μέτρησης της καρδιακής παροχής. Στην πρώτη επίσκεψη, στους αθλητές προσαρμόζονταν η μάσκα με την αναπνευστική βαλβίδα δύο δρόμων και η σακούλα που περιείχε ατμοσφαιρικό αέρα. Οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποιούσαν εισπνοές και εκπνοές σε κατάσταση ηρεμίας με τη βοήθεια μετρονόμου στο ρυθμό εκτέλεσης του πειράματος. Στη δεύτερη επίσκεψη, οι αθλητές πραγματοποίησαν την ίδια διαδικασία, ενώ ωθούσαν το αμαξίδιο τους στο ρυθμό, που θα ακολουθούσαν κατά τη διάρκεια της κύριας δοκιμασίας.

Η ομάδα των φοιτητών, που έλαβε μέρος στην παρούσα έρευνα, επισκεπτόταν το εργαστήριο συστηματικά επί 45-60 ημέρες, με σκοπό την εξοικείωση τους στην κίνηση προώθησης του αμαξιδίου και την απόκτηση της απαραίτητης φυσικής κατάστασης, έτσι ώστε να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις των πειραματικών διαδικασιών που ακολουθούσαν. Συγκεκριμένα, κάθε δοκιμαζόμενος πραγματοποίησε 15-20 προπονήσεις με συχνότητα 3-4 φορές την εβδομάδα αυξανόμενης έντασης, από 30 έως 60 W και διάρκειας, από 15 έως 30 min, χρησιμοποιώντας αγωνιστικό αμαξίδιο ίδιο με αυτό, που χρησιμοποιούν οι αθλητές της καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο που έχουν ακρωτηριασμό. Η ταχύτητα σε όλες τις προπονήσεις ήταν 5 χιλιόμετρα την ώρα, ακριβώς όπως και στις κύριες μετρήσεις που θα ακολουθούσαν. Οι

συνθήκες ήταν οι ίδιες για όλους τους δοκιμαζόμενους, ενώ σε κάθε προπόνηση γινόταν ανά πέντε λεπτά καταγραφή της καρδιακής συχνότητας και του δείκτη κόπωσης, όπως ορίζεται από την διαβαθμισμένη κλίμακα του Borg (Borg, 1973; Howley *rt al.*, 1995). Η καρδιακή συχνότητα (HR) κατά τη διάρκεια των προπονήσεων έφθανε το 70–75%, της μέγιστης, όπως υπολογίστηκε από την ηλικία των δοκιμαζόμενων ($HR_{max}$ = 220 – την ηλικία των αθλητών).

Οι τρεις πρώτες προπονήσεις ήταν διάρκειας 15 λεπτών. Στην πρώτη προπόνηση, η επιβάρυνση ήταν 30W. Στη δεύτερη και τρίτη προπόνηση η επιβάρυνση ήταν 40W. Η τέταρτη, πέμπτη και έκτη προπόνηση ήταν διάρκειας 20 λεπτών. Η επιβάρυνση στην τέταρτη και πέμπτη προπόνηση ήταν 40W, ενώ στην έκτη 50W. Ακολούθως η έβδομη όγδοη και ένατη προπόνηση είχαν διάρκεια 25 λεπτά. Στην έβδομη προπόνηση η επιβάρυνση έφθασε τα 40W, ενώ στην όγδοη και ένατη τα 50W. Η διάρκεια των τριών επόμενων προπονήσεων (10, 11, και 12) ήταν 30 λεπτά. Η επιβάρυνση της δέκατης προπόνησης, ήταν 40W, ενώ της ενδέκατης και δωδέκατης 50W. Στις τελευταίες 3-5 προπονήσεις γινόταν αύξηση της έντασης από 10 έως 20W (με σταθερή διάρκεια τα 30 λεπτά), ανάλογα με το επίπεδο, που έφθανε η καρδιακή συχνότητα των δοκιμαζόμενων. Ο στόχος ήταν να μη πέφτουν οι παλμοί κάτω από το όριο του 70% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας. Ο δείκτης υποκειμενικής εξάντλησης, κατά το τελευταίο στάδιο κάθε προπόνησης έφθανε κατά μέσο όρο τα 13 της 20βαθμης κλίμακας του Borg.

Παράλληλα, έγινε εξοικείωση με τη μέθοδο προσδιορισμού της καρδιακής παροχής, όπως και στα άτομα της πρώτης πειραματικής ομάδας. Η τελευταία προπόνηση κάθε δοκιμαζόμενου έγινε 2-3 ημέρες πριν από την πρώτη διαδικασία υπολογισμού της αερόβιας ικανότητας των αθλητών. Για το σκοπό αυτό, οι δοκιμαζόμενοι δεν είχαν ίδιο αριθμό προπονήσεων, με σκοπό να μην απέχουν από τις προπονήσεις περισσότερο από το όριο των τριών ημερών.

### 8.2.2. Προσδιορισμός της κατάλληλης επιβάρυνσης για την εκτέλεση των δύο δοκιμασιών

Για τον υπολογισμό της καταλληλότερης επιβάρυνσης για τους δοκιμαζόμενους της ομάδας των αθλητών με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και αυτών χωρίς κινητικές αναπηρίες, ήταν απαραίτητος ο προσδιορισμός της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ($\dot{V}O_{2max}$). Ο προσδιορισμός αυτός πραγματοποιήθηκε με βάση το ίδιο πρωτόκολλο, που ακολουθήθηκε κατά τη μέτρηση της μέγιστης αερόβιας ικανότητας των αθλητών της Εθνικής Ομάδας των καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο, που αναφέρθηκε παραπάνω. Επιπλέον, ακολουθούσε επίσκεψη στο εργαστήριο, όπου όλοι οι δοκιμαζόμενοι και των δύο πειραματικών ομάδων εκτελούσαν άσκηση υπομέγιστης έντασης ίσης με το 50 έως 55% της $\dot{V}O_{2max}$, διάρκειας 35-45 min. Πριν από την έναρξη της διαδικασίας, οι δοκιμαζόμενοι ζυγίζονταν χωρίς ρούχα. Κατά τη διάρκεια αυτών των διαδικασιών, στις οποίες οι δοκιμαζόμενοι δεν ελάμβαναν υγρά, γινόταν ανά λεπτό καταγραφή της καρδιακής συχνότητας και κάθε πέντε λεπτά έλεγχος της $\dot{V}O_2$. Μετά το πέρας της διαδικασίας, επαναλαμβανόταν και καταγράφονταν η ζύγιση των δοκιμαζόμενων, αφού οι δοκιμαζόμενοι σκούπιζαν τον ιδρώτα τους. Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων,

προσδιορίζονταν η ατομική επιβάρυνση, που θα ακολουθούσαν κατά τη διάρκεια του πειράματος. Ακόμα, από τα αποτελέσματα της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, δύο έμπειροι εξεταστές προσδιόρισαν το αναπνευστικό κατώφλι των δοκιμαζόμενων και των δύο πειραματικών ομάδων. Ειδικότερα, η χρησιμότητα του καθορισμού απώλειας των υγρών, βοηθούσε στον υπολογισμό του επιπέδου αναπλήρωσης κατά την πειραματική διαδικασία που θα ακολουθούσε, όπου λόγω της τυχαίας και αντισταθμισμένης σειράς εκτέλεσης της άσκησης, ορισμένοι δοκιμαζόμενοι θα εκτελούσαν πρώτα τη δοκιμασία με λήψη υγρών.

## 8.3. Πειραματικές διαδικασίες

### 8.3.1. Προϋποθέσεις

Βασικές προϋποθέσεις, για την ορθότερη λήψη των δεδομένων, ήταν η κατάλληλη και παρόμοια διατροφή των δοκιμαζόμενων τρεις ημέρες πριν από την έναρξη των διαδικασιών, η επαρκής ενυδάτωση, καθώς και η φυσική δραστηριότητα τους. Από τους δοκιμαζόμενους ζητήθηκε να κατάγράφουν ακριβώς το είδος, την ποσότητα και τον τρόπο παρασκευής των γευμάτων, που λάμβαναν τις τρεις τελευταίες μέρες πριν από την εκτέλεση των πειραματικών διαδικασιών. Ακόμα, έπρεπε να λαμβάνουν παρόμοιο είδος και ίδια ποσότητα τροφής και στις δύο συνθήκες. Τέλος, τους ζητήθηκε να μην έχουν έντονη αθλητική δραστηριότητα για τις τρεις τελευταίες μέρες.

Το είδος της τροφής, που λάμβαναν οι δοκιμαζόμενοι, ήταν της επιλογής τους, ενώ τους δόθηκε η συμβουλή να μην τρώνε τροφές πλούσιες σε αλάτι, καθώς και να πίνουν αρκετή ποσότητα υγρών τις τρεις τελευταίες ημέρες, όπως και τη μέρα που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις. Οι δοκιμαζόμενοι είχαν ίδια φυσική δραστηριότητα τις τρεις τελευταίες μέρες, με τη διαφορά ότι στους εν ενεργεία αθλητές, τόσο της ομάδας ελέγχου, όσο και της ομάδας των παραπληγικών ζητήθηκε να κάνουν ήπια προπόνηση τις δύο τελευταίες ημέρες, πριν από τις μετρήσεις, ενώ εκτέλεσαν τις διαδικασίες την ίδια μέρα της εβδομάδας. Ακόμα, έπρεπε να απέχουν από τη λήψη αλκοόλ και καφέ την προηγούμενη μέρα και τη μέρα των μετρήσεων.

Λόγω του ότι η ενυδάτωση ενός ατόμου μπορεί να επηρεάσει τις θερμορυθμιστικές και καρδιαγγειακές λειτουργίες κατά την άσκηση (Sawka, 1992), οι δοκιμαζόμενοι ελέγχονταν σε αυτή την παράμετρο έμμεσα με το σωματικό βάρος και τη συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης πριν από κάθε πειραματική διαδικασία. Μεγάλη απόκλιση από αυτές τις τιμές ανέβαλε την εκτέλεση της διαδικασίας, για επόμενη ημέρα. Ακόμα, από την εφαρμογή της πανομοιότυπης διατροφής, καθώς και της σωματικής άσκησης, έγινε προσπάθεια ελέγχου ίδιων αποθεμάτων γλυκογόνου στον οργανισμό, πριν από τις δύο πειραματικές διαδικασίες. Τέλος, οι πειραματικές διαδικασίες έγιναν αντισταθμισμένα σε διάστημα 5-7 ημερών και την ίδια ώρα.

### 8.3.2. Πρωτόκολλο πειραματικών διαδικασιών συμπληρωμάτων υγρών κατά την άσκηση ατόμων με κινητικές αναπηρίες.

Οι δοκιμαζόμενοι προσέρχονταν στο εργαστήριο τρεις ώρες τουλάχιστον μετά το πρωινό ή το γεύμα. Μετά την ούρηση, ακολουθούσε μέτρηση του σωματικού βάρους χωρίς ρούχα, όπως και του ύψους των δοκιμαζόμενων. Όλοι οι δοκιμαζόμενοι φορούσαν βαμβακερή φόρμα από κάτω και κοντομάνικη φανέλα της ίδιας σύστασης. Η μέτρηση του ύψους των ατόμων με κάκωση στο

νωτιαίο μυελό γίνονταν σε ύπτια θέση σε σκληρό στρώμα γυμναστικής με μετροταινία 5 μέτρων. Για τη μέτρηση του βάρους των δοκιμαζόμενων και των δύο ομάδων, χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά ακριβείας 50 γραμμαρίων (Bilance SALUS, Italy). Για τις απαιτήσεις της ζύγισης των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, χρησιμοποιήθηκε κάθισμα ειδικής κατασκευής βάρους 10.5 κιλών, που προσαρμόσθηκε πάνω στη ζυγαριά. Ακολούθως, οι δοκιμαζόμενοι χωρίς κινητικές αναπηρίες κάθονταν στο κοινό αμαξίδιο, ενώ αυτοί με κινητικές αναπηρίες στο αγωνιστικό τους αμαξίδιο. Μετά την ακινητοποίηση του αμαξιδίου στο εργόμετρο, ακολουθούσε τοποθέτηση των διαφόρων οργάνων μέτρησης στο σώμα των δοκιμαζόμενων. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκε ένα θερμόμετρο στο στήθος, 10 εκατοστά κάτω από την αριστερή θηλή, με σκοπό τη μέτρηση της θερμοκρασίας του στήθους. Για την ακινητοποίηση του θερμομέτρου, χρησιμοποιήθηκε αυτοκόλλητη υπο-αλεργική ταινία ενώ πάνω από αυτή τοποθετήθηκε βαμβακερή κορδέλα. Δεύτερο θερμόμετρο εφαρμόσθηκε στον πήχη στο ενδιάμεσο σημείο μεταξύ του αγκώνα και του καρπού. Για ασφαλέστερη εφαρμογή, εκτός της ταινίας, χρησιμοποιήθηκε και περικάρπιο, όμοιο με αυτό που χρησιμοποιούν οι καλαθοσφαιριστές, οι αθλητές της αντισφαίρισης κλπ. Τρίτο θερμόμετρο τοποθετήθηκε στην έξω πλευρά της κνήμης στο ενδιάμεσο σημείο μεταξύ γόνατος και ταρσού. Ακολούθως, στο μέτωπο του δοκιμαζόμενου για τη μέτρηση της αιμάτωσης του δέρματος τοποθετήθηκε αισθητήρας τύπου laser, που ακινητοποιήθηκε με το ίδιο τρόπο, όπως και το θερμόμετρο του στήθους. Για τη μέτρηση της καρδιακής συχνότητας, χρησιμοποιήθηκε τηλεμετρία. Τέλος, η θερμοκρασία στο εργαστήριο ήταν 23±1.5 °C και η σχετική υγρασία 45-55% σε όλες τις πειραματικές διαδικασίες.

Μετά την τοποθέτηση των θερμομέτρων και του αισθητήρα laser, ακολουθούσε αιμοληψία για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη. Συγκεκριμένα, γινόταν λήψη τριών δειγμάτων μεικτού αρτηριο–φλεβικού αίματος από τον αριστερό λοβό του αυτιού των δοκιμαζόμενων. Έπειτα από την αιμοληψία, έγινε καταγραφή των τιμών ηρεμίας για τις τρεις θερμοκρασίες του σώματος, την καρδιακή συχνότητα, την αιμάτωση του δέρματος, και τη θερμοκρασία του στόματος με αισθητήρα, που ήταν συνδεδεμένος στο ίδιο όργανο μέτρησης της αιμάτωσης του δέρματος. Η συνολική διάρκεια της προετοιμασίας του δοκιμαζόμενου, όπως περιγράφηκε παραπάνω, και της λήψης των τιμών ηρεμίας, ήταν περίπου 1 ώρα.

Μετά την καταγραφή των τιμών ηρεμίας, οι δοκιμαζόμενοι ξεκίνησαν προθέρμανση διάρκειας 5 λεπτών χωρίς επιβάρυνση, με ρυθμό ίδιο με αυτό που θα ακολουθούσαν κατά την πειραματική διαδικασία. Ακολουθούσαν ασκήσεις διατάσεων του άνω μέρους του κορμού και των χεριών. Στη συνέχεια, στο εργόμετρο εφαρμόζονταν η επιβάρυνση που είχε καταγραφεί στις προηγούμενες προκαταρκτικές μετρήσεις και οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν άσκηση διάρκειας 60 λεπτών. Η ταχύτητα εκτέλεσης της δοκιμασίας, για όλους τους δοκιμαζόμενους και για τις δύο πειραματικές συνθήκες, ήταν 5 χιλιόμετρα την ώρα. Υπήρχε η δυνατότητα παρακολούθησης αυτής της τιμής καθ’ όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας στην οθόνη του υπολογιστή που ήταν μπροστά από τον δοκιμαζόμενο. Ο σχεδιασμός του πειραματικού πρωτοκόλλου παρουσιάζεται στα Παραρτήματα.

Στο εργόμετρο εκτελέστηκαν δύο προσπάθειες ίσης διάρκειας (60min) και επιβάρυνσης (50-55% $\dot{V}O_{2max}$), η μία σε συνθήκη αφυδάτωσης και η άλλη με πρόσληψη ύδατος, που αναπλήρωνε το 85% των εφιδρωτικών απωλειών. Η σειρά των δοκιμασιών ήταν τυχαία και αντισταθμισμένη.

Η πρόσληψη του οξυγόνου προσδιορίζονταν στα παρακάτω χρονικά διαστήματα: 1ο – 10ο, 20ο -23ο, 30ο – 33ο, 40ο – 43ο, 50ο – 53ο, και 60ο – 63ο λεπτό με το ίδιο ανοιχτό κύκλωμα εργοσπιρομετρίας που χρησιμοποιήθηκε στις προκαταρκτικές μετρήσεις. Η καρδιακή συχνότητα καταγράφονταν κάθε πέντε λεπτά, καθώς και ένα λεπτό πριν από τη μέτρηση της καρδιακής παροχής. Η καρδιακή παροχή (Q) προσδιορίζονταν με τριπλές μετρήσεις, στα παρακάτω διαστήματα: α)10ο – 15ο, β) 30ο – 35ο και γ) 60ο – 65ο λεπτό. Το διάστημα ανάμεσα στις μετρήσεις έφθανε τα δύο λεπτά περίπου, με σκοπό την πλήρη ισοστάθμιση των αναπνευστικών παραμέτρων. Από τις μετρήσεις αυτές υπολογίσθηκαν και σχηματοποιήθηκαν οι μέσοι όροι των τριών μετρήσεων (10ο, 30ο και 60ο λεπτό).

Η θερμοκρασία του στόματος και η αιμάτωση του δέρματος καταγράφονταν στα ίδια χρονικά διαστήματα. Συγκεκριμένα, στο 15ο – 20ο, 35ο – 40ο και $50^{o}$ – 55ο λεπτό, λόγω του ότι η ακριβής τιμή από το συγκεκριμένο θερμόμετρο, απαιτούσε το διάστημα αυτό για να ανέλθει στην πραγματική της τιμή. Ο δοκιμαζόμενος τοποθετούσε το θερμόμετρο κάτω από τη γλώσσα και είχε το στόμα του κλειστό καθ’ όλη τη διάρκεια των τριών μετρήσεων, για να μην επηρεάζεται η μέτρηση από την εξωτερική θερμοκρασία. Οι υπόλοιπες θερμοκρασίες του στήθους, του πήχη και της κνήμης καταγράφηκαν κάθε πέντε λεπτά από την έναρξη της διαδικασίας.

Η αιμοληψία για τον προσδιορισμό της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη γινόταν στην ηρεμία, στο 15ο – 20ο και στο 60ο – 65ο λεπτό. Τα διπλά δείγματα του αίματος λαμβάνονταν από το λοβό του αριστερού αυτιού των δοκιμαζόμενων. Ο δείκτης γενικής αντίληψης κόπωσης προσδιορίζονταν με την 18 βαθμη κλίμακα Borg που επιδεικνύονταν στους δοκιμαζόμενους στο 5ο , 20ο , 30ο , 40ο, 50ο και 60ο λεπτό της άσκησης.

Η κατανάλωση νερού, κατά την άσκηση στη συνθήκη της ενυδάτωσης, ήταν ίση με το 85% της απώλειας των υγρών του σώματος, λόγω της εφίδρωσης. Συγκεκριμένα, κάθε δοκιμαζόμενος έπινε νερό ίσο με το 40%, της τιμής που είχε προυπολογιστεί, μετά την προθέρμανση και το υπόλοιπο σε δύο ισόποσες δόσεις (των 30%) στο 20ο και 40ο λεπτό της άσκησης. Οι λήψεις υγρών σε αυτά τα σημεία της άσκησης είχαν ως σκοπό να μην επηρεάζουν τις μετρήσεις της θερμοκρασίας του στόματος (του 15ου και 35ου λεπτού). Η θερμοκρασία του ύδατος ήταν 21-23 °C. Κατά τη διάρκεια της άσκησης, η παροχή ύδατος γινόταν με αναρρόφηση από σύριγγα, λόγω του ότι οι δοκιμαζόμενοι χρησιμοποιούσαν συνεχώς τα χέρια τους για την προώθηση του αμαξιδίου καθώς και για την αποφυγή απωλειών λόγω των αναταράξεων. Μετά την λήξη των δοκιμασιών, ακολουθούσε η δεύτερη ζύγιση των δοκιμαζόμενων χωρίς ρούχα και αφού πρώτα είχαν σκουπίσει τον ιδρώτα τους. Το πρωτόκολλο παρουσιάζεται σχηματικά στα παραρτήματα της παρούσας έρευνας.

### 8.4. Όργανα, μετρήσεις και παράμετροι

#### 8.4.1. Τα αμαξίδια

Οι δοκιμαζόμενοι με κάκωση στο νωτιαίο μυελό εκτέλεσαν τις πειραματικές διαδικασίες με το ατομικό τους αγωνιστικό αμαξίδιο, ενώ οι δοκιμαζόμενοι χωρίς κινητικές αναπηρίες χρησιμοποίησαν το ίδιο αμαξίδιο (Sopur, Germany), όμοιο με αυτό που χρησιμοποιούν οι αθλητές της καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο, που έχουν ακρωτηριασμό.

### 8.4.2. Αναπνευστικές παράμετροι

Ο πνευμονικός αερισμός, η πρόσληψη οξυγόνου, ο όγκος διοξειδίου του άνθρακα και το αναπνευστικό πηλίκο υπολογίζονταν σε κάθε αναπνοή και καταγράφονταν η μέση τιμή των 30 δευτ. με το σύστημα εργοσπιρομετρίας CPX/D (Med Graphics, USA). Πριν από κάθε έναρξη δοκιμασίας (προκαταρκτική και πειραματική) γινόταν βαθμονόμηση του πνευμοταχογράφου και των αναλυτών του οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα. Η βαθμονόμηση του πνευμοταχογράφου γινόταν με μηδενική ροή και με ροή αέρα ίση με 3 l χρησιμοποιώντας ειδική αντλία.

Η βαθμονόμηση των αναλυτών αερίων γινόταν με μεγάλη σχολαστικότητα πριν από κάθε κύρια μετρηση, χρησιμοποιώντας τα παρακάτω δύο μείγματα αερίων διαφορετικής σύνθεσης: α) μείγμα αέρα με 21% οξυγόνο ($O_2$) και 0% διοξείδιο ($CO_2$) σε άζωτο ($N_2$) και β) μείγμα αέρα με 12%$O_2$ και 5% $CO_2$ σε $N_2$. Τα μείγματα αερίων ήταν προέλευσης USA της εταιρίας Med Graphics και ήταν αυστηρά ελεγμένα και πιστοποιημένα ως προς τη σύσταση τους.

#### 8.4.2.1. Καρδιακή παροχή

Η καρδιακή παροχή αποτελεί το βασικό δείκτη της λειτουργικής ικανότητας της κυκλοφορίας να ανταπεξέρχεται στις απαιτήσεις που δημιουργούνται κατά τη φυσική δραστηριότητα, (McArdle *et al.*, 1996). Η παροχή της καρδιάς (Q) καθορίζεται από το ρυθμό με τον οποίο συστέλλεται (καρδιακή συχνότητα, HR) και από την ποσότητα αίματος που προωθείται με κάθε παλμό (όγκος παλμού, SV). Συγκεκριμένα από τον τύπο: Q= HR x SV.

Για τον προσδιορισμό αυτό, χρησιμοποιήθηκε το σύστημα εργο-σπιρομετρίας που αναλύθηκε παραπάνω. Για τις απαιτήσεις της παρούσας έρευνας η μέτρηση της καρδιακής παροχής έγινε με την έμμεση μέθοδο της επαναεισπνοής διοξειδίου του άνθρακα ($\dot{V}CO_2$ rebreathing methods). Συγκεκριμένα, η μέθοδος αυτή βασίζεται στην παρακάτω εξίσωση του Fick για το διοξείδιο του άνθρακα:

$Q = \dot{V}CO_2 / C(v\text{-}a)\,CO_2$

Q είναι η καρδιακή παροχή σε λίτρα το λεπτό ($l \cdot min^{-1}$)

$\dot{V}CO_2$ είναι ο όγκος του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται σε λίτρα το λεπτό ($l \cdot min^{-1}$)

$C(v\text{-}a)\,CP_2$, είναι η αρτηριο – φλεβική διαφορά συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα (ml/100 ml)

Ο όγκος του εκπνεόμενου διοξειδίου του άνθρακα υπολογίζεται από το σύστημα εργοσπιρομέτρησης που περιγράφηκε παραπάνω. Η αρτηριακή συγκέντρωση του $CO_2$ προκύπτει από τη τελική τάση του διοξειδίου του άνθρακα ($PETCO_2$), πριν από την έναρξη μέτρησης της καρδιακής παροχής. Για την φλεβική συγκέντρωση του $CO_2$ χρειάζεται η μερική πίεση του διοξειδίου του άνθρακα στο φλεβικό αίμα ($PvCO_2$). Η παραπάνω τιμή προκύπτει από την επαναεισπνοή διοξειδίου του άνθρακα, όπως περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω. Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης

του διοξειδίου του άνθρακα στο φλεβικό αίμα γίνεται από την $PvCO_2$ και την καμπύλη κορεσμού του διοξειδίου του άνθρακα.

Σύμφωνα με την έμμεση εκθετική μέθοδο υπολογισμού της $PvCO_2$, ο δοκιμαζόμενος εκτελεί αναπνοές για 15 - 20 δευτερόλεπτα από σακούλα με αυξημένη συγκέντρωση $CO_2$. Η σακούλα περιέχει όγκο αέρα ίσο με 1.5 - 2 φορές τον αναπνεόμενο αέρα. Με τις συνεχόμενες αναπνοές η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στον εκπνεόμενο αέρα αυξάνει σταδιακά. Χρησιμοποιώντας την τεχνική που περιγράφεται από τους DaSilva και συνεργάτες (1985), ορίζεται η καμπύλη που ενώνει τα σημεία που αντιστοιχούν στη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα. Η πρώτη αναπνοή από το μείγμα αέρα απορρίπτεται και λαμβάνονται υπόψη για την ανάλυση οι αναπνοές στα επόμενα 11 δευτερόλεπτα. Με αυτές τις τιμές λύνεται από το λογισμικό του υπολογιστή η εξίσωση για τον προσδιορισμό της $PvCO_2$ στα 20 δευτερόλεπτα.

