

**ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Φυσιολογία της Άσκησης & Προπονητική»**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία  
με τίτλο:

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ  
ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΠΑΓΚΡΑΤΙΟΥ ΑΘΛΗΜΑΤΟΣ**

ΤΟΥ

**Ανδρέα Μπουραντάνη (ΑΕΜ:13044)**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

Επιβλέπων Καθηγητής :

Αγγελούσης Νικόλαος,  
Καθηγητής,  
Τ.Ε.Φ.Α.Α.- Σ.Ε.Φ.Α.Α.-Δ.Π.Θ.

2ο Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής  
Επιτροπής:

Αλμπανίδης Ευάγγελος,  
Καθηγητής,  
Τ.Ε.Φ.Α.Α.- Σ.Ε.Φ.Α.Α.-Δ.Π.Θ.

3ο Μέλος Τριμελούς Εξεταστικής  
Επιτροπής:

Γιαννακόπουλος Χρήστος,  
Επίκουρος Καθηγητής,  
Τ.Ε.Φ.Α.Α.- Σ.Ε.Φ.Α.Α.-Ε.Κ.Π.Α

**Κομοτηνή, 2023**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Ν. Αγγελούση που δέχτηκε την πρόταση μου να προχωρήσουμε σε αυτή την καινοτόμο για τα ελληνικά δεδομένα έρευνα και είχε την υπομονή να με καθοδηγήσει καθ'όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Χ. Γιαννακόπουλο για την αποδοχή και για το ενδιαφέρον του να συμμετάσχει στη μελέτη αυτή.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου καθώς και το οικείο περιβάλλον μου, το οποίο με έχει στηρίξει και έχει συμβάλει τα μέγιστα στη ολοκλήρωση των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Ανδρέας Μπουραντάνης:** Συγκριτική μελέτη κινηματικών χαρακτηριστικών κινήσεων του αρχαίου και σύγχρονου παγκρατίου αθλήματος

(Με την επίβλεψη του Καθηγητή Νικολάου Αγγελούση)

Το Παγκράτιο ήταν ένα από τα τρία μαχητικά αθλήματα της ελληνικής αρχαιότητας μαζί με την Πυγμαχία και την Πάλη. Αν και οι Ολυμπιακοί Αγώνες ανασυστάθηκαν το Παγκράτιο δεν συμπεριλήφθηκε στο αθλητικό πρόγραμμα των σύγχρονων Ολυμπιακών Αγώνων. Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε με σκοπό την ανάλυση κεραμικών αγγείων που απεικονίζουν σκηνές Παγκρατίου. Για τη μελέτη επιλέχθηκαν ενδεικτικές απεικονίσεις τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν σε αγώνες Παγκρατίου, καθώς και τεχνικές που παρουσιάζονται στη διδακτέα ύλη του αθλήματος που παρέχονται από την Ελληνική Ομοσπονδία Παγκρατίου αθλήματος (Ε.Ο.Π.Α.). Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την προσέγγιση του δείγματος περιλαμβάνει μια καινοτόμο διαδικασία, η οποία στηρίζεται στην εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης OpenPose, καθώς και σε σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια. Η γλώσσα προγραμματισμού Python χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη ενός κώδικα προκειμένου να έχει πρόσβαση, να αναλύσει και να παρουσιάσει τα εξαγόμενα από το OpenPose δεδομένα. Μέσα από αυτή τη διαδικασία εντοπίστηκαν οι συντεταγμένες που ορίζουν το ανθρώπινο σώμα. Ο εντοπισμός των συντεταγμένων καθιστά δυνατή τη δημιουργία ενός σχήματος που παρουσιάζει τις σκηνές που απεικονίζονται στα αγγεία με μορφή διανυσμάτων. Οι συντεταγμένες αυτές αξιοποιήθηκαν για τη δημιουργία νέων διανυσμάτων, τα οποία εκφράζουν τη μετατόπιση που απαιτείται για τη σύνδεση της θέσης των άκρων μεταξύ διάφορων αγωνιστικών φάσεων όπως παρουσιάζονται στις αρχαίες απεικονίσεις. Επίσης συλλέχθηκε οπτικοακουστικό υλικό που παρουσιάζει αντίστοιχες αγωνιστικές φάσεις του νέου Παγκρατίου, για το οποίο ακολουθήθηκε η ίδια πειραματική διαδικασία και διαμορφώθηκαν τα διανύσματα που συνδέουν την αρχική με την τελική φάση μιας τεχνικής. Εν συνεχεία, συγκρίθηκαν οι μετατοπίσεις που προέκυψαν μεταξύ του νέου και του αρχαίου Παγκρατίου. Τα αποτελέσματα της έρευνας κατέδειξαν τη διαφορά στη μετατόπιση των αρθρώσεων μεταξύ του αρχαίου και του νέου

Παγκρατίου. Κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω ανάλυση των τεχνικών του αθλήματος μέσω σύγχρονων υπολογιστικών συστημάτων για την εξαγωγή ακριβέστερων συμπερασμάτων σχετικά με τα χαρακτηριστικά του Παγκρατίου κατά την αρχαιότητα αλλά και της ομοιότητας του με το νέο Παγκράτιο.

