



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΥΨΟΥΣ ΤΑΚΟΥΝΙΟΥ ΣΤΗΝ ΟΡΘΟΣΤΑΤΙΚΗ  
ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΔΙΤΤΗ ΣΥΝΘΗΚΗ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ-  
ΟΡΘΟΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΚΟΠΟΥ ΝΕΑΡΩΝ ΓΥΝΑΙΚΩΝ»**

**Αικατερίνη Δερβενιώτη**

**Επιβλέπουσα: Νικολαΐδου Μαρία-Ελισσάβετ, ΕΕΠ**

**ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2024**

© Copyright

Αικατερίνη Δερβενιώτη

Σημείωμα Συγγραφέα

Το δοκίμιο αυτό αποτελεί πτυχιακή εργασία που συντάχθηκε για το Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του ΤΕΦΑΑ στη Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του ΕΚΠΑ και υποβλήθηκε τον Φεβρουάριο του 2024.

Η συγγραφέας βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στην εργασία τρίτων -όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο-, σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

## ***Ευχαριστίες***

*Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας , θέλω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς όλους όσους συνέβαλλαν στην επιτυχή εκπόνησή της.*

*Πρωτίστως, θέλω να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, Δρ. Μαρία-Ελισάβετ Νικολαΐδου, μέλος ΕΕΠ του ΕΚΠΑ για την αμέριστη καθοδήγησή της, την τεχνογνωσία που προσέφερε, τη συνεχή υποστήριξή της, καθώς και το αμείωτο ενδιαφέρον της κατά τη διάρκεια ολόκληρης της διαδικασίας.*

*Επιπλέον, θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους συμμετέχοντες στην πειραματική έρευνά μου για την άψογη συνεργασία και τη συνεισφορά τους.*

*Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου και ιδιαίτερα στα παιδιά μου για τη συνεχή συμπαράστασή τους στην εκπαιδευτική μου πορεία.*

## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΎΨΟΥΣ ΤΑΚΟΥΝΙΟΥ ΣΤΗΝ ΟΡΘΟΣΤΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΔΙΤΤΗ ΣΥΝΘΗΚΗ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ-ΟΡΘΟΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΚΟΠΟΥ ΝΕΑΡΩΝ ΓΥΝΑΙΚΩΝ

### Περίληψη

Η διττή συνθήκη καθορίζεται από τη σύγχρονη εκτέλεση μιας γνωστικής διεργασίας και ενός κινητικού σκοπού. Σκοπός της μελέτης ήταν η εξέταση της επίδρασης του ύψους τακουνιού στην ορθοστατική απόδοση σε διττή συνθήκη γνωστικού-ορθοστατικού σκοπού σε νεαρές ενήλικες γυναίκες. Δευτερεύων σκοπός υπήρξε η εξέταση της διαμεσολάβησης του γνωστικού φορτίου στην ορθοστατική απόδοση με στήριξη σε διαφορετικά ύψη τακουνιού. Δείγμα 21 φυσικά δραστήριων γυναικών χωρίς εμπειρία υπόδησης με ψηλά τακούνια (ηλικία:  $37.9 \pm 10.6$  έτη, μάζα:  $66.5 \pm 10.2$  κιλά, ανάστημα:  $169.0 \pm 6.3$  εκ) συμμετείχε σε πειραματικό πρωτόκολλο μετρήσεων αναφοράς και πειραματικών μετρήσεων προκειμένου να αξιολογηθεί: α) η ορθοστατική απόδοση (ΟΑ), και β.1) η γνωστική απόδοση της βραχυπρόθεσμης μνήμης μέσω ανάκλησης της ακριβής σειράς εμφάνισης 10 μονοψήφιων, τυχαία προβαλλόμενων σε οθόνη Η/Υ, ψηφίων (γνωστική εργασία-Α), β.2) η γνωστική απόδοση της προσοχής/συγκέντρωσης μέσω οπτικής αναζήτησης και διαμόρφωσης φράσης με 4 λέξεις (γνωστική εργασία-Β) κατά τις μετρήσεις αναφοράς. Κατά τις πειραματικές μετρήσεις αξιολογήθηκε η ΟΑ στη διττή συνθήκη-Α και -Β (στατική διποδική ήρεμη στήριξη ταυτόχρονα με την γνωστική εργασία-Α και -Β αντίστοιχα) με μεσαίο τακούνι (ΜΤ: 7εκ) και υψηλό τακούνι (ΥΤ: 10.1εκ). Η ΟΑ προσδιορίστηκε από παραμέτρους του ΚΠ (μήκος μετατόπισης, εύρος ταλάντευσης σε πρόσθιο-οπίσθια και έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση) μετά την καταγραφή της κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης μέσω δυναμοπλατφόρμας (Wii, Biovision, Fs=1000Hz). Η κύρια στατιστική επεξεργασία αφορούσε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (ύψος τακουνιού εν. συνθήκης) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις για τον έλεγχο των κύριων επιδράσεων του ύψους τακουνιού και της συνθήκης της ΟΑ και της πιθανής αλληλεπίδρασης ύψους τακουνιού και διττής συνθήκης -Α και -Β στις παραμέτρους της ΟΑ ( $\alpha = 0.05$ ). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ύψος τακουνιού είχε σημαντική ( $p=0.001$ ) μείωση της ΟΑ μόνο στο μήκος μετατόπισης του ΚΠ κατά την διττή συνθήκη-Α και -Β. Η ΟΑ δεν διέφερε σημαντικά ( $p>0.05$ ) λόγω ύψους τακουνιού στο εύρος της προσθιοπίσθιας και έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης ΚΠ σε καμία διττή συνθήκη. Η ΟΑ μειώθηκε σημαντικά τόσο κατά τη διττή συνθήκη-Α ( $p<0.05$ ) όσο και κατά τη διττή συνθήκη-Β ( $p<0.01$ ) συγκριτικά με τις μετρήσεις αναφοράς μόνο για την έσω-έξω πλάγια ταλάντευση ΚΠ. Δεν βρέθηκε σημαντική ( $p>0.05$ ) αλληλεπίδραση

ύψους τακουνιού και διττής συνθήκης για καμία παράμετρο της ΟΑ. Η απόδοση της γνωστικής εργασίας A και B δεν παρουσίασε σημαντικές ( $p>0.05$ ) διαφορές μεταξύ μετρήσεων αναφοράς και διττής συνθήκης-A και -B αντίστοιχα σε κανένα από τα δύο ύψη τακουνιού. Η επιδείνωση της ΟΑ λόγω του υψηλού τακουνιού επιβεβαιώνει προηγούμενες μελέτες. Η μη ύπαρξη κόστους στην ΟΑ κατά τη διττή συνθήκη γνωστικού-ορθοστατικού ελέγχου παρά την αυξημένη απαίτηση για σταθερότητα λόγω του ύψους τακουνιού έρχεται σε αντίθεση με προηγούμενα ευρήματα. Η αυξημένη πλάγια ταλάντευση του ΚΠ κατά τη διττή συνθήκη A και B, που βρέθηκε ανεξαρτήτως ύψους τακουνιού και σε συνδυασμό με απουσία διαφορών στην γνωστική απόδοση μεταξύ μετρήσεων αναφοράς και διττής συνθήκης, πιθανόν να υποδηλώνει ως εκλαμβανόμενη απειλή την στήριξη με τακούνι ύψους  $\geq 7$  εκατοστών που ρυθμίστηκε μέσω προσαρμογών στην ευθυγράμμιση του σώματος σε σχέση με τον πλάγιο άξονά του. Περαιτέρω μελέτη που να εστιάζει στην εξέταση της διττής συνθήκης σε φυσικά δραστήριες γυναίκες με και χωρίς εμπειρία χρήσης ψηλοτάκουνων υποδημάτων και σε συνδυασμό με μυϊκή δραστηριοποίηση κρίνεται απαραίτητη.

**Λέξεις-κλειδιά:** διττή συνθήκη, γνωστική εργασία, ορθοστατική απόδοση, κέντρο πίεσης, βραχυπρόθεσμη μνήμη, εργασία συμπλήρωσης φράσης, στατική στήριξη

## **THE EFFECT OF HEEL HEIGHT ON POSTURAL PERFORMANCE IN A DUAL COGNITIVE-POSTURAL TASK IN ADULT WOMEN**

### **Abstract**

Dual tasking is determined by the concurrent execution of a cognitive and a postural task. The present study examined the effect of heel height on postural performance in a dual cognitive-postural task in young adult women. A secondary purpose was to investigate the interference of cognitive load on postural performance while standing on shoes with different heel height. Twenty one physically active women with no prior experience of wearing high-heeled shoes (aged:  $37.9 \pm 10.6$  years, mass:  $66.5 \pm 10.2$  kg, height:  $169.0 \pm 6.3$  cm) participated in an experimental protocol of baseline and experimental conditions in order to evaluate: a) postural performance (PP), and b.1) cognitive performance of short-term memory via recollection of the precise order of appearance of a series of 10 single-digit numbers being randomly shown in a computer screen (COGN-task A), b.2) cognitive performance of attention/concentration via a visual search and oral formation of a 4 word sentence (COGN-task B) during baseline conditions. During the experimental conditions, the PP was assessed in dual task-A and -B (quiet two-legged static stance concurrently with the execution of COGN-task A and B) while standing on a medium heel (MH: 7 cm) and a high heel (HH: 10.1cm). PP was determined by CoP parameters (path length, range of anteroposterior and mediolateral CoP sway) after recording the vertical ground reaction force by means of a customized F/P (Biovision,  $F_s=1000$  Hz). Main statistical analyses involved 2-factor (heel height and condition) repeated-measures ANOVA to check for the main effect of heel height and condition and interaction effect of heel height and condition in the parameters of PP ( $\alpha=0.05$ ). Results showed that heel height significantly ( $p=0.001$ ) reduced PP only in CoP path length during both experimental dual task-A and -B conditions. PP did not significantly ( $p>0.05$ ) differ due to heel height for the CoP anteroposterior and mediolateral sway range in any dual task condition. PP was significantly reduced in dual task-A ( $p<0.05$ ) and in dual task-B ( $p<0.01$ ) condition compared with baseline condition only for the mediolateral CoP sway range. There was no significant ( $p>0.05$ ) heel height by condition interaction in any examined parameter either in dual task-A or dual task-B condition. Cognitive

performance in COGN task-A and -B did not significantly ( $p>0.05$ ) differ between baseline and experimental conditions in any heel height. The impairment in PP due to heel height confirms previous studies. The absence of dual task cost in PP during the dual cognitive-postural task despite the increased demands for postural stability due to heel height contradicts previous findings. The increased CoP mediolateral sway during dual task-A and -B that was observed regardless of heel height, and combined with the absence of differences in cognitive performance between baseline and experimental conditions, probably suggests that standing on heels  $\geq 7$  cm of height posed a threat to the system, which was dealt with CoP lateral adaptations with regards to the body's vertical orientation. Further research focusing on the investigation of dual task condition in physically active women with and without prior experience with high-heeled shoes combined with muscle activation is warranted.

**Key words:** dual-tasking, cognitive task, postural performance, center of pressure, short-term memory, sentence completion task, static stance

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη Ελληνική.....	i
Περίληψη Αγγλική .....	iii
Πίνακας Περιεχομένων .....	v
Κατάλογος Εικόνων .....	vii
Κατάλογος Πινάκων .....	vii
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών .....	vii
<b>I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>σελ. 1</b>
1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....	σελ. 1
1.2. Σημασία της μελέτης .....	σελ. 5
1.3. Ερευνητικές υποθέσεις και ερωτήματα.....	σελ. 6
1.4. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της μελέτης.....	σελ. 8
1.5. Διευκρίνιση όρων .....	σελ. 8
<b>II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....</b>	<b>σελ. 10</b>
2.1. Ορθοστατικός Έλεγχος και ισορροπία .....	σελ. 10
2.1.1. Ορθοστατικός έλεγχος κατά την χρήση υποδημάτων με τακούνι.....	σελ.12
2.2. Ορθοστατική απόδοση και γνωστική διεργασία: κατάσταση διττής εργασίας.....	σελ. 17
2.3. Διττή γνωστική-ορθοστατική εργασία με διαφορετικό ύψος τακουνιού.....	σελ. 27
<b>III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....</b>	<b>σελ. 30</b>
3.1 Δοκιμαζόμενοι.....	σελ. 30
3.2. Διαδικασία συλλογής των δεδομένων.....	σελ. 31
3.2.1. Μετρήσεις αναφοράς .....	σελ. 31
3.2.1.1. Ορθοστατική απόδοση.....	σελ. 31
3.2.1.2. Γνωστική εργασία-A.....	σελ. 32
3.2.1.3. Γνωστική εργασία-B.....	σελ.33



3.2.2. Πειραματικές μετρήσεις διττής συνθήκης γνωστικής-κινητικής εργασίας .....σελ. 34	σελ. 34
3.3. Μέσα συλλογής και επεξεργασία δεδομένων.....σελ.35	σελ.35
3.3.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.....σελ. 35	σελ. 35
3.3.2. Αξιολόγηση της ορθοστατικής απόδοσης.....σελ. 36	σελ. 36
3.4. Στατιστική επεξεργασία.....σελ. 36	σελ. 36
<b>IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>σελ. 38</b>
4.1. Δοκιμαζόμενοι .....	σελ. 38
4.2. Ορθοστατική απόδοση.....σελ. 38	σελ. 38
4.2.1. Ορθοστατική απόδοση κατά τη διττή συνθήκη-A.....σελ. 38	σελ. 38
4.2.2. Ορθοστατική απόδοση κατά τη διττή συνθήκη-B.....σελ. 39	σελ. 39
4.3. Γνωστική απόδοση .....	σελ. 41
<b>V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>σελ. 42</b>
5.1. Κύρια ευρήματα της μελέτης .....	σελ. 42
5.2. Ορθοστατική απόδοση .....	σελ. 42
5.2.1. Ορθοστατική απόδοση και ύψος τακουνιού.....σελ. 42	σελ. 42
5.2.2. Ορθοστατική απόδοση κατά τη διττή γνωστική-κινητική κατάσταση.....σελ. 44	σελ. 44
5.3. Γνωστική απόδοση .....	σελ. 48
<b>VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....</b>	<b>σελ. 49</b>
6.1. Συμπεράσματα.....σελ. 49	σελ. 49
6.2. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....σελ. 49	σελ. 49
<b>VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>σελ. 51</b>
<b>VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>σελ.57</b>
A.1 Έγκριση μελέτης Επιτροπής Βιοηθικής ΣΕΦΑΑ_ΕΚΠΑ .....	σελ.57
A.2 Έντυπο συγκατάθεσης συμμετοχής στην μελέτη.....σελ.58	σελ.58
A.3 Σύντομο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης φυσικής δραστηριότητας ...σελ.59	σελ.59

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

**Εικόνα 3.1.** Απεικόνιση της αξιολόγησης της ορθοστατικής απόδοσης (ΟΑ) κατά τις μετρήσεις αναφοράς με υπόδημα με χαμηλό τακούνι (αριστερό σκίτσο), μεσαίο (μεσαίο σκίτσο) και υψηλό τακούνι αντίστοιχα (δεξί σκίτσο) .....σελ. 32

**Εικόνα 3.2. Α:** Απεικόνιση της διαδικασίας της γνωστικής εργασίας Α για την αξιολόγηση της βραχυπρόθεσμης μνήμης μέσω ανάκλησης της ακριβής σειράς εμφάνισης 10 μονοσήφιας τυχαία προβαλλόμενων σε οθόνη Η/Υ ψηφίων. **Β:** Απεικόνιση της διαδικασίας της γνωστικής εργασίας Β για την αξιολόγηση της γνωστικής απόδοσης μέσω οπτικής αναζήτησης και διαμόρφωσης φράσης 4 λέξεων .....σελ. 33

**Εικόνα 3.3.** Απεικόνιση της πειραματικής διττής συνθήκης Α για την αξιολόγηση της ορθοστατικής απόδοσης με 2 ύψη τακουνιού ταυτόχρονα με την γνωστική εργασία-Α (βλ. Εικόνα 3.2.Α) και της διττής συνθήκης Β για την αξιολόγηση της ορθοστατικής απόδοσης με 2 ύψη τακουνιού ταυτόχρονα με την γνωστική εργασία-Β .....σελ. 35

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

**Πίνακας 4.1.** Σωματομετρικά χαρακτηριστικά δοκιμαζόμενων.... .....σελ. 38

**Πίνακας 4.2.** Ορθοστατική απόδοση (μέση τιμή $\pm$ τ.α) κατά τη διττή συνθήκη-Α..σελ. 39

**Πίνακας 4.3.** Ορθοστατική απόδοση (μέση τιμή $\pm$ τ.α) κατά τη διττή συνθήκη Β..σελ.40

**Πίνακας 4.4.** Γνωστική απόδοση (μέση τιμή $\pm$ τ.α) κατά τις μετρήσεις αναφορές και κατά την πειραματική διττή συνθήκη -Α και -Β .....σελ. 41

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

**ΟΑ** Ορθοστατική Απόδοση.....σελ 25

**ΚΝΣ** Κεντρικό Νευρικό Σύστημα.....σελ 1

<b>KΠ</b>	Κέντρο Πίεσης.....σελ 1
<b>KΜΣ</b>	Κέντρο Μάζας Σώματος.....σελ 8
<b>MT</b>	Μεσαίο Τακούνι.....σελ 28
<b>ΥΤ</b>	Υψηλό Τακούνι.....σελ 28
<b>MHM</b>	Ενδιάμεση σόλα πολλαπλής σκληρότητας.....σελ 12
<b>AM</b>	Ανοικτά μάτια.....σελ 28
<b>IPAQ</b>	Αξιολόγηση Φυσικής Δραστηριότητας.....σελ 12
<b>fMRI</b>	Λειτουργική Μαγνητική Τομογραφία .....σελ 14
<b>FGP</b>	Πίεση ποδιού-εδάφους.....σελ 11

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Ο ορθοστατικός έλεγχος και η προκύπτουσα εξισορρόπηση του σώματος απαντάται σε όλες τις δραστηριότητες κίνησης του ατόμου, είτε καθημερινές (Winter, 1995) είτε εξειδικευμένες, όπως οι αθλητικές (Zemková, 2022). Πρωταρχικό στόχο του ορθοστατικού ελέγχου αποτελεί ο περιορισμός ή η ελαχιστοποίηση της ταλάντωσης του σώματος κατά την εκάστοτε όρθια στάση (Paillard & Noé, 2006), που θα προκύψει από την αποτελεσματική συνεργασία και αλληλεπίδραση των υπεύθυνων μηχανισμών ορθοστατικού ελέγχου, οι οποίοι αφορούν στη βέλτιστη ενσωμάτωση των σωματοαισθητηριακών εισερχόμενων σημάτων και στη κεντρική τους διαχείριση από το κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ) (Horak et al., 1989). Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Horak (2006), η δυναμική και πολύπλευρη φύση του ορθοστατικού ελέγχου εξαρτάται από περίπλοκες αισθητηριοκινητικές αλληλεπιδράσεις που σχετίζονται με παράγοντες, όπως η αισθητηριακή ενσωμάτωση, οι προληπτικές προσαρμογές στάσης, η γνωστική επεξεργασία και η εμπλοκή διαφορετικών φυσιολογικών συστημάτων στον περίπλοκο χορό της διατήρησης της όρθιας στάσης και εξισορρόπησης του σώματος. Η προσαρμοστικότητα του ΚΝΣ σε διαφορετικούς μηχανικούς περιορισμούς και εξωτερικές συνθήκες του περιβάλλοντα χώρου σχετίζεται από την μεταβλητότητα της μυϊκής δραστηριότητας που απαιτείται για την επίτευξη επιθυμητών κινηματικών μοτίβων σε καταστάσεις, όπως π.χ. μεταβολής του φορτίου ή κόπωσης (Sousa et al., 2012).

