



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΟΜΕΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ - ΚΛΙΝΙΚΟΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ

ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΘΕΣΗΣ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΣΟΦ. ΓΑΛΑΝΗΣ
ΙΑΤΡΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2007



Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από την Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνωμών του συγγραφέα Ν. 5343/32, άρθρο 202, παράγραφος 2 (νομική κατοχήρωση του Ιατρικού Τμήματος).

Ημερομηνία αίτησης του κ. Γαλάνη Δημήτριο: 14-3-2003

Ημερομηνία ορισμού Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής: 502^α/13-5-2003

Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:

Επιβλέπων

Ευαγγέλου Άγγελος Καθηγητής Φυσιολογίας Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Μέλη

Μιχάλης Λάμπρος Αναπληρωτής Καθηγητής Καρδιολογίας Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Βασιλείου Μιλτιάδης Αναπληρωτής Καθηγητής Πνευμονολογίας με έμφαση στη Φυσιολογία της Αναπνοής

Ημερομηνία ορισμού θέματος: 20-5-2003

«Καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές σε μεταβολές θέσης»

ΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ : 605^α/15-5-2007

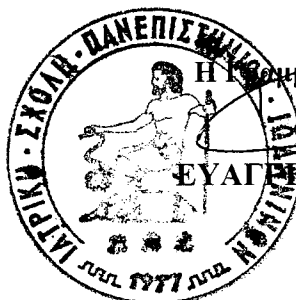
Ευαγγέλου Άγγελος	Καθηγητής	Φυσιολογίας	Ιατρικής	Σχολής
		Πανεπιστημίου Ιωαννίνων		
Μιχάλης Λάμπρος	Καθηγητής	Καρδιολογίας	Ιατρικής	Σχολής
		Πανεπιστημίου Ιωαννίνων		
Λουκάς Σωτήριος	Καθηγητής	Στατιστικής	Μαθηματικού	Τμήματος
		Πανεπιστημίου Ιωαννίνων		
Βασιλείου Μιλτιάδης	Αναπληρωτής Καθηγητής	Πνευμονολογίας με έμφαση		
		στη Φυσιολογία της Αναπνοής		
Βεζυράκη Πατρώνα	Επίκουρη Καθηγήτρια	Φυσιολογίας	Ιατρικής	Σχολής
		Πανεπιστημίου Ιωαννίνων		
Δασκαλόπουλος Γεώργιος	Επίκουρος Καθηγητής	Πνευμονολογίας	Ιατρικής	
		Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων		
Κατσούρας Χρήστος	Επίκουρος Καθηγητής	Καρδιολογίας	Ιατρικής	Σχολής
		Πανεπιστημίου Ιωαννίνων		

Έγκριση Διδακτορικής Διατριβής με βαθμό «ΑΡΙΣΤΑ» στις 18-6-2007

ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ

Επαμεινώνδας Τσιάνος

Καθηγητής Παθολογίας



Η Γραμματέας της Σχολής
ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΤΣΑΓΓΑΛΑ

Αφιερώνεται στους γονείς μου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Φυσιολογίας της Ιατρικής σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και στο Μιχαηλίδειο Καρδιολογικό κέντρο από το έτος 2003 έως και το έτος 2007.

Καταρχήν ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα της διδακτορικής διατριβής Καθηγητή Φυσιολογίας Αγγ. Ευαγγέλου για την υπόδειξη του θέματος, τη συνεχή επιστημονική καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές και υποδείξεις του καθόλη τη διάρκεια της εκπονήσεως της διατριβής αυτής.

Ευχαριστίες, επίσης, οφείλω και στα άλλα δύο μέλη της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής τον Καθηγητή Καρδιολογίας Λαμπ. Μιχάλη και τον Αν. Καθηγητή Πνευμονολογίας Μιλτ. Βασιλείου για την καθοδήγηση, τις υποδείξεις και τις εύστοχες παρατηρήσεις τους σε όλα τα στάδια της παρούσας μελέτης.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ το Μιχαηλίδειο Καρδιολογικό Κέντρο και τον Ιατρό Καρδιολόγο Κ. Λιβέρη για την ουσιαστική του συμβολή στην εκτέλεση των υπερηχογραφικών μετρήσεων της διδακτορικής διατριβής, καθώς και τη Λέκτορα Καρδιολογίας Αικ. Νάκα για την αξιολόγηση των καρδιολογικών παραμέτρων.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Φυσιολογίας, τα οποία πρόθυμα ανταποκρίθηκαν στις ανάγκες της μελέτης μου και ιδιαίτερα την Επίκ. Καθηγήτρια Φυσιολογίας Πατρώνα Βεζυράκη για την πρακτική συμβολή της κατά την εκτέλεση της διδακτορικής διατριβής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	13
1. Εισαγωγή	15
2. Προσαρμογές σε head up tilt θέση	17
3. Προσαρμογές σε head down tilt θέση	27
4. Στόχος της διδακτορικής Διατριβής	37
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	39
1. Υλικά και Μέθοδοι	41
Α. Υλικά	41
Β. Μέθοδοι	43
i) Πρώτη Φάση – Εργαστήριο Φυσιολογίας	45
ii) Δεύτερη Φάση – Μιχαηλίδειο Καρδιολογικό Κέντρο	53
iii) Στατιστική Μεθοδολογία	55
2. Αποτελέσματα	59
Α. Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης τιμών των καρδιαγγειακών παραμέτρων	61
Β. Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης τιμών των ορμονικών παραμέτρων	107
Γ. Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης τιμών των αναπνευστικών παραμέτρων	115
3. Συζήτηση	137
4. Συμπεράσματα	141
ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ	143
1. Ελληνική	145
2. Αγγλική	155
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	165

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μια από τις ικανότητες του ανθρώπινου σώματος είναι η ικανότητά του να προσαρμόζεται στις διάφορες συνθήκες , όπου χρειάζεται να λειτουργεί. Τα τελευταία χρόνια μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι φυσιολογικές προσαρμογές του σώματος στις διάφορες θέσεις. Τόσο στην καθημερινή μας ζωή, όσο και στην κλινική πρακτική υπάρχει ανάγκη κατανόησης των προσαρμογών αυτών. Για παράδειγμα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε τους συγκοπτικούς ασθενείς και τις διαγνωστικές , αλλά και θεραπευτικές ιδιότητες της θέσης σ' αυτούς. Επίσης μεγάλο ρόλο παίζει η θέση του σώματος στην απόγχεμψη σε άτομα με χρόνια αναπνευστικά προβλήματα, αλλά και σε άτομα με ορθοπεδικά προβλήματα, όπως η οσφυαλγία. Ακόμη μπορούμε να αναφέρουμε τους αεροπόρους της πολεμικής αεροπορίας και τις ιδιαίτερες φυσιολογικές προσαρμογές κατά τη διάρκεια των αεροπορικών πτήσεων και αερομαχιών, όπου το σώμα τους υποβάλλεται σε αλλαγές θέσης, αλλά και αλλαγές της επίδρασης των βαρυτικών δυνάμεων σ' αυτό. Τέλος πρέπει να αναφέρουμε και τα διαστημικά ταξίδια και τις ιδιαίτερες φυσιολογικές προσαρμογές σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας, αλλά και τις ιδιαίτερες φυσιολογικές προσαρμογές εξαιτίας της θέσης που λαμβάνουν χώρα στο σώμα αθλητών σε αθλήματα όπως της ενόργανης γυμναστικής ή των καταδύσεων.

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν διάφορες μελέτες που αφορούν τις καρδιαγγειακές , αναπνευστικές , ορμονικές, νεφρικές και άλλες προσαρμογές του σώματος στις διάφορες θέσεις.

Στη μελέτη των καρδιοαναπνευστικών αλλά και άλλων προσαρμογών πρωταρχικό ρόλο παίζει η κλίνη tilt (tilt table). Η συγκεκριμένη κλίνη μπορεί να μετακινείται γύρω από έναν κατακόρυφο άξονα, δίνοντας διάφορες κλίσεις στο σώμα του ενίοτε εξεταζομένου (πειραματόζωου ή εθελοντή.). Αδρά θα μπορούσαμε να διακρίνουμε το head up tilt test (HUT), δηλαδή τη δοκιμασία στην κλίνη tilt με το κεφάλι πάνω από το οριζόντιο επίπεδο (θετική κλίση

σώματος) και το head down tilt test (HDT). Τη δοκιμασία δηλαδή στην κλίση tilt με το κεφάλι κάτω από το οριζόντιο επίπεδο (αρνητική κλίση σώματος). Στην έρευνά μας ασχοληθήκαμε με τη διερεύνηση των φυσιολογικών προσαρμογών του ανθρώπινου σώματος στην HDT θέση. Ωστόσο για την καλύτερη κατανόηση των φυσιολογικών αυτών προσαρμογών, αλλά και των λόγων που μας οδήγησαν στη συγκεκριμένη έρευνα θα περιγράψουμε τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις μας τόσο για τις φυσιολογικές προσαρμογές σε HUT θέση, όσο και για αυτές σε HDT θέση.

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ HEAD UP TILT ΘΕΣΗ

Τα τελευταία πενήντα χρόνια το HUT χρησιμοποιείται από φυσιολόγους και γιατρούς για μελέτες πάνω στις προσαρμογές της αρτηριακής πίεσης και του καρδιακού ρυθμού στις διάφορες θέσεις, ως μοντέλο προσομοίωσης αιμορραγίας και για τη ρύθμιση της ορθοστατικής υπότασης. Επίσης έχει χρησιμοποιηθεί σε αιμοδυναμικές και νευροενδοκρινικές μελέτες στη συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια, αυτόνομες δυσλειτουργίες και υπέρταση, αλλά και ως μέθοδος έρευνας νέων φαρμάκων. Μέσα από όλες αυτές τις διεργασίες φαινόταν ότι κάποιοι παρουσίαζαν νευροκαρδιογενή συγκοπή στην ανάρροπη θέση και άλλα συμπτώματα του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Με βάση αυτά ξεκίνησε από τον Kenny et.al η χρήση του παθητικού χωρίς φαρμακολογικούς προκλητικούς παράγοντες HUT, ως μέθοδος πρόκλησης βραδυκαρδίας σε άτομα με νευροκαρδιογενή συγκοπή και το 1986 περιέγραψε τη χρησιμότητά του στη διάγνωση και θεραπεία αυτής.^{1,2}

Συγκοπή είναι η απώλεια της συνείδησης και του τόνου της όρθιας στάσης. Προ-συγκοπή είναι η απώλεια του τόνου της όρθιας στάσης όχι όμως και της συνείδησης.² Οι περισσότεροι από τους ασθενείς με ιδιοπαθή συγκοπή πάσχουν από συγκοπή μέσω νευρικού συστήματος ή νευροκαρδιογενή συγκοπή (vasovagal syncope). Σε αυτούς η καρδιαγγειακή ρύθμιση είναι σταθερή για αρκετή ώρα στην ορθοστασία και ξαφνικά προκαλείται πτώση της αρτηριακής πίεσης και του καρδιακού ρυθμού.³ Οι μηχανισμοί, ωστόσο, της ιδιοπαθούς συγκοπής δεν είναι πλήρως γνωστοί. Φαίνεται πως εμπλέκονται αγγειοδιαστολή, υπόταση, βραδυκαρδία και ελάττωση των ώσεων συμπαθητικών αγγειοσυσπαστικών νεύρων των σκελετικών μυών. Άλλοι πιθανοί μηχανισμοί ενέχουν την έκκριση ενδογενών οπιοειδών ή μονοξειδίου του αζώτου, που πιθανώς αναστέλλει συμπαθητικά νεύρα και την πρωταρχική νευρική δραστηριότητα προκαλώντας καρδιοαναστολή και ύφεση στη δραστηριότητα των αγγείων.⁴ Η μετακίνηση

του σώματος από την ύπτια στην HUT θέση (θετική κλίση) οδηγεί σε μείωση της φλεβικής επιστροφής. Αυτόματα προκαλείται αύξηση του συμπαθητικού τόνου με αντανάκλαστική ταχυκαρδία, αύξηση της συσπαστικότητας της καρδιάς και περιφερικό αγγειόσπασμο. Σε συγκοπτικούς ασθενείς η αυξημένη σε δύναμη σύσπασση σε συνδυασμό με την άδεια αριστερή κοιλία ερεθίζει μηχανικούς υποδοχείς για αύξηση της δραστηριότητας του παρασυμπαθητικού και μείωση του συμπαθητικού τόνου, προκαλώντας υπόταση ή βραδυκαρδία.² Τα τελευταία χρόνια το HUT χρησιμοποιείται ευρέως στην εκτίμηση της υπότασης και / ή της βραδυκαρδίας σε συγκοπτικούς ασθενείς. Η ανάρροπη θέση με το HUT είναι πλέον σημαντικό διαγνωστικό εργαλείο στην κλινική πράξη με ειδικότητα της τάξεως του 90%. Η ευαισθησία του είναι μέτρια, αλλά αυξάνεται εάν εφαρμοστεί μέσα σε 48 ώρες από το επεισόδιο της συγκοπής. Έτσι, προσφέρει πέρα από τη μελέτη των φυσιολογικών προσαρμογών διάγνωση και συνάμα δυνατότητα καταλληλότερης θεραπείας και εκτίμησης αυτής μέσα στο χρόνο.^{1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12,13} Επειδή η προσαρμογές του σώματος στις διάφορες θέσεις εξαρτώνται και από την ηλικία του ατόμου θα πρέπει εδώ να αναφέρουμε ότι η HUT θέση είναι χρήσιμη στη διάγνωση συγκοπής στα παιδιά. Εξαιτίας όμως της μεγαλύτερης ευαισθησίας τους χρειάζονται προσαρμογή τα πρωτόκολλα των ενηλίκων (για ειδικότητα μεγαλύτερη του 85% το HUT σε ανήλικους θα πρέπει να γίνεται στις 60 – 70 μοίρες για χρόνο μικρότερο ή ίσο των 10 λεπτών).^{14,15}

Πέρα από όλα αυτά κατά τη μετακίνηση του σώματος από την ύπτια θέση στην HUT έχουμε διάφορες προσαρμογές του κυκλοφορικού συστήματος. Έτσι, παρατηρείται κατά την οξεία μετακίνηση μείωση του όγκου παλμού, αύξηση του καρδιακού ρυθμού και μείωση του καρδιακού έργου.^{16,17,18} Με την αποκατάσταση της θέσης και την επιστροφή σε οριζόντιο επίπεδο (ύπτια θέση) προκλήθηκε αύξηση του καρδιακού έργου.¹⁸ Επίσης κατά την οξεία μετακίνηση από την ύπτια στην HUT θέση προκαλείται αύξηση της μέσης αρτηριακής πίεσης των περιφερικών αντιστάσεων, της επινεφρίνης, της νορεπινεφρίνης, της αλδοστερόνης, της ρενίνης και της βαζοπρεσίνης.

Επίσης αύξηση έχουμε στον αιματοκρίτη, στην πυκνότητα αίματος και πλάσματος και στη θωρακική βιοαντίσταση. Παρατηρείται ωστόσο μείωση στο δείκτη επιτάχυνσης ροής αίματος και στον όγκο θωρακικών υγρών, αλλά και στην πίεση παλμού.^{16,17} Στην HUT θέση η αυτόνομη ρύθμιση είναι αυτή στην οποία οφείλεται η πτώση του καρδιακού έργου. Η αρτηριακή πίεση όμως δεν ελαττώνεται, λόγω της αυξημένης περιφερικής αντίστασης.¹⁹ Με την επιστροφή στην ύπτια θέση ο καρδιακός ρυθμός πέφτει κάτω από τις προ HUT θέσης τιμές, ενώ η θωρακική αντίσταση και η αρτηριακή πίεση παρέμειναν αυξημένες.¹⁷ Ακόμα φαίνεται ότι το κλάσμα εξώθησης είναι τόσο μεγαλύτερο όσο μικρότερη είναι η θετική κλήση του σώματος. Ο καρδιακός ρυθμός μετά δύο ώρες είναι μειωμένος και αργότερα αρχίζει να επιστρέφει σε τιμές όμοιες ή και λίγο αυξημένες εκείνων της ύπτιας θέσης.²⁰ Από την ύπτια στην HUT θέση (θετική κλήση 25 μοιρών) σε υγιή άτομα αλλά και σε άτομα με αντισταθμιζόμενη υπερφόρτιση αριστερής κοιλίας έχουμε μείωση υπερηχογραφικά των διαστάσεων της αριστερής κοιλίας και του τελοδιαστολικού όγκου.²¹ Ο ρυθμός μείωσης του τελοδιαστολικού όγκου αλλά και του κλάσματος εξωθήσεως στην HUT θέση είναι μεγαλύτερος σε άτομα με νευροκαρδιογενή συγκοπή.²² Όσον αφορά την επίδραση της HUT θέσης στη στεφανιαία κυκλοφορία έχουμε να πούμε ότι κατά τη μετακίνηση από την ημικλινήρη θέση σε HUT θέση η δέσμευση οξυγόνου της αριστερής κοιλίας και η στεφανιαία αιματική ροή μειώθηκαν.²³ Αυτό, όπως φαίνεται γίνεται με μείωση της πίεσης στο στεφανιαίο κόλπο,²⁴ αλλά και άυξηση της στεφανιαίας αντίστασης.^{23,24}

Πέρα από όλα αυτά με τη βοήθεια της κλίνης tilt στην HUT θέση έγιναν και αναλύσεις στη θέση αυτή της μεταβλητότητας του καρδιακού ρυθμού (spectral analysis of heart rate variability) σε σχέση με την ύπτια θέση που παρουσιάζουν αρκετό ενδιαφέρον. Έτσι φαίνεται ότι με τη μετακίνηση σε HUT θέση έχουμε ελάττωση των υψηλών συχνοτήτων (HF) με αποτέλεσμα αύξηση του κλάσματος LF/HF όπου LF οι χαμηλές συχνότητες.^{25,26,27} Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι κάποιοι εθελοντές οι οποίοι δεν μπόρεσαν να διατηρήσουν σχετικά σταθερή αρτηριακή πίεση είχαν και πολύ μικρές έως

ασήμαντες αλλαγές στο HF και το LF/HF. Φαίνεται λοιπόν ότι οι αλλαγές των συχνοτήτων είναι δείκτης δραστηριότητας του αυτόνομου νευρικού συστήματος και σχετίζονται με την ικανότητα διατήρησης σταθερής αρτηριακής πίεσης.²⁷ Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης το γεγονός ότι σε συγκοπτικούς ασθενείς οι υψηλές συχνότητες αυξήθηκαν και το κλάσμα LF/HF μειώθηκε σε αντίθεση με τα φυσιολογικά άτομα μάλλον εξαιτίας της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας.²⁶

Η φυσιολογικές προσαρμογές όμως του σώματος στις διάφορες θέσεις είναι λογικό να εξαρτώνται άμεσα από την υγεία του εκάστοτε εξεταζομένου. Στις διάφορες ασθένειες λοιπόν τροποποιούνται με ποικίλους τρόπους. Για παράδειγμα το HUT χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση ανωμαλιών στη ρύθμιση των περιφερικών μικροαγγείων κατά τη διάρκεια της ορθόστασης σε συμφορτική καρδιακή ανεπάρκεια αλλά και μετά από μεταμόσχευση καρδιάς. Φαίνεται ότι σε αυτές τις καταστάσεις η ορθοστασία αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη παθογένεση του οιδήματος των κάτω άκρων.²⁸ Επίσης σε υπερηχογραφική μελέτη ατόμων με αριστερή καρδιακή ανεπάρκεια φαίνεται ότι κατά τη μετακίνησή τους από την ύπτια σε HUT θέση θετικής κλήσης 25 μοιρών δεν έχουμε μείωση των διαστάσεων της αριστερής κοιλίας και του τελοδιαστολικού όγκου. Αυτά σε αντίθεση με άτομα με αντισταθμιζόμενη υπερφόρτιση αριστερής κοιλίας. Άρα ο όγκος του προφορτίου δεν είναι υπεύθυνος για τις προσαρμογές λόγω θέσης σε ασθενείς με αριστερή καρδιακή ανεπάρκεια σε αντίθεση με τους υγιείς.²¹ Τέλος, φαίνεται ότι ασθενείς με συμφορτική καρδιακή ανεπάρκεια έχουν φυσιολογική ολική ποικιλότητα πίεσης αίματος κατά την ύπτια θέση, αλλά δεν μπορούν να αυξήσουν αυτή ως ανταπόκριση στην HUT θέση. Επίσης έχουν καταπιεσμένα LF (χαμηλές συχνότητες) σε ανάλυση του καρδιακού ρυθμού τους (spectral analysis of heart rate variability) τόσο σε ύπτια όσο και σε ανάρροπη θέση.²⁹

Μελέτες σε άτομα με ιδιοπαθή υπέρταση έδειξαν ότι σε αυτούς παρατηρείται μείωση στις διακυμάνσεις των R-R διαστημάτων καθώς επίσης και μείωση στην ευαισθησία του αντανεκλαστικού τασεουποδοχέων

(Baroreflex sensitivity). Ωστόσο σε ανάλυση ταχυτήτων της αιματικής ροής του δέρματος έχουμε αύξηση των χαμηλών ταχυτήτων στους φυσιολογικούς όχι όμως και στους υπερτασικούς.³⁰ Τέλος μπορούμε να πούμε ότι άτομα με υπέρταση και φυσιολογική γεωμετρία της αριστερής κοιλίας παρουσίασαν φυσιολογική ανταπόκριση στην HUT θέση. Αντίθετα, άτομα με υπέρταση και υπερτροφία αριστερής κοιλίας εμφάνισαν αλλαγές της αυτόνομης ρύθμισης που πιθανώς οφείλονται σε μειωμένη ευαισθησία των αδρενεργικών υποδοχέων.³¹

Εκτός από όλα αυτά σκόπιμο είναι να αναφέρουμε ότι σε ασθενείς με νευροκαρδιογενή συγκοπή η ανταποκρίσεις στην HUT θέση φαίνεται να οφείλονται σε μειωμένη νευρογενή και αυξημένη ενδοκρινή συμπαθητική δράση. Αυτό γιατί ενώ έχουμε αύξηση της επινεφρίνης και νορεπινεφρίνης έχουμε μείωση της αρτηριακής πίεσης στην HUT θέση.³² Επίσης από μελέτες σε άτομα με χρόνια κολπική μαρμαρυγή φαίνεται ότι έχουμε μείωση στο δεσπόζον κολπικό κυκλικό μήκος (DACL) σε HUT θέση λόγω αύξησης του συμπαθητικού και μείωσης του παρασυμπαθητικού. Αυτά, ενώ ο καρδιακός ρυθμός αυξάνεται σε κατακόρυφη θέση θετικής κλήσης 90 μοιρών χωρίς αλλαγές στην αρτηρική πίεση.³³ Μελέτες δείχνουν ότι σε ασθενείς με μεσοσυστολικά κλικ ή μετασυστολικά φυσήματα, τα κλικ εμφανίζονται γρηγορότερα στη συστολή και τα φυσήματα γίνονται μακρύτερα και πιο ηχηρά κατά την HUT θέση. Η εντονότερη συστολική πρόπτωση των μιτροειδικών γλωχίνων (ίσως και η πρώιμη επαναφορά στην αρχική τους θέση) μαζί με μειωμένο όγκο της αριστερής κοιλίας στην HUT θέση προκαλούν τις μεταβολές αυτές.³⁴ Επίσης παρατηρήθηκε ότι σε άτομα με διατακική μυοκαρδιοπάθεια και σε φυσιολογικά άτομα η HUT θέση προκάλεσε μείωση της δεξιάς και της αριστερής κοιλίας. Επίσης η πρώιμη ανώτατη ταχύτητα ροής δια της μιτροειδούς και της τριγλώχινος βαλβίδος ελαττώθηκε ενώ οι μεταγενέστερες ταχύτητες ροής έμειναν ανεπηρέαστες. Επίσης η μέγιστη ταχύτητα ροής από τις πνευμονικές φλέβες ήταν μειωμένη στη συστολή ενώ κατά τη διαστολή ήταν ανεπηρέαστη. Η διαφορά με τους φυσιολογικούς εθελοντές είναι ότι και μικρές ακόμα αλλαγές στη μείωση του προφορτίου

προκάλεσαν πιο εμφανείς αλλαγές στην αριστερή κοιλία των ατόμων με διατακτική καρδιοπάθεια.³⁵ Τέλος, υπάρχει και το σύνδρομο της αναπνευστικής αρρυθμίας (RSA) στο οποίο ενώ οι διακυμάνσεις της μέσης αρτηριακής πίεσης ενισχύονται σε ύπτια θέση σε HUT θέση ρυθμίζονται.³⁶

Διαφορές στις φυσιολογικές προσαρμογές έχουμε και ανάλογα με την ηλικία. Φαίνεται, λοιπόν, ότι η αυτόνομη απάντηση ανάμεσα σε νέους και σε ηλικιωμένους διαφέρει στη HUT θέση. Οι νέοι έχουν αυξημένη αυτόνομη ρύθμιση, ενώ οι ηλικιωμένοι πιο μετριασμένη απάντηση.³⁷ Λεπτομερέστερα βλέπουμε από έρευνες ότι ενώ στους νέους κατά τη μετακίνησή τους σε HUT θέση το κλάσμα των συχνοτήτων LF/HF αυξάνεται, σε ηλικιωμένους δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα.³⁷ Επίσης, ενώ στους νέους τελικά μειώνεται ο καρδιακός ρυθμός σε HUT θέση η ευαισθησία του αντανακλαστικού τασεουποδοχών επίσης μειώνεται και αυξάνεται η μεταβλητότητα της συστολικής πίεσης, στους ηλικιωμένους όλα μειώνονται και οι μεταβολές είναι αριθμητικά μικρότερες. Η ρύθμιση, ωστόσο, της αρτηριακής πίεσης στους ηλικιωμένους γινόταν ικανοποιητικά. Η διαφορά είναι ότι ενώ στους ηλικιωμένους οι ανταποκρίσεις στη HUT θέση γίνονται με αγγειακές προσαρμογές στους νέους γίνονται με προσαρμογές καρδιακού ρυθμού.³⁸ Το HUT οδηγεί σε μέσο χρόνο τα 9.2 min σε πτώση της πίεσης μεγαλύτερη των 20mmHg. Η συχνότητα της πτώσης αυτής σχετίζεται με την ηλικία και είναι 30% σε άτομα με μέσο όρο ηλικίας τα 76 έτη και μόνο 5% σε άτομα με μέσο όρο ηλικίας τα 54 έτη και 9.5% σε μέσο όρο ηλικίας τα 33 έτη.³⁹ Επίσης, οι ηλικιωμένοι εμφανίζουν μικρότερη αύξηση του καρδιακού ρυθμού και της διαστολικής πίεσης και η συστολική πίεσή τους μειώνεται σε σχέση με τους νέους στην HUT θέση,⁴⁰ ενώ παρουσιάζουν και μικρότερη προσαρμογή στη ροή αίματος στο βραχίονα (μειωμένη δραστικότητα συμπαθητικών νεύρων) [83]. Τέλος, φαίνεται ότι σε σύγκριση της ταχύτητας ροής αίματος δια της μιτροειδούς δεν υπάρχουν ιδιαίτερες διαφορές σχετιζόμενες με την ηλικία.⁴¹

Εκτός από την ηλικία οι φυσιολογικές προσαρμογές επηρεάζονται και από άλλους παράγοντες. Έτσι σε συγκριτική δοκιμασία σε HUT θέση μετά

από τέσσερις ώρες ανάμεσα σε γυμνασμένους και σε αγύμναστους, βρέθηκε ότι όσοι δεν είχαν καλή φυσική κατάσταση είχαν αυξημένη έκκριση βαζοπρεσσίνης (arginine vasopressin – AVP).⁴² Ακόμη, σε μελέτη πάνω σε νεογνά φαίνεται ότι η HUT θέση προκαλεί ταχυκαρδία. Αυτή ακολουθείται από βραδυκαρδία και τελικά σταθεροποιείται σε επίπεδα παρόμοια της ύπτιας θέσης σε τριάντα δευτερόλεπτα. Ο καρδιακός ρυθμός και η μεταβλητότητα αυτού, φαίνεται να μην εξαρτώνται από το αν η μητέρα είναι καπνίστρια ή όχι, αλλά από την ηλικία του νεογνού. Επίσης, φαίνεται ότι ο απίστομος (μπρούμυτος) ύπνος ελαττώνει τις προσαρμογές στην HUT θέση.⁴³

Εκτός από τα παραπάνω βλέπουμε ότι κατά τη HUT θέση τα κεντρικά ορθοστατικά αγγειοσυσπαστικά αντανakλαστικά στους μυς είναι φυσιολογικά σε αντίθεση με τα τυπικά φλεβοαρτηριακά που είναι ελαφρώς μειωμένα. Αυτό, πάντως, δε φαίνεται να εναλλάσσει τη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης κατά την HUTθέση.⁴⁴ Πάντως, άλλες έρευνες αναφέρουν ότι κατά τη διάρκεια της HUT θέσης η συμπαθητική αγγειοσυσπαστική δραστηριότητα αυξάνεται προκαλώντας αύξηση της αιματικής ροής στους σκελετικούς μυς η ροή όμως δεν αυξάνεται και στον υποδόριο ιστό, ο οποίος φαίνεται ανεξάρτητος των καρωτιδικών τασεοϋποδοχέων.⁴⁵ Τέλος, υπάρχει ακόμα μια μελέτη, η οποία αναφέρει ότι η συμπαθητική δραστηριότητα των μυών δεν παρουσιάζει διαφορά στη HUT θέση. Γίνεται μάλιστα και σύγκριση ανάμεσα σε θέση θετικής κλίσης 60 μοιρών πριν και μετά από HDT θέση αρνητικής κλίσης 6 μοιρών και δεν παρατηρείται καμιά διαφορά. Ωστόσο μετά από 120 μέρες σε HDT θέση στις 6 μοίρες η συμπαθητική δραστηριότητα των μυών ήταν αυξημένη.⁴⁶

Μπορούμε, επίσης, να αναφέρουμε διάφορες χρήσεις της HUT θέσης σε συνδυασμό με τις φυσιολογικές προσαρμογές σε αυτή. Έτσι, όσον αφορά χειρουργικές τακτικές, σε θέση θετικής κλίσης του σώματος 15 μοιρών, μαζί με πνευμοπεριτόναιο, παρατηρήθηκε αύξηση του δείκτη ενδοθωρακικού όγκου αίματος, αλλά και του δείκτη συστηματικής αγγειακής αντίστασης. Ωστόσο ο καρδιακός ρυθμός παρέμεινε σταθερός.⁴⁷ Επίσης, επιστρέφοντας στις χρήσεις της HUT θέσης στη νευροκαρδιογενή συγκοπή υπάρχουν έρευνες

σύγκρισης των αιμοδυναμικών αλλαγών ανάμεσα στην παθητική ορθοστασία (HUT θέση) και την ενεργητική λήψη της όρθιας στάσης. Φαίνεται, λοιπόν, ότι στα πρώτα 30 sec η ενεργητική ορθόσταση προκαλεί μεγαλύτερη πτώση της αρτηριακής πίεσης και μεγαλύτερη αύξηση του καρδιακού ρυθμού σε σχέση με την παθητική ορθοστασία. Επίσης, προκαλεί μεγαλύτερη αύξηση του καρδιακού έργου και αξιοσημείωτη μείωση των περιφερικών αντιστάσεων. Στα επόμενα στάδια της έρευνας από 1 έως και τα 7 min δεν υπήρχαν διαφορές ανάμεσα στην HUT ορθόσταση και στην ενεργητική ορθόσταση.⁴⁸ Άλλη μια έρευνα αναφέρει έναν ιδιαίτερο τρόπο θεραπείας της νευρογενούς ορθοστατικής υπότασης, χάρη στη χρήση της HUT θέσης. Συγκεκριμένα ο ύπνος στη θέση αυτή με χαμηλές δόσεις φλουντροκορτιζόνης ελαττώνει τα ορθοστατικά συμπτώματα αυξάνοντας την πίεση αίματος στην ορθοστασία. Το αποτέλεσμα αυτό οφείλεται σε μετατροπή της ορθοστατικής μείωσης του καρδιακού έργου. Τελευταίες πληροφορίες αναφέρουν ότι, ίσως ενέχεται το γεγονός, ότι ο όγκος υγρών κατανέμεται στον περιαγγειακό και όχι στον ενδαγγειακό χώρο.⁴⁹ Όσον αφορά τα άτομα με νευροκαρδιογενή συγκοπή, εκτός από την παρακολούθηση και εκτίμησης της θεραπείας τους, φαίνεται από μελέτες ότι η HUT θέση χρησιμοποιείται σε προγράμματα ορθοστατικής προπόνησης. Σ' αυτά οι ασθενείς τοποθετούνται σε HUT θέση απέναντι από έναν τοίχο δύο φορές τη μέρα για 30 min την κάθε φορά. Η έρευνα έγινε σε 28 ασθενείς και μετά από 18 – 30 μέρες έγινε εκτίμηση με δοκιμασία HUT. Δεν παρατηρήθηκε συγκοπή σε κανέναν από τους 28 ασθενείς.⁵

Οι παραπάνω προσαρμογές, που περιγράψαμε στην HUT θέση αφορούν το κυκλοφορικό, κυρίως, σύστημα. Πέρα από αυτές, όμως, υπάρχουν αρκετές έρευνες που ασχολούνται με τις προσαρμογές του αναπνευστικού συστήματος, αλλά και της πνευμονικής κυκλοφορίας στην θέση HUT.

Έτσι, λοιπόν, είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι κατά τη μετακίνηση του σώματος από την ύπτια στην HUT θέση δεν έχει παρατηρηθεί αλλαγή στο ρυθμό αερισμού. Όμως κατά την επιστροφή στην αρχική ύπτια θέση

σημειώθηκε αύξηση του αναπνεόμενου όγκου αέρα (tidal volume) αύξηση της πίεσης του CO_2 (PCO_2) στον εκπνεόμενο αέρα καθώς και μείωση της μερικής πίεσης του O_2 (PO_2) στον εκπνεόμενο αέρα. Η ρύθμιση του αερισμού κατά τη μετακίνηση στην HUT θέση αλλάζει. Αυτό φαίνεται από έρευνα που έγινε στις $+75^\circ$ HUT θέση. Σε αυτή, λοιπόν, μετρήθηκαν και βρέθηκαν σε φυσιολογικά άτομα ότι ο κατά λεπτό εκπνευστικός αερισμός (VE) αυξήθηκε. Ο αναπνεόμενος όγκος αυξήθηκε όπως αυξήθηκε και το ισοζύγιο αερισμού ($\text{VE}/\text{V}.\text{CO}_2$). Η τελoαναπνευστική όμως μερική πίεση του CO_2 μειώθηκε όπως μειώθηκε και η διαδερμική εκπνοή του διοξειδίου του άνθρακα. Ωστόσο ο νεκρός χώρος (VD/VT) και η απόδοση του διοξειδίου του άνθρακα ($\text{V}.\text{CO}_2$) παρέμεινα σταθερές.⁵⁰

Σημαντικές, όμως, είναι και οι φυσιολογικές προσαρμογές της πνευμονικής κυκλοφορίας στις διάφορες θέσεις. Όσον αφορά δε την HUT θέση φαίνεται ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ καρδιάς και πνευμόνων στη θέση αυτή αυξάνει την πνευμονική ενδοτικότητα. Αυτό σημαίνει ότι γίνεται πιο εύκολη η επιστροφή αίματος από τους πνεύμονες στην καρδιά. Έτσι προκαλείται μειωμένη επιστροφή αίματος προς τους πνεύμονες.⁵¹ Από μελέτες πάνω σε υγιή άτομα φαίνονται σαφείς αλλαγές της πνευμονικής κυκλοφορίας. Έτσι, λοιπόν, παρατηρούμε ότι ο πνευμονικός όγκος αίματος (PBV) ελαττώνεται. Επίσης ελαττώνεται ο καρδιακός δείκτης και μαζί με αυτόν ο διαστολικός όγκος της δεξιάς κοιλίας. Όσον αφορά τις πιέσεις της πνευμονικής αρτηρίας και φλέβας φαίνεται ότι ελαττώνεται τόσο η μέση πνευμονική αρτηριακή πίεση όσο και η μέση πνευμονική φλεβική πίεση. Τέλος, έχουμε και μείωση της μέσης πίεσης του δεξιού κόλπου. Όλες αυτές οι μειώσεις λαμβάνουν χώρα στα πρώτα 4 min της HUT θέσης. Μετρήσεις μέχρι και 30 min από τη λήψη της θέσης αυτής αναφέρουν καθόλου έως ασήμαντες αλλαγές στους παραπάνω δείκτες. Σύμφωνα με την ίδια μελέτη το μεγαλύτερο και καθοριστικότερο ρόλο στη μείωση του πνευμονικού όγκου αίματος στην ανάρροπη θέση των $+75^\circ$ παίζει η φλεβική επιστροφή στη δεξιά καρδιά.⁵²

Πέρα από όλα αυτά είναι σκόπιμο να αναφέρουμε έρευνες που σχετίζονται με την ορθοστατική απάντηση του αναπνευστικού στην υποξία

(hypoxic ventilatory response). Φαίνεται λοιπόν ότι κατά τη μεταφορά από την ύπτια σε HUT θέση θετικής κλίσης $+85^\circ$ σε φυσιολογικά άτομα η ορθοστατική απάντηση του ορθοστατικού στην υποξία αυξάνεται. Στην προσπάθεια ερμηνείας του φαινομένου αυτού θεωρήθηκε κύριος υπαίτιος η κεντρική υπογκαιμία. Η όλη προσαρμοστική διεργασία αποδόθηκε στην κεντρική δράση αρτηριακών αλλά και καρδιοπνευμονικών τασεουποδοχέων.⁵³ Εκτός από όλα αυτά φαίνεται ότι οι αλλαγές αερισμού με βάση μετρήσεις στις αλλαγές του εισπνεόμενου διοξειδίου του άνθρακα ήταν μεγαλύτερες σε οποιαδήποτε ανάρροπη θέση έπαιρνε το σώμα με τη βοήθεια της κλίνης tilt σε σχέση με την ύπτια θέση. Αυτή η αλλαγή σημαίνει ότι ο ρόλος της χημειοαντανακλαστικής ρύθμισης της αναπνοής σε καρδιαγγειακή αστάθεια σε μη ορθοστατική ανοχή είναι σημαντικός, όπως αναφέρεται στην ίδια έρευνα κάτι τέτοιο χρήζει περαιτέρω μελέτη για την καλύτερη κατανόηση φυσιολογικών και παθοφυσιολογικών μηχανισμών αλλά και κλινικής χρήσης αυτών.⁵⁴

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ HEAD DOWN TILT ΘΕΣΗ

Όπως είπαμε και προηγουμένως εκτός από τις προσαρμογές στις HUT θέσεις μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι προσαρμογές του σώματος σε θέσεις αρνητικής κλίσης (ανάρροπη θέση). Οι περισσότερες μελέτες που γίνονται γύρω από αυτό το θέμα στηρίζονται και αυτές στην κλίση tilt και ειδικότερα στο head down tilt test (HDT).

Το ενδιαφέρον για τις προσαρμογές στην HDT θέση ξεκίνησε τα τελευταία χρόνια με την ανάπτυξη της ιατρικής του διαστήματος. Το 75% των αστροναυτών νιώθει λιποθυμία καθώς βρίσκονται ξανά όρθιοι μετά την προσγείωσή τους στη γη. Οι αστροναύτες που πήραν μέρος στις διαστημικές αποστολές Gemini και Apollo παρουσίασαν μειωμένη αεροβική ικανότητα. Επίσης γνωρίζουμε πως όλοι οι μύες, και ειδικότερα αυτοί που στηρίζουν την όρθια στάση του σώματος, ατροφούν και χάνουν τη δύναμή τους κατά τη διαστημική πτήση. Παρόμοιες αλλαγές συμβαίνουν και στα οστά των κάτω άκρων και της σπονδυλικής στήλης, τα οποία χάνουν το ασβέστιο και γίνονται πιο εύθραυστα. Η κινητικότητα του στομάχου μειώνεται, το ίδιο και η απορρόφηση ασβεστίου από το έντερο. Το ανοσοποιητικό σύστημα καταστέλλεται και παρουσιάζουν συχνά δυσκολία στο να κοιμηθούν καλά τη νύχτα, καθώς και στη διατήρηση της ισορροπίας και του συγχρονισμού τους.