Η εισπνοή αερίου με υψηλή συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα θα αυξήσει τη συγκέντρωση του $CO_2$ στους πνεύμονες και το αρτηριακό αίμα. Η διοχέτευση του αίματος στην κυκλοφορία θα αυξήσει επιπλέον τη συγκέντρωση του $CO_2$, λόγω του $CO_2$ που παράγεται από τους μυς. Το φαινόμενο αυτό λέγεται επανακυκλοφορία (recirculation) του διοξειδίου του άνθρακα και συμβαίνει σε 10 περίπου δευτερόλεπτα κατά τη διάρκεια της άσκησης (DaSilva *et al.*, 1985). Είναι σαφές ότι κάτι τέτοιο δυνητικά επηρεάζει τον προσδιορισμό της $PvCO_2$. Για να αποκλειστεί η επίδραση της επανακυκλοφορίας του $CO_2$ στον προσδιορισμό της $PvCO_2$ με τη μέθοδο της επαναεισπνοής διοξειδίου του άνθρακα λαμβάνονται υπόψη μόνο τα πρώτα 11 δευτερόλεπτα στην ανάλυση, όπως ειπώθηκε προηγουμένως (DaSilva *et al.*, 1985).

Η αξιοπιστία της μεθόδου της επαναεισπνοής του διοξειδίου του άνθρακα στον προσδιορισμό της καρδιακής παροχής βασίζεται στους παρακάτω παράγοντες: α) στην αρχική συγκέντρωση $CO_2$ στη σακούλα, β) στην ομαλότητα της αναπνοής πριν τον ελιγμό, γ) στον όγκο αέρα που περιέχει η σακούλα και δ) στην αναπνευστική συχνότητα κατά τη διάρκεια ελιγμού (DaSilva *et al.*, 1985). Στην αρχική έρευνα του Defares (1958) η σακούλα δεν περιείχε καθόλου διοξείδιο του άνθρακα. Σε επόμενες μελέτες χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικής συγκέντρωσης μείγματα αερίων με συγκέντρωση $CO_2$ από 0% (Clausen *et al.*, 1970; Ohlsson and Wranne, 1986) έως 8% (Ferguson *et al.*, 1968; Knowlton and Adams, 1974; Da Silva *et al.*, 1985; McKelvie et al ., 1987; Rogers and Walt, 1997; Warburton *et al.*, 1999).

Έπειτα από μελέτη της βιβλιογραφίας, σχετικά με την αξιολόγηση της καρδιακής παροχής σε δοκιμαζόμενους χωρίς κινητικές αναπηρίες (Νάσσης και Γελεδάς, 2002) και σ' αυτούς με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (Jehl *et al.*, 1991; Hopman *et al.*, 1992, 1993), αποφασίστηκε η σακούλα να περιέχει ατμοσφαιρικό αέρα. Η διαδικασία για τη μέτρηση της καρδιακής παροχής ήταν η ακόλουθη: για την εκτέλεση του ελιγμού επαναεισπνοής διοξειδίου του άνθρακα, ο όγκος του αέρα στη σακούλα, η οποία είχε χωρητικότητα 5 λίτρων, ήταν ίσος με 1.5 – 2 φορές τον αναπνεόμενο όγκο και η συχνότητα αναπνοής 50 φορές το λεπτό (DaSilva *et al.*, 1985). Η μέτρηση της καρδιακής παροχής γινόταν, ενώ οι αναπνευστικές παράμετροι και η καρδιακή συχνότητα ήταν σε ισοστάθμιση. Για την ισοστάθμιση, εφαρμόσθηκαν τα κάτωθι κριτήρια: α) σταθερή πρόσληψη οξυγόνου, β)

διακύμανση καρδιακής συχνότητας όχι μεγαλύτερη από ±5 beat/min$^{-1}$ γ) διακύμανση $PETCO_2$ όχι μεγαλύτερη από ± 2mmHg, και δ) διακύμανση $\dot{V}CO_2$ όχι μεγαλύτερη από ± 35 ml·min$^{-1}$ (DaSilva *et al.*, 1985). Ο δοκιμαζόμενος συνδεόταν με ειδική βαλβίδα στο τέλος της εκπνοής και εισέπνεε και εξέπνεε με ρυθμό 50 αναπνοές το λεπτό, σύμφωνα με την υπόδειξη του μετρονόμου που βρίσκονταν εμπρός του, περίπου στο ύψος των ματιών του και σε απόσταση 1.5 μέτρα. Ο δοκιμαζόμενος ενθαρρύνονταν να εκτελεί βαθιές εισπνοές και εκπνοές. Η επαναεισπνοή διαρκούσε περίπου 20 δευτερόλεπτα. Ο εξεταστής κατά την προσπάθεια ακινητοποιούσε τη θέση της σακούλας, έτσι ώστε να μην επηρεάζεται από τις αναταράξεις και να μην ενοχλεί το δοκιμαζόμενο. Η δοκιμασία μέτρησης της καρδιακής παροχής γινόταν από τον ίδιο εξεταστή σε όλα τα πειράματα. Σε κάθε χρονικό σημείο, η μέτρηση της καρδιακής παροχής επαναλαμβανόταν 2-3 φορές, ενώ μεταξύ των μετρήσεων μεσολαβούσε χρονικό διάστημα 2 λεπτών περίπου, για την πλήρη ισοστάθμιση της καρδιακής συχνότητας και των αναπνευστικών παραμέτρων.

### 8.4.3. Καρδιακή συχνότητα και όγκος παλμού

Η καρδιακή συχνότητα μετρήθηκε με τηλεμετρία (Sport Tester, PE3000, Finland) ενώ ο όγκος παλμού από το λόγο της καρδιακής παροχής (ml·min$^{-1}$) προς την καρδιακή συχνότητα (beat/min$^{-1}$).

### 8.4.4. Θερμοκρασίες

Οι θερμοκρασίες του σώματος μετριόταν με αισθητήρες θερμοκρασίας (YS Inc, USA), που ήταν συνδεδεμένοι με έναν καταγραφέα (YSI Model 46 Telethermometer, USA), ενώ η θερμοκρασία του στόματος καταγράφονταν με έναν αισθητήρα, που ήταν συνδεδεμένος με τη μονάδα συλλογής δεδομένων (LDF 100A prode, BIOPAC System Inc., USA), ο οποίος τοποθετούνταν στην στοματική κοιλότητα κάτω από την γλώσσα των δοκιμαζόμενων. Κάθε μέτρηση διαρκούσε 5 λεπτά περίπου. Όλοι οι αισθητήρες βαθμονομούνταν πριν από την χρήση τους. Η βαθμονόμηση γίνονταν με τη βύθιση των αισθητήρων σε νερό με τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες στο εύρος των τιμών μέτρησης.

### 8.4.5. Αιμάτωση του δέρματος

Η αιμάτωση του δέρματος προσδιορίστηκε με Laser Doppler (BIOPAC System Inc., USA). Το σύστημα αυτό αποτελείται από τη μονάδα συλλογής δεδομένων (LDF 100A prode, BIOPAC System Inc., USA), που βρισκόταν σε τέλεια επαφή με το δέρμα του μετώπου του δοκιμαζόμενου. Για να διασφαλιστεί η πλήρης εφαρμογή του καθετήρα με την επιδερμίδα του μετώπου, τοποθετήθηκε αυτοκόλλητη ταινία και ελαστικός επίδεσμος.

Το Laser Doppler παράγει σήμα ανάλογο της ταχύτητας κίνησης και του αριθμού των ερυθροκυττάρων στη μικροκυκλοφορία του δέρματος. Ο ρυθμός αιμάτωσης του δέρματος υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση:
Ρυθμός αιμάτωσης = Αριθμός ερυθροκυττάρων * μέση ταχύτητα κίνησης (στην περιοχή μέτρησης).

Η βαθμονόμηση του συστήματος έγινε από την εταιρεία παραγωγής. Σε σύγκριση με τη μέθοδο της πληθυσμογραφίας, τα πλεονεκτήματα του Laser Doppler είναι: α) ότι προσδιορίζει την αιμάτωση του

δέρματος και όχι εκείνη του δέρματος και των μυών, και β) ότι μετράει τις αλλαγές στη μικροκυκλοφορία του δέρματος χωρίς να διαταράσσει την ομαλή κυκλοφορία στην περιοχή μέτρησης. Το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι οι τιμές, που προκύπτουν με αυτή τη μέτρηση, είναι ενδεικτικές. Και τούτο γιατί, λόγω του διαφορετικού ρυθμού αιμάτωσης των ανθρωπίνων ιστών, δεν έχει υπάρξει ακόμη παράγοντας μετατροπής του σήματος, που λαμβάνεται από τον Laser Doppler σε μονάδες αιματικής ροής. Έτσι, λοιπόν, η αιμάτωση του δέρματος παρουσιάζεται ως ποσοστιαία αλλαγή από την τιμή ηρεμίας για το 20ο -30ο λεπτό και τη λήξη της άσκησης σε αυτή την εργασία. Η αξιοπιστία της μεθόδου είναι υψηλή εφόσον: α) διασφαλιστεί η σταθεροποίηση της θέσης του ανιχνευτή στο δέρμα, και β) δεν επηρεαστεί ο ρυθμός αιμάτωσης της περιοχής με την εφαρμογή πίεσης. Και οι δύο αυτοί παράγοντες ελέγχθηκαν πλήρως στη διάρκεια των μετρήσεων της έρευνας.

### 8.4.6. Συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης και αιματοκρίτη

Η συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη προσδιορίζονταν από δείγματα αίματος 25ml σε μίνι-φωτόμετρο (Dr Lange Mini Cuvette, LKM 143, Germany) με τη μέθοδο της κυανιομεθαιμοσφαιρίνης (cyanmethemoglobin method). Η ανάλυση γινόταν 4-5 λεπτά μετά την αιμοληψία σύμφωνα με τις υποδείξεις (Dr Lange Mini Cuvette, LKM 143, Germany). Ο συντελεστής μεταβλητότητας για την συγκεκριμένη ανάλυση ήταν 1-1.76%.

Για τον προσδιορισμό του αιματοκρίτη, λαμβάνονταν δείγματα αίματος (75 ml). Μόλις τελείωνε το πείραμα, τα δείγματα αυτά φυγοκεντρούνταν στις 11800 στροφές το λεπτό για 3-4 λεπτά (Micro Haemotocrit Mk5 Centrifuge, Hawksley, Inc., UK), για το διαχωρισμό του πλάσματος από τα έμμορφα συστατικά. Αμέσως μετά τη φυγογκέντριση, προσδιορίζονταν ο αιματοκρίτης με τη βοήθεια ειδικής συσκευής (Hematocrit reader, Hawksley Inc., UK). Οι τιμές της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη, που παρουσιάζονται στη συνέχεια, είναι οι μέσες τιμές από τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Όσες διέφεραν περισσότερο από ±4% δεν λαμβάνονταν υπόψη στους υπολογισμούς. Οι αλλαγές (%) στους όγκους αίματος και πλάσματος υπολογίστηκαν από τις τιμές του αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης, σύμφωνα με τις εξισώσεις των Dill and Coctill (1974). Η διάταξη του πειράματος παρουσιάζεται σχηματικά στα παραρτήματα.

## 8.5. Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα κάθε εξαρτημένης μεταβλητής αναλύθηκαν ως προς δύο παράγοντες, τον βαθμό ενυδάτωσης και τη σωματική κατάσταση, με δύο επίπεδα σε κάθε παράγοντα, με και χωρίς νερό, με και χωρίς κινητική αναπηρία, ανάλυση διασποράς (Analysis of variance, ANOVA) και με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (2 way ANOVA with repeated measures). Οι εξαρτημένες μεταβλητές στην ANOVA ήταν: η πρόσληψη οξυγόνου, η καρδιακή συχνότητα, ο όγκος παλμού, η συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης, ο αιματοκρίτης, η αλλαγή στους όγκους πλάσματος και αίματος, η θερμοκρασίες στόματος και σώματος, η αιμάτωση του δέρματος το αναπνευστικό πηλίκο και η γενική αντίληψη της κόπωσης.

### 8.5.1. Αλληλεπιδράσεις

Στη διπλοπαραγοντική ANOVA είναι δυνατόν να απαντηθεί μια Τρίτη, εκτός

των παραπάνω ερώτηση, αυτής της αλληλεπίδρασης (interaction). Η αλληλεπίδραση είναι η επίδραση δύο ανεξαρτήτων μεταβλητών (π.χ. σωματική κατάσταση και ενυδάτωση), που υφίστανται ταυτοχρόνως στην εξ-αρτημένη μεταβλητή (π.χ. θερμοκρασία πυρήνα ή καρδιακή παροχή).

### 8.5.2. Έλεγχος t (t-test)

Ο έλεγχος t για ανεξάρτητα δείγματα (t-test for independent samples) χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση διαφορών μεταξύ των παρακάτω μεταβλητών: της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου στα άτομα με και χωρίς κινητικές αναπηρίες, της απώλειας υγρών, της αλλαγής στο σωματικό βάρος με την άσκηση και του όγκου υγρών που καταναλώθηκε.

### 8.5.3. Επίπεδο σημαντικότητας

Το επίπεδο σημαντικότητας σε όλες τις στατιστικές αναλύσεις ορίστηκε σε $p< 0.05$. Όταν υπήρχε σημαντική διαφορά στην ANOVA, εφαρμοζόταν ο έλεγχος Tukey (Tukey test). Στο κείμενο, στους πίνακες και στα σχήματα παρουσιάζονται οι μέσες τιμές ± τυπικό σφάλμα

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

# 9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων γίνεται σε δύο ενότητες. Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται οι γενικές παράμετροι, που σχετίζονται με τις πειραματικές συνθήκες και τα χαρακτηριστικά του δείγματος. Στη δεύτερη ενότητα φαίνεται η επίδραση της αδυφάτωσης (ΑΦ) και της ενυδάτωσης (ΕΝ) στις καρδιαγγειακές και θερμορυθμιστικές προσαρμογές κατά τη διάρκεια της άσκησης.

## 9.1. Γενικές παράμετροι

### 9.1.1. Θερμοκρασία και σχετική υγρασία περιβάλλοντος

Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών ήταν 23±1.4 °C στην αφυδάτωση και 22.9±1.5 °C στην ενυδάτωση των αθλητών με κάκωση στο νωτιαίο μυελό. Στις δοκιμασίες της ομάδας ελέγχου οι θερμοκρασίες ήταν 20.6±1 °C στην αφυδάτωση και 21.9±0.8 °C στην ενυδάτωση. Ακόμα, η σχετική υγρασία κυμάνθηκε από 45-55% σε όλα τα πειράματα.

### 9.1.2. Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($\dot{V}O_{2max}$) και αναπνευστικό κατώφλι

Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ήταν σημαντικά υψηλότερη ($p<0.01$) στους δοκιμαζόμενους της ομάδας ελέγχου (ΟΕ), σε σχέση με τους δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ), (2.65±0.15 έναντι 1.71±0.1 $l \cdot min^{-1}$ για ΟΕ και ΚΝΜ αντίστοιχα). Αντίθετα, ο μέγιστος πνευμονικός αερισμός δεν διέφερε μεταξύ των δύο ομάδων και ήταν 105.7±20.2 $l \cdot min^{-1}$ για ΟΕ και 88±12.5 $l \cdot min^{-1}$ για ΚΝΜ. Τέλος, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα δεν ήταν στατιστικά σημαντική και έφθασε στην τιμή των 178±17 $b \cdot min^{-1}$ για τους ΟΕ και των 173±11.1 $b \cdot min^{-1}$ για τους ΚΝΜ. Ο συνολικός χρόνος άσκησης στις δοκιμασίες, για τον προσδιορισμό της $\dot{V}O_{2max}$, ήταν 13.8±1.3 min για τα άτομα χωρίς αναπηρίες και 12.4±1.7 min για τους δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό. Το αναπνευστικό πηλίκο στη δοκιμασία της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ήταν σημαντικά υψηλότερο ($p<0.01$) για τους ΚΝΜ (1.36±0.22) συγκριτικά με τους ΟΕ (1.11±0.08). Η μέγιστη ισχύς, κατά τη διάρκεια της άσκησης, ήταν επίσης σημαντικά υψηλότερη ($p<0.05$) για τους δοκιμαζόμενους της ομάδας ελέγχου, σε σχέση με τους αθλητές με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (92±7.9 W και 81±6.4 W αντίστοιχα). Τέλος, το αναπνευστικό κατώφλι προσδιορίσθηκε στο 72.2±4.5% της $\dot{V}O_{2max}$ για τους ΟΕ και στο 71.2±6.5% της $\dot{V}O_{2max}$ για τους ΚΝΜ (Πίνακας 9. 14).

## 9.2. Επίδραση της αφυδάτωσης (ΑΦ) και της ενυδάτωσης (ΕΝ) στις καρδιαγγειακές και θερμορυθμιστικές προσαρμογές

### 9.2.1. Χρόνος άσκησης και επιβάρυνση

Αν και ο χρόνος άσκησης είχε προσδιορισθεί στα 60 λεπτά, ένας δοκιμαζόμενος της ομάδας των αθλητών με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και στις δύο συνθήκες σταμάτησε την άσκηση στα 50 λεπτά. Όλοι οι άλλοι δοκιμαζόμενοι και των δύο ομάδων και στις δύο συνθήκες (ΑΦ και ΕΝ) περάτωσαν την άσκηση στον προβλεπόμενο χρόνο. Παρόλο που οι δοκιμαζόμενοι και των δύο ομάδων εκτέλεσαν όλες τις πειραματικές

διαδικασίες στο 50% της $\dot{V}O_{2max}$, η απόλυτη επιβάρυνση, που προσαρμόσθηκε στους δοκιμαζόμενους με κινητικές αναπηρίες, ήταν σημαντικά χαμηλότερη από αυτή των ατόμων της ομάδας ελέγχου ($p<0.01$). Συγκεκριμένα, οι ΚΝΜ εκτέλεσαν τις δύο συνθήκες με επιβάρυνση 37.1±2.61 W και οι ΟΕ με 48.6±1.09 W.

**Πίνακας 9. 13.** Φυσιολογικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας για τον προσδιορισμό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου των ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) και αθλητών με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ)

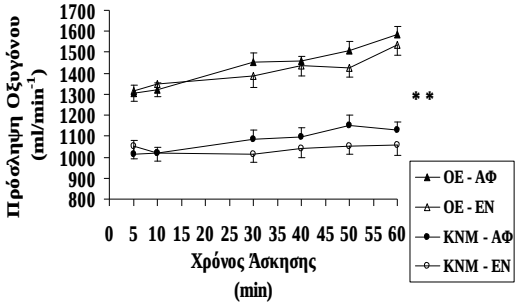
| Ο.Ε | $\dot{V}O_{2max}$ | $\dot{V}O_{2max}$ | $HR_{max}$ | Χρόν. Άσκησ. | $RER_{max}$ | $VE_{max}$ | $Wr_{max}$ | Thr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ($ml \cdot min^{-1}$) | ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) | ($beat/min^{-1}$) | (min) | καθ.αριθ. | ($l \cdot min^{-1}$) | (W) | (% $\dot{V}O_{2max}$) |
| Κ.Θ. | 2,51 | 37,73 | 190 | 14,0 | 1,11 | 115,1 | 90 | 74,9 |
| Α.Μ. | 2,72 | 35,76 | 188 | 16,0 | 1,03 | 100,3 | 100 | 76,2 |
| Κ.Κ. | 2,58 | 37,44 | 170 | 12,3 | 1,09 | 98,1 | 90 | 80,4 |
| Π.Χ. | 2,39 | 29,91 | 196 | 14,0 | 1,28 | 126,0 | 90 | 75,1 |
| Π.Ν. | 2,72 | 38,50 | 189 | 14,3 | 1,08 | 111,9 | 100 | 65,3 |
| Κ.Ν. | 2,92 | 35,61 | 185 | 12,0 | 1,17 | 139,7 | 80 | 70,8 |
| Κ.Π. | 2,77 | 36,26 | 145 | 12,0 | 1,02 | 80,6 | 80 | 68,0 |
| Μ.Γ. | 2,56 | 35,61 | 150 | 14,3 | 1,06 | 70,4 | 100 | 69,2 |
| Β.Θ. | 2,71 | 39,33 | 185 | 15,0 | 1,14 | 109,5 | 100 | 70,1 |
| **Μέση τιμή** | **2,65 **** | **36,24 **** | **178** | **13,8** | **1,11** | **105,7** | **92 *** | **72,2** |
| **Τυπικό Σφάλμα** | **0,15** | **2,57** | **17,39** | **1,32** | **0,08** | **20,20** | **7,86** | **4,47** |

| ΚΝΜ | $\dot{V}O_{2max}$ | $\dot{V}O_{2max}$ | $HR_{max}$ | Χρόν. Άσκησ. | $RER_{max}$ | $VE_{max}$ | $Wr_{max}$ | Thr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ($ml \cdot min^{-1}$) | ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) | ($beat/min^{-1}$) | (min) | καθ.αριθ. | ($l \cdot min^{-1}$) | (W) | (% $\dot{V}O_{2max}$) |
| Κ.Γ. | 1,86 | 21,36 | 160 | 13,3 | 1,22 | 111,4 | 90 | 79,4 |
| Κ.Α | 1,58 | 20,75 | 187 | 10,0 | 1,27 | 90,0 | 70 | 81,6 |
| Χ.Ι. | 1,58 | 23,12 | 170 | 10,3 | 1,23 | 78,5 | 80 | 72,7 |
| Ζ.Π. | 1,82 | 22,97 | 171 | 11,0 | 1,23 | 85,3 | 80 | 66,8 |
| Π.Γ. | 1,66 | 25,60 | 187 | 14,0 | 1,43 | 92,6 | 80 | 62,3 |
| Χ.Μ. | 1,78 | 25,90 | 179 | 14,0 | 1,27 | 90,9 | 80 | 68,4 |
| Χ.Π. | 1,68 | 22,70 | 157 | 14,0 | 1,87 | 67,6 | 90 | 67,2 |
| **Μέση τιμή** | **1,71** | **23,20** | **173** | **12,4** | **1,36**** | **88,0** | **81,4** | **71,2** |
| **Τυπικό Σφάλμα** | **0,10** | **1,80** | **11,12** | **1,72** | **0,22** | **12,51** | **6,39** | **6,55** |

Επεξήγηση όρων: $\dot{V}O_{2max}$ μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, $HR_{max}$ μέγιστη καρδιακή συχνότητα, $Wr_{max}$ μέγιστη παραγωγή έργου, Thr αναερόβιο κατώφλι. $RER_{max}$ μέγιστο αναπνευστικό πηλίκο $VE_{max}$ μέγιστος πνευμονικός αερισμός. * $p<0.05$, ** $p<0.01$ ΟΕ έναντι ΚΝΜ

### 9.2.2. Πρόσληψη οξυγόνου

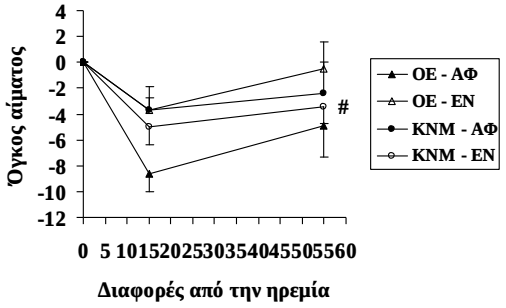
Η πρόσληψη οξυγόνου ($\dot{V}O_2$) και στις δύο συνθήκες (ΑΦ και ΕΝ), ήταν υψηλότερη ($p<0.01$) στους δοκιμαζόμενους της ομάδας ελέγχου, σε σχέση με τους αθλητές με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (Σχήμα 9.1). Ακόμα, η $\dot{V}O_2$ παρουσίασε σημαντική αύξηση ($p<0.01$) στο τέλος της δοκιμασίας, σε σχέση με την τιμή ηρεμίας, ανεξάρτητα από συνθήκη και ομάδα. Στους δοκιμαζόμενους χωρίς αναπηρίες, η $\dot{V}O_2$ παρουσίασε μια διαφορά ύψους 200 $ml \cdot min^{-1}$ περίπου από το 5ο λεπτό έως την λήξη των προσπαθειών και στις δύο συνθήκες. Οι αθλητές με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, ενώ είχαν διαφορά 100 $ml \cdot min^{-1}$ περίπου στη συνθήκη της αφυδάτωσης μεταξύ 5ου και 60ου λεπτού, στην συνθήκη της ενυδάτωσης δεν παρατηρήθηκε αξιόλογη αύξηση ($\dot{V}O_2$ 1051 $ml \cdot min^{-1}$ στο 5ο και 1057 $ml \cdot min^{-1}$ στο 60ο λεπτό).




**Σχήμα 9. 1.** Πρόσληψη οξυγόνου ($ml \cdot min^{-1}$) κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (KNM) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (OE) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (EN). n=9 για OE και n=8 για KNM, ** $p<0.01$ OE έναντι KNM ανεξαρτήτως συνθήκης.

### 9.2.3. Όγκος αίματος

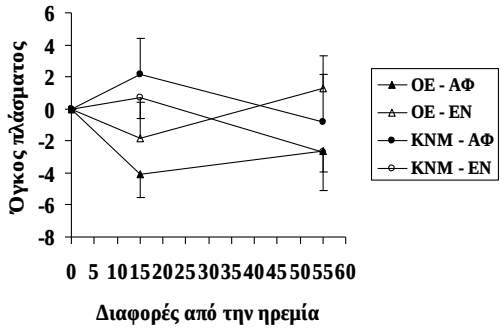
Σημαντική διαφοροποίηση παρατηρήθηκε στη μεταβολή του όγκου αίματος ($p<0.05$) από την ηρεμία, για τους δοκιμαζόμενους και στις δύο συνθήκες, έως το τέλος της άσκησης. Συγκεκριμένα, οι δοκιμαζόμενοι με κάκωση στο νωτιαίο μυελό παρουσίασαν μεγαλύτερη μείωση του όγκου αίματος στην ΕΝ (-3.4±3.83% στο55ο λεπτό), σε σχέση με την ΑΦ (-2.4±6.79 στο ίδιο λεπτό) συνθήκη. Αντίθετα, οι δοκιμαζόμενοι χωρίς αναπηρίες είχαν χαμηλότερες τιμές στην ΑΦ (-4.9±7.25 % στο 55ο λεπτό) σε σχέση με την ΕΝ (-0.5±6.36 % στο ίδιο λεπτό). Στο 15ο και 55ο λεπτό της άσκησης και στις δύο συνθήκες οι δοκιμαζόμενοι με αναπηρίες παρουσίασαν μικρότερη μείωση στον όγκο αίματος από τους δοκιμαζόμενους της ομάδας ελέγχου (Σχήμα 9.2).




**Σχήμα 9. 2.** Μεταβολή του όγκου αίματος % από την ηρεμία κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (KNM) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (OE) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (EN). n=9 για OE και n=8 για KNM, # $p<0.05$ αλληλεπίδραση ομάδας και συνθήκης στη διάρκεια της άσκησης.