Είναι επαρκές αποδεδειγμένο ότι, βασική βιομηχανική παράμετρος του ορθοστατικού ελέγχου και της εξισορροπιστικής απόδοσης είναι η βάση στήριξης. Σχετικά πρόσφατη μελέτη αποκαλύπτει ότι, η αλλαγή της βάσης στήριξης οδηγεί σε αυξημένη ταλάντωση της στάσης, η στέρηση της όρασης επηρεάζει τη σταθερότητα ειδικά υπό δύσκολες συνθήκες και η ενασχόληση σε κατάσταση διττών εργασιών μεταβάλλει τις μετατοπίσεις του κέντρου πίεσης (ΚΠ) επηρεάζοντας την ταχύτητα βάρδισης σε νέους, υγιείς ενήλικες (Albertsen et al., 2017). Η υπόδηση με ψηλό τακούνι επηρεάζει τη βάση στήριξης του σώματος. Δεδομένης της ευρείας χρήσης των υποδημάτων με ψηλά τακούνια μεταξύ των γυναικών στην καθημερινή ζωή, η διερεύνηση των εμβιομηχανικών πτυχών που σχετίζονται με αυτά έχει γίνει όλο και πιο σημαντική. Πλείστες μελέτες έχουν αξιολογήσει ποσοτικά την επίδραση της υπόδησης με ψηλό τακούνι κατά τη βάρδιση, την ισορροπία και την εμπλεκόμενη μυϊκή δραστηριότητα σε σύγκριση με επίπεδα υποδήματα ή με γυμνό πόδι (Emmanouil & Rousanoglou, 2018; Shang et al., 2020; Yamada-Yanagawa et al., 2022; Yick et al., 2018; Zeng et al., 2020; 2023; Wardah et al., 2020). Από τις αλλαγές στα μοτίβα και τις δυνάμεις κατά τη διάρκεια της βάρδισης έως τις αλλαγές στη μυϊκή εμπλοκή και τον έλεγχο της ισορροπίας, σημαντικό πλήθος μελετών παρέχει πολύτιμες γνώσεις για την περίπλοκη σχέση μεταξύ των επιλογών υπόδησης και της ανθρώπινης εμβιομηχανικής και μυοσκελετικής υγείας, ρίχνοντας φως στον αντίκτυπο των υποδημάτων στην ανθρώπινη κίνηση και ευεξία. Συγκεκριμένα, η έρευνα των Silva και συν. (2013) δίνει έμφαση στην ανάπτυξη διαταραχών της στάσης, συμπεριλαμβανομένης της στάσης του κεφαλιού προς τα εμπρός, της οσφυϊκής λόρδωσης, της περιστροφής

της πυέλου και της κακής ευθυγράμμισης του γόνατος, σε συνδυασμό με μειωμένη ευλυγισία, λόγω υποδημάτων με ψηλά τακούνια. Οι Weitkynat και συν. (2016) συνεισφέρουν γνώσεις σχετικά με την αυξημένη αυχενική λόρδωση και κάμψη του γόνατος, καθώς και τη μεγαλύτερη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής. Οι Hong και συν. (2005) επικεντρώνονται στην ενόχληση που σχετίζεται με το αυξημένο ύψος της πτέρνας, την αυξημένη πελματιαία πίεση και την υψηλότερη δυναμική πελματιαία πίεση με έμφαση στην επίδραση των ορθοπεδικών πάτων. Η μελέτη των Sun και συν. (2016) εμβαθύνει στις έσω-έξω πλευρικές μετατοπίσεις του ΚΠ κατά τη διάρκεια διαταραχών ισορροπίας, λόγω της χρήσης υποδημάτων με ψηλά τακούνια που οδηγούν σε προκλήσεις στον έλεγχο της ορθοστατικής ταλάντευσης του σώματος. Επιπλέον, οι Gefen και συν. (2001) συζητούν την έλλειψη ισορροπίας του σώματος κατά τη βάδιση με παρατεταμένη χρήση υποδημάτων με ψηλά τακούνια, δίνοντας έμφαση στην ευαισθησία στη μυϊκή κόπωση και στον αυξημένο κίνδυνο τυχαίων τραυματισμών. Ακόμη και τα μέτρια ύψη της φτέρνας έχουν βρεθεί ότι προκαλούν αλλοιώσεις στο σχήμα του διαμήκου τόξου του άκρου πόδα υποδηλώνοντας πιθανή συμβολή στον πόνο, τους τραυματισμούς και τις παραμορφώσεις των ποδιών σε γυναίκες που φορούν συχνά υποδήματα με ψηλά τακούνια (Zeidan et al., 2020).

Κατά την καθημερινότητα, είναι πολύ συνηθισμένη η περίπτωση όπου το άτομο εκτελεί ένα κινητικό σκοπό, ενώ ταυτόχρονα εκτελεί μια γνωστική διεργασία (Schaefer & Lindenberger, 2013), όπως π.χ. να βαδίζει ενώ ταυτόχρονα ανακαλεί από την μνήμη το πρόγραμμα της ημέρας του. Στο πεδίο μελέτης του ορθοστατικού ελέγχου, καθώς και της κινητικής μάθησης αυτή η κατάσταση προσδιορίζεται ως

μια διττή συνθήκη γνωστικού-ορθοστατικού σκοπού (Fraizer & Mitra, 2008). Σημαντικός αριθμός μελετών (Andersson et al., 2002; Barra et al., 2006; Paran et al., 2022) έχει εστιάσει στην εξέταση των πολύπλοκων σχέσεων και αλληλεπιδράσεων μεταξύ των διαφόρων παραγόντων που δύνανται να επηρεάσουν την απόδοση σε μια κατάσταση διττής εργασίας, αφενός λόγω αλλαγών στα αισθητήρια συστήματα, τις μυϊκές συνέργειες και τον έλεγχο του κινητικού φλοιού στον έλεγχο της στάσης του σώματος και της βάρδισης κατά την αναπτυξιακή ηλικία, την πρώιμη ενήλικη ζωή και την τρίτη ηλικία με τα παιδιά και τους ηλικιωμένους να εμφανίζονται πιο ευάλωτοι, λόγω των αυξημένων απαιτήσεων προσοχής, σε εργασίες που σχετίζονται με τη στάση σε σύγκριση με νεαρούς ενήλικες (Ruffieux et al., 2015).

Πρόσφατη μελέτη μετά-ανάλυσης (Salihu et al., 2022) διερεύνησε τις περίπλοκες σχέσεις μεταξύ γνωστικών εργασιών και σταθερότητας στάσης, προτείνοντας ότι η ταυτόχρονη ενασχόληση με τις γνωστικές δραστηριότητες και η διατήρηση μιας σωματικής στάσης μπορεί να εξαντλήσει τους περιορισμένους πόρους προσοχής που είναι κρίσιμοι για τον αποτελεσματικό έλεγχο της στάσης. Με βάση την έννοια του ανταγωνισμού πόρων, η υπόθεσή τους προτείνει μια κοινή δεξαμενή γνωστικών πόρων που επηρεάζουν, τόσο τη σταθερότητα της στάσης του σώματος όσο και την απόδοση των γνωστικών εργασιών. Ωστόσο, τα ευρήματα των μελετών της μετά-ανάλυσης παρουσιάζουν ένα παζλ ασυνεπειών, καθώς ορισμένες μελέτες αναφέρουν επιδείνωση της σταθερότητας στάσης, άλλες δεν παρατηρούν εμφανή αλλαγή και ένα υποσύνολο αυτών υποδηλώνει ακόμη και βελτιώσεις. Οι μελετητές θεωρούν ότι η υποκείμενη αιτία αυτών των παραλλαγών

μπορεί να βρίσκεται στις διαφορετικές πολυπλοκότητες που είναι εγγενείς σε γνωστικά καθήκοντα και δραστηριότητες που σχετίζονται με την ισορροπία. Κρίσιμη σημασία παρουσιάζουν οι μεθοδολογικές πτυχές των μελετών γνωστικής-κινητικής παρέμβασης, καθώς το κόστος απόδοσης θα καθοριστεί και πιθανόν θα διαφοροποιηθεί ανάλογα με την ιεράρχηση της διττής γνωστικής-κινητικής εργασίας, ως προς την κατανομή των πόρων προσοχής και συγκέντρωσης από το ΚΝΣ (Fraizer & Mitra, 2008), όπως φάνηκε όταν η εκτέλεση λεκτικών εργασιών είχε ως αποτέλεσμα μια ελαφρά αύξηση της ταλάντευσης σε αντίθεση με την γνωστική απόδοση σε χωρικές εργασίες, οι οποίες επηρεάστηκαν περισσότερο από τις προκλήσεις ισορροπίας, οδηγώντας σε υψηλότερη συχνότητα πτώσεων σε απαιτητικές συνθήκες ισορροπίας (Barra et al., 2006).

Εν κατακλείδι, οι υπάρχουσες ενδείξεις τεκμηριώνουν επαρκώς ότι, το ΚΝΣ θέτει προτεραιότητες σχετικά με την κατανομή των διαθέσιμων πόρων σε μια διττή συνθήκη ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε μίας, με αποτέλεσμα τη μείωση ή το κόστος της απόδοσης σε μία εκ των δύο. Παράγοντες που δύνανται να επηρεάσουν το παρατηρούμενο κόστος απόδοσης έχουν αναφερθεί ότι είναι το επίπεδο εμπειρίας (Schaefer, 2014; Vuillerme & Nougier, 2004), καθώς και η απαίτηση δυσκολίας του οριζόμενου ως πρωταρχικού σκοπού υπό την έννοια της υψηλότερης διαμεσολάβησης στην απόδοση του πρωταρχικού στο δευτερεύοντα σκοπό (Schaefer & Amico, 2022).

## **1.2. Σημασία της μελέτης**



Η σημασία της παρούσας μελέτης έγκειται στη διερεύνηση των πολύπλοκων αλληλοεπιδρώντων σχέσεων μεταξύ της κατανομής πόρων για την απόδοση σε γνωστικές διεργασίες και τον έλεγχο της ορθοστατικής σταθερότητας κατά την στάση με υποδήματα με διαφορετικό ύψος τακουνιού, που αποτελούν μια μηχανική συνθήκη αυξημένης απαίτησης, η οποία ωστόσο είναι μέρος της καθημερινότητας σημαντικού μέρους του γυναικείου πληθυσμού. Επιπλέον, η εξέταση της πιθανής διαμεσολάβησης του διαφορετικού γνωστικού φορτίου στην ορθοστατική απόδοση με στήριξη με διαφορετικά ύψη τακουνιού θα προσφέρει ενδείξεις για την καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο, οι γνωστικές εργασίες επηρεάζουν την ορθοστατική απόδοση συμβάλλοντας στο σχεδιασμό παρεμβάσεων ή προγραμμάτων εκπαίδευσης που στοχεύουν στη βελτίωση της απόδοσης διττής εργασίας με έμφαση σε συγκεκριμένες δημογραφικές ομάδες, στις οποίες υπάρχει αυξημένος κίνδυνος πτώσεων.

### **1.3. Ερευνητικές υποθέσεις και ερωτήματα**

Σκοπός της μελέτης είναι η εξέταση της επίδρασης του ύψους τακουνιού στην ορθοστατική απόδοση σε διττή συνθήκη γνωστικού-κινητικού σκοπού καθώς και, η εξέταση της πιθανής διαμεσολάβησης του διαφορετικού γνωστικού φορτίου στην ορθοστατική απόδοση με στήριξη με διαφορετικά ύψη τακουνιού σε νεαρές ενήλικες γυναίκες χωρίς συστηματική εμπειρία χρήσης υποδημάτων με ψηλό τακούνι.

Σε αυτό το πλαίσιο, τέθηκαν προς διερεύνηση οι ακόλουθες ερευνητικές υποθέσεις:

α) Το ύψος τακουνιού θα επηρεάσει την ορθοστατική απόδοση με το μεγαλύτερο ύψος να οδηγεί σε μειωμένη σταθερότητα συγκριτικά με το χαμηλότερο ύψος τακουνιού,

β) Η ορθοστατική απόδοση θα μειωθεί κατά την συνθήκη διττής γνωστικής-ορθοστατικής εργασίας με τη μείωση αυτή να είναι υψηλότερη κατά τη στήριξη με το μεγαλύτερο συγκριτικά με το χαμηλότερο ύψος τακουνιού,

γ) Η διαμεσολάβηση του γνωστικού φορτίου θα υπάρξει ανεξαρτήτως του τύπου της γνωστικής διεργασίας και θα είναι πιο ισχυρή για τη στήριξη με μεγαλύτερο συγκριτικά με το χαμηλότερο ύψος τακουνιού κατά τη συνθήκη διττής γνωστικής-ορθοστατικής εργασίας.

Διατυπώθηκαν τα αντίστοιχα ερευνητικά ερωτήματα:

α) Θα επηρεάσει το ύψος τακουνιού την ορθοστατική απόδοση προκαλώντας μειωμένη σταθερότητα για το μεγαλύτερο συγκριτικά με το χαμηλότερο ύψος τακουνιού;

β) Θα παρατηρηθεί υψηλότερη μείωση της ορθοστατικής απόδοσης για τη στήριξη με το μεγαλύτερο συγκριτικά με το χαμηλότερο ύψος τακουνιού κατά την συνθήκη διττής γνωστικής-ορθοστατικής εργασίας;

γ) Θα παρατηρηθεί διαμεσολάβηση του γνωστικού φορτίου, που θα είναι ανεξάρτητη του τύπου της γνωστικής διεργασίας και θα είναι αυτή πιο ισχυρή για τη στήριξη με το μεγαλύτερο συγκριτικά με το χαμηλότερο ύψος τακουνιού κατά τη συνθήκη της διττής εργασίας;

Ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίζονται: α) το ύψος τακουνιού (2 επίπεδα: μεσαίο έναντι υψηλού) και β) η συνθήκη μέτρησης (2 επίπεδα: μέτρησης αναφοράς έναντι

πειραματικής συνθήκης (διττή συνθήκη-A και -B). Ως εξαρτημένες μεταβλητές ορίζονται: α) η ορθοστατική απόδοση σε διποδική στήριξη μέσω έγκυρων παραμέτρων του ΚΠ, και β) η γνωστική απόδοση μέσω αξιολόγησης της βραχυπρόθεσμης μνήμης και η γνωστική απόδοση προσοχής/συγκέντρωσης μέσω κατάλληλων γνωστικών εργασιών.

#### **1.4. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της μελέτης**

Βασικό περιορισμό της μελέτης αποτελεί η ηλικία των συμμετεχόντων λόγω της τεκμηριωμένης επίδρασης της ηλικίας τόσο στον ορθοστατικό έλεγχο όσο και στη διαμεσολάβηση της διαχείρισης του γνωστικού φορτίου στο κόστος της απόδοσης σε μια διττή συνθήκη γνωστικής-κινητικής εργασίας. Ένας ακόμη περιορισμός είναι η μη εμπειρία συστηματικής χρήσης υποδημάτων με υψηλό τακούνι, καθώς έχει βρεθεί προσαρμογή των προτύπων βάδισης σε έμπειρες χρήστριες υποδημάτων με ψηλό τακούνι συγκριτικά με μη-έμπειρες χρήστριες σε διττή συνθήκη γνωστικής-κινητικής εργασίας (Schaefer & Lindenberger, 2013). Συνεπώς, τα παρόντα ευρήματα δεν δύνανται να γενικευτούν σε όλο το γυναικείο πληθυσμό παρά μόνο σε γυναίκες με παρόμοια χαρακτηριστικά, όπως της παρούσας μελέτης.

#### **1.5. Διευκρίνιση όρων**

**Ορθοστατικός έλεγχος:** ορίζεται ως η ικανότητα ενός ατόμου να διατηρεί και να προσαρμόζει τη θέση του σώματός του για να επιτύχει σταθερότητα και ισορροπία. Περιλαμβάνει τον συντονισμό των αισθητηριακών πληροφοριών, των

μυοσκελετικών συστημάτων και των κινητικών αποκρίσεων για την εξασφάλιση και διατήρηση μιας όρθιας εξισορροπημένης στάσης σώματος (Mitra et al., 2022).

**Ισορροπία:** ορίζεται ως η κατάσταση, κατά την οποία το κέντρο μάζας σώματος είναι κατάλληλα ευθυγραμμισμένο με τη βάση στήριξης του, επιτρέποντας στο άτομο να παραμείνει σταθερό, ελαχιστοποιώντας πιθανές διαταραχές του συστήματος και αποτρέποντας πιθανή πτώση (Horak, 2006).

**Κέντρο Πίεσης (ΚΠ):** Το σημείο στιγμιαίας εφαρμογής του διανύσματος της δύναμης αντίδρασης του εδάφους στην πελματιαία επιφάνεια των άκρων ποδών, το οποίο δρα στη βάση στήριξης ενός ατόμου. Το ΚΠ αποτελεί βασικό ποσοτικό μέτρο αξιολόγησης της στάσης του σώματος και της προκύπτουσας ισορροπίας.

**Γνωστική διεργασία:** Ορίζεται ως μια νοητική δραστηριότητα ή διαδικασία που περιλαμβάνει τη σκέψη, τη μνήμη και την επεξεργασία πληροφοριών, καθώς και οποιαδήποτε εργασία νοητικής πλοήγησης (Mitra et al., 2022).

## II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1. Ορθοστατικός έλεγχος και ισορροπία

Ο ορθοστατικός έλεγχος αναφέρεται στην ικανότητα του νευρομυϊκού συστήματος να διατηρεί τη σταθερότητα και τον κατακόρυφο προσανατολισμό του κέντρου μάζας σώματος (ΚΜΣ) εντός της βάσης στήριξης κατά τη διάρκεια τόσο στατικών (στάσιμων) όσο και δυναμικών (κινούμενων) δραστηριοτήτων, με το μέγεθος και την ποιότητα αυτής να παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη ή/και διατήρηση της ισορροπίας. Θεωρείται μια σύνθετη κινητική δεξιότητα, που περιλαμβάνει την αλληλεπίδραση πολλαπλών αισθητηριοκινητικών διεργασιών, τον συντονισμό της αισθητηριακής εισροής, της κινητικής απόκρισης και της γνωστικής επεξεργασίας (Horak, 2006). Σύμφωνα με τα παραπάνω, η ισορροπία μπορεί να προσδιοριστεί ως μια κατάσταση, κατά την οποία το ΚΜΣ είναι κατάλληλα ευθυγραμμισμένο με τη βάση στήριξης του, επιτρέποντας στα άτομα να παραμείνουν σταθερά χωρίς τον κίνδυνο πτώσης.

