



ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΟΣΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΙΣΧΙΟΥ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ ΞΙΦΑΣΚΙΑΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ: ΜΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΙΚΤΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ ΚΑΤΑ BAYES



Jim Γεωργούλης, Απόστολος Ζ. Σκούρας, Κωνσταντίνος Πάτρας, Σπυρίδων Σιούτης, Δημήτριος Αντωνάκης, Καραμίντζας, Όλγα Σαββίδου, Χαρίλαος Τσολάκης, Παναγιώτης Κουλουβάρης

Bone mass is stored and reabsorbed depending on the mechanical forces acting upon an area such that athletes participating in high load sports tend to present higher bone density compared to the general population. Fencing is an especially technical sport that combines periods of low impact with short bursts of explosive movements (lunge, step-lunge). The purpose of the present study was to estimate the bone density range in different regions of interest for the hip joint of high level fencers and to evaluate the range of asymmetries between dominant and non-dominant side.

Our sample was 11 high level fencers, members of various national teams age-groups. Regions of interest for the hip were the inter-trochanteric region, trochanter, femoral neck and Wards triangle.

The results of the Bayesian analysis indicate practical substantial asymmetries between dominant - non-dominant side for inter-trochanteric region, trochanter and total hip whilst all other regions showed practically not substantial asymmetries (~1-3%).

In conclusion high level fencers present asymmetries between dominant and non-dominant side for mostly for the hip and in particular along the axis of high impact forces.



Jim D Georgoulis
1st Department of Orthopaedic Surgery
National and Kapodistrian University of Athens
ORCID: 0000-0002-5757-4772
email: jdgeo@med.uoa.gr

INTRODUCTION

Η μυοσκελετική φόρτιση κατά την άσκηση αποτελεί σημαντικό ερέθισμα για οστεογένεση. Η οστεογενετική απόκριση στην φόρτιση είναι ειδική ως προς την περιοχή φόρτισης και αντικατοπτρίζεται μέσω διαφορών στην οστική μάζα μεταξύ του κυρίαρχου και μη κυρίαρχου άκρου ως αποτέλεσμα ασύμμετρων κινητικών προτύπων.

Η ξιφασκία αποτελεί άθλημα με ιδιαίτερες τεχνικές δεξιότητες και νοητική οξυδέρκεια όσον αφορά τις αποφάσεις τακτικής και χαρακτηρίζεται από ασύμμετρο μοτίβο διαλειμματικής κίνησης το οποίο απαιτεί επαναλαμβανόμενες κινήσεις εκρηκτικής δύναμης μικρής διάρκειας.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εκτιμηθεί το εύρος τιμών της οστικής πυκνότητας σε διαφορετικές περιοχές ενδιαφέροντος της άρθρωσης του ισχίου για τον πληθυσμό αθλητών ξιφασκίας υψηλού επιπέδου, καθώς και να εκτιμηθεί το εύρος των ασυμμετριών μεταξύ κυρίαρχης και μη κυρίαρχης πλευράς.

METHODS AND MATERIALS

Το δείγμα αποτελούνταν από elite αθλητές ξιφασκίας (22.4±5.9 έτη, 169.7±7.3 cm, 66.5±6.3 kg). Οι περιοχές ενδιαφέροντος για την μέτρηση οστικής πυκνότητας στο ισχίο ήταν η διατροχαντήρια περιοχή, ο τροχαντήρας, ο αυχάνος, ο τρίγωνος Wards καθώς και το ισχίο συνολικά. Για την ανάλυση χρησιμοποιήσαμε Μπεϋζιανό (Bayesian) μικτό γραμμικό μοντέλο.

Παραθέτουμε το διάστημα που εμπερικλείει την “αληθινή” τιμή της ασυμμετρίας με πιθανότητα 95% και την ύστερη πιθανότητα να είναι μεγαλύτερο από την περιοχή πρακτικής ισοτιμίας (region of practical equivalence); το εύρος τιμών δηλαδή το οποίο πρακτικά δεν διαφέρει από το μηδέν. Ύστερη πιθανότητα >95% υποδηλώνει ότι το πιθανό εύρος τιμών των ασυμμετριών έχει πρακτική σημασία.