### 9.2.4. Όγκος πλάσματος

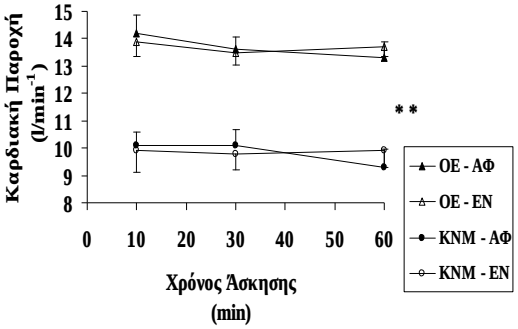
Καμιά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε στη μεταβολή του όγκου πλάσματος στις πειραματικές ομάδες και στις δύο συνθήκες, κατά τη διάρκεια της άσκησης. Οι δοκιμαζόμενοι της ομάδας ελέγχου είχαν χαμηλότερες μεταβολές από τους αθλητές με κάκωση στο νωτιαίο μυελό ανεξάρτητα συνθήκης, μη στατιστικά όμως σημαντικές. Μεγαλύτερη μείωση υπήρξε στην ΕΝ συνθήκη, σε σχέση με την ΑΦ. Ακόμα, παρουσιάστηκε μεγαλύτερη μείωση στις τιμές του 15ου λεπτού, συγκριτικά με αυτές του 55ου λεπτού, ανεξάρτητα από ομάδα και συνθήκη (Σχήμα 9.3).




**Σχήμα 9. 3.** Μεταβολή του όγκου πλάσματος % από την ηρεμία κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n=9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ**.**

### 9.2.5. Καρδιακή παροχή.

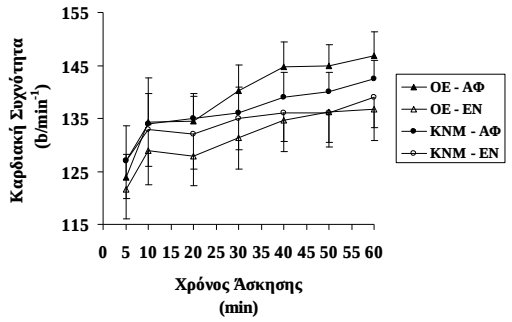
Η καρδιακή παροχή (Q) ήταν σημαντικά υψηλότερη ($p<0.01$) για τους δοκιμαζόμενους της ομάδας ελέγχου, συγκριτικά με αυτή των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και στις τρεις μετρήσεις και στις δύο συνθήκες. Συγκεκριμένα η Q στο 10ο λεπτό της άσκησης, για τους ΟΕ ήταν 14.2±2 και 13.9±1.71 $l \cdot min^{-1}$, για την ΑΦ και ΕΝ αντίστοιχα, ενώ οι ΚΝΜ είχαν 10.1±1.36 $l \cdot min^{-1}$ στην ΑΦ και 9.9±2.23 $l \cdot min^{-1}$ στην ΕΝ. Κατά τη μέτρηση του 30ου λεπτού, οι ΟΕ παρουσίασαν μείωση στις τιμές της Q (13.6±1.4 και 13.5±1.41 $l \cdot min^{-1}$ σε ΑΦ και ΕΝ αντίστοιχα), ενώ οι ΚΝΜ είχαν σταθερή Q στην ΑΦ (10.1±1.6 $l \cdot min^{-1}$) και ελαφριά μείωση 0.1 $l \cdot min^{-1}$ στην ΕΝ (9.8±1.63 $l \cdot min^{-1}$). Τέλος, διαφοροποίηση στις τιμές του 60ου λεπτού της καρδιακής παροχής παρατηρήθηκε στους δοκιμαζόμενους της ομάδας ελέγχου και στις δύο συνθήκες. Αναλυτικότερα, στην ΑΦ η Q παρουσίασε πτώση συγκρινόμενη με την τιμή του 30ου λεπτού (13.3±1.8 $l \cdot min^{-1}$). Αντίθετα, στην ΕΝ είχαμε αύξηση της τιμής της καρδιακής από το 30ο λεπτό (13.7±1.11 $l \cdot min^{-1}$). Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασαν και οι ΚΝΜ (9.3±1.82 $l \cdot min^{-1}$ στην ΑΦ και 9.9±1.68 $l \cdot min^{-1}$ στην ΕΝ. (Σχήμα 9.4).




**Σχήμα 9. 4.** Καρδιακή παροχή ($l \cdot min^{-1}$) κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n=9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ,, ** $p<0.01$ ΟΕ έναντι ΚΝΜ ανεξαρτήτως συνθήκης.

### 9.2.6. Καρδιακή συχνότητα

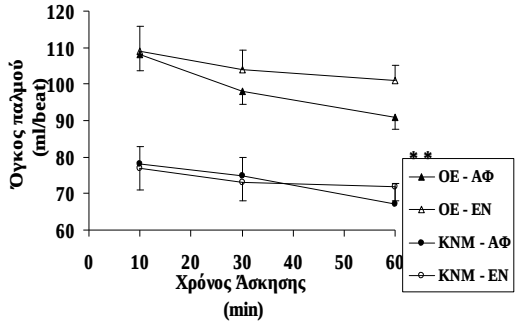
Η τιμές της καρδιακής συχνότητας δεν διέφεραν σημαντικά για τους δοκιμαζόμενους και των δύο ομάδων, στις δύο συνθήκες (Σχήμα, 9.5). Η καρδιακή συχνότητα αυξήθηκε σημαντικά ($p<0.01$) και για τις δύο ομάδες, από την ηρεμία σε σχέση με την τιμή του 60ου λεπτού, ανεξαρτήτως συνθήκης. Οι δοκιμαζόμενοι με ανα-πηρίες είχαν χαμηλότερη καρδιακή συχνότητα, που όμως δεν ήταν στατιστικά σημαντική, από τους αντίστοιχους της ομάδας ελέγχου. Όσον αφορά τις τιμές, που παρουσίασαν οι δοκιμαζόμενοι στις συνθήκες της ΑΦ και ΕΝ, οι αθλητές με αναπηρία δεν είχαν διαφορά άνω των 4 $b \cdot min^{-1}$ μεταξύ των μετρήσεων στις δύο συνθήκες (140±10.3 $b \cdot min^{-1}$ στο 50ο λεπτό της ΑΦ και 136±15.8 $b \cdot min^{-1}$ στο αντίστοιχο της ΕΝ). Οι δοκιμαζόμενοι, ωστόσο, χωρίς κινητικές αναπηρίες είχαν μεγαλύτερη πτώση, όχι όμως στατιστικά σημαντική, στην ΕΝ σε όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας (από 124±13.2 $b \cdot min^{-1}$ στο 5 λεπτό της ΑΦ και 122±16.4 $b \cdot min^{-1}$ στην ΕΝ στους 147±13.1 $b \cdot min^{-1}$ και 137±17.8 $b \cdot min^{-1}$ στο 60 λεπτό για ΑΦ και ΕΝ αντίστοιχα).




**Σχήμα 9. 5.** Καρδιακή συχνότητα ($b \cdot min^{-1}$) κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n=9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ.

### 9.2.7. Όγκος παλμού

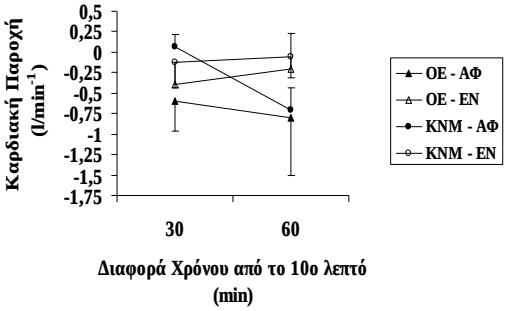
Παρόμοια αποτελέσματα με την καρδιακή παροχή παρουσιάσθηκαν και κατά τον υπολογισμό του όγκου παλμού (SV). Οι ΟΕ είχαν σημαντικά υψηλότερες απόλυτες τιμές ($p<0.01$) από τους ΚΝΜ σε ΑΦ και ΕΝ, σε όλες τις μετρήσεις (108±20.4, 98±16.2, 91±12.6 ml/beat στο 10ο, 30ο και 60ο λεπτό της ΑΦ για ΟΕ και 78±13.5, 75±13.9, 67±16.5 ml/beat για ΚΝΜ, ενώ στην ΕΝ η ομάδα ελέγχου είχε 109±12.7, 104±10.3, 101±10 ml/beat και οι αθλητές με κάκωση στο νωτιαίο μυελό 77±17.3, 73±14.2, 72±11.3 στις αντίστοιχες μετρήσεις. Επιπρόσθετα, σημαντική μείωση ($p< 0.01$) στον SV παρουσιάσθηκε στις μετρήσεις του 60ου λεπτού, σε σχέση με την πρώτη μέτρηση και στις δύο ομάδες, ανεξάρτητα από συνθήκη. Οι τιμές στη συνθήκη της ενυδάτωσης παρουσιάσθηκαν υψηλότερες (όχι στατιστικά σημαντικές) και για τις δύο ομάδες. Όταν οι δοκιμαζόμενοι και των δύο ομάδων έκαναν λήψη υγρών, είχαν σημαντικά υψηλότερες ($p<0.01$) τιμές στον όγκο παλμού, κατά τη διάρκεια της διαδικασίας (Σχήμα 9. 6).




**Σχήμα 9. 6.** Όγκος παλμού (ml/beat) κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n=9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ, ** $p<0.01$ ΟΕ έναντι ΚΝΜ ανεξαρτήτως συνθήκης.

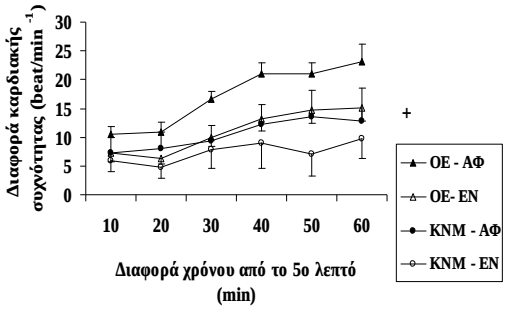
### 9.2.8. Διαφορές καρδιακής παροχής, καρδιακής συχνότητας και όγκου παλμού

Οι διαφορές στις τιμές της καρδιακής παροχής του 30ου και 60ου λεπτού δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά, σε σχέση με τιμή που καταγράφηκε στη πρώτη μέτρηση του 10ου λεπτού, σε καμία συνθήκη και για τις δύο πειραματικές ομάδες. Παρόλα αυτά, μεγαλύτερες διαφορές, μη στατιστικά όμως σημαντικές, παρουσιάστηκαν για τους δοκιμαζόμενους χωρίς αναπηρίες, σε σχέση με τους αθλητές με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, ανεξάρτητα από συνθήκη και χρόνο. Οι διαφορές ήταν μεγαλύτερες στη συνθήκη της ΑΦ από την ΕΝ, ανεξάρτητα από ομάδα και χρόνο. Επίσης, οι διαφορές μεταξύ 10ου και 60ου λεπτού ήταν υψηλότερες, σε σχέση με τις διαφορές μεταξύ 10ου και 30ου λεπτού ανεξάρτητα από ομάδα και συνθήκη (Σχήμα 9.7).



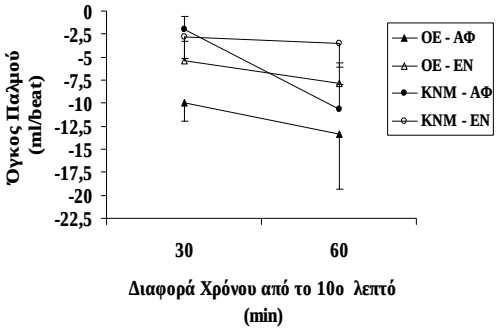

**Σχήμα 9. 7.** Διαφορές στην καρδιακή παροχή ($l \cdot min^{-1}$) από το 10ο λεπτό κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n=9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ.

Οι διαφορές των τιμών της καρδιακής συχνότητας από το 5ο λεπτό βρέθηκαν σημαντικά υψηλότερες τιμές ($p<0.05$) στην ΑΦ και ανεξάρτητα από ομάδα στη διάρκεια της άσκησης (Σχήμα 9.8). Ακόμα, ανεξάρτητα από ομάδα και συνθήκη, οι διαφορές της καρδιακής συχνότητας είχαν στατιστικά σημαντική αύξηση, κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας ($p<0.01$).

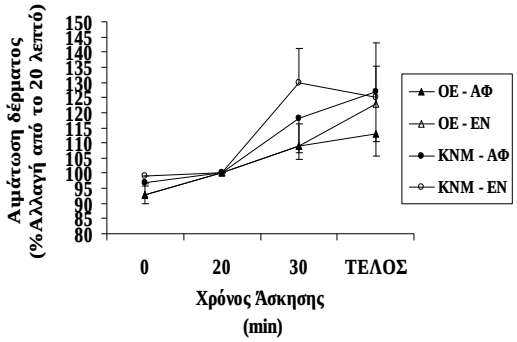



**Σχήμα 9. 8.** Διαφορές στην καρδιακή συχνότητα ($b \cdot min^{-1}$) από το 5ο λεπτό κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n=9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ +$p<0.05$ ΑΦ έναντι ΕΝ ανεξαρτήτως ομάδας.

Οι διαφορές μεταξύ των μετρήσεων του όγκου παλμού στο 10ο λεπτό επιβεβαίωσαν ότι ο όγκος παλμού είχε σημαντικότερη πτώση στο 60ο λεπτό, απ’ ότι στο 30ο λεπτό της άσκησης και στις δύο συνθήκες, ενώ χαμηλότερες ήταν οι τιμές στην ΑΦ από την ΕΝ (Σχήμα 9.9).




**Σχήμα 9. 9**. Διαφορές στον όγκο παλμού από το 10ο λεπτό κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n=9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ.



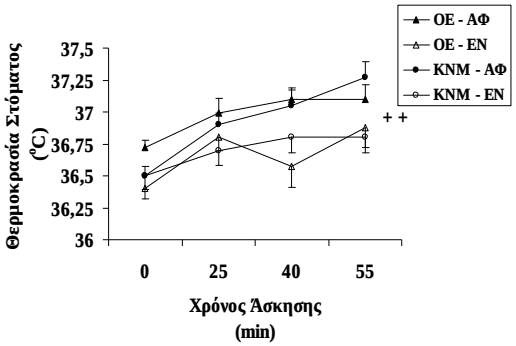

**Σχήμα 9.10.** Αλλαγές % από την ηρεμία της αιμάτωσης του δέρματος κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n=9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ.

### 9.2.9. Αιμάτωση δέρματος

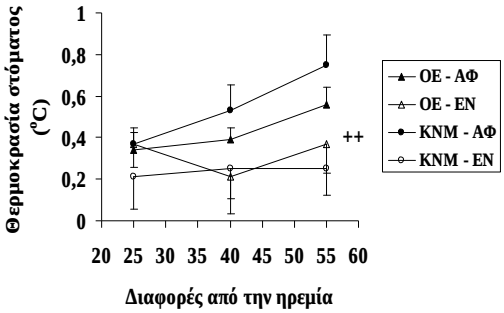
Ο ρυθμός αιμάτωσης του δέρματος παρουσιάζεται στο Σχήμα, 9.10. Η ροή του αίματος στο δέρμα αυξήθηκε σημαντικά ($p<0.01$) από την ηρεμία ως το τέλος της δοκιμασίας και στις δύο ομάδες, ανεξαρτήτως συνθήκης. Οι αθλητές με κάκωση στο νωτιαίο μυελό είχαν υψηλότερες τιμές, μη στατιστικά όμως σημαντικές και στις δύο συνθήκες μετά το 20ο λεπτό, ενώ και οι δύο ομάδες παρουσίασαν αυξημένη ροή στη συνθήκη της ενυδάτωσης. Τέλος, μετά το 30ο λεπτό, παρατηρήθηκε μείωση των τιμών για τους δοκιμαζόμενους με αναπηρία στη συνθήκη της ενυδάτωσης (130±31.2 % στο 30ο λεπτό και 125±28.9 % στο 55ο λεπτό).

### 9.2.10. Θερμοκρασία στόματος

Η θερμοκρασία στόματος (Σχήμα 9.11) είχε σημαντική πτώση ($p<0.01$) και στις δύο ομάδες, κατά τη διάρκεια της άσκησης, όταν οι δοκιμαζόμενοι έκαναν λήψη ύδατος. Ενδεικτικά, οι ΟΕ στο 55ο λεπτό στην ΑΦ είχαν θερμοκρασία 37.3±0.34 °C και στην ΕΝ στο ίδιο λεπτό 36.8±0.48 °C, ενώ οι ΚΝΜ 37.3±0.36 °C και 36.8±0.33 °C αντίστοιχα. Ακόμα, η θερμοκρασία στόματος παρουσιάσθηκε υψηλότερη ($p<0.01$) και στις δύο συνθήκες ανεξάρτητα από ομάδα. Οι αθλητές με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και στις δύο συνθήκες παρουσίασαν χαμηλότερες τιμές, μη στατιστικά όμως σημαντικές, σε σχέση με τους δοκιμαζόμενους, που δεν είχαν κινητικές αναπηρίες.




**Σχήμα 9. 11.** Θερμοκρασία στόματος κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n=9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ ++ p<0.01 ΑΦ έναντι ΕΝ ανεξαρτήτως ομάδας.

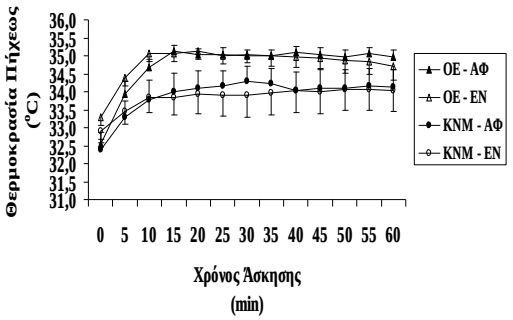



**Σχήμα 9. 12.** Διαφορές στη θερμοκρασία στόματος από την ηρεμία κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n=9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ. ++ p< 0.01 ΕΝ έναντι ΑΦ ανεξάρτητα από ομάδα.

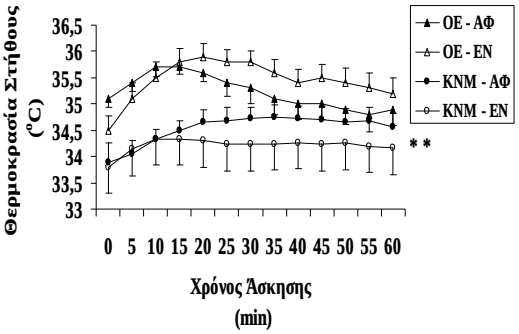
Τέλος, οι διαφορές της θερμοκρασίας στόματος, που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια της άσκησης, σε σχέση με την τιμή ηρεμίας, επιβεβαίωσαν ότι, όταν οι δοκιμαζόμενοι και των δύο ομάδων έκαναν λήψη ύδατος, η θερμοκρασία στόματος ήταν σημαντικά χαμηλότερη σε σχέση με την αφυδάτωση (Σχήμα, 9.12). Συγκεκριμένα, οι ΚΝΜ παρουσίασαν άνοδο της θερμοκρασίας του στόματος κατά 0.75 ºC στην ΑΦ και 0.25 ºC στην ΕΝ. Αντίστοιχα, οι ΟΕ είχαν άνοδο 0.56 ºC στην ΑΦ και 0.37 ºC ΕΝ. Ακόμα, σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε και για τις δύο ομάδες και στις δύο συνθήκες κατά τη διάρκεια της άσκησης.

### 9.2.11. Θερμοκρασία πήχη

Δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους δοκιμαζόμενους και των δύο ομάδων και στις δύο συνθήκες στην θερμοκρασία του πήχη. Υψηλότερες τιμές (p<0.01) παρουσιάσθηκαν κατά τη διάρκεια της άσκησης και στις δύο συνθήκες και για τις δύο ομάδες. Οι δοκιμαζόμενοι με αναπηρίες είχαν χαμηλότερη θερμοκρασία από την ομάδα ελέγχου, ενώ οι τιμές στην ΑΦ ήταν υψηλότερες από την ΕΝ, όχι όμως στατιστικά σημαντικές και στις δύο περιπτώσεις. Μετά το 20ο λεπτό και έως το τέλος της δοκιμασίας, οι τιμές ανεξάρτητα από τη συνθήκη, παρουσίασαν μικρή πτώση στους δοκιμαζόμενους χωρίς κινητικές αναπηρίες και μικρή άνοδο στους παραπληγικούς (Σχήμα 9.13).




**Σχήμα 9.13.** Θερμοκρασία πήχη κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n=9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ,



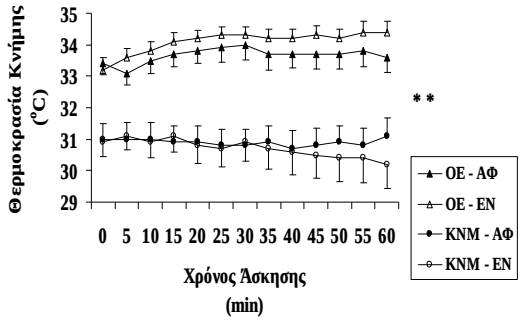

**Σχήμα 9. 14.** Θερμοκρασία στήθους κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n=9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ,**p<0.01 ΟΕ έναντι ΚΝΜ ανεξαρτήτως ομάδας.

### 9.2.12. Θερμοκρασία στήθους

Η θερμοκρασία στήθους ήταν υψηλότερη για τους δοκιμαζόμενους της ομάδας ελέγχου, σε σχέση με τους αθλητές με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (p<0.01). Αντίθετα αποτελέσματα παρουσιάσθηκαν από την σύγκριση των τιμών στις δύο συνθήκες μεταξύ των πειραματικών ομάδων. Συγκεκριμένα, οι ΚΝΜ είχαν χαμηλότερη θερμοκρασία στην ΕΝ από την ΑΦ, σε αντίθεση με τους ΟΕ που παρουσίασαν υψηλότερη θερμοκρασία στην ΕΝ από την ΑΦ. Η θερμοκρασία του στήθους αυξανόταν σημαντικά κατά τη διάρκεια της άσκησης (p<0.01). Οι ΚΝΜ παρουσίασαν αύξηση της θερμοκρασίας του στήθους έως το 20ο λεπτό στην ΑΦ και έως το 10ο της ΕΝ, ενώ ακολούθησε εξισορρόπηση έως το τέλος της άσκησης (Σχήμα 9.14). Οι ΟΕ αντίστοιχα είχαν αύξηση ως το 15ο λεπτό περίπου και μετά σταδιακή πτώση ως το τέλος της διαδικασίας.

### 9.2.13. Θερμοκρασία κνήμης

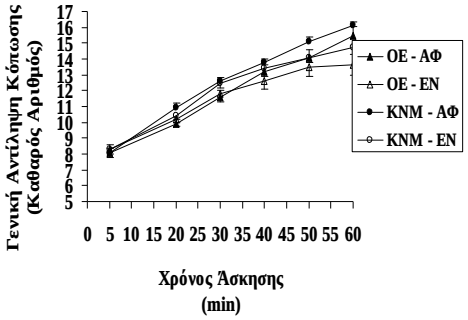
Η θερμοκρασία της κνήμης ήταν σημαντική υψηλότερη (p<0.01) και στις δύο συνθήκες κατά τη διάρκεια της άσκησης στους ΟΕ σε σχέση με τους ΚΝΜ (Σχήμα 9.15). Ακόμα, και οι δύο ομάδες παρουσίασαν σημαντική αύξηση στη θερμοκρασία της κνήμης στο 60ο λεπτό σε σχέση με την τιμή ηρεμίας. Η θερμοκρασία της κνήμης ήταν υψηλότερη (όχι στατιστικά σημαντική) στην ΕΝ από την ΑΦ για τους ΟΕ. Οι ΚΝΜ δεν παρουσίασαν καμία σημαντική διαφορά και στις δύο συνθήκες.




**Σχήμα 9. 15.** Θερμοκρασία κνήμης κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n=9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ. **P<0.01 ΟΕ έναντι ΚΝΜ ανεξαρτήτως ομάδας.

### 9.2.14. Γενική αντίληψη κόπωσης

Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μεταξύ των παραπληγικών αθλητών και των ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες και στις δύο συνθήκες (Σχήμα 9.16). Παρόλα αυτά, οι τιμές στην ΑΦ ήταν υψηλότερες, σε σχέση με την ΕΝ συνθήκη (υπήρχε ισχυρή τάση). Υπήρχε αύξηση των τιμών κατά τη διάρκεια της άσκησης και στις δύο συνθήκες (p<0.01). Έπειτα από έλεγχο Tukey (Tukey test), φάνηκε σημαντική διαφοροποίηση στις τιμές του 50ου και 60ου λεπτού (p<0.01).




**Σχήμα 9. 16.** Γενική αντίληψη της κόπωσης κατά τη διάρκεια άσκησης στο εργόμετρο για αμαξίδια (50-55%) σε δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (ΚΝΜ) και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (ΟΕ) με αφυδάτωση (ΑΦ) και ενυδάτωση (ΕΝ). n= 9 για ΟΕ και n=8 για ΚΝΜ.