Η ισορροπία περιλαμβάνει δύο κύρια συστατικά, τον προσανατολισμό και τη στάση του σώματος. Ο προσανατολισμός της στάσης περιλαμβάνει τον ενεργό έλεγχο της ευθυγράμμισης και της τονικότητας του σώματος σχετικά με τη βαρύτητα, την επιφάνεια στήριξης, το οπτικό περιβάλλον και τις εσωτερικές αναφορές. Βασίζεται στην ερμηνεία των αισθητηριακών πληροφοριών από σωματοαισθητηριακά, αιθουσαία και οπτικά συστήματα για τη δημιουργία της χωρικής επίγνωσης. Συνεπώς, η ορθοστατική ισορροπία περιλαμβάνει τον συντονισμό αισθητικοκινητικών στρατηγικών για τη σταθεροποίηση του ΚΜΣ τόσο κατά τη διάρκεια διαταραχών της σταθερότητας της στάσης που

προκαλούνται από τον ίδιο τον εαυτό όσο και εκείνων που προκαλούνται εξωτερικά (Horak, 2006). Από την άλλη, ο έλεγχος της στάσης δεν αφορά μόνο στη διατήρηση μιας στατικής ισορροπίας, αλλά περιλαμβάνει επίσης δυναμικές προσαρμογές για να διευκολυνθεί η έναρξη της κίνησης διατηρώντας παράλληλα την ισορροπία. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των μυϊκών συσπάσεων, της θέσης του ΚΜΣ και του ελέγχου των ροπών συμβάλλει στην πλήρη κατανόηση του ορθοστατικού ελέγχου και της ισορροπίας (Le Mouel & Brette, 2017). Η τονική μυϊκή σύσπαση, ιδιαίτερα των μυών της γάμπας, είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της τυπικής όρθιας στάσης, όπου το ΚΜΣ εντοπίζεται μπροστά από τις αρθρώσεις της ποδοκνημικής. Η θέση του ΚΜΣ και η αντίστοιχη ροπή που ασκείται από τους μύες του άκρου ποδιού αποτελούν βασικά συστατικά του ορθοστατικού ελέγχου. Η ικανότητα χρήσης του βάρους του ατόμου για την έναρξη κινήσεων, όπως η βάδιση ή η πρόσθια κλίση, περιλαμβάνουν μια συντονισμένη αλληλεπίδραση μεταξύ της θέσης του ΚΜΣ, του ΚΠ και των εμπλεκόμενων μυϊκών συσπάσεων. Επιπλέον, αναφέρεται ότι οι μετατοπίσεις του ΚΜΣ συμβαίνουν πιο αργά από τις αντίστοιχες μετατοπίσεις του ΚΠ, με αυτή την χρονική πτυχή να αντανακλά τη δυναμική φύση του ορθοστατικού ελέγχου, όπου οι προσαρμογές μπορεί να χρειαστούν χρόνο (Le Mouel & Brette, 2017). Σύμφωνα με τους Silva και συν. (2013), η όρθια στάση είναι το αποτέλεσμα μιας δυναμικής κατάστασης ισορροπίας μεταξύ του σώματος και της βαρύτητας. Η εμβιομηχανική ισορροπία διατηρείται μέσω των μυϊκών συνεργιών, της συνεχούς τοποθέτησης των μελών του σώματος και της προσαρμογής ΚΜΣ, με την θέση ελέγχου της όρθιας στάσης να επιτυγχάνεται όταν αυτό βρίσκεται εντός της βάσης στήριξης και

ευθυγραμμισμένο με το ΚΠ, ενώ οι όποιες εξωτερικές ή εσωτερικές διαταραχές δύνανται να την αμφισβητήσουν (Sousa et al., 2012).

Η αυτόματη ρύθμιση του ορθοστατικού ελέγχου περιλαμβάνει νευρικά κυκλώματα στην παρεγκεφαλίδα, το εγκεφαλικό στέλεχος και το νωτιαίο μυελό, ενώ ο γνωστικός έλεγχος απαιτεί γνωστική επεξεργασία υψηλότερης τάξης (Horak, 2006). Οι πολυαισθητηριακές εισερχόμενες πληροφορίες από το οπτικό, αιθουσαίο και ιδιοδεκτικό σύστημα ενσωματώνονται σε αυτά τα νευρωνικά δίκτυα για την επίτευξη σταθερής όρθιας στάσης (Shalihu et al., 2022). Συνοπτικά, το οπτικό σύστημα παρέχει πληροφορίες για το εξωτερικό περιβάλλον, το αιθουσαίο σύστημα συμβάλλει στον προσανατολισμό στο χώρο και το σωματο-αισθητηριακό σύστημα μέσω της ιδιοδεκτικότητας, που αφορά στην ανίχνευση αλλαγών στη θέση του σώματος και των μελών του και στην ανατροφοδότηση από ιδιοδεκτικούς υποδοχείς στους μύες και τις αρθρώσεις σχετικά με τη θέση και την κίνηση των μελών του σώματος, συμβάλλουν στον έλεγχο της όρθιας στάσης μέσω των προσαγωγών οδών εντός του ΚΝΣ (Sousa et al., 2012; Wan et al., 2019; Winter et al., 1995). Συνεπώς, διαφορετικά άτομα μπορεί να βιώσουν αστάθεια σε διαφορετικές καταστάσεις ανάλογα με τα μοναδικά φυσιολογικά και αισθητηριακά προφίλ τους (Horak, 2006).

### **2.1.1. Ορθοστατικός έλεγχος κατά την χρήση υποδημάτων με τακούνι**

Είναι αποδεδειγμένο ότι η χρήση υποδημάτων με ψηλό τακούνι δύνανται να επηρεάσει τόσο τον έλεγχο της στάσης σώματος όσο και την ισορροπία (Emmanouil & Rousanoglou, 2018; Silva et al., 2013) μέσω αλλαγών που αφορούν

πρωτίστως την κινηματική του σώματος, την εισροή των αισθητηριακών πληροφοριών και την σχετιζόμενη μυϊκή δραστηριότητα και επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στη σταθερότητα και αποτελεσματικότητα κατά τη βάδιση και δύναται να αυξήσουν τον κίνδυνο τραυματισμού, τονίζοντας τη σημασία της επιλογής υποδημάτων για τη διατήρηση της ισορροπίας (Gefen et al., 2002; Hapsari et al., 2016; Yick et al., 2018).

Η χρήση ψηλών τακουνιών αυξάνει το ύψος του ΚΜΣ και το μετατοπίζει προς τα εμπρός ενώ μειώνει τη βάση στήριξης, αμφισβητώντας την ικανότητα του σώματος να διατηρεί σταθερότητα με συνέπεια την πρόκληση αλλαγών στο ΚΠ κατά την ορθοστασία και την βάδιση, για την αντιμετώπιση των οποίων συμβαίνουν συνεχείς κινηματικές, κινητικές και νευρομυϊκές προσαρμογές επηρεάζοντας τη συνολική ισορροπία (Emmanouil & Rousanoglou, 2018; Hapsari et al., 2016; Yick et al., 2018; Wan et al., 2019). Οι κινηματικές αλλαγές λόγω χρήσης ψηλού τακουνιού αφορούν κυρίως στην αύξηση του εύρους κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης και στη μείωση της αντίστοιχης του γόνατος (Chen et al., 2020; Shang et al., 2020; Weitkynat et al., 2016). Έχει φανεί ότι τα υποδήματα με ψηλό τακούνι επηρεάζουν αρνητικά την κινηματική της βάδισης, ιδιαίτερα στην ποδοκνημική άρθρωση, στην οποία παρατηρείται υπερβολική πελματιαία κάμψη του αστραγάλου, με αποτέλεσμα το άτομο να βαδίζει διαφορετικά με αυξημένο μεταβολικό κόστος, επηρεάζοντας την αποτελεσματικότητα των φυσικών μηχανισμών ελέγχου της όρθιας στάσης του σώματος (Gefen et al., 2002). Επιπλέον, διαφοροποίηση στην αποτελεσματικότητα της στρατηγικής του αστραγάλου για τον έλεγχο της όρθιας στάσης προκαλείται λόγω του περιορισμού



του εύρους κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης κατά την υπόδηση με ψηλό τακούνι (Wan et al., 2019).

Η συγκεκριμένη επιλογή υπόδησης οδηγεί σε αλλαγές στην ευθυγράμμιση του σώματος, οι οποίες επηρεάζουν την κατανομή των δυνάμεων και του ΚΠ καθώς επίσης και της ικανότητας υποστήριξης φορτίων διαφόρων ανατομικών δομών, όπως της σπονδυλικής στήλης, λεκάνης και κάτω άκρων, υποδεικνύοντας μια μετατόπιση στη συνολική στάση του σώματος (Chen et al., 2020; Hapsari et al., 2016). Οι πρώτοι ερευνητές αναφέρουν ότι κατά την βόλτα με ψηλοτάκουνα υποδήματα, η σπονδυλική στήλη μέσω παρατηρούμενων αλλοιώσεων στην οσφυοϊερή γωνία υφίσταται εμβιομηχανικές προσαρμογές για να απορροφήσει τον αυξημένο κατακόρυφο κραδασμό (Chen et al., 2020). Στη μελέτη των Gefen και συν. (2002) διαφαίνεται η σημασία της ασφαλούς τοποθέτησης του αιωρούμενου ποδιού κατά την αρχική επαφή και την εξέλιξη της πίεσης ποδιού-εδάφους (FGP) για τη διατήρηση της δυναμικής ισορροπίας κατά την βόλτα. Η μετατόπιση του ΚΠ προς το πρόσθιο τμήμα του ποδιού στα ψηλοτάκουνα υποδήματα σημαίνει μια στάση σώματος με πρόσθια κλίση που υποδηλώνει αλλαγή στην κατανομή του σωματικού βάρους ως εξισορρόπηση στην αλλοίωση της θέσης του κάτω άκρου και προσαρμογή στάσης για τη διατήρηση της ισορροπίας σε μια σχετικά ασταθή επιφάνεια στήριξης (Emmanouil & Rousanoglou, 2018; Sun et al., 2017). Αυτή η μειωμένη σταθερότητα του κάτω άκρου αξιολογείται μέσω της πλευρικής απόκλισης του ΚΠ, η οποία μετράται μέσω της ανάλυσης πίεσης ποδιού-εδάφους (FGP) και χρησιμοποιείται ως δείκτης σταθερότητας, καθώς οι τακτικοί χρήστες ψηλοτάκουνων υποδημάτων εμφανίζουν μη φυσιολογικές πλευρικές μετατοπίσεις

του ΚΠ κατά την βάδιση (Gefen et al., 2002). Επιπλέον, σημαντικές μεταβολές έχουν βρεθεί κατά την αξιολόγηση της εξισορροπιστικής απόδοσης είτε σε στατικές ή/και δυναμικές δοκιμασίες διποδικής ή/και μονοποδικής στήριξης με ψηλοτάκουνα υποδήματα, με τις επικρατέστερες να αφορούν στην αύξηση της προσθιοπίσθιας και έσω-έξω πλευρικής ταλάντωσης του σώματος σε συνάρτηση της αύξησης του ύψους του τακουνιού (Gefen et al., 2001; Yamada-Yanagawa et al., 2022; Wan et al., 2019). Από την άλλη, φαίνεται ότι η συστηματική χρήση υποδημάτων με ψηλό τακούνι προκαλεί τέτοιες προσαρμογές ώστε οι συστηματικές χρήστριες να παρουσιάζουν καλύτερη ορθοστατική σταθερότητα συγκριτικά με εκείνες με ελάχιστη ή αραιή χρήση υποδημάτων με ψηλό τακούνι (Wan et al., 2019). Σύμφωνα με τους Yamada και συν. (2022), η περιστασιακή χρήση ψηλοτάκουνων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα αυξημένη ρυθμιστική δραστηριότητα στον έλεγχο της στατικής ισορροπίας, κυρίως όσοι φορούν συνήθως ψηλά τακούνια εμφανίζουν αλλαγές τόσο στη ταχύτητα του ΚΠ όσο και στις συχνότητες ταλάντευσης του ΚΠ, υποδεικνύοντας πιθανές προσαρμογές στις στρατηγικές ελέγχου στάσης. Ωστόσο τα ευρήματα σχετικά με την εμπειρία χρήσης δεν είναι καταληκτικά καθώς άλλες μελέτες δεν αναφέρουν διαφορές (Yamada-Yanagawa et al., 2022) ή αναφέρουν μείωση της ορθοστατικής απόδοσης (Gefen et al., 2001).

Υποστηρίζεται ότι η χρήση υποδημάτων με ψηλό τακούνι δύναται να διαταράξει την ισορροπία των αισθητηριακών πληροφοριών μέσω αλλαγών στην κατανομή του σωματικού βάρους, στα διαφοροποιημένα συγκριτικά με τα φυσιολογικά πρότυπα πελματικής πίεσης του άκρου ποδιού και στη τροποποιημένη ιδιοδεκτική

ανατροφοδότηση. Λόγω των προαναφερόμενων γεγονότων, η ικανότητα του σώματος να αντιλαμβάνεται και να ανταποκρίνεται σε αλλαγές στη θέση του στο χώρο επηρεάζεται με πιθανές επιπτώσεις στην ισορροπία (Chen et al., 2020). Οι Yick και συν. (2018) στην μελέτη τους, εισάγουν ένα νέο σχέδιο ενδιάμεσης σόλας που ονομάζεται "ενδιάμεση σόλα πολλαπλής σκληρότητας" (MHM) με ποικίλα επίπεδα σκληρότητας στην περιοχή του πρόσθιου μέρους του ποδιού, με στόχο τη βελτίωση της ισορροπίας της μυϊκής δραστηριότητας και της συνύσπασης για βελτιωμένη σταθερότητα κατά την βάδιση μέσω «μόνωσης» των αισθητηριακών πληροφοριών από τα άκρα πόδια. Οι Gefen και συν. (2002) αναφέρουν μη εξισορροπημένη μυϊκή δραστηριότητα μεταξύ της έξω και έσω κεφαλής του γαστροκνήμιου κατά τη διάρκεια καταστάσεων κόπωσης με υπόδηση με ψηλά τακούνια, η οποία μπορεί να συμβάλλει στην αστάθεια της στάσης, ενώ οι Chen και συν. (2020) αναφέρουν αλλαγές στην ενεργοποίηση του ορθού μηριαίου τονίζοντας τον ρόλο του νευρομυϊκού ελέγχου στη διατήρηση της όρθιας στάσης του σώματος.

Συνοψίζοντας, η χρήση ψηλών τακουνιών μπορεί να οδηγήσει σε μια πολύπλοκη αλληλεπίδραση εμβιομηχανικών, αισθητηριακών και βιολογικών προσαρμογών, επηρεάζοντας τη μυοσκελετική ευθυγράμμιση, την αισθητηριακή ανατροφοδότηση, την ισορροπία (Chen et al., 2020). Οι προσαρμογές αυτές μπορεί να διαφέρουν μεταξύ των ατόμων με βάση παράγοντες όπως το φύλο, η ηλικία και η συνολική κατάσταση υγείας (Harsari et al., 2016). Παραδείγματος χάριν, οι γυναίκες, που χρησιμοποιούν υποδήματα με ψηλό τακούνι σαφώς με μεγαλύτερη συχνότητα από τους άνδρες, δύναται να εμφανίσουν διαφορετικές εμβιομηχανικές

και φυσιολογικές αποκρίσεις από εκείνους. Παρομοίως, ως προς την ηλικία, τα ηλικιωμένα άτομα μπορεί να αντιμετωπίσουν διαφορετικές εμβιομηχανικές προκλήσεις και προσαρμογές σε σύγκριση με τα νεότερα άτομα (Harsari et al., 2016).

## **2.2. Ορθοστατική απόδοση και γνωστική διεργασία: κατάσταση διττής εργασίας**

Κατά την καθημερινότητα, είναι πολύ συνηθισμένη η περίπτωση ένα άτομο να εκτελεί ένα κινητικό σκοπό ενώ ταυτόχρονα διεξάγει μια γνωστική διεργασία, όπως π.χ. να βαδίζει ενώ ταυτόχρονα ανακαλεί από την μνήμη του το πρόγραμμα της ημέρας του (Schaefer & Lindenberger, 2013). Στο πεδίο μελέτης του ορθοστατικού ελέγχου και της κινητικής μάθησης, αυτή η κατάσταση προσδιορίζεται ως μια διττή συνθήκη γνωστικού-ορθοστατικού σκοπού (Fraizer & Mitra, 2008). Έχει επαρκώς τεκμηριωθεί ότι το ΚΝΣ θέτει προτεραιότητες σχετικά με την κατανομή των διαθέσιμων πόρων σε μια τέτοια διττή συνθήκη ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε μίας (γνωστική και κινητική) με αποτέλεσμα τη μείωση ή το κόστος της απόδοσης σε μία εκ των δύο (Amico & Schaefer, 2022).

Πρόσφατες και παλαιότερες μελέτες αναδεικνύουν αρκετούς παράγοντες διαμεσολάβησης σε αυτή την περίπλοκη σχέση με την ηλικία να κατέχει πρωταρχική θέση (Fraizer & Mitra, 2008; Jamet et al., 2007; Paran et al., 2022; Richer & Lajo, 2019; Rosso et al., 2017; Van Impe et al., 2012), δεδομένου ότι η βιολογική φθορά λόγω της παρόδου της ηλικίας επηρεάζει τα συστήματα που εμπλέκονται τόσο με τον ορθοστατικό έλεγχο όσο και με τις γνωστικές διεργασίες.

Συγκεκριμένα, οι Jamet και συν. (2007) διερεύνησαν την απόδοση στατικής ισορροπίας ταυτόχρονα με την εκτέλεση τριών διαφορετικών γνωστικών διεργασιών σε νεαρά ( $22\pm 2$  ετών), μεσήλικα ( $43\pm 8$  έτη) και ηλικιωμένα άτομα ( $71\pm 7$  έτη). Οι γνωστικές διεργασίες αφορούσαν σε: α) νοητικό υπολογισμό, τον οποίο εκτελούσαν οι συμμετέχοντες ενώ βάδιζαν προς τα πίσω δίνοντας ταυτόχρονα φωνητικές απαντήσεις με καθαρή φωνή, β) οπτική-λεκτική δοκιμασία Stroop, ονομάζοντας το χρώμα γραφής μιας λέξης που αντιπροσώπευε ένα διαφορετικό χρώμα, και σε γ) ακουστική-λεκτική εργασία, κατά την διάρκεια της οποίας οι συμμετέχοντες συνέκριναν μια λέξη που δίνονταν με ακουστικό ερέθισμα, η σημασία της οποίας αντιστοιχούσε με ένα μέρος του ακουστικού ερεθίσματος/πρότασης και έπρεπε να απαντήσουν με σωστό ή λάθος. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλότερη ταλάντευση του ΚΠ στα ηλικιωμένα άτομα κατά τη διάρκεια των διεργασιών νοητικού υπολογισμού, οδηγώντας σε μείωση της ορθοστατικής ισορροπίας. Αντίθετα, οι νεαροί και μεσήλικες συμμετέχοντες επέδειξαν βελτιωμένη στάση σώματος κατά τη διάρκεια των γνωστικών διεργασιών που περιλάμβαναν την απόκτηση οπτικών και ακουστικών εξωτερικών πληροφοριών. Επιπλέον, παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της οπτικής εξάρτησης και της επιδείνωσης της ισορροπίας κατά τη διάρκεια των γνωστικών διεργασιών, προτείνοντας την παρουσία προτεραιότητας των απαραίτητων για την προσοχή πόρων εκ μέρους του ΚΝΣ για γνωστικές εργασίες, που φαίνεται ότι οδηγούν σε περιορισμένη διαθεσιμότητα των αντίστοιχων πόρων για τον ορθοστατικό έλεγχο στους ηλικιωμένους. Μέσω δύο πειραματικών συνθηκών, οι Van Impe και συν. (2012) παρείχαν χρήσιμες ενδείξεις για διαφορετικές πτυχές της

περίπλοκης αλληλεπίδρασης μεταξύ γνωστικών διεργασιών και ορθοστατικού ελέγχου σε σχέση με την ηλικία. Στην πρώτη πειραματική συνθήκη, αξιολογήθηκε ο στατικός ορθοστατικός έλεγχος ταυτόχρονα με γνωστική εργασία σε καθιστή και όρθια θέση και βρέθηκε αυξημένη προσθιοπίστια και έσω-έξω πλάγια ταλάντευση ΚΠ του σώματος και υψηλότεροι χρόνοι αντίδρασης στους ηλικιωμένους. Κατά την δεύτερη πειραματική συνθήκη αξιολογήθηκε η εγκεφαλική δραστηριότητα μέσω λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας (fMRI) κατά τη διάρκεια κατάκλισης και αποκαλύφθηκε μια υπερενεργοποίηση του εγκεφάλου κατά τις γνωστικές διεργασίες στα ηλικιωμένα άτομα, η οποία θεωρήθηκε ότι συμβάλλει στην αυξημένη ταλάντευση του σώματος κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των γνωστικών δραστηριοτήτων (Van Impe et al., 2012).