⁸⁷ Οι αστροναύτες όταν επιστρέψουν στη γη παρουσιάζουν μειωμένη μάζα ερυθρών αιμοσφαιρίων και υπογκαιμία. Μόλις σταθούν όρθιοι στη γη ο καρδιακός τους ρυθμός γίνεται ακανόνιστος, η αρτηριακή πίεση πέφτει και μερικοί μπορεί να παρουσιάσουν ακόμη και συγκοπή.⁵⁵ Φαίνεται λοιπόν ότι η έκθεση σε μικροβαρύτητα ή και σε απόλυτες συνθήκες έλλειψης βαρύτητας προκαλεί αλλαγές στο ανθρώπινο σώμα. Με επανάκτηση της βαρύτητας η αύξηση του καρδιακού ρυθμού, η αποτυχία διατήρησης της αρτηριακής πίεσης και ο περιορισμός της πίεση σφυγμού οδηγούν σε προσυγκοπτικά ή συγκοπτικά φαινόμενα.⁵⁶

Όλες αυτές οι διαταραχές των φυσιολογικών λειτουργιών είναι αποτέλεσμα της απομάκρυνσης του ανθρώπινου σώματος από την επίδραση της βαρύτητας. Ήταν σημαντική η διερεύνηση του τρόπου και των αιτιών των διαταραχών αυτών και ιδιαίτερα η αναζήτηση τρόπων προστασίας της υγείας των αστροναυτών^{87,88}. Πολλές από τις προσαρμογές σε συνθήκες μικροβαρύτητας παραμένουν στη γη ως ορθοστατική υπόταση και αστάθεια, κάτι που δε διασφαλίζει υγεία και αίσθημα ασφάλειας. Η ανάπτυξη των μετρήσεων των φυσιολογικών προσαρμογών σε διαστημική πτήση, αλλά και σε γήινα ανάλογα είναι πολύ σημαντική για τα διαστημικά ταξίδια αλλά και για την επίλυση κλινικών προβλημάτων.⁵⁷

Στα τέλη της δεκαετίας του 1950 ο Whedon σε μια ανασκόπηση των αποτελεσμάτων μελετών σχετικά με την πολιομυελίτιδα προέβλεψε ότι οι αστροναύτες θα εμφάνιζαν απώλεια ασβεστίου στα οστά τους ακριβώς όπως και οι φοιτητές ιατρικής κατά την κατάκλιση. Αυτός ήταν ο τρόπος με τον οποίο υιοθετήθηκε η μέθοδος της κατάκλισης ως μοντέλο προσομοίωσης των επιδράσεων της έλλειψης βαρύτητας στο διάστημα. Κατά την κατάκλιση οι εθελοντές παραμένουν στο κρεβάτι για ημέρες, εβδομάδες ακόμη και μήνες. Άλλες μέθοδοι προσομοίωσης της έλλειψης βαρύτητας περιλαμβάνουν τη βύθιση σε νερό, το κάθισμα σε καρέκλα και την απομόνωση. Καμία από τις τεχνικές δεν προσομοιώνει πλήρως την επιρροή της διαστημικής πτήσης. Προς το τέλος της δεκαετίας του 1960, οι Ρώσοι επιστήμονες βελτίωσαν την τεχνική της κατάκλισης με την ανύψωση του κάτω μέρους του κρεβατιού, ώστε το κεφάλι να παραμένει χαμηλότερα από τα πόδια του ατόμου σε κατάκλιση. Έφθασαν στην προσέγγιση αυτή όταν οι κοσμοναύτες, κατά την επιστροφή τους στη γη, σχολίαζαν ότι καθώς ξάπλωναν σε οριζόντιο κρεβάτι, ένιωθαν σαν να γλιστρούσε το σώμα τους προς το χαμηλότερο μέρος του κρεβατιού, ενώ ένιωθαν πιο άνετα μόλις τμήμα αυτό του κρεβατιού ανυψωνόταν. Δοκιμάζοντας διάφορες γωνίες κατέληξαν στην κλίση των -6° HDT, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με την ανύψωση του κάτω μέρους του

κρεβατιού κατά 38.5 cm. Τελικά απεδείχθη ότι η μέθοδος αυτή είναι ένα πολύ καλό μοντέλο έρευνας των επιδράσεων της διαστημικής πτήσης.^{87,88}

Το HDT χρησιμοποιείται ως μοντέλο για τη μελέτη των επιδράσεων της μικροβαρύτητας στον ανθρώπινο οργανισμό.^{58,59} Φαίνεται ότι μετά από μία εβδομάδα οι προσαρμογές σώματος τόσο στο HDT όσο και σε διαστημική πτήση είναι ίδιες.⁶⁰ Ειδικότερα, καμιά γωνία tilt δε μιμείται ακριβώς μία διαστημική πτήση μεταξύ τέταρτης και έκτης ώρας. Φαίνεται όμως ότι το HUT τόσο μετά τη διαστημική πτήση όσο και μετά από HDT για έξι ώρες στις -5° έδωσε παρόμοια αποτελέσματα.⁶¹

Από όλα τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η κατάργηση της βαρύτητας, είτε ταξιδεύοντας στο διάστημα είτε σε γήινα μοντέλα, όπως η αιώρηση του σώματος σε νερό ή το HDT, αποτελεί έναν στρεσογόνο παράγοντα, ο οποίος αναγκάζει το ανθρώπινο σώμα να προβεί σε απαραίτητες φυσιολογικές προσαρμογές προκειμένου να αντεπεξέλθει στις νέες συνθήκες. Είναι εύλογο λοιπόν να αναρωτηθούμε εκτός από το ποιες είναι οι μακροπρόθεσμες επιδράσεις της HDT θέσης στο ανθρώπινο σώμα, ποιες είναι και οι άμεσες φυσιολογικές προσαρμογές αμέσως ή λίγα λεπτά μετά τη λήψη της HDT θέσης. Εξάλλου θα μπορούσε ο στρεσογόνος παράγοντας των συνθηκών μικροβαρύτητας να αποκαλύψει υποθάλπτουσες ασθένειες αναδεικνύοντας διαγνωστική αξία στην HDT θέση. Είναι απαραίτητη λοιπόν η διερεύνηση τόσο των άμεσων φυσιολογικών προσαρμογών στην HDT θέση, όσο και της ενδεχόμενης διαγνωστικής και θεραπευτικής αξίας της δοκιμασίας αυτής.

Έτσι λοιπόν, όσον αφορά τις καρδιακές προσαρμογές σε HDT θέση υπάρχουν διάφορες μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία. Μία από αυτές αναφέρεται στις άμεσες (δηλαδή αμέσως μετά τη λήψη της HDT θέσης) προσαρμογές 8 υγιών εθελοντών σε θέσεις -10 , -30, -60 και -90 μοιρών στο HDT. Οι μετρήσεις έγιναν με υπερηχογραφία και έδειξαν ότι δεν υπήρχε καμία σημαντική αλλαγή στην αριστερή κοιλία, το τελοδιαστολικό όγκο, τον όγκο παλμού (SV), το καρδιακό έργο ή την αρτηριακή πίεση. Μόνο μία αύξηση της διαστολικής πίεσης στις -60° HDT αναφέρεται.⁶² Αντίθετα σε άλλη μελέτη αναφέρεται ότι σε μετρήσεις μέσα στα πρώτα 30 λεπτά από τη λήψη θέσης –

6° HDT έχουμε αύξηση του όγκου παλμού και του καρδιακού έργου με μείωση του καρδιακού ρυθμού.⁶³ Επίσης, για αύξηση του όγκου παλμού και του καρδιακού έργου με μείωση του καρδιακού ρυθμού με μετρήσεις στα πρώτα λεπτά της HDT θέσης μιλάνε και άλλες έρευνες.^{16,64} Όσον αφορά την κεντρική φλεβική πίεση σε άμεσες μετρήσεις φαίνεται ότι αυξάνεται. Στην ίδια έρευνα έχουμε αύξηση του τελοδιαστολικού δείκτη της αριστερής κοιλίας ενώ ο καρδιοθωρακικός δείκτης παραμένει σταθερός. Επίσης έχουμε αύξηση του ενδοθωρακικού δείκτη αιματικής ροής και ενώ η αρτηριακή πίεση γενικότερα παραμένει σταθερή αυξάνεται η πνευμονική αρτηριακή πίεση.⁶⁵ Η αύξηση του δείκτη ενδοθωρακικής ροής αίματος έρχεται σε συμφωνία με την αύξηση του θωρακικού όγκου υγρών που αναφέρεται σε άλλη έρευνα.¹⁶ Σε αυτή όμως αναφέρεται ότι στα αρχικά στάδια της HDT θέσης έχουμε μείωση της μέσης αρτηριακής πίεσης και μείωση των ολικών αγγειακών αντιστάσεων.¹⁶ Ωστόσο, μία άλλη έρευνα που στηρίζεται σε άμεσες μετρήσεις μέσω τοποθέτησης καθετήρα στην αορτή σε πειραματόζωα αναφέρει ότι κατά τη διάρκεια τριήμερης στάσης σε HDT θέση η μέση αρτηριακή πίεση, η συστολική πίεση και η διαστολική πίεση αυξάνονται όσο πιο γρήγορα γίνει μέτρηση μέσα στις τρεις μέρες του πειράματος.⁵⁹

Με παράταση του χρόνου στάσης στην HDT θέση έχουμε διαφορετικές προσαρμογές του σώματος. Παρατηρείται λοιπόν μείωση του όγκου παλμού, του όγκου αίματος και της κεντρικής φλεβικής πίεσης. Στην ίδια έρευνα αναφέρεται αύξηση του καρδιακού ρυθμού, της φλεβικής ενδοτικότητας αλλά και των αυτόνομων αντανεκλαστικών.⁵⁷ Όσον αφορά τον όγκο παλμού η μείωσή του φαίνεται και σε άλλη έρευνα, η οποία αναφέρει επίσης ότι ο καρδιακός ρυθμός είναι μειωμένος στις πρώτες δύο ώρες της HDT θέσης και αργότερα επιστρέφει σε φυσιολογικά επίπεδα ή και λίγο αυξημένα. Η ίδια έρευνα αναφέρει ότι η καρδιακή απόδοση δε μεταβάλλεται και ότι το κλάσμα εξωθήσεως στην HDT θέση είναι αυξημένο σε σχέση με την HUT θέση.¹⁷ Για την κεντρική φλεβική πίεση θα πρέπει να πούμε ότι συμφωνούν και άλλες μελέτες πως κατά τη διάρκεια μικρών ή μεγάλων περιόδων έλλειψης βαρύτητας η κεντρική φλεβική πίεση είναι ίδια ή μειωμένη αυτής της ύπτιας

θέσης σε φυσιολογικές συνθήκες.⁶⁶ Επίσης σκόπιμο είναι να αναφέρουμε ότι σε συνθήκες μικροβαρύτητας έχουμε αύξηση της καρδιακής ενδοτικότητας. Φαίνεται ότι με παραμονή το σώματος σε θέση HDT στις -10° για 9 μέρες μειώνεται η κεντρική φλεβική πίεση χωρίς αλλαγές στην αριστερή κοιλία και την τελοδιαστολική περιοχή. Αυτές οι αλλαγές συνδέονται με αύξηση της κοιλιακής ενδοτικότητας η οποία δεν μπορεί να εξηγηθεί από τη μείωση της ενδοθωρακικής πίεσης.⁶⁷

Πέρα απ' όλα αυτά σε μελέτη που έγινε σε υγιείς στην HDT θέση στις -6° για 10 μέρες, το HDT υπέστρεψε (αδυνάτισε) το αντανάκλαστικό των τασεουποδοχέων για την καρδιακή λειτουργία.⁶⁸ Επίσης, κατά την αλλαγή θέσης από την HUT(ανάρροπη) θέση στην ύπτια θέση η αρτηριοκαρδιακή – χρονοτροπική ευαισθησία (ABS) αυξήθηκε από το 1.02 σε 1.06 , ενώ από την ύπτια θέση στην HUT θέση το ABS παρουσίασε μικρότερη αύξηση από 0.43 σε 0.45. μετά όμως από την HDT θέση το ABS δεν άλλαξε καθόλου. Φαίνεται ,λοιπόν, πως η αμβλύτητα του καρδιαγγειακού μετά από παρατεταμένη στάση στην HDT θέση δεν οφείλεται στην αρτηριοκαρδιακή – χρονοτροπική ευαισθησία (ABS) και στο αντανάκλαστικό των τασεουποδοχέων, αλλά σε αιμοδυναμικούς λόγους.⁶⁹

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι προσαρμογές της στεφανιαίας κυκλοφορίας στην ανάρροπη (HDT) θέση . Συγκεκριμένα από την μετακίνηση από την ύπτια στην HDT θέση έχουμε μείωση της πίεσης του στεφανιαίου κόλπου και αύξηση της στεφανιαίας αντίστασης. Αντίθετα, κατά τη μετακίνηση από την HUT θέση σε HDT θέση παρατηρείται αύξηση της πίεσης του στεφανιαίου κόλπου και μείωση της στεφανιαίας αντίστασης.²⁴ Επίσης, μια άλλη έρευνα για τη στεφανιαία κυκλοφορία αναφέρει ότι κατά τη μετακίνηση από την HUT θέση στην HDT θέση η δέσμευση του οξυγόνου της αριστερής κοιλίας και η στεφανιαία ροή αυξήθηκαν και επιβεβαιώνει τη μείωση της στεφανιαίας αντίστασης.²³

Για την μελέτη της κυκλοφορίας των άκρων σε συνθήκες που προσομοιάζουν συνθήκες μηδενικής βαρύτητας ($g=0$) έγινε πείραμα στην HDT θέση στις -12° και -22° . Σε αυτή φαίνεται ότι ελαττώθηκε η ταχύτητα

ροής όγκου αίματος στα άκρα, η εισροή αίματος σε αυτά και ο τόνος των φλεβών στα κάτω άκρα. Ο όγκος αίματος στο άνω άκρο έμεινε σταθερός (inflow=outflow), ενώ ο όγκος αίματος στο κάτω άκρο ελαττώθηκε (inflow < outflow). Επίσης σημειώθηκε βραδυκαρδία και αύξηση της διαστολικής πίεσης.⁷⁰ Οι μεταβολές της ροής στα άκρα επιβεβαιώνονται και από άλλη μια μελέτη που δείχνει ότι με τη λήψη της HDT θέσης ελαττώνεται η τμηματική ροή αίματος τόσο στα άνω όσο και στα κάτω άκρα.⁶⁴ Όσον αφορά το δείκτη επιτάχυνσης ροής αίματος στα αγγεία αυξάνεται σε HDT θέση.¹⁶ Ωστόσο, η διαμιτροειδική ταχύτητα ροής δεν φαίνεται να επηρεάζεται από τη θέση αυτή και την ηλικία των εθελοντών που λαμβάνουν μέρος την έρευνα.⁴¹

Κατά την HDT θέση, αλλά και στις διαστημικές πτήσεις, λαμβάνει χώρα μείωση του όγκου πλάσματος κατά 10-20%. Τα νεφρά είναι υπεύθυνα του ενδαγγειακού όγκου. Έτσι η πιο πάνω μείωση συνοδεύεται με άμεση διούρηση και νατριούρηση και αύξηση της ρενίνης και της αλδοστερόνης. Προσπάθειες να αναπληρωθούν τα υγρά με χορήγηση ισοτονικών υγρών έχουν αποτύχει. Μια εξήγηση είναι ότι τα κύτταρα των νεφρικών σωληναρίων στην HDT θέση γίνονται λιγότερο ευαίσθητα στην αλδοστερόνη.⁷¹ Άλλη μια έρευνα πάνω στην υπογκαιμία της θέσης αυτής αναφέρει ότι η υπογκαιμία παίζει κεντρικό ρόλο στις καρδιαγγειακές προσαρμογές. Στην ίδια μελέτη παρατηρήθηκε ότι οι πρώτες 24 ώρες της HDT θέσης συνοδεύτηκαν με αυξημένη έκκριση νατρίου και νερού από τα νεφρά σε σχέση με την καθιστή και την ύπτια θέση. Ο αιματοκρίτης και η αιμοσφαιρίνη αυξήθηκαν μέσα σε 24 ώρες ενώ ο όγκος πλάσματος μειώθηκε μέσα σε 48 ώρες.⁷² Αντίθετα σε έρευνα που αφορά τα πρώτα 30 λεπτά της HDT θέσης, ο αιματοκρίτης και η αιμοσφαιρίνη ελαττώθηκαν ενώ ο όγκος πλάσματος αυξήθηκαν.⁶³ Με την παράταση της παραμονής στη θέση αυτή πέρα των 48 ωρών η απέκκριση νερού και νατρίου επέστρεψαν κοντά στις βασικές τους τιμές. Το νατριουρητικό πεπτιδίο (ANP) και η ρενίνη επέστρεψαν σε επίπεδα καθιστής θέσης. Στην οξεία ύπτια θέση οι τιμές του ANP ήταν υψηλότερες και της ρενίνης χαμηλότερες σε σχέση με την καθιστή και την οξεία HDT θέση. Τη τέταρτη μέρα της HDT θέσης έγινε έγχυση για 30 min 20 ml/kg B.Σ. ισοτονικού

υγρού και κατά τη διάρκεια της οξείας καθιστής και της οξείας ύπτιας θέσης. Τέσσερις ώρες μετά, η απέκκριση νατρίου ήταν ίδια στην οξεία HDT και την οξεία καθιστή και μεγαλύτερη στην οξεία ύπτια. Η μείωση της ρενίνης ήταν μεγαλύτερη στην HDT και στην καθιστή από ότι στην ύπτια. Η αύξηση του ANP πλάσματος ήταν μεγαλύτερη στην HDT θέση από ότι στην ύπτια. Στην καθιστή θέση το ANP πλάσματος παρέμεινε σταθερό.⁷²

Φαίνεται, λοιπόν, ότι μετά από 4 μέρες στην HDT θέση η φόρτιση των θωρακικών ογκοϋποδοχέων επιστρέφει σε επίπεδα ίδια με αυτά της καθιστής θέσης, οδηγώντας σε αμβλίες ανταποκρίσεις στην αύξηση όγκου, συγκρινόμενες με την οξεία ύπτια θέση. Η ίδια έρευνα εξηγεί κατά την οξεία θέση HDT την αύξηση της κεντρικής φλεβικής πίεσης, της τελοδιαστολικής διαμέτρου της αριστερής κοιλίας, του όγκου παλμού και του καρδιακού έργου, προτείνοντας μια ανακατανομή των σωματικών υγρών προς το θώρακα. Με την παράταση, όμως, της HDT θέσης έχουμε προοδευτική μείωση της κεντρικής φλεβικής πίεσης, της τελοσυστολικής διαμέτρου της αριστερής κοιλίας και του καρδιακού έργου. Η αύξηση της απέκκρισης νατρίου και νερού, αμέσως μετά τη λήψη της HDT θέσης, φαίνεται να οφείλεται σε αύξηση του ANP και ενεργοποίηση του αντανακλαστικού χαμηλής πίεσης των κεντρικών τασεοϋποδοχέων. Μετά τρεις μέρες από τη λήψη της HDT θέσης, η ρενίνη και η αλδοστερόνη αυξήθηκαν, ενώ το ANP μειώθηκε σε σχέση με την οξεία ύπτια θέση. Αυτό, γιατί η οξεία ύπτια θέση οδηγεί σε ενεργοποίηση των ογκορυθμιστικών μηχανισμών, σε σχέση με την παρατεταμένη HDT θέση που οδηγεί σε μια νέα σταθερή κατάσταση.⁷²

Εκτός από τις πιο πάνω προσαρμογές, θα πρέπει εδώ να αναφέρουμε και άλλη μια έρευνα, που έγινε όχι σε ανθρώπους, αλλά σε πειραματόζωα. Τα πειραματόζωα (πίθηκοι του γένους *Macaca*) εκτέθηκαν για 11 μέρες σε HDT θέση στις -6° . μετά έγινε παθολογοανατομική του θυρεοειδούς τους αδένων. Βρέθηκε, λοιπόν, ότι μετά από την παρατεταμένη HDT θέση είχαν υπερπλασία των θυρεοειδικών τους κυττάρων και συγκεκριμένα των κυττάρων C.⁷³

Επίσης, και όσον αφορά τις χειρουργικές τακτικές, γίνονται διάφορες μελέτες για την επίδραση της κλίσης του χειρουργικού κρεβατιού στους ασθενείς. Θα αναφερθούμε σε μελέτη που έγινε πάνω σε 30 αναισθητοποιημένους ασθενείς, με πνευμοπεριτόναιο, σε θέση HUT+15⁰, σε ύπτια θέση και σε θέση HDT-15⁰. Τα αποτελέσματα για την HUT θέση τα αναφέραμε προηγουμένως. Όσον αφορά την HDT θέση παρατηρούμε ότι σε αυτή, αυξάνεται ο ενδοθωρακικός δείκτης αίματος. Ο καρδιακός ρυθμός δεν επηρεάζεται, ενώ ο δείκτης συστηματικής αγγειακής αντίστασης αυξάνεται. Η διαφορά με την HUT θέση είναι ότι στην HDT παρατηρείται αλλαγή στον καρδιακό δείκτη της τάξης του 11%.⁴⁷

Εκτός από τις παραπάνω επιδράσεις της HDT θέσης στη φυσιολογία του σώματος, πολύ σημαντικές είναι οι επιδράσεις της στο αναπνευστικό σύστημα. Για παράδειγμα υπάρχουν πολλές αναφορές που σχετίζονται με την επίδραση της θέσης του σώματος στην είσοδο αέρα στους βρόγχους, στον καθαρισμό αυτών από τη βλέννα, αλλά και γενικά στον αερισμό και τα επίπεδα οξυγόνου στο αρτηριακό αίμα. Η έρευνα είναι απαραίτητη για τη διερεύνηση των αρχών της θεραπευτικής θέσης σώματος.⁷⁴

Η θέση σε συνδυασμό με το βήχα είναι συχνά χρήσιμη για την καλύτερη κάθαρση των εκκρίσεων του αναπνευστικού. Για τη μέτρηση της δύναμης του βήχα χρησιμοποιείται η μέγιστη πίεση εκπνοής(maximum expiratory pressure – MEP) και ο μέγιστος ρυθμός ροής εκπνοής(peak expiratory flow rate – PEFr). Η μελέτη έγινε σε όρθια θέση, καθιστή σε καρέκλα, καθιστή σε κρεβάτι με την πλάτη κατακόρυφα, σε κρεβάτι με την πλάτη σε κλίση 45⁰, ξάπλα πλάγια και ξάπλα πλάγια με HDT θέση -20⁰. Στις μετρήσεις πήραν μέρος δύο ομάδες. Μια με φυσιολογικά άτομα και μια με άτομα με χρόνια αναπνευστικά προβλήματα. Φαίνεται ότι και στις δύο ομάδες η HDT θέση μείωσε τόσο τη MEP όσο και τον PEFr σε αντίθεση με την όρθια θέση.⁷⁵ Άλλη μια έρευνα που μπορούμε να αναφέρουμε εδώ, μας πληροφορεί ότι η συμπίεση του θώρακα, χωρίς μηχανικό αερισμό, στην ύπτια θέση, προκαλεί πνευμονική εισρόφηση στους μη προστατευμένους αεραγωγούς σε

πειραματόζωα(σκύλους). Η επιπλοκή αυτή μπορεί να αποφευχθεί με θέση σώματος HDT-20⁰. Σε θέση -10⁰ μειώνεται η δριμύτητα της εισροφήσεως, αλλά όχι τόσο ώστε να εξαλειφθεί ο κίνδυνος.⁷⁶

Πέρα από όλα αυτά, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι προσαρμογές της αιμάτωσης του αναπνευστικού συστήματος στην HDT θέση. Μπορούμε να αναφέρουμε εδώ, μια μελέτη, όπου έγινε με τη χρήση υπερηχογραφίας, μέτρηση της αιματικής ροής της πνευμονικής αρτηρίας και της λειτουργίας της δεξιάς κοιλίας σε HDT θέση -30⁰ για 45 min. Τα συμπεράσματα ήταν ότι ελαττώνεται ο πνευμονικός αερισμός και αυξάνεται η πνευμονική διάχυση, λόγω ανακατανομής της αιματικής ροής των πνευμόνων και αυξημένου πνευμονικού αγγειακού πεδίου.⁷⁷ Επίσης σε άλλη μελέτη, σε HDT θέση -30⁰ για 45 min, φαίνεται ότι αυξάνουν οι πνευμονικές αντιστάσεις.⁷⁸ Επίσης από την ίδια, αλλά και άλλες μελέτες, φαίνεται ότι αυξάνει η πνευμονική αρτηριακή πίεση.^{65,78} Ακόμα φαίνεται ότι σε θέση HDT -30⁰ για 45 min, έχουμε μείωση της βίαιης ζωτικής χωρητικότητας (FVC), του εκπνεόμενου όγκου αέρα /sec (FEV₁) και του FEV₁%, του μέγιστης αναπνευστικής ικανότητας (MVV) και αύξηση της ικανότητας διάχυσης του μονοξειδίου του άνθρακα [DL(CO)]. Αυτό επιβεβαιώνει τη μείωση του πνευμονικού αερισμού και της πνευμονικής χωρητικότητας και την αύξηση της πνευμονικής διάχυσης, γεγονότα που μπορεί να σχετίζονται με την αύξηση του ενεργού πνευμονικού αγγειακού πεδίου.⁷⁷

Πολύ μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η μελέτη της μηχανικής του αναπνευστικού συστήματος κατά την αλλαγή της θέσης του σώματος σε συνδυασμό με αλλαγές στην επίδραση της βαρύτητας. Σε μελέτες που έχουν γίνει σε ειδικά εκπαιδευμένους εθελοντές κατά την διάρκεια παραβολικών πτήσεων φαίνεται ότι σε συνθήκες μειωμένης βαρύτητας έχουμε μείωση των πνευμονικών πιέσεων καθώς και των πιέσεων του θωρακικού τοιχώματος σε συμφωνία με τις προσαρμογές του πνευμονικού παρεγχύματος και του θωρακικού τοιχώματος σε αλλαγή της θέσης του σώματος και της επίδρασης της βαρύτητας. Συγκεκριμένα κάθε μια από τις πτήσεις διαρκούσε 2,5 με 3 h και περιελάμβανε 30 παραβολικές τροχιές διάρκειας 20 sec. Η βαρύτητα

άλλαζε από 0 G_z σε 1 G_z και σε 1,8 G_z . Σε συνθήκες υπερβαρύτητας δεν παρουσιάστηκαν αλλαγές στη μηχανική του αναπνευστικού συστήματος. Σε συνθήκες 0 G_z ελαττώνεται η πνευμονική πίεση, όπως και ο RV - resting volume - .⁸⁶

Εκτός από τα παραπάνω είναι πολύ σημαντικό να αναφέρουμε μετρήσεις της αναπνευστικής λειτουργίας σε HDT θέση για παρατεταμένο χρονικό διάστημα. Στη μελέτη που αναφέρουμε οι μετρήσεις έγιναν σε HUT θέση και σε ύπτια θέση πριν την HDT θέση, κατά τη διάρκεια 113 ημερών HDT και μετά από 120 μέρες HDT θέσης. Βρέθηκε, λοιπόν, ότι η μέγιστη ροή εκπνοής (PEF) παρέμεινε σταθερή σε οποιαδήποτε ώρα και σε όλες τις θέσεις. Η μέγιστη μεσοεκπνευστική ροή (maximal midexpiratory flow – FEF) ήταν χαμηλότερη ύπτια από ότι στην HUT θέση πριν το HDT και μειώθηκε κατά 20% στην ύπτια ανάμεσα στην ύπτια πριν το HDT και τις μετρήσεις στην 113^η, 120^η, 123^η μέρα. Η ικανότητα διάχυσης του μονοξειδίου του άνθρακα [DL(CO)] ήταν χαμηλότερη στην HUT θέση από ότι στην ύπτια πριν το HDT και μειώθηκε και στις δύο κατά 20% την 120^η μέρα και κατά 15% την 135^η μέρα. Η πνευμονική ροή αίματος [Q(C)] αυξήθηκε κατά 20% στην ύπτια θέση από την 120^η μέρα στην 123^η μέρα και κατά 35% στην HUT θέση από την 120^η μέρα στην 123^η μέρα. Τα στοιχεία αυτά δείχνουν μια αποδιοργάνωση της λειτουργίας των μεγάλων αναπνευστικών μυών μετά από 120 μέρες σε HDT θέση. Η ελάττωση της FEF δείχνει ελάττωση της ελαστικότητας. Οι αλλαγές της DL(CO) και της Q(C) εξηγούνται από τη μείωση του κεντρικού όγκου αίματος κατά τη θέση HDT(head down position).⁷⁹

ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Από όλα τα παραπάνω γίνεται φανερή η ανάγκη για την περαιτέρω διερεύνηση των φυσιολογικών προσαρμογών σε μεταβολές της θέσης του σώματος. Κυρίως, μας ενδιαφέρουν οι καρδιαγγειακές προσαρμογές, οι λειτουργικές δοκιμασίες του αναπνευστικού συστήματος, αλλά και ορμονικές μεταβολές. Οι τελευταίες μάλιστα είναι απαραίτητες στη διερεύνηση του μηχανισμού των φυσιολογικών προσαρμογών του σώματος σε μεταβολές της θέσης αυτού.

Στόχος της ερευνάς μας είναι να περιγράψουμε τις οξείες φυσιολογικές προσαρμογές του κυκλοφορικού και αναπνευστικού συστήματος του σώματος σε ανάρροπη θέση. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον αλλά και ερευνητικό κενό φαίνεται να υπάρχει στις υπερηχογραφικές μελέτες της καρδιακής λειτουργίας, όπως επίσης και στις λειτουργικές δοκιμασίες του αναπνευστικού συστήματος με τη μέθοδο της σπιρομέτρησης. Ο χρόνος παραμονής στην HDT θέση περιορίστηκε στα 15 min, 7.5 min σε θέση HDT-15⁰ και 7.5 min σε θέση HDT-30⁰ για να αναδειχθούν οι αμεσες προσαρμογές του καρδιοαναπνευστικού συστήματος στις θέσεις αυτές, αλλά και ο ενδεχόμενος ρόλος του ενδοκρινικού συστήματος στον μηχανισμό των προσαρμογών αυτών. Απώτερος στόχος της έρευνάς μας είναι να αποτελέσει τη βάση για παθοφυσιολογικές μελέτες των εφεδρειών, αλλά και των προσαρμογών πασχόντων από καρδιοαναπνευστικά προβλήματα σε ανάρροπη θέση.

Πιο συγκεκριμένα σε κάθε έναν από τους υγιείς εθελοντές που έλαβαν μέρος στην έρευνά μας έγινε ηλεκτροκαρδιογραφική μελέτη σε οριζόντια θέση και σε HDT-15⁰, HDT-30⁰ θέση. Στις ίδιες θέσεις πραγματοποιήθηκε καταγραφή της αρτηριακής πίεσης των άνω άκρων, υπερηχογραφική μελέτη της καρδιακής λειτουργίας και της ροής των μεγάλων αγγείων της καρδιάς, καθώς και καταγραφή της ταχύτητας ροής της αριστερής και δεξιάς καρωτίδας. Όσο αφορά την αναπνευστική λειτουργία έγινε σπιρομέτρηση σε καθιστή, κατακεκλιμένη, HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέση. Τέλος

πραγματοποιήθηκε αιμοληψία στην αρχή και στο τέλος της διαδικασίας για τη μέτρηση της κορτιζόλης, αλδοστερόνης, TSH και FT₃ ορμόνης, έτσι ώστε να ελέγξουμε τη συμμετοχή αυτών στις προσαρμογές του κυκλοφορικού και αναπνευστικού συστήματος στις διάφορες θέσεις σώματος κατά την έρευνά μας.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

A. ΥΛΙΚΑ

Πριν προχωρήσουμε στην περιγραφή της μεθοδολογίας και τον υλικών της έρευνάς μας θα πρέπει να αναφέρουμε ότι τόσο οι μέθοδοι που αναπτύξαμε όσο και τα υλικά που χρησιμοποιήσαμε είχαν την έγκριση της Επιτροπής Ηθικής και Δεοντολογίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η έρευνά μας πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση έλαβε μέρος στο Εργαστήριο Πειραματικής Φυσιολογίας της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Κατά τη φάση αυτή πραγματοποιήθηκε η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης των άνω άκρων, ηλεκτροκαρδιογραφικός έλεγχος, καταγραφή ταχύτητας ροής αίματος στη δεξιά και την αριστερή καρωτίδα, σπιρομέτρηση καθώς και οι αιμοληψίες στην αρχή και το πέρας της διαδικασίας, προκειμένου να γίνει ο απαραίτητος ορμονικός έλεγχος. Ο περαιτέρω ορμονικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Πυρηνικής Ιατρικής του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ιωαννίνων. Η δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκε στο Μιχαηλίδειο Καρδιολογικό Κέντρο. Σε αυτή έγινε η υπερηχογραφική μελέτη των εθελοντών που έλαβαν μέρος στην έρευνά μας.

Όλοι οι εθελοντές που έλαβαν μέρος στην έρευνά μας υποβλήθηκαν σε παθολογικό, καρδιολογικό (κλινική εξέταση, ηλεκτροκαρδιογράφημα) και αναπνευστικό έλεγχο (κλινική εξέταση, σπιρομέτρηση σε καθιστή θέση), προκειμένου να εξασφαλισθεί ότι πρόκειται για υγιείς εθελοντές. Επίσης όλοι τους είχαν ενημερωθεί πλήρως για τις διεργασίες της έρευνας και είχαν υπογράψει υπεύθυνη δήλωση αποδοχής της συμμετοχής τους στην έρευνα. Όλοι οι εθελοντές ήταν άρρενες με ηλικίες από 18 ως και 35 ετών , μια και όπως αναφέραμε πιο πάνω, από τη βιβλιογραφία φαίνεται να υπάρχουν διαφοροποιήσεις στις προσαρμογές σε μεταβολές της θέσης του σώματος ανάλογα με το φύλο, αλλά και ανάλογα με το αν κάνουμε λόγο για νέους ή ηλικιωμένους εθελοντές . Κατά τη διάρκεια των πειραματικών διεργασιών κανένας από τους εθελοντές δεν ήταν υπό τη δράση φαρμακευτικών ή άλλων

ουσιών όπως καφέ, αλκοόλ ή νικοτίνης και των άλλων ουσιών που περιέχονται στον καπνό του τσιγάρου και για το λόγο αυτό απέιχαν από αυτές για τουλάχιστον 12 ώρες. Ωστόσο, 18 από τους εθελοντές που συμμετείχαν τόσο στην πρώτη όσο και στη δεύτερη φάση της έρευνάς μας ήταν συστηματικοί καπνιστές.

Στην πρώτη φάση της έρευνάς μας έλαβαν μέρος 33 υγιείς άρρενες εθελοντές με μέσο όρο ηλικίας $24,45 \pm 4,30$ έτη, μέσο όρο βάρους $79,48 \pm 13,32$ kgf και μέσο όρο ύψους $178,85 \pm 2,53$ cm. Στη δεύτερη φάση της έρευνάς μας έλαβαν μέρος 54 υγιείς άρρενες εθελοντές με μέσο όρο ηλικίας $24,56 \pm 4,08$ έτη, μέσο όρο βάρους $77,67 \pm 11,02$ kgf και μέσο όρο ύψους $178,20 \pm 6,60$ cm. 28 από τους εθελοντές που έλαβαν μέρος στην δεύτερη φάση της έρευνάς μας έλαβαν μέρος και στην πρώτη φάση αυτής.

Κατά τη διάρκεια των πειραματικών διεργασιών της έρευνάς μας χρησιμοποιήσαμε :

- Ειδική περιστρεφόμενη κλίνη με δυνατότητα περιστροφής 90^0 γύρω από τον άξονά της τύπου elba (mod : 01020022 , elba electromedicali, Brescia, Italy), απαραίτητη για την αλλαγή της θέσης σώματος των εθελοντών.
- Υδραργυρικό σφυγμομανόμετρο (Tanaka Sangyo Co. Ltd., Tokyo, Japan) για τη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης των άνω άκρων.
- 12 – lead electrocardiogram (NIHKON KOHDEN , ECAPS, Tokyo, Japan) για τον ηλεκτροκαρδιογραφικό έλεγχο της έρευνάς μας.
- Συσκευή Doppler 8.2 Mhz (ES – 107 PZ HAMEC, Arima, Kawasaki–Shi, Japan) για την καταγραφή της ταχύτητας ροής αίματος στις καρωτίδες αρτηρίες.

- Σπιρόμετρο spiroanalyzer FUKUDA Iam 25 για τον σπιρομετρικό έλεγχο των εθελοντών που έλαβαν μέρος στην έρευνα μας. (Fukuda Sangyo Co. Ltd. Electronic spiroanalyzer, Tokyo, Japan).
- Συσκευή υπερήχων (Philips HDI 5000 Bophell, Washington, USA) για την υπερηχογραφική μελέτη της έρευνάς μας.

B. ΜΕΘΟΔΟΙ

Πριν αναφερθούμε αναλυτικά στη μέθοδο έρευνάς μας θεωρούμε απαραίτητο να κάνουμε μια αναφορά στις προσπάθειες τυποποίησης (σταθεροποίησης) αυτής. Προκειμένου να σταθεροποιήσουμε τη μέθοδο χρησιμοποιήσαμε τρεις (3) υγιείς άρρενες εθελοντές με μέσο όρο ηλικίας 25 έτη, ύψους 180 cm και βάρους 74 kgr. Κάθε ένας από αυτούς είχε ήδη εξετασθεί παθολογικά (κλινική εξέταση), καρδιολογικά (κλινική εξέταση, ηλεκτροκαρδιογράφημα) και αναπνευστικά (κλινική εξέταση, σπιρομέτρηση) προκειμένου να διασφαλίσουμε το ότι πρόκειται για υγιείς εθελοντές. Οι προσπάθειες τυποποίησης της μεθόδου πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Φυσιολογίας της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Οι συνθήκες στο εργαστήριο ήταν όσο το δυνατόν καλύτερες όσον αφορά τη θερμοκρασία (22⁰C) και την ησυχία. Οι εθελοντές πριν πάρουν μέρος στη σταθεροποίηση της μεθόδου είχαν πλήρως ενημερωθεί για τις διεργασίες στις οποίες θα λάμβαναν μέρος προκειμένου να σταθεροποιήσουμε τη μέθοδό μας και τον στόχο αυτών και είχαν εξοικειωθεί με το χώρο των πειραμάτων, έτσι ώστε να περιοριστεί το ενδεχόμενο stress που μπορεί να είχαν, ενώ απείχαν το τελευταίο 12ωρο από την κατανάλωση ουσιών, αλκοόλ και τσιγάρων.

Κάθε ένας από τους εθελοντές αυτούς υπεβλήθη σε αλλαγές της θέσης του σώματός του και καταγραφή της αρτηριακής πίεσης των άνω άκρων, της καρδιακής λειτουργίας (ηλεκτροκαρδιογραφικός και υπερηχογραφικός έλεγχος) και της αναπνευστικής λειτουργίας (σπιρομετρικός έλεγχος) στις διάφορες θέσεις. Δοκιμάσαμε διάφορες θέσεις και διάφορους χρόνους

παραμονής στην HDT θέση. Συγκεκριμένα έγιναν μετρήσεις στην καθιστή, οριζόντια, HDT-6⁰, HDT-15⁰, HDT-30⁰, HDT-45⁰ και HDT-60⁰ θέση. Δοκιμάσαμε επίσης διάφορους συνολικούς χρόνους παραμονής στην HDT θέση και συγκεκριμένα 5, 10, 15, 30 έως και 45 min. Δεδομένων των μετρήσεων αυτών, της βιβλιογραφίας και του ότι θέλαμε να αναδείξουμε τις άμεσες φυσιολογικές προσαρμογές του αναπνευστικού και κυκλοφορικού συστήματος στην HDT θέση στις οποίες εμπλέκεται το αυτόνομο νευρικό σύστημα καθώς και να δοκιμάσουμε μια μέθοδο με δυνατότητα εφαρμογής και σε ασθενείς με ήπια καρδιολογικά ή αναπνευστικά προβλήματα περιορίστηκαμε στο πρωτόκολλο της έρευνάς μας σε συνολικό χρόνο παραμονής στην HDT θέση τα 15 min. Επίσης για τους ίδιους λόγους αποφασίσαμε οι συγκρίσεις των μετρήσεών μας να γίνονται ανάμεσα στην καθιστή, την οριζόντια, την HDT-15⁰ (7,5 min χρόνος παραμονής στη θέση αυτή) και την HDT-30⁰ θέση (7,5 min χρόνος παραμονής).

Εφόσον σταθεροποιήσαμε τη μέθοδό μας προχωρήσαμε στην έρευνά μας. Η έρευνά μας πραγματοποιήθηκε σε ήσυχους, απομονωμένους εσωτερικούς χώρους με ελεγχόμενη θερμοκρασία 22⁰C τις πρωινές ώρες και συγκεκριμένα 8.00 a.m. με 11.00 a.m. Οι εθελοντές έπρεπε να απέχουν από καφέ, τσιγάρο ή αλκοόλ τουλάχιστον για 24 h. Επίσης απαιτούμενος ήταν και ο τουλάχιστον 8ωρος ύπνος την προηγούμενη νύχτα για τους εθελοντές, αλλά και η ελαφριά δίαιτα πριν τη συμμετοχή τους στο πείραμα. Ο κάθε εθελοντής έπρεπε να είναι εξοικειωμένος τόσο με το χώρο της έρευνας όσο και με τις μεθόδους αυτής. Για το λόγο αυτό ερχόταν σε επαφή τόσο με τη μέθοδο όσο και με το χώρο πραγματοποίησης της έρευνάς μας και ήταν πλήρως ενημερωμένος για το πρωτόκολλο αυτής από την προηγούμενη μέρα. Για τον ίδιο λόγο πριν εφαρμοσθεί η πειραματική μας μέθοδος ο κάθε εθελοντής παρέμενε ήρεμος στο χώρο της έρευνας για τουλάχιστον 15 min. Στόχος μας ήταν να περιορίσουμε όσο το δυνατόν περισσότερο τους εξωγενείς παράγοντες stress έτσι ώστε οι μετρήσεις μας να οφείλονται αποκλειστικά στο stress που προκαλεί η αλλαγή θέσης σώματος και συγκεκριμένα η HDT θέση.

Όλοι οι εθελοντές πριν λάβουν μέρος στην έρευνά μας είχαν εξετασθεί κλινικά (παθολογικά, καρδιολογικά και πνευμονολογικά) και είχαν υποβληθεί σε ηλεκτροκαρδιογραφικό και σπιρομετρικό έλεγχο. Στην έρευνά μας έλαβαν μέρος μόνο όσοι αποδείχθηκαν υγιείς μετά τον προηγούμενο έλεγχο και δεν είχαν αναφέρει καρδιολογικό ή αναπνευστικό ιστορικό ή λήψη φαρμακευτικής ουσίας για οποιαδήποτε πάθηση, καθώς και καμία ενεργό νόσο τη μέρα των πειραματικών διεργασιών (π.χ. κεφαλαλγία, λοίμωξη αναπνευστικού)..