Τέλος, η απώλεια ιδρώτα στους δοκιμαζόμενους με κάκωση στο νωτιαίο μυελό ήταν 644±136 gr στην αφυδάτωση και 683±182 gr στην ενυδάτωση. Αντίστοιχα, η ομάδα ελέγχου είχε απώλεια ιδρώτα 717±186 gr στην αφυδάτωση και 846±180 gr στην ενυδάτωση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

## 10. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εξετάσει τις καρδιαγγειακές και θερμορυθμιστικές προσαρμογές ατόμων με κάκωση του νωτιαίου μυελού και ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες, κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης υπομέγιστης έντασης σε συνθήκες: α) χωρίς κατανάλωση ύδατος και β) με αναπλήρωση του 85% των απολεσθέντων εφιδρωτικών απωλειών του σώματος. Για το σκοπό αυτό, οκτώ δοκιμαζόμενοι με κάκωση σε υψηλό επίπεδο του νωτιαίου μυελού (εύρος από $7^{o}$ αυχενικό έως $6^{o}$ θωρακικό) και εννέα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες, εκτέλεσαν άσκηση διάρκειας 60 λεπτών σε κυλινδρο-εργόμετρο για αμαξίδια, με ένταση που αντιστοιχούσε στο 50-55% της $\dot{V}O_{2max}$, όπως αυτή προσδιορίσθηκε πριν την έναρξη της διαδικασίας. Όλες οι πειραματικές προσπάθειες έγιναν στο εργαστήριο, στο οποίο η μέση θερμοκρασία ήταν 23±1.4 °C στην αφυδάτωση των παραπληγικών και 22.9±1.5 °C στην ενυδάτωση. Στις δοκιμασίες της ομάδας ελέγχου, οι θερμοκρασίες ήταν 20.6±1 °C στην αφυδάτωση και 21.9±0.8 °C στην ενυδάτωση αντίστοιχα. Η σχετική υγρασία κυμάνθηκε από 45-55%. Έγιναν δύο προσπάθειες με τυχαία και αντισταθμισμένη σειρά, η μία χωρίς κατανάλωση νερού (ΑΦ) και η άλλη με λήψη ύδατος (ΕΝ), που αντιστοιχούσε σε αναπλήρωση του 85% των εφιδρωτικών απωλειών των υγρών του σώματος. Κατά τη διάρκεια της άσκησης, προσδιορίστηκαν παράμετροι της καρδιαγγειακής και θερμορυθμιστικής λειτουργίας και στις δύο πειραματικές συνθήκες. Δεν βρέθηκε μέχρι σήμερα στη βιβλιογραφία αντίστοιχη έρευνα, που να εξετάζει τις παραπάνω προσαρμογές και στις δύο συνθήκες ταυτόχρονα, σε άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και σε δοκιμαζόμενους χωρίς κινητικές αναπηρίες. Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας συνοψίζονται ως ακολούθως:

Η παρατεταμένη άσκηση προκάλεσε καρδιακή παρέκκλιση και στις δύο πειραματικές ομάδες, η οποία ήταν υψηλότερη στη συνθήκη της αφυδάτωσης σε σύγκριση με τη συνθήκη της ενυδάτωσης. Συγκεκριμένα, η καρδιακή συχνότητα των δοκιμαζόμενων παρουσίασε προοδευτική αύξηση και στις δύο συνθήκες με εντονότερη στη συνθήκη της αφυδάτωσης ($p<0.05$). Η καρδιακή παροχή των δοκιμαζόμενων της ομάδας ελέγχου ήταν σημαντικά υψηλότερη ($p<0.01$), σε σχέση με αυτή των ατόμων με κινητικές αναπηρίες, σε όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας και στις δύο συνθήκες. Παρομοίως, ο όγκος παλμού εμφανίσθηκε με σημαντική υστέρηση ($p<0.01$) στους καλαθοσφαιριστές με τραυματισμό στο νωτιαίο μυελό και στις δύο συνθήκες, σε σχέση με τους δοκιμαζόμενους της ομάδας ελέγχου. Επιπλέον, ο όγκος παλμού είχε σημαντική πτώση στο 60ο λεπτό, συγκριτικά με την πρώτη μέτρηση στο 10ο λεπτό και στις δύο συνθήκες. Η θερμοκρασία στόματος, μεταξύ των δοκιμαζόμενων, δεν διέφερε σημαντικά και στις δύο συνθήκες. Αντίθετα, σημαντική μείωση ($p<0.01$), ανεξαρτήτως ομάδας, παρουσιάσθηκε όταν οι δοκιμαζόμενοι έκαναν λήψη ύδατος. Επίσης, σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε και στις δύο συνθήκες στο τέλος της άσκησης, σε σχέση με την τιμή ηρεμίας $p<0.01$ Η αιμάτωση του δέρματος, από το 20ο λεπτό της άσκησης παρουσίασε προοδευτική αύξηση και στις δύο συνθήκες, χωρίς όμως αυτή να είναι στατιστικά σημαντική. Μοναδική μείωση καταγράφηκε στην τελευταία μέτρηση

των παραπληγικών στη συνθήκη της ενυδάτωσης, σε σχέση μ' αυτήν στο 30ο λεπτό της άσκησης. Η πρόσληψη οξυγόνου των ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες ήταν σημαντικά υψηλότερη από αυτή των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό ($p<0.01$) και στις δύο συνθήκες. Ακόμα, η $\dot{V}O_2$ παρουσίασε σταδιακή άνοδο και στις δύο συνθήκες, εκτός από την συνθήκη ενυδάτωσης στους ΚΝΜ όπου, μετά το 5ο λεπτό, εμφάνισε σταθεροποίηση. Η θερμοκρασίες στήθους και κνήμης των ατόμων με κινητικές αναπηρίες ήταν σημαντικά χαμηλότερες από αυτές των δοκιμαζόμενων της ομάδας ελέγχου. Αντίθετα, στη θερμοκρασία του πήχη δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των δοκιμαζόμενων και στις δύο συνθήκες. Τέλος, στη γενική αντίληψη της κόπωσης παρατηρήθηκαν υψηλότερες τιμές στην ΑΦ μόνο στην τελευταία μέτρηση (60ο λεπτό) και στις δύο ομάδες.

Τα παραπάνω κύρια ευρήματα, καθώς και οι πιθανοί μηχανισμοί, συζητούνται διεξοδικά, παρακάτω, σε δύο ενότητες. Η πρώτη ενότητα εξετάζει την επίδραση της αφυδάτωσης στη καρδιαγγειακή και θερμορυθμιστική ανταπόκριση κατά τη διάρκεια της άσκησης. Στη δεύτερη ενότητα, εξετάζεται η επίδραση της ενυδάτωσης κατά τη διάρκεια της άσκησης στα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες και στους καλαθοσφαιριστές με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, όπου δεν υπάρχει προηγούμενη εμπειρία.

### 10.1. Επίδραση της αφυδάτωσης στις λειτουργικές προσαρμογές κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης υπομέγιστης έντασης (στο 50% της $\dot{V}O_{2max}$).

Η καρδιακή συχνότητα όλων των δοκιμαζόμενων είχε προοδευτική σημαντική αύξηση ($p<0.01$) από το 5 λεπτό ως το τέλος της άσκησης. Η διαφορά μεταξύ του 5ου και 60ου λεπτού ήταν 15 $b \cdot min^{-1}$ (αύξηση12.2%) για τους ΚΝΜ και 23 $b \cdot min^{-1}$ (αύξηση18.5%) για τους ΟΕ. Αξίζει να σημειωθεί ότι μέχρι το 20ο λεπτό της άσκησης εμφανίσθηκε παρόμοια καρδιακή συχνότητα και στις δύο ομάδες (134 $b \cdot min^{-1}$ στο 10ο λεπτό και 135 $b \cdot min^{-1}$ στο 20ο για ΚΝΜ και ΟΕ αντίστοιχα). Ακόμα, η αύξηση της HR συνοδεύθηκε από σταδιακή πτώση της καρδιακής παροχής και του όγκου παλμού. Ο όγκος παλμού των δοκιμαζόμενων και των δύο ομάδων είχε σημαντική πτώση στο τέλος της δοκιμασίας, συγκριτικά με τις αρχικές μετρήσεις του 10ου λεπτού. Ο SV των ΟΕ μειώθηκε κατά 10 % στο 30ο και 15.6% στο 60ο λεπτό και των ΚΝΜ κατά 3.9% και 14.1% αντίστοιχα. Η καρδιακή παροχή και ο όγκος παλμού ήταν σημαντικά χαμηλότερες ($p<0.01$) για τους ΚΝΜ από τους ΟΕ. Στην καρδιακή παροχή δεν παρατηρήθηκε σημαντική μείωση κατά τη διάρκεια της άσκησης. Η Q της ομάδας ελέγχου παρουσίασε πτώση 4.2% στο 30ο λεπτό και 6.3% στο 60ο σε σχέση με την πρώτη μέτρηση στο 10ο λεπτό, ενώ οι αθλητές με κάκωση στο νωτιαίο μυελό δεν είχαν πτώση στο 30ο λεπτό και μείωση 8% στο 60ο. Τα ευρήματα από την άνοδο της καρδιακής συχνότητας έρχονται σε αντίθεση με αυτά που δημοσίευσαν η Fitzgerald και συνεργάτες (1990), που εξέτασαν τις θερμορυθμιστικές αντιδράσεις σε 5 γυναίκες με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (επίπεδο κάκωσης Θ9-Ο4) και 5 χωρίς κινητικές αναπηρίες. Η διάρκεια της άσκησης ήταν 90 min και η ένταση 50% της $\dot{V}O_{2max}$. Οι δοκιμαζόμενες και των δύο ομάδων ήταν εξοικειωμένες στην προώθηση του αμαξιδίου, χωρίς όμως να είναι εν ενεργεία αθλήτριες. Στη συγκεκριμένη έρευνα, η HR και των δύο

ομάδων αυξήθηκε μέχρι το 20ο λεπτό και μετά σταθεροποιήθηκε μέχρι το 90ο λεπτό. Η υψηλότερη καρδιακή συχνότητα στην παρούσα έρευνα μπορεί να αποδοθεί στο υψηλότερο επίπεδο τραυματισμού των δοκιμαζόμενων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και στην ενεργοποίηση μεγαλύτερων μυϊκών μαζών, λόγω του φύλου της ομάδας ελέγχου, καθώς και στο επίπεδο φυσικής κατάστασης και των δύο ομάδων. Η υψηλότερη καρδιακή συχνότητα για τους αθλητές με κάκωση σε υψηλά επίπεδα του νωτιαίου μυελού συμφωνεί με τα αποτελέσματα δημοσίευσαν οι Price and Campbell (2003), που εξέτασαν τη θερμορύθμιση ατόμων με διαφορετικό επίπεδο κάκωσης, παρόλο που η συγκεκριμένη άσκηση έλαβε μέρος σε θερμό περιβάλλον (31.5 °C).

Η καρδιακή παρέκκλιση, που παρουσίασαν οι δοκιμαζόμενοι της παρούσας εργασίας, όπως παρουσιάζεται από την σημαντική αύξηση της καρδιακής συχνότητας και την μείωση του όγκου παλμού, παρόλο που δεν συνοδεύτηκε από ανάλογη μείωση της καρδιακής παροχής, συμφωνεί απόλυτα με την έρευνα που δημοσίευσαν η Hopman και οι συνεργάτες (1993) εξετάζοντας τις καρδιαγγειακές αντιδράσεις ατόμων με κάκωση σε διαφορετικά επίπεδα του νωτιαίου μυελού σε θερμό περιβάλλον (35 °C). Η διάρκεια της άσκησης ήταν 45 λεπτά και η ένταση 40% της $\dot{V}O_{2peak}$. Οι δοκιμαζόμενοι της ομάδας ελέγχου είχαν υψηλότερη καρδιακή παροχή από τα άτομα με κάκωση του νωτιαίου μυελού. Η Q παρέμεινε σταθερή, ενώ παρόμοια σημαντική πτώση παρατηρήθηκε στον όγκο παλμού σε όλες τις ομάδες. Επίσης, η καρδιακή συχνότητα αυξήθηκε σημαντικά σε όλες τις ομάδες, εκτός από την ομάδα των δοκιμαζόμενων με τετραπληγία. Η διαφορά στα αποτελέσματα από τη μέτρηση της καρδιακής συχνότητας, που παρατηρείται, σε σχέση με την παρούσα έρευνα μπορεί να αποδοθεί στις διαφορετικές περιβαλλοντολογικές συν-θήκες, που έγιναν τα δύο πειράματα. Τα άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, όπως παρουσιάσθηκε στο κεφάλαιο της ανασκόπησης της βιβλιογραφίας, έχουν μεγαλύτερη δυσκολία στην ενεργο-ποίηση του θερμορυθμιστικού συστή-ματος σε θερμό περιβάλλον, σε σχέση με τα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες (Hopman *et al.*, 1993; Yamasaki *et al.*, 2001; Dawson, *et al.*, 1994). Ακόμα, επιρροή στα αποτελέσματα μπορεί να επέφερε και το επίπεδο φυσικής κατάστασης των δοκιμαζόμενων. Η μείωση του όγκου παλμού σχετίζεται με την αύξηση της καρδιακής συχνότητας. Ο χαμηλότερος όγκος παλμού των ΚΝΜ σε σχέση με τους ΟΕ αποδίδεται στην αδράνεια των σκελετικών μυών κάτω από το επίπεδο της κάκωσης και ειδικότερα των κάτω άκρων και την αδυναμία άντλησης του λιμνάζοντος αίματος από τους σκελετικούς μυς και της διευκόλυνσης επιστροφής του στην καρδιά (Sawka *et al.*, 1989). Ακόμα, παρ' ότι τα άτομα χωρίς αναπηρίες εκτελούν παρόμοιου τύπου άσκηση στο αμαξίδιο, τα κάτω άκρα βοηθούν με τις συσπάσεις τους την επιστροφή του αίματος στην καρδιά με συνέπεια την αύξηση του όγκου παλμού. Η χαμηλότερη καρδιακή παροχή των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό αποδίδεται στην συμμετοχή μικρότερων μυϊκών μαζών, που ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια της άσκησης συγκριτικά με τα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες. Ακόμα, σημαντικό ρόλο στην πτώση της καρδιακής παροχής εμφανίζει η μείωση της ικανότητας του αυτόνομου νευρικού συστήματος των ατόμων με αναπηρίες (Jehl *et al*., 1991, Hopman *et al*., 1992).

Η πρόσληψη οξυγόνου των δοκιμαζόμενων της παρούσας έρευνας ήταν σημαντικά ($p<0.01$) αυξημένη στους δοκιμαζόμενους της ομάδας

ελέγχου σε σχέση με τους καλαθοσφαιριστές με κάκωση στο νωτιαίο μυελό. Ακόμα, η $\dot{V}O_2$ των ΚΝΜ αυξήθηκε κατά 11% από το 5ο λεπτό έως την λήξη της διαδικασίας. Η αντίστοιχη αύξηση για τους ΟΕ ήταν 21.3%. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά άλλων ερευνητών (Fitzgerald *et al.*, 1990, Hopman *et al.*, 1993, Price and Campbell, 1997). Η αυξημένη $\dot{V}O_2$ των ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες αποδίδεται στην ενεργοποίηση μεγαλυτέρων μυϊκών μαζών κατά την άσκηση των άνω άκρων. Συγκεκριμένα, στις περισσότερες ασκήσεις που αφορούν τα άνω άκρα, απαιτείται η λειτουργία επιπλέον μυών προκειμένου να σταθεροποιηθεί ο κορμός. Η επιβάρυνση των φυσιολογικών λειτουργιών του οργανισμού, για τα άτομα χωρίς κάκωση στο νωτιαίο μυελό, είναι μεγαλύτερη κατά την άσκηση των άνω άκρων, για οποιοδήποτε επίπεδο πρόσληψης οξυγόνου ή ποσοστό επί της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Η καρδιακή συχνότητα, η αρτηριακή πίεση, ο πνευμονικός αερισμός, αλλά και η υποκειμενική αντίληψη της προσπάθειας, είναι σε γενικές γραμμές υψηλότερες στις περιπτώσεις που τα άνω άκρα αποτελούν το κύριο μέσο παραγωγής έργου.

Η ροή του αίματος στο δέρμα (μέτωπο) αυξήθηκε σημαντικά και στις δύο ομάδες από την ηρεμία έως το τέλος της διαδικασίας. Σε προηγούμενες έρευνες καταγράφηκε η ροή του αίματος στο επίπεδο κάτω από το σημείο κάκωσης του νωτιαίου μυελού, όπου δεν υπήρχε αίσθηση (Freund *et al.*, 1984; Huckaba *et al.*, 1976; Randall *et al.*, 1966; Tam *et al.*, 1978). Στις περισσότερες έρευνες γινόταν παθητική θέρμανση του δέρματος. Τα άτομα με κινητικές αναπηρίες παρουσίαζαν χαμηλότερη ροή αίματος, λόγω της μειωμένης αγγειοδιαστολής στο σημείο που δεν υπάρχει αίσθηση.

Στην παρούσα μελέτη δεν μετρήθηκε η αιματική ροή κάτω από επίπεδο κάκωσης. Οι δοκιμαζόμενοι και των δύο ομάδων παρουσίασαν παρόμοια σταδιακή αύξηση στη ροή του αίματος στην επιδερμίδα σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε αντίθεση με την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα, ο Bhambhani (2002) σε ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αναφέρει ότι τα άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό παρουσιάζουν μείωση στην αιματική ροή του δέρματος και ικανότητας εφίδρωσης, σύμφωνα με δεδομένη θερμοκρασία ορθού συγκρινόμενα με τα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ανατροφοδότησης νευρικών ώσεων του κεντρικού νευρικού συστήματος, που διεγείρει την ικανότητα εφίδρωσης κατά την άσκηση. Ακόμα, η αύξηση της κυκλοφορίας του αίματος στα τριχοειδή αγγεία του δέρματος διευκολύνει την απώλεια ξυρού αέρα δια μέσου της μεταφοράς θερμότητας και της ακτινοβολίας (Sawka *et al.*, 1996, 1999). Επιπρόσθετα, στους δοκιμαζόμενους χωρίς αναπηρίες, η αιμάτωση αυξάνει με την επιδερμική αγγειοδιαστολή με σκοπό την βελτίωση της απώλειας θερμότητας κατά τη διάρκεια της άσκησης υψηλής έντασης (Johnson and Rowell, 1975; Wenger *et al.*, 1975; Kenny and Johnson, 1992). Το γεγονός ότι η αιμάτωση του δέρματος δεν σταθεροποιήθηκε σε κάποιο επίπεδο, αλλά είχε προοδευτική άνοδο από την αρχή ως το τέλος της δοκιμασίας μπορεί να αποδοθεί στο χαμηλό φορτίο εκτέλεσης της άσκησης από τους δοκιμαζόμενους.

Η θερμοκρασία στόματος παρουσίασε σημαντική και παρόμοια αύξηση και στις δύο ομάδες. Συγκεκριμένα, οι ΚΝΜ εμφάνισαν θερμοκρασία κατά 0.7

°C υψηλότερη της τιμής ηρεμίας (ποσοστό 2.2%) ενώ αντίστοιχα οι ΟΕ είχαν θερμοκρασία κατά 0.6°C υψηλότερη από την ηρεμία (ποσοστό 1.7%). Η μέτρηση της θερμοκρασίας στόματος προτιμήθηκε από αυτή του απευθυσμένου, λόγω της άρνησης των δοκιμαζόμενων να υποβληθούν σε αυτό το είδος της μέτρησης. Ακόμα, αποφεύχθηκε η μέτρηση της θερμοκρασίας οισοφάγου (για οικονομοτεχνικούς λόγους), που θεωρείται περισσότερο αξιόπιστη μέθοδος υπολογισμού της θερμοκρασίας πυρήνα (Gass and Camp, 1984; Gass *et al*., 1988). Συγκεκριμένα, οι Gass και Camp (1984) και οι Gass και συνεργάτες (1988) βρήκαν ότι η θερμοκρασία οισοφάγου κατά τη διάρκεια της άσκησης 80 λεπτών αυξήθηκε περισσότερο (1.4 ºC) απ' αυτή του ορθού (0.7 ºC) παρ' ότι στους δοκιμαζόμενους χωρίς αναπηρίες συμβαίνει το αντίθετο (0.3 ºC) (Sawka *et al*., 1984). Από τις αναλύσεις δεν φαίνεται σχέση μεταξύ της παράλυσης και των θερμοκρασιών ορθού και οισοφάγου. Η χαμηλότερη αύξηση της θερμοκρασίας του ορθού δικαιολογείται από τη μείωση της επιστροφής αίματος από τα πόδια, που βρίσκονται σε παράλυση και από την τοποθέτηση του δοκιμαζόμενου στο αμαξίδιο. Η παράλυση των κάτω άκρων σημαίνει ότι το φορτίο στους μυς της λεκάνης και των ποδιών δεν αυξάνεται πάνω από το βασικό επίπεδο κατά τη διάρκεια της μεγάλης έντασης της άσκησης. Όλα αυτά συνηγορούν ότι η θερμοκρασία οισοφάγου είναι καλύτερος δείκτης από την θερμοκρασία ορθού των ατόμων με αναπηρία. Η παρόμοια σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας του πυρήνα των δοκιμαζόμενων συμφωνεί με τα ευρήματα των Price και Campbell (1997), που σύγκριναν τις θερμορυθμιστικές αντιδράσεις μεταξύ δέκα ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό (εύρος κάκωσης Θ3-Ο4) και εννέα ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες. Η διαδικασία είχε διάρκεια 90 λεπτά και η ένταση ήταν στο 80% της $\dot{V}O_{2peak}$. Η θερμοκρασία αυτιού αυξήθηκε κατά 0.7 °C για τους ΟΕ και 0.6 °C για τους ΚΝΜ. Σε παρόμοιες έρευνες των ίδιων ερευνητών (1999, 2002) η αύξηση της θερμοκρασίας του αυτιού έφτασε τους 0.5 και 0.8 °C. Η Fitzgerald και οι συνεργάτες (1990) αναφέρουν ότι ένας περιορισμός στη ακρίβεια της θερμοκρασίας στόματος είναι η υπογλώσσια αγγειοσυστολή που παρατηρείται κατά τη διάρκεια της άσκησης. Συγκεκριμένα, το αίμα περιορίζεται στην περιοχή που δεν συμμετέχουν οι μυς και αυξάνεται στην περιοχή που εργάζονται. Στη συγκεκριμένη έρευνα (με δοκιμαζόμενες με και χωρίς κινητικές αναπηρίες), οι ΚΝΜ εμφάνισαν σταθερή αύξηση της θερμοκρασίας του στόματος, ενώ οι ΟΕ όχι.

Γενικότερα, η θερμοκρασία πυρήνα των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό αυξάνει σημαντικά περισσότερο από αυτήν των ατόμων χωρίς αναπηρίες, κατά τη διάρκεια άσκησης σε θερμό περιβάλλον (Downey, *et al.*, 1973, 1976; Guttman, 1976; Attia and Engal, 1983; Gass and Gamp, 1984; Fizgerald *et al.*, 1990; Gass *et al.*, 1988 Sawka *et al.*, 1989; Yamasaki *et al.*, 2000). Η αύξηση εξαρτάται από το επίπεδο κάκωσης του νωτιαίου μυελού (Germen *et al*., 1992; Petrofsky, 1992; Muraki, *et al.*, 1995; Yamasaki *et al*., 2001). Δεν υπάρχουν αντιδράσεις ιδρώτα (Normell, 1974; Tam *et al*., 1978; Freunt *et al*., 1984) και αγγειοκινητικές δραστηριότητες (Normell, 1974) στην περιοχή που υπάρχει παράλυση με αποτέλεσμα την διατάραξη της απώλειας θερμότητας στο επίπεδο της κάκωσης. Παρόλο που στην παρούσα έρευνα παρατηρήθηκε παρόμοια αύξηση της θερμοκρασίας του πυρήνα και στις δύο ομάδες, ο απόλυτος μεταβολικός ρυθμός για τους ΚΝΜ ήταν μικρότερος σε σχέση με τους ΟΕ.

Επιπλέον, όπως αναμενόταν οι ΚΝΜ είχαν χαμηλότερη ανοχή στην θερμότητα κατά τη διάρκεια της άσκησης από τους ΟΕ, δια μέσου της μείωσης της ικανότητας εφίδρωσης κάτω από το επίπεδο κάκωσης. Οι παραπληγικοί αθλητές έχουν ανικανότητα αποτελεσματικής απώλειας της θερμότητας, που παράγεται κατά τη διάρκεια της άσκησης. Αυτό παρουσιάζεται με μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας πυρήνα σε σχέση που παρατηρείται στα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες. Ωστόσο, όταν γίνεται σύγκριση σε άσκηση με παρόμοια σχετική επιβάρυνση, ο μεταβολικός ρυθμός και των δύο ομάδων είναι ίδιος. Αυτό δείχνει ότι, όταν οι θερμορυθμιστικές αντιδράσεις των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό και ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες μελετώνται αναφορικά με την σχετική ένταση της άσκησης, η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο ομάδων μειώνεται.

Η θερμοκρασία του πήχη αυξήθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια της άσκησης και για τις δύο ομάδες. Συγκεκριμένα από τις τιμές ηρεμίας έως το 60ο λεπτό της άσκησης είχαμε άνοδο 1.7 °C (ποσοστό αύξησης 5.4%) στους παραπληγικούς και 2.4 °C (αύξηση 7.6%) στους δοκιμαζόμενους χωρίς κινητικές αναπηρίες. Παρόλα αυτά, η αύξηση που παρατηρήθηκε ήταν έντονη έως το 30ο λεπτό της άσκησης για τους ΚΝΜ, ενώ έως το 60ο λεπτό παρουσιάσθηκε εξισορρόπηση. Η αντίστοιχη αύξηση για τους ΟΕ ήταν έως το 15ο λεπτό της άσκησης, ενώ ακολούθησε εξισορρόπηση έως το τέλος της άσκησης.

Η θερμοκρασία του στήθους των ΚΝΜ ήταν σημαντικά χαμηλότερη σε σχέση με τους ΟΕ. Παρόλα αυτά, η διαφορά της θερμοκρασίας στο 60ο λεπτό από την τιμή ηρεμίας ήταν αύξηση 0.7 °C (ποσοστό 2.1%) για τους ΚΝΜ και μείωση 0.3 °C (ποσοστό -0.8%) για τους ΟΕ. Επιπλέον, η διακύμανση της θερμοκρασίας του στήθους και για τις δύο ομάδες ήταν παρόμοια με αυτή, που παρατηρήθηκε στη θερμοκρασία του πήχη. Συγκεκριμένα, οι ΚΝΜ παρουσίασαν αύξηση 0.8 °C μέχρι το 20ο λεπτό της άσκησης και μετά εξισορρόπηση έως το τέλος της προσπάθειας. Αντίστοιχα, οι ΟΕ είχαν αύξηση 0.6° C ως το 15ο λεπτό τη άσκησης και μετά σταδιακή μείωση 0.8°C (πάντα σε σχέση με την τιμή ηρεμίας) έως το τέλος της άσκησης.

Η θερμοκρασία κνήμης των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό ήταν σημαντικά χαμηλότερη, σε σχέση με τους δοκιμαζόμενους χωρίς κινητικές αναπηρίες, σε όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας. Η διακύμανση της θερμοκρασίας κνήμης δεν παρουσίασε σημαντική διαφορά και στις δύο ομάδες.

Τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των θερμοκρασιών του δέρματος και των δύο ομάδων, συμφωνούν με αυτά της Fitzgerald και των συνεργατών (1990), παρόλο που στη συγκεκριμένη έρευνα παρουσιάζεται η μέση θερμοκρασία του δέρματος. Συγκεκριμένα, παρόμοια απότομη αύξηση και για τις δύο ομάδες εμφανίσθηκε στις γυναίκες δοκιμαζόμενες της έρευνας (ως το 15ο με 20ο λεπτό για τους ΟΕ και 30ο ως 35ο λεπτό για τους ΚΝΜ). Επίσης, οι ΚΝΜ εμφάνισαν μικρή αύξηση στη συνέχεια της άσκησης, ενώ οι ΟΕ σημείωσαν μείωση, όπως και στην παρούσα έρευνα. Ακόμα, οι υψηλότερες τιμές των θερμοκρασιών του δέρματος στους ΟΕ, σε σχέση με τους ΚΝΜ συμφωνούν με τα ευρήματα των Price και Campbell (1997), παρόλο που η ένταση της άσκησης ήταν 80% της $\dot{V}O_{2peak}$ και η διάρκεια 90 λεπτά. Αντίθετα αποτελέσματα έχουν παρατηρηθεί, όταν η άσκηση εκτελείται σε θερμό περιβάλλον (Freund *et al.*, 1984; Tam *et al.*, 1978).