Παρομοίως, άλλες μελέτες που βασίζονται σε ερευνητικό σχεδιασμό διττής εργασίας μέσω ταυτόχρονης εκτέλεσης γνωστικών και κινητικών σκοπών, επιχειρούν να αξιολογήσουν τον αντίκτυπο αυτής της κατάστασης σε διάφορες πτυχές είτε της γνωστικής είτε της κινητικής απόδοσης, όπως για παράδειγμα σε σχέση με αποκρίσεις ανάκτησης, κατανομής πόρων από το ΚΝΣ και επιδράσεις παρεμβολής (Paran et al., 2022; Rosso et al., 2017; Ruffieux et al., 2015), και εστιάζουν σε ηλικιωμένους ως προς την διαφοροποίηση της αλληλεπίδρασης γνωστικού-κινητικού σκοπού, καθώς υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω των πιθανών επιπτώσεων αυτής για την πρόληψη των πτώσεων σε ηλικιωμένα άτομα. Οι Fraizer και Mitra (2008) εξέτασαν την κατάσταση διττής εργασίας μεταξύ λεκτικών και αντιληπτικών γνωστικών διεργασιών και ορθοστατικού ελέγχου και βρήκαν ότι η ανάκτηση και η διατήρηση του ελέγχου της στάσης υπό προκλητικές

συνθήκες επηρεάστηκαν από τις γνωστικές απαιτήσεις, οδηγώντας σε αλλοιωμένη στατική ισορροπία, με τα ηλικιωμένα άτομα να εμφανίζουν μειωμένη ισορροπία και αυξημένη κυριαρχία κατά τη διάρκεια των γνωστικών εργασιών, υποδεικνύοντας μια σύνδεση μεταξύ του γνωστικού φορτίου και της ορθοστατικής σταθερότητας. Αντιθέτως, σε νεαρά άτομα φαίνεται ότι η επίδραση των γνωστικών διεργασιών στον ορθοστατικό έλεγχο επιφέρει μείωση των νευρομυϊκών διεργασιών καθώς, σε φοιτητές Φυσικής Αγωγής, οι οποίοι αξιολογήθηκαν σε εξατομικευμένου-επιπέδου δυσκολίας γνωστικές εργασίες νοητικού υπολογισμού και νοητικής πλοήγησης, η στατική ισορροπία επιδεινώθηκε κατά τη διάρκεια της διττής γνωστικής και κινητικής κατάστασης υπογραμμίζοντας το ρόλο της προσοχής στο κόστος της ορθοστατικής απόδοσης (Rougier & Bonnet, 2016).

Μια άλλη σημαντική παράμετρος της αλληλεπίδρασης μεταξύ γνωστικών και κινητικών εργασιών αποτελεί το γνωστικό φορτίο υπό την έννοια της ανάγκης εξατομίκευσης της δυσκολίας ή απαίτησης της επιλεγμένης γνωστικής διεργασίας (Gursoy et al., 2022; Salihu et al., 2022). Συγκεκριμένα, οι Gursoy και συν. (2022) αξιολόγησαν δείγμα 20 ατόμων που εκτελούσαν γνωστικές εργασίες αριθμητικών υπολογισμών (πρόσθεσης, αφαίρεσης, πολλαπλασιασμού ή διαίρεσης), είτε με διαδοχικά ζεύγη αριθμών, είτε με μονοψήφιους αριθμούς, διαβαθμισμένων σε καμία, μέτρια ή υψηλή απαίτηση, προσαρμοσμένες βάσει της απόδοσης κάθε συμμετέχοντα από μια προκαταρκτική εργασία, ενώ υποβάλλονταν σε εκούσια ταλάντευση σε μια δυναμοπλατφόρμα κατά την διάρκεια κυκλικής κίνησης με αύξηση της απαίτησης για ισορροπία. Η επιτυχία κάθε υπολογιστικής εργασίας κρίνονταν από την σωστή άρθρωση του τελικού αποτελέσματος. Παρατηρήθηκε

σημαντική επίδραση των εξατομικευμένων επιπέδων δυσκολίας της γνωστικής διεργασίας στα χαρακτηριστικά του ορθοστατικού ελέγχου, με μεγαλύτερες μειώσεις στην ταχύτητα ταλάντευσης και στην ταλάντευση προσθιοπίσθιας κατεύθυνσης του ΚΠ, ενώ η εστίαση της προσοχής συνέβαλε σε βελτιωμένη όρθια στάση σώματος, τονίζοντας επομένως το ρόλο των διαδικασιών προσοχής (Gursoy et al., 2022). Παρομοίως, οι Richer και Lajo (2019) εμβάθυναν στις ηλικιακά-σχετιζόμενες διαφορές, τονίζοντας την αυτοματοποίηση των μηχανισμών ελέγχου της όρθιας στάσης κατά τη διάρκεια γνωστικών διεργασιών και κινητικών σκοπών με διαφοροποίηση ως προς το γνωστικό φορτίο (εύκολη έναντι δύσκολης γνωστικής εργασίας) και τον τύπο εστίασης της προσοχής (εξωτερική έναντι εσωτερικής εστίασης προσοχής). Για την εξωτερική εστίαση προσοχής χρησιμοποιήθηκαν συσκευές που κατεύθυναν την προσοχή των συμμετεχόντων να είναι μακριά από την παραγωγή της κίνησης και εστιασμένη στην κίνηση ή ταλάντευση που παράγει η συσκευή αυτή καθευατή, ενώ η εσωτερική εστίαση προσοχής βασίστηκε στην αντίληψη της ελαχιστοποίησης των κινήσεων της υπαστραγαλικής άρθρωσης προκειμένου να διατηρηθεί η ορθοστατική σταθερότητα. Οι ερευνητές βασίστηκαν στην πρότερη θεωρία της υπόθεσης της συγκρατημένης δράσης που προτείνει ότι μέσω της μετατόπισης της εστίασης της προσοχής σε έναν εξωτερικό σκοπό αντί για τον κινητικό σκοπό, διευκολύνεται η ενεργοποίηση αυτόματων μηχανισμού ελέγχου της κίνησης σε αντίθεση με γνωστικούς σκοπούς που θέτουν περισσότερες προκλήσεις στα συστήματα του ορθοστατικού ελέγχου καθώς δύνανται να αποσπάσουν τα άτομα από τον ορθοστατικό σκοπό, λόγω των πιο πολύπλοκων νοητικών διαδικασιών που



απαιτούνται, όπως π.χ. εργαζόμενη μνήμη, λήψη αποφάσεων κτλ (Wulf et al., 2001). Χρησιμοποιώντας τις μη-γραμμικές δυναμικές παραμέτρους της διακριτής μετατροπής της κυματομορφής, που ανασυνθέτει τα σήματα της ταλάντευσης του ΚΠ σε διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων, της εντροπίας του δείγματος, που παρέχει μια μέτρηση της πολυπλοκότητας της ορθοστατικής ταλάντευσης, καθώς και την ανάλυση συχνοτήτων ασυνέχειας και τρόμου (rambling - trembling analysis), η οποία θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει τη συνεισφορά των υπερνωτιαίων και νωτιαίων αντανακλαστικών στον έλεγχο της ταλάντευσης, βρήκαν ότι η διακριτή μετατροπή της κυματομορφής είχε μια τάση προς αυξημένες συνεισφορές από τις ζώνες των υψηλότερων συχνοτήτων κατά τις γνωστικές εργασίες, προτείνοντας μεγαλύτερη αυτοματοποίηση. Παρομοίως, η εντροπία του δείγματος υπήρξε υψηλότερη κατά τις γνωστικές εργασίες, υποδηλώνοντας πιο πολύπλοκη ταλάντευση και αυτόματο έλεγχο, ενώ οι διαφορές στην ανάλυση συχνοτήτων τρόμου μεταξύ νέων και ηλικιωμένων, με τους νεαρούς ενήλικες να εμφανίζουν αύξηση της συχνότητας τρόμου κατά την συνθήκη εξωτερικής εστίασης προσοχής και δύσκολης γνωστικής εργασίας, προτείνουν αυξημένες συνεισφορές από τα νωτιαία αντανακλαστικά και αλλαγές στους μηχανισμούς ορθοστατικού ελέγχου λόγω γήρανσης. Οι Chong και συν. (2010) διερεύνησαν τη σχέση μεταξύ γνωστικών διεργασιών και ορθοστατικού ελέγχου εστιάζοντας στην πιθανή επίδραση αριθμητικών και λεκτικών γνωστικών δραστηριοτήτων στην ισορροπία. Χρησιμοποίησαν τρεις πειραματικές ομάδες, μια ομάδα ελέγχου (6Α-19Γ, ηλικίας  $24.6 \pm 1.5$  ετών), μια ομάδα Retro-7 (4Α-21Γ, ηλικίας  $25.5 \pm 3.4$  ετών) και μια ομάδα που ασχολήθηκε με εργασίες αριθμητικής και δημιουργίας λέξεων (16Α-9Γ,

ηλικίας  $23.9 \pm 3.7$  ετών). Η ομάδα ελέγχου υποβλήθηκε σε αξιολόγηση ισορροπίας με τη χρήση της Δοκιμασίας αισθητηριακής οργάνωσης<sup>1</sup>, που αφορά στην αξιολόγηση της ισορροπίας μέσω ενσωμάτωσης των οπτικών και αισθητηριακών συστημάτων, ενώ η ομάδα Retro-7, ασχολήθηκε με γνωστικές εργασίες αφαίρεσης και δημιουργίας λέξεων υπό διαφορετικά φορτία οπτικοχωρικής επεξεργασίας. Τα αποτελέσματα τους έδειξαν ότι σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, η ομάδα Retro-7 είχε υψηλότερη ταλάντευση ωστόσο παρουσίασε αυξημένη ταχύτητα απόδοσης στις γνωστικές εργασίες, ενώ εμφάνισε απροσδόκητες αλλαγές στην ταχύτητα ταλάντευσης λόγω δυσκολίας της εργασίας της αφαίρεσης, συγκριτικά με την εργασία της δημιουργίας λέξεων που δεν παρενέβη σημαντικά στον έλεγχο της ισορροπίας. Συνδυαστικά, τα αποτελέσματα προτείνουν ότι οι περιορισμένοι πόροι που απαιτούνται για την προσοχή μπορεί να επηρεάσουν την απόδοση σε διττή συνθήκη και να κάνουν απαραίτητη την παρουσία προσαρμοστικών στρατηγικών, καθώς και ότι οι περιορισμένοι πόροι προσοχής μπορεί να μην είναι η μόνη εξήγηση για το κόστος απόδοσης σε διττές συνθήκες (Chong et al., 2010). Σε πιο πρόσφατη μελέτη, οι Albertsen και συν. (2017) διερεύνησαν την επίδραση οπτικών και γνωστικών παραγόντων στη σταθερότητα της όρθιας στάσης σε δείγμα 96 συμμετεχόντων σε οκτώ πειραματικές συνθήκες, οι οποίες αφορούσαν συνδυασμούς αλλαγών στη βάση στήριξης και της θέσης του άκρου στήριξης (τα

---

<sup>1</sup>Δοκιμασία αισθητηριακής οργάνωσης (Sensory organization test, SOT): σύνολο έξι (6) δοκιμασιών διαφορετικών συνδυασμών οπτικής πληροφόρησης, σταθερότητας βάσης στήριξης και εξωτερικού οπτικού περιβάλλοντος για την αξιολόγηση της ικανότητας του ατόμου να αξιοποιεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό τα οπτικά, αισθησιακά και σωματοαισθητηριακά ερεθίσματα ξεχωριστά και να διαχωρίζει τα μη κατάλληλα αισθητηριακά ερεθίσματα κατά τη διάρκεια διατήρησης της ισορροπίας. Εκτέλεση 3 προσπαθειών ανά συνθήκη και διατήρηση όρθιας θέσης σώματος για 20 δευτ με το βλέμμα ευθεία μπροστά και χωρίς αντίδραση του δοκιμαζόμενου σε οποιαδήποτε κίνηση στο οπτικό περιβάλλον ή στην επιφάνεια στήριξης. Η αξιολόγηση προκύπτει είτε από την συνολική βαθμολογία όλων των δοκιμασιών είτε από το πηλίκιο της βαθμολογίας ζεύγους δοκιμασιών (π.χ., το πηλίκιο SOT 2 προς SOT 1, που αφορά στην διαφοροποίηση της όρασης (KM/AM) προς στήριξη σε σταθερή επιφάνεια, αξιολογεί την σωματοαισθητηριακή απόκριση.

πόδια ενωμένα σε σύγκριση με τα πόδια σε απόσταση μεταξύ τους), οπτικών πληροφοριών (κλείσιμο των ματιών), καθώς και δύο γνωστικών συνθήκων εργασίας (μονή ή διττή) σε τυχαιοποιημένη σειρά. Διαπιστώθηκε ότι, η ορθοστατική σταθερότητα επηρεάστηκε αρνητικά από την μεταβολή των οπτικών πληροφοριών, ειδικά υπό δύσκολες συνθήκες στήριξης, ενώ η κατάσταση διττής εργασίας αύξησε την ταχύτητα ταλάντευσης, ενώ μείωσε τις μετατοπίσεις του ΚΠ κατά τη διάρκεια των απαιτητικών ορθοστατικών εργασιών (Albertsen et al., 2017). Σε άλλη μελέτη, μέσω χρήσης μεθόδων, όπως το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα 32 καναλιών και οι αισθητήρες κίνησης, οι οποίοι τοποθετήθηκαν στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης και στο αριστερό και δεξί κάτω άκρο, παράλληλα με αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας με ταυτόχρονη εκτέλεση μιας υπολογιστικής εργασίας αφαίρεσης σειράς αριθμών και με την οδηγία αποφυγής εξωτερικών κινήσεων του σώματος, διερευνάται η επίδραση της κατάστασης διττής εργασίας στην εγκεφαλική δραστηριότητα και στον ορθοστατικό έλεγχο, ρίχνοντας φως στη γνωστική-κινητική αλληλεπίδραση μέσω ανάδειξης της αυξημένης συναισθηματικής διέγερσης και γνωστικής εγρήγορσης ως απόκριση σε προκλήσεις διττής εργασίας (Kahya et al., 2022). Το αυξημένο γνωστικό φορτίο κατά τη διάρκεια συνθηκών διττής εργασίας (στήριξη σε σκληρή και μαλακή επιφάνεια με ανοιχτά και κλειστά μάτια με ταυτόχρονη γνωστική ενέργεια αφαίρεσης αριθμών σε σειρές των 7 από έναν τριψήφιο αριθμό και μια εργασία λεκτικής ευχέρειας) και η έμφαση σε προσαρμοστικές στρατηγικές και πιθανές ευπάθειες σε διαφορετικές συνθήκες προέκυψε από την συγκριτική ανάλυση μεταξύ ικανών ατόμων και χρηστών προσθετικών μελών, οι οποίοι φαίνεται να

χαρακτηρίζονται από προτεραιότητα των γνωστικών διεργασιών εις βάρος της κινητικής-ορθοστατικής απαίτησης (Howard et al., 2017).

Σύμφωνα με σχετικά πρόσφατη συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση των Riffieux και συν. (2015), ως προς την επίδραση της σταθερότητας της στάσης του σώματος στην απόδοση διττής εργασίας, τα ευρήματα αποκάλυψαν ότι το 38% των επιλεγμένων μελετών ανέφερε καλύτερες σχετικές επιδόσεις διττής εργασίας σε νεαρούς ενήλικες, ενώ μόλις το 9% έδειξε ότι οι ηλικιωμένοι είχαν καλύτερες επιδόσεις από τους νεαρούς ενήλικες. Είναι ενδιαφέρον ότι όσον αφορά την εκτέλεση ταυτόχρονης γνωστικής και κινητικής εργασίας, το 70% των μελετών δεν βρήκε διαφορές μεταξύ ηλικιωμένων και νεαρών ενηλίκων στο σχετικό κόστος διττής εργασίας, με την επεξεργασία της όρθιας στάσης να φαίνεται ότι ελέγχεται περισσότερο γνωστικά με τη γήρανση και επομένως απαιτεί περισσότερους πόρους από τους ήδη περιορισμένους πόρους προσοχής. Οι ηλικιωμένοι εμφανίζουν μειώσεις που σχετίζονται με την ηλικία στην απόδοση των εργασιών όρθιας στάσης σε διττή συνθήκη. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι η σημασία μέτρησης των συνθηκών μονής και διττής εργασίας, τόσο για στατικές όσο και για ταυτόχρονες εργασίες, επιτρέπει τον υπολογισμό του κόστους διττής εργασίας και για τους δύο τύπους δραστηριοτήτων, βοηθώντας στον εντοπισμό των διαφορών στην ιεράρχηση προτεραιοτήτων (Riffieux et al, 2015).

Τέλος, η πρόσφατη μετα-ανάλυση των Salihu και συν. (2022) παρέχει μια ευρεία προοπτική για τις ποικίλες γνωστικές και ορθοστατικές διεργασίες που έχουν μελετηθεί, υποδηλώνοντας ότι η πολυπλοκότητα των γνωστικών διεργασιών από μόνη της μπορεί να μην εξηγεί τις επιδράσεις της κατάστασης διττής εργασίας

στην ορθοστατική σταθερότητα και απόδοση. Διάφορες εργασίες όρθιας στάσης/στήριξης, συμπεριλαμβανομένης της στήριξης με κλειστά μάτια, της στήριξης σε μια τραμπάλα, σε αφρώδη υποχωρητική επιφάνεια, ή της μονοποδικής στήριξης, εξετάστηκαν παράλληλα με διαφορετικές γνωστικές εργασίες, όπως νοητική παρακολούθηση, μνήμη εργασίας, διάκριση, λήψη αποφάσεων, χρόνος αντίδρασης και εργασίες λεκτικής ευχέρειας. Κατά τη διάρκεια της ήρεμης όρθιας στάσης, σύνθετες γνωστικές εργασίες είχαν ως αποτέλεσμα ελαφρώς μεγαλύτερα μεγέθη ταχύτητας ταλάντευσης ΚΠ και συχνότητα ταλάντευσης σε προσθιοπίσθια κατεύθυνση ΚΠ. Οι απλές γνωστικές εργασίες οδήγησαν σε σημαντική μείωση της μεταβλητότητας της προσθιοπίσθιας και έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης ΚΠ. Τόσο οι απλές όσο και οι σύνθετες εργασίες οδήγησαν σε σημαντική αύξηση της συχνότητας προσθιοπίσθιας ταλάντευσης ΚΠ. Η διττή ανάθεση εργασιών δεν επηρέασε σημαντικά τη γνωστική απόδοση στις περισσότερες περιπτώσεις, αλλά υπήρχαν εξαιρέσεις, όπου η διττή ανάθεση εργασιών οδήγησε σε μείωση της απόδοσης γνωστικών εργασιών. Είναι ενδιαφέρον ότι, σε υγιείς νεαρούς ενήλικες, η διττή εργασία, κατά τη διάρκεια της ήρεμης όρθιας στάσης βελτίωσε τη σταθερότητα, υποδηλώνοντας μια αυτόματη ρύθμιση από νευρικά κυκλώματα. Αντίθετα, οι ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας παρουσίασαν μειωμένη σταθερότητα σε παρόμοιες συνθήκες, υποδηλώνοντας αυξημένη ζήτηση για γνωστικούς πόρους με την αύξηση της ηλικίας (Salihu et al., 2022).