Πρώτη φάση (Εργαστήριο Φυσιολογίας)

Η φάση αυτή της έρευνά μας πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Φυσιολογίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Στη διάρκεια αυτής θέλαμε να ελέγξουμε τις προσαρμογές της αρτηριακής πίεσης των άνω άκρων, του καρδιακού ρυθμού, των αναπνευστικών λειτουργικών δεικτών που αναδεικνύονται με τη σπιρομέτρηση και της μέγιστης ταχύτητας ροής αίματος στην αριστερή και δεξιά καρωτίδα κατά τη μετακίνηση του σώματος των εθελοντών από την οριζόντια θέση στην HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέση. Επίσης σε αυτή τη φάση πραγματοποιήθηκαν οι αιμοληψίες πριν και μετά το πέρας της όλης διαδικασίας προκειμένου να ελέγξουμε και τις ορμονικές μεταβολές που ενδέχεται να λαμβάνουν χώρα μετά το πέρας 7,5 min σε HDT-15⁰ και 7,5 min σε HDT-30⁰ θέση.

Το πρώτο μέλημά μας ήταν να υπολογίσουμε τις τιμές αναφοράς για όλες τις παραμέτρους που θα ελέγχαμε κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης της έρευνάς μας. Για τις παραμέτρους της αναπνευστικής λειτουργίας θα χρησιμοποιήσουμε τις τιμές μιας σπιρομέτρησης σε καθιστή θέση ως τιμές αναφοράς. Για τις ορμονικές μεταβολές ως τιμές αναφοράς θα χρησιμοποιήσουμε τις τιμές των ορμονών που προκύπτουν από τη μέτρηση αυτών σε αίμα που προέρχεται από αιμοληψία σε οριζόντια, κατακεκλιμένη θέση. Τέλος για τις παραμέτρους του ηλεκτροκαρδιογραφικού ελέγχου, της

αρτηριακής πίεσης και της ταχύτητας ροής αίματος στις καρωτίδες ως τιμές αναφοράς θα χρησιμοποιήσουμε τις τιμές αυτών σε οριζόντια, κατακεκλιμένη θέση. Προσπαθήσαμε οι τιμές αναφοράς να είναι ανεξάρτητες από κάθε είδους stress. Στόχος μας επίσης, ήταν να μην επηρεάζονται, κατά το δυνατόν, οι μετρήσεις των τιμών αναφοράς των διαφόρων παραμέτρων μεταξύ τους. Για το λόγο αυτό διατηρήσαμε ένα χρονικό διάστημα εξοικείωσης 15 min των εθελοντών ανάμεσα από τις μετρήσεις των τιμών αναφοράς διαφορετικών παραμέτρων.

Έτσι λοιπόν, κάθε ένας από τους εθελοντές, εφόσον περνούσε ένα χρονικό διάστημα 15 min εξοικείωσης με το χώρο του εργαστηρίου υποβάλλονταν αρχικά σε μια αιμοληψία των 20 ml σε κατακεκλιμένη θέση. Το αίμα αυτό ήταν απαραίτητο για τον ποσοτικό προσδιορισμό της κορτιζόλης (CORT), της θυρεοειδοτρόπου ορμόνης (TSH), της ελεύθερης θυρονίνης (FT₃) και της αλδοστερόνης (aldo) σε οριζόντια κατακεκλιμένη θέση και για να συγκριθούν οι τιμές αυτών με τις αντίστοιχες τιμές που λαμβάνουν μετά από 15 min συνολικά στην HDT θέση. Στη συνέχεια και εφόσον είχε περάσει χρονικό διάστημα 15 min από την αιμοληψία κάθε ένας από τους εθελοντές υποβάλλονταν σε σπυρομετρικό έλεγχο σε καθιστή θέση. Οι τιμές των FVC, FEV₁, FEV%, PFR, MVV, MVV%, MVV/BSA, που λαμβάνονταν στο σημείο αυτό αποτελούσαν τις τιμές αναφοράς σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές που θα λαμβάνονταν στη συνέχεια στην οριζόντια και στις ανάρροπες θέσεις (HDT-15⁰, HDT-30⁰). Ύστερα κάθε εθελοντής ξάπλωνε στην ειδική ανακλινόμενη κλίνη elba (mod : 01020022 , elba electromedicalli, Brescia, Italy) σε οριζόντια κατακεκλιμένη θέση. Μετά και πάλι από χρονικό διάστημα 15 min λάμβανε χώρα η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης στο αριστερό άνω άκρο στο ύψος της βραχιονίου αρτηρίας και με το υδραργυρικό πιεσόμετρο τοποθετημένο στο ύψος του αριστερού κόλπου της καρδιάς. Αμέσως μετά γινόταν ο ηλεκτροκαρδιογραφικός έλεγχος με τον οποίο υπολογίζαμε τον καρδιακό ρυθμό και τον μέσο ηλεκτρικό άξονα της καρδιάς στην ίδια θέση. Οι τιμές αυτές τόσο της αρτηριακής πίεσης όσο και των ηλεκτροκαρδιογραφικών παραμέτρων αποτελούν τις τιμές αναφοράς αυτών σε σχέση με τις αντίστοιχες

των HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέσεων. Στη συνέχεια ο εθελοντής υποβάλλονταν σε μια σπιρομέτρηση σε οριζόντια, κατακεκλιμένη θέση. Οι τιμές των λειτουργικών παραμέτρων της αναπνευστικής λειτουργίας που προέκυπταν από αυτή δεν αποτελούσαν τιμές αναφοράς, αλλά αντίθετα θα συγκρίνονταν με τις αντίστοιχες τιμές σε καθιστή θέση. Τέλος στην ίδια οριζόντια, κατακεκλιμένη θέση λαμβάναμε τις τιμές αναφοράς της μέγιστης ταχύτητας ροής αίματος τόσο στην αριστερή όσο και στην δεξιά καρωτίδα ως προς τις οποίες θα συγκριθούν οι αντίστοιχες τιμές ροής αίματος στις καρωτίδες στις HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέσεις.

Στη συνέχεια και εφόσον ο εθελοντής είχε σταθεροποιηθεί στην ειδική κλίνη elba (mod : 01020022 , elba electromedicalli, Brescia, Italy) με τους κατάλληλους ιμάντες, η κλίση της κλίνης άλλαζε από 0⁰ σε 15⁰, έτσι ώστε ο εθελοντής να βρίσκεται με το κεφάλι σε χαμηλότερη θέση από τα πόδια και το σώμα του να σχηματίζει γωνία 15⁰ με το οριζόντιο επίπεδο, λαμβάνοντας τη θέση που ονομάζεται HDT-15⁰. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο της έρευνάς μας ο εθελοντής δε θα έπρεπε να παραμείνει στη θέση αυτή για χρόνο μεγαλύτερο των 7,5 min. Για το λόγο αυτό οι μετρήσεις στη θέση αυτή θα έπρεπε να γίνονται συντονισμένα και σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Η αρτηριακή πίεση έπρεπε να καταγραφεί στο 1^ο με 2^ο min. Το ηλεκτροκαρδιογράφημα στο 3^ο min, η σπιρομέτρηση στο 4^ο με 6^ο min και η καταγραφή της ταχύτητας ροής αίματος στις καρωτίδες στον υπόλοιπο χρόνο μέχρι να συμπληρωθούν τα 7,5 min.

Με το που τελείωνε και η τελευταία μέτρηση της ταχύτητας ροής αίματος στις καρωτίδες στην HDT-15⁰ θέση αυξάναμε την κλίση της κλίνης, έτσι ώστε το σώμα του εθελοντή να σχηματίζει γωνία 30⁰ με το οριζόντιο επίπεδο και να βρίσκεται στη θέση που ονομάζουμε HDT-30⁰. Το χρονικό διάστημα που θα έμενε ο εθελοντής στη θέση αυτή έπρεπε και πάλι να μην ξεπεράσει τα 7,5 min. Έτσι λοιπόν, οι μετρήσεις έγιναν με την ίδια σειρά και στους ίδιους χρόνους με αυτούς της HDT-15⁰ θέσης. Με το πέρας και της τελευταίας μέτρησης ο κάθε εθελοντής υποβάλλονταν σε αιμοληψία 20 ml αίματος, προκειμένου να υπολογιστούν σε αυτό οι τιμές της CORT, TSH, FT₃

και αλδο μετά από 15 min σύνολο σε HDT θέση και να συγκριθούν με τις τιμές αναφοράς που είχαμε λάβει από την αιμοληψία στην οριζόντια, κατακεκλιμένη θέση.

Όσον αφορά τη μέτρηση των διαφόρων παραμέτρων θα πρέπει να αναφέρουμε ότι σε όλες τις θέσεις γίνονταν από τον ίδιο εξεταστή, με τον ίδιο τρόπο και χρησιμοποιώντας τα ίδια όργανα μέτρησης. Πιο συγκεκριμένα παρακάτω περιγράφεται η μέθοδος υπολογισμού για κάθε μια από τις παραμέτρους.

Αρτηριακή πίεση

Οι μετρήσεις της αρτηριακής πίεσης πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση ενός υδραργυρικού σφυγμομανομέτρου (Tanaka Sangyo Co. Ltd., Tokyo, Japan). Η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης έγινε στη βραχιόνιο αρτηρία του άνω αριστερού άκρου. Το σφυγμομανόμετρο ήταν σε όλες τις θέσεις και σε όλους τους εθελοντές τοποθετημένο στο ύψος του αριστερού κόλπου της καρδιάς. Σε κάθε έναν από τους εθελοντές και σε κάθε θέση σώματος η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης επαναλαμβανόταν τρεις φορές. Έτσι λοιπόν, για κάθε έναν από τους εθελοντές τόσο η τιμή αναφοράς της αρτηριακής πίεσης όσο και οι τιμές αυτής στις HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέσεις αποτελούν το μέσο όρο των τριών μετρήσεων σε κάθε θέση. Οι τιμές της αρτηριακής πίεσης αναφέρονται σε mmHg.

Ηλεκτροκαρδιογραφικός έλεγχος

Ο ηλεκτροκαρδιογραφικός έλεγχος στην έρευνά μας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ενός ηλεκτροκαρδιογράφου 12 – lead electrocardiogram (NIHKON KOHDEN , ECAPS, Tokyo, Japan). Με τη χρήση του δωδεκακάναλου αυτού ηλεκτροκαρδιογράφου μπορούσαμε να έχουμε σε κάθε εθελοντή και σε κάθε θέση του σώματός του την ταυτόχρονη απεικόνιση

όλων των ηλεκτροκαρδιογραφικών απαγωγών. Σε κάθε εθελοντή και σε κάθε θέση πραγματοποιήσαμε ένα ηλεκτροκαρδιογράφημα στο οποίο η συσκευή υπολόγιζε αυτόματα τόσο τον καρδιακό ρυθμό (σε bpm) όσο και τον μέσο ηλεκτρικό άξονα της καρδιάς σε μοίρες ($^{\circ}$).

Σπυρομετρικός έλεγχος

Για τον σπυρομετρικό έλεγχο της έρευνάς μας χρησιμοποιήσαμε ένα σπυρόμετρο spiroanalyzer FUKUDA 1am 25 (Fukuda Sangyo Co. Ltd. Electronic spiroanalyzer, Tokyo, Japan). Ειδικά για τη σπυρομέτρηση οι εθελοντές δε θα έπρεπε να έχουν πάρει βρογχοδιασταλτικά φάρμακα, να έχουν καπνίσει ή να πάσχουν από ιογενή λοίμωξη του αναπνευστικού το τελευταίο 24ωρο. Στο πρώτο μέρος της σπυρομέτρησης ο εθελοντής καλείται να πάρει τη βαθύτερη δυνατή εισπνοή και στη συνέχεια να βγάλει τον αέρα όσο μπορεί δυνατότερα και γρηγορότερα μέχρι να ολοκληρωθεί η εκπνοή. Με τον τρόπο αυτό υπολογίζουμε σε κάθε ασθενή και σε κάθε θέση την FVC (forced vital capacity (lt)), FEV₁ (forced expiratory volume in one sec (lt)), FEV% (forced expiratory volume %), PFR (peak flow rate (lt/sec)). Στη συνέχεια στο δεύτερο μέρος της σπυρομέτρησης ο εθελοντής καλείται να εισπνέει και να εκπνέει στο επιστόμιο του σπυρομέτρου με γρήγορες και αβαθείς αναπνοές. Η διάρκεια της δοκιμασίας αυτής είναι 20 sec και ο ρυθμός των αναπνοών που θα πρέπει να διατηρεί ο εθελοντής είναι μία με δύο αναπνοές το δευτερόλεπτο. Με τον τρόπο αυτό υπολογίζουμε για κάθε εθελοντή και σε κάθε θέση την μέγιστη αναπνευστική του ικανότητα, δηλαδή το MVV (maximum ventilatory volume (lt/min)), MVV% (maximum ventilatory volume %) και το MVV/BSA (maximum ventilatory volume/body surface area (lt/min $\times$ m²)).

Μέτρηση της μέγιστης ταχύτητας ροής στις καρωτίδες

Για την καταγραφή της ταχύτητας ροής αίματος στις καρωτίδες αρτηρίες σε κάθε εθελοντή και σε κάθε θέση χρησιμοποιήθηκε μια συσκευή Doppler 8.2 Mhz (ES – 107 PZ HAMEC, Arima, Kawasaki–Shi, Japan). Σε κάθε μέτρηση της ταχύτητας ροής η κεφαλή των υπερήχων θα πρέπει να σχηματίζει γωνία 45^0 με τη φορά της ροής του αίματος στις καρωτίδες και την κεφαλή αντίθετα προς τη φορά. Με τον τρόπο αυτό στο αντίστοιχο καταγραφικό παίρναμε την κυματομορφή της ροής αίματος στις καρωτίδες. Η απόσταση της μέγιστης τιμής της κυματομορφής από την ισοηλεκτρική γραμμή, γνωρίζοντας ότι κάθε 10 mm στο χαρτί αντιστοιχούν σε 1 KHz, μας έδινε τη μέγιστη διαφορά της συχνότητας ανάμεσα στο κύμα υπερήχων που εκπέμπει η συσκευή και αυτό που ανακλάται από το ρέον αίμα. Χρησιμοποιώντας ειδικό διάγραμμα συχνότητας – ταχύτητας που αντιστοιχεί στη συσκευή doppler των 8.2 Mhz μετατρέπουμε τη μέγιστη αυτή διαφορά συχνότητας στη μέγιστη ταχύτητα ροής αίματος σε cm/sec.

Ορμονικός έλεγχος

Όλες οι μετρήσεις ορμονών πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Πυρηνικής Ιατρικής του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ιωαννίνων. Τα δείγματά μας θα έπρεπε να είναι ορός για το λόγο αυτό προβαίναμε αμέσως μετά τις αιμοληψίες σε φυγοκέντρηση των δειγμάτων στις 7000 στροφές για 10 min. Η όλη διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε ψυχρό δωμάτιο (cold room) του Εργαστηρίου Φυσιολογίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Στη συνέχεια τα δείγματά μας αποθηκεύονταν στους -73^0C μέχρι να μεταφερθούν στο Εργαστήριο Πυρηνικής Ιατρικής για τον ποσοτικό προσδιορισμό των ορμονών με ραδιοανοσολογικές (RIA) μεθόδους. Συγκεκριμένα παρακάτω παραθέτουμε τις μεθόδους μέτρησης κάθε ορμόνης

TSH : Για τον ποσοτικό προσδιορισμό της θυροτροπίνης (TSH) στον ανθρώπινο ορό (coated tube system) χρησιμοποιήθηκε μια

ραδιοανοσοβιολογική δοκιμασία μέτρησης IRMA (B·R·A·H·M·S, Berlin, Germany). Πρόκειται για μια ραδιοανοσοβιολογική δοκιμασία στην οποία χρησιμοποιούνται δύο μονοκλωνικά αντισώματα αντιγονικής ειδικότητας, τα οποία αναγνωρίζουν το TSH αντιγόνο σε δύο προσδιοριστικούς παράγοντες. Ένα των δύο αντισωμάτων είναι ραδιενεργά σημειωμένο (Tracer), το άλλο είναι φιξαρισμένο στην εσωτερική πλευρά των δοκιμαστικών σωλήνων (coated tube system). Κατά τη διάρκεια της επώασης αντιδρούν τα δύο αντισώματα με τα μόρια της TSH όπου δημιουργούνται τα σύμπλοκα σάντουιτς, τα οποία παραμένουν δεσμευμένα στα τοιχώματα του σωλήνα. Μετά το πέρας της αντιδράσεως αραιώνεται το υπόλοιπο πλεόνασμα του ανιχνευτή (tracer) απομακρύνεται και απορρίπτεται με αναρρόφηση ή έγχυση. Μετά από μια πλύση μετρίεται η ραδιενέργεια των σωληναρίων με τη χρήση γ - κάμερας, η οποία αντιστοιχεί αναλογικά στην συγκέντρωση TSH του κάθε δείγματος. Βάσει των σχετικών σάνταρ καταρτίζεται μια καμπύλη συμπύκνωσης ραδιενέργειας. Από αυτή προσδιορίζεται μέσω της ραδιενέργειας των άγνωστων δειγμάτων η εκάστοτε συμπύκνωσή τους σε TSH.

FT₃ : Για τον ποσοτικό της ελεύθερης τριιωδοθυρονίνης (FT₃) στον ανθρώπινο ορό (coated tube system) χρησιμοποιήθηκε μια ραδιοανοσοδοκιμασία SPART (B·R·A·H·M·S, Berlin, Germany). Η δοκιμασία SPART RIA αποτελεί μια ραδιοανοσοδοκιμασία της τεχνικής coated tube. Στο δοκιμαστικό σωληνάριο έχει δεσμευτεί ένα T₃ ανάλογο (συνδέτης). Κατά την επώαση του δοκίμιου του εθελοντή και ενός Iod 125 σεσημασμένου T₃ – αντισώματος (μονοκλωνικό) ανταγωνίζεται το FT₃ του εθελοντή το δεσμευμένο T₃ ως προς την πρόσδεση αντισωμάτων. Με την έγχυση ή την απορρόφηση γίνεται ο διαχωρισμός των προσδεμένων και μη προσδεμένων αντισωμάτων. Η μετρηθείς ποσότητα της ραδιενέργειας στο δοκιμαστικό σωληναρίου, που υπολογίζεται με τη χρήση μιας γ – κάμερας, είναι αντιστρόφως ανάλογη προς την ποσότητα της FT₃ του εθελοντή.

CORT : Για τον ποσοτικό προσδιορισμό της κορτιζόλης (CORT) στον ορό των εθελοντών χρησιμοποιήσαμε μέθοδο RIA CT (RADIM, Roma, Italy).

Πρόκειται για μια ραδιοανοσοδοκιμασία της τεχνικής coated tube, όπου στηρίζεται στον ανταγωνισμό ενός δεσμευμένου αναλόγου κορτιζόλης στο τοιχώματα του σωληναρίου και της κορτιζόλης του εθελοντή ως προς την πρόσδεση σεσημασμένων αντισωμάτων. Με την έκχυση ή την απορρόφηση γίνεται ο διαχωρισμός των προσδεμένων και μη προσδεμένων αντισωμάτων. Στη συνέχεια το δοκιμαστικό σωληνάριο οδηγείται σε μια γ – κάμερα προκειμένου να υπολογιστεί η ακτινοβολούσα ραδιενέργεια. Η μετρηθείς ποσότητα της ραδιενέργειας στο δοκιμαστικό σωληνάριο είναι αντιστρόφως ανάλογη προς την ποσότητα της κορτιζόλης του εθελοντή.

ALDO : για τον ποσοτικό προσδιορισμό της αλδοστερόνης (ALDO) στον ορό των εθελοντών χρησιμοποιήσαμε μια ραδιοανοσοδοκιμασία RIA (RADIM, Roma, Italy), η οποία όπως και παραπάνω στηρίζεται στον ανταγωνισμό ενός δεσμευμένου αναλόγου αλδοστερόνης στο τοιχώματα του σωληναρίου και της αλδοστερόνης του εθελοντή ως προς την πρόσδεση σεσημασμένων αντισωμάτων. Μετά το διαχωρισμό των προσδεμένων και μη προσδεμένων αντισωμάτων, το δοκιμαστικό σωληνάριο οδηγείται σε μια γ – κάμερα προκειμένου να υπολογιστεί η ακτινοβολούσα ραδιενέργεια. Η μετρηθείς ποσότητα της ραδιενέργειας στο δοκιμαστικό σωληνάριο είναι αντιστρόφως ανάλογη προς την ποσότητα της αλδοστερόνης του εθελοντή.

Δεύτερη φάση (Μιχαηλίδειο Καρδιολογικό Κέντρο)

Η φάση αυτή της έρευνάς μας πραγματοποιήθηκε στο Μιχαηλίδειο Καρδιολογικό Κέντρο του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Σκοπός μας, κατά τη δεύτερη φάση της έρευνάς μας, ήταν να μελετήσουμε τις προσαρμογές του κυκλοφορικού συστήματος κατά τη μετακίνηση του ανθρώπινου σώματος από την οριζόντια στην HDT-15⁰ και στην συνέχεια στην HDT-30⁰ θέση υπολογίζοντας υπερηχογραφικές παραμέτρους στις θέσεις αυτές. Για τις αλλαγές της θέσης του σώματος των εθελοντών χρησιμοποιήσαμε και πάλι την ειδική ανακλινόμενη κλίνη elba (mod : 01020022 , elba electromedicalli, Brescia, Italy). Οι υπερηχογραφικές απεικονίσεις πραγματοποιήθηκαν με απεικονιστική συσκευή υπερήχων (Philips HDI 5000 Bophell, Washington, USA). Για όλους τους εθελοντές που έλαβαν μέρος σε αυτή τη φάση ίσχυαν οι ίδιοι περιορισμοί που αναφέραμε και προηγουμένως όσον αφορά τις συνήθειές τους και τη σωματική τους υγεία. Επίσης, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι και εδώ διατηρήσαμε χρόνο διάρκειας 7.5 min για την HDT-15⁰ θέση και άλλα τόσα για τη HDT-30⁰ θέση, έτσι ώστε οι προσαρμογές του κυκλοφορικού που θα παρατηρήσουμε να οφείλονται στο αυτόνομο νευρικό σύστημα.

Ως τιμές αναφοράς θεωρήσαμε τις τιμές των παραμέτρων που υπολογίστηκαν στην οριζόντια, κατακεκλιμένη θέση. Έτσι λοιπόν, κάθε ένας από τους εθελοντές και εφόσον είχε περάσει ένα διάστημα εξοικείωσης 15 min στο εργαστήριο ξάπλωνε οριζόντια στην ειδική ανακλινόμενη κλίνη. Σε αυτή τη θέση γινόταν υπερηχογραφία καρδιάς με τη μέθοδο m-mode κατά τον επιμήκη άξονα με την οποία υπολογίζαμε το κλάσμα εξώθησης της αριστερής κοιλίας, την τελοδιαστολική και τελοσυστολική διάμετρο της αριστερής κοιλίας, την προεξωθητική περίοδο της αριστερής κοιλίας της καρδιάς, το χρόνο εξώθησης της αριστερής κοιλίας της καρδιάς, το χρόνο επιβράδυνσης της αριστερής κοιλίας της καρδιάς, καθώς και της διάμετρο της δεξιάς κοιλίας. Επίσης στην ίδια θέση υπολογίζαμε με τη μέθοδο pulse wave Doppler στην κορυφαία λήψη των τεσσάρων κοιλοτήτων το κύμα E της τριγχλώχινος, το κύμα A της

τριγλώχινος, το κύμα E της μιτροειδούς και το κύμα A της μιτροειδούς βαλβίδας της καρδιάς. Τέλος, υπολογίζαμε την ταχύτητα ροής του αίματος στην πνευμονική με την υπερηχογραφική μέθοδο continues wave Doppler κατά το βραχύ παραστερνικό άξονα και την ταχύτητα ροής αίματος στην αορτική βαλβίδα της καρδιάς με τη μέθοδο continues wave Doppler από κορυφαία λήψη πέντε κοιλοτήτων, καθώς και την διαστολική και συστολική ταχύτητα των πνευμονικών φλεβών και την ταχύτητα και την διάρκεια του ανάστροφου κύματος A των πνευμονικών φλεβών. Επίσης θα πρέπει να αναφέρουμε, ότι η συσκευή υπερήχων κατέγραφε τον καρδιακό ρυθμό σε όλη τη διάρκεια της δεύτερης φάσης σε κάθε εθελοντή, επιτρέποντάς μας να έχουμε μια δεύτερη εκτίμηση του καρδιακού ρυθμού χρησιμοποιώντας το μέσο όρο των τιμών του που καταγράφονταν σε κάθε θέση. Οι τιμές αυτές των παραμέτρων στην οριζόντια θέση αποτελούν τις τιμές αναφοράς προς τις οποίες θα συγκριθούν οι αντίστοιχες τιμές των ίδιων παραμέτρων στις υπόλοιπες θέσεις σώματος που θα εξετάσουμε (HDT-15⁰, HDT-30⁰). Θα πρέπει εδώ να αναφέρουμε ότι οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη σειρά που αναφέρονται.

Στη συνέχεια και εφόσον ο εθελοντής είχε σταθεροποιηθεί με τη χρήση των κατάλληλων ιμάντων πάνω στην ειδική κλίνη, η κλίση αυτής άλλαζε και από 0⁰ γινόταν 15⁰ σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, έτσι ώστε το κεφάλι του εθελοντή να βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο από τα πόδια του και το σώμα του να σχηματίζει γωνία 15⁰ με το οριζόντιο επίπεδο (HDT-15⁰). Οι ίδιες μετρήσεις που είχαν πραγματοποιηθεί στην οριζόντια θέση πραγματοποιήθηκαν και εδώ με την ίδια μεθοδολογία και με την ίδια σειρά. Ο χρόνος διάρκειας της φάσης στην HDT-15⁰ θέση δεν έπρεπε να ξεπερνά τα 7.5 min. Για το λόγο αυτό οι μέτρηση του κλάσματος εξώθησης της αριστερής κοιλίας, της τελοδιαστολικής και τελοσυστολικής διαμέτρου της αριστερής κοιλίας, της προεξωθητικής περιόδου, του χρόνου εξώθησης και του χρόνου επιβράδυνσης της αριστερής κοιλίας και της διαμέτρου της δεξιάς κοιλίας πραγματοποιήθηκαν στο 1^ο και 2^ο min της θέσης. Στο 3^ο ως και το 5^ο min πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις του κύματος E και A της τριγλώχινος και της

μιτροειδούς βαλβίδας της καρδιάς. Τέλος στο 6° και 7° min πραγματοποιήθηκε η μέτρηση της ταχύτητας ροής της πνευμονικής και αορτικής βαλβίδας της καρδιάς, η διαστολική και συστολική ταχύτητα των πνευμονικών φλεβών, καθώς και η διάρκεια του ανάστροφου κύματος Α αυτών.

Αμέσως μετά η κλίση της ειδικής κλίνης άλλαζε για άλλες 15° προς την ίδια κατεύθυνση, έτσι ώστε το σώμα του εθελοντή να σχηματίζει γωνία 30° με το οριζόντιο επίπεδο και τα πόδια του να βρίσκονται σε υψηλότερο επίπεδο από το κεφάλι του (HDT-30°). Στη θέση αυτή πραγματοποιούσαμε τις ίδιες μετρήσεις με την ίδια μεθοδολογία και στους ίδιους χρόνους που περιγράψαμε για την HDT-15° θέση.

Στατιστική μεθοδολογία

Σκοπός της έρευνάς μας είναι να συγκρίνουμε τις τιμές των διαφόρων παραμέτρων, για κάθε παράμετρο ξεχωριστά, στις διάφορες θέσεις με τις τιμές αναφοράς, αλλά και μεταξύ τους. Ας υποθέσουμε για παράδειγμα ότι η τιμή μιας παραμέτρου του καρδιαγγειακού συστήματος στην οριζόντια θέση, που αποτελεί τη θέση αναφοράς για το καρδιαγγειακό σύστημα, είναι α και η τιμή της ίδιας παραμέτρου στις θέσεις HDT-15°, HDT-30° είναι β και γ αντίστοιχα. Αυτό που μας ενδιαφέρει είναι να εξετάσουμε αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στη σύγκριση μεταξύ της τιμής β και α και μεταξύ της τιμής γ και α . Επίσης μας ενδιαφέρει να εξετάσουμε αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών β και γ . Το ίδιο ισχύει και για τις αναπνευστικές παραμέτρους, μόνο που εδώ έχουμε ένα επιπλέον επίπεδο σύγκρισης μια και ως θέση αναφοράς έχουμε την καθιστή και όχι την οριζόντια θέση.

Οι μετρήσεις της έρευνάς μας είναι επαναλαμβανόμενες, δηλαδή μπορεί να επαναληφθεί η καταγραφή της ίδιας τιμής μιας παραμέτρου σε έναν

εθελοντή και σε διαφορετική θέση του σώματός του. Επομένως πρόκειται για ένα μοντέλο επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures model). Γνωρίζουμε ότι με τις συγκρίσεις που μας παρέχει ένα γενικό γραμμικό μοντέλο (General Linear Model Contrasts) μπορούμε να εξετάσουμε τις συγκρίσεις ανάμεσα στα διαφορετικά επίπεδα ενός παράγοντα. Επίσης μπορούμε να εντοπίσουμε τις συγκρίσεις κάθε ενός παράγοντα με τους υπόλοιπους μέσα σε ένα μοντέλο επαναλαμβανόμενων μετρήσεων. Οι συγκρίσεις αυτές αντιπροσωπεύουν γραμμικούς συνδυασμούς των παραμέτρων του μοντέλου μας.

Ήταν επομένως λογικό να χρησιμοποιήσουμε όσον αφορά την έρευνά μας πολυδιάστατη ανάλυση της διακύμανσης (MANOVA) των διαφόρων παραμέτρων στις διάφορες θέσεις κάνοντας χρήση ενός γενικού γραμμικού μοντέλου (General Linear Model – GLM) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Σε αυτό το μοντέλο εξετάζουμε τη μηδενική υπόθεση $LBM=0$, όπου L ο πίνακας αντιθέσεως συντελεστών (contrasts coefficients matrix), B το παραμετρικό διάνυσμα (parameter vector) και M ο μέσος πίνακας που ανταποκρίνεται στο μέσο μετασχηματισμό για κάθε εξαρτημένη μεταβλητή. Με τη χρήση του μοντέλου αυτού (GLM repeated measures) μπορούμε να κάνουμε ανάλυση της διακύμανσης όταν οι ίδιες μετρήσεις συμβαίνουν αρκετές φορές στον ίδιο εθελοντή στις διάφορες θέσεις. Μπορούμε επίσης να ελέγξουμε τις συγκρίσεις ανάμεσα στις διάφορες τιμές και ως προς την τιμή αναφοράς τους. Το μοντέλο αυτό μπορεί να μας δώσει τόσο μονοδιάστατες όσο και πολυδιάστατες αναλύσεις των παραμέτρων μας σε ισοζυγισμένα και μη μοντέλα. Στη δική μας μελέτη έχουμε ισοζυγισμένο μοντέλο αφού οι διάφορες θέσεις είναι ίδιες για όλους τους εθελοντές και οι ανάγκες μας για συγκρίσεις των διαφόρων τιμών καλύπτονται από τα παραπάνω. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήσαμε MANOVA και συγκεκριμένα GLM repeated measures. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήσαμε τις μεθόδους των Pillai's Trace, Wilk's Lambda, Hotelling's Trace and Roy's largest Root. Όλοι οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του στατιστικού πακέτου για υπολογιστές

SPSS 14.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, USA). Το επίπεδο σημαντικότητας ορίσθηκε στο $p < 0.05$.

Θα πρέπει να αναφέρουμε επίσης, ότι για να ισχύουν τα συμπεράσματα της στατιστικής μας ανάλυσης θα πρέπει να μιλάμε για αριθμό δείγματος μεγαλύτερο του 20 ($N=20$). Όπως προαναφέραμε το δείγμα μας ήταν αρκετά μεγαλύτερο, ωστόσο για κάποιες παραμέτρους διαφοροποιείται για λόγους κυρίως τεχνικούς. Σε κάποιες περιπτώσεις εθελοντών και για συγκεκριμένες παραμέτρους θεωρήσαμε ότι οι μετρήσεις μας δεν ήταν αντικειμενικές είτε λόγω της σωματικής διάπλασης του εθελοντή (π.χ. υπέρβαρος ή κατασκευή θωρακικού κλωβού που δεν επιτρέπει ικανοποιητικό παράθυρο υπερήχων) είτε λόγω της δυσκολίας καταγραφής των συγκεκριμένων παραμέτρων (κυρίως υπερηχογραφικών) στις συγκεκριμένες HDT θέσεις της έρευνάς μας, οι οποίες δεν αποτελούν τις κλασικές θέσεις καταγραφής της καρδιακής λειτουργίας με υπερήχους, είτε λόγω συνδυασμού των πιο πάνω λόγων. Για τους λόγους αυτούς εξαιρέσαμε της στατιστικής ανάλυσης όλες εκείνες τις τιμές που θεωρήσαμε ότι ενδέχεται να είναι πλασματικές. Το αποτέλεσμα είναι για μερικές παραμέτρους ο αριθμός του δείγματος να είναι τόσο μικρός που να μη μπορούμε να εξάγουμε ασφαλή στατιστικά συμπεράσματα για τη μεταβολή τους κατά την αλλαγή της θέσης του σώματος των εθελοντών. Παρακάτω αναφέρουμε τα αποτελέσματα της στατιστικής μας ανάλυσης για όλες τις παραμέτρους, αναφέροντας αναλυτικά για κάθε μία τον αριθμό του δείγματος που είχαμε.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΚΑΡΔΙΟΑΓΓΕΙΑΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ.

Πριν αναφέρουμε αναλυτικά τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τις καρδιαγγειακές παραμέτρους, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι στα διαγράμματα που παραθέτονται οι θέσεις 1, 2, 3 είναι αντίστοιχα η οριζόντια θέση, η HDT-15⁰ θέση και η HDT-30⁰ θέση.

ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΡΥΘΜΟΣ

Κατά τη διάρκεια μέτρησης υπερηχογραφικών παραμέτρων σε 54 φυσιολογικούς άρρενες (δεύτερη φάση της έρευνας) έγινε συνεχής καταγραφή του καρδιακού τους ρυθμού σε σφίξεις ανά λεπτό (bpm/min). Η μεταβολή του καρδιακού τους ρυθμού κατά τη μετακίνησή τους από την οριζόντια θέση σε θέση HDT-15⁰ (διάρκειας 7.5 min) και στη συνέχεια σε θέση HDT-30⁰, διάρκειας άλλων 7.5min, δεν είναι στατιστικώς σημαντική (*sig*:0,686), όπως φαίνεται και στους παρακάτω πίνακες.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΡΥΘΜΟΣ 1 - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	69,67	11,789	54
ΡΥΘΜΟΣ 1 - 15	70,26	14,892	54
ΡΥΘΜΟΣ 1 - 30	71,15	18,329	54

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
p1	Pillai's Trace	,014	,380(a)	2,000	52,000	,686
	Wilks' Lambda	,986	,380(a)	2,000	52,000	,686
	Hotelling's Trace	,015	,380(a)	2,000	52,000	,686
	Roy's Largest Root	,015	,380(a)	2,000	52,000	,686

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: p1

Ωστόσο κατά την καταγραφή του καρδιακού ρυθμού σε 33 φυσιολογικούς άρρενες σε πειραματική διαδικασία ανεξάρτητη των υπερήχων (πρώτη φάση της έρευνας), η μεταβολή του κατά τη μετακίνηση του σώματος των εθελοντών στις ίδιες θέσεις είναι στατιστικώς σημαντική (*sig:0,003*), όπως φαίνεται και στους παρακάτω πίνακες.

Descriptive Statistics

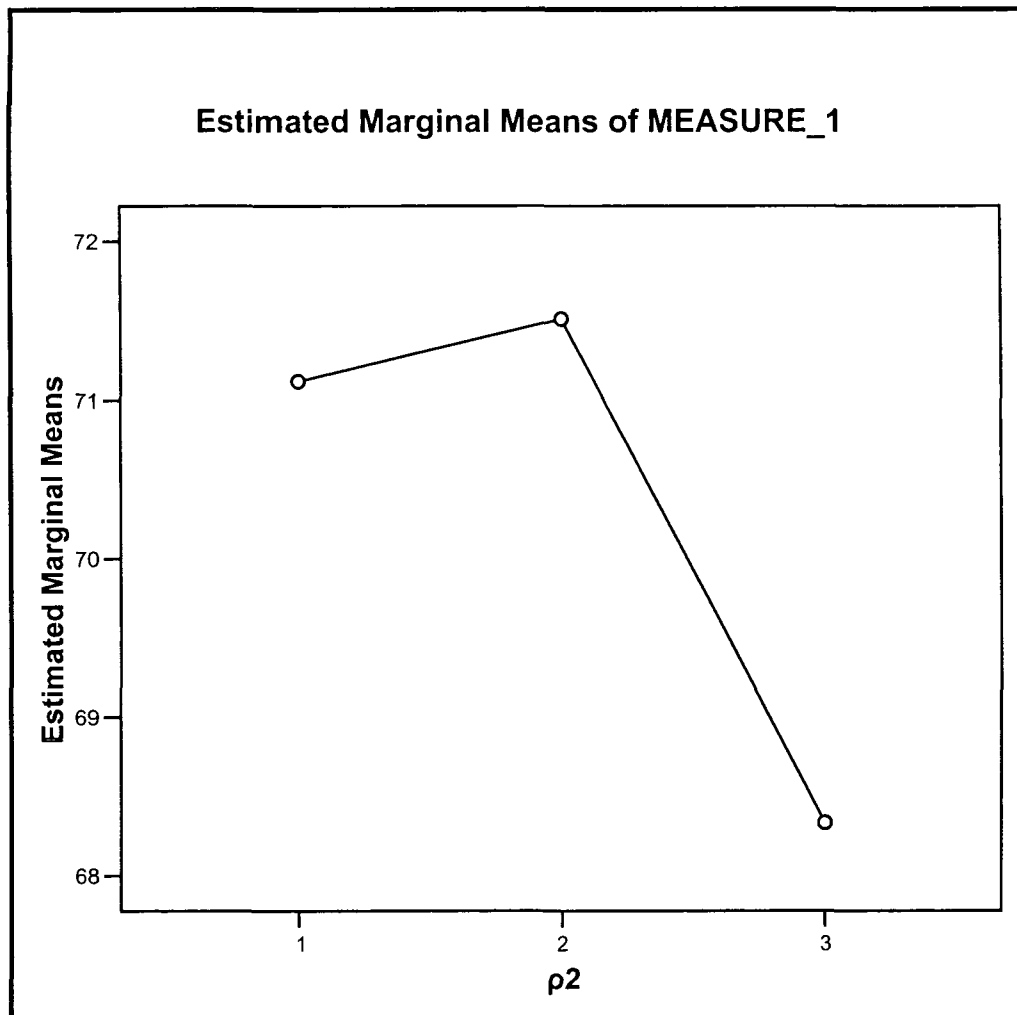
	Mean	Std. Deviation	N
PΥΘΜΟΣ 2 - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	71,12	12,587	33
PΥΘΜΟΣ 2 - 15	71,52	11,158	33
PΥΘΜΟΣ 2 - 30	68,33	11,905	33

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
p2	Pillai's Trace	,312	7,022(a)	2,000	31,000	,003
	Wilks' Lambda	,688	7,022(a)	2,000	31,000	,003
	Hotelling's Trace	,453	7,022(a)	2,000	31,000	,003
	Roy's Largest Root	,453	7,022(a)	2,000	31,000	,003

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: p2



Επίσης φαίνεται πως στατιστικώς σημαντική είναι η μεταβολή του καρδιακού ρυθμού κατά τη μετακίνηση του σώματος από την οριζόντια θέση στη θέση HDT-30⁰ και από τη θέση HDT-15⁰ στη θέση HDT-30⁰, όχι όμως και κατά τη μετακίνηση από την οριζόντια στην HDT-15⁰ θέση. Οι συγκρίσεις αυτές φαίνονται και στους παρακάτω πίνακες.