Οι αυξημένες τιμές στις θερμοκρασίες του δέρματος, που παρουσίασαν οι δοκιμαζόμενοι χωρίς κινητικές αναπηρίες, μπορεί να αποδοθεί στην αυξημένη αιμάτωση, έναντι των ατόμων με κάκωση σε ψηλό σημείο του νωτιαίου μυελού. Όπως αναφέρθηκε στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, τα άτομα με αναπηρία στο νωτιαίο μυελό παρουσιάζουν μείωση στην αιματική ροή του δέρματος (Bhambhani, 2002). Ακόμα, τα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες, μετά το 15ο με 20ο λεπτό, παρουσιάζουν μικρότερες θερμοκρασίες γεγονός που δικαιολογείται από την αυξημένη εφίδρωση, σε σχέση με τα άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό. Ιδιαίτερα στο σημείο που δεν υπάρχει αίσθηση, η ικανότητα εξάτμισης του ιδρώτα είναι χαμηλότερη για τους ΚΝΜ, σε σχέση με τους ΟΕ και δεν είναι σύγχρονη με αυτή του σημείου που υπάρχει αίσθηση (Randall *et al.*, 1966; Huckaba *et al.*, 1976). Η μη μείωση της θερμοκρασίας της κνήμης κατά τη διάρκεια της άσκησης, είναι πιθανόν να συνέβη επειδή η εξάτμιση του ιδρώτα στο συγκεκριμένο σημείο δεν είχε μεγάλη συνεισφορά στη απώλεια θερμότητας. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα του Tam και των συνεργατών (1978), οι οποίοι βρήκαν ότι, κατά τη διάρκεια άσκησης στο 40% της $\dot{V}O_{2max}$, οι δοκιμαζόμενοι με κάκωση στο νωτιαίο μυελό έχουν μείωση της ικανότητας εφίδρωσης στο σημείο κάτω από το επίπεδο κάκωσης του νωτιαίου μυελού.

Τέλος, απομονώνοντας τα αποτελέσματα, που παρουσίασαν οι δοκιμαζόμενοι χωρίς κινητικές αναπηρίες κατά την άσκηση, στη συνθήκη της αφυδάτωσης, στην πλειονότητα τους συμφωνούν με αυτά που δημοσίευσαν οι Price and Campbell (2002), που εξέτασαν τις θερμορυθμιστικές αντιδράσεις 7 ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες. Συγκεκριμένα, η διάρκεια της άσκησης ήταν μία ώρα σε στροφαλοεργόμετρο με ένταση ίση με το 60% της $\dot{V}O_{2max}$ σε ψυχρό (21.5 ºC) και θερμό (31.5 ºC) περιβάλλον. Οι θερμοκρασίες πυρήνα, πήχη και η απώλεια ύδατος ήταν παρόμοιες με αυτές της παρούσας εργασίας. Διαφορά παρατηρήθηκε μόνο στη θερμοκρασία κνήμης όπου οι δοκιμαζόμενοι των παραπάνω ερευ-νητών παρουσίασαν πτώση κατά 1.5 ºC, ενώ στην παρούσα έρευνα δεν παρατηρήθηκε αξιόλογη μεταβολή.

## 10.2. Η επίδραση της ενυδάτωσης

Η λήψη ύδατος, κατά την άσκηση, ήταν σχεδιασμένη να αναπληρώνει το 85% εφιδρωτικών απωλειών των υγρών του σώματος. Η χορήγηση ύδατος άμβλυνε την καρδιαγγειακή παρέκκλιση σ' αυτή τη συνθήκη. Παρ' ότι, από τον έλεγχο των διαφορών μεταξύ των τιμών της, δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ωστόσο, κατά τη συνθήκη της ενυδάτωσης οι δοκιμαζόμενοι και των δύο ομάδων παρουσίασαν αύξηση στην τιμή της Q στο 60ο λεπτό της άσκησης, σε σχέση με την μέτρηση του 30ου λεπτού. Επιπρόσθετα, ο όγκος παλμού και των δύο ομάδων, όταν έκαναν λήψη υγρών, ήταν σημαντικά υψηλότερος από τη συνθήκη της ενυδάτωσης ($p<0.05$). Αναλυτικότερα, η πτώση του SV μεταξύ πρώτης και τελευταίας μέτρησης ήταν για τους ΚΝΜ 5 ml/beat (έναντι 11 ml/beat στην ΑΦ) και για τους ΟΕ 8 ml/beat (έναντι 17 ml/beat ΑΦ). Παρόμοια, πτώση της καρδιακής συχνότητας καταγράφηκε και για τις δύο ομάδες των δοκιμαζόμενων. Μεγαλύ-τερη επιρροή είχαμε στην ομάδα ελέγχου, σε σχέση με αυτή των αθλητών με κάκωση στο νωτιαίο μυελό. Επειδή δεν υπάρχουν προηγούμενες έρευνες,

σχετικά με την επίδραση της αναπλήρωσης των απολεσθέντων υγρών, κατά την άσκηση των άνω άκρων για άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, θα επιχειρηθεί σύγκριση με αποτελέσματα ατόμων χωρίς κινητικές αναπηρίες.

Η επίδραση της λήψης υγρών στην καρδιαγγειακή λειτουργία στα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες, έχει εξεταστεί από ερευνητές στο παρελθόν (Senay *et al.*, 1965; Greenleaf and Castle, 1971; Candas *et al.*, 1986; Heaps *et al.*, 1994 Hamilton *et al.*, 1991; Montain and Coyle, 1992a &b; McConell *et al.*, 1997; Sanders *et al.*, 1999). Τα αποτελέσματά τους συμφωνούν στο ότι, η άμβλυνση της καρδιαγγειακής παρέκκλισης είναι ανάλογη της ποσότητας των υγρών που καταναλώνεται. Συγκεκριμένα, με το ποσοστό 85% της αναπλήρωσης των απολεσθέντων υγρών, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα, υπήρχε ευεργετική δράση στην καρδιαγγειακή λειτουργία και των δύο ομάδων. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, φαίνεται ότι και οι δύο ομάδες είχαν παρόμοια επίδραση από την λήψη των υγρών. Η μικρότερη πτώση του όγκου παλμού, η συντήρηση της καρδιακής παροχής και η μείωση της καρδιακής συχνότητας, που παρατηρήθηκε στους δοκιμαζόμενους και των δύο ομάδων στην παρούσα εργασία, συμφωνεί πλήρως με την υπάρχουσα βιβλιογραφία.

Ανακεφαλαιώνοντας, η μείωση της καρδιακής συχνότητας φαίνεται να οφείλεται στη μείωση της θερμοκρασίας πυρήνα, που παρουσιάσθηκε επίσης στην παρούσα έρευνα, όπως αναφέρεται αναλυτικότερα παρακάτω. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τον υψηλότερο όγκο παλμού, είχε επίδραση στη συντήρηση της καρδιακής παροχής σε όλη τη διάρκεια της άσκησης.

### 10.2.1. Ενυδάτωση και θερμοκρασία στόματος

Εκτός από την άμβλυνση της καρδιαγγειακής παρέκκλισης, η αναπλήρωση της εφιδρωτικής απώλειας των υγρών κατά 85 % σε αυτή τη μελέτη είχε ως αποτέλεσμα σημαντική επιβράδυνση του ρυθμού ανόδου της θερμοκρασίας του στόματος και στις δύο ομάδες, σε σχέση με τη συνθήκη της αφυδάτωσης ($p<0.01$). Συγκεκριμένα, η άνοδος στους ΚΝΜ στην ΕΝ ήταν 0.35 ºC (αύξηση 0.7%), έναντι 0.75 ºC (αύξηση 2%) στην ΑΦ. Αντίστοιχα, οι ΟΕ είχαν άνοδο της θερμοκρασίας του στόματος κατά 0.37 ºC (αύξηση 1%) έναντι 0.56 ºC (αύξηση 1.6%) σε ΕΝ και ΑΦ αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με άλλους ερευνητές, που εξέτασαν την επίδραση της λήψης υγρών κατά την άσκηση σε άτομα χωρίς αναπηρίες σε θερμο-ουδέτερο (Hamilton *et al.*, 1991; McConell *et al.*, 1997), σε θερμό περιβάλλον (Candas *et al.*, 1986; Montain and Coyle, 1992 a, b, c,), καθώς και σε διαφορετικού τύπου άσκηση (Νάσσης και Γελαδάς, 2000). Επιπλέον, παρ' ότι δεν φάνηκαν σημαντικές διαφορές, οι δοκιμαζόμενοι με κάκωση στο νωτιαίο μυελό είχαν υψηλότερη θερμοκρασία στόματος στην ΑΦ και χαμηλότερη στην ΕΝ συνθήκη από τα άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες.

Πρόσφατες ενδείξεις δείχνουν ότι, η επάρκεια λήψης υγρών κατά τη διάρκεια της άσκησης, ενισχύει την αθλητική ικανότητα εκτέλεσης, αποτρέπει την πτώση του όγκου πλάσματος, τον όγκο παλμού, την καρδιακή απόδοση και την αιματική ροή του δέρματος. Ακόμα, συντηρεί τη συγκέντρωση του ορού νατρίου, του ορού ωσμωμοριακότητας, χαμηλώνει την θερμοκρασία του ορθού και την αντίληψη της προσπάθειας, ενώ αποτρέπει την προοδευτική αύξηση της καρδιακής συχνότητας. Η επιβραδυνόμενη άνοδος της θερμοκρασίας του

σώματος με την κατανάλωση ύδατος, στην παρούσα έρευνα θα μπορούσε να σχετισθεί με τη διόγκωση του όγκου του αίματος ή/και το μηχανισμό αποβολής θερμότητας.

Παρόλα αυτά, η αιμάτωση του δέρματος στην παρούσα μελέτη δεν παρουσίασε διαφορά στη συνθήκη της ΕΝ, σε σχέση με την ΑΦ, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα άλλων μελετών (Νάσσης 2000, Fortney *et al.*, 1984; Montain and Coyle, 1992b). Ως πιθανή αιτία μη αύξησης της αιμάτωσης του δέρματος στην ΕΝ, μπορεί να είναι η ένταση της άσκησης, που ήταν μέτρια (50%) για τους δοκιμαζόμενους και των δύο ομάδων.

### 10.2.2. Θερμοκρασία στο άνω μέρος του σώματος:

Η θερμοκρασία του πήχη δεν παρουσίασε αξιόλογη μεταβολή στη συνθήκη της ενυδάτωσης και στις δύο ομάδες δοκιμαζόμενων, σε σχέση με τη συνθήκη της αφυδάτωσης. Οι ΚΝΜ, όπως και στην συνθήκη της ΑΦ, δεν παρουσίασαν υψηλότερες τιμές από τους ΟΕ. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο χαμηλό επίπεδο επιβάρυνσης εκτέλεσης της άσκησης και στην επίδραση της κίνησης του τροχού του αμαξιδίου των δοκιμαζόμενων στην τοπική ψύξη του πήχη κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας. Συγκεκριμένα, η θερμοκρασία του πήχη φαίνεται ότι επηρεάζεται και από την μεταφορά αέρα, που δημιουργείται από την κίνηση του τροχού κατά τη διάρκεια της άσκησης (Price and Campbell, 1999).

Η θερμοκρασία του στήθους στην ΕΝ, όπως και στην ΑΦ, ήταν σημαντικά υψηλότερη στους δοκιμαζόμενους χωρίς κινητικές αναπηρίες, σε σχέση με αυτή των ατόμων με κάκωση στο νωτιαίο μυελό ($p<0.01$).

### 10.2.3. Θερμοκρασία κάτω μέρους του σώματος:

Η θερμοκρασία κνήμης στους ΚΝΜ ήταν σημαντικά χαμηλότερη, όπως και στην ΑΦ, σε σχέση με τους ΟΕ. Οι ΟΕ κατά τη συνθήκη της ενυδάτωσης παρουσίασαν τάση ανόδου της θερμοκρασίας της κνήμης, που οφείλεται στη μειωμένη τοπική εφίδρωση σε αυτή την συνθήκη. Οι ΚΝΜ δεν παρουσίασαν καμία μεταβολή λόγω της ανικανότητας εφίδρωσης στο σημείο που δεν υπάρχει αίσθηση. Τέλος, όπως παρουσιάσθηκε παραπάνω, και στις δύο ομάδες η λήψη υγρών επέφερε θετικές προσαρμογές. Αυτό αποτυπώνεται και στη γενική αντίληψη της κόπωσης, όπου οι δοκιμαζόμενοι και των δύο ομάδων παρουσίασαν χαμηλότερες τιμές μόνον όμως στο τέλος της άσκησης στη συνθήκη της ενυδάτωσης. Αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί από το χαμηλό ποσοστό επιβάρυνσης, που προσαρμόσθηκε στους δοκιμαζόμενους της παρούσας έρευνας, με συνέπεια η διαφορά στην αντίληψη της κόπωσης να εμφανισθεί μόνο στο τέλος της άσκησης.

# 11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

## 11.1. Συμπεράσματα Α΄ μέρους: Φυσικές ικανότητες καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο

- Οι δοκιμαζόμενοι, πριν από την έναρξη της προετοιμασίας, παρουσίασαν πρόσληψη οξυγόνου 2.18±0.44 $l \cdot min^{-1}$, μέγιστο πνευμονικό αερισμό 93.2±14.9 $l \cdot min^{-1}$ και μέγιστη καρδιακή συχνότητα 179.9 $b \cdot min^{-1}$. Ακόμα, το αναπνευστικό κατώφλι των δοκιμαζόμενων προσδιορίσθηκε στο 71.8±6.4 %.της $\dot{V}O_{2max}$.
- Η μέγιστη και μέση αναερόβια ισχύς ήταν 228±37.5 και 163±27.6 W αντίστοιχα, ενώ ο δείκτης κόπωσης ανήλθε στο 42.7±7.8 %.
- Οι δοκιμαζόμενοι, με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($p<0.01$) όταν αυτή εκφραζόταν σε απόλυτες τιμές ($l \cdot min^{-1}$) και τον μέγιστο πνευμονικό αερισμό ($p< 0.05$), σε σχέση με τους αθλητές με ακρωτηριασμό και λοιπές αναπηρίες. Αντίθετα, όταν η $\dot{V}O_{2max}$ προσδιορίζονταν σε χιλιοστόλιτρα ανά χιλιόγραμμο σωματικού βάρους ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$), δεν παρατηρήθηκε καμιά στατιστικά σημαντική διαφορά. Συγκεκριμένα, η $\dot{V}O_{2max}$ των ΚΝΜ ήταν κατά 21,7% μειωμένη (1.92 ±0.3 $l \cdot min^{-1}$), σε σχέση με τους ΑΛΑ (2.58±0.3 $l \cdot min^{-1}$), ενώ ο μέγιστος πνευμονικός αερισμός υστέρησε κατά 18.9% (86,8±14,3 $l \cdot min^{-1}$ έναντι103±11 $l \cdot min^{-1}$ για ΚΝΜ και ΑΛΑ αντίστοιχα). Σε καμιά άλλη παράμετρο αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας (καρδιακή συχνότητα, αναπνευστικό πηλίκο κ.λ.π), καθώς και στο αναπνευστικό κατώφλι. Επίσης, καμιά διαφορά καταγράφηκε σε όλες τις παραμέτρους και των δύο ομάδων από την αξιολόγηση της μέγιστης αναερόβιας ισχύος.
- Από την σύγκριση των αποτελεσμάτων των φυσικών ικανοτήτων, μεταξύ των καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο με διαφορετικό βαθμό ταξινόμησης φάνηκε ότι μόνο για την παράμετρο της πρόσληψης οξυγόνου, όταν αυτή εκφράζεται σε απόλυτες τιμές, έχουμε στατιστικά σημαντικές διαφορές. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι οι αθλητές με χαμηλό βαθμό ταξινόμησης (1 έως 2.5), είχαν 22.5% χαμηλότερη $\dot{V}O_{2max}$ (2±0.36 $l \cdot min^{-1}$) από τους αντίστοιχους με υψηλό βαθμό ταξινόμησης (2.45±0.41 $l \cdot min^{-1}$). Σε όλες τις άλλες παραμέτρους αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας και μέγιστης αναερόβιας ισχύος δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.
- Όσον αφορά τις μετρήσεις αξιολόγησης των τεχνικών χαρακτηριστικών των καλαθοσφαιριστών, με υψηλό και χαμηλό βαθμό ταξινόμησης σημαντική διαφορά ($p<0.01$) καταγράφηκε μόνο κατά τη δοκιμασία του ελιγμού με μπάλα με εμπόδια, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία συσχέτιση με την παράμετρο της μέγιστη αναερόβιας ισχύος.
- Έπειτα από την προετοιμασία των οκτώ εβδομάδων, στατιστικά

σημαντικές διαφορές καταγράφηκαν κατά τη μέτρηση της αερόβιας ικανότητας, σε σχέση με την αρχική μέτρηση πριν την προετοιμασία. Αύξηση παρουσιάστηκε στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, είτε αυτή εκφραζόταν σε απόλυτες ($l \cdot min^{-1}$) τιμές (9.5%), είτε σε ποσοστό επί του σωματικού ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) βάρους (10.5%), στο μέγιστο πνευμονικό αερισμό (15.5%), στη μέγιστη ισχύ (9.1%) και στο δείκτη υποκειμενικής κόπωσης, που παρουσίασαν οι δοκιμαζόμενοι κατά τη διάρκεια της άσκησης. Στις λοιπές παραμέτρους αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας και μέγιστης αναερόβιας ισχύος δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Επίσης, δεν βρέθηκαν διαφορές στο αναπνευστικό κατώφλι, όταν αυτό εκφραζόταν σε ποσοστό % $\dot{V}O_{2max,}$ Όταν όμως το αναπνευστικό κατώφλι εκφράσθηκε σε σχέση με την επιβάρυνση (W) τότε παρουσιάσθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p<0.01$).

## 11.2. Συμπεράσματα Β΄μέρους: η επίδραση της λήψης υγρών στην απόδοση των ατόμων με κακώσεις στο νωτιαίο μυελό

Το πειραματικό πρωτόκολλο της παρούσας έρευνας, το οποίο εκτελέσθηκε από οκτώ δοκιμαζόμενους με κάκωση σε υψηλό επίπεδο του νωτιαίου μυελού και εννέα δοκιμαζόμενους χωρίς κινητικές αναπηρίες σε θερμο-ουδέτερο περιβάλλον, περιλάμβανε άσκηση 60 λεπτών σε εργόμετρο για αμαξίδια, στο 50% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου σε τυχαία και αντισταθμισμένη σειρά. Οι δοκιμαζόμενοι και των δύο ομάδων έκαναν δύο δοκιμασίες, τη μία χωρίς νερό (ΑΦ) και την άλλη με τη λήψη ύδατος σε ποσότητα ίση με 85% των εφιδρωτικών απωλειών των υγρών του σώματος (ΕΝ). Τα κυριότερα συμπεράσματα αυτής της διατριβής είναι τα παρακάτω:

- Η παρατεταμένη άσκηση στις συγκεκριμένες συνθήκες έντασης και περιβάλλοντος οδήγησε σε καρδιαγγειακή παρέκκλιση και υπερθερμία, φαινόμενα τα οποία ήταν εντονότερα στη ΑΦ σε σχέση με την ΕΝ συνθήκη. Η καρδιαγγειακή παρέκκλιση εκδηλώθηκε με ταυτόχρονη ταχυκαρδία και πτώση του όγκου παλμού. Η καρδιαγγειακή παρέκκλιση ήταν ίδια και στις δύο ομάδες εξεταζόμενων. Η εκδήλωση της καρδιαγγειακής παρέκκλισης φαίνεται ότι προκλήθηκε από τη μείωση του χρόνου πλήρωσης της καρδιάς με αίμα, λόγω της ταχυκαρδίας που μάλλον οφείλεται στην υπερθερμία και την αφυδάτωση. Η υπερθερμία δυνητικά προκάλεσε αυξημένη συμπαθητική δραστηριότητα, με αποτέλεσμα την άνοδο της καρδιακής συχνότητας.
- Η στοματική λήψη νερού, κατά τη διάρκεια της άσκησης, άμβλυνε σημαντικά την καρδιαγγειακή παρέκκλιση και την άνοδο της θερμοκρασίας του στόματος, σε σχέση με την ΑΦ συνθήκη και στις δύο ομάδες δοκιμαζόμενων. Η επιβράδυνση της καρδιαγγειακής παρέκκλισης στην ΕΝ συνθήκη σχετίζεται με τη μείωση της ταχυκαρδίας. Η μείωση της ταχυκαρδίας με τη σειρά της ήταν το αποτέλεσμα της εξομάλυνσης της αφυδάτωσης και της υπερθερμίας με την κατανάλωση ύδατος.
- Οι θερμοκρασίες στήθους και κνήμης ήταν σημαντικά υψηλότερες

στους δοκιμαζόμενους χωρίς κινητικές αναπηρίες και στις δύο συνθήκες, σε σχέση με τα άτομα με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, γεγονός που πιθανόν να οφείλεται στο υψηλό σημείο κάκωσης του νωτιαίου μυελού των παραπληγικών δοκιμαζόμενων της παρούσας έρευνας.

### 11.3. Προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση του θέματος

Η μελέτη αυτή απάντησε στα εξής ερωτήματα:

- Ποια είναι η επίδραση της κατανάλωσης νερού στις καρδιαγγειακές και θερμορυθμι-στικές προσαρμογές, κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης των άνω άκρων, σε άτομα με κάκωση σε υψηλό επίπεδο του νωτιαίου μυελού και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες;

Από τα ευρήματα αυτής της έρευνας όμως, προκύπτουν νέα ερωτήματα, τα οποία μπορούν να συνοψιστούν ως ακολούθως:

- Ποια είναι η επίδραση της λήψης ύδατος στις καρδιαγγειακές και θερμορυθμιστικές προσαρμογές, κατά την παρατεταμένη άσκηση των άνω άκρων, σε άτομα με κάκωση σε υψηλό επίπεδο του νωτιαίου μυελού και σε άτομα χωρίς κινητικές αναπηρίες, όταν η διαδικασία λαμβάνει μέρος σε θερμό ή ψυχρό περιβάλλον; Ακόμα, υπάρχουν διαφορές όταν το επίπεδο επιβάρυνσης είναι υψηλότερο ή χαμηλότερο; Τι συμβαίνει όταν η διάρκεια της άσκησης είναι μεγαλύτερη; Η επίδραση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος κατά την άσκηση, θα έχει ιδιαίτερες πρακτικές εφαρμογές στη χώρα μας, λόγω του ότι η πλειονότητα των γηπέδων που διεξάγονται οι αγώνες καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο δεν διαθέτουν κλιματισμό. Ειδικότερα, το ύψος της θερμοκρασίας στις προετοιμασίες των εθνικών ομάδων καλαθοσφαίρισης, που πραγματοποιούνται τους θερινούς μήνες, φαίνεται να επηρεάζει την ποιότητα της προπόνησης. Συγκεκριμένα, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν, αναγκάζουν τους προπονητές να διακόπτουν συχνά την προπόνηση για την ενυδάτωση των αθλητών και ιδιαίτερα αυτών με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, που όπως αναφέρθηκε παραπάνω, έχουν τα σημαντικότερα προβλήματα.
- Ποια είναι η επίδραση της λήψης ύδατος στις καρδιαγγειακές και θερμορυθμιστικές προσαρμογές κατά την παρατεταμένη άσκηση των άνω άκρων, σε άτομα με κάκωση σε χαμηλότερο επίπεδο του νωτιαίου μυελού, σε σχέση με τους δοκιμαζόμενους της παρούσας έρευνας;
- Υπάρχουν διαφορές στο ποσοστό άμβλυνσης της καρδιαγγειακής παρέκκλισης, στους δοκιμαζόμενους, που λαμβάνουν νερό κατά τη διάρκεια της άσκησης, όταν για τις απαιτήσεις του πειράματος χρησιμοποιείται ως όργανο μέτρησης το στροφαλοεργόμετρο;
- Υπάρχουν διαφορές στο ποσοστό άμβλυνσης της καρδιαγγειακής παρέκκλισης, όταν κατά τη διάρκεια της άσκησης, αντί ύδατος γίνεται λήψη υδατανθράκων ή ισοτονικών ροφημάτων;
- Ποια η επίδραση της αφυδάτωσης και της ενυδάτωσης στις τεχνικές δεξιότητες των καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο; Συγκεκριμένα, η αφυδάτωση επιφέρει μείωση στην ικανότητα επίτευξης καλαθιού, στην ακρίβεια της μεταβίβασης και στην ικανότητα ελιγμού με μπάλα από μέρους των αθλητών; Ενδεχομένως, η εκτέλεση διεθνών δοκιμασιών για την αξιολόγηση των τεχνικών

χαρακτηριστικών αθλητών της καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο, αμέσως μετά τη δοκιμασία παρατεταμένης άσκησης στο εργόμετρο, σε συνθήκη αφυδάτωσης και ενυδάτωσης, θα μπορούσε να απαντήσει σε αυτό το ερώτημα.

### 11.4. Επίλογος – πρακτικές εφαρμογές

- Η κατανάλωση νερού κατά την άσκηση έχει ευεργετικά αποτελέσματα για τον οργανισμό, κατά την παρατεταμένη άσκηση των άνω άκρων. Συγκεκριμένα, αμβλύνει την καρδιαγγειακή παρέκκλιση και μειώνει τη θερμική επιβάρυνση του οργανισμού.

#### 11.4.1. Προτάσεις για την ελάττωση του θερμικού στρες, κατά τη διάρκεια των αγώνων καλαθοσφαίρισης με αμαξίδιο

Είναι γενικά αποδεκτό ότι, τα άτομα χωρίς αναπηρίες παρουσιάζουν υψηλότερη πρόσληψη οξυγόνου και χαμηλότερο κίνδυνο για υπερθερμία κατά τη διάρκεια της άσκησης. Αυτό συνεπάγεται ότι, η ομαλή σωματική προπόνηση, που ενεργοποιεί το καρδιοαναπνευστικό σύστημα, παίζει ένα σημαντικό ρόλο στην ελάττωση των αλλαγών στη θερμοκρασία πυρήνα του σώματος, κατά τη διάρκεια παρατεταμένης άσκησης, σε θερμές και υγρές συνθήκες περιβάλλοντος. Ορισμένοι από αυτούς τους λόγους περιλαμβάνουν: α) αύξηση του όγκου πλάσματος, β) μείωση του κατωφλιού της θερμοκρασίας στην έναρξη της εφίδρωσης, γ) χαμηλότερη θερμοκρασία δέρματος και ορθού, δ) μείωση της τοπικής αιματικής ροής των μυών, με συνέπεια να απαιτείται μεγαλύτερη διάθεση αίματος για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας, ε) αύξηση του όγκου παλμού και της καρδιακής απόδοσης κατά τη διάρκεια της άσκησης.