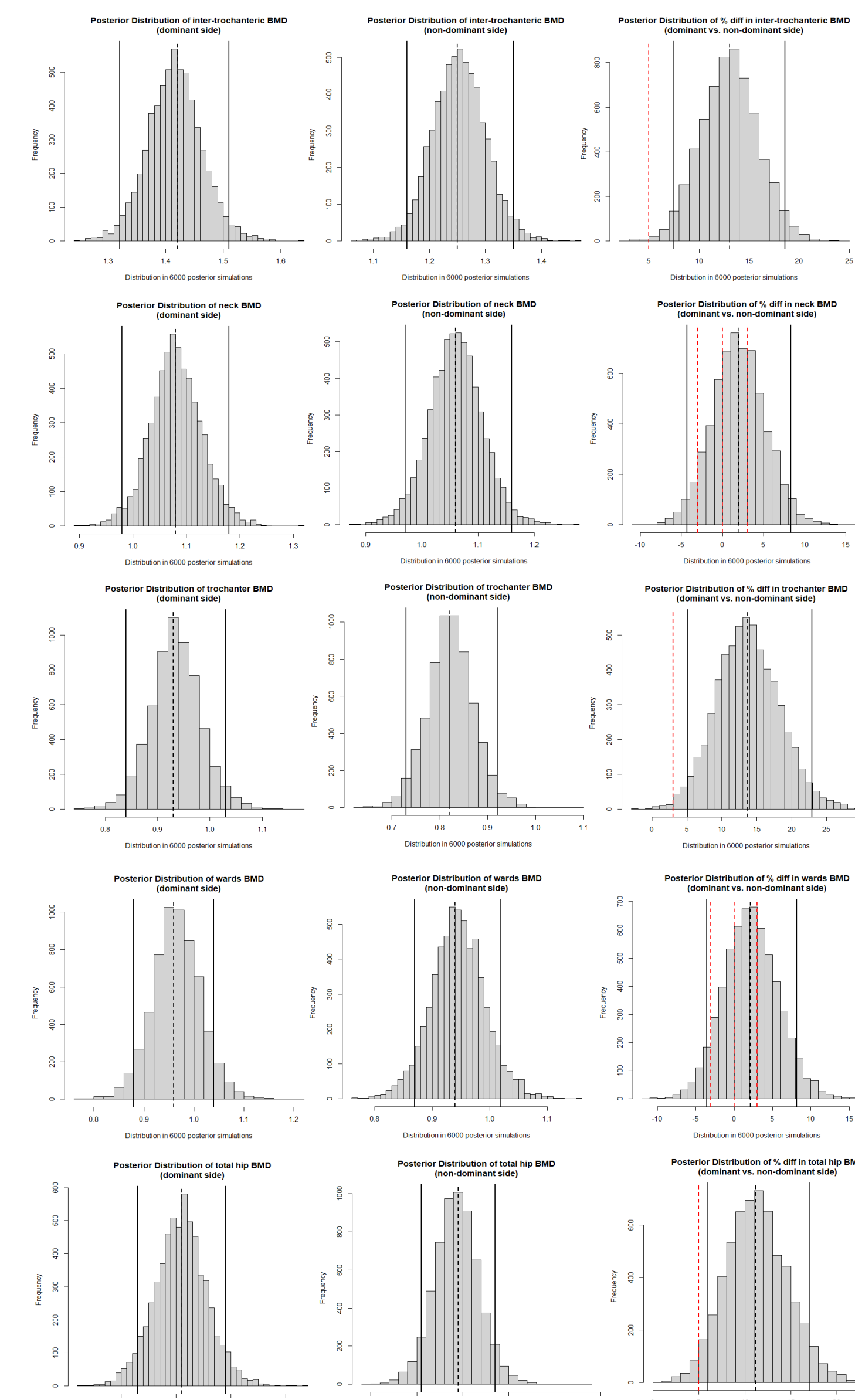
Εναλλακτικά υπολογίσαμε την ασυμμετρία ως % και παραθέτουμε το διάστημα που εμπερικλείει την “αληθινή” τιμή της ποσοστιαίας ασυμμετρίας με πιθανότητα 95%. Για καθένα από τα διαστήματα αυτά υπολογίσαμε την ύστερη πιθανότητα να είναι μεγαλύτερο από τα εξής επιλεγμένα κατώφλια: 0%, 1%, 3%, 5%. Ύστερη πιθανότητα >95% υποδηλώνει ότι η “αληθινή” τιμή της ποσοστιαίας ασυμμετρίας είναι μεγαλύτερη από το εκάστοτε κατώφλι.