### **2.3. Διττή γνωστική-ορθοστατική εργασία με διαφορετικό ύψος τακουνιού**

Μια βασική βιομηχανική παράμετρος του ορθοστατικού ελέγχου και της εξισορροπιστικής απόδοσης είναι η θέση του ΚΜΣ σε σχέση με την βάση στήριξης. Κατά την όρθια στάση σε υπόδηση με ψηλά τακούνια, η ανύψωση του ύψους της πτέρνας μέσω του τακουνιού και ο περιορισμός των σημείων επαφής των περιοχών του πέλματος (άρα μείωση της επιφάνειας στήριξης) αποδεδειγμένα επιφέρουν σημαντικές κινηματικές αλλαγές στη θέση του ΚΜΣ καθώς και στις εμπλεκόμενες αρθρώσεις των κάτω άκρων (Hapsari et al., 2016). Επιπλέον, η χρήση ψηλών τακουνιών αλλάζει την αισθητηριακή ανάδραση από τα πέλματα προς τον εγκέφαλο με αποτέλεσμα η ιδιοδεκτικότητα να επηρεαστεί, καθιστώντας δύσκολο για τα άτομα να αισθανθούν και να ανταποκριθούν σε αλλαγές στο έδαφος ή στην επιφάνεια στήριξής τους (Hapsari et al., 2016).

Οι Salihu και συν. (2022) καθώς και, οι Schaefer & Lindenberger (2013) χρησιμοποιούν ένα παράδειγμα διττής συνθήκης, που απαιτεί από τους συμμετέχοντες να εκτελούν γνωστικές εργασίες ταυτόχρονα με κινητικές εργασίες, όπως ο στατικός έλεγχος (Salihu et al., 2022) και η βάδιση (Schaefer & Lindenberger, 2013). Οι συμμετέχοντες και στις δύο μελέτες είναι ενήλικες, συμβάλλοντας στην κατανόηση του τρόπου, με τον οποίο οι γνωστικές-κινητικές αλληλεπιδράσεις ποικίλλουν μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ανάλυση κίνησης για να μετρήσουν αντικειμενικά την απόδοση, παρέχοντας ποσοτικά δεδομένα για τη σταθερότητα της στάσης (Salihu et al., 2022) και τα μοτίβα βάδισης (Schaefer & Lindenberger, 2013). Συγκεκριμένα, οι Schaefer & Lindenberger (2013) εξέτασαν τον αντίκτυπο της συνήθους χρήσης

υποδημάτων με ψηλό τακούνι στη γνωστική-κινητική απόδοση, συγκρίνοντας την βάρδιση μεταξύ υποδημάτων με ψηλό τακούνι και με αθλητικά υποδήματα μεταξύ αρχάριων και έμπειρων χρηστών υπόδησης με ψηλό τακούνι, παρέχοντας πληροφορίες για τη μεταβλητότητα των μοτίβων βάρδισης υπό ταυτόχρονο γνωστικό φορτίο (Schaefer & Lindenberger, 2013). Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι η γνωστική απόδοση της εργαζόμενης μνήμης είτε των αρχάριων είτε των έμπειρων χρηστών υπήρξε παρόμοια κατά την βάρδιση σε δαπεδοεργόμετρο και ανεξάρτητη του είδους υποδήματος (αθλητικό ή με υψηλό τακούνι). Ενδιαφέρον υπήρξε το εύρημα της μειωμένης μεταβλητότητας του χρόνου κατά τη φάση μονής στήριξης του κύκλου βάρδισης με ψηλά τακούνια για τους έμπειρους συγκριτικά με τους αρχάριους χρήστες κατά την ταυτόχρονη γνωστική εργασία, προτείνοντας τη σχέση μεταξύ πιο ευέλικτων προσαρμογών στα πρότυπα βάρδισης και της εμπειρίας χρήσης ψηλών τακουνιών (Schaefer & Lindenberger, 2013).

Η συστηματική ανασκόπηση των Salihu και συν. (2022) προσφέρει μια ευρεία προοπτική για το πειραματικό παράδειγμα της διττής συνθήκης, που χρησιμοποιείται για την διερεύνηση της διαμεσολάβησης των απαιτήσεων προσοχής στον ορθοστατικό έλεγχο. Οι ερευνητές υπογραμμίζουν την περίπλοκη σχέση μεταξύ γνωστικών εργασιών και ελέγχου όρθιας στάσης, η οποία τυπικά θεωρείται ως μια μη-γραμμική σχέση μορφής U, με τα αποτελέσματα σχετικών μελετών να είναι αντικρουόμενα. Εξετάζοντας 17 επιλεγθείσες μελέτες δημοσιευμένες μεταξύ 1980 έως και Σεπτεμβρίου 2020, που αφορούσαν 15 μελέτες σε σύνολο 281 υγιών δοκιμαζόμενων και 2 μελέτες σε 52 ασθενείς με εγκεφαλική παράλυση, βρήκαν ότι σε υγιή πληθυσμό, η πολυπλοκότητα της γνωστικής

εργασίας δεν δύναται να καθορίσει την μείωση ή αύξηση της ορθοστατικής σταθερότητας κατά την διττή γνωστική-κινητική συνθήκη και επομένως, η υπόθεση της μη-γραμμικής U σχέσης δεν επιβεβαιώθηκε. Αντιθέτως, η ηλικία και η απαίτηση της ορθοστατικής σταθερότητας (π.χ., επίδραση οπτικών πληροφοριών) έχουν διαφορετική επίδραση στην ορθοστατική σταθερότητα κατά την διττή συνθήκη, υπονοώντας ότι η ανάμειξη των γνωστικών πόρων ή των υψηλότερων φλοιϊκών λειτουργιών στον ορθοστατικό έλεγχο πιθανόν εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από αυτούς τους δύο παράγοντες. Τέλος, οι ερευνητές υπογραμμίζουν την ανάγκη για περαιτέρω μελέτη, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες, όπως μεθοδολογικές παραλλαγές, λεκτική άρθρωση και μη γραμμική ανάλυση για πληρέστερη κατανόηση των επιδράσεων κατά τη διττή εργασία στη γνωστική-κινητική απόδοση (Salihu et al., 2022). Οι αυτόματες εργασίες στάσης είναι λιγότερο πιθανό να παρεμβαίνουν σε ταυτόχρονες εργασίες, σε σύγκριση με εκείνες που απαιτούν περισσότερους γνωστικούς πόρους. Όταν ο έλεγχος στάσης περιλαμβάνει υψηλότερες απαιτήσεις προσοχής, η προσθήκη μιας εργασίας που απαιτεί προσοχή μπορεί να οδηγήσει σε παρεμβολές, που εκδηλώνονται ως μειωμένη απόδοση είτε στην εργασία στάσης, είτε στην ταυτόχρονη εργασία ή και στις δύο (κόστος διττής εργασίας) (Ruffieux et al., 2015). Τέλος, οι Silva και συν. (2013) υπογραμμίζουν τη δυναμική φύση της διατήρησης της ισορροπίας, το ρόλο του ΚΜΣ και την προσαρμοστικότητα του σώματος σε απόκριση σε εξωτερικούς παράγοντες, καθώς και τις πιθανές μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στη στάση και την ισορροπία, ιδιαίτερα στους εφήβους, τονίζοντας τη σημασία της έγκαιρης αξιολόγησης και παρέμβασης.



### III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

#### 3.1. Δοκιμαζόμενοι

Στην έρευνα συνολικά συμμετείχαν 21 υγιείς ενήλικες γυναίκες, ηλικίας 21-54 ετών με φυσιολογική όραση. Ως κριτήρια επιλογής συμμετοχής στη μελέτη ορίστηκαν: α) πρότερη ελάχιστη εμπειρία χρήσης ψηλοτάκουων υποδημάτων τουλάχιστον για 3-4 φορές κατά το τελευταίο έτος, β) απουσία συστηματικής φυσικής δραστηριότητας σε δραστηριότητες χορού σε αίθουσα (π.χ. χορός λάτιν, φλαμένγκο) και γ) απουσία ιστορικού μυοσκελετικών ή συνδεσμικών τραυματισμών ή και νευρολογικών διαταραχών κατά το τελευταίο εξάμηνο. Ως κριτήριο αποκλεισμού ορίστηκε η λήψη φαρμακευτικής αγωγής με παρενέργειες στα συστήματα ορθοστατικού ελέγχου. Οι δοκιμαζόμενες, αφού ενημερώθηκαν για το σκοπό και τη διαδικασία των μετρήσεων, πήραν μέρος στη μελέτη έχοντας δώσει εγγράφως τη συγκατάθεσή τους συμπληρώνοντας τα (α) έντυπο συγκατάθεσης συμμετοχής στη μελέτη (Παράρτημα Α.2), και (β) ατομικό ιστορικό συμμετέχοντα. Για την αξιολόγηση του επιπέδου φυσικής δραστηριότητας, ζητήθηκε από τις συμμετέχουσες να συμπληρώσουν το σύντομο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της φυσικής δραστηριότητας (IPAQ) (Παράρτημα Α.3). Η μελέτη είχε εγκριθεί από την εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής της ΣΕΦΑΑ με αριθμό πρωτοκόλλου έγκρισης 1542/09-10-2023 (Παράρτημα Α.1).

### **3.2. Διαδικασία συλλογής των δεδομένων**

Η διαδικασία συλλογής των δεδομένων διακρίθηκε σε μετρήσεις αναφοράς και πειραματικές μετρήσεις, κατά τις οποίες οι συμμετέχουσες έλαβαν μέρος σε μία (1) συνεδρία συνολικής διάρκειας ~90' λεπτών. Οι συνεδρίες διεξήχθησαν σε διαμορφωμένο κλειστό χώρο, μέσω κατάλληλου εξοπλισμού, εντός των εγκαταστάσεων της ΣΕΦΑΑ. Όλες οι δοκιμασίες ήταν απόλυτα ασφαλείς και πραγματοποιήθηκαν υπό επίβλεψη. Αμφότερες οι μετρήσεις αναφοράς και οι πειραματικές μετρήσεις είχαν διάρκεια συλλογής 30 δευτ. ανά προσπάθεια, ενώ μεταξύ των μετρήσεων αναφοράς και των πειραματικών υπήρξε διάστημα 45 λεπτών για τον περιορισμό της επίδρασης της μάθησης. Στις δοκιμαζόμενες δόθηκε η οδηγία να απέχουν από οποιαδήποτε φυσική δραστηριότητα τουλάχιστον 24 ώρες πριν από τη συνεδρία.

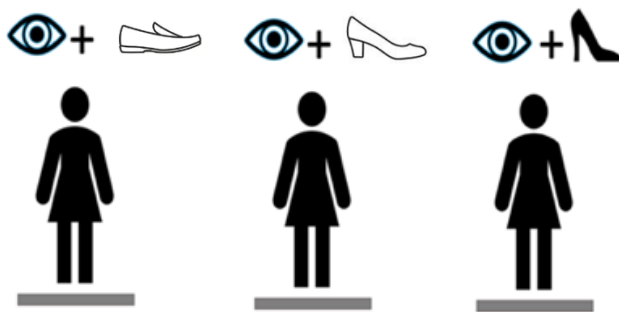
#### **3.2.1. Μετρήσεις αναφοράς**

Οι μετρήσεις αναφοράς περιλάμβαναν δοκιμασίες σε 3 συνθήκες, συγκεκριμένα κατά τη συνθήκη ορθοστατικής απόδοσης, εκείνης της γνωστικής διεργασίας Α και της Β αντίστοιχα.

##### **3.2.1.1. Ορθοστατική απόδοση.**

Η ορθοστατική απόδοση (ΟΑ) αξιολογήθηκε με υποδήματα ίδιας προδιαγραφής σε 3 διαφορετικά ύψη τακουνιού και συγκεκριμένα με α) χαμηλό τακούνι ( $1\pm 2$  εκ.), β) μεσαίο τακούνι (7 εκ.) και γ) υψηλό τακούνι (10.1 εκ.), σε δοκιμασία στατικής διποδικής στήριξης με ανοικτά μάτια (Εικόνα 3.1) μέσω μονοαξονικής

δυναμοπλατφόρμας ισορροπίας (Wii, Biovision,  $F_s = 1000\text{Hz}$ ). Οι δοκιμαζόμενες έλαβαν ως οδηγία να έχουν τα άνω άκρα τους χαλαρά στα πλάγια του σώματός τους και το βλέμμα τους εστιασμένο σε ένα νοερό σημείο απέναντι στον τοίχο στην ευθεία των ματιών τους.

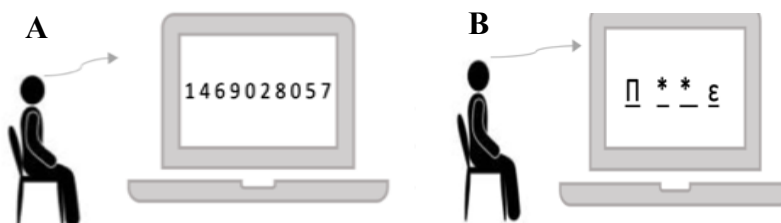


*Εικόνα 3.1. Απεικόνιση της αξιολόγησης της ορθοστατικής απόδοσης (OA) κατά τις μετρήσεις αναφοράς με υπόδημα με χαμηλό τακούνι (αριστερό σκίτσο), μεσαίο (μεσαίο σκίτσο) και υψηλό τακούνι αντίστοιχα (δεξί σκίτσο).*

#### 3.2.1.2. Γνωστική εργασία-A.

Η γνωστική εργασία A βασίζεται στις θεωρίες της συγκέντρωσης της προσοχής και ικανότητας επεξεργασίας ερεθισμάτων και αφορούσε στην αξιολόγηση της ικανότητας ανάκλησης βραχυπρόθεσμης μνήμης με οπτικό ερέθισμα και προφορική απάντηση (Riley et al., 2005). Μετά την παροχή σχετικών οδηγιών, κάθε δοκιμαζόμενη ήταν σε καθιστή θέση απέναντι από μια οθόνη Η/Υ στην οποία εμφανίζονταν στο περιβάλλον της εφαρμογής PowerPoint© μια σειρά από 10 διαφάνειες, με την κάθε μια να προβάλλει ένα αριθμητικό ψηφίο (Εικόνα 3.2Α). Η ταχύτητα εμφάνισης των διαφανειών είχε επιλεγεί να είναι ανά 1 δευτ., ενώ το χρονικό διάστημα μεταξύ των διαφανειών, άρα και η παραμονή του εκάστοτε ψηφίου στην οθόνη ήταν 0.75 δευτ. αντίστοιχα. Μετά το τελευταίο 10ο ψηφίο, η οθόνη του Η/Υ μαύριζε και οι δοκιμαζόμενες έπρεπε να ανακαλέσουν φωνητικά

την ακριβή σειρά εμφάνισης των ψηφίων. Η σειρά εμφάνισης αυτών ήταν τυχαία και δημιουργήθηκε στην εφαρμογή Excel© με χρήση κατάλληλης εντολής και αφορούσε μονοψήφια ψηφία εύρους από το 0 έως το 9. Η βαθμολογία στην γνωστική εργασία A δίνονταν ως το σύνολο των λαθών, δηλαδή το άθροισμα των ψηφίων που ανακαλέστηκαν με λανθασμένη σειρά. Παραδείγματος χάριν, εάν ανακαλέστηκε η σωστή σειρά εμφάνισης των 4 από τα 10 ψηφία μια προσπάθειας, η βαθμολογία ήταν 6 σφάλματα αντιπροσωπεύοντας το μέγιστο πλήθος ψηφίων που δεν ανακλήθηκαν (Riley et al., 2005). Κατά τις μετρήσεις αναφοράς, δίνονταν 2 προσπάθειες με την ίδια τυχαία σειρά εμφάνισης ψηφίων.



**Εικόνα 3.2.A:** Απεικόνιση της διαδικασίας της γνωστικής εργασίας A για την αξιολόγηση της βραχυπρόθεσμης μνήμης μέσω ανάκλησης της ακριβούς σειράς εμφάνισης 10 μονοψήφιων τυχαία προβαλλόμενων σε οθόνη H/Y ψηφίων. **B:** Απεικόνιση της διαδικασίας της γνωστικής εργασίας B για την αξιολόγηση της γνωστικής απόδοσης μέσω οπτικής αναζήτησης και διαμόρφωσης φράσης 4 λέξεων.

### 3.2.1.3. Γνωστική εργασία-B.

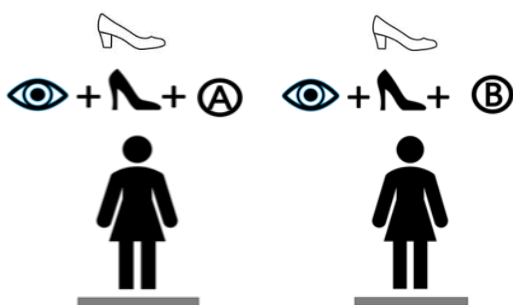
Η γνωστική εργασία B αφορούσε μια εργασία οπτικής αναζήτησης και λεκτικής διαμόρφωσης προτάσεων με 4 λέξεις (Shumway-Cook et al., 1997), κατά την οποία θεωρείται ότι η ικανότητα της προσοχής/συγκέντρωσης διαμεσολαβεί πολύ περισσότερο με έναν κινητικό σκοπό συγκριτικά με μια γνωστική εργασία προσοχής βασισόμενη σε ακουστικό ερέθισμα κατά την αξιολόγηση της απόδοσης

σε διττή συνθήκη γνωστικού-κινητικού σκοπού (Wickens, 2002). Για την αξιολόγηση της εργασίας B και μετά την παροχή σχετικών οδηγιών, κάθε δοκιμαζόμενη ήταν σε καθιστή θέση απέναντι από μια οθόνη Η/Υ, στις οποίες προβάλλονταν στο περιβάλλον της εφαρμογής PowerPoint© διαφάνεια που αποτελούνταν από τέσσερις (4) θέσεις, εκ των οποίων οι 2 είχαν προκαθορισμένο αρχικό γράμμα, βάσει του οποίου η λέξη θα ξεκινούσε από αυτό το γράμμα, ενώ οι άλλες δύο θέσεις είχαν έναν αστερίσκο, που αντιστοιχούσε στη συμπλήρωση λέξεων κατά βούληση (Εικόνα 3.2B). Αποκλειόταν η χρήση κυρίων ονομάτων, τοπωνυμίων κ.ά. και σκοπός ήταν η διαμόρφωση συντακτικά και νοηματικά όσο περισσότερων σωστών φράσεων ανά διάφανεia μπορούσε να διαμορφώσει λεκτικά κάθε δοκιμαζόμενη καθ'όλη τη διάρκεια των 30 δευτ. της προσπάθειας. Κάθε φράση βαθμολογούνταν με 1 βαθμό για κάθε λέξη που πληρούσε τα κριτήρια (μέγιστο σκορ = 4 βαθμοί) και με 2 βαθμούς για την σωστή σύνταξη, με μέγιστο επομένως σκορ τους 6 βαθμούς ανά φράση. Στο τέλος, υπολογίζονταν το άθροισμα του συνόλου των διαμορφωμένων φράσεων επί την βαθμολογία και διαιρούνταν με το σύνολο των φράσεων, π.χ. σε σύνολο 10 φράσεων με άριστη βαθμολογία ανά φράση, η τελική βαθμολογία ισούνταν με  $10 * 6 = 60/10 = 6$  (Shumway-Cook et al., 1997). Κατά τις μετρήσεις αναφοράς, οι δοκιμαζόμενες είχαν 2 προσπάθειες.

### **3.2.2. Πειραματικές μετρήσεις διττής συνθήκης γνωστικής-κινητικής εργασίας**

Οι πειραματικές μετρήσεις αφορούσαν στην αξιολόγηση της ΟΑ σε δύο συνθήκες και συγκεκριμένα: α) Διττή συνθήκη-A, που αφορούσε στην ταυτόχρονη

εκτέλεση στατικής διποδικής ήρεμης στήριξης και της γνωστικής εργασίας-A, και β) Διττή συνθήκη-B, που αφορούσε στην ταυτόχρονη εκτέλεση στατικής διποδικής ήρεμης στήριξης και της γνωστικής εργασίας-B. Οι πειραματικές αυτές συνθήκες εκτελούνταν με δύο ύψη τακουνιών, με μεσαίο τακούνι (ΜΤ: 7εκ.) και με υψηλό τακούνι (ΥΤ: 10.1εκ.) αντίστοιχα. Σε κάθε πειραματική συνθήκη, η διάρκεια καταγραφής της δοκιμασίας ήταν 30 δευτ. και γίνονταν 3 προσπάθειες.