**Λέξεις Κλειδιά:** Παγκράτιο, Πυγμαχία, Εμβιομηχανική

## **ABSTRACT**

**Andreas Bourantanis:** Comparative study of kinematic characteristics of the ancient and modern Pankration

(Under the supervision of Professor Nikolaos Aggelousis)

Pankration was one of the three fighting sports of Greek antiquity along with Boxing and Wrestling. Although the Olympic Games were reconstituted, Pankration was not included in the sports program of the modern Olympic Games. The present study was carried out with the primary aim to analyze scenes from ancient vases depicting scenes of Pankration. Indicative images were selected for the study, which depict techniques used in Pankration matches as well as techniques presented in the sport's corpus, provided by the Hellenic Pankration Athlema Federation (H.P.A.F.). The methodology used to approach the sample includes an innovative process that relies on an artificial intelligence application (OpenPose), as well as modern computing systems that have been developed in recent years. The Python programming language was used to develop a code that was able to access, analyze and present the data extracted from OpenPose. Through this process, the coordinates that define the human body were identified. By locating the coordinates, it was possible to create a diagram that represents the scenes depicted on the vases in vector form. These coordinates were used to create new vectors that express the displacement required to connect the position of the limbs between the various fighting phases shown in the ancient depictions. Also, audio-visual material was collected that presents corresponding competitive phases of the new Pankration, for which the same experimental procedure was followed and the vectors that connect the initial to the final phase of a technique were formed. Afterwards, the displacements were compared between the new and the ancient Pankration. The results of the research revealed the difference in the displacement of the joints examined in the ancient and the new Pankration. It is necessary to further analyze the techniques of the sport using modern computer systems to draw more accurate conclusions about the characteristics of the Pankration during antiquity and its similarity with the new Pankration.

**Keywords:** Pankration, Boxing, Biomechanics

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	2
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	3
<b>ABSTRACT</b> .....	5
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</b> .....	8
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....	9
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	11
1.1 Σκοπός της έρευνας.....	14
1.2 Ερευνητική υπόθεση .....	14
1.3. Οριοθετήσεις και περιορισμοί.....	15
1.4 Ορισμοί και συντομογραφίες.....	16
<b>2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b> .....	17
2.1. Δείγμα.....	17
2.2. Πειραματικός σχεδιασμός .....	17
2.2.1 Διαχωρισμός των καρέ των εκτελέσεων στο βίντεο και αντιστοίχιση τους με τις αρχαίες παραστάσεις, με κριτήριο την οπτική ομοιότητα της χρησιμοποιούμενης τεχνικής.....	18
2.2.2 Επεξεργασία και βελτίωση της ποιότητας των εικόνων .....	19
2.2.3 Ανάλυση του υλικού με το OpenPose.....	20
2.2.4 Διόρθωση συντεταγμένων κάνοντας χρήση Python.....	22
2.2.5 Περιστροφή των διανυσμάτων που ορίζουν τον αθλητή, έχοντας σαν σημείο αναφοράς την αρχική εικόνα μέσω Python .....	24
2.2.6 Δημιουργία των τελικών διαγραμμάτων που παρουσιάζουν την κίνηση .....	26
2.3. Όργανα μέτρησης .....	26
2.3.1 Sublime Text.....	27
2.3.2 Python.....	27
2.3.3 Βιβλιοθήκες.....	28
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b> .....	29
<b>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b> .....	35

4.1. Εκτέλεση του λακτίσματος .....	37
4.2. Εκτέλεση των πυγμών .....	38
<b>5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>44</b>
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>45</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>47</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<b>Σχήμα 1.</b> Στο διάγραμμα αυτό υπολογίζεται η μετατόπιση της ποδοκνημικής κατά το λάκτισμα. ....	31
<b>Σχήμα 2.</b> Γραφική απεικόνιση της μετατόπισης της άρθρωσης του καρπού.....	32
<b>Σχήμα 3.</b> Στο διάγραμμα αυτό παρουσιάζονται οι αντίστοιχες ευθείες που δημιουργούνται από τη μετατόπιση της άρθρωσης του καρπού. ....	33
<b>Σχήμα 4.</b> Η μετατόπιση της άρθρωσης του καρπού. ....	34