Έρευνα, που να εξετάζει τις επιδράσεις από τον εγκλιματισμό σε θερμό περιβάλλον (κανονική έκθεση σε θερμές και υγρές συνθήκες), στην ομαλή σωματική προπόνηση και τις θερμορυθμιστικές αντιδράσεις αθλητών με κάκωση στο νωτιαίο μυελό, δεν έχει διεξαχθεί έως σήμερα. Μέχρι να είναι διαθέσιμες αυτές οι πληροφορίες, για την εύρεση μεθόδων ελαχιστοποίησης του θερμικού στρες των ατόμων με αναπηρίες, προτείνεται να λαμβάνονται υπ’ όψη τα ευρήματα από αντίστοιχες μελέτες ατόμων χωρίς αναπηρίες. Οι αθλητές και οι προπονητές τους θα πρέπει να τηρούν τα παρακάτω, όταν προετοιμάζονται για αγώνες:

- α) εστίαση στην καλύτερη αερόβια προπόνηση, ώστε να αυξάνει την θερμορυθμιστική ικανότητα κατά τη διάρκεια της άσκησης. Πολλοί ερευνητές συμφωνούν ότι, η προπόνηση σε ψυχρό περιβάλλον αυξάνει τις θερμορυθμιστικές αντιδράσεις, όταν η άσκηση εκτελείται σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος
- β) να αποφεύγονται οι προπονήσεις σε κλιματικές συνθήκες που μπορεί να αυξάνουν τον κίνδυνο θερμικής έντασης. Συνήθως, οι μηχανισμοί θερμικής απώλειας διεγείρονται, όταν οι συνθήκες περιβάλλοντος υπερβαίνουν τους 21 °C και το 50% της σχετικής υγρασίας
- γ) πρόκληση εγκλιματισμού σε θερμό περιβάλλον με προσοχή και εξασφάλιση επαρκούς ποσότητας υγρών – ηλεκτρολυτών, για τη διατήρηση της ισορροπίας κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου
- δ) αποφυγή συναγωνισμού κάτω από συνθήκες, που είναι γνωστό ότι αυξάνουν την ευαισθησία της θερμικής έντασης, όπως για

παράδειγμα στην περίοδο αδράνειας μετά από κάκωση ή ασθένεια

- ε) πρόβλεψη ώστε, οι αθλητές να έχουν επαρκή χρόνο αποκατάστασης και ύπνου, όταν οι αγώνες περιλαμβάνουν ταξίδια σε ζώνες με διαφορά ώρας
- στ) οι αθλητές να φορούν ελαφριά ρούχα, που να εφαρμόζουν με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέπουν την εξάτμιση του ιδρώτα από την επιδερμίδα και να βοηθούν την ψύξη
- ζ) να γίνεται καταγραφή της μάζας του σώματος, έτσι ώστε οι αθλητές να μην έχουν μεγάλη απώλεια υγρών. Γενικά, προτείνεται ότι πρέπει να γίνεται λήψη 1L υγρών για κάθε απώλεια ενός χιλιόγραμμου σωματικού βάρους. Αν η απώλεια υγρών ανέρχεται στο 4-6% του σωματικού βάρους, η ένταση και η διάρκεια της προπόνησης πρέπει να μειώνεται.

Η χορήγηση υγρών πρέπει να αναπληρώνει την απώλεια ιδρώτα, η οποία σχετίζεται με την ένταση της άσκησης, τη διάρκεια και την θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος. Ο κύριος σκοπός της αναπλήρωσης των υγρών είναι η διατήρηση του όγκου πλάσματος, έτσι ώστε να διατηρείται η κυκλοφορία και η εφίδρωση σε ικανοποιητικά επίπεδα. Η χρονική περίοδος λήψης υγρών αποτελείται από τρεις φάσεις: α) πριν την άσκηση, β) κατά τη διάρκεια και γ) κατά την φάση της αποκατάστασης. Το American College of Sports Medicine (1996) παρουσίασε ορισμένες οδηγίες σχετικά με τη λήψη υγρών και στις τρεις φάσεις, που αναφέρθηκαν παραπάνω και είναι οι εξής: α) Για την πρώτη φάση προτείνεται η λήψη 500 ml συμπληρώματος δύο ώρες πριν από την έναρξη της άσκησης, β) Κατά τη διάρκεια της άσκησης, ως επαρκής ποσότητα θεωρείται η λήψη 150 –300 ml κάθε 15- 20 min και γ) Το ποσοστό λήψης υγρών, μετά το τέλος της άσκησης, έχει σχέση με το σωματικό βάρος, το οποίο μετράται πριν και μετά την άσκηση και πρέπει να αναπληρώνεται. Οι Shirrefs *et al.*, (1996) δημοσίευσαν ότι όταν μετά την άσκηση αναπληρώνεται το 100% της απώλειας των υγρών παρατηρείται έκκριση ούρων (σε διάστημα μιας ώρας), που φθάνει περίπου το 0.5 L. Για να αντισταθμισθεί αυτή η απώλεια, λόγω της ούρησης, πρέπει να γίνει λήψη υγρών ίση με το 150-200% των υγρών, που απωλέστηκαν κατά την άσκηση.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ


Αναστασιάδης, Μ. (1989). Μεγιστοποίηση της απόδοσης καλαθοσφαιριστών. Αθήνα: Συγγραφέας.

Αναστασιάδης, Μ. (1993). Βασική τεχνική της καλαθοσφαίρισης. Αθήνα: Συγγραφέας.

American College of Sports Medicine. (1996). Position stand on exercise and fluid replacement. Medicine Science in Sports in Exercise, 28, i-vii

Arabi, H., Vandewalle, H., Pitor, P., de Lattre, J. & Monod, H. (1997) Relationship between maximal oxygen uptake on different ergometers, lean arm volume and strength in paraplegic subjects. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **76**, 122-7.

Armstrong, L.E., Maresh, C.M., Riebe, D., Kenefick, R.W., Castellani, J.W., Senk, J.M., Echegaray, M. & Foley, M.F. (1995) Local cooling in wheelchair athletes during exercise-heat stress. *Med Sci Sports Exerc*, **27**, 211-6.

Attia, M. & Engel, P. (1983) Thermoregulatory set point in patients with spinal cord injuries (spinal man). *Paraplegia*, **21**, 233-48.

Bar-Or, O. & Zwiren, L.D. (1975) Maximal oxygen consumption test during arm exercise--reliability and validity. *J Appl Physiol*, **38**, 424-6.

Bar-or, O., Inbar, O. & Spira, R. (1976) Physiological effects of a sports rehabilitation program on cerebral palsied and post-poliomyelitic adolescents. *Med Sci Sports*, **8**, 157-61.

Beaver, W.L., Wasserman, K. & Whipp, B.J. (1986) A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol*, **60**, 2020-7.

Below, P.R., Mora-Rodriguez, R., Gonzalez-Alonso, J. & Coyle, E.F. (1995) Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise. *Med Sci Sports Exerc*, **27**, 200-10.

Bernstein, M. A. and Welch, S. P. (1995). Alterations in L-type calcium channels in the brain and spinal cord of acutely treated and morphine-tolerant mice. *Brain Res*, **696(1-2)**, 83-8.

Bhambhani, Y. (2002) Physiology of wheelchair racing in athletes with spinal cord injury. *Sports Med*, **32**, 23-51.

Bhambhani, Y.N. (1995) Prediction of stroke volume during upper and lower body exercise in men and women. *Arch Phys Med Rehabil*, **76**, 713-8.

Bhambhani, Y.N., Burnham, R.S., Wheeler, G.D., Eriksson, P., Holland, L.J. & Steadward, R.D. (1995) Physiological correlates of simulated wheelchair racing in trained quadriplegics. *Can J Appl Physiol*, **20**, 65-77.

Bhambhani, Y.N., Eriksson, P. & Steadward, R.D. (1991) Reliability of peak physiological

responses during wheelchair ergometry in persons with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*, **72**, 559-62.

Bhambhani, Y.N., Holland, L.J., Eriksson, P. & Steadward, R.D. (1994) Physiological responses during wheelchair racing in quadriplegics and paraplegics. *Paraplegia*, **32**, 253-60.

Bolotin R. (1994). Physiological, anthropometric and psychological characteristics of the Israeli disabled paralympic team to 1992 Barcelona Games [PhD thesis]. Budapest: *Hungarian University of Sports.*

Borg, G. A. V. (1973). Perceieved exertion: a note on "history" and methods. *Medicine and Science* in Sports and Exercise, 5, 90-93.

Brasile, F. (1984). A wheelchair basketball skill test. Sports and Spokes, 9(7), 36-40

Brasile, F. (1986). Do you measure up ? Sports and Spokes, 12(4) 43-47.

Brasile, F. (1990). Performance evaluation of wheelchair athletes: More than adisability classification level issue. Adapted Physical Activity Quarterly, 7, 289-297.

Brasile, F.(1993). Evaluation the elite. Sports and Spokes,19(3), 52-55.

Brasile, F .(1996a). Wheelchair basketball skills proficiencies versus disability Classification. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 3, 6-13.

Brasile, F., & Hendrick, B.(1996b). The relationship of skills of elite wheelchair basketball competitors to the international functional classification system. *The Recreate Journal*, 30: 114-127.

Caldwell, J. E. ; Ahonen, E., and Nousiainen, U. (1984). Differential effects of sauna-, diuretic-, and exercise-induced hypohydration. *J Appl Physiol*, **57**, 1018-23.

Candas, V., Libert, J.P., Brandenberger, G., Sagot, J.C., Amoros, C. & Kahn, J.M. (1986) Hydration during exercise. Effects on thermal and cardiovascular adjustments. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **55**, 113-22.

Clausen, J.P., Larsen, O.A. & Trap-Jensen, J. (1970) Cardiac output in middle-aged patients determined with CO2 rebreathing method. *J Appl Physiol*, **28**, 337-42.

Coggan, A.R. & Coyle, E.F. (1987) Reversal of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion or ingestion. *J Appl Physiol*, **63**, 2388-95.

Cooper, R.A., Horvath, S.M., Bedi, J.F., Drechsler-Parks, D.M. & Williams, R.E. (1992) Maximal exercise response of paraplegic wheelchair road racers. *Paraplegia*, **30**, 573-81.

Costill, D.L. & Fink, W.J. (1974) Plasma volume changes following exercise and thermal dehydration. *J Appl Physiol*, **37**, 521-5.

Costill, D.L., Kammer, W.F. & Fisher, A. (1970) Fluid ingestion during distance running. *Arch Environ Health*, **21**, 520-5.

Coutts, K.D. & McKenzie, D.C. (1995) Ventilatory thresholds during wheelchair exercise in individuals with spinal cord injuries. *Paraplegia*, **33**, 419-22.

Coutts, K.D. & Stogryn, J.L. (1987) Aerobic and anaerobic power of Canadian wheelchair track athletes. *Med Sci Sports Exerc*, **19**, 62-5.

Coutts, K.D. (1990) Kinematics of sport wheelchair propulsion. *J Rehabil Res Dev*, **27**, 21-6.

Coutts, K.D. (1990) Peak oxygen uptake of elite wheelchair athletes. *Adapt Phys J Activity Q*, **7,** 62-66

Coutts, K.D. (1992) Dynamics of wheelchair basketball. *Med Sci Sports Exerc*, **24**, 231-4.

Coutts, K.D., Rhodes, E.C. & McKenzie, D.C. (1983) Maximal exercise responses of tetraplegics and paraplegics. *J Appl Physiol*, **55**, 479-82.

Coutts, K.D., Rhodes, E.C. & McKenzie, D.C. (1985). Submaximal exercise responses of tetraplegics and paraplegics. *J Appl Physiol*, **55**, 479-82.

Coyle, E.F. & Montain, S.J. (1992) Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise. *Med Sci Sports Exerc*, **24**, S324-30.

Coyle, E.F. & Montain, S.J. (1992) Carbohydrate and fluid ingestion during exercise: are there trade-offs? *Med Sci Sports Exerc*, **24**, 671-8.

Coyle, E.F., Coggan, A.R., Hemmert, M.K. & Ivy, J.L. (1986) Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *J Appl Physiol*, **61**, 165-72.

Coyle, E.F., Coggan, A.R., Hopper, M.K. & Walters, T.J. (1988) Determinants of endurance in well-trained cyclists. *J Appl Physiol*, **64**, 2622-30.

Coyle, E.F., Hagberg, J.M., Hurley, B.F., Martin, W.H., Ehsani, A.A. & Holloszy, J.O. (1983) Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. *J Appl Physiol*, **55**, 230-5.

Coyle, E.F., Hamilton, M.T., Alonso, J.G., Montain, S.J. & Ivy, J.L. (1991) Carbohydrate metabolism during intense exercise when hyperglycemic. *J Appl Physiol*, **70**, 834-40.

Coyle, E.F., Hemmert, M.K. & Coggan, A.R. (1986) Effects of detraining on cardiovascular responses to exercise: role of blood volume. *J Appl Physiol*, **60**, 95-9.

Coyle, E.F., Martin, W.H., Ehsani, A.A., Hagberg, J.M., Bloomfield, S.A., Sinacore, D.R. & Holloszy, J.O. (1983) Blood lactate threshold in some well-trained ischemic heart disease patients. *J Appl Physiol*, **54**, 18-23.

Da Silva, G. A. D., Manshawi A. E., Heigenhouser G.J.F., and Jones N. L. (1985). Measurement of

mixed venous carbon dioxide pressure by repreathing during ejercise. *Respiratory Physiology*, **59,** 379-392.

Dallmeijer, A.J. & van der Woude, L.H. (2001) Health related functional status in men with spinal cord injury: relationship with lesion level and endurance capacity. *Spinal Cord*, **39**, 577-83.

Dallmeijer, A.J., Hopman, M.T., Angenot, E.L. & van der Woude, L.H. (1997) Effect of training on physical capacity and physical strain in persons with tetraplegia. *Scand J Rehabil Med*, **29**, 181-6.

Dallmeijer, A.J., Hopman, M.T., van As, H.H. & van der Woude, L.H. (1996) Physical capacity and physical strain in persons with tetraplegia; the role of sport activity. *Spinal Cord*, **34**, 729-35.

Dallmeijer, A.J., Kappe, Y.J., Veeger, D.H., Janssen, T.W. & van der Woude, L.H. (1994) Anaerobic power output and propulsion technique in spinal cord injured subjects during wheelchair ergometry. *J Rehabil Res Dev*, **31**, 120-8.

Dallmeijer, A.J., Ottjes, L., de Waardt, E. & van der Woude, L.H. (2004) A physiological comparison of synchronous and asynchronous hand cycling. *Int J Sports Med*, **25**, 622-6.

Dallmeijer, A.J., van der Woude, L.H., Hollander, A.P. & van As, H.H. (1999) Physical performance during rehabilitation in persons with spinal cord injuries. *Med Sci Sports Exerc*, **31**, 1330-5.

Dallmeijer, A.J., van der Woude, L.H., Hollander, P.A. & Angenot, E.L. (1999) Physical performance in persons with spinal cord injuries after discharge from rehabilitation. *Med Sci Sports Exerc*, **31**, 1111-7.

Dallmeijer, A.J., Zentgraaff, I.D., Zijp, N.I. & van der Woude, L.H. (2004) Submaximal physical strain and peak performance in handcycling versus handrim wheelchair propulsion. *Spinal Cord*, **42**, 91-8.

Davies, C.T. & Thompson, M.W. (1986) Physiological responses to prolonged exercise in ultramarathon athletes. *J Appl Physiol*, **61**, 611-7.

Dawson, B., Bridle, J. & Lockwood, R.J. (1994) Thermoregulation of paraplegic and able bodied men during prolonged exercise in hot and cool climates. *Paraplegia*, **32**, 860-70.

Defares, J.G. (1958) Determination of PvCO2 from the exponential CO2 rise during rebreathing. *J Appl Physiol*, **13**, 159-64.

Devillard, X., Calmels, P., Sauvignet, B., Belli, A., Denis, C., Simard, C. & Gautheron, V. (2001) Validation of a new ergometer adapted to all types of manual wheelchair. *Eur J Appl Physiol*, **85**, 479-85.

Dill, D.B. & Costill, D.L. (1974) Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol*, **37**, 247-8.

Downey, J. A. ; Huckaba, C. E.; Myers, S. J., and Darling, R. C. (1973). Thermoregulation in the spinal man. *J Appl Physiol*, **34**, 790-4.

Downey, J. A. ; Huckaba, C. E.; Kelley, P. S.; Tam, H. S.; Darling, R. C., and Cheh, H. Y. (1976). Sweating responses to central and peripheral heating in spinal man. *J Appl Physiol*, **40**, 701-6.

Ekelund, L. G., and Holmgren a. (1964). Circulatory and respiratory adaptation during long-term, non-steady state exercise in the sitting position. *Acta Physiologica Scandinavica,* **62,** 240-255.

Ekelund, L. G. (1966). Circulatory and respiratory adaptation during prolonged ejercise in the supine position. *Acta Physiologica Scandinavica*, **68,** 384-396.

Emes, C. (1977) Physical work capacity of wheelchair athletes. *Res Q*, **48**, 209-12.

Eriksson P., Lofstom L., Elkblom B. (1988). Aerobic power during maximal exercise in untrained and well-trained persons with quadriplegia and paraplegia. *Scand J Rehabil Med*. **20,** 141-147

Fallon, K.E., Broad, E., Thompson, M.W. & Reull, P.A. (1998) Nutritional and fluid intake in a 100-km ultramarathon. *Int J Sport Nutr*, **8**, 24-35.

Ferguson, R. J., J. A. Faulkner, S. Julious, *et al.* (1968). Comparison of cardiac output determined by $CO_2$ rebreathing methods. *J Appl Physiol*, **25,** 450-454.

Fitzgerald, P.I., Sedlock, D.A. & Knowlton, R.G. (1990) Circulatory and thermal adjustments to prolonged exercise in paraplegic women. *Med Sci Sports Exerc*, **22**, 629-35.

Flandrois, R., Grandmontagne, M., Gerin, H., Mayet, M.H., Jehl, J.L. & Eyssette, M. (1986) Aerobic performance capacity in paraplegic subjects. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **55**, 604-9.

Franklin, B.A., Swantek, K.I., Grais, S.L., Johnstone, K.S., Gordon, S. & Timmis, G.C. (1990) Field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchair users. *Arch Phys Med Rehabil*, **71**, 574-8.

Freund, P.R., Brengelmann, G.L., Rowell, L.B. & Halar, E. (1984) Attenuated skin blood flow response to hyperthermia in paraplegic men. *J Appl Physiol*, **56**, 1104-9.

Fritzsche, R.G., Switzer, T.W., Hodgkinson, B.J. & Coyle, E.F. (1999) Stroke volume decline during prolonged exercise is influenced by the increase in heart rate. *J Appl Physiol*, **86**, 799-805.

Gass, G.C. & Camp, E.M. (1984) The maximum physiological responses during incremental wheelchair and arm cranking exercise in male paraplegics. *Med Sci Sports Exerc*, **16**, 355-9.

Gass, G.C. & Camp, E.M. (1987) Effects of prolonged exercise in highly trained traumatic paraplegic men. *J Appl Physiol*, **63**, 1846-52.

Gass, G.C., Camp, E.M., Nadel, E.R., Gwinn, T.H. & Engel, P. (1988) Rectal and rectal vs. esophageal temperatures in paraplegic men during prolonged exercise. *J Appl Physiol*, **64**, 2265-71.

Gass, G.C., McLellan, T.M. & Gass, E.M. (1991) Effects of prolonged exercise at a similar percentage of maximal oxygen consumption in trained and untrained subjects. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **63**, 430-5.

Gass, E.M., Gass, G.C., Cwinn T.H. (1992). Sweat rate and rectal and skin temperatures in tetraplegic men during exercise. *Sports Med Train Rehabil* , **3,** 143-249.

Gisolfi, C.V. & Copping, J.R. (1974) Thermal effects of prolonged treadmill exercise in the heat. *Med Sci Sports*, **6**, 108-13.

Glaser, R.M. (1989) Arm exercise training for wheelchair users. *Med Sci Sports Exerc*, **21**, S149-57.

Glaser, R.M., Sawka, M.N., Brune, M.F. & Wilde, S.W. (1980) Physiological responses to maximal effort wheelchair and arm crank ergometry. *J Appl Physiol*, **48**, 1060-4.

Glaser, R.M., Sawka, M.N., Laubach, L.L. & Suryaprasad, A.G. (1979) Metabolic and cardiopulmonary responses to wheelchair and bicycle ergometry. *J Appl Physiol*, **46**, 1066-70.

Greenleaf, J. E. and Castle, B. L. (1971). Exercise temperature regulation in man during hypohydration and hyperhydration. *J Appl Physiol*, **30**, 847-53.

Hamilton, M.T., Gonzalez-Alonso, J., Montain, S.J. & Coyle, E.F. (1991) Fluid replacement and glucose infusion during exercise prevent cardiovascular drift. *J Appl Physiol*, **71**, 871-7.

Hargreaves, M., Costill, D.L., Coggan, A., Fink, W.J. & Nishibata, I. (1984) Effect of carbohydrate feedings on muscle glycogen utilization and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc*, **16**, 219-22.

Harrison, M. H. (1985). Effects of thermal stress and exercise on blood volume in humans. *Physiological Peviews*, **65**, 149-199.

Hartung, G.H., Lally, D.A. & Blancq, R.J. (1993) Comparison of treadmill exercise testing protocols for wheelchair users. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **66**, 362-5.

Heaps, C.L., Gonzalez –Alonso J., and Coyle E. F. (1994). Hypodration causes cardivascular drift without reducing blood volume. *International Journal of Sports Medicine*, **15,** 74-79.

Heyward, V. H., and Stolartsyk L. M. (1996). Applied body composition assesment. Champain, IL, Human Kinetics.

Hoffman. MD (1986). Cardiorespiratory fitness and training in

quadriplegics and paraplegics. *Sports Medicine* 1986 Sep-Oct; 3 (5): 312-30

Holland.J.L.,Brambhani.N.Y., Ferra-ra.S.m., and Steadward.D.R. (1994). Reliability of the maximal aerobic power and ventilatory threshold in adults with cerebral palsy. *Archives Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol.75,June 1994 687- 691.

Holme, E., Mohr, T., Kjaer, M. & Nielsen, B. (2001) Temperature responses to electrically induced cycling in spinal cord injured persons. *Med Sci Sports Exerc*, **33**, 431-5.

Hooker, S.P. & Wells, C.L. (1989) Effects of low- and moderate-intensity training in spinal cord-injured persons. *Med Sci Sports Exerc*, **21**, 18-22.

Hopman, M.T., Oeseburg, B. & Binkhorst, R.A. (1992) Cardiovascular responses in paraplegic subjects during arm exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **65**, 73-8.

Hopman, M.T., Oeseburg, B. & Binkhorst, R.A. (1993) Cardiovascular responses in persons with paraplegia to prolonged arm exercise and thermal stress. *Med Sci Sports Exerc*, **25**, 577-83.

Hopman, M.T., Pistorius, M., Kamerbeek, I.C. & Binkhorst, R.A. (1993) Cardiac output in paraplegic subjects at high exercise intensities. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **66**, 531-5.

Hopman, M.T., Verheijen, P.H. & Binkhorst, R.A. (1993) Volume changes in the legs of paraplegic subjects during arm exercise. *J Appl Physiol*, **75**, 2079-83.

Horswill, C.A. (1998) Effective fluid replacement. *Int J Sport Nutr*, **8**, 175-95.

Howley, E.T., Bassett, D.R. Jr & Welch, H.G. (1995) Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc*, **27**, 1292-301.

Huckaba, C.E., Frewin, D.B., Downey, J.A., Tam, H.S., Darling, R.C. & Cheh, H.Y. (1976) Sweating responses of normal, paraplegic and anhidrotic subjects. *Arch Phys Med Rehabil*, **57**, 268-74.

Huonker, M., Schmid, A., Sorichter, S., Schmidt-Trucksab, A., Mrosek, P. & Keul, J. (1998) Cardiovascular differences between sedentary and wheelchair-trained subjects with paraplegia. *Med Sci Sports Exerc*, **30**, 609-13.

Hutzler, Y. (1993) Physical performance of elite wheelchair basketball players in arm cranking ergometry and in selected wheeling tasks. *Paraplegia*, **31**, 255-61.

Hutzler, Y., Grunze M., Kaiser R. (1995) Physiological and dynamic responses to maximal velocity wheelchair ergometry. *Adapt Phys Activity Q*, **12,** 344-361.

Hutzler, Y. (1998) Anaerobic fitness testing of wheelchair users.

*Sports Med*, **25**, 101-13.

Hutzler, Y., Ochana, S., Bolotin, R. & Kalina, E. (1998) Aerobic and anaerobic arm-cranking power outputs of males with lower limb impairments: relationship with sport participation intensity, age, impairment and functional classification. *Spinal Cord*, **36**, 205-12.

Hutzler, Y., Vanlandewijck Y., and van Vlierderghe M. (2000). Anaerobic performance of older female and male wheelchair basketball players an a mobile wheelchair ergometer. *Adapt Phys Activity Q*, **17,** 450-465.

Inbar, O. & Bar-Or, O. (1975) The effects of intermittent warm-up on 7-9 year-old boys. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **34**, 81-9.

Jacobs, B.L. & Klemfuss, H. (1975) Brain stem and spinal cord mediation of a serotonergic behavioral syndrome. *Brain Res*, **100**, 450-7.

Jacobs, P.L., Mahoney, E.T., Robbins, A. & Nash, M. (2002) Hypokinetic circulation in persons with paraplegia. *Med Sci Sports Exerc*, **34**, 1401-7.

Janssen, T.W., van Oers, C.A., Hollander, A.P., Veeger, H.E. & van der Woude, L.H. (1993) Isometric strength, sprint power, and aerobic power in individuals with a spinal cord injury. *Med Sci Sports Exerc*, **25**, 863-70.

Janssen, T.W., van Oers, C.A., Rozendaal, E.P., Willemsen, E.M., Hollander, A.P. & van der Woude, L.H. (1996) Changes in physical strain and physical capacity in men with spinal cord injuries. *Med Sci Sports Exerc*, **28**, 551-9.

Janssen, T.W., van Oers, C.A., van der Woude, L.H. & Hollander, A.P. (1994) Physical strain in daily life of wheelchair users with spinal cord injuries. *Med Sci Sports Exerc*, **26**, 661-70.

Janssen, T.W., van Oers, C.A., van der Woude, L.H. & Hollander, A.P. (1994) Reliability of heart rate responses to non-steady-state activities of daily living in men with spinal cord injuries. *Scand J Rehabil Med*, **26**, 71-8.

Janssen, T.W., van Oers, C.A., Veeger, H.E., Hollander, A.P., van der Woude, L.H. & Rozendal, R.H. (1994) Relationship between physical strain during standardized ADL tasks and physical capacity in men with spinal cord injuries. *Paraplegia*, **32**, 844-59.

Jehl, J.L., Gandmontagne, M., Pastene, G., Eyssette, M., Flandrois, R. & Coudert, J. (1991) Cardiac output during exercise in paraplegic subjects. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **62**, 256-60.