*Εικόνα 3.3. Απεικόνιση της πειραματικής διττής συνθήκης A για την αξιολόγηση της ορθοστατικής απόδοσης με 2 ύψη τακουνιού ταυτόχρονα με την γνωστική εργασία-A (βλ. Εικόνα 3.2.A) και της διττής συνθήκης B για την αξιολόγηση της ορθοστατικής απόδοσης με 2 ύψη τακουνιού ταυτόχρονα με την γνωστική εργασία-B (βλ. Εικόνα 3.2.B).*

### **3.3. Μέσα συλλογής και επεξεργασία δεδομένων**

#### **3.3.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά**

Οι μετρήσεις των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών αφορούσαν στη μέτρηση της σωματικής μάζας σε κιλά, στη μέτρηση του αναστήματος σε εκατοστά με τη χρήση αναστημόμετρου, καθώς και του μήκους σε εκατοστά αμφοτέρων των κάτω άκρων σε ύπτια θέση, για διάγνωση τυχόν ανισοσκελίας, με τη χρήση μετροταινίας.

### 3.3.2. Αξιολόγηση της ορθοστατικής απόδοσης

Η ορθοστατική απόδοση (ΟΑ) αξιολογήθηκε με την δοκιμασία της στατικής ήρεμης διποδικής στήριξης με ανοικτά (ΑΜ) σε 3 έγκυρες προσπάθειες (διάρκειας 30 δευτ. έκαστη) με διαβαθμίσεις στο ύψος τακουνιού: χαμηλό τακούνι (~1-2 εκ.), μεσαίο τακούνι (7 εκ.) και υψηλό τακούνι (10.1 εκ.). Κατά την αξιολόγηση της ΟΑ, δόθηκαν στις συμμετέχουσες οι οδηγίες να παραμείνουν όσο το δυνατόν πιο ακίνητες μπορούσαν διατηρώντας τα άνω άκρα τους σε χαλαρή θέση στα πλάγια του σώματος τους, το βλέμμα τους συγκεντρωμένο σε ένα συγκεκριμένο σημείο απέναντί τους στην αίθουσα διεξαγωγής των μετρήσεων, την κεφαλή τους σε ουδέτερη θέση και με την ευθεία των ματιών τους παράλληλα με το έδαφος, διατηρώντας το σώμα τους όσο δυνατόν σε όρθια κατακόρυφη θέση. Έγκυρες θεωρούνταν οι προσπάθειες που οι συμμετέχουσες διατηρούσαν αποτελεσματικά την ισορροπία τους για το συνολικό χρόνο της προσπάθειας.

Για τον προσδιορισμό της ΟΑ καταγράφηκαν τα δεδομένα του Κέντρου Πίεσης (ΚΠ), και για το διάστημα μεταξύ 2<sup>ου</sup>-27<sup>ου</sup> δευτερολέπτου κάθε προσπάθειας ( $\Delta t=25$  δευτ.) υπολογίστηκαν με χρήση προσαρμοσμένου λογισμικού (Matlab, v.R2012b) οι παρακάτω παράμετροι: α) μήκος μετατόπισης του ΚΠ (εκ.), β) εύρος ταλάντευσης του ΚΠ στην πρόσθιο-οπίσθια κατεύθυνση (εκ.), γ) εύρος ταλάντευσης του ΚΠ στην έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση (εκ.).

### 3.4. Στατιστική επεξεργασία

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων αφορούσε περιγραφική στατιστική και α) ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (ύψους τακουνιού εν. ορθοστατικής

απόδοσης (OA)) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (RM ANOVA) στον παράγοντα OA (OA ελέγχου εν. OA σε διττή συνθήκη) για τον έλεγχο της κύριας επίδρασης του ύψους τακουνιού (2 επίπεδα: μεσαίο (MT) - υψηλό τακούνι (YT)) ξεχωριστά ανά διττή συνθήκη A και B, και πιθανής αλληλεπίδρασης ύψους τακουνιού και OA σε διττή συνθήκη στις παραμέτρους της ορθοστατικής απόδοσης. Σε περίπτωση σημαντικής κύριας επίδρασης ή αλληλεπίδρασης διεξήχθησαν κατά ζεύγη μετά-συγκρίσεις με διόρθωση Bonferroni, β) έλεγχοι t εξαρτημένων δειγμάτων για τον έλεγχο της απόδοσης στην γνωστική εργασία A και B μεταξύ του επιπέδου αναφοράς και του αντίστοιχου επιπέδου κατά την διττή συνθήκη A και B ξεχωριστά ανά ύψος τακουνιού (MT, YT), και γ) ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα (γνωστική εργασία A εν. B) για τον έλεγχο της επίδρασης της γνωστικής εργασίας στην ορθοστατική απόδοση ξεχωριστά για MT και YT. Το επίπεδο σημαντικότητας για όλους τους ελέγχους ορίστηκε σε  $\alpha = 0.05$ .



## IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης.

### 4.1. Δοκιμαζόμενοι

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1. Οι δοκιμαζόμενες χαρακτηρίζονταν από υψηλό επίπεδο φυσικής δραστηριότητας με μέση δραστηριότητα τα  $3350 \pm 2521$  MET-λεπτά την εβδομάδα.

**Πίνακας.** Σωματομετρικά χαρακτηριστικά δοκιμαζόμενων (μέση τιμή $\pm$ τ.α).

Παράμετρος	
Ηλικία (έτη)	37.9 $\pm$ 10.6
Σωματική Μάζα (κιλά)	66.5 $\pm$ 10.2
Σωματικό Ανάστημα (εκ)	169.0 $\pm$ 6.3
Δείκτης Μάζας Σώματος (κιλά/μέτρα <sup>2</sup> )	23.2 $\pm$ 2.8
Υψιο μήκος αριστερού κάτω άκρου (εκ)	90.6 $\pm$ 4.4
Υψιο μήκος δεξιού κάτω άκρου (εκ)	90.6 $\pm$ 4.4

### 4.2. Ορθοστατική απόδοση

#### 4.2.1. Ορθοστατική απόδοση κατά τη διττή συνθήκη-A

Για την ορθοστατική απόδοση και συγκεκριμένα το μήκος μετατόπισης ΚΠ παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές λόγω επίδρασης του ύψους του τακουνιού ( $F_{1,40}=12.798$ ,  $p=0.001$ ). Δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της μέτρησης αναφοράς και της πειραματικής διττής συνθήκης-A (Wilk's Lambda=0.929,  $F_{1,40}=3.039$ ,  $p=0.089$ ) καθώς ούτε και στην αλληλεπίδραση ύψους τακουνιού και διττής συνθήκης-A (Wilk's Lambda=0.985,  $F_{1,40}=0.613$ ,  $p>0.05$ ). Σχετικά με το εύρος προσθιοπίσθιας ταλάντευσης ΚΠ δεν παρουσιάστηκαν

σημαντικές διαφορές λόγω διαφορετικού ύψους τακουνιού ( $F_{1,40}=0.716, p>0.05$ ), ούτε και μεταξύ της μέτρησης αναφοράς και της πειραματικής διττής συνθήκης-A ( $\text{Wilk's Lambda}=0.999, F_{1,40}=0.053, p>0.05$ ) όπως και στην αλληλεπίδραση ύψους τακουνιού και διττής συνθήκης-A ( $\text{Wilk's Lambda}=0.964, F_{1,40}=1.474, p>0.05$ ) (Πίνακας 4.2). Τέλος, στην περίπτωση του εύρους έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης ΚΠ δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές λόγω επίδρασης του ύψους τακουνιού ( $F_{1,40}=0.312, p>0.05$ ) ούτε και σημαντική αλληλεπίδραση ύψους τακουνιού και διττής συνθήκης-A ( $\text{Wilk's Lambda}=0.964, F_{1,40}=1.474, p>0.05$ ) (Πίνακας 4.2). Ωστόσο, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της μέτρησης αναφοράς και διττής συνθήκης-A ( $\text{Wilk's Lambda}=0.901, F_{1,40}=4.374, p=0.043$ ), με την ταλάντωση στην έσω-έξω πλάγια διεύθυνση να έχει επιδεινωθεί κατά την στήριξη είτε με μεσαίο είτε με υψηλό ύψος τακουνιού ταυτόχρονα με την εκτέλεση της γνωστικής διεργασίας A (Μέτρηση αναφοράς εν. πειραματικής διττής συνθήκης-A: 0.78 εν. 0.99 εκ).

**Πίνακας.** Ορθοστατική απόδοση (μέση τιμή±τ.α) κατά τη διττή συνθήκη-A

Παράμετρος	Μήκος Μετατόπισης ΚΠ		Εύρος Προσθιοπίσθιας Ταλάντευσης		Εύρος έσω-έξω-πλάγιας Ταλάντευσης	
	ΜΤ	ΥΤ	ΜΤ	ΥΤ	ΜΤ	ΥΤ
Ύψος τακουνιού						
Μέτρηση αναφοράς	26.01±5.62	33.57±7.39	1.80±0.41	2.06±0.37	0.73±0.25	0.83±0.30
Πειραματική συνθήκη	25.18±7.24	31.38±6.95	1.91±0.88	1.90±0.60	1.12±0.98	0.86±0.45

Σημείωση: ΜΤ: μεσαίο ύψος τακουνιού, ΥΤ: υψηλό ύψος τακουνιού.

#### 4.2.2. Ορθοστατική απόδοση κατά τη διττή συνθήκη-B

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όσον αφορά στο μήκος μετατόπισης ΚΠ παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στην κύρια επίδραση του ύψους τακουνιού

( $F_{1,40}=13.201$ ,  $p=0.001$ ), ενώ δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της μέτρησης αναφοράς και της πειραματικής διττής συνθήκης-B (Wilk's Lambda=0.989,  $F_{1,40}=0.447$ ,  $p>0.05$ ) ούτε και σημαντική αλληλεπίδραση ύψους τακουνιού και διττής συνθήκης-B (Wilk's Lambda=0.960,  $F_{1,40}=1.655$ ,  $p>0.05$ ) (Πίνακας 4.3). Σχετικά με το εύρος της προσθιοπίσθιας ταλάντευσης ΚΠ δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές λόγω επίδρασης του ύψους τακουνιού ( $F_{1,40}=0.597$ ,  $p>0.05$ ), ούτε μεταξύ μετρήσεων και αναφοράς και πειραματικής συνθήκης (Wilk's Lambda=1.000,  $F_{1,40}=0.005$ ,  $p>0.05$ ) καθώς ούτε και στην αλληλεπίδραση ύψους τακουνιού και πειραματικής διττής συνθήκης-B (Wilk's Lambda=0.946,  $F_{1,40}=2.304$ ,  $p>0.05$ ). Τέλος, δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές λόγω ύψους τακουνιού ( $F_{1,40}=0.229$ ,  $p>0.05$ ) στο εύρος της έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης ΚΠ, όπως ούτε και στην αλληλεπίδραση μεταξύ ύψους τακουνιού και διττής συνθήκης-B (Wilk's Lambda=1.000,  $F_{1,40}=0.003$ ,  $p>0.05$ ), όμως σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μεταξύ της μέτρησης αναφοράς και διττής συνθήκης-B (Wilk's Lambda=0.826,  $F_{1,40}=8.424$ ,  $p=0.006$ ) (Πίνακας 4.3) με αύξηση της πλάγιας ταλάντευσης κατά την διττή συνθήκη-B ανεξάρτητα από το ύψος τακουνιού (Μέτρηση αναφοράς εν. πειραματικής διττής συνθήκης-B: 0.78 εν. 1.02 εκ).

**Πίνακας.** Ορθοστατική απόδοση (μέση τιμή±τ.α) κατά τη διττή συνθήκη-B

Παράμετρος	Μήκος Μετατόπισης ΚΠ (εκ)		Εύρος Προσθιοπίσθιας Ταλάντευσης (εκ)		Εύρος έσω-έξω-πλάγιας Ταλάντευσης (εκ)	
	ΜΤ	ΥΤ	ΜΤ	ΥΤ	ΜΤ	ΥΤ
Ύψος τακουνιού						
Μέτρηση αναφοράς	26.01±5.62	33.57±7.39	1.80±0.41	2.06±0.37	0.73±0.25	0.83±0.30
Πειραματική συνθήκη	26.58±5.12	31.78±7.24	1.95±0.79	1.92±0.58	0.97±0.41	1.07±0.63

Σημείωση: ΜΤ: μεσαίο ύψος τακουνιού, ΥΤ: υψηλό ύψος τακουνιού.

### 4.3. Γνωστική απόδοση

Τα αποτελέσματα αναφορικά με την γνωστική απόδοση δεν ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του επιπέδου αναφοράς και της απόδοσης κατά την γνωστική εργασία A είτε κατά την διποδική στήριξη με μεσαίο ύψος τακουνιού ( $t=1.053$ ,  $p=0.305$ ) είτε με υπόδημα με υψηλό τακούνι ( $t=0.153$ ,  $p=0.88$ ) (Πίνακας 4.4). Παρομοίως, η απόδοση κατά την γνωστική εργασία B δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ του επιπέδου αναφοράς και της αντίστοιχης απόδοσης κατά την διποδική στήριξη είτε με μεσαίο ύψος τακουνιού ( $t=-1.471$ ,  $p=0.157$ ) είτε με υπόδημα με υψηλό τακούνι ( $t=-1.272$ ,  $p=0.218$ ) (Πίνακας 4.4).

**Πίνακας.** Γνωστική απόδοση (μέση τιμή $\pm$ τ.α) κατά τις μετρήσεις αναφοράς και κατά την πειραματική διττή συνθήκη -A και -B.

Γνωστική Εργασία	Μετρήσεις αναφοράς	Πειραματική διττή συνθήκη	
		MT	YT
A	5.1 $\pm$ 2.0	4.5 $\pm$ 2.3	5.0 $\pm$ 2.2
B	5.3 $\pm$ 0.4	5.5 $\pm$ 0.3	5.5 $\pm$ 0.4

*Σημείωση:* Η γνωστική απόδοση στην εργασία A αναφέρεται σε σύνολο λαθών και στην εργασία B σε βαθμολόγηση με άριστη αξιολόγηση τον βαθμό 6. Η πειραματική διττή συνθήκη-A και -B αφορά στην απόδοση κατά την γνωστική εργασία A και B αντίστοιχα.

## V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.1. Κύρια ευρήματα της μελέτης

Η μελέτη είχε ως στόχο να διερευνήσει την επίδραση του ύψους τακουνιού στην σταθερότητα της στάσης σε διττή συνθήκη γνωστικής-κινητικής εργασίας σε γυναίκες χωρίς συστηματική χρήση υπόδησης με ψηλά τακούνια.

### 5.2. Ορθοστατική απόδοση

#### 5.2.1. Ορθοστατική απόδοση και ύψος τακουνιού

Είναι γνωστό ότι τα ψηλοτάκουνα υποδήματα επηρεάζουν την σταθερότητα της όρθιας στάσης λόγω αλλαγής του ύψους της πτέρνας που προκαλεί μια σειρά συνοδών κινηματικών και κινητικών αλλαγών στις αρθρώσεις των κάτω άκρων (Hapsari et al., 2016; Shang et al., 2020; Zeng et al., 2023), με την βασικότερη να αφορά στον περιορισμό της πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης (Chen et al., 2020). Κατά την βάρδιση με υψηλό τακούνι, κατάσταση που απαιτεί δυναμικό έλεγχο της θέσης του σώματος, η διαταραχή στον ορθοστατικό έλεγχο λόγω του ύψους τακουνιού προκαλεί αύξηση στη μετατόπιση του ΚΠ κατά 200% συγκριτικά με τον έλεγχο της στάσης βαδίζοντας με γυμνό πόδι προκειμένου να διατηρηθεί η σταθερότητα του σώματος (Cho & Choi, 2005). Τα παρόντα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν μερικώς την ερευνητική υπόθεση της εργασίας, καθώς η ορθοστατική απόδοση βρέθηκε σημαντικά μειωμένη με το μεγαλύτερο συγκριτικά με το χαμηλότερο ύψος τακουνιού μόνο στο μήκος μετατόπισης του ΚΠ. Συγκεκριμένα, η μείωση αυτή ήταν της τάξεως του ~27% κατά την διττή

συνθήκη-A (μεσαίο (MT) έναντι υψηλού τακουνιού (YT):  $25.6 \pm 1.4$  εν.  $32.5 \pm 1.4$  εκ) και 24.3% κατά την διττή συνθήκη-B (MT έναντι YT:  $26.3 \pm 1.2$  εν.  $32.7 \pm 1.2$  εκ) αντίστοιχα. Προηγούμενες μελέτες έχουν αναφέρει μείωση της ορθοστατικής σταθερότητας με χρήση ψηλών τακουνιών κυρίως λόγω αύξησης της προσθιοπίσθιας και έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης του ΚΠ (Chen et al., 2020; Cho & Choi, 2005; Emmanouil & Rousanoglou, 2018; Gerber et al., 2012; Mika et al., 2016; Wan et al., 2019), ενώ μόλις σε μία μελέτη με χρήση τακουνιού ύψους 7 εκ. δεν μειώθηκε η ορθοστατική σταθερότητα, ωστόσο οι δοκιμαζόμενες ήταν τακτικές χρήστριες υποδημάτων με ψηλά τακούνια (Yamada-Yanagawa et al., 2022).

Η απουσία διαφορών στο εύρος της προσθιοπίσθιας και έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης του ΚΠ στην παρούσα εργασία πιθανότατα σχετίζεται με το αυξημένο επίπεδο φυσικής δραστηριότητας των συμμετεχόντων (κατά μέσο όρο, 3350 MET-λεπτά την εβδομάδα). Οι Wan και συν. (2019) αναφέρουν ότι οι συνήθεις χρήστριες υποδήματος με ψηλό τακούνι εμφάνισαν βελτιωμένο έλεγχο ισορροπίας, παρά την εισαγωγή παραμορφώσεων σταθερότητας τόσο στην πρόσθια-οπίσθια όσο και στην έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση. Παρόλο που οι συμμετέχουσες της παρούσας εργασίας δεν είχαν συστηματική εμπειρία υπόδησης με ψηλά τακούνια, είναι πιθανόν ότι το αυξημένο επίπεδο φυσικής τους κατάστασης να αντιστάθμισε τις διαταραχές στην ιδιοδεκτικότητα και στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης (Weitkynat et al., 2016) λόγω του αυξημένου ύψους της πτέρνας από το ψηλό τακούνι. Επιπλέον, η καλή φυσική κατάσταση των συμμετεχόντων να συνεισέφερε ώστε να μην επηρεαστεί αρνητικά η υπεύθυνη για την όρθια στάση

σώματος δραστηριότητα κυρίως των μυών της γάμπας (Chen et al., 2020; Gefen et al., 2002; Le Mouel & Brette, 2017) καθώς έχει φανεί ότι ακόμα και αρχάριες χρήστριες υποδημάτων ψηλών τακουνιών αυξάνουν την ταχύτητα ταλάντευση του ΚΠ προκειμένου να ρυθμίσουν την ορθοστατική δραστηριότητα κατά την όρθια στάση με ψηλά τακούνια (Yamada-Yanagawa et al., 2022).