RESULTS

Οι κατανομές των τιμών οστικής πυκνότητας κυρίαρχης και μη κυρίαρχης πλευράς καθώς και η κατανομή των % διαφορών για τις περιοχές ενδιαφέροντος στο ισχίο παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.

Παρατηρήθηκαν πρακτικά σημαντικές διαφορές ~11-13.5% για την διατροχαντήρια περιοχή, τον τροχαντήρα και το ισχίο συνολικά (Πίνακες 1 & 2).

Η επίδραση της ηλικίας στην οστική πυκνότητα παρουσιάζεται στην Εικόνα 2. Αύξηση της ηλικίας κατά μια τυπική απόκλιση παρουσιάζουν πρακτικές διαφορές στην οστική πυκνότητα για την διατροχαντήρια περιοχή (άμφω) και το συνολικό ισχίο της κυρίαρχης πλευράς (Πίνακας 3).



Εικόνα 1. Η κατανομή των εκτιμώμενων τιμών οστικής πυκνότητας για την κυρίαρχη και μη κυρίαρχη πλευρά για τις περιοχές ενδιαφέροντος του ισχίου μετά από στάθμιση για την ηλικία.

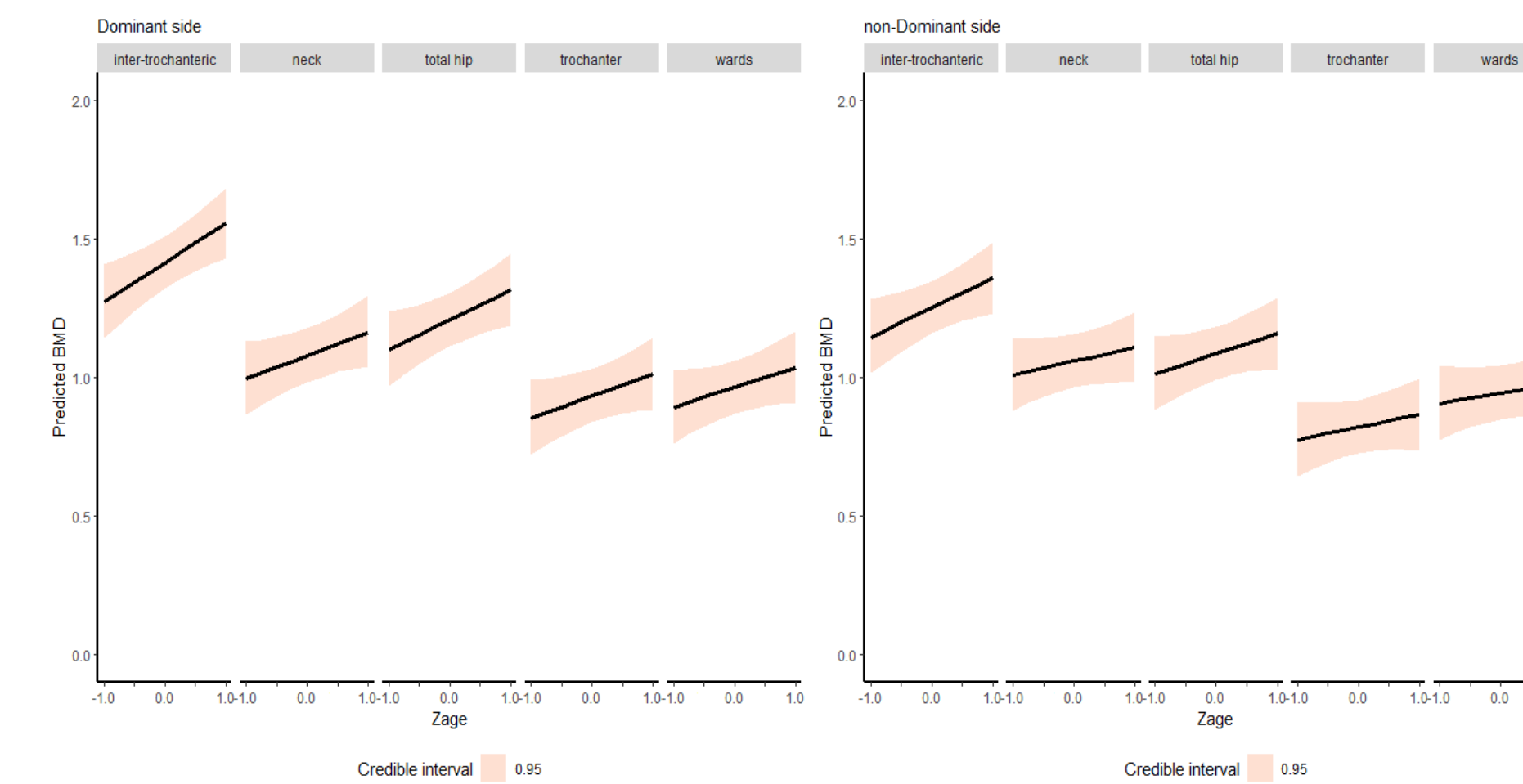
RESULTS

Πίνακας 1. Απόλυτη διαφορά των εκτιμώμενων τιμών οστικής πυκνότητας για την κυρίαρχη και μη κυρίαρχη πλευρά για τις περιοχές ενδιαφέροντος του ισχίου μετά από στάθμιση για την ηλικία.

| site | mean | 95%LL | 95%UL | % inside ROPE | Practical diff |