Johnson, J. M., and Rowell L. B. (1975). Forearm skin and vascular responses to prolonged leg exercise in man. *J Appl Physiol*, **39**, 920-924.

Kenney, W.L. & Johnson, J.M. (1992) Control of skin blood flow during exercise. *Med Sci Sports Exerc*, **24**, 303-12.

Knowlton, R.G. & Adams, G.E. (1974)

The consistency of carbon dioxide rebreathing as a non-invasive method to determine exercise cardiac output. *Ergonomics*, **17**, 241-8.

Kofsky, P.R., Davis, G.M., Shephard, R.J., Jackson, R.W. & Keene, G.C. (1983) Field testing: assessment of physical fitness of disabled adults. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **51**, 109-20.

Lasko- McCarthey P., Davis J. A. (1991) Protocol dependency of $\dot{V}O_{2max}$ during arm cycle ergometry in male quadriplegia. *Med Sci Sports Exerc,* **23**, 1097-1101.

Lees, A. (1987). Short term power test for wheelchair athletes [abstract]. *Journal of Sport Science,* **5,** 72-73

Lees, A. and Arthur, S. (1988). An investigation into anaerobic performance of wheelchair athletes. *Ergonomics,* **31,** 1529-37.

Lees A. (1993). Performance characteristics of two wheelchair sprint tests. In: van der Woude LHV, Meijs PJM, van der Grinten BA, etal., editors. Ergonomics of manual wheelchair propulsion: state of the art. Amsterdam: IOS Press, 35-44.

Lin, K.H., Lai, J.S., Kao, M.J. & Lien, I.N. (1993) Anaerobic threshold and maximal oxygen consumption during arm cranking exercise in paraplegia. *Arch Phys Med Rehabil*, **74**, 515-20.

MacDougall, J.D., Reddan, W.G., Layton, C.R. & Dempsey, J.A. (1974) Effects of metabolic hyperthermia on performance during heavy prolonged exercise. *J Appl Physiol*, **36**, 538-44.

Magel, J.R., McArdle, W.D., Toner, M. & Delio, D.J. (1978) Metabolic and cardiovascular adjustment to arm training. *J Appl Physiol*, **45**, 75-9.

Martel, G., Noreau, L. & Jobin, J. (1991) Physiological responses to maximal exercise on arm cranking and wheelchair ergometer with paraplegics. *Paraplegia*, **29**, 447-56.

McConell, G.K., Burge, C.M., Skinner, S.L. & Hargreaves, M. (1997) Influence of ingested fluid volume on physiological responses during prolonged exercise. *Acta Physiol Scand*, **160**, 149-56.

McConell, G.K., Stephens, T.J. & Canny, B.J. (1999) Fluid ingestion does not influence intense 1-h exercise performance in a mild environment. *Med Sci Sports Exerc*, **31**, 386-92.

MacDougal, J. D., Reddan W. G., Layton C. R., and Dempsey J.A. (1974). Effects of matabolic hyperthermia on performance during heavy prolonged exercise. *J Appl Physiol*, **36**, 538-544.

McConnell, T.J., Horvat, M.A., Beutel-Horvat, T.A. & Golding, L.A. (1989) Arm crank versus wheelchair treadmill ergometry to evaluate the performance of

paraplegics. *Paraplegia*, **27**, 307-13.

McKelvie, R.S., Heigenhauser, G.J. & Jones, N.L. (1987) Measurement of cardiac output by CO2 rebreathing in unsteady state exercise. *Chest*, **92**, 777-82.

Miles, D.S., Sawka, M.N., Glaser, R.M. & Petrofsky, J.S. (1983) Plasma volume shifts during progressive arm and leg exercise. *J Appl Physiol*, **54**, 491-5.

Montain, S.J. & Coyle, E.F. (1992) Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow independent of increases in blood volume. *J Appl Physiol*, **73**, 903-10.

Montain, S.J. & Coyle, E.F. (1992) Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J Appl Physiol*, **73**, 1340-50.

Morris, J,G., Nevill M. E., Collie J., Thompson D., and Williams C. (1998b). Fluid ingestion during prolonged intermitted, high-intensity running in a hot environment. *Journal of Applied Physiology*, **16,** 56.

Muraki, S., Yamasaki, M., Ishii K., et al. Relationship between core temperature and skin blood flux in lower limbs during prolonged arm exercise in persons with spinal cord injury. *Eur J Appl Physiol*, **76,** 503-507.

Muraki, S., Yamasaki, M., Ehara, Y., Kikuchi, K. & Seki, K. (1996) Effect of maximal arm exercise on skin blood flux in the paralyzed lower limbs in persons with spinal cord injury. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **74**, 481-3.

Muraki, S., Yamasaki, M., Ishii, K., Kikuchi, K. & Seki, K. (1995). Effect of arm cranking exercise on skin blood flow of lower limb people with injuries to the spinal cord. *Eur J Appl Physiol*, **71,** 28-32.

Muraki, S., Yamasaki, M., Ishii, K., Kikuchi, K. & Seki, K. (1996) Relationship between core temperature and skin blood flux in lower limbs during prolonged arm exercise in persons with spinal cord injury. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **72**, 330-4.

Nabel, E.R., Cafareli E., Roberts M.F., and Wenger C.B. (1979). Circulatory regulation during exercise in different ambient temperatures. *Journal of Applied Physiology*, **16,** 430-437.

Nassis, G.P. & Geladas, N.D. (2002) Cardiac output decline in prolonged dynamic exercise is affected by the exercise mode. *Pflugers Arch*, **445**, 398-404.

Nassis, G.P. & Geladas, N.D. (2002) Effect of water ingestion on cardiovascular and thermal responses to prolonged cycling and running in humans: a comparison. *Eur J Appl Physiol*, **88**, 227-34.

Nassis, G.P., Williams, C. & Chisnall, P. (1998) Effect of a carbohydrate-electrolyte drink on endurance capacity during prolonged intermittent high intensity

running. *Br J Sports Med*, **32**, 248-52.

Nielsen, B. & Nielsen, M. (1962) Body temperature during work at different environmental temperatures. *Acta Physiol Scand*, **56**, 120-9.

Nielsen, B. (1968) Thermoregulatory responses to arm work, leg work and intermittent leg work. *Acta Physiol Scand*, **72**, 25-32.

Nielsen, B., Savard G., Richter E.A., Hargreaves M., and Saltin B. (1990). Muscle blood flow and metabolism during exercise and heat stress. *Eur J Appl Physiol*, **69,** 1040-1046.

Normell L.A. (1974). Distribution of impaired cutaneous vasomotor function in paraplegic man. *Scand J Clin Lab Invest*, **33** Suppl, 25-41.

Ohlsson, J., and Wranne B. (1986). Noninvasive assesment of cardiac output and stroke volume in patients during exercise. Evaluation of a $CO_2$ –rebreathing method. *Eur J Appl Physiol*, **55**, 538-544.

Pastene, J., Germain, M., Allevard, A.M., Gharib, C. & Lacour, J.R. (1996) Water balance during and after marathon running. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **73**, 49-55.

Peronnet, F., Adopo, E., Massicotte, D., Hillaire-Marcel, C. & Brisson, G.R. (1992) Oxidation rate of four types of carbohydrates ingested 30 min before a period of prolonged exercise at moderate intensity in healthy male subjects. *Med Sci Sports Exerc*, **24**, 1066-8.

Petrofsky, J.S. (1992) Thermoregulatory stress during rest and exercise in heat in patients with a spinal cord injury. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **64**, 503-7.

Pimental, N.A., Sawka, M.N., Billings, D.S. & Trad, L.A. (1984) Physiological responses to prolonged upper-body exercise. *Med Sci Sports Exerc*, **16**, 360-5.

Price, M.J. & Campbell, I.G. (1997) Thermoregulatory responses of paraplegic and able-bodied athletes at rest and during prolonged upper body exercise and passive recovery. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **76**, 552-60.

Price, M.J. & Campbell, I.G. (1999) Thermoregulatory and physiological responses of wheelchair athletes to prolonged arm crank and wheelchair exercise. *Int J Sports Med*, **20**, 457-63.

Price, M.J. & Campbell, I.G. (1999) Thermoregulatory responses of spinal cord injured and able-bodied athletes to prolonged upper body exercise and recovery. *Spinal Cord*, **37**, 772-9.

Price, M.J. & Campbell, I.G. (2002) Thermoregulatory responses during prolonged upper-body exercise in cool and warm conditions. *J Sports Sci*, **20**, 519-27.

Price, M.J. & Campbell, I.G. (2003) Effects of spinal cord lesion level

upon thermoregulation during exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc*, **35** , 1100-7.

Randall, W.C., Wurster, R.D. & Lewin, R.J. (1966) Responses of patients with high spinal transaction to high ambient temperatures. *J Appl Physiol*, **21**, 985-93.

Rasche, W., Janssen, T.W., Van Oers, C.A., Hollander, A.P. & Van der Woude, L.H. (1993) Responses of subjects with spinal cord injuries to maximal wheelchair exercise: comparison of discontinuous and continuous protocols. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **66**, 328-31.

Raymond, J., Davis, G.M., Clarke, J. & Bryant, G. (2001) Cardiovascular responses during arm exercise and orthostatic challenge in individuals with paraplegia. *Eur J Appl Physiol*, **85**, 89-95.

Robinson, C.J.(1975). A comparison of the acceptance of disability of wheelchair athletes and wheel-chair nonathletes. Microform Publications, University of Oregon,Eugene,Ore, 1986, 2 microfiches: negative 11x15 cm.

Rogers, G.G., and Van der Walt W. (1997). An evaluation of exercise cardiac output using the $O_2$ rebreathing extrapolation tech-nique. *Eur J Appl Physiol*, **75,** 431- 434

Rotstein, A., Sagiv, M., Ben-Sira, D., Werber, G., Hutzler, J. & Annenburg, H. (1994) Aerobic capacity and anaerobic threshold of wheelchair basketball players. *Paraplegia*, **32**, 196-201.

Rowell, L.B. & Blackmon, J.R. (1986) Lack of sympathetic vasoconstriction in hypoxemic humans at rest. *Am J Physiol*, **251**, H562-70.

Rowell, L.B. (1974) Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. *Physiol Rev*, **54**, 75-159.

Rowell, L.B., Brengelmann, G.L. & Murray, J.A. (1969) Cardiovascular responses to sustained high skin temperature in resting man. *J Appl Physiol*, **27**, 673-80.

Rowell, L.B., Brengelmann, G.L., Murray, J.A., Kraning, K.K. 2nd & Kusumi, F. (1969) Human metabolic responses to hyperthermia during mild to maximal exercise. *J Appl Physiol*, **26**, 395-402.

Rowell, L.B., Murray, J.A., Brengelmann, G.L. & Kraning, K.K. 2nd (1969) Human cardiovascular adjustments to rapid changes in skin temperature during exercise. *Circ Res*, **24**, 711-24.

Rowell, L.B., Saltin, B., Kiens, B. & Christensen, N.J. (1986) Is peak quadriceps blood flow in humans even higher during exercise with hypoxemia? *Am J Physiol*, **251**, H1038-44.

Saltin, B. & Stenberg, J. (1964) Circulatory response to prolonged severe exercise. *J Appl Physiol*, **19**, 833-8.

Saltin, B. (1964) Aerobic and anaerobic work capacity after dehydration. *J Appl Physiol*, **19**, 1114-8.

Saltin, B. (1964) Aerobic work capacity and circulation at exercise in man. with special reference to the effect of prolonged exercise and/or heat exposure. *Acta Physiol Scand*, **62**, SUPPL 230:1-52

Saltin, B. (1964) Circulatory response to submaximal and maximal exercise after thermal dehydration. *J Appl Physiol*, **19**, 1125-32.

Sanders, B., Noakes, T.D. & Dennis, S.C. (1999) Water and electrolyte shifts with partial fluid replacement during exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **80**, 318-23.

Sawka, M.N., Knowlton, R.G. & Critz, J.B. (1979) Thermal and circulatory responses to repeated bouts of prolonged running. *Med Sci Sports*, **11**, 177-80.

Sawka, M.N., Francesconi R. P., Pimental N. A., and Radolf K.B. (1984a). Hydration and vascular fluids shifts during exercise in the heat. . *J Appl Physiol*, **56**, 91-96

Sawka, M.N. & Coyle, E.F. (1999) Influence of body water and blood volume on thermo-regulation and exercise perfo-rmance in the heat. *Exerc Sport Sci Rev*, **27**, 167-218.

Sawka, M.N., Gonzalez, R.R., Young, A.J., Dennis, R.C., Valeri, C.R. & Pandolf, K.B. (1989) Control of thermoregulatory sweating during exercise in the heat. *Am J Physiol*, **257**, R311-6.

Sawka, M.N., Latzka, W.A. & Pandolf, K.B. (1989) Temperature regulation during upper body exercise: able-bodied and spinal cord injured. *Med Sci Sports Exerc*, **21**, S132-40.

Sawka, M.N. (1992). Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med Sci Sports Exerc*, **24**, 657-670.

Sawka, M.N., Wenger C.B., and Pandolf, K.B. (1996). Thermoregulatory responses to acute exersicise-heat stress and heat aclimation. In: Fregly M.J., Blatteis C.M, editors. Handbook of physiology. New York (NY): Oxford University Press:157

Schmid, A., Huonker, M., Stober, P., Barturen, J.M., Schmidt-Trucksass, A., Durr, H., Volpel, H.J. & Keul, J. (1998) Physical performance and cardiovascular and metabolic adaptation of elite female wheelchair basketball players in wheelchair ergometry and in competition. *Am J Phys Med Rehabil*, **77**, 527-33.

Schneider, D.A., Sedlock, D.A., Gass, E. & Gass, G. (1999) VO2peak and the gas-exchange anaerobic threshold during incremental arm cranking in able-bodied and paraplegic men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **80**, 292-7.

Senay, L.C. Jr & Christensen, M.L. (1965) Cardiovascular and sweating responses to water ingestion during dehydration. *J Appl Physiol*, **20**, 975-9.

Senay, L.C. Jr, Rogers, G. & Jooste, P. (1980) Changes in blood plasma

during progressive treadmill and cycle exercise. *J Appl Physiol*, **49**, 59-65.

Shaffrath, J.D. & Adams, W.C. (1984) Effects of airflow and work load on cardiovascular drift and skin blood flow. *J Appl Physiol*, **56**, 1411-7.

Shephard, R.J. (1988) Sports medicine and the wheelchair athlete. *Sports Med*, **5**, 226-47.

Shi, X. & Gisolfi, C.V. (1998) Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. *Sports Med*, **25**, 157-72.

Tam, H.S., Darling, R.C., Cheh, H.Y. & Downey, J.A. (1978) Sweating response: a means of evaluating the set-point theory during exercise. *J Appl Physiol*, **45**, 451-8.

Tsukagoshi, K.M., Lida M., Kamikozuru, *et al.* (1994) A method for determining maximal anaerobic power in wheelchair users. 3rd International Congress of the Asian Society for Adapted Physical Education and Exercise; Oct 22-23: Taipei

van der Woude, L.H., Bakker, W.H., Elkhuizen, J.W., Veeger, H.E. & Gwinn, T. (1997) Anaerobic work capacity in elite wheelchair athletes. *Am J Phys Med Rehabil*, **76**, 355-65.

van der Woude, L.H., Bakker, W.H., Elkhuizen, J.W., Veeger, H.E. & Gwinn, T. (1998) Propulsion technique and anaerobic work capacity in elite wheelchair athletes: cross-sectional analysis. *Am J Phys Med Rehabil*, **77**, 222-34.

van der Woude, L.H., Bouten, C., Veeger, H.E. & Gwinn, T. (2002) Aerobic work capacity in elite wheelchair athletes: a cross-sectional analysis. *Am J Phys Med Rehabil*, **81**, 261-71.

van der Woude, L.H., Hendrich, K.M., Veeger, H.E., van Ingen Schenau, G.J., Rozendal, R.H., de Groot, G. & Hollander, A.P. (1988) Manual wheelchair propulsion: effects of power output on physiology and technique. *Med Sci Sports Exerc*, **20**, 70-8.

van der Woude, L.H., van Croonenborg, J.J., Wolff, I., Dallmeijer, A.J. & Hollander, A.P. (1999) Physical work capacity after 7 wk of wheelchair training: effect of intensity in able-bodied subjects. *Med Sci Sports Exerc*, **31**, 331-41.

van der Woude, L.H., Veeger, H.E. & Rozendal, R.H. (1989) Propulsion technique in hand rim wheelchair ambulation. *J Med Eng Technol*, **13**, 136-41.

van der Woude, L.H., Veeger, H.E., de Boer, Y. & Rozendal, R.H. (1993) Physiological evaluation of a newly designed lever mechanism for wheelchairs. *J Med Eng Technol*, **17**, 232-40.

Van Mil, E., Schoeber, N., Calvert, R.E. & Bar-or, O. (1996) Optimization of force in the Wingate Test for children with a neuromuscular disease. *Med Sci Sports Exerc*, **28**, 1087-92.

Vanlandewijck, Y.C., Daly, D.J. &

Theisen, D.M. (1999) Field test evaluation of aerobic, anaerobic, and wheelchair basketball skill performances. *Int J Sports Med*, **20**, 548-54.

Vanlerberghe, J.O.C., & Slock, K. (1987). A study of wheelchair basketball skills. International Physical Activity. (pp 221-232).Champaign Illinois: Human Kinetics,

Veeger, D., van der Woude, L.H. & Rozendal, R.H. (1989) The effect of rear wheel camber in manual wheelchair propulsion. *J Rehabil Res Dev*, **26**, 37-46.

Veeger, H.E., van der Woude, L.H. V., Rozendal R. H. (1991). Within-cycle characteristics of the wheelchair push in sprinting on a wheelchair ergometer. *Med Sci Sports Exerc*, **23,** 264-272.

Veeger, H.E., Hadj Yahmed, M., van der Woude, L.H. & Charpentier, P. (1991) Peak oxygen uptake and maximal power output of Olympic wheelchair-dependent athletes. *Med Sci Sports Exerc*, **23**, 1201-9.

Veeger, H.E., Lute, E.M., Roeleveld, K. & van der Woude, L.H. (1992) Differences in performance between trained and untrained subjects during a 30-s sprint test in a wheelchair ergometer. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **64**, 158-64.

Veeger, H.E., van der Woude, L.H. & Rozendal, R.H. (1989) Wheel-chair propulsion technique at different speeds. *Scand J Rehabil Med*, **21**, 197-203.

Veeger, H.E., van der Woude, L.H. & Rozendal, R.H. (1991) Within-cycle characteristics of the wheelchair push in sprinting on a wheelchair ergometer. *Med Sci Sports Exerc*, **23**, 264-71.

Veeger, H.E., van der Woude, L.H. & Rozendal, R.H. (1992) A computerized wheelchair ergometer. Results of a comparison study. *Scand J Rehabil Med*, **24**, 17-23.

Veeger, H.E., van der Woude, L.H. & Rozendal, R.H. (1992) Effect of handrim velocity on mechanical efficiency in wheelchair propulsion. *Med Sci Sports Exerc*, **24**, 100-7.

Veeger, H.E., Lute E. M.C., Roeleveld K, and van der Woude, L.H. (1992). Differences in performance between trained and untrained subjects during a 30-s sprint test in a wheelchair ergometer. *Eur J Appl Physiol*, **64**, 158-164.

Vinet, A., Bernard, P.L., Poulain, M., Varray, A., Le Gallais, D. & Micallef, J.P. (1996) Validation of an incremental field test for the direct assessment of peak oxygen uptake in wheelchair-dependent athletes. *Spinal Cord*, **34**, 288-93.

Vinet, A., Le Gallais, D., Bernard, P.L., Poulain, M., Varray, A., Mercier, J. & Micallef, J.P. (1997) Aerobic metabolism and cardioventilatory responses in paraplegic athletes during an incremental wheelchair exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **76**, 455-61.

Warburton, D. E.; Gledhill, N.; Jamnik, V. K.; Krip, B., and Card, N. (1999). Induced hypervolemia, cardiac function, $VO_{2max}$, and performance of elite cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, **31,** 800-8.

Washburn, R.A. & Seals, D.R. (1983) Comparison of peak oxygen uptake in arm cranking. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **51**, 3-6.

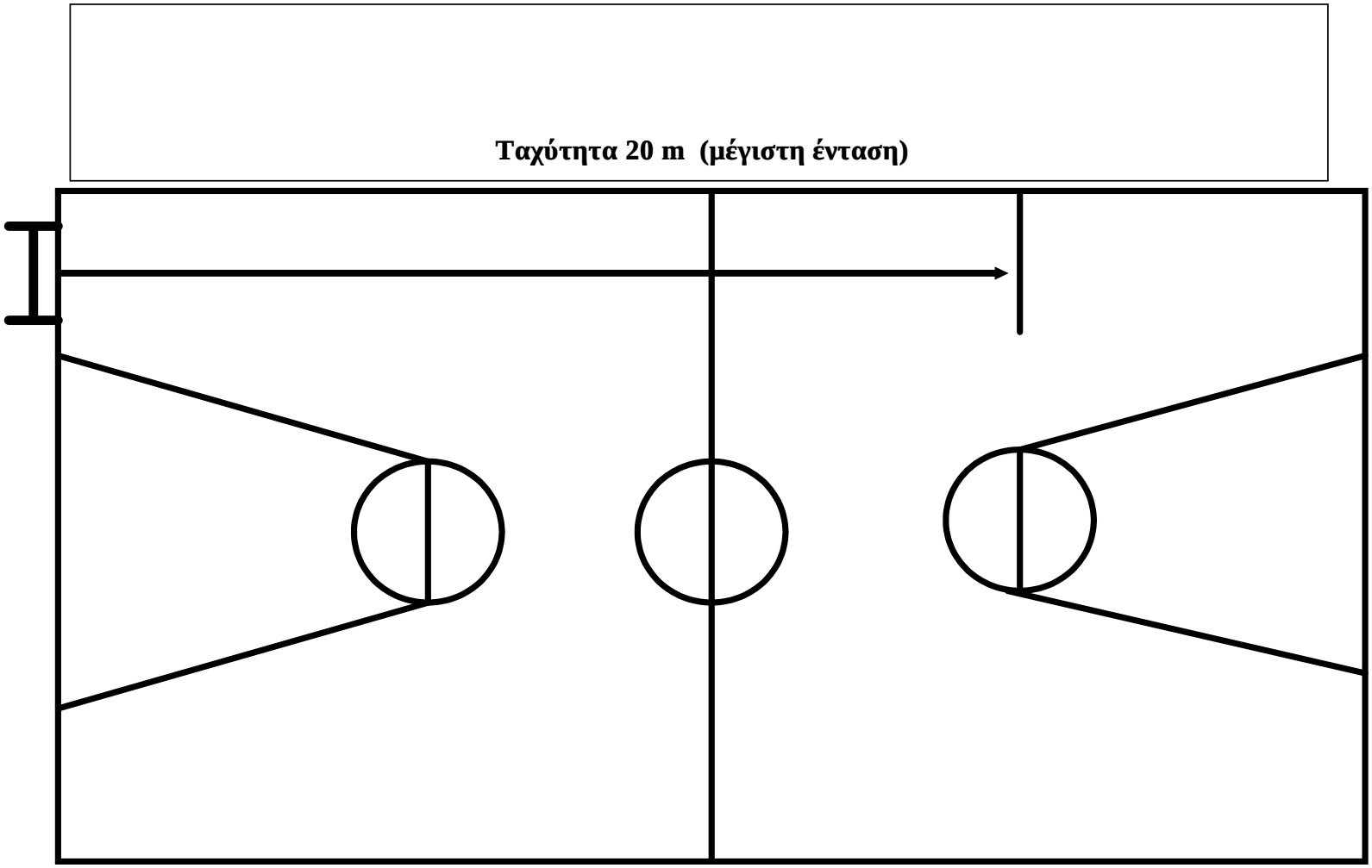
Yamasaki, M., Kim, K.T., Choi, S.W., Muraki, S., Shiokawa, M. & Kurokawa, T. (2001) Characteristics of body heat balance of paraplegics during exercise in a hot environment. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*, **20**, 227-32.

Yaspelkis, B.B. 3rd, Patterson, J.G., Anderla, P.A., Ding, Z. & Ivy, J.L. (1993) Carbohydrate supplementation spares muscle glycogen during variable-intensity exercise. *J Appl Physiol*, **75**, 1477-85.

Yaspelkis, B.B. 3rd, Scroop, G.C., Wilmore, K.M. & Ivy, J.L. (1993) Carbohydrate metabolism during exercise in hot and thermoneutral environments. *Int J Sports Med*, **14**, 13-9.