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	p2	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
p2	Level 1 vs. Level 2	5,121	1	5,121	,150	,701
	Level 2 vs. Level 3	334,091	1	334,091	13,586	,001
Error(p2)	Level 1 vs. Level 2	1093,879	32	34,184		
	Level 2 vs. Level 3	786,909	32	24,591		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	p2	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
p2	Level 2 vs. Level 1	5,121	1	5,121	,150	,701
	Level 3 vs. Level 1	256,485	1	256,485	6,643	,015
Error(p2)	Level 2 vs. Level 1	1093,879	32	34,184		
	Level 3 vs. Level 1	1235,515	32	38,610		

ΜΕΣΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ

Ο μέσος ηλεκτρικός άξονας της καρδιάς υπολογίστηκε σε 33 φυσιολογικούς άρρενες εθελοντές κατά τη μετακίνηση του σώματός τους από την οριζόντια θέση σε θέση HDT-15⁰ και στη συνέχεια σε θέση HDT-30⁰ (πρώτη φάση της έρευνας). Οι μεταβολές του δεν είναι στατιστικώς σημαντικές (*sig*:0,440), ωστόσο φαίνεται μια τάση στροφής του άξονα (QRS) προς τα αριστερά (από 61,67 σε 59,06 μοίρες) κατά την περιγραφείσα μετακίνηση του σώματός των εθελοντών από την οριζόντια στην HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέση. Τα παραπάνω φαίνονται και στους εξής πίνακες και διαγράμματα

Descriptive Statistics

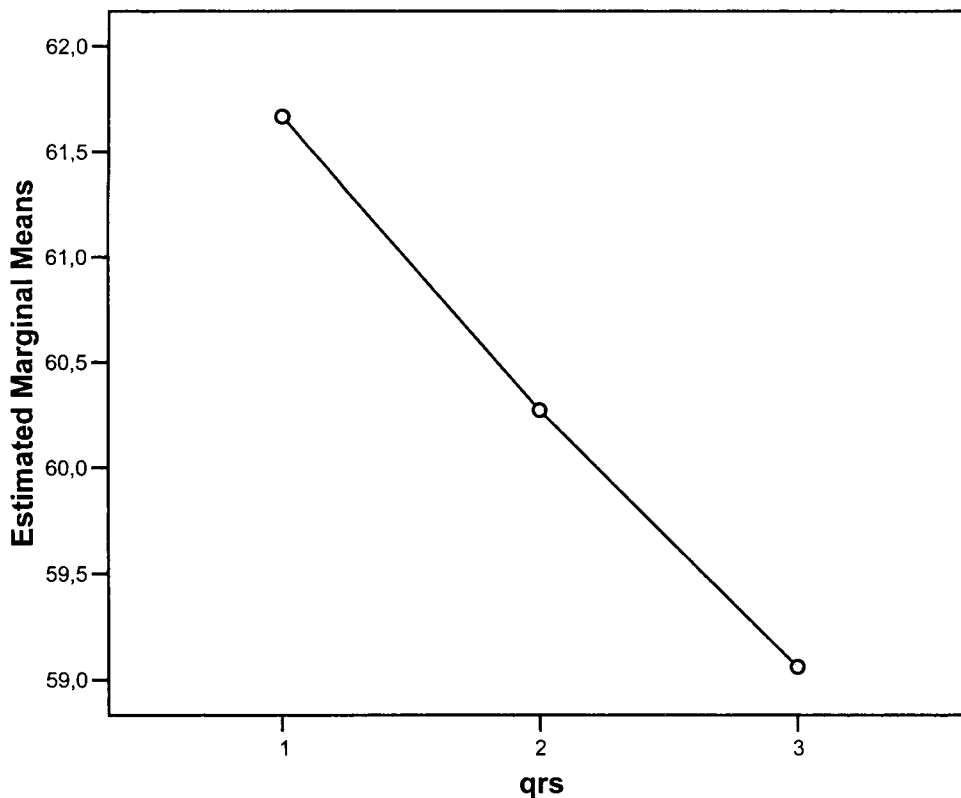
	Mean	Std. Deviation	N
ΜΕΣΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ ΚΑΡΔΙΑΣ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	61,67	22,871	33
ΜΕΣΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ ΚΑΡΔΙΑΣ - 15	60,27	24,122	33
ΜΕΣΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ ΚΑΡΔΙΑΣ - 30	59,06	25,758	33

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
qrs	Pillai's Trace	,052	,844(a)	2,000	31,000	,440
	Wilks' Lambda	,948	,844(a)	2,000	31,000	,440
	Hotelling's Trace	,054	,844(a)	2,000	31,000	,440
	Roy's Largest Root	,054	,844(a)	2,000	31,000	,440

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: qrs

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

ΣΥΣΤΟΛΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

Η καταγραφή της συστολικής πίεσης έγινε με υδραργυρικό πιεσόμετρο τοποθετημένο στο ύψος του αριστερού κόλπου σε 33 φυσιολογικούς άρρενες εθελοντές σε οριζόντια και στη συνέχεια σε HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέσεις (πρώτη φάση έρευνας). Φαίνεται , λοιπόν, πως η συστολική πίεση αυξάνεται κατά τη μετακίνηση του σώματος στις θέσεις αυτές και μάλιστα με στατιστικώς σημαντικές μεταβολές (*sig:0,000*). Στατιστικώς σημαντικές είναι οι μεταβολές από την οριζόντια στη HDT-15⁰ θέση και από την HDT-15⁰ στην HDT-30⁰. Όλα τα παραπάνω γίνονται εμφανή στα παρακάτω διαγράμματα και πίνακες.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΣΥΣΤΟΛΙΚΗ ΠΙΕΣΗ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	136,00	15,234	33
ΣΥΣΤΟΛΙΚΗ ΠΙΕΣΗ - 15	140,30	18,706	33
ΣΥΣΤΟΛΙΚΗ ΠΙΕΣΗ - 30	145,91	19,181	33

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
σπ	Pillai's Trace	,404	10,504(a)	2,000	31,000	,000
	Wilks' Lambda	,596	10,504(a)	2,000	31,000	,000
	Hotelling's Trace	,678	10,504(a)	2,000	31,000	,000
	Roy's Largest Root	,678	10,504(a)	2,000	31,000	,000

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: σ

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

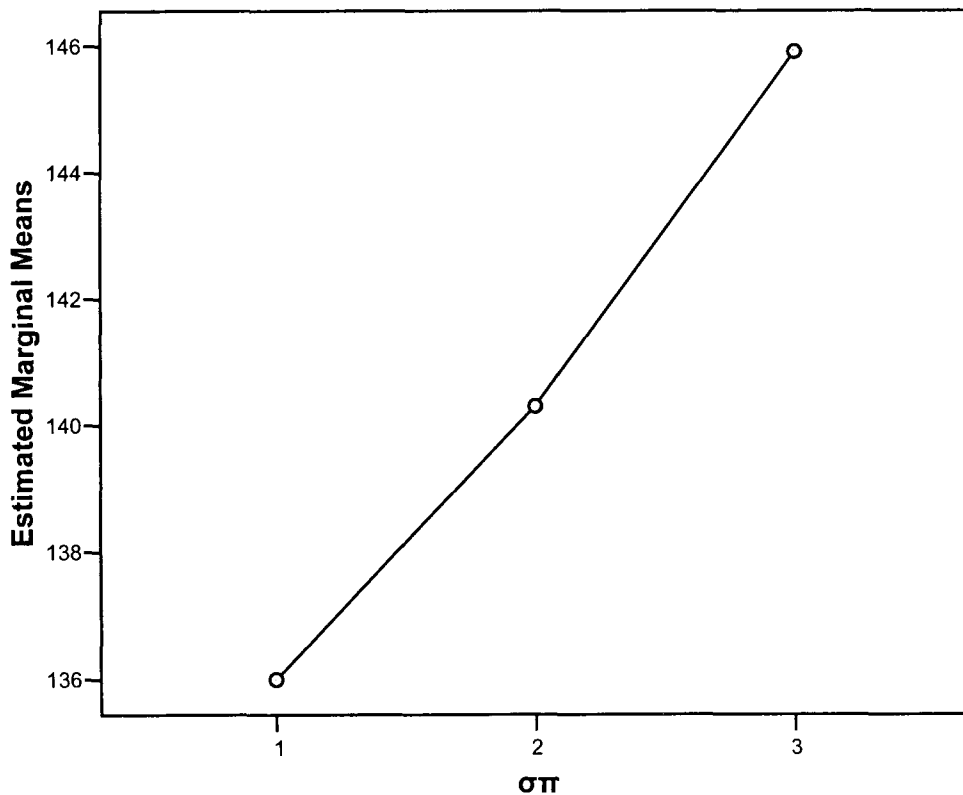
Source	σπ	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
σπ	Level 1 vs. Level 2	611,030	1	611,030	4,972	,033
	Level 2 vs. Level 3	1037,121	1	1037,121	9,943	,003
Error(σπ)	Level 1 vs. Level 2	3932,970	32	122,905		
	Level 2 vs. Level 3	3337,879	32	104,309		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	σπ	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
σπ	Level 2 vs. Level 1	611,030	1	611,030	4,972	,033
	Level 3 vs. Level 1	3240,273	1	3240,273	20,995	,000
Error(σπ)	Level 2 vs. Level 1	3932,970	32	122,905		
	Level 3 vs. Level 1	4938,727	32	154,335		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

Η καταγραφή της διαστολικής πίεσης έγινε συγχρόνως με αυτή της συστολικής στα ίδια άτομα και με τον ίδιο τρόπο. Όπως η συστολική πίεση έτσι και αυτή παρουσιάζει μια στατιστικώς σημαντική αύξηση κατά τη μετακίνηση του σώματος των εθελοντών από την οριζόντια θέση στις HDT θέσεις. Η σημαντικότητα των μεταβολών της διαστολικής πίεσης είναι της τάξης των δεκάκις χιλιοστών ($sig:0,000$). Η σημαντικότητα των μεταβολών αυτών είναι η ίδια σε όλες τις δυνατές συγκρίσεις μεταξύ των θέσεων του σώματος. Οι μεταβολές αυτές φαίνονται στους παρακάτω πίνακες και στο διάγραμμα, όπου δπ η διαστολική πίεση και 1, 2, 3 η οριζόντια, HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέση.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΗ ΠΙΕΣΗ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	85,39	8,558	33
ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΗ ΠΙΕΣΗ - 15	94,30	11,406	33
ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΗ ΠΙΕΣΗ - 30	100,45	13,484	33

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
δπ	Pillai's Trace	,576	21,015(a)	2,000	31,000	,000
	Wilks' Lambda	,424	21,015(a)	2,000	31,000	,000
	Hotelling's Trace	1,356	21,015(a)	2,000	31,000	,000
	Roy's Largest Root	1,356	21,015(a)	2,000	31,000	,000

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Desi

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

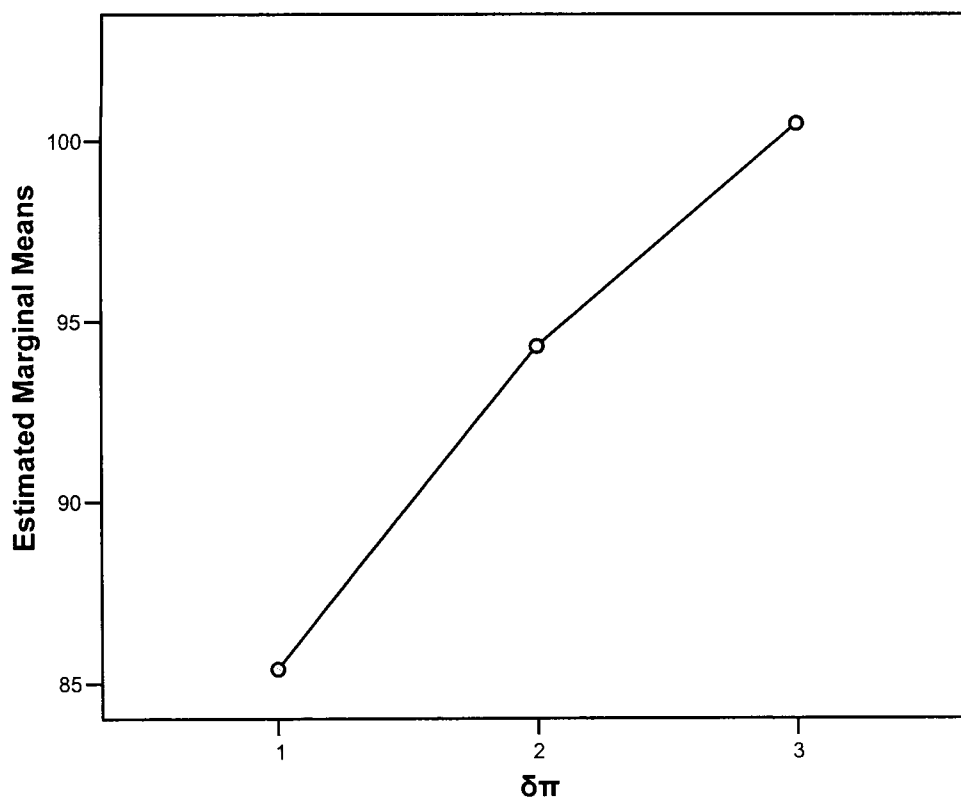
Source	$\delta\pi$	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
$\delta\pi$	Level 2 vs. Level 1	2619,273	1	2619,273	27,492	,000
	Level 3 vs. Level 1	7485,121	1	7485,121	42,896	,000
Error($\delta\pi$)	Level 2 vs. Level 1	3048,727	32	95,273		
	Level 3 vs. Level 1	5583,879	32	174,496		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	$\delta\pi$	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
$\delta\pi$	Level 1 vs. Level 2	2619,273	1	2619,273	27,492	,000
	Level 2 vs. Level 3	1248,758	1	1248,758	25,448	,000
Error($\delta\pi$)	Level 1 vs. Level 2	3048,727	32	95,273		
	Level 2 vs. Level 3	1570,242	32	49,070		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ ΑΙΜΑΤΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΑΡΩΤΙΔΑΣ

Η ταχύτητα της αριστερής καρωτίδας υπολογίστηκε με συσκευή Doppler σε 29 φυσιολογικούς άρρενες εθελοντές (πρώτη φάση). Οι μετρήσεις έγιναν σε οριζόντια θέση, σε ανάρροπη θέση – 15 μοιρών (HDT-15⁰) και σε ανάρροπη θέση – 30 μοιρών (HDT-30⁰). Όπως φαίνεται από την ανάλυση SPSS οι μεταβολές της ταχύτητας ροής αίματος στην αριστερή καρωτίδα δεν είναι στατιστικώς σημαντική (*sig*:0,296), ωστόσο φαίνεται πως έχει τάση μείωσης που οδηγεί σε σταθεροποίηση της τιμής της μετά τη θέση HDT -15, όπως δείχνουν και το παρακάτω διάγραμμα και οι πίνακες.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
TΑΧΥΤΗΤΑ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΑΡΩΤΙΔΑΣ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	44,931	15,1703	29
TΑΧΥΤΗΤΑ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΑΡΩΤΙΔΑΣ - 15	40,914	12,7616	29
TΑΧΥΤΗΤΑ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΑΡΩΤΙΔΑΣ - 30	40,776	14,7549	29

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
vic	Pillai's Trace	,086	1,275(a)	2,000	27,000	,296
	Wilks' Lambda	,914	1,275(a)	2,000	27,000	,296
	Hotelling's Trace	,094	1,275(a)	2,000	27,000	,296
	Roy's Largest Root	,094	1,275(a)	2,000	27,000	,296

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: vi

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

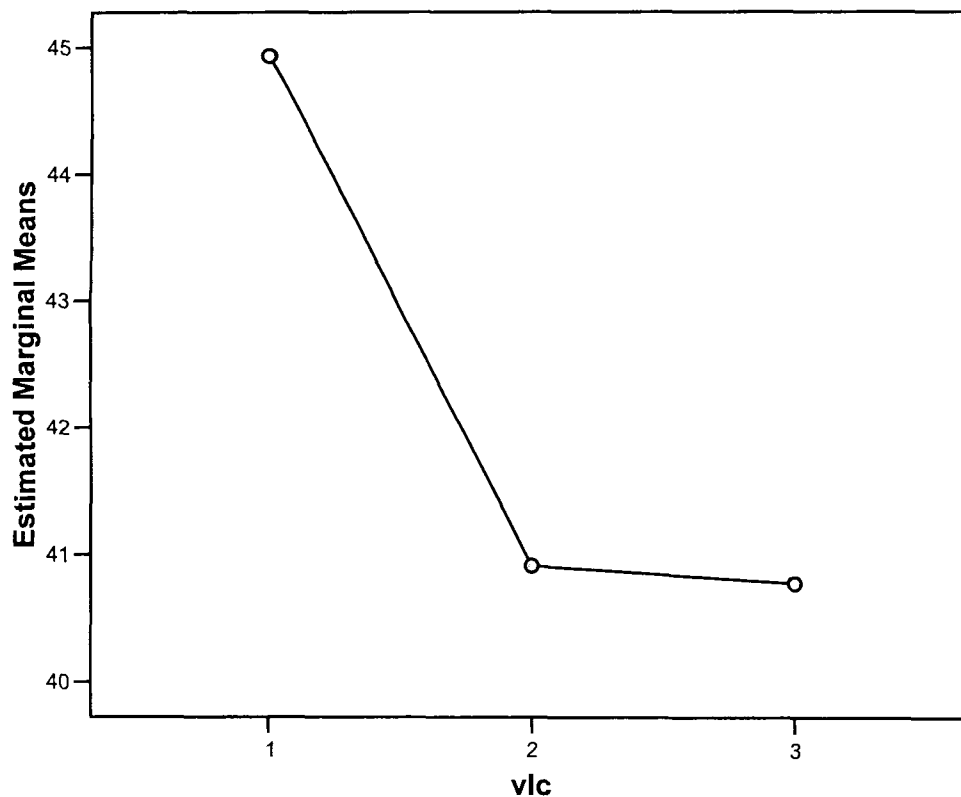
Source	vlc	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
vlc	Level 2 vs. Level 1	468,009	1	468,009	1,902	,179
	Level 3 vs. Level 1	500,698	1	500,698	1,748	,197
Error(vlc)	Level 2 vs. Level 1	6889,241	28	246,044		
	Level 3 vs. Level 1	8020,552	28	286,448		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	vlc	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
vlc	Level 1 vs. Level 2	468,009	1	468,009	1,902	,179
	Level 2 vs. Level 3	,552	1	,552	,002	,968
Error(vlc)	Level 1 vs. Level 2	6889,241	28	246,044		
	Level 2 vs. Level 3	9250,948	28	330,391		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ ΑΙΜΑΤΟΣ ΔΕΞΙΑΣ ΚΑΡΩΤΙΔΑΣ

Η μέτρηση της ταχύτητας ροής της δεξιάς καρωτίδας έγινε με τον ίδιο τρόπο όπως της αριστερής και στα ίδια άτομα. Όπως φαίνεται και από τα στοιχεία του SPSS πιο κάτω, η τιμή της παρουσιάζει τάση μείωσης, γεγονός που επιβεβαιώνει την ορθότητα των μετρήσεων μας, χωρίς όμως να εμφανίζει τάση σταθεροποίησης ανάμεσα στην HDT-15⁰ και την HDT-30⁰ θέση. Η μεταβολή της είναι στατιστικώς μη σημαντική (*sig*:0,066), οριακά στο επίπεδο του 5%.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
TΑΧΥΤΗΤΑ ΔΕΞΙΑΣ ΚΑΡΩΤΙΔΑΣ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	46,103	19,1705	29
TΑΧΥΤΗΤΑ ΔΕΞΙΑΣ ΚΑΡΩΤΙΔΑΣ - 15	41,293	15,2781	29
TΑΧΥΤΗΤΑ ΔΕΞΙΑΣ ΚΑΡΩΤΙΔΑΣ - 30	35,724	14,7815	29

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
vrc	Pillai's Trace	,182	3,011(a)	2,000	27,000	,066
	Wilks' Lambda	,818	3,011(a)	2,000	27,000	,066
	Hotelling's Trace	,223	3,011(a)	2,000	27,000	,066
	Roy's Largest Root	,223	3,011(a)	2,000	27,000	,066

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: vr

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

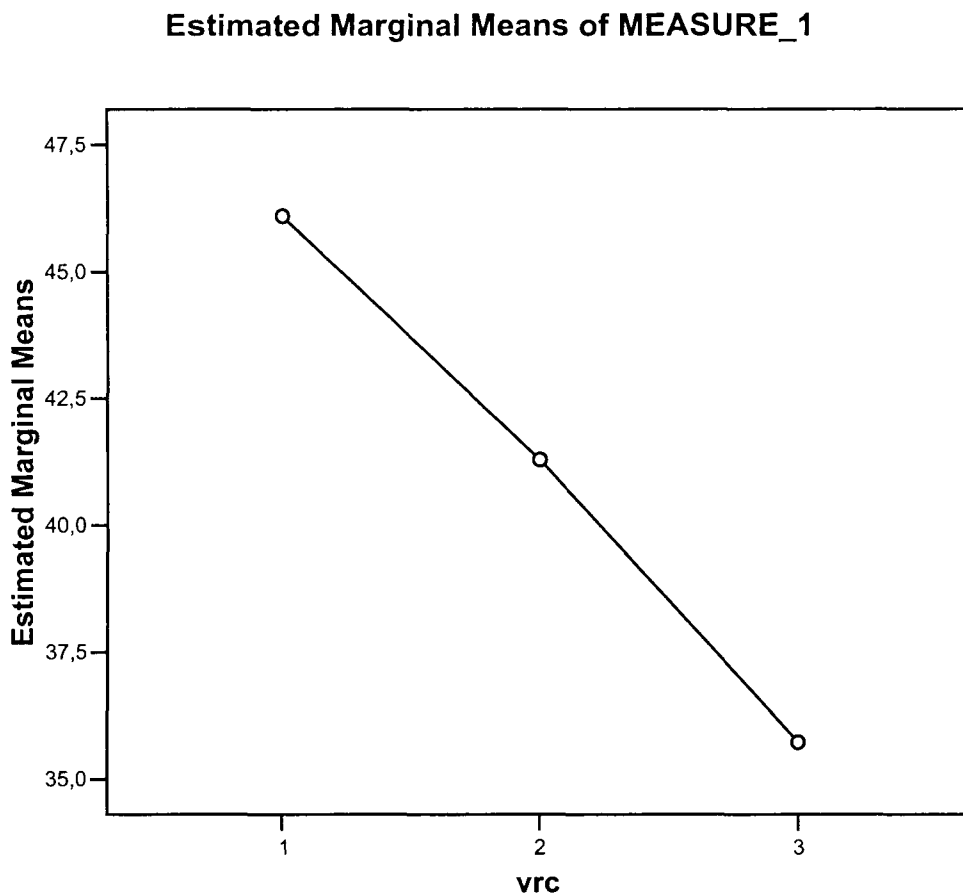
Source	vrc	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
vrc	Level 2 vs. Level 1	671,043	1	671,043	1,738	,198
	Level 3 vs. Level 1	3124,172	1	3124,172	5,626	,025
Error(vrc)	Level 2 vs. Level 1	10810,707	28	386,097		
	Level 3 vs. Level 1	15548,328	28	555,297		

Όπως βλέπουμε από της συγκρίσεις των τιμών της μεταξύ των θέσεων του σώματος, όπου 1 η οριζόντια θέση και 2, 3 οι HDT-15⁰, HDT-30⁰ θέσεις, μεταξύ της θέσης 1 και 3 υπάρχει σημαντικότητα της τάξης του 0,025 κάτι που δε συμβαίνει στις υπόλοιπες συγκρίσεις, όπως φαίνεται στους επόμενους πίνακες.

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	vrc	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
vrc	Level 1 vs. Level 2	671,043	1	671,043	1,738	,198
	Level 2 vs. Level 3	899,388	1	899,388	3,909	,058
Error(vrc)	Level 1 vs. Level 2	10810,707	28	386,097		
	Level 2 vs. Level 3	6442,862	28	230,102		



ΚΛΑΣΜΑ ΕΞΩΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ

Το κλάσμα εξώθησης μετρήθηκε με υπερηχοκαρδιογραφία σε 53 φυσιολογικούς άρρενες σε οριζόντια θέση (θέση 1), HDT-15⁰ (θέση 2) και σε HDT-30⁰ θέση (θέση 3) (δεύτερη φάση). Οι μεταβολές των τιμών του κατά τη μετακίνηση του σώματος των εθελοντών από τη θέση 1 στη θέση 2 και μετά στη θέση 3 δεν είναι στατιστικώς σημαντικές ($sig:0,350$). Παρακάτω παραθέτουμε τους πίνακες και το διάγραμμα που περιγράφουν τις τάσεις μεταβολής του κλάσματος εξωθήσεως (EF).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΚΛΑΣΜΑ ΕΞΩΘΗΣΗΣ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	63,42	7,423	53
ΚΛΑΣΜΑ ΕΞΩΘΗΣΗΣ - 15	62,04	7,008	53
ΚΛΑΣΜΑ ΕΞΩΘΗΣΗΣ - 30	63,13	6,892	53

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
ef	Pillai's Trace	,040	1,073(a)	2,000	51,000	,350
	Wilks'					
	Lambda	,960	1,073(a)	2,000	51,000	,350
	Hotelling's Trace	,042	1,073(a)	2,000	51,000	,350
	Roy's Largest Root	,042	1,073(a)	2,000	51,000	,350

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: ef

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

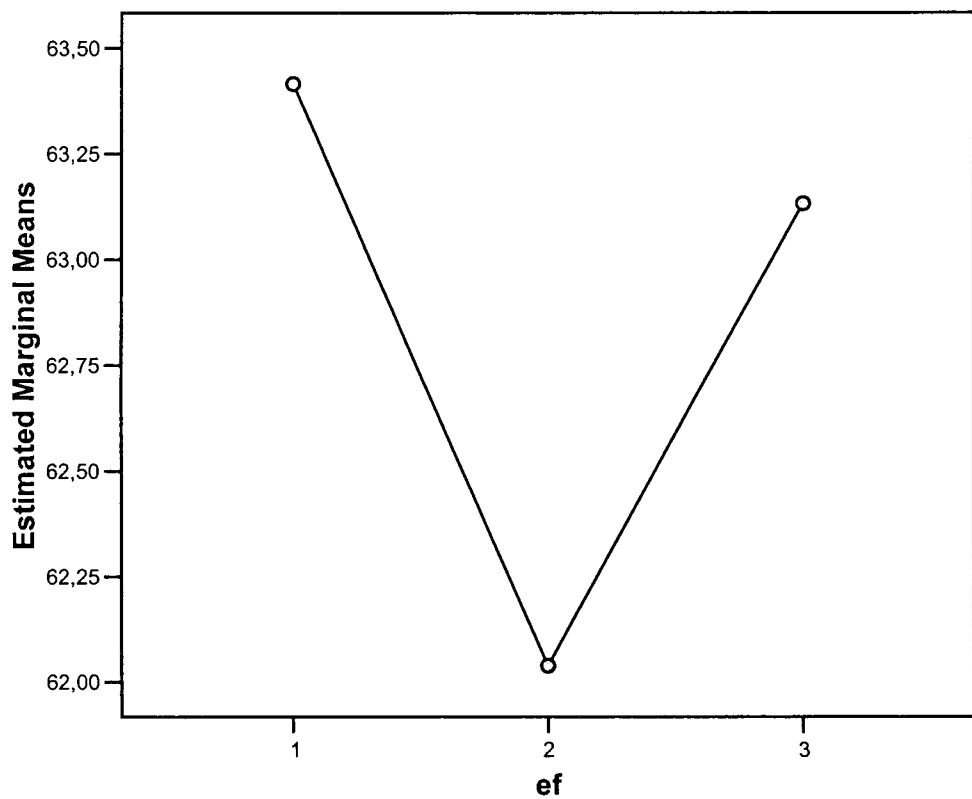
Source	ef	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ef	Level 1 vs. Level 2	100,547	1	100,547	2,066	,157
	Level 2 vs. Level 3	63,472	1	63,472	1,214	,276
Error(ef)	Level 1 vs. Level 2	2530,453	52	48,663		
	Level 2 vs. Level 3	2718,528	52	52,279		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	ef	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ef	Level 2 vs. Level 1	100,547	1	100,547	2,066	,157
	Level 3 vs. Level 1	4,245	1	4,245	,097	,757
Error(ef)	Level 2 vs. Level 1	2530,453	52	48,663		
	Level 3 vs. Level 1	2276,755	52	43,784		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΚΥΜΑ Ε ΤΡΙΓΧΛΩΧΙΝΟΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ

Το κύμα Ε της τριγχλώχινος αντιπροσωπεύει μια υπερηχογραφική εκτίμηση της ταχείας πλήρωσης της δεξιάς κοιλίας. Η μέτρησή του έγινε σε 45 φυσιολογικούς άρρενες εθελοντές με τη μέθοδο της υπερηχογραφίας (δεύτερη φάση). Οι μεταβολές του κατά τη μετακίνηση του σώματος από τη θέση 1 (οριζόντια) στη θέση 2 (HDT-15⁰) και στη συνέχεια στη θέση 3 (HDT-30⁰) δεν είναι στατιστικώς σημαντικές (*sig*:0,360). Παρακάτω παραθέτουμε τα αποτελέσματα της ανάλυσης SPSS, καθώς και το διάγραμμα μεταβολής των τιμών του κύματος Ε της τριγχλώχινας στις πιο πάνω θέσεις του σώματος των εθελοντών.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΚΥΜΑ Ε ΤΡΙΓΧΛΩΧΙΝΟΣ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	,57787	,148643	45
ΚΥΜΑ Ε ΤΡΙΓΧΛΩΧΙΝΟΣ - 15	,60393	,124779	45
ΚΥΜΑ Ε ΤΡΙΓΧΛΩΧΙΝΟΣ - 30	,60000	,126203	45

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
wet	Pillai's Trace	,046	1,045(a)	2,000	43,000	,360
	Wilks' Lambda	,954	1,045(a)	2,000	43,000	,360
	Hotelling's Trace	,049	1,045(a)	2,000	43,000	,360
	Roy's Largest Root	,049	1,045(a)	2,000	43,000	,360

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: wet

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

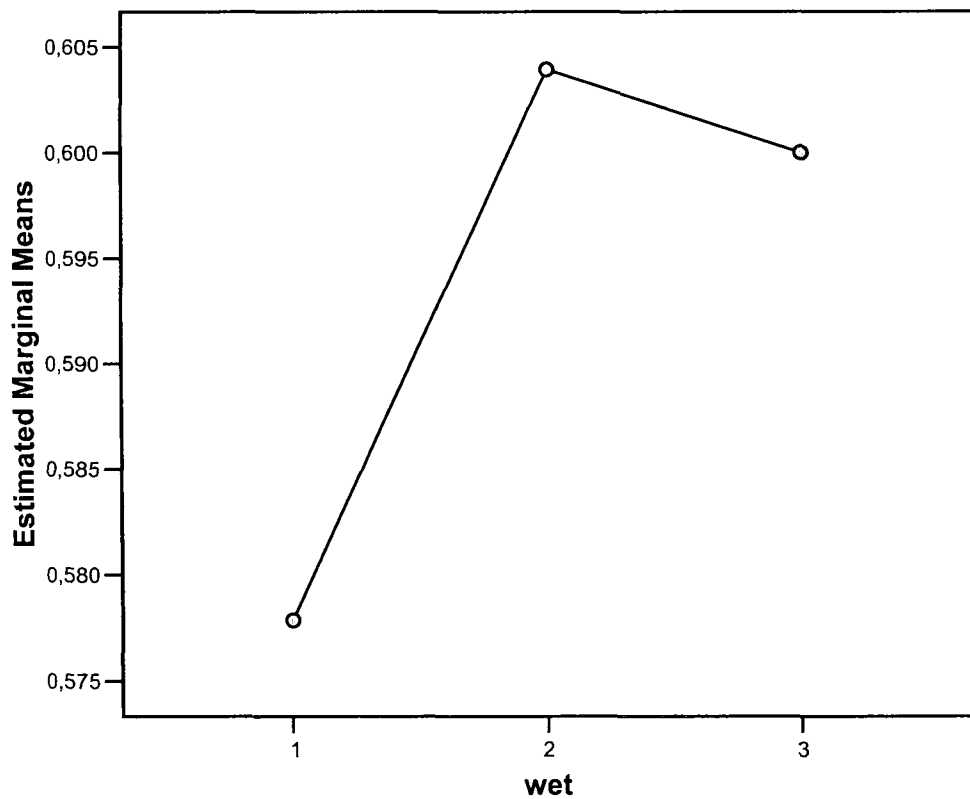
Source	wet	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
wet	Level 2 vs. Level 1	,031	1	,031	2,058	,158
	Level 3 vs. Level 1	,022	1	,022	1,768	,190
Error(wet)	Level 2 vs. Level 1	,654	44	,015		
	Level 3 vs. Level 1	,549	44	,012		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	wet	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
wet	Level 1 vs. Level 2	,031	1	,031	2,058	,158
	Level 2 vs. Level 3	,001	1	,001	,133	,718
Error(wet)	Level 1 vs. Level 2	,654	44	,015		
	Level 2 vs. Level 3	,231	44	,005		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΚΥΜΑ Α ΤΡΙΓΧΛΩΧΙΝΟΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ

Το κύμα Α της τριγχλώχινος μετρήθηκε υπερηχογραφικά (δεύτερη φάση) στα ίδια άτομα και στις ίδιες θέσεις με το κύμα Ε. το κύμα Α της τριγχλώχινος εκφράζει τη συστολή του δεξιού κόλπου. Η στατιστική ανάλυση SPSS δείχνει ότι έχει τάση αύξησης κατά τη μετακίνηση του σώματος από τη θέση 1 (οριζόντια) στη θέση 2 (HDT-15⁰) και στη συνέχεια στη θέση 3 (HDT-30⁰). Η αύξηση αυτή του κύματος Α (wat) είναι στατιστικώς σημαντική (*sig*:0,005) και η σημαντικότητα αυτή είναι μεγαλύτερη στη σύγκριση μεταξύ των τιμών της θέσεις 1 και της θέσης 3. Όλα τα παραπάνω φαίνονται καλύτερα στους παρακάτω πίνακες και διαγράμματα.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΚΥΜΑ Α ΤΡΙΓΧΛΩΧΙΝΟΣ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	,39444	,100760	45
ΚΥΜΑ Α ΤΡΙΓΧΛΩΧΙΝΟΣ - 15	,42240	,117695	45
ΚΥΜΑ Α ΤΡΙΓΧΛΩΧΙΝΟΣ - 30	,43724	,104075	45

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
wat	Pillai's Trace	,221	6,096(a)	2,000	43,000	,005
	Wilks' Lambda	,779	6,096(a)	2,000	43,000	,005
	Hotelling's Trace	,284	6,096(a)	2,000	43,000	,005
	Roy's Largest Root	,284	6,096(a)	2,000	43,000	,005

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: wat

Tests of Within-Subjects Contrasts

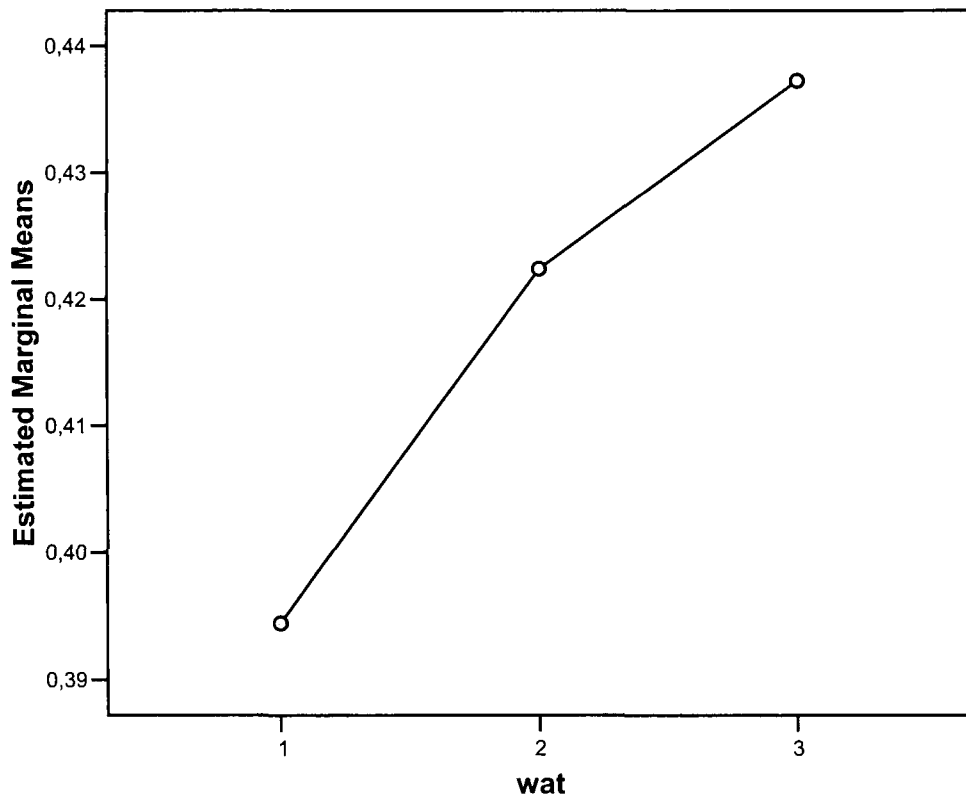
Measure: MEASURE_1

Source	wat	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
wat	Level 2 vs. Level 1	,035	1	,035	6,030	,018
	Level 3 vs. Level 1	,082	1	,082	11,934	,001
Error(wat)	Level 2 vs. Level 1	,257	44	,006		
	Level 3 vs. Level 1	,304	44	,007		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	wat	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
wat	Level 1 vs. Level 2	,035	1	,035	6,030	,018
	Level 2 vs. Level 3	,010	1	,010	1,650	,206
Error(wat)	Level 1 vs. Level 2	,257	44	,006		
	Level 2 vs. Level 3	,264	44	,006		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

ΚΥΜΑ Ε ΜΙΤΡΟΕΙΔΟΥΣ

Το κύμα Ε της μιτροειδούς υπολογίστηκε σε 53 φυσιολογικούς άρρενες εθελοντές σε οριζόντια θέση σώματος (θέση 1), HDT-15⁰ (θέση 2) και HDT-30⁰ θέση σώματος (θέση 3) (δεύτερη φάση). Το κύμα Ε της μιτροειδούς εκφράζει τη ταχεία πλήρωση της αριστερής κοιλίας και βάση της SPSS στατιστικής ανάλυσης των τιμών του, αυξάνεται κατά τη μετακίνηση του σώματος των εθελοντών από τη θέση 1 στη θέση 2 και στη συνέχεια στη θέση 3. Η αύξηση αυτή είναι στατιστικώς σημαντική (*sig*:0,008). Στις συγκρίσεις μεταξύ των διαφόρων θέσεων σώματος υπάρχει , επίσης, υψηλή σημαντικότητα εκτός της σύγκρισης μεταξύ των θέσεων 2 και 3 (*sig*:0,592). Τα παραπάνω γίνονται εμφανή στους εξής πίνακες.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΚΥΜΑ Ε ΜΙΤΡΟΕΙΔΟΥΣ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	,87066	,165540	53
ΚΥΜΑ Ε ΜΙΤΡΟΕΙΔΟΥΣ - 15	,91038	,174917	53
ΚΥΜΑ Ε ΜΙΤΡΟΕΙΔΟΥΣ - 30	,91921	,179017	53

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
wem	Pillai's Trace	,172	5,299(a)	2,000	51,000	,008
	Wilks' Lambda	,828	5,299(a)	2,000	51,000	,008
	Hotelling's Trace	,208	5,299(a)	2,000	51,000	,008
	Roy's Largest Root	,208	5,299(a)	2,000	51,000	,008

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: wem

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

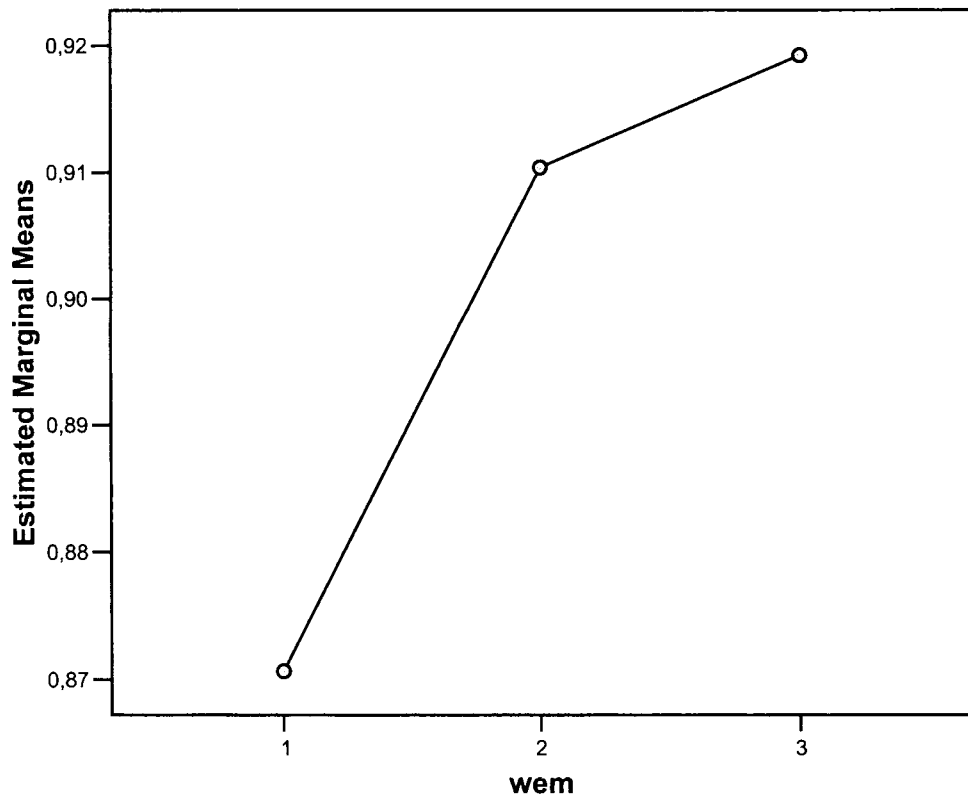
Source	wem	Type III Sum of Square s	df	Mean Square	F	Sig.
wem	Level 2 vs. Level 1	,084	1	,084	7,308	,009
	Level 3 vs. Level 1	,125	1	,125	8,460	,005
Error(wem)	Level 2 vs. Level 1	,595	52	,011		
	Level 3 vs. Level 1	,768	52	,015		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	wem	Type III Sum of Square s	df	Mean Square	F	Sig.
wem	Level 1 vs. Level 2	,084	1	,084	7,308	,009
	Level 2 vs. Level 3	,004	1	,004	,291	,592
Error(wem)	Level 1 vs. Level 2	,595	52	,011		
	Level 2 vs. Level 3	,737	52	,014		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΚΥΜΑ Α ΜΙΤΡΟΕΙΔΟΥΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ

Το κύμα Α της μιτροειδούς μετρήθηκε παράλληλα με το Ε αυτής στα ίδια άτομα και στις ίδιες θέσεις (δεύτερη φάση). Εκφράζει υπερηχογραφικά τη σύσπαση του αριστερού κόλπου. Κατά τη μετακίνηση του σώματος των εθελοντών διαδοχικά στις θέσεις 1, 2, 3, παρουσιάζει τάση αύξησης, η οποία δεν είναι στατιστικώς σημαντική ($sig:0,124$). Παρακάτω παραθέτουμε τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, όπου wam το κύμα Α της μιτροειδούς.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΚΥΜΑ Α ΜΙΤΡΟΕΙΔΟΥΣ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	,47698	,147916	53
ΚΥΜΑ Α ΜΙΤΡΟΕΙΔΟΥΣ - 15	,48340	,109139	53
ΚΥΜΑ Α ΜΙΤΡΟΕΙΔΟΥΣ - 30	,50826	,133173	53

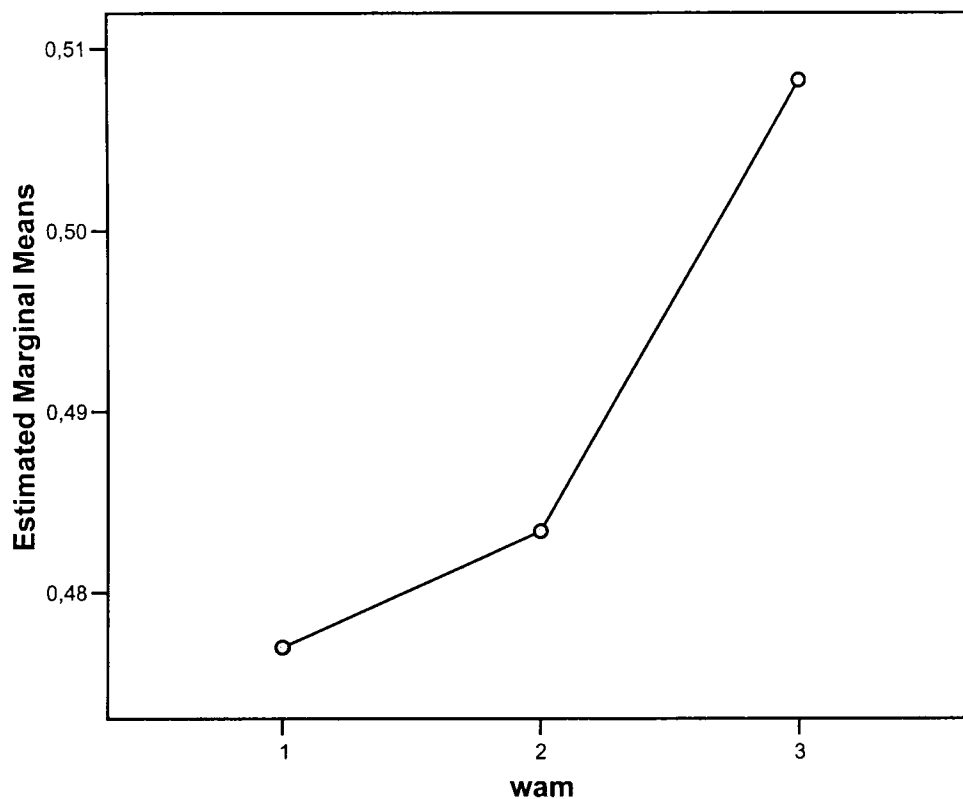
Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
wam	Pillai's Trace	,079	2,174(a)	2,000	51,000	,124
	Wilks' Lambda	,921	2,174(a)	2,000	51,000	,124
	Hotelling's Trace	,085	2,174(a)	2,000	51,000	,124
	Roy's Largest Root	,085	2,174(a)	2,000	51,000	,124

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: wam

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	wam	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
wam	Level 1 vs. Level 2	,002	1	,002	,165	,687
	Level 2 vs. Level 3	,033	1	,033	3,537	,066
Error(wam)	Level 1 vs. Level 2	,689	52	,013		
	Level 2 vs. Level 3	,482	52	,009		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	wam	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
wam	Level 2 vs. Level 1	,002	1	,002	,165	,687
	Level 3 vs. Level 1	,052	1	,052	3,133	,083
Error(wam)	Level 2 vs. Level 1	,689	52	,013		
	Level 3 vs. Level 1	,861	52	,017		

ΤΕΛΟΔΙΑΣΤΟΛΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ

Η τελοδιαστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας ($LVD_{(D)}$) υπολογίστηκε σε 52 υγιείς άρρενες εθελοντές σε οριζόντια κατακεκλιμένη θέση (1), σε HDT-15 θέση (2) και σε HDT-30 θέση (3). Από τη σύγκριση των τιμών της στις διάφορες θέσεις φαίνεται πως δε μεταβάλλεται σημαντικά με τις αλλαγές θέσεις σώματος που εξετάζει η έρευνά μας. Παρακάτω παραθέτουμε σε πίνακες τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, καθώς και ένα διάγραμμα περιγραφής της τάσης μεταβολής της τελοδιαστολικής διαμέτρου της αριστερής κοιλίας.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΤΕΛΟΔΙΑΣΤΟΛΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	48,6538	4,78922	52
ΤΕΛΟΔΙΑΣΤΟΛΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ 15 ΜΟΙΡΕΣ	47,8077	4,87104	52
ΤΕΛΟΔΙΑΣΤΟΛΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ 30 ΜΟΙΡΕΣ	47,9231	4,82983	52

Tests of Within-Subjects Contrasts

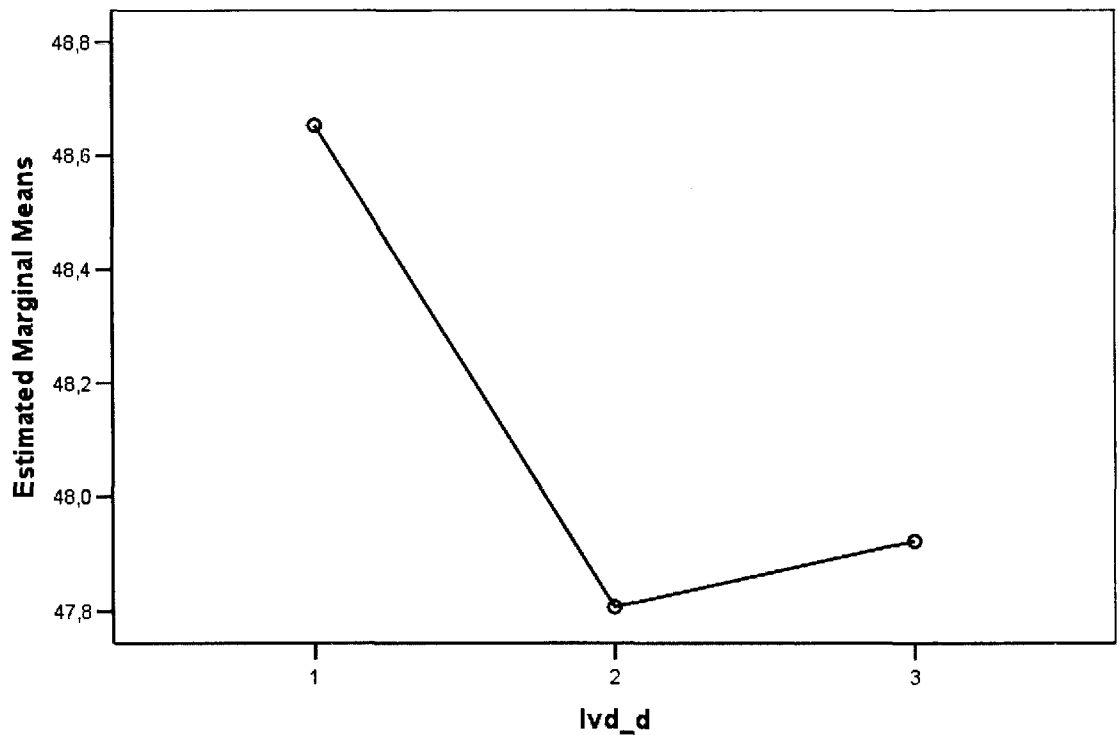
Measure: MEASURE_1

Source	lvd_d	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
lvd_d	Level 2 vs. Level 1	37,231	1	37,231	2,062	,157
	Level 3 vs. Level 1	27,769	1	27,769	1,280	,263
Error(lvd_d)	Level 2 vs. Level 1	920,769	51	18,054		
	Level 3 vs. Level 1	1106,231	51	21,691		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	lvd_d	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
lvd_d	Level 1 vs. Level 2	37,231	1	37,231	2,062	,157
	Level 2 vs. Level 3	,692	1	,692	,048	,828
Error(lvd_d)	Level 1 vs. Level 2	920,769	51	18,054		
	Level 2 vs. Level 3	741,308	51	14,535		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

ΤΕΛΟΣΥΣΤΟΛΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ

Η τελοσυστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (LVD_(s)) υπολογίστηκε και αυτή σε 52 υγιείς άρρενες εθελοντές. Όπως φαίνεται και από τους παρακάτω πίνακες δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές μεταβολές στη σύγκριση των τιμών της σε οριζόντια κατακεκλιμένη (1), HDT-15 (2) και HDT-30 (3) θέση.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΤΕΛΟΣΥΣΤΟΛΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	32,1154	4,02762	52
ΤΕΛΟΣΥΣΤΟΛΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ 15 ΜΟΙΡΕΣ	31,6154	4,07361	52
ΤΕΛΟΣΥΣΤΟΛΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ 30 ΜΟΙΡΕΣ	31,5000	4,01712	52

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

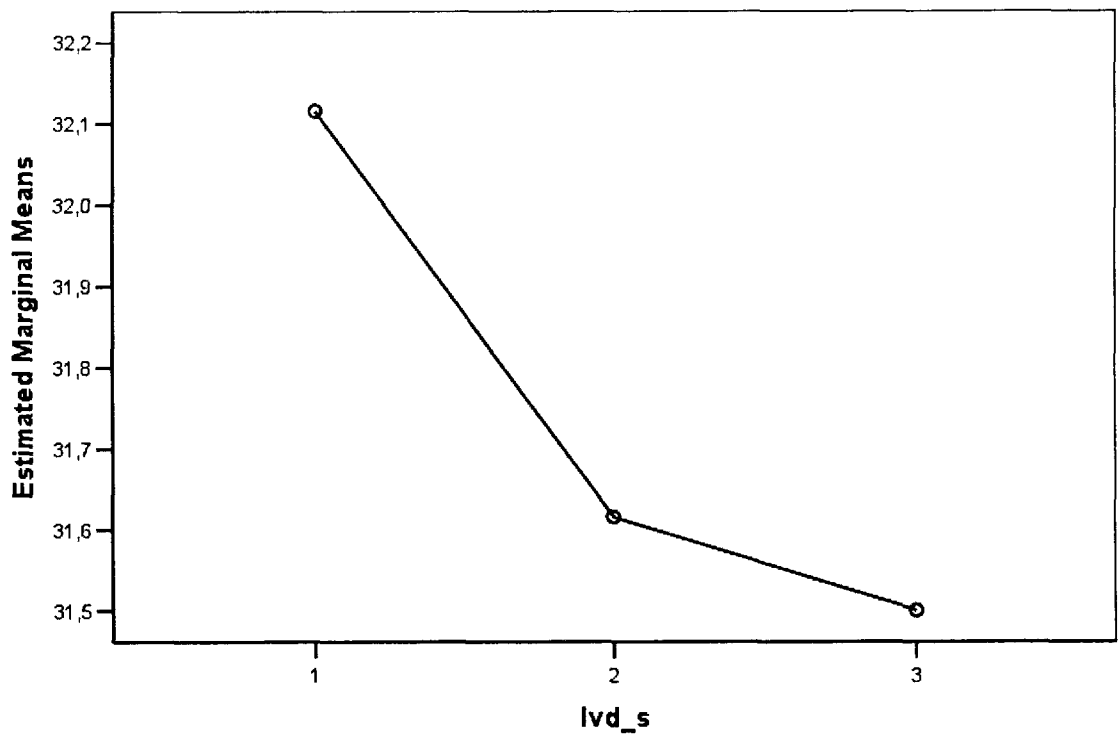
Source	lvd_s	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
lvd_s	Level 1 vs. Level 2	13,000	1	13,000	1,141	,290
	Level 2 vs. Level 3	,692	1	,692	,067	,796
Error(lvd_s)	Level 1 vs. Level 2	581,000	51	11,392		
	Level 2 vs. Level 3	525,308	51	10,300		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	lvd_s	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
lvd_s	Level 2 vs. Level 1	13,000	1	13,000	1,141	,290
	Level 3 vs. Level 1	19,692	1	19,692	1,564	,217
Error(lvd_s)	Level 2 vs. Level 1	581,000	51	11,392		
	Level 3 vs. Level 1	642,308	51	12,594		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΔΕΞΙΑΣ ΚΟΙΛΙΑΣ

Μετρήθηκε και αυτή σε 52 υγιείς άρρενες εθελοντές στις ίδιες θέσεις σώματος. Παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σύγκριση των τιμών των διαφόρων θέσεων. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, αλλά και το διάγραμμα που περιγράφει την αύξηση της διαμέτρου της δεξιάς κοιλίας (RVD) παρατίθενται παρακάτω.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΔΕΞΙΑΣ ΚΟΙΛΙΑΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	16,9231	5,28723	52
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΔΕΞΙΑΣ ΚΟΙΛΙΑΣ 15 ΜΟΙΡΕΣ	17,5769	6,26958	52
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΔΕΞΙΑΣ ΚΟΙΛΙΑΣ 30 ΜΟΙΡΕΣ	18,1923	6,02947	52

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

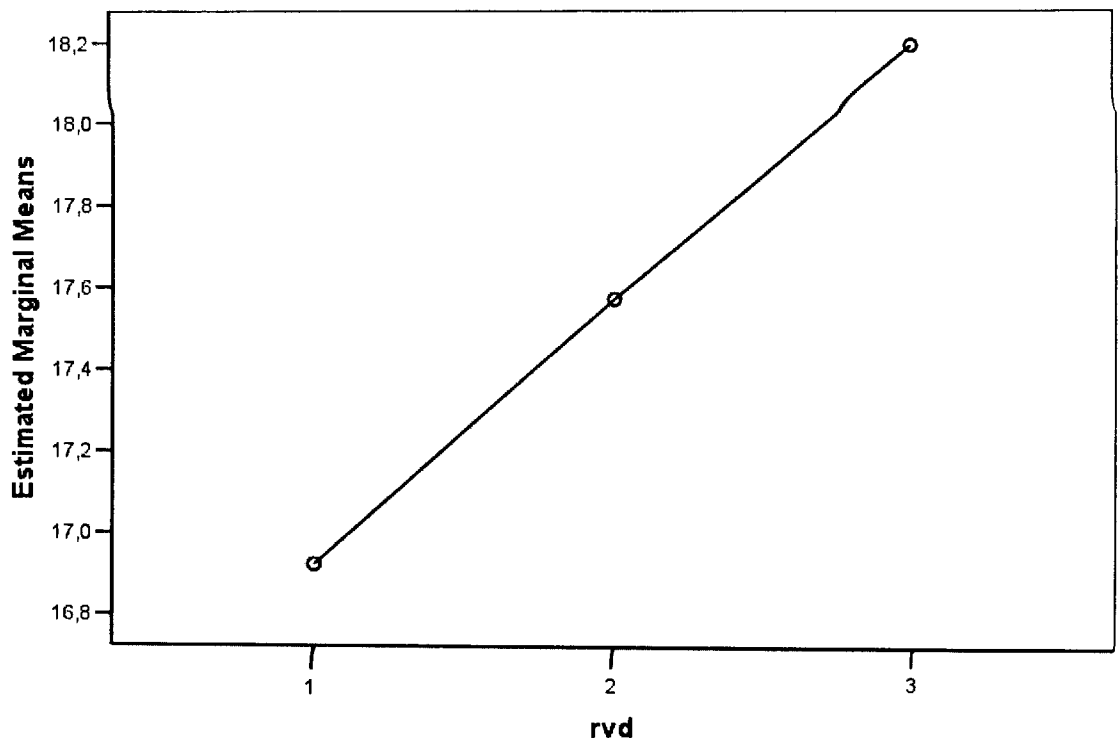
Source	rvd	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
rvd	Level 2 vs. Level 1	22,231	1	22,231	1,370	,247
	Level 3 vs. Level 1	83,769	1	83,769	6,715	,012
Error(rvd)	Level 2 vs. Level 1	827,769	51	16,231		
	Level 3 vs. Level 1	636,231	51	12,475		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	rvd	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
rvd	Level 1 vs. Level 2	22,231	1	22,231	1,370	,247
	Level 2 vs. Level 3	19,692	1	19,692	1,390	,244
Error(rvd)	Level 1 vs. Level 2	827,769	51	16,231		
	Level 2 vs. Level 3	722,308	51	14,163		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΑΣΤΡΟΦΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ Α ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΦΛΕΒΩΝ

Η ταχύτητα του ανάστροφου κύματος Α των πνευμονικών φλεβών υπολογίστηκε με τη μέθοδο της καρδιακής υπερηχογραφίας (δεύτερη φάση) σε 8 φυσιολογικούς άρρενες εθελοντές σε οριζόντια θέση (θέση 1) και σε θέση HDT-30⁰ (θέση 2). Οι μεταβολές της δεν είναι στατιστικώς σημαντικές (*sig*:0,188). Αυτό ίσως οφείλεται στον μικρό αριθμό του δείγματός μας, εξαιτίας του κακού υπερηχογραφικού παραθύρου, όσον αφορά την απεικόνιση των πνευμονικών φλεβών στις συγκεκριμένες θέσεις σώματος που εξετάζουμε. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης φαίνονται παρακάτω

Descriptive Statistics

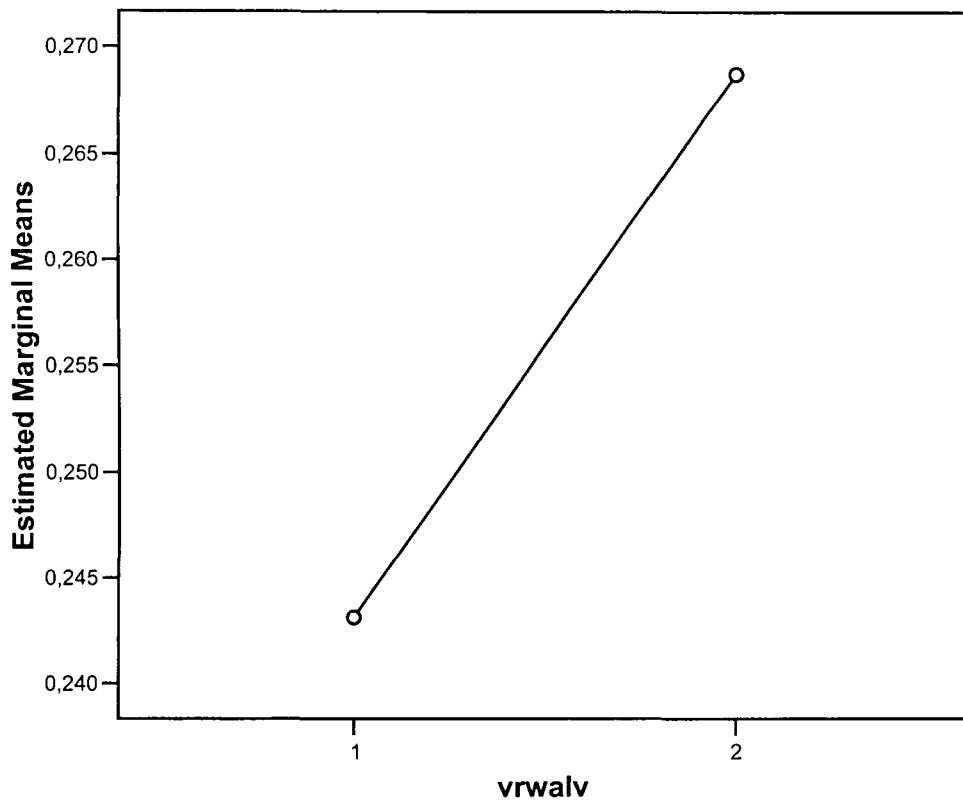
	Mean	Std. Deviation	N
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΑΣΤΡΟΦΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ Α ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΦΛΕΒΩΝ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	,24312	,051751	8
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΑΣΤΡΟΦΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ Α ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΦΛΕΒΩΝ - 30	,26875	,047940	8

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
vrwalv	Pillai's Trace	,233	2,129(a)	1,000	7,000	,188
	Wilks' Lambda	,767	2,129(a)	1,000	7,000	,188
	Hotelling's Trace	,304	2,129(a)	1,000	7,000	,188
	Roy's Largest Root	,304	2,129(a)	1,000	7,000	,188

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: vrwalv

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΝΑΣΤΡΟΦΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ Α ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΦΛΕΒΩΝ

Όπως και η ταχύτητα του ανάστροφου κύματος Α των πνευμονικών φλεβών, έτσι και η διάρκεια μετρήθηκε κατά τον ίδιο τρόπο και στον ίδιο μικρό αριθμό ατόμων. Οι μεταβολές των τιμών της δεν είναι στατιστικώς σημαντικές ίσως λόγω του μικρού δείγματος. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης φαίνονται παρακάτω.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΝΑΣΤΡΟΦΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ Α ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΦΛΕΒΩΝ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	93,75	14,577	8
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΝΑΣΤΡΟΦΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ Α ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΦΛΕΒΩΝ - 30	95,00	13,628	8

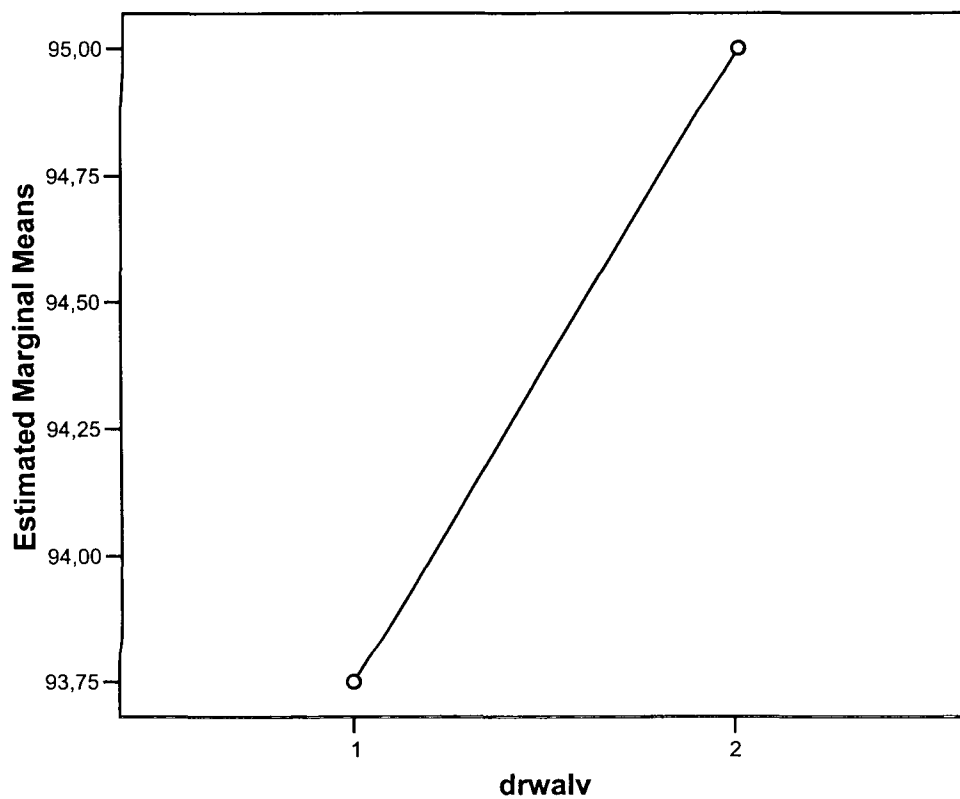
Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
drwalv	Pillai's Trace	,011	,080(a)	1,000	7,000	,785
	Wilks' Lambda	,989	,080(a)	1,000	7,000	,785
	Hotelling's Trace	,011	,080(a)	1,000	7,000	,785
	Roy's Largest Root	,011	,080(a)	1,000	7,000	,785

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: drwalv

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΦΛΕΒΩΝ

Η κακή απεικόνιση των πνευμονικών φλεβών, λόγω του κακού υπερηχογραφικού παραθύρου (δεύτερη φάση), δεν μας επέτρεψε ούτε εδώ να έχουμε μεγαλύτερο δείγμα των 8 ατόμων. Οι μεταβολές της διαστολικής ταχύτητας των πνευμονικών φλεβών (dnlv) από την οριζόντια θέση (θέση 1) στην θέση HDT-30⁰ (θέση 2) δεν είναι στατιστικώς σημαντικές, όπως φαίνεται παρακάτω και από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΦΛΕΒΩΝ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	,4963	,11999	8
ΔΙΑΣΤΟΛΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΦΛΕΒΩΝ - 30	,4963	,19632	8

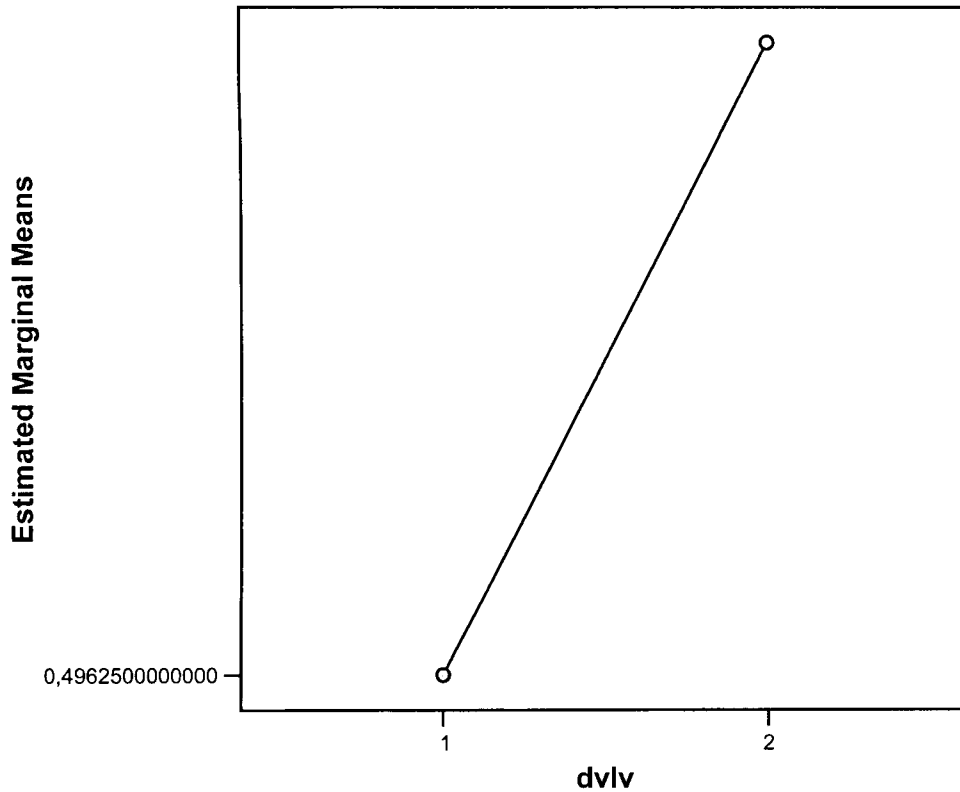
Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
dvlv	Pillai's Trace	,000	,000(a)	1,000	7,000	1,000
	Wilks' Lambda	1,000	,000(a)	1,000	7,000	1,000
	Hotelling's Trace	,000	,000(a)	1,000	7,000	1,000
	Roy's Largest Root	,000	,000(a)	1,000	7,000	1,000
	Root	,000	,000(a)	1,000	7,000	1,000

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: dvlv

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΣΥΣΤΟΛΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΦΛΕΒΩΝ

Η συστολική ταχύτητα των πνευμονικών φλεβών υπολογίστηκε, λόγω δυσκολίας απεικόνισης των πνευμονικών φλεβών, σε 8 μόνο φυσιολογικούς άρρενες εθελοντές και στις δύο ακραίες θέσεις, την οριζόντια και την HDT-30⁰ (δεύτερη φάση). Όπως φαίνεται και στους παρακάτω πίνακες οι μεταβολές της δεν είναι στατιστικώς σημαντικές.

Descriptive Statistics

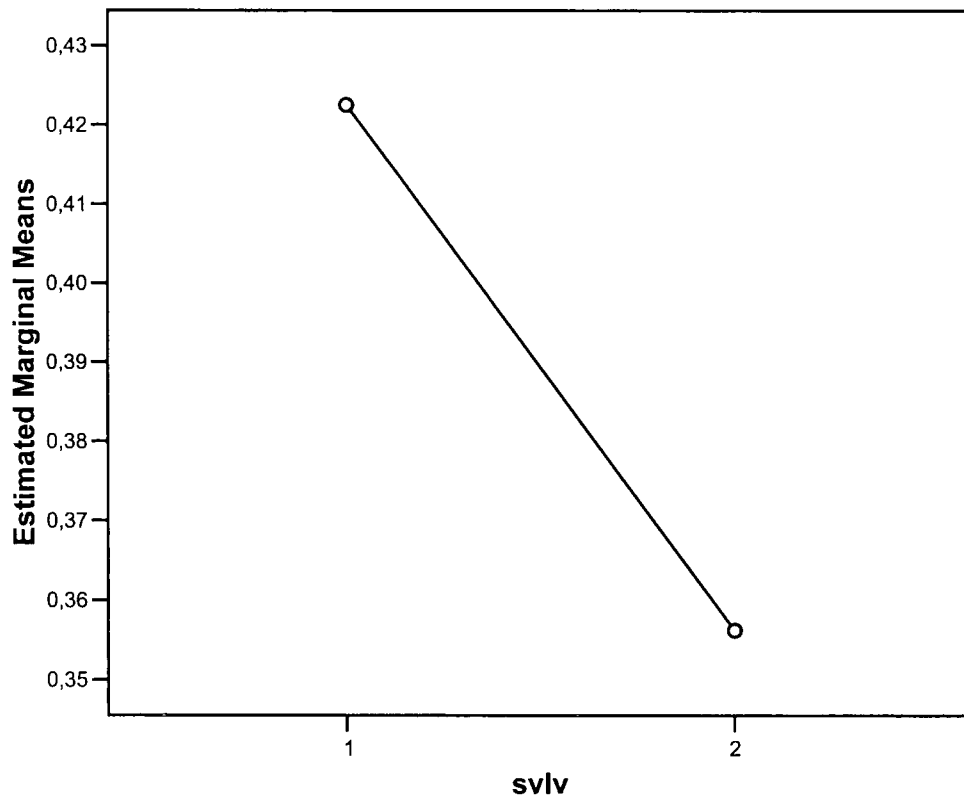
	Mean	Std. Deviation	N
ΣΥΣΤΟΛΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΦΛΕΒΩΝ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	,4225	,18668	8
ΣΥΣΤΟΛΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΦΛΕΒΩΝ - 30	,3563	,13825	8

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
svlv	Pillai's Trace	,082	,629(a)	1,000	7,000	,454
	Wilks'	,918	,629(a)	1,000	7,000	,454
	Lambda	,090	,629(a)	1,000	7,000	,454
	Hotelling's Trace	,090	,629(a)	1,000	7,000	,454
	Roy's Largest Root	,090	,629(a)	1,000	7,000	,454

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: sylv

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

ΠΡΟΕΞΩΘΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ

Η προεξωθητική περίοδος της αριστερής κοιλίας υπολογίστηκε υπερηχογραφικά (δεύτερη φάση) σε 7 φυσιολογικούς άρρενες εθελοντές σε οριζόντια θέση σώματος (θέση 1) και σε HDT-30⁰ (θέση 2). Αν και οι μεταβολές της παρουσιάζουν μια τάση αύξησης κατά τη μετακίνηση του σώματος από τη μια θέση στην άλλη, δεν είναι στατιστικώς σημαντικές όπως φαίνεται και στους παρακάτω πίνακες.

Descriptive Statistics

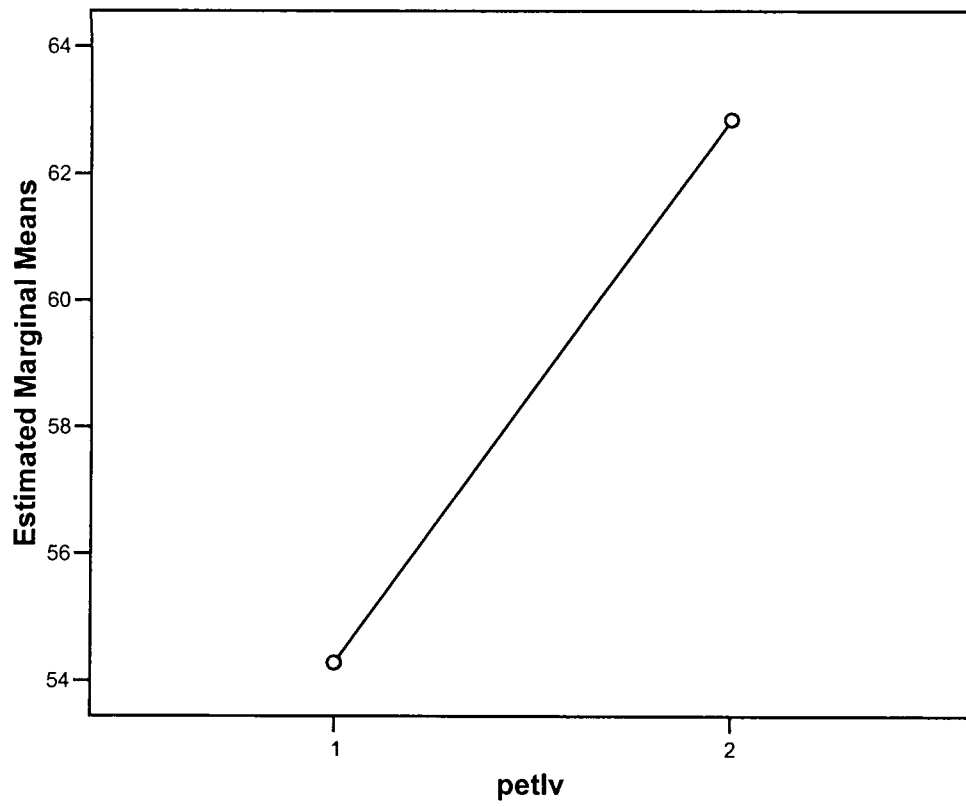
	Mean	Std. Deviation	N
ΠΡΟΕΞΩΘΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	54,29	19,881	7
ΠΡΟΕΞΩΘΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ - 30	62,86	14,960	7

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
petlv	Pillai's Trace	,122	,837(a)	1,000	6,000	,395
	Wilks' Lambda	,878	,837(a)	1,000	6,000	,395
	Hotelling's Trace	,140	,837(a)	1,000	6,000	,395
	Roy's Largest Root	,140	,837(a)	1,000	6,000	,395

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: petlv

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

ΧΡΟΝΟΣ ΕΞΩΘΗΣΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ

Ο χρόνος εξώθησης της αριστερής κοιλίας μετρήθηκε σε 7 φυσιολογικούς εθελοντές υπερηχογραφικά (δεύτερη φάση) σε οριζόντια θέση (θέση 1) και σε θέση HDT-30⁰ (θέση 20). Όπως φαίνεται και στους παρακάτω πίνακες οι μεταβολές του δεν είναι στατιστικώς σημαντικές.

Descriptive Statistics

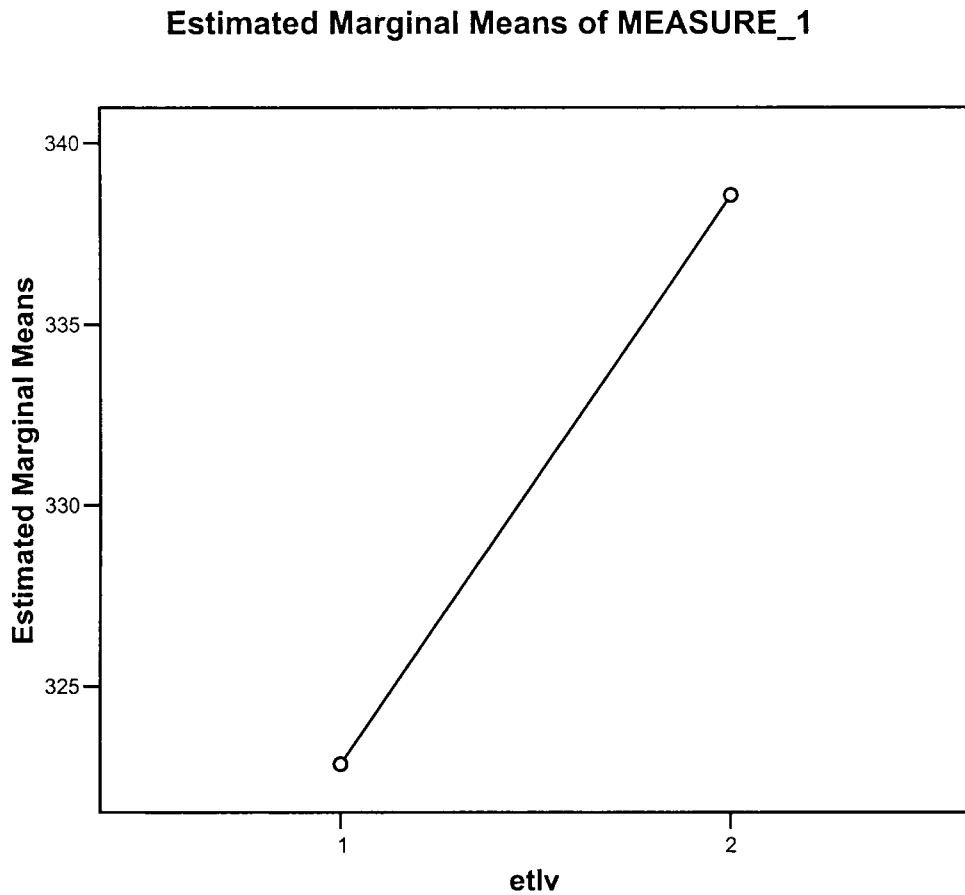
	Mean	Std. Deviation	N
ΧΡΟΝΟΣ ΕΞΩΘΗΣΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	322,86	26,277	7
ΧΡΟΝΟΣ ΕΞΩΘΗΣΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ - 30	338,57	45,981	7

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
etlv	Pillai's Trace	,107	,722(a)	1,000	6,000	,428
	Wilks' Lambda	,893	,722(a)	1,000	6,000	,428
	Hotelling's Trace	,120	,722(a)	1,000	6,000	,428
	Roy's Largest Root	,120	,722(a)	1,000	6,000	,428

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: etlv



ΧΡΟΝΟΣ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ

Ο χρόνος επιβράδυνσης της αριστερής κοιλίας υπολογίστηκε υπερηχογραφικά (δεύτερη φάση) σε 8 φυσιολογικούς εθελοντές σε οριζόντια θέση (θέση 1), HDT-15⁰ θέση (θέση 2) και σε HDT-30⁰ θέση (θέση 3). Η σημαντικότητα των μεταβολών του χρόνου επιβράδυνσης της αριστερής κοιλίας (dtlv) είναι $sig:0,518$. Άρα η μεταβολή του κατά τη μετακίνηση του

σώματος από τη θέση 1 στη θέση 2 και μετά στη 3 είναι στατιστικώς ασήμαντη, όπως φαίνεται και από τους παρακάτω πίνακες.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΧΡΟΝΟΣ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	156,88	33,905	8
ΧΡΟΝΟΣ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ - 15	172,50	37,225	8
ΧΡΟΝΟΣ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ - 30	157,50	39,005	8

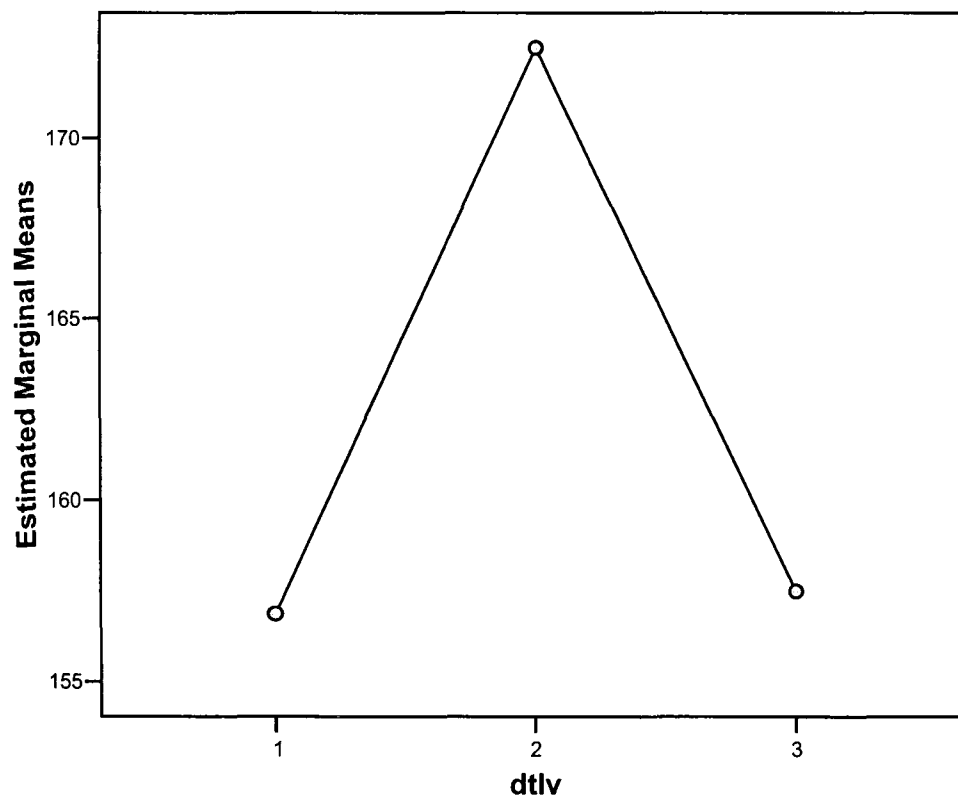
Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
dtlv	Pillai's Trace	,197	,737(a)	2,000	6,000	,518
	Wilks' Lambda	,803	,737(a)	2,000	6,000	,518
	Hotelling's Trace	,246	,737(a)	2,000	6,000	,518
	Roy's Largest Root	,246	,737(a)	2,000	6,000	,518

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: dtlv

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ ΤΗΣ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ

Οι μετρήσεις της ταχύτητας ροής της πνευμονικής βαλβίδας (vlv) έγιναν σε 38 φυσιολογικούς άρρενες εθελοντές (δεύτερη φάση). Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η υπερηχογραφία καρδιάς σε οριζόντια θέση (θέση 1), HDT-15⁰ θέση (θέση 2) και HDT-30⁰ θέση (θέση 3). Οι μεταβολές της ταχύτητας ροής αίματος στην πνευμονική βαλβίδα κατά τη μετακίνηση του σώματος των εθελοντών από τη θέση 1 στη 2 και μετά στη 3, δεν είναι στατιστικώς σημαντική (*sig*:0,769). Τα αποτελέσματα της SPSS ανάλυσης φαίνονται παρακάτω.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	111,374	26,8783	38
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ - 15	113,813	27,5892	38
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ - 30	113,571	26,7528	38

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
vlv	Pillai's Trace	,015	,265(a)	2,000	36,000	,769
	Wilks' Lambda	,985	,265(a)	2,000	36,000	,769
	Hotelling's Trace	,015	,265(a)	2,000	36,000	,769
	Roy's Largest Root	,015	,265(a)	2,000	36,000	,769

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: vlv

Tests of Within-Subjects Contrasts

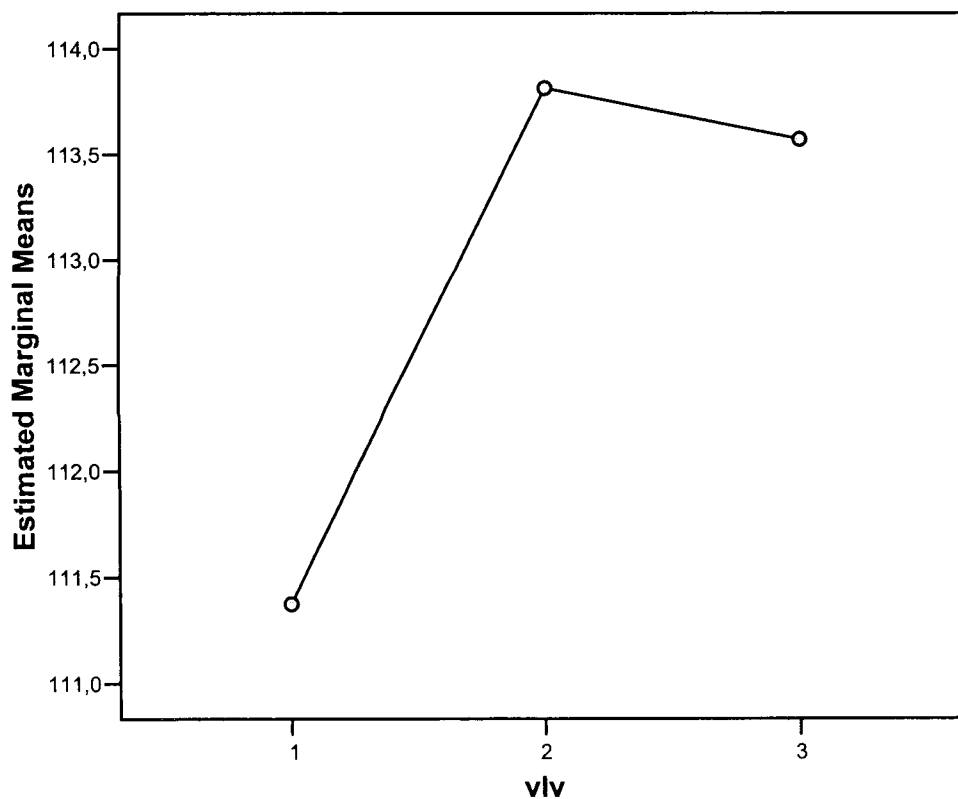
Measure: MEASURE_1

Source	vlv	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
vlv	Level 2 vs. Level 1	226,139	1	226,139	,532	,470
	Level 3 vs. Level 1	183,480	1	183,480	,386	,538
Error(vlv)	Level 2 vs. Level 1	15719,531	37	424,852		
	Level 3 vs. Level 1	17571,490	37	474,905		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	vlv	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
vlv	Level 1 vs. Level 2	226,139	1	226,139	,532	,470
	Level 2 vs. Level 3	2,227	1	2,227	,010	,921
Error(vlv)	Level 1 vs. Level 2	15719,531	37	424,852		
	Level 2 vs. Level 3	8330,873	37	225,159		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ ΑΟΡΤΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ

Η ταχύτητα ροής αίματος στην αορτική βαλβίδα (vav) υπολογίστηκε υπερηχογραφικά σε 45 φυσιολογικούς άρρενες εθελοντές. Οι μετρήσεις έγιναν σε οριζόντια θέση (θέση 1), HDT-15⁰ (θέση 2) και HDT-30⁰ (θέση 3). Οι μεταβολές της είναι στατιστικώς μη σημαντικές (*sig*:0,649). Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης φαίνονται στους παρακάτω πίνακες και διαγράμματα.