|--------------------|------|-------|-------|---------------|----------------|
| Inter-trochanteric | 0.16 | 0.10 | 0.23 | 0.0 | * |
| Neck | 0.02 | -0.05 | 0.09 | 58.4 | - |
| Total hip | 0.12 | 0.06 | 0.19 | 0.0 | - |
| Trochanter | 0.11 | 0.04 | 0.18 | 0.0 | - |
| Wards | 0.02 | -0.05 | 0.09 | 60.3 | - |

Πίνακας 2. Ποσοστιαία διαφορά των εκτιμώμενων τιμών οστικής πυκνότητας για την κυρίαρχη και μη κυρίαρχη πλευρά για τις περιοχές ενδιαφέροντος του ισχίου μετά από στάθμιση για την ηλικία.

| site | mean | 95%LL | 95%UL | >0 | >1 | >3 | >5 |
|--------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| Inter-trochanteric | 13.05 | 7.50 | 18.64 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Neck | 1.93 | -4.29 | 8.33 | 73% | 62% | 37% | 17% |
| Total hip | 11.20 | 4.99 | 18.20 | 100% | 100% | 99% | 97% |
| Trochanter | 13.63 | 5.12 | 22.96 | 100% | 100% | 99% | 98% |
| Wards | 2.12 | -4.62 | 9.56 | 73% | 63% | 40% | 21% |



Εικόνα 2. Η οστική πυκνότητα σε συνάρτηση με την ηλικία ανά περιοχή ενδιαφέροντος και πλευρά για το ισχίο.