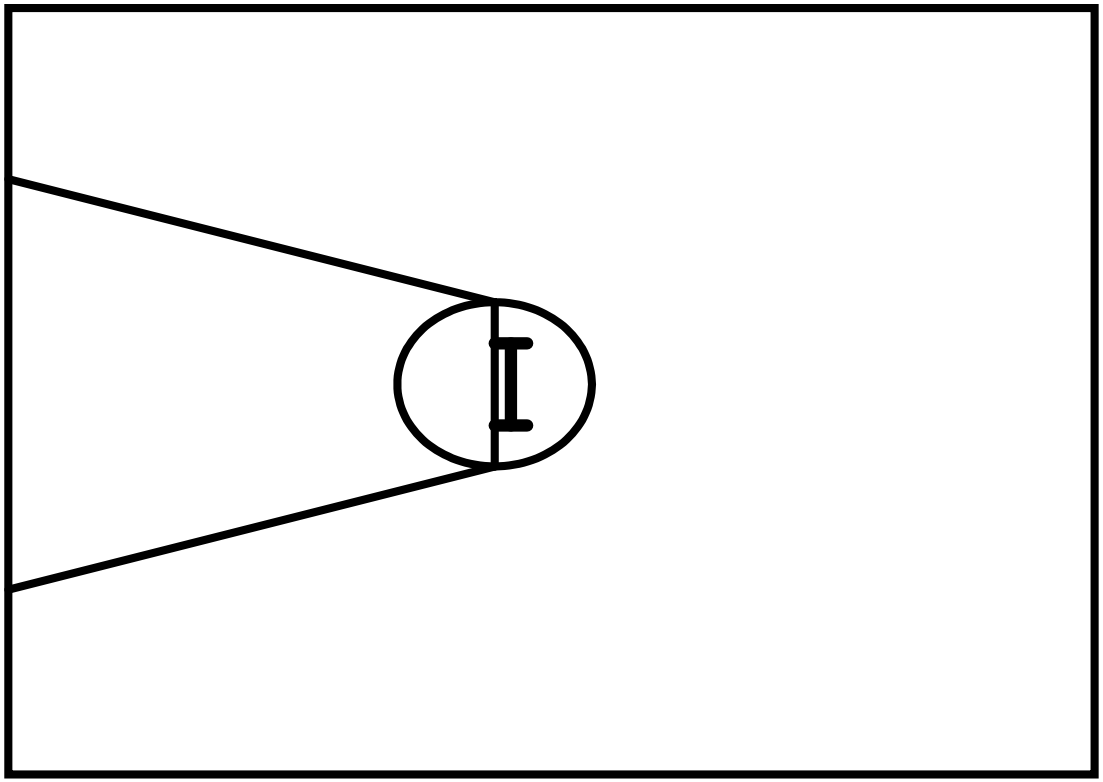
Zwiren, L.D. & Bar-Or, O. (1975) Responses to exercise of paraplegics who differ in conditioning level. *Med Sci Sports*, **7**, 94-8.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

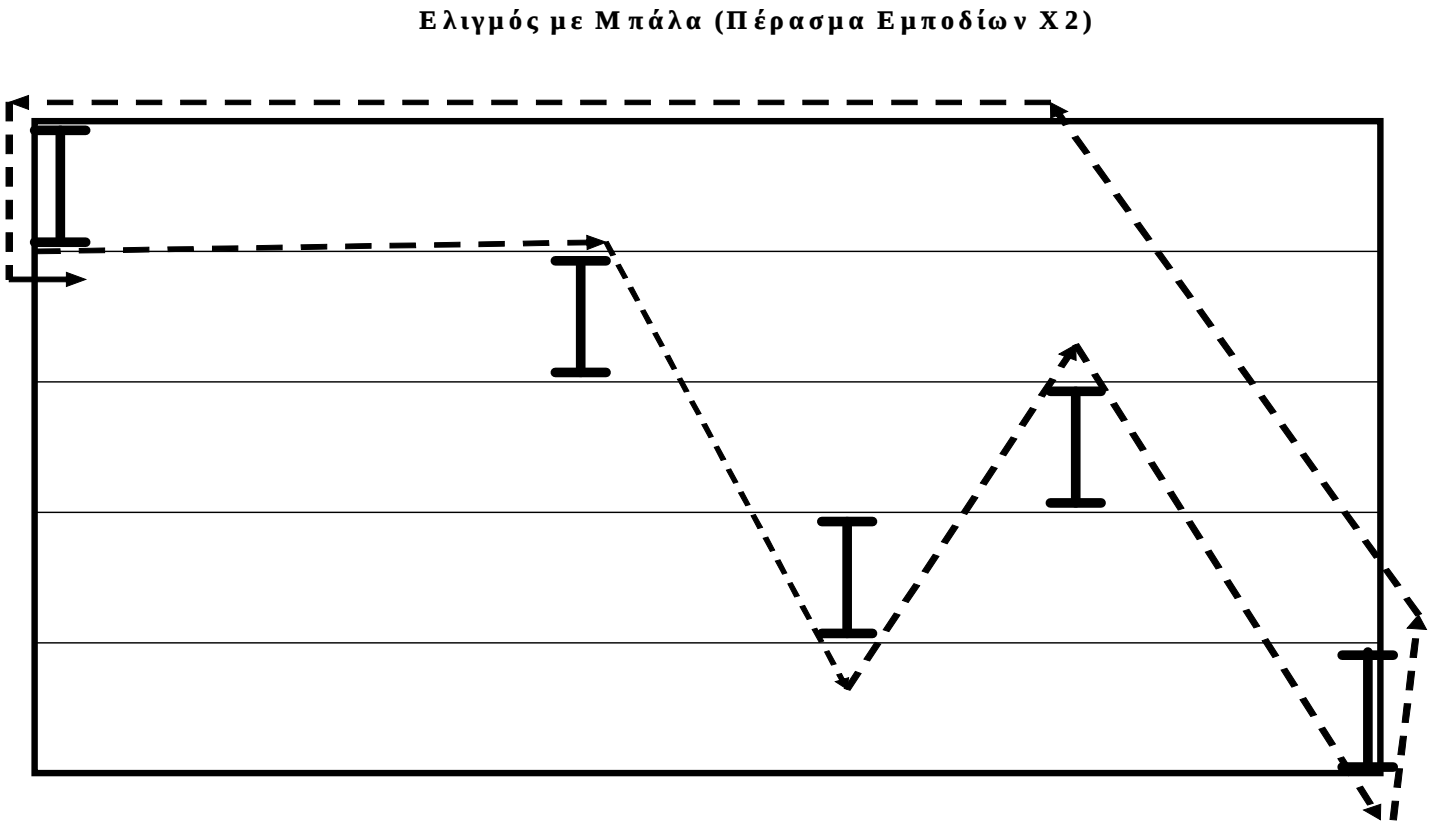



**Σχήμα Π.17.** Δοκιμασία αξιολόγησης τεχνικών ικανοτήτων καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο: ταχύτητα 20 μέτρων

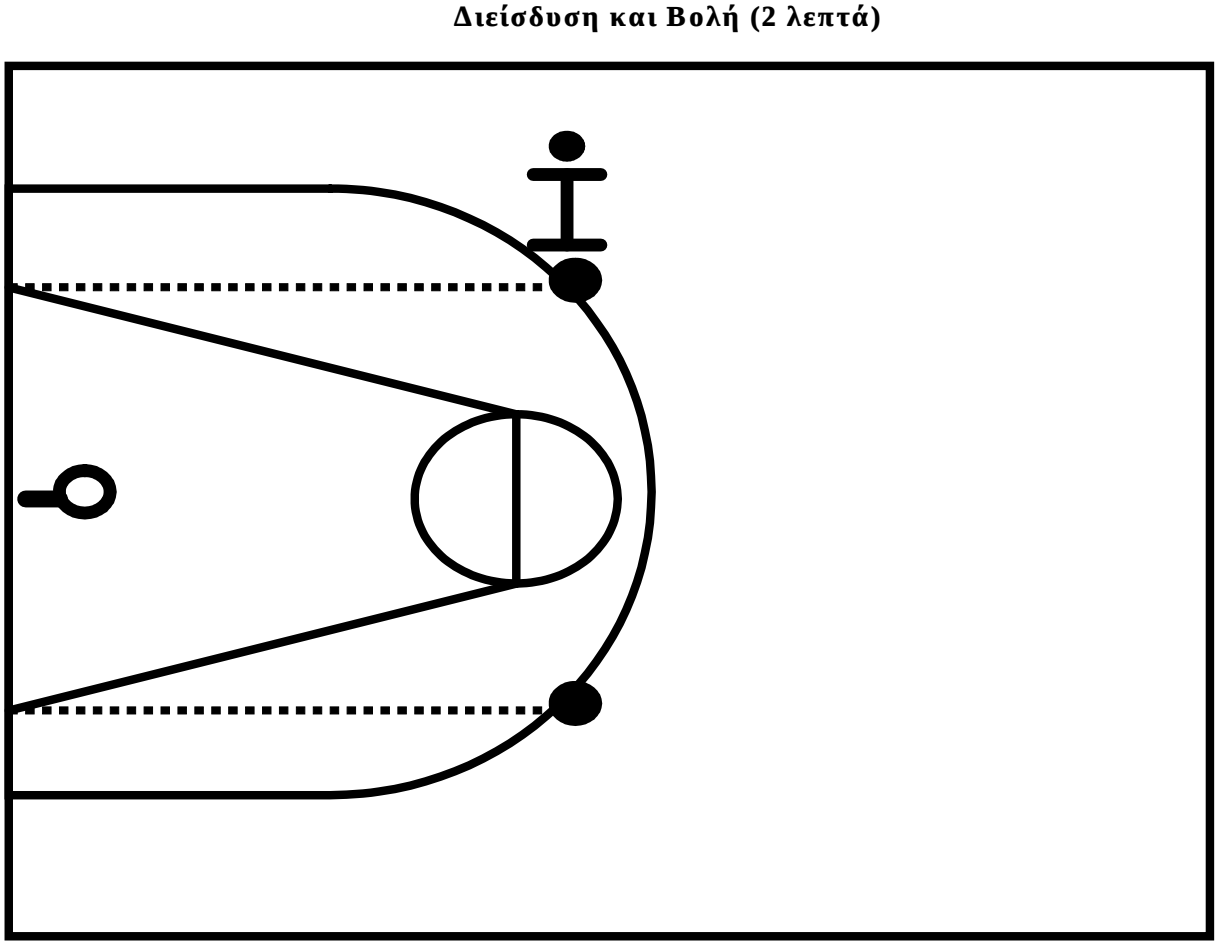
**Ελεύθερες Βολές (20Χ2)**



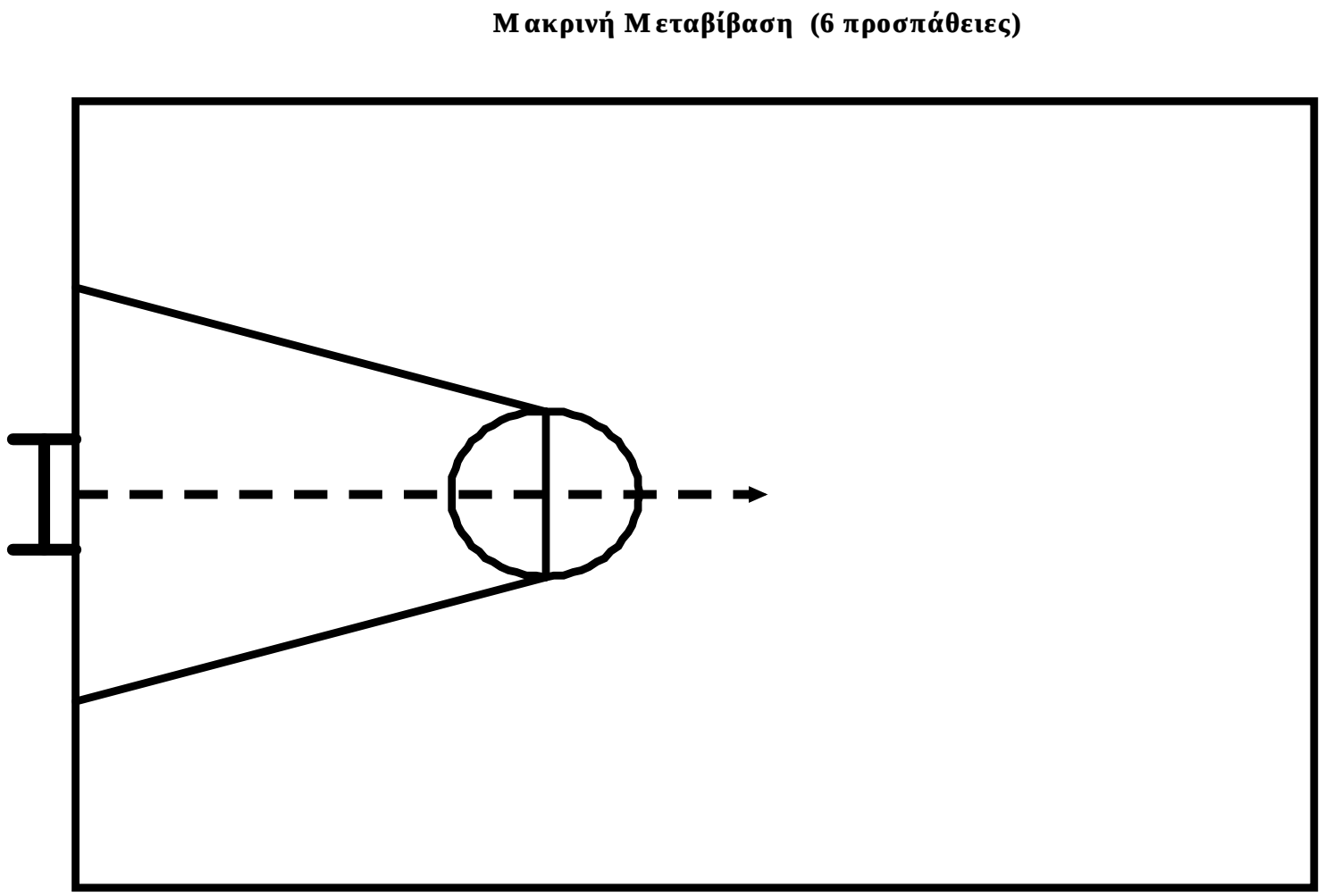
**Σχήμα Π. 18**. Δοκιμασία αξιολόγησης τεχνικών ικανοτήτων καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο: ελεύθερες βολές



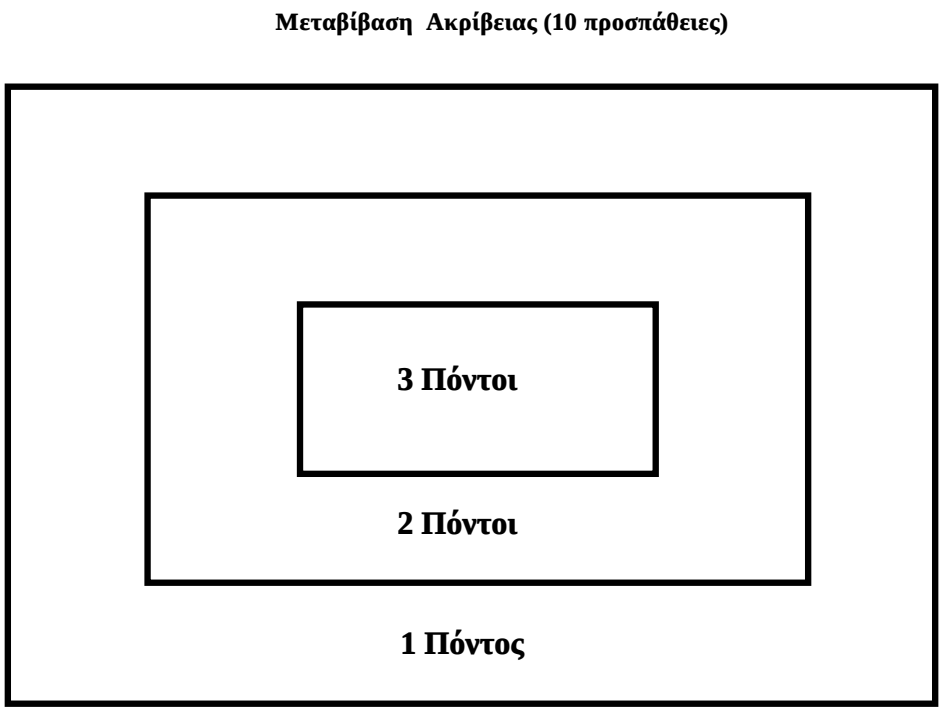

**Σχήμα Π. 19.** Δοκιμασία αξιολόγησης τεχνικών ικανοτήτων καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο: ελιγμός με μπάλα με εμπόδια



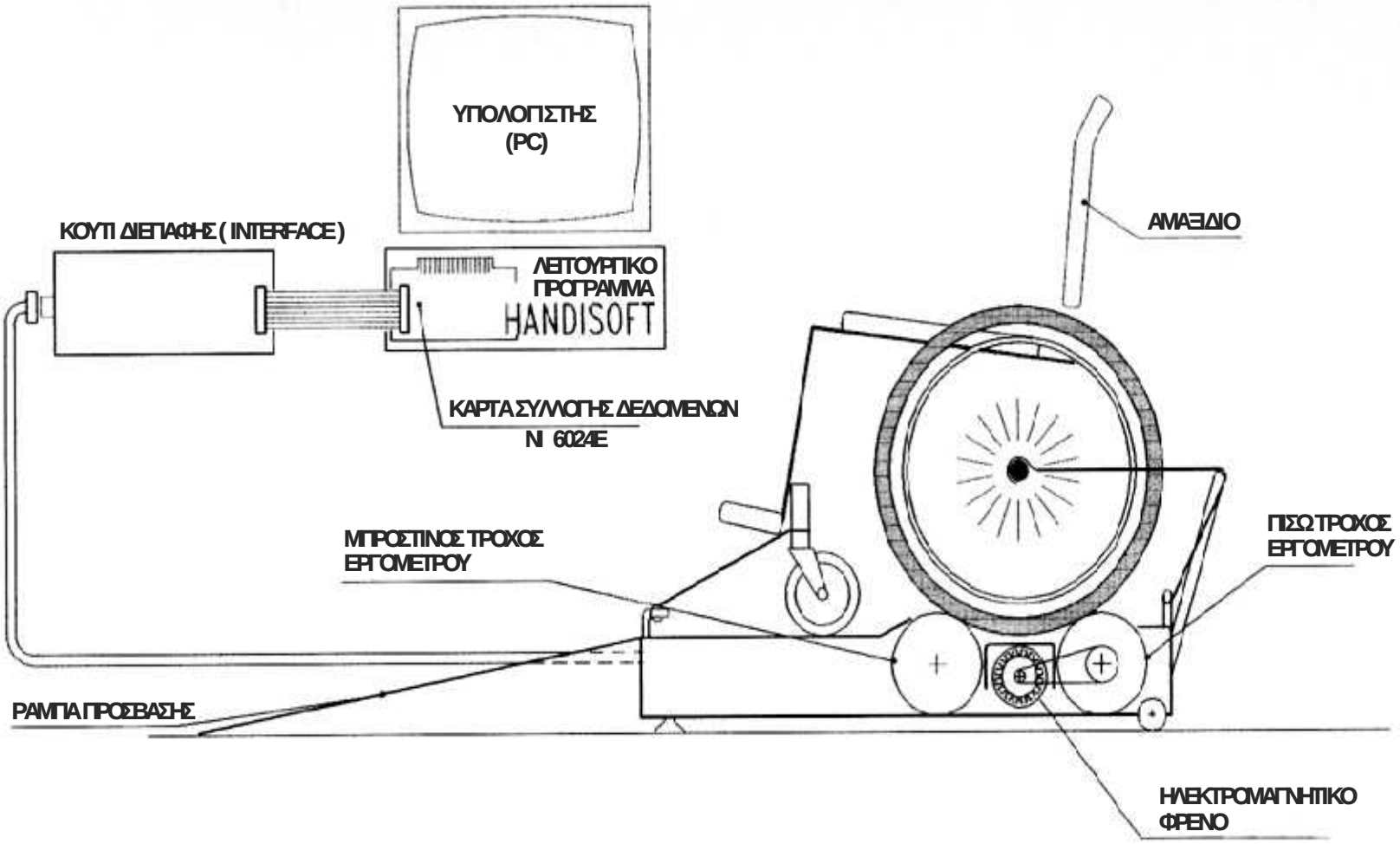

**Σχήμα Π. 20.** Δοκιμασία αξιολόγησης τεχνικών ικανοτήτων καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο: διείσδυση και βολή



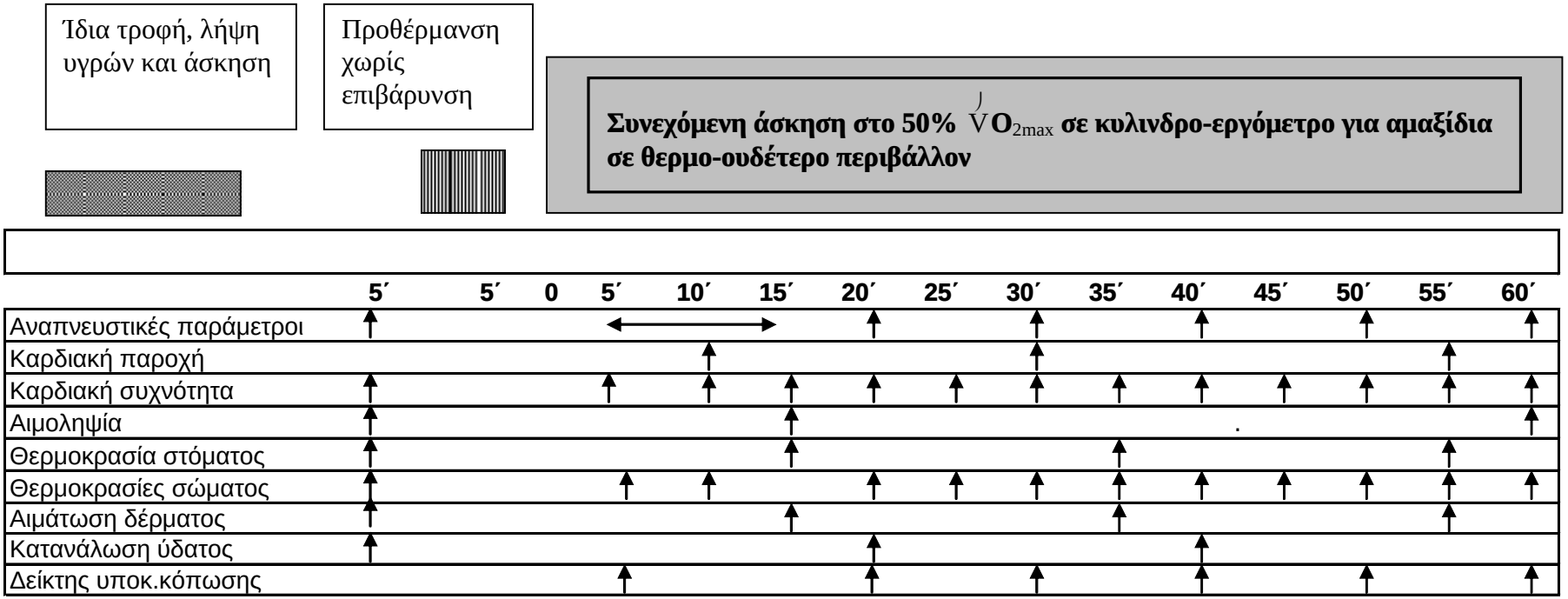

**Σχήμα Π. 21.** Δοκιμασία αξιολόγησης τεχνικών ικανοτήτων καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο: μακρινή μεταβίβαση



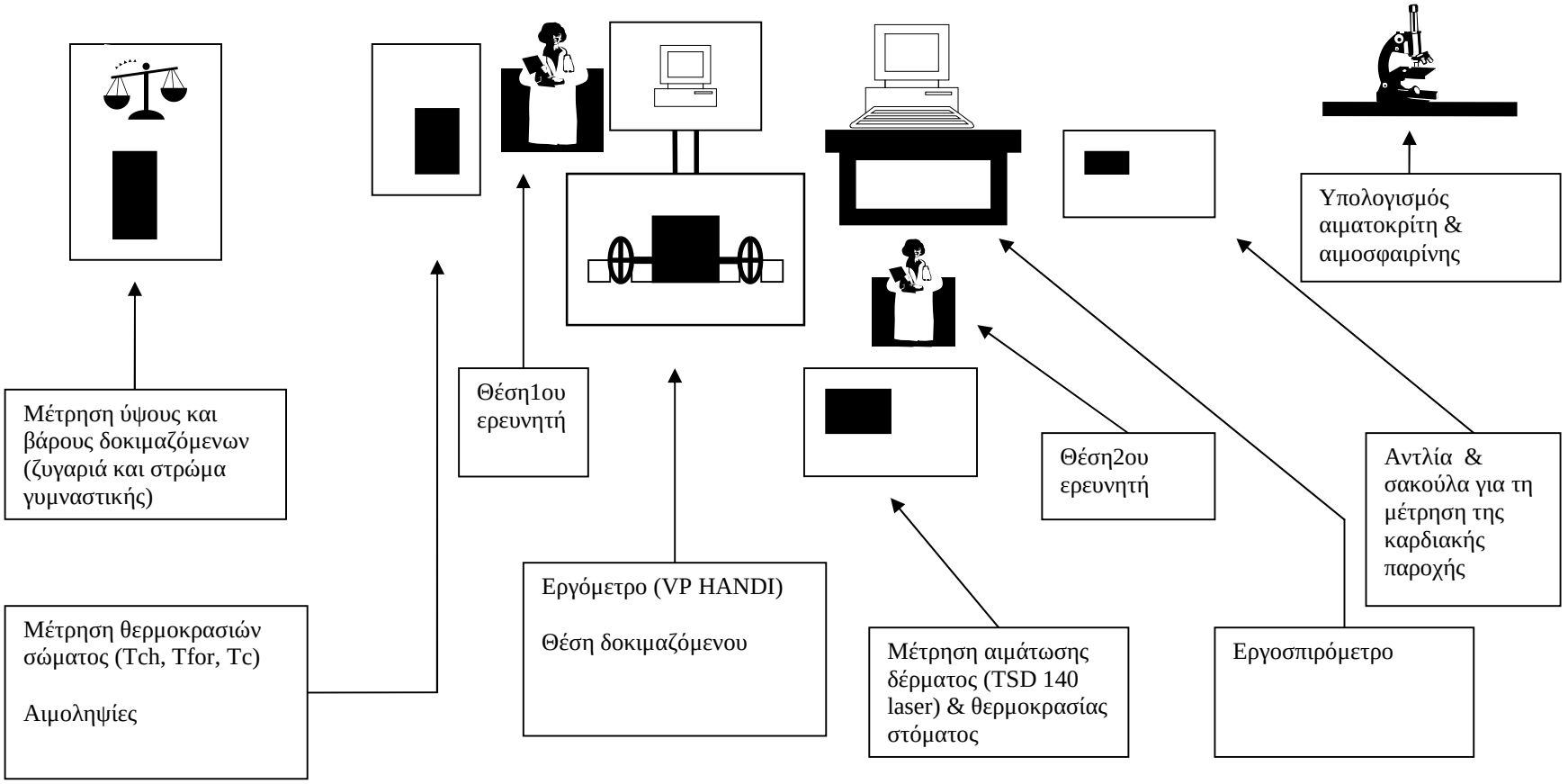

**Σχήμα Π. 22.** Δοκιμασία αξιολόγησης τεχνικών ικανοτήτων καλαθοσφαιριστών με αμαξίδιο: μεταβίβαση ακρίβειας




**Σχήμα Π. 23.** Η διάταξη του κυλινδρο-εργόμετρου που χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις πειραματικές διαδικασίες.




**Πίνακας Π. 14.** Διάγραμμα του πειραματικού πρωτοκόλλου. Συνοπτικά οι δοκιμαζόμενοι και των δύο πειραματικών ομάδων εκτέλεσαν 60λεπτη άσκηση στο 50% της $\dot{V}O_{2max}$ στο κυλινδροεργόμετρο με αφυδάτωση και ενυδάτωση, η οποία ήταν ίση με το 85 % των εφιδρωτικών απωλειών των υγρών του σώματος. Λίγο πριν την έναρξη και κατά τη διάρκεια της άσκησης μετριόνταν οι αναπνευστικές παράμετροι, η καρδιακή συχνότητα, η καρδιακή παροχή, η συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης, του αιματοκρίτη, οι θερμοκρασίες στόματος, στήθους, πήχη, κνήμης, ο ρυθμός αιμάτωσης δέρματος και η αντίληψη της κόπωσης




**Σχήμα Π. 24.** Διάταξη των συσκευών για τη συλλογή δεδομένων κατά την 60λεπτη άσκηση στο κυλινδρο-εργόμετρο στο 50% της VO2max. Για την εξήγηση των συντμήσεων δες την παράγραφο