Descriptive Statistics

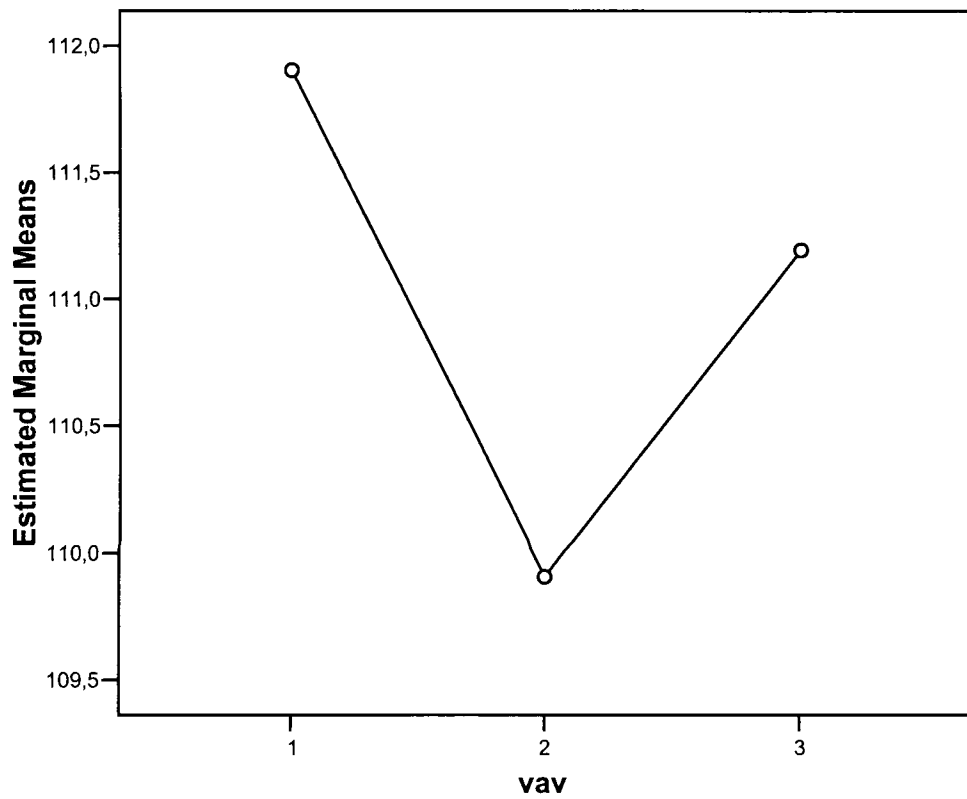
	Mean	Std. Deviation	N
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ ΑΟΡΤΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	111,904	22,9972	45
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ ΑΟΡΤΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ - 15	109,907	21,1405	45
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ ΑΟΡΤΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ - 30	111,193	20,0426	45

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
vav	Pillai's Trace	,020	,437(a)	2,000	43,000	,649
	Wilks' Lambda	,980	,437(a)	2,000	43,000	,649
	Hotelling's Trace	,020	,437(a)	2,000	43,000	,649
	Roy's Largest Root	,020	,437(a)	2,000	43,000	,649

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: vav

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΟΡΜΟΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Οι θέσεις 1 και 2 που αναφέρονται στα παρακάτω διαγράμματα αντιπροσωπεύουν τις μετρήσεις των ορμονών στο δείγμα από την αιμοληψία που πραγματοποιήθηκε σε οριζόντια θέση και στο δείγμα της αιμοληψίας μετά το πέρας των HDT θέσεων αντίστοιχα.

ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΤΡΟΠΟΣ ΟΡΜΟΝΗ (TSH)

Η θυρεοειδοτρόπος ορμόνη μετρήθηκε σε 16 φυσιολογικούς εθελοντές άρρενες. Για τη μέτρησή της χρησιμοποιήθηκαν δύο δείγματα αίματος. Η μία αιμοληψία έγινε όσο ο εθελοντής ήταν σε οριζόντια θέση. Στη συνέχεια ο εθελοντής έμεινε για 7.5 min σε θέση HDT-150 και 7.5 min σε θέση HDT-30⁰. Η δεύτερη αιμοληψία έγινε μετά το πέρας της HDT-30⁰ θέσης. Οι μεταβολές της δεν είναι στατιστικώς σημαντικές (*sig*:0,329). Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης φαίνονται παρακάτω.

Descriptive Statistics

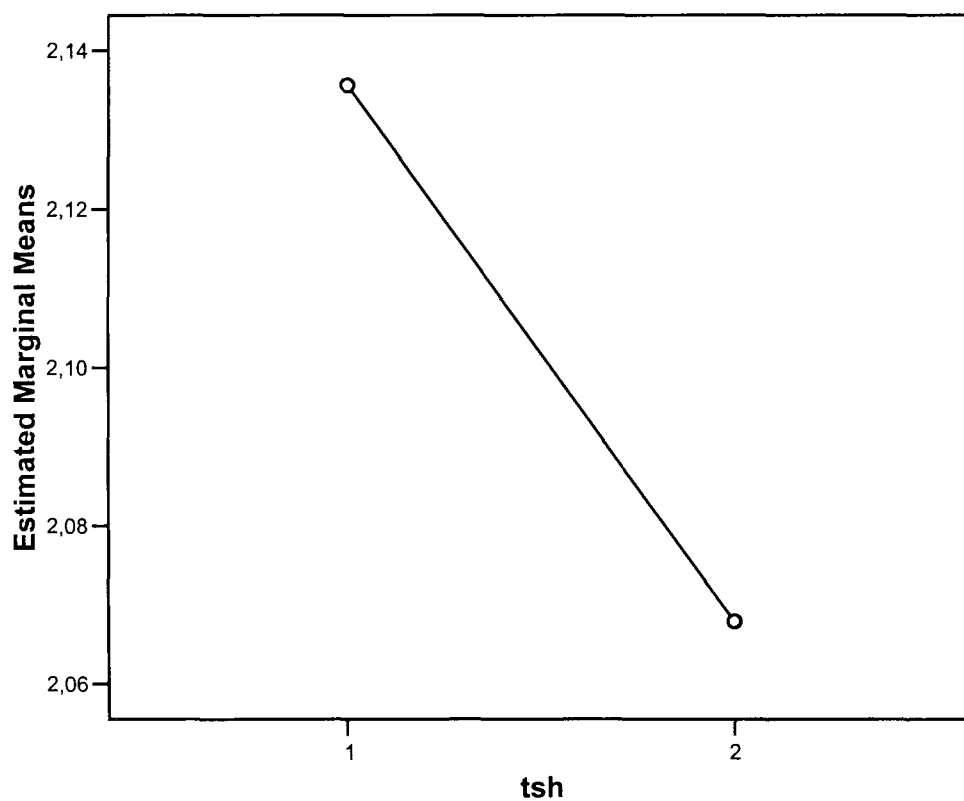
	Mean	Std. Deviation	N
ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΤΡΟΠΟΣ ΟΡΜΟΝΗ (TSH) - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	2,13562	1,015017	16
ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΤΡΟΠΟΣ ΟΡΜΟΝΗ (TSH) - 30	2,06788	,986803	16

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
tsh	Pillai's Trace	,064	1,018(a)	1,000	15,000	,329
	Wilks' Lambda	,936	1,018(a)	1,000	15,000	,329
	Hotelling's Trace	,068	1,018(a)	1,000	15,000	,329
	Roy's Largest Root	,068	1,018(a)	1,000	15,000	,329

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: tsh

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΘΥΡΟΝΙΝΗ (FT 3)

Η μέτρηση της ελεύθερης θυρονίνης έγινε σε δείγματα δύο αιμοληψιών όπως περιγράφηκε και για την TSH. Χρησιμοποιήθηκαν και εδώ 16 φυσιολογικοί άρρενες εθελοντές. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης δεν είναι στατιστικώς σημαντικά, όπως φαίνεται και στους παρακάτω πίνακες. Παρατηρούμε, ωστόσο, τάση αύξησης της FT 3 σε αντίθεση με την τάση μείωσης της TSH.

Descriptive Statistics

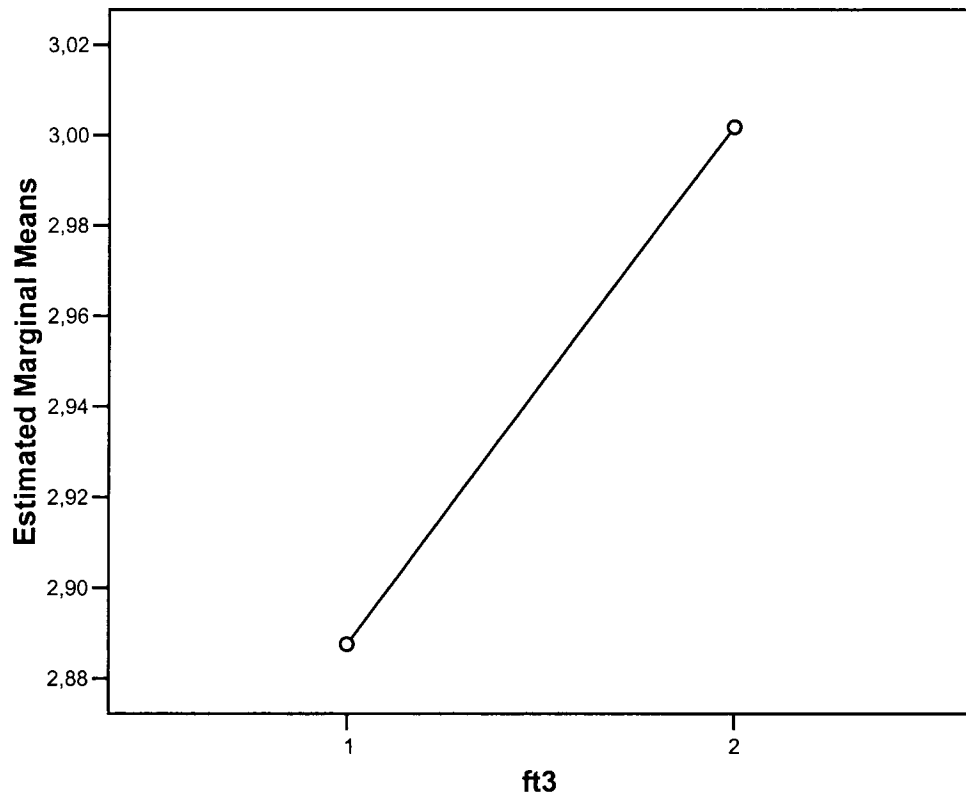
	Mean	Std. Deviation	N
ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΘΥΡΟΝΙΝΗ (FT 3) - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	2,88756	,614897	16
ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΘΥΡΟΝΙΝΗ (FT 3) - 30	3,00181	,535864	16

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
ft3	Pillai's Trace	,021	,315(a)	1,000	15,000	,583
	Wilks' Lambda	,979	,315(a)	1,000	15,000	,583
	Hotelling's Trace	,021	,315(a)	1,000	15,000	,583
	Roy's Largest Root	,021	,315(a)	1,000	15,000	,583

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: ft3

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

ΑΛΔΟΣΤΕΡΟΝΗ (ALDO)

Οι μετρήσεις αλδοστερόνης έγιναν σε δείγματα δύο αιμοληψιών, που πραγματοποιήθηκαν στους ίδιους χρόνους με αυτές των προηγούμενων ορμονών. Το δείγμα μας είναι και εδώ 16 φυσιολογικοί άρρενες εθελοντές. Οι μεταβολές των τιμών της αλδοστερόνης (aldo) δεν είναι στατιστικώς σημαντικές ($sig:0,755$), όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας, που παραθέτουμε παρακάτω.

Descriptive Statistics

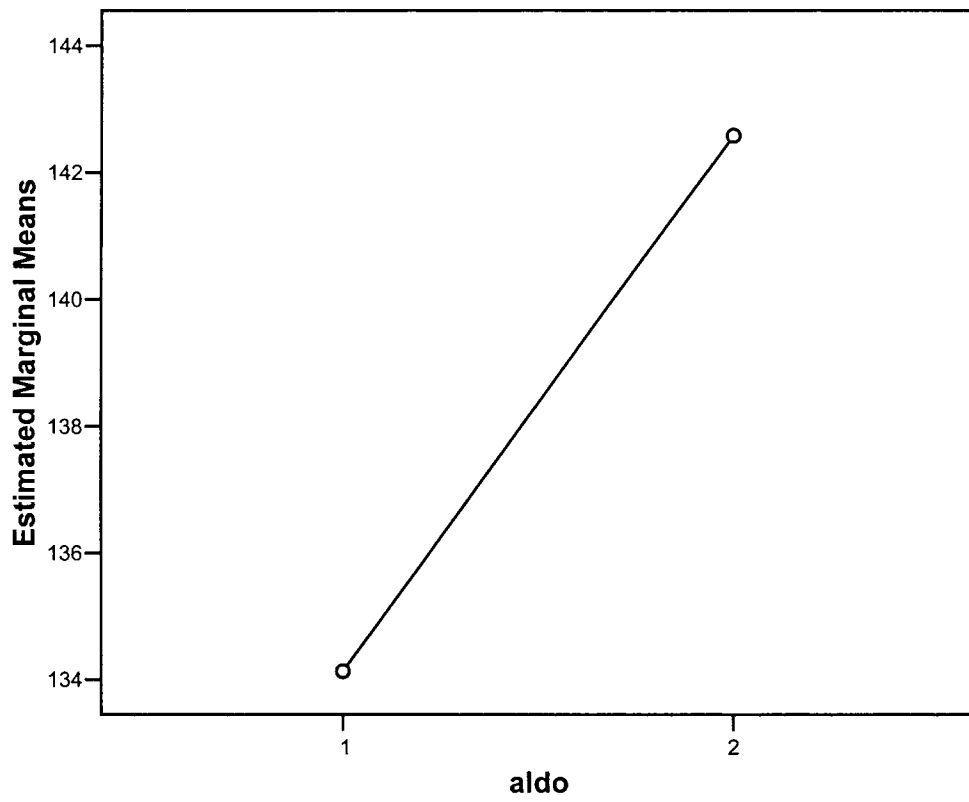
	Mean	Std. Deviation	N
ΑΛΔΟΣΤΕΡΟΝΗ (ALDO) - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	134,12963	140,858382	16
ΑΛΔΟΣΤΕΡΟΝΗ (ALDO) - 30	142,57719	122,096341	16

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
aldo	Pillai's Trace	,007	,101(a)	1,000	15,000	,755
	Wilks' Lambda	,993	,101(a)	1,000	15,000	,755
	Hotelling's Trace	,007	,101(a)	1,000	15,000	,755
	Roy's Largest Root	,007	,101(a)	1,000	15,000	,755

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: aldo

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

KOPTIZOLH (CORT)

Οι αιμοληψίες για τη μέτρηση της κορτιζόλης πραγματοποιήθηκαν στους ίδιους χρόνους με των υπολοίπων ορμονών. Το δείγμα μας ήταν και αυτό το ίδιο με των υπολοίπων ορμονών. Οι μεταβολές των τιμών της κορτιζόλης δεν είναι στατιστικώς σημαντικές (*sig*:0,937).

Descriptive Statistics

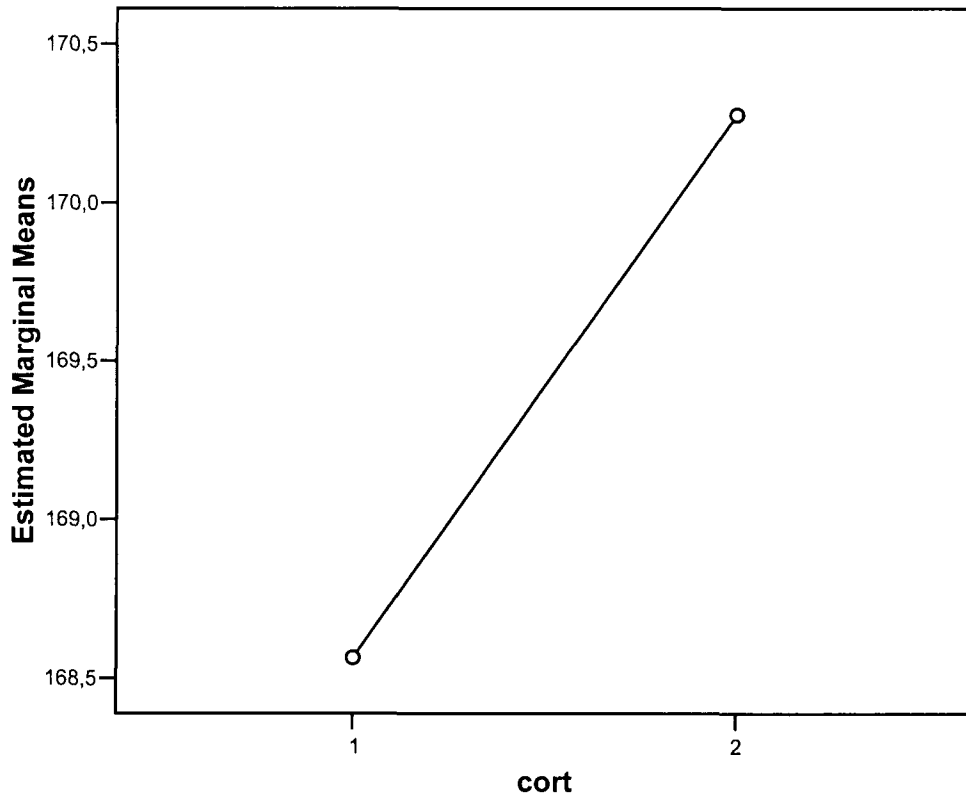
	Mean	Std. Deviation	N
KOPTIZONH (CORT) - OPIZONTIA	168,56488	88,807304	16
KOPTIZONH (CORT) - 30	170,27819	99,984869	16

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
cort	Pillai's Trace	,000	,006(a)	1,000	15,000	,937
	Wilks' Lambda	1,000	,006(a)	1,000	15,000	,937
	Hotelling's Trace	,000	,006(a)	1,000	15,000	,937
	Roy's Largest Root	,000	,006(a)	1,000	15,000	,937

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: cort

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Στα διαγράμματα που παραθέτονται πιο κάτω οι θέσεις 1, 2, 3, 4 είναι αντίστοιχα η καθιστή, οριζόντια, HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέση.

ΒΙΑΙΑ ΕΚΠΝΕΟΜΕΝΗ ΖΩΤΙΚΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (FVC)

Η FVC μετρήθηκε σπιρομετρικά σε 33 φυσιολογικούς άρρενες εθελοντές. Κατά τις μετρήσεις ο κάθε εθελοντής ήταν αρχικά καθιστός (θέση 1), μετά σε οριζόντια θέση (θέση 2), ύστερα σε θέση HDT-15⁰ (θέση 3) και τέλος σε θέση HDT-30⁰ (θέση 4). Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση οι μεταβολές των τιμών της FVC κατά τη μετακίνηση του σώματος των εθελοντών από τη θέση 1 στις 2, 3 και τέλος στην 4, είναι στατιστικώς σημαντικές (*sig:0,000*). Λεπτομερέστερα από τις συγκρίσεις (*contrasts*) μεταξύ των διαφόρων θέσεων βλέπουμε ότι η FVC ελαττώνεται κατά τη μετακίνηση του σώματος από τη θέση 1 στην 3, ενώ παρουσιάζει τάση σταθεροποίησης μεταξύ των θέσεων 3 και 4 (*level 3 vs. Level 4, sig:0,602*). Παρακάτω παραθέτουμε τους πίνακες και τα διαγράμματα της στατιστικής ανάλυσης.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
FVC - ΚΑΘΙΣΤΗ	4,5964	,77688	33
FVC - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	4,1797	,62828	33
FVC - 15	4,0536	,68182	33
FVC - 30	4,0203	,60596	33

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
fvc	Pillai's Trace	,565	12,967(a)	3,000	30,000	,000
	Wilks'					
	Lambda	,435	12,967(a)	3,000	30,000	,000
	Hotelling's Trace	1,297	12,967(a)	3,000	30,000	,000
	Roy's Largest Root	1,297	12,967(a)	3,000	30,000	,000

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: fvc

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

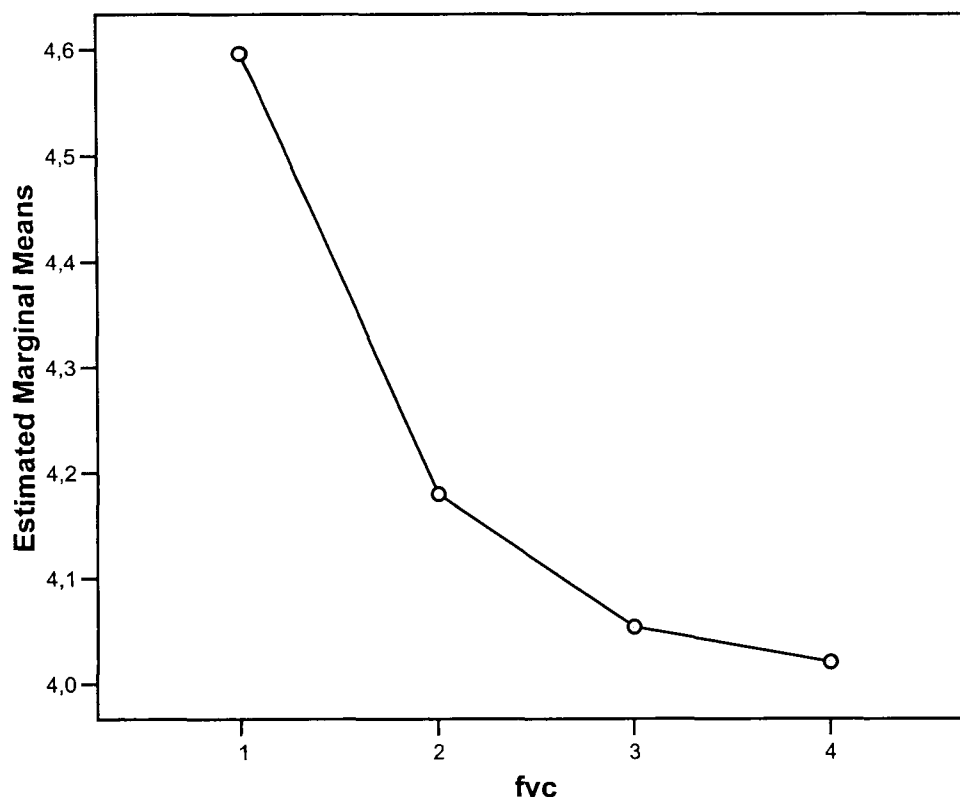
Source	fvc	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
fvc	Level 1 vs. Level 2	5,729	1	5,729	14,230	,001
	Level 2 vs. Level 3	,524	1	,524	4,286	,047
	Level 3 vs. Level 4	,037	1	,037	,278	,602
Error(fvc)	Level 1 vs. Level 2	12,884	32	,403		
	Level 2 vs. Level 3	3,916	32	,122		
	Level 3 vs. Level 4	4,224	32	,132		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	fvc	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
fvc	Level 2 vs. Level 1	5,729	1	5,729	14,230	,001
	Level 3 vs. Level 1	9,720	1	9,720	30,953	,000
	Level 4 vs. Level 1	10,951	1	10,951	33,171	,000
Error(fvc)	Level 2 vs. Level 1	12,884	32	,403		
	Level 3 vs. Level 1	10,049	32	,314		
	Level 4 vs. Level 1	10,564	32	,330		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΖΩΤΙΚΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (VC)

Η ζωτική χωρητικότητα υπολογίστηκε σπυρομετρικά σε 33 φυσιολογικούς άντρες εθελοντές. Οι μετρήσεις έγιναν σε καθιστή θέση σώματος (θέση 1), οριζόντια (θέση 2), HDT-15⁰ (θέση 3) και HDT-30⁰ θέση (θέση 4). Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση οι μεταβολές της VC κατά τη μετακίνηση του σώματος των εθελοντών στις παραπάνω θέσεις είναι στατιστικώς σημαντικές (*sig*:0,000). Επίσης από την ανάλυση βλέπουμε πως η σημαντικότητα των μεταβολών εμφανίζεται κατά τη μετακίνηση του σώματος από τη θέση 1 στη θέση 2. παρακάτω παραθέτουμε τα στοιχεία της στατιστικής ανάλυσης.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
VC% - ΚΑΘΙΣΤΗ	103,33	16,234	33
VC% - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	93,30	13,183	33
VC% - 15	91,12	14,510	33
VC% - 30	90,09	12,578	33

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
vc	Pillai's Trace	,564	12,921(a)	3,000	30,000	,000
	Wilks' Lambda	,436	12,921(a)	3,000	30,000	,000
	Hotelling's Trace	1,292	12,921(a)	3,000	30,000	,000
	Roy's Largest Root	1,292	12,921(a)	3,000	30,000	,000

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: vc

Tests of Within-Subjects Contrasts

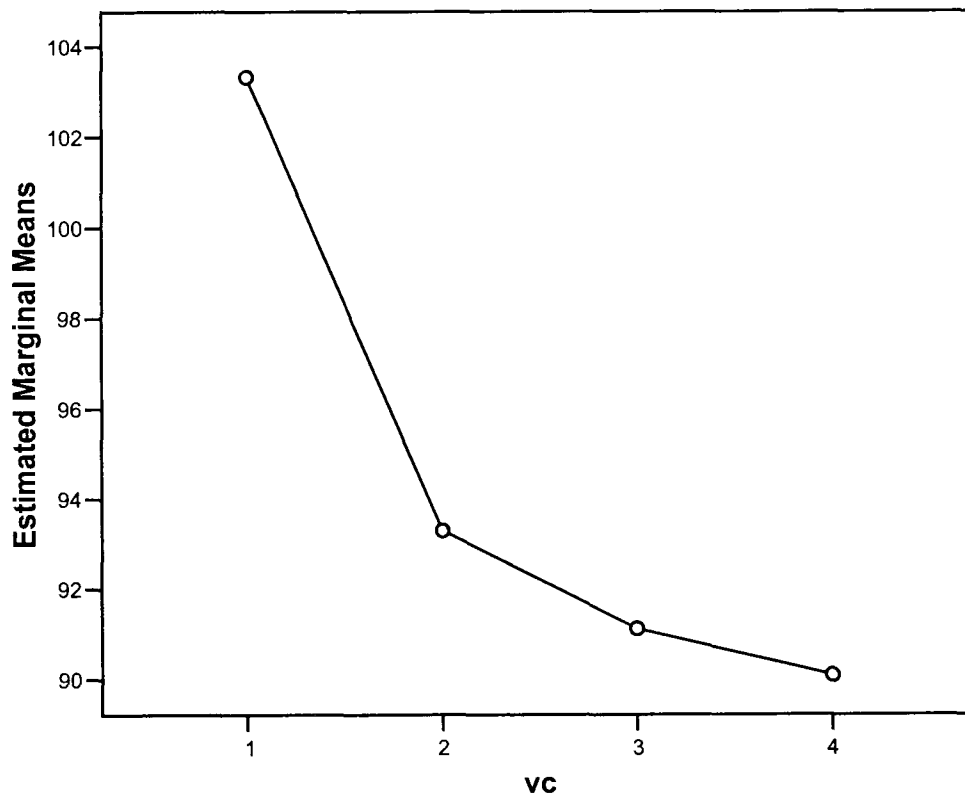
Measure: MEASURE_1

Source	vc	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
vc	Level 1 vs. Level 2	3320,030	1	3320,030	16,403	,000
	Level 2 vs. Level 3	157,091	1	157,091	3,212	,083
	Level 3 vs. Level 4	35,030	1	35,030	,532	,471
Error(vc)	Level 1 vs. Level 2	6476,970	32	202,405		
	Level 2 vs. Level 3	1564,909	32	48,903		
	Level 3 vs. Level 4	2106,970	32	65,843		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	vc	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
vc	Level 2 vs. Level 1	3320,030	1	3320,030	16,403	,000
	Level 3 vs. Level 1	4921,485	1	4921,485	29,909	,000
	Level 4 vs. Level 1	5786,939	1	5786,939	34,665	,000
Error(vc)	Level 2 vs. Level 1	6476,970	32	202,405		
	Level 3 vs. Level 1	5265,515	32	164,547		
	Level 4 vs. Level 1	5342,061	32	166,939		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

ΒΙΑΙΑ ΕΚΠΝΕΟΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ ΑΕΡΑ ΣΕ 1 SEC (FEV₁)

Η FEV₁ μετρήθηκε στους ίδιους εθελοντές και στις ίδιες θέσεις με τις προηγούμενες σπιρομετρικές παραμέτρους. Η στατιστική ανάλυση δείχνει ότι έχουμε στατιστικώς σημαντική μείωση της FEV₁ (fev1) κατά τη μετακίνηση του σώματος από τη θέση 1 στη 2 και μετά στη 3, ενώ από την 3 στην 4 η fev1 σταθεροποιείται. Τα αποτελέσματα της SPSS ανάλυσης φαίνονται παρακάτω.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
FEV1 - ΚΑΘΙΣΤΗ	4,0021	,53410	33
FEV1 - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	3,6821	,72590	33
FEV1 - 15	3,4582	,48522	33
FEV1 - 30	3,4555	,44108	33

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
fev1	Pillai's Trace	,705	23,911(a)	3,000	30,000	,000
	Wilks'					
	Lambda	,295	23,911(a)	3,000	30,000	,000
	Hotelling's Trace	2,391	23,911(a)	3,000	30,000	,000
	Roy's Largest Root	2,391	23,911(a)	3,000	30,000	,000

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: fev1

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

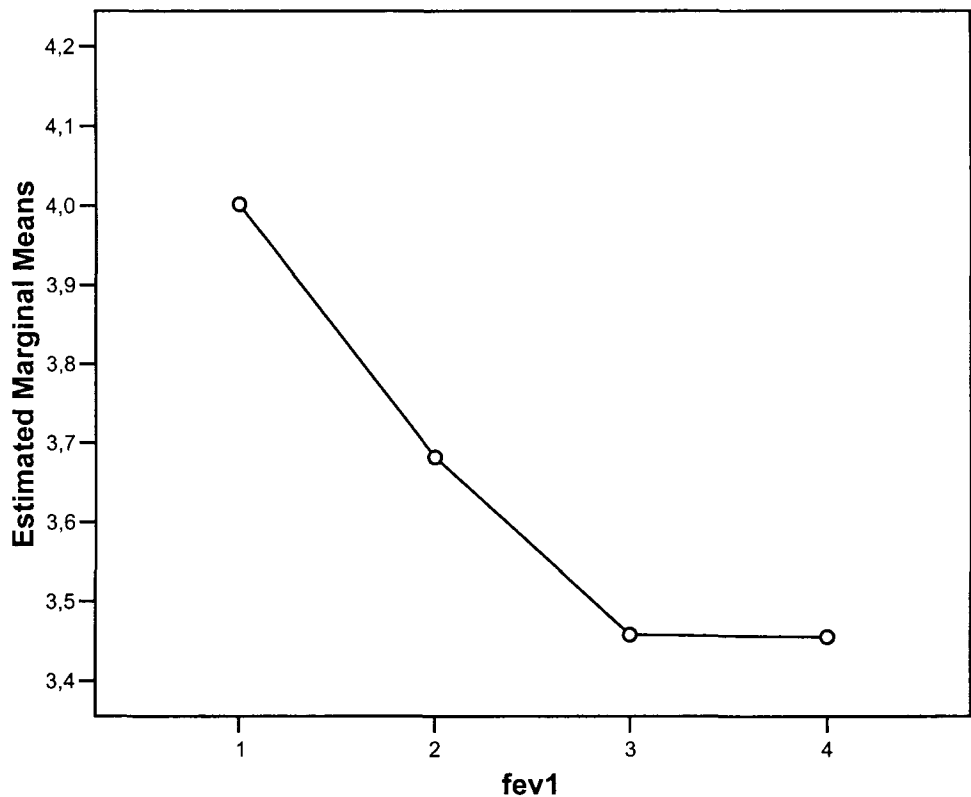
Source	fev1	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
fev1	Level 2 vs. Level 1	3,379	1	3,379	6,189	,018
	Level 3 vs. Level 1	9,764	1	9,764	35,393	,000
	Level 4 vs. Level 1	9,862	1	9,862	66,607	,000
Error(fev1)	Level 2 vs. Level 1	17,471	32	,546		
	Level 3 vs. Level 1	8,828	32	,276		
	Level 4 vs. Level 1	4,738	32	,148		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	fev1	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
fev1	Level 1 vs. Level 2	3,379	1	3,379	6,189	,018
	Level 2 vs. Level 3	1,655	1	1,655	5,821	,022
	Level 3 vs. Level 4	,000	1	,000	,002	,962
Error(fev1)	Level 1 vs. Level 2	17,471	32	,546		
	Level 2 vs. Level 3	9,098	32	,284		
	Level 3 vs. Level 4	3,452	32	,108		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΒΙΑΙΑ ΕΚΠΝΕΟΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ ΑΕΡΑ % (FEV%)

Το ποσοστό του βίαια εκπνεόμενου όγκου αέρα μετρήθηκε στα ίδια άτομα και στις ίδιες τέσσερις διαφορετικές θέσεις σώματος με τις προηγούμενες σπιρομετρικές παραμέτρους. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση οι μεταβολές των τιμών του δεν είναι στατιστικώς σημαντικές ($sig:0,058$). Ωστόσο από τη σύγκριση των τιμών των θέσεων φαίνεται ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά κατά τη μετακίνηση του σώματος από τη θέση 1 στη θέση 2 ($sig:0,041$), καθώς επίσης, και από τη θέση 1 στη

θέση 3 (*sig*:0,009). Αξιοσημείωτο επίσης είναι το γεγονός ότι μέχρι τη θέση 3 η fev% ελαττώνεται για να αυξηθεί και πάλι στη θέση 4. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης φαίνονται στους παρακάτω πίνακες και διαγράμματα.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
FEV% - ΚΑΘΙΣΤΗ	88,00	8,606	33
FEV% - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	86,39	7,742	33
FEV% - 15	85,65	8,012	33
FEV% - 30	86,52	7,661	33

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
fev	Pillai's Trace	,218	2,789(a)	3,000	30,000	,058
	Wilks' Lambda	,782	2,789(a)	3,000	30,000	,058
	Hotelling's Trace	,279	2,789(a)	3,000	30,000	,058
	Roy's Largest Root	,279	2,789(a)	3,000	30,000	,058

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: fev

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

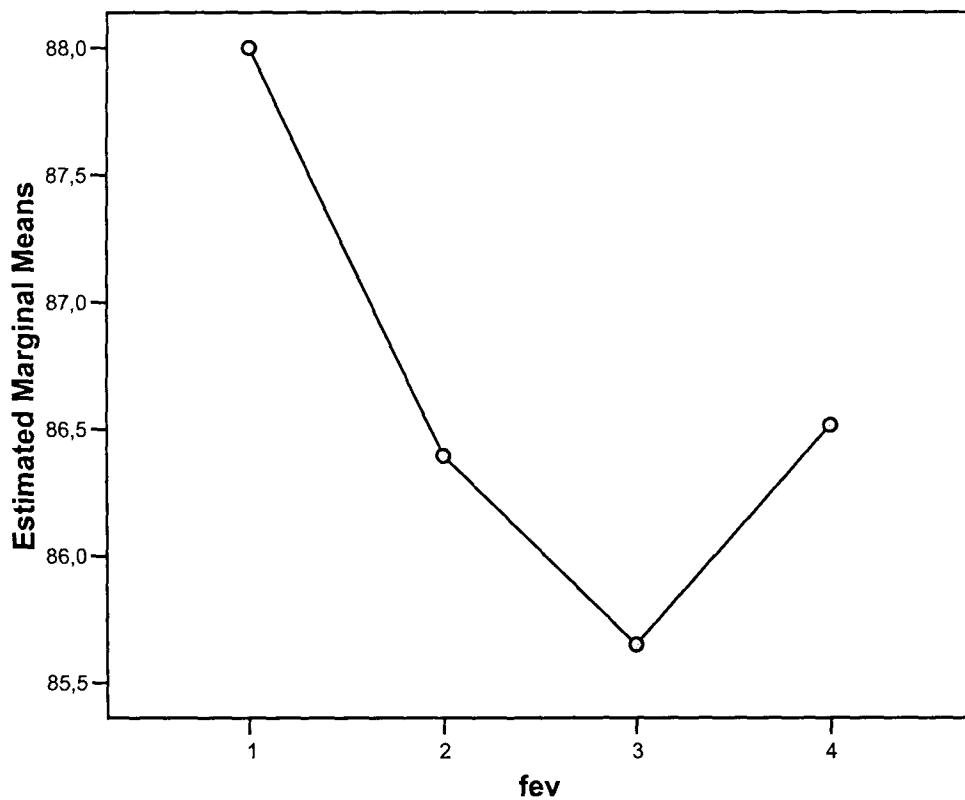
Source	fev	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
fev	Level 2 vs. Level 1	85,121	1	85,121	4,541	,041
	Level 3 vs. Level 1	182,478	1	182,478	7,670	,009
	Level 4 vs. Level 1	72,758	1	72,758	3,742	,062
Error(fev)	Level 2 vs. Level 1	599,879	32	18,746		
	Level 3 vs. Level 1	761,282	32	23,790		
	Level 4 vs. Level 1	622,242	32	19,445		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	fev	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
fev	Level 1 vs. Level 2	85,121	1	85,121	4,541	,041
	Level 2 vs. Level 3	18,338	1	18,338	1,049	,313
	Level 3 vs. Level 4	24,787	1	24,787	,919	,345
Error(fev)	Level 1 vs. Level 2	599,879	32	18,746		
	Level 2 vs. Level 3	559,222	32	17,476		
	Level 3 vs. Level 4	863,173	32	26,974		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



Ο ΛΟΓΟΣ ΤΗΣ FEV1 ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΖΩΤΙΚΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (FEV1/VCPR).