### **5.2.2. Ορθοστατική απόδοση κατά τη διττή γνωστική-κινητική κατάσταση**

Η παρούσα εργασία διερεύνησε την ορθοστατική απόδοση κατά την ταυτόχρονη εκτέλεση μιας γνωστικής διεργασίας και ενός ορθοστατικού σκοπού. Τα αποτελέσματα δεν επιβεβαίωσαν την ερευνητική υπόθεση μείωσης της ορθοστατικής απόδοσης κατά την κατάσταση διττής γνωστικής-κινητικής εργασίας λόγω του ύψους τακουνιού, καθώς δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στην ορθοστατική απόδοση κατά την διττή γνωστική-κινητική εργασία για το υψηλό συγκριτικά με το μεσαίο ύψος τακουνιού σε καμία εξεταζόμενη παράμετρο του ΚΠ σε καμία από τις δύο διττές συνθήκες. Βρέθηκε μόνο σημαντική επίδραση της διττής συνθήκης, τόσο της Α όσο και της Β, στο εύρος της έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης του ΚΠ, και συγκεκριμένα βρέθηκε ότι η πλάγια ορθοστατική απόδοση μειώθηκε κατά την ταυτόχρονη εκτέλεση της γνωστικής διεργασίας (Α και Β) συγκριτικά με την ορθοστατική απόδοση χωρίς ταυτόχρονη γνωστική διεργασία, με την μείωση αυτή να είναι ανεξάρτητη του ύψους τακουνιού.

Το μοντέλο της διττής γνωστικής-κινητικής εργασίας παρέχει σημαντικές ενδείξεις για τον τρόπο με τον οποίο το ΚΝΣ κατανέμει τους διαθέσιμους πόρους του ανάλογα με την ιεράρχηση των προτεραιοτήτων που έχει θέσει (Amico &

Schaefer, 2022; Fraizer & Mitra, 2008; Mitra et al., 2022). Σύμφωνα με την υπόθεση της περιορισμένης δράσης, οι αυτόματες εργασίες ελέγχου της όρθιας στάσης είναι λιγότερο πιθανό να παρεμβαίνουν σε ταυτόχρονες γνωστικές εργασίες μικρής απαίτησης σε σύγκριση με εκείνες που απαιτούν περισσότερους γνωστικούς πόρους. Ωστόσο, όταν ο έλεγχος της όρθιας στάσης περιλαμβάνει υψηλότερες απαιτήσεις προσοχής, τότε η προσθήκη μιας γνωστικής εργασίας που απαιτεί προσοχή μπορεί να οδηγήσει σε παρεμβολές, που εκδηλώνονται ως μειωμένη απόδοση είτε στην εργασία όρθιας στάσης, είτε στην ταυτόχρονη εργασία ή και στις δύο (κόστος διττής εργασίας) (Richer & Lajoie, 2019; Ruffieux et al., 2015; Salihu et al., 2022). Το αυξημένο ύψος τακουνιού μπορεί να θεωρηθεί ως μια απαιτητική κατάσταση σταθερότητας και σύμφωνα με την παραπάνω υπόθεση, αναμένονταν ότι λόγω της προσοχής και συγκέντρωσης που απαιτούσαν οι γνωστικές εργασίες, οι διαθέσιμοι πόροι που θα κατένειμε το ΚΝΣ δεν θα επαρκούσαν για την ήδη αυξημένη απαίτηση για ορθοστατική σταθερότητα. Η απουσία αλληλεπίδρασης μεταξύ της διττής γνωστικής-κινητικής εργασίας και του ύψους τακουνιού πιθανόν να υποδηλώνει ότι οι συμμετέχουσες εστίασαν την προσοχή τους στην γνωστική διεργασία και έχοντας ως πλεονέκτημα το υψηλό επίπεδο φυσικής κατάστασής τους ανταποκρίθηκαν στην ορθοστατική εργασία σαν να φορούσαν απλά ένα υπόδημα. Έχει προταθεί ότι διευκολύνεται η ενεργοποίηση των αυτόματων μηχανισμού ελέγχου της κίνησης όταν η εστίαση της προσοχής μετατοπίζεται προς έναν εξωτερικό σκοπό (όπως γνωστική εργασία) αντί για την εσωτερική εστίαση προς την εξασφάλιση της σταθερότητας του προσανατολισμού σώματος (Richer & Lajo, 2019). Ωστόσο, τα παρόντα αποτελέσματα δείχνουν



υποβάθμιση της αυτοματοποιημένης διαδικασίας ορθοστατικού ελέγχου λόγω της διττής εργασίας (Salihu et al., 2022), καθώς η αυξημένη ταλάντωση της έσω-έξω πλάγιας κατεύθυνσης ήταν ~27% και ~31% στη διττή συνθήκη A και B αντίστοιχα.

Ένας κρίσιμος παράγοντας που δύναται να επιδράσει στο κόστος απόδοσης σε διττή εργασία είναι η ηλικία λόγω των προκλήσεων ορθοστατικού ελέγχου που αντιμετωπίζει το λιγότερο αποτελεσματικό μυοσκελετικό και αισθητηριακό σύστημα των ηλικιωμένων συγκριτικά με νεότερους ενήλικες (Horak, 2006), καθώς και της διαφορετικής ιεράρχησης των προτεραιοτήτων για διάθεση των πόρων από το ΚΝΣ ανάλογα με το γνωστικό φορτίου (Jamet et al., 2007; Paran et al., 2022; Richer & Lajo, 2019; Rosso et al., 2017; Van Impe et al., 2012). Στην παρούσα εργασία, οι συμμετέχουσες ήταν ενήλικες γυναίκες ηλικιακού εύρους 28 έως 48 ετών με υψηλό επίπεδο φυσικής δραστηριότητας, όντας επομένως σε θέση να αξιοποιήσουν στο βέλτιστο όλα τα συστήματα του ορθοστατικού ελέγχου κατά την στήριξή τους με μεσαίο και υψηλό τακούνι. Ένας άλλος παράγοντας που δύναται να επηρεάσει το παρατηρούμενο κόστος απόδοσης σε μια διττή συνθήκη είναι το επίπεδο εμπειρίας (Schaefer, 2014; Vuillerme & Nougier, 2004) με προηγούμενες μελέτες να έχουν δείξει ότι έμπειρες χρήστριες υποδημάτων με ψηλό τακούνι προσάρμοσαν τη βάδιση τους πιο εύκολα στο είδος του υποδήματος και στο γνωστικό φορτίο συγκριτικά με μη-έμπειρες χρήστριες (Schaefer & Lindenberger, 2013). Οι συμμετέχουσες δεν είχαν συστηματική εμπειρία υπόδησης με ψηλά τακούνια, ωστόσο έχει προηγουμένως φανεί ότι ακόμα και αρχάριες χρήστριες υποδημάτων ψηλών τακουνιών εμφανίζουν ρυθμιστική δραστηριότητα μέσω μεταβολής της ταχύτητας ταλάντευσης του ΚΠ κατά την όρθια στάση με

ψηλά τακούνια (Yamada-Yanagawa et al., 2022). Αναφέρεται επίσης ότι κατά τη διάρκεια της διττής συνθήκης σε μια απαιτητική στάση, υγιείς νεαροί ενήλικες μπορεί να δώσουν προτεραιότητα είτε στη γνωστική εργασία, αφήνοντας τη σταθερότητα της στάσης να επηρεάζεται αρνητικά από τη διττή εργασία, είτε στη στάση του σώματος μειώνοντας τη γνωστική απόδοση, καθώς η επιλογή της εργασίας προς ιεράρχηση φαίνεται ότι εξαρτάται, μεταξύ άλλων παραγόντων, από την αντιληπτή ασφάλεια της απειλής (Ruffieux et al., 2015; Salihu et al., 2022). Η γνωστική απόδοση των συμμετεχόντων δεν βρέθηκε να διαφέρει μεταξύ των μετρήσεων αναφοράς, που αφορούσε σε στήριξη με υπόδημα με ελάχιστο τακούνι (1 εκ.), και των μετρήσεων διττής συνθήκης με το μεσαίο και υψηλό τακούνι. Επομένως, η παρατηρούμενη αύξηση της πλάγιας ταλάντευσης του ΚΠ στη διττή συνθήκη Α και Β, η οποία υπήρξε ανεξάρτητη από το ύψος τακουινιού, πιθανόν υποδηλώνει ότι σε μια κατάσταση διττής γνωστικής-ορθοστατικής εργασίας, η προσθήκη τακουινιού ύψους  $\geq 7$  εκατοστών εκλήφθηκε ως απειλή στην σταθερότητα του συστήματος που ρυθμίστηκε μέσω προσαρμογών στην ευθυγράμμιση του σώματος σε σχέση με τον πλάγιο άξονά του. Ενδεχομένως, το υψηλό επίπεδο φυσικής δραστηριότητας των συμμετεχόντων να συνετέλεσε ώστε οι ρυθμίσεις του ΚΠ ως αντιστάθμιση στις διαταραγμένες ροπές αδράνειας του σώματος λόγω του αυξημένου ύψους της πτέρνας, που μετατοπίζει το ΚΜΣ προς τα εμπρός και προς το έσω μέρος του ποδιού (Sun et al., 2016), να περιορίστηκαν κατά την προσθιοπίσθια διεύθυνση ταλάντευσης, η οποία δεν βρέθηκε σημαντικά αυξημένη.

### 5.3. Γνωστική απόδοση

Στο μοντέλο διττής γνωστικής-κινητικής εργασίας είναι μεθοδολογικά αναγκαίο να προσδιορίζεται το επίπεδο αναφοράς των εργασιών αυτών μεμονωμένα προτού ελεγχθεί η μεταξύ τους αλληλεπίδραση (Fraizer & Mitra, 2008). Στην παρούσα μελέτη, τα αποτελέσματα της γνωστικής απόδοσης κατά τις 2 εξεταζόμενες διεργασίες δεν διέφεραν μεταξύ των επιπέδων αναφοράς και των πειραματικών συνθηκών, υποδηλώνοντας ότι η γνωστική απόδοση δεν επηρεάστηκε από το μεσαίο και υψηλό ύψος τακουνιού, παρά το γεγονός ότι η γνωστική διεργασία A αξιολόγησε την βραχυπρόθεσμη μνήμη και η γνωστική διεργασία B, την ικανότητα προσοχής/συγκέντρωσης μέσω οπτικού ερεθίσματος και λεκτικής απόκρισης, για τα οποία θεωρείται ότι η ικανότητα της προσοχής/συγκέντρωσης διαμεσολαβεί πολύ περισσότερο με έναν κινητικό σκοπό συγκριτικά με μια γνωστική εργασία προσοχής βασισμένη σε ακουστικό ερέθισμα κατά την αξιολόγηση της απόδοσης σε διττή συνθήκη γνωστικού-κινητικού σκοπού (Wickens, 2002). Πιθανότατα το γνωστικό φορτίο των δύο γνωστικών διεργασιών να μην υπήρξε απαιτητικό για τις συμμετέχουσες της μελέτης, καθώς πλείστες μελέτες επισημαίνουν την αναγκαιότητα εξατομίκευσης του γνωστικού φορτίου σε γνωστικές διεργασίες σε κατάσταση διττής εργασίας (Chong et al., 2010; Fraizer & Mitra, 2008; Gursoy et al., 2022; Richer & Lajo, 2019; Salihu et al., 2022). Περιορισμό της εργασίας αποτελεί η μη αξιολόγηση του επιπέδου αντίληψης των συμμετεχόντων, παρόλο που το μορφωτικό τους επίπεδο ήταν ανώτατης εκπαίδευσης.

## VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

### 6.1. Συμπεράσματα

- Η επίδραση του αυξημένου ύψους τακουνιού επέφερε σημαντική αύξηση στο μήκος μετατόπισης του ΚΠ αλλά όχι στο εύρος της προσθιοπίσθιας και έσω-έξω πλάγιας ταλάντευσης του ΚΠ κατά την όρθια ήρεμη στήριξη με υψηλό συγκριτικά με μεσαίο τακούνι σε ενήλικες μη συστηματικές χρήστριες υποδημάτων με ψηλό τακούνι.
- Κατά την κατάσταση διττής γνωστικής-κινητικής εργασίας, δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ του ύψους τακουνιού και της διττής εργασίας, καθώς δεν βρέθηκε καμία μεταβολή στην ορθοστατική απόδοση κατά την διττή συνθήκη A και B μεταξύ του μεσαίου και υψηλού ύψους τακουνιού.
- Η κατάσταση διττής γνωστικής-κινητικής εργασίας επέφερε κόστος στην ορθοστατική απόδοση ανεξαρτήτως του ύψους τακουνιού, αυξάνοντας μόνο την έσω-έξω πλάγια ταλάντευση του ΚΠ και προτείνοντας μια σχετική διαμεσολάβηση στις αυτοματοποιημένες διαδικασίες του ορθοστατικού ελέγχου σε ενήλικες μη συστηματικές χρήστριες υποδημάτων με ψηλό τακούνι.

### 6.2. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η παρούσα μελέτη παρέχει χρήσιμες ενδείξεις για την ορθοστατική απόδοση ενήλικων γυναικών χωρίς συστηματική εμπειρία χρήσης υπόδησης με ψηλά

τακούνια σε μια κατάσταση διττής γνωστικής-κινητικής εργασίας. Προτείνεται περαιτέρω μελέτη που να συγκρίνει το διαφορετικό επίπεδο εμπειρίας στη χρήση υποδημάτων με αυξημένο ύψος τακουνιού καθώς και το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας των συμμετεχόντων. Επιπλέον, συνίσταται η όσο το δυνατόν εξατομίκευση του γνωστικού φορτίου, η οποία θα βοηθούσε στην διαμόρφωση ενός ευρύτερου φάσματος γνωστικών εργασιών προκειμένου να επιλέγεται η κατάλληλη γνωστική διεργασία ούτως ώστε να διαφωτιστεί περισσότερο η πολύπλοκη σχέση μεταξύ της ανάμειξης των γνωστικών πόρων και του κόστους απόδοσης στον ορθοστατικό έλεγχο.

## VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Albertsen, I. M., Ghédira, M., Gracies, J.-M., & Hutin, É. (2017). Postural stability in young healthy subjects – Impact of reduced base of support, visual deprivation, dual tasking. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 33, 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.01.005>
- Andersson, G., Hagman, J., Talianzadeh, R., Svedberg, A., & Larsen, H. C. (2002). Effect of cognitive load on postural control. *Brain Research Bulletin*, 58(1), 135–139. [https://doi.org/10.1016/S0361-9230\(02\)00770-0](https://doi.org/10.1016/S0361-9230(02)00770-0)
- Barra, J., Bray, A., Sahni, V., Golding, J. F., & Gresty, M. A. (2006). Increasing cognitive load with increasing balance challenge: Recipe for catastrophe. *Experimental Brain Research*, 174(4), 734–745. <https://doi.org/10.1007/s00221-006-0519-2>
- Chen, Y., Li, J. X., & Wang, L. (2020). Influences of heel height on human postural stability and functional mobility between inexperienced and experienced high heel shoe wearers. *PeerJ*, 8, e10239. <https://doi.org/10.7717/peerj.10239>
- Cho, W. H., & Choi, H. (2005). Center of pressure (COP) during the Postural Balance Control of High-Heeled Woman. *2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference*, 2761–2764. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2005.1617044>
- Chong, R. K. Y., Mills, B., Dailey, L., Lane, E., Smith, S., & Lee, K.-H. (2010). Specific interference between a cognitive task and sensory organization for stance balance control in healthy young adults: Visuospatial effects. *Neuropsychologia*, 48(9), 2709–2718. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.05.018>
- Emmanouil, A., & Rousanoglou, E.N. (2018). Effect of high-heeled shoes on postural control in the upright and the leaning body stance. *Physical Medicine and Rehabilitation Research*, 3(5), 1-5. <https://doi: 10.15761/PMRR.1000184>
- Fraizer, E. V., & Mitra, S. (2008). Methodological and interpretive issues in posture-cognition dual-tasking in upright stance. *Gait & Posture*, 27(2), 271–279. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2007.04.002>

- Gefen, A., Megido-Ravid, M., Itzhak, Y., & Arcan, M. (2002). Analysis of muscular fatigue and foot stability during high-heeled gait. *Gait & Posture*, *15*(1), 56–63. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(01\)00180-1](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00180-1)
- Gerber, S. B., Costa, R. V., Grecco, L. A. C., Pasini, H., Marconi, N. F., & Oliveira, C. S. (2012). Interference of high-heeled shoes in static balance among young women. *Human Movement Science*, *31*(5), 1247–1252. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2012.02.005>
- Gursoy, Z. G., Yilmaz, U., Celik, H., Arpinar-Avsar, P., & Kirazci, S. (2022). Effect of individualized cognitive and postural task difficulty levels on postural control during dual task condition. *Gait & Posture*, *96*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.05.001>
- Hapsari, V. D., & Xiong, S. (2016). Effects of high heeled shoes wearing experience and heel height on human standing balance and functional mobility. *Ergonomics*, *59*(2), 249–264. <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1068956>
- Hong, W.-H., Lee, Y.-H., Chen, H.-C., Pei, Y.-C., & Wu, C.-Y. (2005). Influence of Heel Height and Shoe Insert on Comfort Perception and Biomechanical Performance of Young Female Adults During Walking. *Foot & Ankle International*, *26*(12), 1042–1048. <https://doi.org/10.1177/107110070502601208>
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, *35*(suppl\_2), ii7–iii1. <https://doi.org/10.1093/ageing/afl077>
- Horak, F., Shupert, C., & Mirka, A. (1989). Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. *Neurobiology of Aging*, *10*(6), 727–738. [https://doi.org/10.1016/0197-4580\(89\)90010-9](https://doi.org/10.1016/0197-4580(89)90010-9)
- Howard, C. L., Perry, B., Chow, J. W., Wallace, C., & Stokic, D. S. (2017a). Increased alertness, better than posture prioritization, explains dual-task performance in prosthesis users and controls under increasing postural and cognitive challenge. *Experimental Brain Research*, *235*(11), 3527–3539. <https://doi.org/10.1007/s00221-017-5077-2>
- Jamet, M., Deviterne, D., Gauchard, G. C., Vançon, G., & Perrin, P. P. (2007). Age-related part taken by attentional cognitive processes in standing postural control in

- a dual-task context. *Gait & Posture*, 25(2), 179–184. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.03.006>
- Kahya, M., Gouskova, N. A., Lo, O.-Y., Zhou, J., Cappon, D., Finnerty, E., Pascual-Leone, A., Lipsitz, L. A., Hausdorff, J. M., & Manor, B. (2022). Brain activity during dual-task standing in older adults. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 19(1), 123. <https://doi.org/10.1186/s12984-022-01095-3>
- Le Mouel, C., & Brette, R. (2017). Mobility as the Purpose of Postural Control. *Frontiers in Computational Neuroscience*, 11, 67. <https://doi.org/10.3389/fncom.2017.00067>
- Mitra, S., Vernon, M., & Boulton, H. (2022). The role of spatial alignment in posture-cognition dual task interaction. *Gait & Posture*, 93, 54–58. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.01.011>
- Paillard, Th., & Noé, F. (2006). Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(5), 345–348. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2005.00502.x>
- Paran, I., Nachmani, H., Salti, M., Shelef, I., & Melzer, I. (2022). Balance recovery stepping responses during walking were not affected by a concurrent cognitive task among older adults. *BMC Geriatrics*, 22(1), 289. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-02969-w>
- Richer, N., & Lajoie, Y. (2020). Automaticity of Postural Control while Dual-tasking Revealed in Young and Older Adults. *Experimental Aging Research*, 46(1), 1–21. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2019.1693044>
- Riley, M. A., Baker, A. A., Schmit, J. M., & Weaver, E. (2005). Effects of Visual and Auditory Short-Term Memory Tasks on the Spatiotemporal Dynamics and Variability of Postural Sway. *Journal of Motor Behavior*, 37(4), 311–324. <https://doi.org/10.3200/JMBR.37.4.311-324>
- Rosso, A. L., Cenciarini, M., Sparto, P. J., Loughlin, P. J., Furman, J. M., & Huppert, T. J. (2017). Neuroimaging of an attention demanding dual-task during dynamic postural control. *Gait & Posture*, 57, 193–198. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.06.013>
- Rougier, P. R., & Bonnet, C. T. (2016). How providing more or less time to solve a cognitive task interferes with upright stance control; a posturographic analysis on