Πίνακας 3. Απόλυτη διαφορά της εκτιμώμενης αύξησης οστικής πυκνότητας για αύξηση της ηλικίας ανά πλευρά και περιοχή ενδιαφέροντος.

| site | mean | 95%LL | 95%UL | % inside ROPE | Practical diff |
|----------------------------|------|-------|-------|---------------|----------------|
| Inter-trochanteric (D) | 0.14 | 0.05 | 0.23 | 0.0 | * |
| Neck (D) | 0.08 | -0.01 | 0.17 | 9.2 | - |
| Total hip (D) | 0.11 | 0.02 | 0.20 | 2.1 | * |
| Trochanter (D) | 0.08 | -0.01 | 0.17 | 11.3 | - |
| Wards (D) | 0.07 | -0.02 | 0.16 | 16.4 | - |
| Inter-trochanteric (non-D) | 0.11 | 0.02 | 0.20 | 2.2 | * |
| Neck (non-D) | 0.05 | -0.04 | 0.14 | 32.6 | - |
| Total hip (non-D) | 0.07 | -0.02 | 0.16 | 14.8 | - |
| Trochanter (non-D) | 0.05 | -0.04 | 0.14 | 33.9 | - |
| Wards (non-D) | 0.04 | -0.05 | 0.13 | 40.3 | - |

DISCUSSION

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης μπορεί να οδηγήσει σε οστική επαναδιαμόρφωση.

Το κυρίαρχο άκρο του αθλητή ξιφασκίας αντιμετωπίζει υψηλότερη μηχανική φόρτιση εξαιτίας 1) της στάσης του αθλητή που επιφέρει μεγαλύτερη κατανομή βάρους στο «μπροστά» (leading) κάτω άκρο του αθλητή 2) στην εμβιομηχανική της προβολής βάση της οποίας το κάτω άκρο του αθλητή θα απορροφήσει το σύνολο της φόρτισης κατά την κίνηση προς τα εμπρός.

Επομένως οι ασυμμετρίες έρχονται ως αποτέλεσμα μηχανικής φόρτισης των συγκεκριμένων περιοχών ενδιαφέροντος του ισχίου της κυρίαρχης πλευράς μέσω μυϊκών συσπάσεων των καμπτήρων του ισχίου κατά την εκτέλεση της προβολής.

CONCLUSIONS

Διαπιστώσαμε ασυμμετρίες μεταξύ κυρίαρχης-μη κυρίαρχης πλευράς ~11-13.5% για τον διατροχαντήρια περιοχή, τον τροχαντήρα και το ισχίο συνολικά μετά από στάθμιση για την ηλικία.

Εκμεταλλεύομενοι τα πλεονεκτήματα της Μπεϋζιανής ανάλυσης παρέχουμε την πιθανότητα οι εκτιμώμενες διαφορές να είναι μεγαλύτερες από μια σειρά από επιλεγμένα κατώφλια.

Ο τελικός χρήστης θα επιλέξει ποιο από τα κατώφλια αυτά έχει πρακτική σημασία στο επιστημονικό του πεδίο και στους σκοπούς της υποκειμένης ανάλυσης

REFERENCES

- Chang, G. W. et al. (2009). Olympic fencers: adaptations in cortical and trabecular bone determined by quantitative computed tomography. *Osteoporosis International*, 20(5), 779–785.
- Ducher, G., et al. (2011). Effects of repetitive loading on the growth-induced changes in bone mass and cortical bone geometry: A 12-month study in pre/perio- and postmenarcheal tennis players. *Journal of Bone and Mineral Research*, 26(6), 1321–1329
- McElreath, R. (2020). *Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and STAN* (Chapman & Hall/CRC Texts in Statistical Science) (2nd ed.).
- Hadjidakis, D. J., & Androulakis, II. (2006). Bone remodeling. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1092, 385-396.
- Cho, Y., et al (2020). Comparison of hip subregion bone mineral density to the type of proximal femur fracture. *Archives of Osteoporosis*, 15