Όπως και οι άλλες σπυρομετρικές παράμετροι και η fev1/vcpr υπολογίστηκε σε 33 φυσιολογικούς άντρες εθελοντές. Οι μετρήσεις έγιναν και αυτές στις ίδιες θέσεις. Οι μεταβολές των τιμών της είναι στατιστικώς σημαντικές με τάση σταθεροποίησης μεταξύ των θέσεων 3 και 4. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης φαίνονται αναλυτικά στους πίνακες και στα διάγραμμα που ακολουθούν.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
FEV1 /VCPR - ΚΑΘΙΣΤΗ	89,91	11,173	33
FEV1 /VCPR - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	80,36	9,930	33
FEV1 /VCPR - 15	77,36	10,298	33
FEV1 /VCPR - 30	77,24	9,408	33

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
fev1_vcp	Pillai's Trace	,742	28,798(a)	3,000	30,000	,000
	Wilks' Lambda	,258	28,798(a)	3,000	30,000	,000
	Hotelling's Trace	2,880	28,798(a)	3,000	30,000	,000
	Roy's Largest Root	2,880	28,798(a)	3,000	30,000	,000

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: fev1_vcp

Tests of Within-Subjects Contrasts

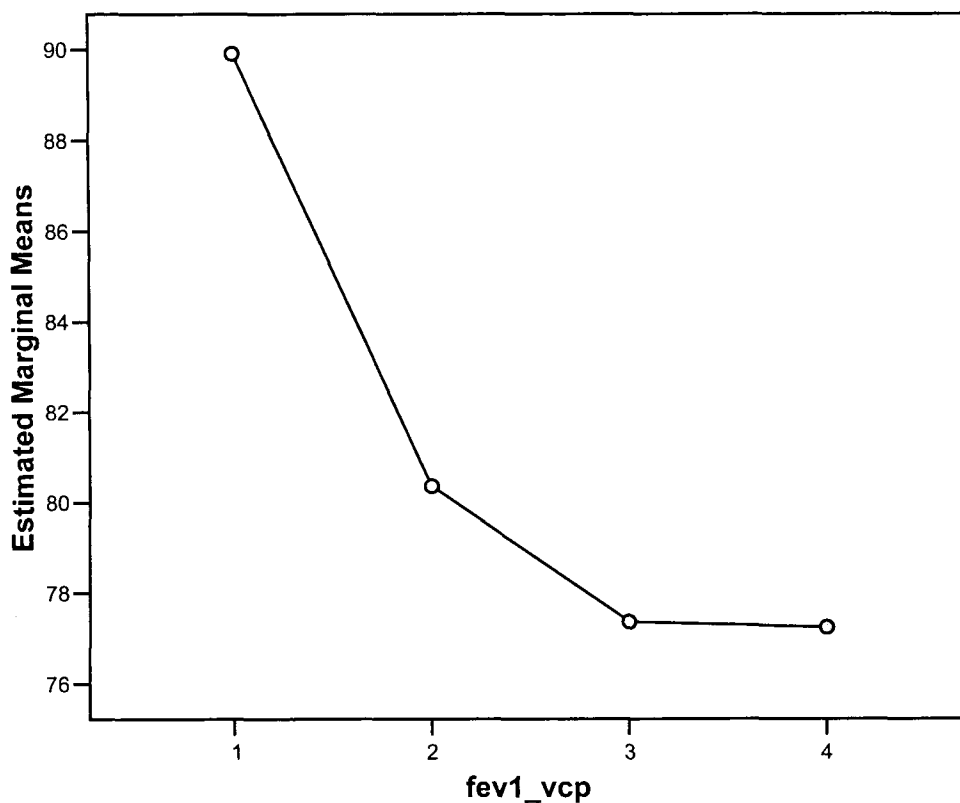
Measure: MEASURE_1

Source	fev1_vcp	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
fev1_vcp	Level 2 vs. Level 1	3006,818	1	3006,818	21,758	,000
	Level 3 vs. Level 1	5193,818	1	5193,818	35,361	,000
	Level 4 vs. Level 1	5294,667	1	5294,667	70,970	,000
Error(fev1_vcp)	Level 2 vs. Level 1	4422,182	32	138,193		
	Level 3 vs. Level 1	4700,182	32	146,881		
	Level 4 vs. Level 1	2387,333	32	74,604		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	fev1_vcp	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
fev1_vcp	Level 1 vs. Level 2	3006,818	1	3006,818	21,758	,000
	Level 2 vs. Level 3	297,000	1	297,000	10,849	,002
	Level 3 vs. Level 4	,485	1	,485	,008	,928
Error(fev1_vcp)	Level 1 vs. Level 2	4422,182	32	138,193		
	Level 2 vs. Level 3	876,000	32	27,375		
	Level 3 vs. Level 4	1861,515	32	58,172		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1**ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΚΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ (PFR)**

Ο PFR (pfr) μετρήθηκε σπυρομετρικά σε 33 φυσιολογικούς άρρενες σε καθιστή(1), οριζόντια(2), HDT-15(3), HDT-30(4) θέση σώματος. Η στατιστική ανάλυση δείχνει ότι οι μεταβολές των τιμών του pfr είναι στατιστικώς σημαντικές, εκτός από τη σύγκριση των θέσεων 3 και 4, όπου φαίνεται να μην έχουμε ιδιαίτερες μεταβολές του pfr. Πιο κάτω παραθέτουμε τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
PFR - ΚΑΘΙΣΤΗ	8,855	1,5174	33
PFR - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	8,152	1,6784	33
PFR - 15	7,730	1,3626	33
PFR - 30	7,773	1,4027	33

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
pfr	Pillai's Trace	,671	20,398(a)	3,000	30,000	,000
	Wilks' Lambda	,329	20,398(a)	3,000	30,000	,000
	Hotelling's Trace	2,040	20,398(a)	3,000	30,000	,000
	Roy's Largest Root	2,040	20,398(a)	3,000	30,000	,000

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: pfr

Tests of Within-Subjects Contrasts

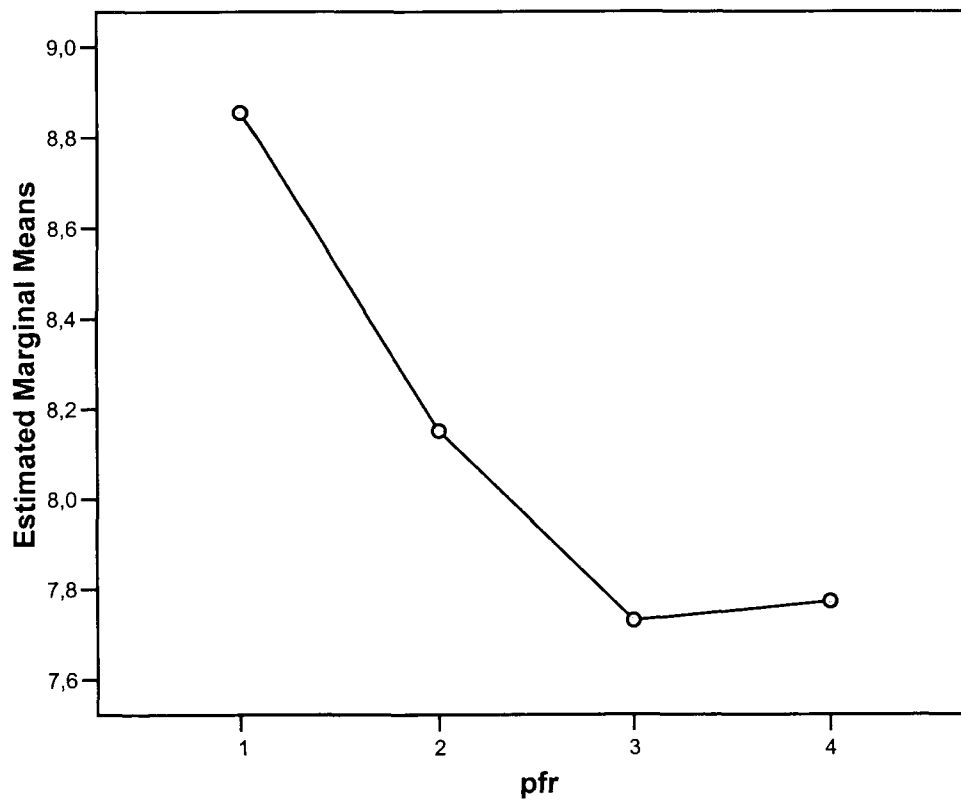
Measure: MEASURE_1

Source	pfr	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
pfr	Level 1 vs. Level 2	16,310	1	16,310	9,312	,005
	Level 2 vs. Level 3	5,855	1	5,855	6,971	,013
	Level 3 vs. Level 4	,059	1	,059	,087	,770
Error(pfr)	Level 1 vs. Level 2	56,050	32	1,752		
	Level 2 vs. Level 3	26,875	32	,840		
	Level 3 vs. Level 4	21,921	32	,685		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	pfr	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
pfr	Level 2 vs. Level 1	16,310	1	16,310	9,312	,005
	Level 3 vs. Level 1	41,709	1	41,709	44,165	,000
	Level 4 vs. Level 1	38,621	1	38,621	40,218	,000
Error(pfr)	Level 2 vs. Level 1	56,050	32	1,752		
	Level 3 vs. Level 1	30,221	32	,944		
	Level 4 vs. Level 1	30,729	32	,960		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1

ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (MVV)

Ο MVV μετρήθηκε και αυτός σε 33 φυσιολογικούς άρρενες στις ίδιες θέσεις με τις άλλες σπιρομετρικές παραμέτρους. Οι μεταβολές των τιμών του είναι στατιστικώς σημαντικές, με εξαίρεση τις συγκρίσεις μεταξύ των θέσεων 2, 3, 4, όπου φαίνεται να παραμένει σταθερός. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνονται καλύτερα στους παρακάτω πίνακες όπως και στο διάγραμμα μεταβολής των τιμών του MVV (mnv) σε σχέση με τη θέση.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
MVV - ΚΑΘΙΣΤΗ	118,27	24,340	33
MVV - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	105,21	24,429	33
MVV - 15	105,67	23,058	33
MVV - 30	105,85	20,215	33

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
mvv	Pillai's Trace	,488	9,522(a)	3,000	30,000	,000
	Wilks'					
	Lambda	,512	9,522(a)	3,000	30,000	,000
	Hotelling's Trace	,952	9,522(a)	3,000	30,000	,000
	Roy's Largest Root	,952	9,522(a)	3,000	30,000	,000

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: mvv

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

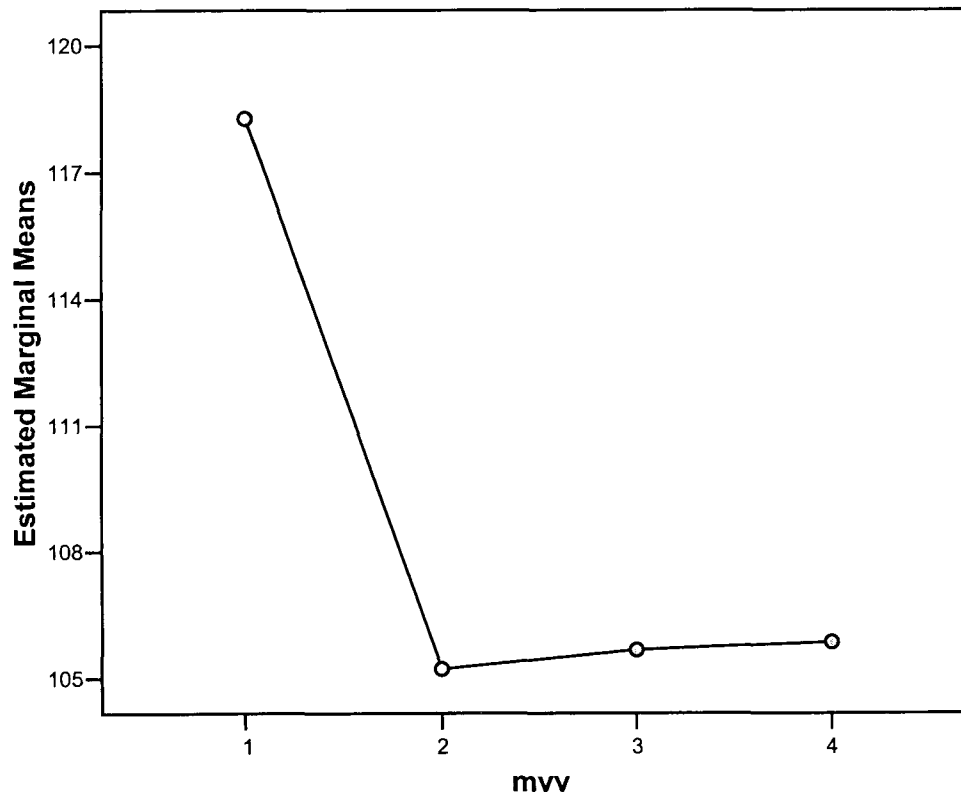
Source	mvv	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
mvv	Level 2 vs. Level 1	5629,121	1	5629,121	25,500	,000
	Level 3 vs. Level 1	5244,121	1	5244,121	27,190	,000
	Level 4 vs. Level 1	5093,939	1	5093,939	20,119	,000
Error(mvv)	Level 2 vs. Level 1	7063,879	32	220,746		
	Level 3 vs. Level 1	6171,879	32	192,871		
	Level 4 vs. Level 1	8102,061	32	253,189		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	mvv	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
mvv	Level 1 vs. Level 2	5629,121	1	5629,121	25,500	,000
	Level 2 vs. Level 3	6,818	1	6,818	,061	,806
	Level 3 vs. Level 4	1,091	1	1,091	,013	,911
Error(mvv)	Level 1 vs. Level 2	7063,879	32	220,746		
	Level 2 vs. Level 3	3548,182	32	110,881		
	Level 3 vs. Level 4	2738,909	32	85,591		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ % (MVV%)

Μετρήθηκε με τον ίδιο τρόπο με τον MVV και παρουσιάζει τις ίδιες μεταβολές, γι' αυτό παραθέτουμε κατευθείαν τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης (συμβολίζεται ως mvv_

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
MVV% - ΚΑΘΙΣΤΗ	83,79	18,836	33
MVV% - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	74,15	19,066	33
MVV% - 15	74,39	18,069	33
MVV% - 30	74,64	15,311	33

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
mvv_	Pillai's Trace	,527	11,131(a)	3,000	30,000	,000
	Wilks' Lambda	,473	11,131(a)	3,000	30,000	,000
	Hotelling's Trace	1,113	11,131(a)	3,000	30,000	,000
	Roy's Largest Root	1,113	11,131(a)	3,000	30,000	,000

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: mvv_

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

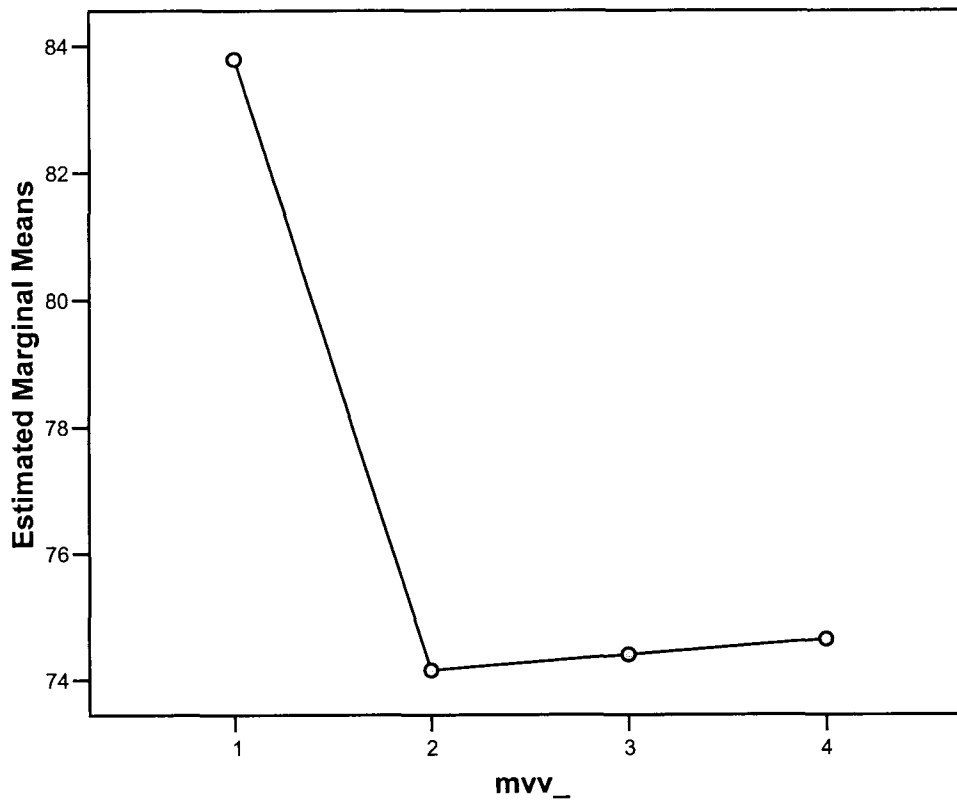
Source	mvv	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
mvv_	Level 1 vs. Level 2	3064,364	1	3064,364	28,998	,000
	Level 2 vs. Level 3	1,939	1	1,939	,033	,856
	Level 3 vs. Level 4	1,939	1	1,939	,045	,832
Error(mvv_)	Level 1 vs. Level 2	3381,636	32	105,676		
	Level 2 vs. Level 3	1856,061	32	58,002		
	Level 3 vs. Level 4	1364,061	32	42,627		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	mvv_	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
mvv_	Level 2 vs. Level 1	3064,364	1	3064,364	28,998	,000
	Level 3 vs. Level 1	2912,121	1	2912,121	31,357	,000
	Level 4 vs. Level 1	2763,758	1	2763,758	24,083	,000
Error(mvv_)	Level 2 vs. Level 1	3381,636	32	105,676		
	Level 3 vs. Level 1	2971,879	32	92,871		
	Level 4 vs. Level 1	3672,242	32	114,758		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ (MVV/BSA)

Μετρήθηκε και μεταβάλλεται όπως και ο MVV%, γι'αυτό και παρουσιάζουμε απευθείας τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης (συμβολίζεται ως mvv_bsa).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
MVV/BSA - ΚΑΘΙΣΤΗ	60,73	13,595	33
MVV/BSA - ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	54,73	15,324	33
MVV/BSA - 15	54,09	13,061	33
MVV/BSA - 30	54,55	11,214	33

Multivariate Tests(b)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
mvv_bsa	Pillai's Trace	,482	9,318(a)	3,000	30,000	,000
	Wilks' Lambda	,518	9,318(a)	3,000	30,000	,000
	Hotelling's Trace	,932	9,318(a)	3,000	30,000	,000
	Roy's Largest Root	,932	9,318(a)	3,000	30,000	,000

a Exact statistic

b Design: Intercept Within Subjects Design: mvv_bsa

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

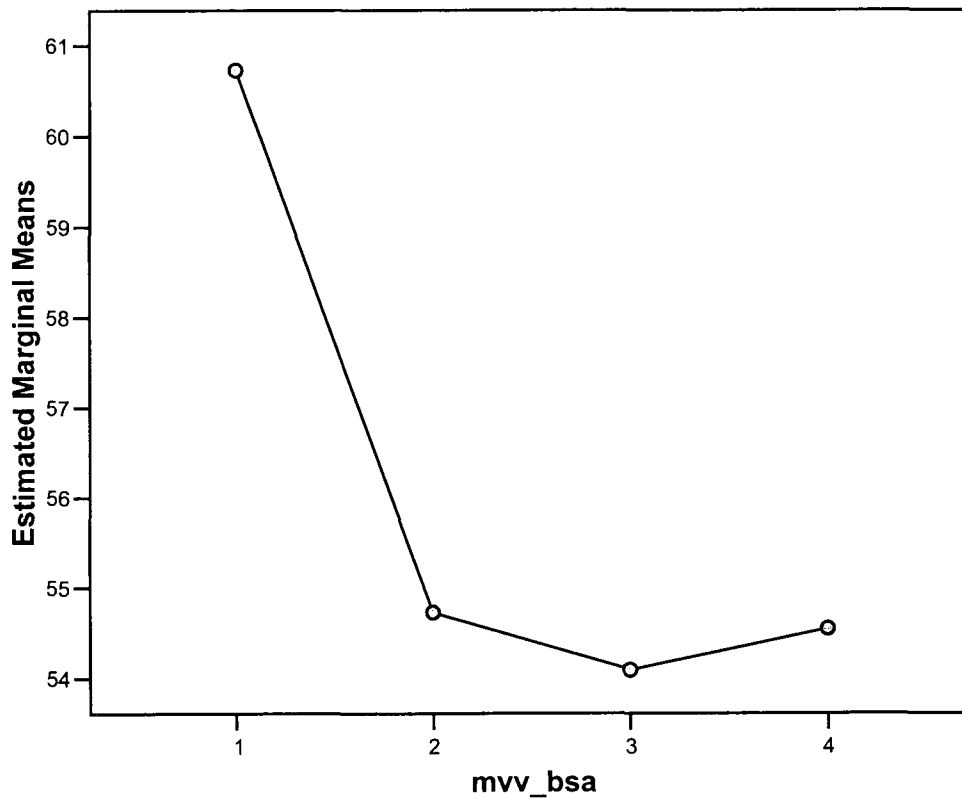
Source	mvv_bsa	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
mvv_bsa	Level 2 vs. Level 1	1188,000	1	1188,000	15,062	,000
	Level 3 vs. Level 1	1453,364	1	1453,364	28,330	,000
	Level 4 vs. Level 1	1261,091	1	1261,091	20,209	,000
Error(mvv_bsa)	Level 2 vs. Level 1	2524,000	32	78,875		
	Level 3 vs. Level 1	1641,636	32	51,301		
	Level 4 vs. Level 1	1996,909	32	62,403		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	mvv_bsa	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
mvv_bsa	Level 1 vs. Level 2	1188,000	1	1188,000	15,062	,000
	Level 2 vs. Level 3	13,364	1	13,364	,220	,643
	Level 3 vs. Level 4	6,818	1	6,818	,301	,587
Error(mvv_bsa)	Level 1 vs. Level 2	2524,000	32	78,875		
	Level 2 vs. Level 3	1947,636	32	60,864		
	Level 3 vs. Level 4	724,182	32	22,631		

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα ευρήματά μας για τις μεταβολές της αρτηριακής πίεσης σε ανάρροπες θέσεις έρχονται σε αντίθεση με τον Jennings et.al⁶² μια και δείχνουν αύξηση τόσο της συστολικής όσο και της διαστολικής πίεσης όταν το σώμα των εθελοντών βρίσκεται σε ανάρροπη (HDT) θέση. Συμφωνούμε ωστόσο μαζί του ότι δεν έχουμε στατιστικώς σημαντικές διαφορές του όγκου παλμού εφόσον οι αλλαγές του κλάσματος εξώθησης, αλλά και της τελοδιαστολικής και τελοσυστολικής διαμέτρου της αριστερής κοιλίας δεν έχουν στατιστική σημαντικότητα σε ανάρροπη θέση σε αντίθεση με τον Butler CG et.al⁶³. Διαφωνούμε επίσης με τον Butler CG et.al στο ότι ο καρδιακός ρυθμός ελαττώνεται στο πρώτο λεπτό της HDT θέσης. Στα αποτελέσματά μας φαίνεται ότι στα πρώτα λεπτά (HDT-15⁰ θέση) της HDT θέσης ο ρυθμός παραμένει σταθερός. Αντίθετα ελαττώνεται αργότερα, εφόσον οι τιμές του παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ της οριζόντιας θέσης και της θέσης HDT-30⁰.

Είναι γνωστό ότι η αρτηριακή πίεση (P) δίνεται από το γινόμενο $P = \Pi \cdot R$, όπου Π η καρδιακή παροχή και R οι περιφερικές αντιστάσεις. Η καρδιακή παροχή (Π) επίσης, σχετίζεται με το κλάσμα εξώθησης και την καρδιακή συχνότητα με τη σχέση $\Pi = EF \cdot HR$, όπου EF το κλάσμα εξώθησης και HR ο καρδιακός ρυθμός. Με βάση τις προηγούμενες σχέσεις και εφόσον κατά τη μετακίνηση του εθελοντή από την οριζόντια θέση στη θέση HDT-15⁰ δε μεταβλήθηκε σημαντικά ούτε το κλάσμα εξώθησης ούτε ο καρδιακός ρυθμός μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η αύξηση της συστολικής πίεσης οφείλεται σε αύξηση των περιφερικών αντιστάσεων. Το γεγονός της αύξησης της αρτηριακής πίεσης στην HDT-30⁰ θέση σε συνδυασμό με τη σταθερότητα του καρδιακού ρυθμού και της καρδιακής παροχής σημαίνει αύξηση των περιφερικών αντιστάσεων και σε αυτή τη θέση. Το συμπέρασμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με την έρευνα του Chae EU et.al που αναφέρει ότι στις head

down θέσεις έχουμε μείωση της μέσης αρτηριακής πίεσης και των ολικών περιφερικών αντιστάσεων ¹⁶.

Όσον αφορά το κύμα A της τριγγχλώχινος παρουσιάζει στατιστικώς σημαντική αύξηση. Το κύμα A της τριγγχλώχινος εκφράζει τη σύσπαση του δεξιού κόλπου. Η αύξησή του είναι συμβατή με αυξημένη φλεβική επιστροφή στις ανάρροπες θέσεις κάτι που είναι συμβατό και με άλλες έρευνες που αναφέρονται για αύξηση της κεντρικής φλεβικής πίεσης στα πρώτα λεπτά της ανάρροπης θέσης ⁶⁵. Η αυξημένη αυτή φλεβική επιστροφή είναι συμβατή και με την αύξηση της διαμέτρου της δεξιάς κοιλίας (RVD), όπως δείχνουν τα αποτελέσματά μας.

Στατιστικά σημαντική βρέθηκε στη μελέτη μας και η αύξηση του κύματος E της μιτροειδούς, το οποίο εκφράζει την ταχεία πλήρωση της αριστερής κοιλίας. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι τιμές που πήραμε είναι υψηλότερες των φυσιολογικών για την τρίτη δεκαετία ζωής ^{89,90}. Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στο ότι ο μέσος όρος ηλικίας του δείγματός μας είναι μικρότερος είτε στο ότι οι θέσεις σώματος όπου πήραμε τις μετρήσεις μας δεν είναι οι κλασικές υπερηχογραφικές θέσεις. Τελικά, διαπιστώνεται ότι αλλάζουν οι συνθήκες προφόρτισης της δεξιάς καρδιάς, όχι όμως και της αριστερής. Το τελικό αποτέλεσμα της καρδιακής προσαρμογής είναι η διατήρηση του κλάσματος εξώθησης σταθερού ⁶². Οι μεταβολές αυτού δεν είναι στατιστικώς σημαντικές, αλλά παρουσιάζουν τάση μείωσης από την οριζόντια στη HDT-15⁰ θέση και τάση ανάκτησης της τιμής της οριζόντιας θέσης στη θέση HDT-30⁰. Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι με τη μέθοδο υπερήχων που εφαρμόσαμε δεν σημειώθηκαν σημαντικές μεταβολές στην ταχύτητα ροής της αορτικής και της πνευμονικής βαλβίδας. Ωστόσο ενώ στην πνευμονική βαλβίδα είχαμε αύξηση των τιμών από την οριζόντια κατακεκλιμένη στην HDT-15⁰ θέση και στη συνέχεια σταθεροποίηση στην HDT-30⁰ θέση, στην αορτική είχαμε τάση μείωσης των τιμών της από την οριζόντια στην HDT-15⁰ θέση και αύξηση στην HDT-30⁰ στο επίπεδο της οριζόντιας κατακεκλιμένης θέσης. Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται στο αυξημένο αγγειακό πνευμονικό πεδίο στις ανάρροπες θέσεις ⁷⁷, αλλά και στην αυξημένη πνευμονική αρτηριακή πίεση ⁷⁸.

Επίσης, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι κατά τη στατιστική επεξεργασία των τιμών της μέγιστης ταχύτητας ροής αίματος τόσο στην αριστερή όσο και τη δεξιά καρωτίδα δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά. Υπάρχουν ωστόσο έρευνες που αποδεικνύουν την αύξηση της ταχύτητας ροής αίματος στις καρωτίδες σε ανθρώπους στο 3 min της HDT-10⁰ θέσης. Σύμφωνα με την ίδια έρευνα η ταχύτητα ροής αίματος αποκαθίσταται στο 10 min ⁸⁵. Στην δικιά μας έρευνα οι μετρήσεις της ταχύτητας ροής αίματος στις καρωτίδες πραγματοποιήθηκε περίπου στο 7 min τόσο της HDT-15⁰ όσο και της HDT-30⁰ θέσης. Φαίνεται, λοιπόν, η τιμή της ταχύτητας αυτής να επανέρχεται σε φυσιολογικά επίπεδα από το 7 min. Σε αυτή την πρόωρη ανάκαμψή της θα πρέπει να εξετασθεί αν παίζουν ρόλο και οι διαφορετικές κλίσεις HDT θέσης που εφαρμόσαμε κατά τη διάρκεια της έρευνάς μας.

Όσον αφορά τους δείκτες αναπνευστικής λειτουργίας παρατηρούμε ότι η FVC ελαττώνεται σημαντικά από την καθιστή στην οριζόντια κατακεκλιμένη και από την οριζόντια κατακεκλιμένη στη HDT-15⁰ θέση. Δεν παρατηρείται όμως διαφορά μεταξύ της HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέσης. Τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να οφείλονται στην ελατωση της πνευμονικής ενδοτικότητας σε συνδυασμό με αύξηση των πνευμονικών αντιστάσεων, που λαμβάνει χώρα κατά τη μετακίνηση του σώματος από την καθιστή στην οριζόντια κατακεκλιμένη θέση, όπως έχουν δείξει παλιότερες έρευνες ⁸⁴.

Έχουμε μείωση λοιπόν της FVC σε σύγκριση των ανάρροπων θέσεων με την καθιστή και την οριζόντια κατακεκλιμένη σύμφωνα με τον Lu LL et.al ⁷⁷. Το ίδιο ισχύει και για την FEV₁, τον PFR αλλά και για την FEV%, η οποία όμως παρουσιάζει τάση αύξησης στατιστικώς μη σημαντική από την HDT-15⁰ στην HDT-30⁰ θέση, η οποία δηλώνει μια τάση προσαρμογής του αναπνευστικού συστήματος γεγονός που συμφωνεί με αναφορές για σταθερό PFR σε παρατεταμένη ανάρροπη θέση διάρκειας 120 ημερών ⁷⁹. Στα δικά μας αποτελέσματα ο PFR παρουσιάζει τάση αύξησης στατιστικώς μη σημαντική από την HDT-15⁰ στην HDT-30⁰ θέση πολύ μικρότερη όμως της FEV%.

Αντίθετα με τον Lu LL et.al η MVV στην δική μας έρευνα ελαττώνεται σημαντικά σε σύγκριση όλων των άλλων θέσεων με την καθιστή θέση όχι

όμως και με την οριζόντια ή σε σύγκριση των τιμών των διαφόρων ανάρροπων θέσεων μεταξύ τους. Οι μεταβολές αυτές μπορεί να εξηγούνται από την ελάττωση της ενδοτικότητας και την αύξηση των πνευμονικών αντιστάσεων από την καθιστή στην οριζόντια θέση (Baydur A et.al Lung 1987). Υπάρχουν έρευνες που αναφέρουν ότι η ζωτική χωρητικότητα καθορίζεται σε καθιστή θέση από τις αναπνευστικές κινήσεις του θωρακικού κλωβού. Αντίθετα σε οριζόντια θέση καθορίζεται κυρίως από τις κινήσεις του διαφράγματος και των κοιλιακών μυών^{80,81,82,83}.

Όσον αφορά τις ορμονικές μεταβολές, κατά τη διάρκεια της έρευνάς μας, δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικώς σημαντική μεταβολή στις τιμές των TSH, FT₃, αλδοστερόνης και κορτιζόλης. Αυτό σημαίνει ότι οι συγκεκριμένες ορμόνες δε συμμετέχουν στις καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές που λαμβάνουν χώρα στην έρευνά μας σε HDT θέσεις και στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, διάρκειας 15 min. Περαιτέρω έρευνα για τη συμμετοχή άλλων ορμονών στις καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές της έρευνάς μας, αλλά και γενικότερα για τον καθορισμό του μηχανισμού αυτών είναι απαραίτητη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την έρευνά μας προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

1. στατιστικώς σημαντική μείωση στις τιμές του καρδιακού ρυθμού από την οριζόντια στην HDT-30⁰ και από την HDT-15⁰ στην HDT-30⁰ θέση.
2. τόσο η συστολική όσο και η διαστολική αρτηριακή πίεση αυξήθηκαν στατιστικώς σημαντικά από την οριζόντια στην HDT-15⁰, HDT-30⁰ θέση και από την HDT-15⁰ στην HDT-30⁰ θέση.
3. στατιστικώς σημαντική αύξηση της διαμέτρου της δεξιάς κοιλίας από την οριζόντια στην HDT-30⁰ θέση.
4. στατιστικώς σημαντική αύξηση του κύματος A της τριγλώχινος και του κύματος E της μιτροειδούς από την οριζόντια στις HDT-15⁰, HDT-30⁰ θέσεις.
5. Δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικώς σημαντική μεταβολή στις τιμές της μέγιστης συστολικής ταχύτητας ροής στις καρωτίδες αρτηρίες, του κλάσματος εξωθήσεως της αριστερής κοιλίας, του τελοσυστολικού και τελοδιαστολικού όγκου της αριστερής κοιλίας, του κύματος E της τριγλώχινος και του κύματος A της μιτροειδούς βαλβίδας και της ταχύτητας ροής αίματος στην πνευμονική και αορτική βαλβίδα.
6. με βάση τις μεταβολές του καρδιακού ρυθμού, της αρτηριακής πίεσης και του κλάσματος εξωθήσεως καταλήξαμε στο συμπέρασμα της αύξησης των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων στην HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέση.
7. στατιστικώς σημαντική μείωση των τιμών της FVC από την καθιστή στην οριζόντια, HDT-15⁰, HDT-30⁰ θέση και από την οριζόντια στην HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέση. Οι ίδιες μεταβολές παρατηρήθηκαν και στις τιμές της FEV₁, PFR και FEV%.

8. στατιστικώς σημαντική μείωση των τιμών της MVV από την καθιστή στην οριζόντια, HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέση.
9. δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικώς σημαντική μεταβολή στις τιμές της TSH, FT₃, κορτιζόλης και αλδοστερόνης πριν και μετά την έκθεση των εθελοντών στην ανάρροπη (HDT) θέση.

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής μπορεί να αποτελέσουν τη βάση σύγκρισης σε ανάλογες μελέτες σε παθοφυσιολογικές καρδιοαναπνευστικές διαταραχές, για τον έλεγχο των καρδιοαναπνευστικών εφεδρειών και προσαρμογών των πασχόντων από καρδιοαναπνευστικά προβλήματα.

ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΑΛΛΑΓΕΣ ΘΕΣΗΣ

Δημήτριος Σοφ. Γαλάνης, Ιατρός.
Εργαστήριο Φυσιολογίας, Τμήμα Ιατρικής,
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Εισαγωγή

Οι οξείες καρδιαγγειακές και αναπνευστικές προσαρμογές σε ανάρροτες θέσεις (HDT) δεν έχουν ερευνηθεί, πλήρως, μέχρι σήμερα. Μία από τις έρευνες που αναφέρεται στις άμεσες (δηλαδή αμέσως μετά τη λήψη της HDT θέσης) προσαρμογές 8 υγιών εθελοντών σε θέσεις -10^0 , -30^0 , -60^0 και -90^0 έδειξε ότι δεν υπήρχε καμία σημαντική αλλαγή στην αριστερή κοιλία, το τελοδιαστολικό όγκο, τον όγκο παλμού (SV), το καρδιακό έργο ή την αρτηριακή πίεση. Ωστόσο αναφέρεται μία αύξηση της διαστολικής πίεσης στις -60^0 HDT.⁶² Αντίθετα σε άλλη μελέτη αναφέρεται ότι σε μετρήσεις μέσα στα πρώτα 30 λεπτά από τη λήψη θέσης -6^0 HDT έχουμε αύξηση του όγκου παλμού και του καρδιακού έργου με μείωση του καρδιακού ρυθμού.⁶³ Επίσης για αύξηση του όγκου παλμού και του καρδιακού έργου με μείωση του καρδιακού ρυθμού με μετρήσεις στα πρώτα λεπτά της HDT θέσης μιλάνε και άλλες έρευνες.^{16,64} Όσον αφορά την κεντρική φλεβική πίεση σε μελέτες των οξέων προσαρμογών σε ανάρροπη θέση, φαίνεται ότι αυξάνεται. Στην ίδια

έρευνα έχουμε επίσης, αύξηση του τελοδιαστολικού δείκτη της αριστερής κοιλίας ενώ ο καρδιοθωρακικός δείκτης παραμένει σταθερός. Επίσης έχουμε αύξηση του ενδοθωρακικού δείκτη αιματικής ροής και ενώ η αρτηριακή πίεση γενικότερα παραμένει σταθερή αυξάνεται η πνευμονική αρτηριακή πίεση.⁶⁵ Η αύξηση του δείκτη ενδοθωρακικής ροής αίματος έρχεται σε συμφωνία με την αύξηση του θωρακικού όγκου υγρών που αναφέρεται σε άλλη έρευνα.¹⁶ Σε αυτή όμως αναφέρεται ότι στα αρχικά στάδια της HDT θέσης έχουμε μείωση της μέσης αρτηριακής πίεση και μείωση των ολικών αγγειακών αντιστάσεων.¹⁶ Ωστόσο, μία άλλη έρευνα που στηρίζεται σε άμεσες μετρήσεις μέσω τοποθέτησης καθετήρα στην αορτή σε πειραματόζωα αναφέρει ότι κατά τη διάρκεια τριήμερης στάσης σε HDT θέση η μέση αρτηριακή πίεση, η συστολική πίεση και η διαστολική πίεση αυξάνονται όσο πιο γρήγορα γίνει μέτρηση μέσα στις τρεις μέρες του πειράματος.⁵⁹

Πέρα από όλα αυτά, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι προσαρμογές της αιμάτωσης του αναπνευστικού συστήματος στην HDT θέση. Μπορούμε να αναφέρουμε εδώ, μια μελέτη, όπου έγινε με τη χρήση υπερηχογραφίας, μέτρηση της αιματικής ροής της πνευμονικής αρτηρίας και της λειτουργίας της δεξιάς κοιλίας σε HDT θέση -30^0 για 45 min. Τα συμπεράσματα έδειχναν ότι ελαττώνεται ο πνευμονικός αερισμός και αυξάνεται η πνευμονική διάχυση, λόγω ανακατανομής της αιματικής ροής των πνευμόνων και αυξημένου πνευμονικού αγγειακού πεδίου.⁷⁷ Επίσης σε άλλη μελέτη, σε HDT θέση -30^0 για 45 min, φαίνεται ότι αυξάνουν οι πνευμονικές

αντιστάσεις.⁷⁸ Επίσης από την ίδια, αλλά και άλλες μελέτες, φαίνεται ότι αυξάνει η πνευμονική αρτηριακή πίεση.^{65,78}

Ακόμα φαίνεται ότι σε θέση HDT -30⁰ για 45 min, έχουμε μείωση της βίαιης ζωτικής χωρητικότητας (FVC), του εκπνεόμενου όγκου αέρα /sec (FEV₁) και του FEV₁%, του μέγιστης αναπνευστικής ικανότητας (MVV) και αύξηση της ικανότητας διάχυσης του μονοξειδίου του άνθρακα [DL(CO)]. Αυτό επιβεβαιώνει τη μείωση του πνευμονικού αερισμού και της πνευμονικής χωρητικότητας και την αύξηση της πνευμονικής διάχυσης, γεγονότα που μπορεί να σχετίζονται με την αύξηση του ενεργού πνευμονικού αγγειακού πεδίου.⁷⁷

Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας είναι να μελετήσει τις καρδιαγγειακές και αναπνευστικές προσαρμογές στα πρώτα στάδια της ανάρρωσης θέσης (HDT) σε υγιείς άρρενες εθελοντές. Συγκεκριμένα μελετώνται αλλαγές της καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας σε HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέση για χρονικό διάστημα 7,5 min για κάθε θέση, έτσι ώστε να αποκαλυφθούν οι πρώιμες επιδράσεις της ανάρρωσης θέσης στο καρδιαγγειακό και αναπνευστικό σύστημα.