- healthy young adults. *Human Movement Science*, 47, 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.03.001>
- Ruffieux, J., Keller, M., Lauber, B., & Taube, W. (2015). Changes in Standing and Walking Performance Under Dual-Task Conditions Across the Lifespan. *Sports Medicine*, 45(12), 1739–1758. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0369-9>
- Salihu, A. T., Hill, K. D., & Jaberzadeh, S. (2022). Effect of cognitive task complexity on dual task postural stability: A systematic review and meta-analysis. *Experimental Brain Research*, 240(3), 703–731. <https://doi.org/10.1007/s00221-021-06299-y>
- Schaefer, S. (2014). The ecological approach to cognitive-motor dual-tasking: Findings on the effects of expertise and age. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01167>
- Schaefer, S., & Amico, G. (2022). Table tennis expertise influences dual-task costs in timed and self-initiated tasks. *Acta Psychologica*, 223. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2022.103501>
- Schaefer, S., & Lindenberger, U. (2013). Thinking while walking: Experienced high-heel walkers flexibly adjust their gait Sabine Schaefer\* and Ulman Lindenberger. *Frontiers in Physiology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00316>
- Shang, J., Chen, L., Zhang, S., Zhang, C., Huang, J., Wang, X., Yan, A., & Ma, X. (2020). Influence of high-heeled shoe parameters on biomechanical performance of young female adults during stair ascent motion. *Gait & Posture*, 81, 159–165. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.07.065>
- Shumway-Cook, A., Woollacott, M., Kerns, K. A., & Baldwin, M. (1997). The Effects of Two Types of Cognitive Tasks on Postural Stability in Older Adults With and Without a History of Falls. *The Journals of Gerontology: Series A*, 52A(4), M232–M240. <https://doi.org/10.1093/gerona/52A.4.M232>
- Silva, A. M., Siqueira, G. R. D., & Silva, G. A. P. D. (2013). Repercussões do uso do calçado de salto alto na postura corporal de adolescentes. *Revista Paulista de Pediatria*, 31(2), 265–271. <https://doi.org/10.1590/S0103-05822013000200020>
- Sousa, A. S. P., Silva, A., & Tavares, J. M. R. S. (2012). Biomechanical and neurophysiological mechanisms related to postural control and efficiency of

- movement: A review. *Somatosensory & Motor Research*, 29(4), 131–143.  
<https://doi.org/10.3109/08990220.2012.725680>
- Sun, D., Gu, Y., Mei, Q., Shao, Y., Sun, J., & Fernandez, J. (2017). Effect of Heel Heights on Female Postural Control During Standing on a Dynamic Support Surface With Sinusoidal Oscillations. *Journal of Motor Behavior*, 49(3), 281–287.  
<https://doi.org/10.1080/00222895.2016.1191423>
- Van Impe, A., Bruijn, S. M., Coxon, J. P., Wenderoth, N., Sunaert, S., Duysens, J., & Swinnen, S. P. (2013). Age-related neural correlates of cognitive task performance under increased postural load. *AGE*, 35(6), 2111–2124.  
<https://doi.org/10.1007/s11357-012-9499-2>
- Vuillerme, N., & Nougier, V. (2004). Attentional demand for regulating postural sway: The effect of expertise in gymnastics. *Brain Research Bulletin*, 63(2), 161–165.  
<https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2004.02.006>
- Wan, F. K. W., Yick, K.-L., & Yu, W. W. M. (2019). Effects of heel height and high-heel experience on foot stability during quiet standing. *Gait & Posture*, 68, 252–257. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.12.004>
- Wardah Hussain Malick, Hifsa Khalid, Zoya Mehmood, & Hamid Hussain. (2020). Association of musculoskeletal discomfort with the use of high heeled shoes in females. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 1–15.  
<https://doi.org/10.47391/JPMA.536>
- Weitkunat, T., Buck, F. M., Jentsch, T., Simmen, H.-P., Werner, C. M. L., & Osterhoff, G. (2016). Influence of high-heeled shoes on the sagittal balance of the spine and the whole body. *European Spine Journal*, 25(11), 3658–3665.  
<https://doi.org/10.1007/s00586-016-4621-2>
- Wickens, C. D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3(2), 159–177.  
<https://doi.org/10.1080/14639220210123806>
- Winter, D. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3(4), 193–214. [https://doi.org/10.1016/0966-6362\(96\)82849-9](https://doi.org/10.1016/0966-6362(96)82849-9)

- Wulf, G., McNevin, N., & Shea, C. H. (2001). The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 54(4), 1143–1154. <https://doi.org/10.1080/713756012>
- Yamada-Yanagawa, A., Sasagawa, S., Nakazawa, K., & Ishii, N. (2022a). Effects of Occasional and Habitual Wearing of High-Heeled Shoes on Static Balance in Young Women. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 760991. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.760991>
- Yick, K., Yeung, K., Wong, D. P., Lam, Y., & Ng, S. (2018). Effects of In-Shoe Midsole Cushioning on Leg Muscle Balance and Co-Contraction with Increased Heel Height During Walking. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 108(6), 449–457. <https://doi.org/10.7547/16-020>
- Zeidan, H., Kawagoe, M., Kajiwara, Y., Harada, K., Nishida, Y., Yamada, K., Kawabe, R., Yokota, J., Yamashiro, C., Odake, Y., Takeda, M., Doi, N., Negoro, K., Matsumura, N., Morino, T., Bourgeois Yoshioka, C. K., Chen, C. Y., & Aoyama, T. (2020). The shape of the transverse arch in high heels while standing. *PLOS ONE*, 15(6), e0233958. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233958>
- Zemková, E., & Zapletalová, L. (2022). The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. *Frontiers in Physiology*, 13, 796097. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.796097>
- Zeng, Z., Liu, Y., Hu, X., Li, P., & Wang, L. (2023). Effects of high-heeled shoes on lower extremity biomechanics and balance in females: A systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 23(1), 726. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15641-8>
- Zhang, D., Wang, B., Zhang, C., Lin, H., & Lan, W. (2023). Effects of spatial working memory capacity and resolution loads on postural stability while dual-tasking. *Experimental Brain Research*, 241(1), 221–229. <https://doi.org/10.1007/s00221-022-06510-8>

## VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

### A.1. Έγκριση μελέτης Επιτροπής Βιοηθικής και Δεοντολογίας ΣΕΦΑΑ\_ΕΚΠΑ



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

#### ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ

Δάφνη, Δευτέρα, 09 Οκτωβρίου 2023

Αριθμός πρωτοκόλλου έγκρισης: 1542/09-10-2023

Αγαπητή κυρία Δερβενιώτη,

Η εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, στη συνεδρίασή της στις 09-10-2023 εξέτασε την αίτησή σας από 01-09-2023, με τίτλο "Επίδραση του ύψους τακουριού στην ορθοστατική απόδοση σε διττή συνθήκη γνωστικού-ορθοστατικού σκοπού νεαρών γυναικών" και αποφάσισε ότι η μελέτη εγκρίνεται με την προϋπόθεση να προστεθεί στο έντυπο συγκατάθεσης η πρόταση ότι "οι συμμετέχοντες μπορούν να αποχωρήσουν από την έρευνα οποιαδήποτε στιγμή χωρίς να δώσουν εξηγήσεις γι' αυτή τους την απόφαση".

Ο συντονιστής της Επιτροπής

\*

Γρηγόρης Μπογδάνης,  
Καθηγητής ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ

\*Η υπογραφή έχει τεθεί επί του πρωτοτύπου που τηρείται στη Γραμματεία της Επιτροπής



### Σύντομο έντυπο δήλωσης συγκατάθεσης σε ερευνητική εργασία

Η ερευνητική εργασία διεξάγεται στα πλαίσια του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών της Σ.Ε.Φ.Α.Α του Πανεπιστημίου Αθηνών. Σε περίπτωση δυσκολίας, προβληματισμού ή/και ένστασης για τη διαδικασία μπορείτε να απευθυνθείτε στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κα. Μαριλίζα Νικολαΐδου (Τηλ.επικοινωνίας: 697 2039616, email: mnikola@phed.uoa.gr).

Αγαπητή κυρία,

Στο πλαίσιο εκπόνησης πτυχιακής εργασίας της ειδίκευσης «Ευρωστία και Υγεία» της ΣΕΦΑΑ του ΕΚΠΑ, θα διεξαχθεί εργασία με σκοπό την *εξέταση της ορθοστατικής απόδοσης με στήριξη σε διαφορετικά ύψη τακουνιού και σύγχρονη εκτέλεση μιας γνωστικής διεργασίας*. Έχουμε τη τιμή να σας καλέσουμε να συμμετάσχετε. Συνοπτικά, ο σχεδιασμός της εργασίας θα περιλαμβάνει 2 επισκέψεις:

**α' επίσκεψη:** Διεξαγωγή μετρήσεων αναφοράς: α) καταγραφή ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και ατομικού ιστορικού, β) αξιολόγηση της ορθοστατικής απόδοσης χωρίς υποδήματα σε διποδική στήριξη με ανοικτά μάτια (ΑΜ) & κλειστά μάτια (ΚΜ) με 2 προσπάθειες των 30 δευτ. ανά συνθήκη, β.1) αξιολόγηση γνωστικού σκοπού Α' οπτικής αναζήτησης (λεκτική συμπλήρωση διαδοχικά προβαλλόμενων σε οθόνη Η/Υ τυχαίων φράσεων με 4 κενές θέσεις για 30 δευτ.), β.2) αξιολόγηση γνωστικού σκοπού Β' ανάκλησης μνήμης (νοερή διαδοχική πρόσθεση της ακολουθίας αθροισμάτων ενός τυχαία επιλεγμένου μονοψήφιου αριθμού για 30 δευτ.). Κατά τους γνωστικούς σκοπούς Α' και Β', η δοκιμαζόμενη θα βρίσκεται σε καθιστή θέση.

**β' επίσκεψη:** Διεξαγωγή πειραματικών μετρήσεων: α) εύρος κίνησης ποδοκνημικής άρθρωσης αμφότερων κάτω άκρων με την δοκιμασία της βαρυμεταφέρουσας πρόσθιας προβολής του στηρικτικού άκρου, β) αξιολόγηση ορθοστατικής απόδοσης σε διποδική στήριξη με ΑΜ και ΚΜ σε 3 ύψη τακουνιού, γ) αξιολόγηση ορθοστατικής απόδοσης με ταυτόχρονο γνωστικό (Α' και Β') – κινητικό σκοπό σε 3 ύψη τακουνιού.

Η μέση διάρκεια κάθε επίσκεψης εκτιμάται στα 30-35 λεπτά. Όλες οι μετρήσεις είναι απόλυτα ασφαλείς και θα πραγματοποιούνται υπό την επίβλεψη της προπτυχιακής φοιτήτριας κα. Κατερίνα Δερβενιώτη. Θα διεξαχθούν σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο μέσω κατάλληλου εξοπλισμού εντός των εγκαταστάσεων της ΣΕΦΑΑ και θα γίνονται με άνετη ενδυμασία χρησιμοποιώντας τα ίδια τρία (3) υποδήματα, ένα με χαμηλό (~1-2 εκ.), ένα με μεσαίο (~5-6 εκ.) και ένα με υψηλό (>8 εκ.) ύψος τακουνιού για όλες τις συμμετέχουσες τηρώντας διαδικασίες απολύμανσης μετά από την ολοκλήρωση κάθε μέτρησης.

Το προσωπικό όφελος της κάθε συμμετάσχουσας είναι ότι θα λάβει γνώση σχετικά με την απόδοσή της σε συνθήκες αυξημένης μηχανικής απαίτησης. Επιπλέον, λόγω των περιορισμένων επιστημονικών ενδείξεων σχετικά με τον ορθοστατικό έλεγχο σε διττή συνθήκη γνωστικού-κινητικού σκοπού κατά την στήριξη με ψηλοτάκουνο υπόδημα, στόχος της μελέτης είναι να αναδειχθεί γνώση σχετικά με τον τρόπο ορθοστατικής απόκρισης για εξασφάλιση σταθερότητας και την ανεπηρέαστη και αποτελεσματική ταυτόχρονη εκτέλεση από το ΚΝΣ γνωστικών-κινητικών σκοπών σε γυναίκες που φορούν υποδήματα με διαφορετικό ύψος τακουνιού.

Σας ευχαριστούμε θερμά εκ των προτέρων για το ενδιαφέρον σας να συνδράμετε στο εκπόνημα αυτό.

Με εκτίμηση,

Κατερίνα Δερβενιώτη, Προπτ. φοιτήτρια ειδικότητας «Ευρωστίας & Υγείας», ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ

### **Συγκατάθεση:**

Η ..... συμφωνώ να λάβω μέρος στην παρούσα εργασία και αποδέχομαι να συμμετάσχω στις προβλεπόμενες δοκιμασίες. Αποδέχομαι πιθανή φωτογράφιση ή βιντεογράφιση\* με μοναδικό σκοπό την καταγραφή οπτικού υλικού για ερευνητικούς σκοπούς, όπου η ανωνυμία και μη αναγνωρισιμότητά μου θα τηρηθούν απαρεγκλίτως. Καταλαβαίνω ότι η συμμετοχή μου είναι εθελοντική και ότι είμαι ελεύθερη να αποχωρήσω από την μελέτη οποιαδήποτε στιγμή χωρίς να δώσω εξηγήσεις γι' αυτή μου την απόφαση.

Ημερομηνία: ..... Υπογραφή Συμμετάσχουσας: .....

\*Εάν δεν επιθυμείτε τη φωτογράφιση ή βιντεογράφησή σας, υπογραμμίστε εδώ το ΟΧΙ.

## International Physical Activity Questionnaire\*

Short - self answered - 7 items

Greek Version\*\*

Οι παρακάτω ερωτήσεις αφορούν στο χρόνο που έχετε αφιερώσει για κάποια σωματική δραστηριότητα τις **τελευταίες 7 ημέρες**. Περιλαμβάνουν ερωτήσεις σχετικά με δραστηριότητες που κάνετε κατά την εργασία σας, στις μετακινήσεις σας, στις δουλειές του σπιτιού, του κήπου και στον ελεύθερο χρόνο σας για ψυχαγωγία, άσκηση ή άθληση. Σας παρακαλώ να απαντήσετε όλες τις ερωτήσεις, ακόμα και εάν πιστεύετε ότι δεν είστε ένα ιδιαίτερα σωματικά δραστήριο άτομο.

Πριν απαντήσετε τις ερωτήσεις 1 και 2, σκεφτείτε όλες τις **έντονες** σωματικές δραστηριότητες που κάνατε κατά τις **τελευταίες 7 ημέρες**. Μια έντονη σωματική δραστηριότητα αναφέρεται σε δραστηριότητες που απαιτούν έντονη σωματική προσπάθεια και σας κάνουν να αναπνέετε σημαντικά δυσκολότερα από ότι συνήθως. Σκεφθείτε μόνο τις **έντονες** σωματικές δραστηριότητες που κάνατε και είχαν διάρκεια **μεγαλύτερη από 10 λεπτά** κάθε φορά.

1. Κατά τις τελευταίες 7 ημέρες, πόσες ημέρες κάνατε κάποια έντονη σωματική δραστηριότητα, όπως σκάψιμο, έντονη άσκηση με βάρη, τρέξιμο σε διάδρομο με κλίση, γρήγορο τρέξιμο, aerobics, γρήγορη ποδηλασία, γρήγορη κολύμβηση, τένις μονό, αγώνας σε γήπεδο (ποδόσφαιρο, basketball-μπάσκετ, volleyball-βόλεϊ, κλπ);

\_\_\_\_\_ ημέρες ανά εβδομάδα

εάν δεν κάνατε έντονες σωματικές δραστηριότητες, τότε προχωρήστε στην ερώτηση 3

2. Τις ημέρες που κάνατε κάποια έντονη σωματική δραστηριότητα, πόσο χρόνο αφιερώνατε συνήθως;

\_\_\_\_\_ λεπτά ανά ημέρα

δεν γνωρίζω/δεν είμαι βέβαιος

Πριν απαντήσετε τις ερωτήσεις 3 και 4, σκεφτείτε όλες τις **μέτριας έντασης** σωματικές δραστηριότητες που κάνατε κατά τις **τελευταίες 7 ημέρες**. Μια μέτριας έντασης σωματική δραστηριότητα αναφέρεται σε δραστηριότητες που απαιτούν μέτρια σωματική προσπάθεια και σας κάνουν να αναπνέετε κάπως δυσκολότερα από ότι συνήθως. Σκεφθείτε μόνο τις **μέτριας έντασης** σωματικές δραστηριότητες που κάνατε και είχαν διάρκεια **μεγαλύτερη από 10 λεπτά** κάθε φορά.

The IPAQ group: <https://sites.google.com/site/theipaq/home>

\*\* Papathanasiou G, et al. *Hellenic J Cardiol.* 2009; 50: 283-294.

3. Κατά τις τελευταίες 7 ημέρες, πόσες ημέρες κάνατε κάποια μέτρια σωματική δραστηριότητα, όπως το να σηκώσετε και να μεταφέρετε ελαφρά βάρη (λιγότερο από 10 κιλά), συνολική καθαριότητα του σπιτιού, ήπιες ρυθμικές ασκήσεις σώματος, ποδηλασία αναψυχής με χαμηλή ταχύτητα, καλαρή κολύμβηση; Σας παρακαλώ να μη συμπεριλάβετε το περπάτημα.

\_\_\_\_\_ ημέρες ανά εβδομάδα

εάν δεν κάνατε μέτριας έντασης σωματικές δραστηριότητες, τότε προχωρήστε στην ερώτηση 5

4. Τις ημέρες που κάνατε κάποια μέτρια σωματική δραστηριότητα, πόσο χρόνο αφιερώνετε συνήθως;

\_\_\_\_\_ λεπτά ανά ημέρα

δεν γνωρίζω/δεν είμαι βέβαιος

Πριν απαντήσετε στις ερωτήσεις 5 και 6, σκεφτείτε το χρόνο που περπατήσατε κατά τις τελευταίες 7 ημέρες. Να συμπεριλάβετε το περπάτημα στο χώρο της εργασίας σας, στο σπίτι, στις μετακινήσεις σας και στον ελεύθερο χρόνο σας για ψυχαγωγία, άσκηση ή άθληση.

5. Κατά τις τελευταίες 7 ημέρες, πόσες ημέρες περπατήσατε για περισσότερο από 10 συνεχόμενα λεπτά;

\_\_\_\_\_ ημέρες ανά εβδομάδα

εάν δεν περπατήσατε καμία φορά περισσότερο από 10 συνεχόμενα λεπτά, τότε προχωρήστε στην ερώτηση 7

6. Τις ημέρες που περπατήσατε, για περισσότερο από 10 συνεχόμενα λεπτά, πόσο χρόνο περάσατε περπατώντας;

\_\_\_\_\_ λεπτά ανά ημέρα

δεν γνωρίζω/δεν είμαι βέβαιος

7. Κατά τις τελευταίες 7 ημέρες, πόσο χρόνο περάσατε καθισμένος/η σε μια συνηθισμένη μέρα; Ο χρόνος αυτός μπορεί να περιλαμβάνει το χρόνο που περνάτε καθισμένος/η στο σπίτι, στο γραφείο, στο αυτοκίνητο, όταν διαβάζετε, όταν είστε με φίλους, ξεκουράζετε σε πολυθρόνα ή βλέπετε τηλεόραση, αλλά δεν περιλαμβάνει τον ύπνο.

\_\_\_\_\_ ώρες ανά ημέρα

δεν γνωρίζω/δεν είμαι βέβαιος

**Τέλος του ερωτηματολογίου. Σας ευχαριστούμε για τη συμμετοχή σας.**