Υλικά και Μέθοδοι

Η έρευνά μας πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση έλαβε μέρος στο Εργαστήριο Πειραματικής Φυσιολογίας της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκε στο Μιχαηλίδειο Καρδιολογικό Κέντρο.

Στην πρώτη φάση της έρευνάς μας έλαβαν μέρος 33 υγιείς άρρενες εθελοντές με μέσο όρο ηλικίας $24,45 \pm 4,30$ έτη, μέσο όρο βάρους $79,48 \pm 13,32$ kg και μέσο όρο ύψους $178,85 \pm 2,53$ cm. Στη δεύτερη φάση της έρευνάς μας έλαβαν μέρος 54 υγιείς άρρενες εθελοντές με μέσο όρο ηλικίας $24,56 \pm 4,08$ έτη, μέσο όρο βάρους $77,67 \pm 11,02$ kg και μέσο όρο ύψους $178,20 \pm 6,60$ cm. 28 από τους εθελοντές που έλαβαν μέρος στην δεύτερη φάση της έρευνάς μας έλαβαν μέρος και στην πρώτη φάση αυτής. Όλοι οι εθελοντές που έλαβαν μέρος στην έρευνά μας υποβλήθηκαν σε παθολογικό, καρδιολογικό (κλινική εξέταση, ηλεκτροκαρδιογράφημα) και αναπνευστικό έλεγχο (κλινική εξέταση, σπιρομέτρηση σε καθιστή θέση), προκειμένου να εξασφαλισθεί ότι πρόκειται για υγιείς εθελοντές. Επίσης όλοι τους είχαν ενημερωθεί πλήρως για τις διεργασίες της έρευνας και είχαν υπογράψει υπεύθυνη δήλωση αποδοχής της συμμετοχής τους στην έρευνα. Όλες οι διεργασίες της έρευνάς μας έχουν εγκριθεί από την τοπική Επιτροπή ηθικής και Δεοντολογίας του Μιχαηλιδείου Καρδιολογικού Κέντρου Ιωαννίνων.

Η έρευνά μας πραγματοποιήθηκε σε εσωτερικούς, ήσυχους χώρους με ελεγχόμενη θερμοκρασία (22° C) τις πρωινές ώρες. Όλοι οι εθελοντές θα έπρεπε να απέχουν από αλκοόλ, καφέ ή καπνό για τουλάχιστον 12 h. Επίσης όλοι ήταν εξοικειωμένοι με τις μεθόδους της έρευνάς μας και τον εργαστηριακό χώρο από την προηγούμενη μέρα. Στην έρευνά μας χρησιμοποιήθηκε μια ειδική αυτόματα περιστρεφόμενη κλίνη σε οποιαδήποτε θέση από τις 0° στις $+90^{\circ}$ και στις -90° θέση. Όλοι οι εθελοντές πριν την πραγματοποίηση των μετρήσεων αναφοράς παρέμεναν κατακεκλιμένοι στην

παραπάνω κλίνη για 15 min. Στη συνέχεια η κλίνη περιστρεφόταν σε HDT-15⁰, και οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν όσο το δυνατό γρηγορότερα. Αμέσως μετά η κλίνη λάμβανε την HDT-30⁰ θέση και οι ίδιες μετρήσεις πραγματοποιούνταν και πάλι. Όλοι οι εθελοντές παρέμεναν σε κάθε ανάρροπη θέση για χρόνο 7,5 min, έτσι ώστε ο συνολικός χρόνος σε ανάρροπη θέση να μην ξεπερνά τα 15 min.

Όλες οι καρδιοαναπνευστικές μελέτες πραγματοποιήθηκαν στην πρώτη φάση της έρευνάς μας στο Εργαστήριο Φυσιολογίας. Μετά το χρόνο εξοικείωσης η πρώτη ενέργειά μας ήταν η εκτέλεση μιας σπιρομέτρησης σε καθιστή θέση σε κάθε εθελοντή. Στη διάρκεια της φάσης αυτής θέλαμε να ελέγξουμε τις προσαρμογές της αρτηριακής πίεσης των άνω άκρων, του καρδιακού ρυθμού, των αναπνευστικών λειτουργικών δεικτών που αναδεικνύονται με τη σπιρομέτρηση (και συγκεκριμένα τις τιμές των FVC, FEV₁, FEV%, PFR, MVV, MVV%, MVV/BSA) και της μέγιστης ταχύτητας ροής αίματος στην αριστερή και δεξιά καρωτίδα κατά τη μετακίνηση του σώματος των εθελοντών από την οριζόντια θέση στην HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέση. Επίσης σε αυτή τη φάση πραγματοποιήθηκαν οι αιμοληψίες πριν και μετά το πέρας της όλης διαδικασίας προκειμένου να ελέγξουμε και τις ορμονικές μεταβολές που ενδέχεται να λαμβάνουν χώρα μετά το πέρας 7,5 min σε HDT-15⁰ και 7,5 min σε HDT-30⁰ θέση. Για όλες τις παραμέτρους που ελέγξαμε στη φάση αυτή ως τιμές αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν αυτές της οριζόντιας θέσης, εκτός των σπιρομετρικών παραμέτρων όπου χρησιμοποιήσαμε ως τιμές αναφοράς αυτές της καθιστής θέσης.

Όλες οι υπερηχογραφικές μελέτες πραγματοποιήθηκαν στη δεύτερη φάση της έρευνάς μας που πραγματοποιήθηκε στο Μιχαηλίδειο Καρδιολογικό Κέντρο του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Σκοπός μας, κατά τη δεύτερη φάση της έρευνάς μας, ήταν να μελετήσουμε τις προσαρμογές του κυκλοφορικού συστήματος κατά τη μετακίνηση του ανθρώπινου σώματος από την οριζόντια στην HDT-15⁰ και στην συνέχεια στην HDT-30⁰ θέση υπολογίζοντας υπερηχογραφικές παραμέτρους στις θέσεις αυτές. Επίσης θα πρέπει να αναφέρουμε ότι και εδώ διατηρήσαμε χρόνο διάρκειας 7.5 min για την HDT-15⁰ θέση και άλλα τόσα για τη HDT-30⁰ θέση. Σε όλες τις θέσεις και σε κάθε εθελοντή υπολογιζόταν η τελοδιαστολική και τελοσυστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας, η διάμετρος της δεξιάς κοιλίας, το κλάσμα εξωθήσεως της αριστερής κοιλίας, τα κύματα E, A της τριγλώχινος και της μιτροειδούς βαλβίδας, το χρόνο εξώθησης και επιβράδυνσης της αριστερής κοιλίας, την ταχύτητα ροής αίματος στην αορτική βαλβίδα, τη διαστολική και συστολική ταχύτητα και τη διάρκεια του ανάστροφου κύματος A των πνευμονικών φλεβών. Ως τιμές αναφοράς θεωρήσαμε τις τιμές των παραμέτρων που υπολογίστηκαν στην οριζόντια, κατακεκλιμένη θέση.

Αποτελέσματα

Καρδιαγγειακές παράμετροι

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές μεταβολές στο καρδιακό ρυθμό κατά τη μετακίνηση από την οριζόντια στην HDT-15⁰ θέση. Ωστόσο καταγράφηκε στατιστικώς σημαντική μείωση στις τιμές του καρδιακού ρυθμού

από την οριζόντια στην HDT-30⁰ και από την HDT-15⁰ στην HDT-30⁰ θέση. Οι τιμές του μέσου ηλεκτρικού άξονα της καρδιάς δεν παρουσίασαν καμία στατιστικώς σημαντική μεταβολή σε οποιαδήποτε θέση. Τόσο η συστολική όσο και η διαστολική αρτηριακή πίεση αυξήθηκαν στατιστικώς σημαντικά από την οριζόντια στην HDT-15⁰, HDT-30⁰ θέση και από την HDT-15⁰ στην HDT-30⁰ θέση. Δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικώς σημαντική μεταβολή στις τιμές της μέγιστης συστολικής ταχύτητας ροής στις καρωτίδες αρτηρίες, του κλάσματος εξωθήσεως της αριστερής κοιλίας, του τελοσυστολικού και τελοδιαστολικού όγκου της αριστερής κοιλίας, του κύματος E της τριγλώχινος και του κύματος A της μιτροειδούς βαλβίδας και της ταχύτητας ροής αίματος στην πνευμονική και αορτική βαλβίδα. Αντίθετα παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική αύξηση της διαμέτρου της δεξιάς κοιλίας από την οριζόντια στην HDT-30⁰ θέση και του κύματος A της τριγλώχινος και του E της μιτροειδούς βαλβίδας από την οριζόντια στις HDT-15⁰, HDT-30⁰ θέσεις.

Παράμετροι αναπνευστικής λειτουργίας

Καταγράφηκε στατιστικώς σημαντική μείωση των τιμών της FVC από την καθιστή στην οριζόντια, HDT-15⁰, HDT-30⁰ θέση και από την οριζόντια στην HDT-15⁰ και HDT-30⁰ θέση. Οι ίδιες μεταβολές παρατηρήθηκαν και στις τιμές της FEV₁, PFR και FEV%. Αντίθετα οι τιμές της MVV παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική μείωση μόνο από την καθιστή στην οριζόντια, HDT-15⁰, HDT-30⁰ θέση.

Ορμόνες

Δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικώς σημαντική μεταβολή στις τιμές της κορτιζόλης, αλδοστερόνης, TSH, FT₃ πριν και μετά την HDT θέση.

Συζήτηση

Γνωρίζουμε ότι η αρτηριακή πίεση (P) δίνεται από το γινόμενο $P=\Pi \cdot R$, όπου Π η καρδιακή παροχή και R οι περιφερικές αντιστάσεις. Επίσης γνωρίζουμε ότι $\Pi=EF \cdot HR$, όπου EF το κλάσμα εξώθησης και HR ο καρδιακός ρυθμός. Με βάση τις προηγούμενες σχέσεις και εφόσον κατά τη μετακίνηση του εθελοντή από την οριζόντια θέση στη θέση $HDT-15^0$ δε μεταβλήθηκε σημαντικά ούτε το κλάσμα εξώθησης ούτε ο καρδιακός ρυθμός μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η αύξηση της συστολικής πίεσης οφείλεται σε αύξηση των περιφερικών αντιστάσεων. Το γεγονός της αύξησης της αρτηριακής πίεσης στην $HDT-30^0$ θέση σε συνδυασμό με τη σταθερότητα του καρδιακού ρυθμού και άρα και της καρδιακής παροχής σημαίνει αύξηση των περιφερικών αντιστάσεων και σε αυτή τη θέση.

Η αύξηση τόσο του κύματος A της τριγλώχινος βαλβίδας όσο και της διαμέτρου της δεξιάς κοιλίας δηλώνουν αύξηση της προφόρτισης της δεξιάς καρδιάς στην HDT θέση, κάτι το οποίο δεν παρατηρείται στην αριστερή καρδιά. Σε αυτή παρατηρείται αύξηση του κύματος E της μιτροειδούς και άρα της ταχύτητας πλήρωσης της αριστερής κοιλίας. Όλες αυτές οι προσαρμογές οδηγούν σε σταθερό κλάσμα εξώθησης αριστερής κοιλίας.

Η ελάττωση των τιμών των αναπνευστικών παραμέτρων κυρίως από την καθιστή στην οριζόντια θέση, αλλά και στις ανάρροπες θέσεις όσον αφορά την FEV_1 , PFR , FVC και $FEV\%$ φαίνεται να οφείλεται στην ελάττωση της ενδοτικότητας και την αύξηση των πνευμονικών αντιστάσεων από την καθιστή στην οριζόντια θέση, αλλά και στο ότι η ζωτική χωρητικότητα σε καθιστή θέση

καθορίζεται από κινήσεις του θωρακικού κλωβού, ενώ σε οριζόντια από τις κινήσεις του διαφράγματος και των κοιλιακών μυών.

Το γεγονός της έλλειψης ορμονικών μεταβολών στην έρευνά μας δηλώνει την απουσία συμμετοχής αυτών στις καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές που παρατηρήθηκαν στις συγκεκριμένες θέσεις και στον συγκεκριμένο χρόνο. Περαιτέρω έρευνα είναι απαραίτητη για τον έλεγχο της συμμετοχής άλλων ορμονών στις προσαρμογές που παρατηρήσαμε αλλά και για τον γενικότερο καθορισμό του μηχανισμού αυτών.

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής μπορεί να αποτελέσουν τη βάση σύγκρισης σε ανάλογες μελέτες σε παθοφυσιολογικές καρδιοαναπνευστικές διαταραχές, για τον έλεγχο εφεδρειών και προσαρμογών των πασχόντων από καρδιοαναπνευστικά προβλήματα.

ABSTRACT**CARDIOPULMONARY ADAPTATIONS IN POSITION CHANGES**

Dimitrios S. Galanis, MD.

Lab. of Physiology, Faculty of Medicine,

University of Ioannina,

Greece.

Introduction

Cardiovascular and pulmonary adaptations to head down tilt (HDT) position have not been widely investigated to date. Few data exists concerning acute adaptations to 10 to 90⁰ HDT in healthy volunteers studied by two dimensional echocardiography. No significant alterations in left ventricular end-diastolic volume, stroke volume, heart rate or blood pressure have been reported, with the exception of a significant increase in diastolic blood pressure at 60⁰ head down position ⁶². However, it has been suggested that in the first thirty minutes at 6⁰ HDT, there is an increase of ejection fraction and heart work accompanied by a decrease in heart rate ⁶³. Increase in heart rate and heart work have also been found in the first minutes at HDT position ^{16,64}, accompanied by a decrease in mean blood pressure and total

peripheral vascular resistance ¹⁶. Experimental studies in animals placed for three days at HDT position showed an increase in systolic and diastolic blood pressure ⁵⁹.

Other studies on pulmonary circulation changes at HDT position (at 30° for 45 min) showed an increase in pulmonary arterial pressure and pulmonary arterial resistance ^{78,65} and an increase in right ventricular ejection time without any change in the pulmonary arterial blood flow peak velocity, suggesting thus that an increase in pulmonary arterial resistance might be responsible for the increase in pulmonary arterial pressure ⁷⁸.

Changes in respiratory function during HDT have also been reported. Decrease in forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in 1 sec (FEV₁) and maximum ventilatory volume (MVV), and an increase in the diffusion rate of carbon monoxide [DL(CO)] have been found at 30° HDT for 30 min . These latter changes have been attributed to a uniform distribution of pulmonary blood flow and an increase in the effective pulmonary vascular bed ⁷⁷.

The present study aims to investigate the cardiovascular and pulmonary adaptations to the early stages of head down position in healthy volunteers. Changes at a limited HDT (15° and 30°) for a short time period (total 15 min) are studied, aiming to elucidate some of the early effects of mild HDT on cardio-respiratory function.

Materials and methods

The study consisted of two separate sessions. The first session was conducted at the Laboratory of Physiology of the University of Ioannina and the second one at the Michaelidion Cardiac Center of the University of Ioannina.

Thirty-three healthy male sedentary volunteers aged 24.5 ± 4.3 years, of 76.4 ± 13.3 kg body weight and 178.8 ± 2.5 cm height were enrolled in the first session of the study. Fifty-four healthy male sedentary volunteers aged 24.6 ± 4.1 years, of 77.7 ± 11 kg body weight and 178.2 ± 6.6 cm height were studied in the second session of the study. The subjects did not suffer from any cardiovascular disease. All subjects gave informed consent prior to their inclusion to the study. All human studies have been approved by the local Ethical Approval Committee of the Michaelidion Cardiac Center of Ioannina and have therefore been performed in accordance with the ethical standards laid down in the 1964 Declaration of Helsinki.

All studies were performed in a quiet, temperature-controlled room (22°C) in the morning with the subjects fasting, having abstained from caffeine and alcohol for at least 12 hours so to prevent the effects of any other form of stress except for HDT position. All volunteers were familiarized with the laboratory room and the study procedure. A specialized bed, automatically tilting at any position from 0° to $+90^{\circ}$ and -90° (elba electromedicali, Brescia, Italy), was used in the study. Afterwards, subjects lay supine in the bed for 15 minutes before baseline measurements were performed. The bed was then

tilted at head down position, first at -15 degrees (HDT- 15^0), and measurements were repeated as soon as possible after the position was acquired. Subsequently, the bed was tilted at -30 degrees (HDT- 30^0) and the same measurements were performed. All subjects were kept at each HDT position (-15 and -30 degrees) for maximum 7.5 min, so that the total duration of HDT was approximately 15 min.

All cardiopulmonary studies were performed in the Laboratory of Physiology in the first session of our study. A spirometry test was performed in all subjects in the sitting position after a 15 minutes period of adaptation time in the laboratory room. The pulmonary parameters (FVC, FEV₁, PFR, MVV) were estimated at sitting, supine, HDT- 15^0 and HDT- 30^0 positions in all volunteers using a spiroanalyzer (Fukuda Sangyo Co. Ltd. Electronic spiroanalyzer, Tokyo, Japan) between the 5th and 6th minute at both HDT- 15^0 and HDT- 30^0 .

The following were also obtained at the same time with the pulmonary function parameters in all volunteers at the supine, HDT- 15^0 and HDT- 30^0 positions: (i) systolic and diastolic blood pressure measured at the left arm using a mercury sphygmomanometer (Tanaka Sangyo Co. Ltd., Tokyo, Japan), at the 1st min at both HDT-15 and HDT-30 degrees, (ii) heart rate and mean QRS axis from a 12-lead electrocardiogram (ECAPS, Tokyo, Japan) at the 2nd min at both HDT positions and (iii) common left and right carotid blood flow velocity using a hand-held ultrasound blood flow detector (ES – 107 PZ HAMEC, Arima, Kawasaki–Shi, Japan) at the 7th min at both HDT positions.

Also, in the first session, two blood samples were taken from every subject as to elucidate changes in the TSH, FT₃, cortisol and aldosterone concentrations. The one was taken in the 1st minute of the supine position and the other after the 7.5 minute in the HDT-30° position.

All echocardiograph studies were performed in the Michaelidion Cardiac Center in the second session of our study using the same specialized tilting bed. The following were obtained in all volunteers at the supine, HDT-15° and HDT-30° positions: (i) the left ventricular end-diastolic and end-systolic diameter and the right ventricular diameter in the first minute at any position, (ii) the ejection fraction of the left ventricle of the heart in the second minute at any position, (iii) the wave E, A of the tricuspid and mitral valve of the heart from the 3rd to the 5th minute at any position and (iv) the blood flow velocity of the pulmonary and aortic valve of the heart from the 6th to the 7th minute at any position. All echocardiograph studies were performed using a Philips HDI 5000 (Bophell, Washington, USA) device.

Group means for each parameter were compared among the body positions and tested for significance by analysis of variance by using multivariate ANOVA tests (MANOVA). All computations were done using SPSS 14.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, USA). The level of significance was set at $p < 0.05$.

Results

Cardiovascular parameters

There were no significant changes in heart rate from the supine to the HDT-15⁰ position. A significant decrease was recorded from HDT-15⁰ to HDT-30⁰. Heart rate was also significant decreased from the supine to the HDT-30⁰ position. No significant changes in the QRS axis were found among the positions studied. Systolic blood pressure significantly increased from the supine to the HDT-15⁰, from the HDT-15⁰ to the HDT-30⁰ position and from the supine to the HDT-30⁰ position. Diastolic blood pressure also significantly increased from the supine to the HDT-15⁰ position from the supine to the HDT-30⁰ position and from HDT-15⁰ to HDT-30⁰ position. There were no significant changes in blood flow peak systolic velocity in either the left or the right carotid artery at any position, in left ventricular ejection fraction at any position and in either the end – systolic or the end – diastolic diameter of the left ventricle. There was a significant increase in the right ventricular diameter from the supine to the HDT-30⁰ position. There were no significant changes in the wave E of the triscupid valve at any position. There were significant changes in the wave A of the triscupid valve from the supine to HDT-15 position and from the supine to HDT-30 position. There were significant changes in the wave E of the mitroid valve from the supine to HDT-15 position and from the supine to HDT-30 position, but not in the wave A of the mitroid valve. There were no significant changes in blood flow velocity in either the pulmonary or the aortic valve.

Respiratory function parameters

There was a significant decrease in FVC between sitting and supine, sitting and HDT-15⁰, sitting and HDT-30⁰, supine and HDT-15⁰ and supine and HDT-30⁰ position. The same pattern of adaptations was observed in FEV₁, PFR and FEV%. MVV was significantly decreased from the sitting to supine, HDT-15 and HDT-30 position.

Hormones

There were no significant alterations in the comparison of TSH, FT₃, cortisol and aldosterone blood values between the two blood samples, before and after the HDT provoked stress.

Discussion

Significant increase in systolic, diastolic and mean blood pressure (BP) was observed in all HD positions. This finding is in contrast with previous reports in which only a slight increase in diastolic BP at -60° HD position was demonstrated ⁶², while other studies have previously reported a decrease in diastolic BP at the same HD positions as those studied currently ¹⁶. Nevertheless, experimental studies in rats demonstrated a significant increase in BP and heart rate (HR) ⁵⁹. HR decreased significantly at HD positions, mainly at HD-30°, without a remarkable change in ejection fraction (and therefore stroke volume), in our study. However, an increase in stroke volume has been reported; after 10 min at -90° ^{62,64} and after 30 min at -6° HD position ⁶³ suggesting that stroke volume may increase either at extreme (-

90°) or after prolonged (30 min) though mild HD position. The decrease in HR, increase in BP and unchanged ejection fraction demonstrated in our study, suggest that total peripheral vascular resistance may increase at -15° and -30° HD positions. In our study the wave A of the triscupid valve is increased in HDT positions. The wave A of the triscupid valve represents the contracture of the right sinus of the heart. This finding is in agreement with increased preloading of the heart, that was demonstrated by other studies by increased central venus pressure in the first minutes of the HDT position ⁶⁵. This is also in agreement with increased right ventricular diameter demonstrated in our study. However, there is a significant increase in the wave E of the mitroid valve, which represents the blood flow in the left ventricle despite the insignificant alterations in the wave A of the mitroid valve. The preloading of the left heart is not increased in contrast to that of the right heart. Considering all the heart alterations in HDT position we see that the final goal is the achievement of an unchanged left ventricular ejection fraction, demonstrated in our study.

According to our findings it appears that the blood flow velocity in the pulmonary valve is insignificantly increased from the supine to the HDT-15 position and finally stabilized in HDT-30 position at a higher value level than supine position. On the other hand, blood flow velocity of the aortic valve is insignificantly decreased in HDT-15 position and then increased in HDT-30 position and finally stabilized at the value level of the supine position. These different alterations between pulmonary and aortic valve may be caused by

the increased vascular pulmonary bed ⁷⁷ and increased pulmonary arterial pressure ⁷⁸ in HDT positions.

Spirometric evaluation revealed that FVC significantly decreased from the sitting to the supine position and from the supine to the -15° HD position, while no differences in FVC were recorded between the -15° and -30° HD positions, in agreement with previous results ⁷⁷. Similar changes were also recorded for FEV₁ and PFR; there was an initial decrease from the sitting to the supine position and a further decrease from the supine to the -15 HDT position, while no change was observed between the -15° and -30° HD positions. Previous clinical studies have shown a slight, non-significant increase in PFR, but during prolonged HD position for 120 days ⁷⁹. These changes in pulmonary function could be attributed to a decrease in lung compliance and an increase in pulmonary resistance taking place during transition from the sitting to the supine position ⁸⁴. MVV significantly decreased from the sitting to the supine position but remained unchanged between the supine and the HD positions (-15° and -30°). There is data indicating that in the sitting position resting tidal volume is accomplished mainly by rib cage motion, whereas in the supine position tidal volume is predominantly generated by diaphragm – abdominal displacement ^{80,81,82,83}. This breathing pattern that is also maintained at HD positions may explain the changes in MVV recorded in the present study.

All these alterations appear to be independent of the TSH, FT₃, cortisol and aldosterone blood values. They seem to be autonomic nervous system function results. Further research in this area would be important to determine

the autonomic nervous system and the hormones role in the cardiopulmonary adaptations at position changes.

In conclusion, healthy males appear to adapt acutely to head down positions by haemodynamic and functional pulmonary alterations, such as changes in blood pressure, heart rate, FVC, FEV1, PFR and MVV. Further research is needed to investigate whether the acute cardiovascular and pulmonary adaptations to HDT may vary with age or disease.

Βιβλιογραφία

1. Benditt DG, Ferguson DW, Grubb BP et al. Tilt table test for assessing syncope. *JACC* 1996, 28:263 – 275
2. Ber – Ren F, Li – Tang K. Usefulness of head – up tilt test in the evaluation and management of unexplained syncope or pre – syncope. *Jpn Heart J* 2000, 41:623 - 631
3. Hilz MJ, Marthol H, Neundorfer B. Syncope – a systematic overview of classification , pathogenesis , diagnosis and management. *Fortschr Neurol Psychiatr* 2002, 70:95 - 107
4. Rea RF, Thames MD. Neural control mechanisms and vasovagal syncope. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1993, 4:587 - 595
5. Abe H, Kohshi K, Nakashima Y. Effects of orthostatic self training on head up tilt testing and autonomic balance in patients with neurocardiogenic syncope. *J Cardiovasc Pharmacol* 2003, 41(Suppl 1):73 - 76
6. Ambrosi P, Djiane P, Durand JM et al. Value and limits of the tilt – test in the etiological diagnosis of transient malaise. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1992, 85:345 - 350
7. Benditt DG, Asso A, Remole S et al. Tilt – table testing and syncope. *Curr Opin Cardiol* 1992, 7:37 - 45
8. Fang BR, Kuo LT. Usefulness of head – up tilt test in evaluation and management of unexplained syncope or presyncope. *Jpn Heart J* 2000, 41:623 - 631
9. Grubb BP, Kosinski D, Temesy – Armos P et al. Responses of normal subjects during 80 degrees head upright tilt table testing with and without low dose isoproterenol infusion. *Pacing Clin Electrophysiol* 1997, 20:2019 - 2023
10. Hoch DH, Rosenfeld LE. Advances in syncope : a combined approach utilizing head – up tilt testing and electrophysiologic evaluation. *Conn Med* 1992, 56:515 - 523
11. Manolis AS. The clinical spectrum and diagnosis of syncope. *Herz* 1993, 18:143 - 154
12. Pitzalis M, Iacoviello M, Rizzon P. Diagnosis of neurocardiogenic syncope – current views . *Recenti Prog Med* 2003, 94:271 - 277

13. Sra JS, Jazayeri MR, Dhala A et al. Neurocardiogenic syncope. Diagnosis, mechanisms and treatment. *Cardiol Clin* 1993, 11:183 - 191
14. Freed MD. Advances in the diagnosis and therapy of syncope and palpitations in children. *Curr Opin Pediatr* 1994, 6:368 - 372
15. Lewis DA, Zlotocha J, Henke L et al. Specificity of head – up tilt testing in adolescents: effect of various degrees of tilt challenge in normal control subjects . *J Am Coll Cardiol* 1997, 30:1057 - 1060
16. Chae EU, Suh YS. Haemodynamic responses to passive body tilts. *Physiologist* 1993, 36(Suppl 1):20 - 21
17. Lathers CM, Riddle JM, Mulvagh SL et al. Echocardiograms during six hours of bedrest at head – down and head – up tilt and during space flight. *J Clin Pharmacol* 1993, 33:535 - 543
18. Miyamoto Y, Tamura T, Hiura T et al. The dynamic response of the cardiopulmonary parameters to passive head – up tilt. *Jpn J Physiol* 1982, 32:245 - 258
19. Bjurstendt H, Rosenhamer G, Tyden G. Coronary circulation in healthy men during postural changes and decompression of the lower half of cardiovascular responses to changes in carotid sinus transmural pressure in man. *Acta Physiol Scand* 1975, 94:497 - 505
20. Lazslo Z, Rossler A, Hinghofer – Szalkay HG. Cardiovascular and hormonal changes with different angles of head – up tilt in men. *Physiol Res* 2001, 50:71 - 82
21. Stefadouros MA, El Shahawy M, Stefadouros F et al. The effect of upright tilt on the volume of the failing human left ventricle. *Am Heart J* 1995, 90:735 - 743
22. Yamanouchi Y, Jaalouk S, Shehadeh AA et al. Changes in left ventricular volume during head-up tilt in patients with vasovagal syncope : an echocardiographic study. *Am Heart J* 1996, 131:73 - 80
23. Katkov VE, Chestukhin VV, Rumiantsev VV et al. Coronary circulation in healthy men during postural changes and decompression of the lower half of the body. *Kosm Biol Aviakosm Med* 1983, 17:30 - 36
24. Katkov VE, Bonde – Petersen F, Henriksen O. Coronary circulation on the healthy man exposed to tilt tests, LBNP , and head – down tilt. *Aviat Space Environ Med* 1985, 56:741 - 747

25. Nakagawa M, Takahashi N, Iwao T et al. Evaluation of autonomic influences on QT dispersion using the head – up tilt test in healthy subjects. *Pacing Clin Electrophysiol* 1999, 22:999 - 1003
26. Wu XH, Chen SL, Wang XD et al. Assessment of the changes in autonomic nervous function during head up tilt test in syncopal patients using spectral analysis of heart rate variability. *Zhonghua Nei Ke Za Zhi* 2003, 42:833 - 836
27. Yokoi Y, Aokoi K. Relationship between blood pressure and heart rate variability during graded head-up tilt. *Acta Physiol Scand* 1999, 165:155 - 161
28. Galatius S, Wroblewski H, Sorensen VB et al. Effects of passive tilting on capillary filtration in the lower leg in idiopathic dilated cardiomyopathy and after heart transplantation for the same condition. *Am J Cardiol* 1999, 84:1328 - 1334
29. Radaelli A, Perlangeli S, Cerutti MC et al. Altered blood pressure variability in patients with congestive heart failure. *J Hypertens* 1999, 17:1905 - 1910
30. Radaelli A, Bernardi L, Valle F et al. Cardiovascular autonomic modulation in essential hypertension. Effect of tilting. *Hypertension* 1994, 24:556 - 563
31. Konrady AO, Rudomanov OG, Yacovleva OI et al. Power spectral components of heart rate variability in different types of cardiac remodeling in hypertensive patients. *Med Sci Monit* 2001, 7:58 - 63
32. Sra JS, Murthy V, Natale A et al. Circulatory and catecholamine changes during head – up tilt testing in neurocardiogenic (vasovagal) syncope. *Am J Cardiol* 1994, 73:33 - 37
33. Ingemansson MP, Holm M, Olsson SB. Autonomic modulation of the atrial cycle length by the head up tilt test : non – invasive evaluation in patients with chronic atrial fibrillation. *Heart* 1998, 80:71 - 76
34. Fontana ME, Wooley CF, Leighton RF et al. Postural changes in left ventricular and mitral valvular dynamics in the systolic click – late systolic murmur syndrome . *Circulation* 1975, 51:165 - 173
35. Pepi M, Guazzi M, Maltagliati A et al. Diastolic ventricular interaction in normal and dilated heart during head – up tilting. *Clin Cardiol* 2000, 23:665 - 672

36. Elstad M, Toska K, Chon KH et al. Respiratory sinus arrhythmia: opposite effects on systolic and mean arterial pressure in supine humans. *J Physiol* 2001, 563:251 - 259
37. Ruiz GA, Madoery C, Arnaldo F et al. Frequency – domain analysis of heart rate variability during positive and negative head – up tilt test : importance of age. *Pacing Clin Electrophysiol* 2000, 23:325 - 332
38. Laitinen T, Niskanen L, Geelen G et al. Age – dependency of cardiovascular autonomic responses to head – up tilt in healthy subjects. *J Appl Physiol* 2004, 96:2333 - 2340
39. Patel A, Maloney A, Damato AN. On the frequency and reproducibility of orthostatic blood pressure changes in healthy community – dwelling elderly during 60 – degree head – up tilt. *Am Heart J* 1993, 126:184 - 188
40. Dambrink JH, Wieling W. Circulatory response to postural change in healthy male subjects in relation to age. *Clin Sci (Lond)* 1987, 72:335 - 341
41. Voutilainen S. Effects of head – up and head – down tilt on the transmitral flow velocities in relation to age: a Doppler echocardiographic study in healthy persons. *Clin Physiol* 1994, 24:561 - 567
42. Williamson JW, Crandall CG, Shi X et al. Hormonal responses during orthostasis following 4 hours of head – down tilt. *Aviat Space Environ Med* 1993, 64:606 - 611
43. Galland BC, Hayman RM, Taylor BJ et al. Factors affecting heart rate variability and heart rate responses to tilting in infants aged 1 and 3. *Pediatr Res* 2000, 48:360 - 368
44. Henriksen O, Rowell LB. Lack of effect of moderate hypoxaemia on human postural reflexes to skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 1986, 127:171 - 175
45. Skagen K, Bonde – Petersen F, Henriksen O. Evidence that the arterial baroreceptors influence muscle blood flow and not subcutaneous flow in man. *Acta Physiol Scand* 1985, 123:405 - 409
46. Kamiya A, Iwase S, Kitazawa H et al. Baroreflex control of muscle sympathetic nerve activity after 120 days of 6 degrees head-down bed rest. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2000, 278:445 - 452
47. Hofer CK, Zalunardo MP, Klaghofer R et al. Changes in intrathoracic blood volume associated with pneumoperitoneum and positioning. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002, 46:303 - 308

48. Tanaka H, Sjoberg BJ, Thulesius O. Cardiac output and blood pressure during active and passive standing. *Clin Physiol* 1996, 16:157 - 170
49. van Lieshout JJ, ten Harkel AD, Wieling W. Fludrocortisone and sleeping in the head – up position limit the postural decrease in cardiac output in autonomic failure. *Clin Auton Res* 2000, 10:35 - 42
50. Yoshizaki H, Yoshida A, Hayashi F et al. Effect of posture change on control of ventilation. *Jpn J Physiol* 1998, 48:267 - 273
51. Guazzi M, Tamborini G, Maltagliati A. Changes in pulmonary venous return during head-up tilting in man. *Clin Sci (Lond)* 1997, 93:13 - 20
52. Lewis ML, Christianson LC. Behavior of the human pulmonary circulation during head – up tilt. *J Appl Physiol* 1978, 45:249 - 254
53. Hildebrandt W, Ottenbacher A, Schuster M et al. Increased hypoxic ventilatory response during hypovolemic stress imposed through head – up – tilt and lower – body negative pressure. *Eur J Appl Physiol* 2000, 81:470 - 478
54. Richardson L, Topor Z, Bhakta D et al. Assessment of ventilatory sensitivity to carbon dioxide changes during orthostasis. *Biomed Sci Instrum* 2002, 38:301 - 305
55. Eckberg DL, Neurolab Autonomic Nervous System Team. Bursting into space : alterations of sympathetic control by space travel. *Acta Physiol Scand* 2003, 177:299 - 311
56. Butler GC, Yamamoto Y, Hughson RL. Heart rate variability to monitor autonomic nervous system activity during orthostatic stress. *J Clin Pharmacol* 1994, 34:558 - 562
57. Convertino V, Hoffer GW. Cardiovascular physiology . Effects of microgravity . *J Fla Med Assoc* 1992, 79:517 - 524
58. Millet C, Custaud MA, Allevard AM et al. Effects of 17 days of head – down bed rest on hydro – electrolytic regulation in men. *J Gravit Physiol* 2001, 8:121 - 122
59. Musacchia XJ, Fagette S. Weightlessness simulations for cardiovascular and muscle systems : validity of rat models. *J Gravit Physiol* 1997, 4:49 - 59
60. Arbeille P, Fomina G, Roumy J et al. Adaptation of the left heart , cerebral and femoral arteries , and jugular and femoral veins during short and long – term head – down tilt and spaceflights. *Eur J Appl Physiol* 2001, 86:157 - 168

61. Lathers CM, Charles JB. Comparison of cardiovascular function during the early hours of bed rest and space flight . *J Clin Pharmacol* 1994, 34:489 - 499
62. Jennings T, Seaworth J, Howell L et al. Effect of body inversion on hemodynamics determined by two-dimensional echocardiography. *Crit Care Med* 1985, 13:760 - 762
63. Butler GC, Xing HC, Hughson RL. Cardiovascular response to 4 hours of 6 degrees head – down tilt or of 30 degrees head – up tilt bed rest. *Aviat Space Environ Med* 1990, 61:240 - 246
64. Haennel R G, Teo K K, Snyder Miller G D et al. Short-term cardiovascular adaptations to vertical head-down suspension. *Arch Phys Med Rehabil* 1988, 69:352 - 357
65. Reuter D.A, Felbinger TW, Schmidt C et al. Trendelenburg positioning after cardiac surgery : effects on intrathoracic blood volume index and cardiac performance. *Eur J Anaesthesiol* 2003, 20:17 - 20
66. Foldager N, Andersen TA, Jessen FB et al. Central venous pressure in humans during microgravity. *J Appl Physiol* 1996, 81:408 - 412
67. Koenig SC, Convertino VA, Fanton JW et al. Evidence for increased cardiac compliance during exposure to simulated microgravity. *Am J Physiol* 1998, 275:1343 - 1352
68. Eckberg D L, Fritsch J M. Influence of ten – day head – down bed rest on human carotid baroreceptor – cardiac reflex function. *Acta Physiol Scand Suppl* 1992, 604:69 – 76
69. Sundblad P, Spaak J, Linnarsson D. Haemodynamic and baroreflex responses to whole – body tilting in exercising men before and after 6 weeks of bedrest. *Eur J Appl Physiol* 2000, 82:397 - 406
70. Panferova N E, Kabesheva T A. Dynamics of changes in the fluids of the extremities in man in different body positions. *Kosm Biol Aviakosm Med* 1987, 21:40 - 45
71. Convertino VA, Elliott JJ, Ludwig DA et al. Renal responsiveness to aldosterone during exposure to head – down tilt bedrest. *J Gravit Physiol* 2000, 7:179 - 180

72. Mauran P, Sediame S, Pavy-Le Traon A et al. Renal and hormonal responses to isotonic saline infusion after 3 days' head down tilt vs. supine and seated positions. *Acta Physiol Scand* 2003, 177:167 - 176
73. Plakhuta - Plakhutina GI, Savina EA, Belkaniia GS et al. Morphological characteristics of the thyroid glands of Macaca rhesus monkeys normally and in different types of hypokinesia. *Kosm Biol Aviakosm* 1982, 16:52 - 58
74. Dean E. Effect of body position on pulmonary function. *Phys Ther* 1985, 65:613 - 618
75. Badr C, Elkins MR, Ellis ER. The effect of body position on maximal expiratory pressure and flow. *Aust J Physiother* 2002, 48:95 - 102
76. Jawan B, Chong ZK, Cheung HK et al. Aspiration in chest compression alone without mechanical ventilation in the head-down position in dogs. *Resuscitation* 2000, 45:133 - 138
77. Lu LL, Zhong CF, Yang JS et al. Effects of –30 degrees head down tilt on lung function. *Space Med Med Eng* 2000, 13:187 - 190
78. Zhong CE, Lu LL, Yang JS et al. Haemodynamic changes of pulmonary circulation during head down tilt –30 degrees . *Space Med Med Eng (Beijing)* 2000, 13:38 - 41
79. Montmerle S, Spaak J, Linnarsson D. Lung function during and after prolonged head – down bed rest. *J Appl Physiol* 2002, 92:75 – 83
80. Agostoni E, Kinematics. In: Campbell EJM, Agostoni E, Davis JM (eds) *The respiratory muscles: mechanics and neural control*. WB Saunders, Philadelphia 1970, pp 23 – 47
81. Behrakis PK, Baydur A, Jaeger MJ, Milic – Emili J. Lung mechanics in sitting and horizontal body positions. *Chest* 1983, 83: 643 – 649
82. Koepke GH, Smith EM, Murphy AJ, Dickinson DG. Sequence of action of the diaphragm and intercostal muscles during respiration: I. Inspiration. *Arch Phys Med Rehab* 1958, 39: 426 – 430
83. Sharp JT, Goldberg NB, Druz WS, Danon J. Relative contributions of rib cage and abdomen to breathing in normal subjects. *J Appl Physiol* 1975, 39: 608 – 618
84. Baydur A, Behrakis P, Zin W, Jaegger M, Weiner J, Milic – Emili J. Effect of posture on ventilation and breathing pattern during room air breathing at rest. *Lung* 1987, 165:341 – 351

- 85.Savin E, Balliart O, Checoury A, Bonnin P, Grossin C, Martineaud J-P. Influence of posture on middle cerebral artery mean flow velocity in humans. *Eur J Appl Physiol* 1995, 71: 161 – 165
- 86.Bettinelli D, Kays C, Balliart O, Capderou A, Techoueyres P, Lachaud JL, Vaida P, Miserocchi G. Effect of gravity and posture on lung mechanics. *J Appl Physiol* 2002, 93: 2044 – 2052
- 87.Nicogossian AE, Huntoon CL, Poole SL. Space Physiology and Medicine. *Lea & Febiger, Philadelphia* 1994, pp.468.
88. Vernikos J. Human Physiology in Space. *BioEssays* 1996, 18: 1029 – 1037
- 89.Wahr Dw, Wang YS, Schiller NB. Left ventricular volumes determined by two dimensional echocardiography in a normal adult population. *J Am Col Cardiol* 1983, 1: 863 – 868
- 90.Schiller NB, Shah PM, Crawford M, De Maria A, Devereux R, Feigenbaum H, Reichek N, Sahn D, Schnitter I. Recommendations for quantitations of the left ventricle by two dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography Committee of Standards, Subcommittee on Quantitation of Two Dimensional Echocardiograms. *J Am Soc Echocardiography* 1989, 2(5): 358 – 367