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 1.** Παρουσιάζεται η εκτέλεση ενός λακτίσματος από τον επιτιθέμενο καθώς και η υποδοχή από τον αμυνόμενο και η προσπάθεια εφαρμογής μια τεχνικής. Η εικόνα έχει υποστεί επεξεργασία ως προς την ποιότητα με σκοπό να καταστεί δυνατός ο εντοπισμός όλων των αρθρώσεων από το OpenPose. .... 20
- Εικόνα 2.** Γραφική απεικόνιση θέσης του σώματος από το OpenPose. Παρουσιάζονται απευθείας (source data) τα μέλη του σώματος από την ανάλυση που πραγματοποίησε το OpenPose. .... 21
- Εικόνα 3.** Γραφική απεικόνιση της θέσης του σώματος με φόντο την αρχική εικόνα. Το OpenPose εντόπισε τις αρθρώσεις και σχεδίασε αυτόματα το παρόν σχήμα. .... 21
- Εικόνα 4.** Αποτυχημένη προσπάθεια ανάλυσης της αρχαίας παράστασης. .... 22
- Εικόνα 5.** Η θέση του αθλητή σε σύστημα αναφοράς. Παρουσιάζονται οι συντεταγμένες που ορίζονται από τα pixels στον κάθετο και στον οριζόντιο άξονα. Η αντίστροφη αρίθμηση στον κάθετο άξονα οφείλεται στον τρόπο με τον οποίο δημιουργείται η εικόνα στον υπολογιστή. .... 24
- Εικόνα 6.** Μετάβαση του αγκώνα από αρχική ενδιάμεση θέση. Το σχήμα που έχει σχεδιάσει το OpenPose παρουσιάζει την αρχική στάση του αθλητή ενώ η εικόνα προβάλλει την θέση που λαμβάνει το άκρο που πρόκειται να καταφέρει το χτύπημα ενώ το βέλος αναπαριστά τη μετατόπιση της θέσης του αγκώνα. .... 26
- Εικόνα 7.** Διοχέτευση δεδομένων, παράδειγμα εισαγωγής, επεξεργασίας και ανάλυσης εικόνας. ....
- Εικόνα 8.** Ερυθρόμορφος αμφορέας που παρουσιάζει αθλητή σε θέση ετοιμότητας, Μουσείο Μονάχου, Γερμανία (Staatliche Antikensammlungen). .... 27
- Εικόνα 9.** Λάκτισμα και εκτέλεση τεχνάσματος από τον αμυνόμενο. Μελανόμορφος αμφορέας κλασσικής εποχής 5ου αιώνα π.Χ. Ν. Υόρκη (Metropolitan Museum of NYC). .... 47
- Εικόνα 10.** Πυγμαχί (πύκται), λεπτομέρεια από μελανόμορφο αμφορέα του 6ου π.Χ. αι. Antikensammlung Berlin. .... 48
- Εικόνα 11.** Πυγμή σε λαπίθη. . Αρχαίος ελληνικός ερυθρόμορφος αμφορέας, 5ου αιώνα π.Χ. Μουσείο Φλωρεντίας(Museo Archeologico Nazionale). .... 48

<b>Εικόνα 12.</b> Ανταλλαγή χτυπημάτων με τα χέρια (πυγμές). Αρχαίος ελληνικός αμφορέας βου αιώνα π.Χ., Βρετανικό Μουσείο. ....	49
<b>Εικόνα 13.</b> Αρχική θέση σώματος αθλητή Νέου Παγκρατίου (Ε.Ο.Π.Α.) πριν από την επίτευξη εμπροσθίου λακτίσματος. ....	49
<b>Εικόνα 14.</b> Στάση του σώματος του ιδίου αθλητή την στιγμή της επαφής με τον αντίπαλο. ....	50
<b>Εικόνα 15.</b> Στάση σώματος αθλητή που προηγείται της εκτέλεσης πυγμής. Πρόγραμμα διδασκαλίας Παγκρατίου αθλήματος Ε.Ο.Π.Α. ....	50
<b>Εικόνα 16.</b> Ευθεία πυγμή. Πρόκειται για την τελική στάση που λαμβάνει ο αθλητής για την επίτευξη του χτυπήματος το οποίο είχε ως εναρκτήρια θέση την εικόνα 15. ....	51
<b>Εικόνα 17.</b> Στάση σώματος έτερου αθλητή που προηγείται της εκτέλεσης της πυγμής. Πρόγραμμα διδασκαλίας Παγκρατίου αθλήματος Ε.Ο.Π.Α. ....	51
<b>Εικόνα 18.</b> Ευθεία πυγμή. Πρόκειται για την τελική στάση που λαμβάνει ο αθλητής για την επίτευξη του χτυπήματος το οποίο είχε ως εναρκτήρια θέση την εικόνα 17 Πρόγραμμα διδασκαλίας Παγκρατίου αθλήματος Ε.Ο.Π.Α. ....	52
<b>Εικόνα 19.</b> Στάση σώματος αθλητή που προηγείται της εκτέλεσης όμοιας με τις προηγούμενες πυγμές. Πρόγραμμα διδασκαλίας Παγκρατίου αθλήματος Ε.Ο.Π.Α. ....	52
<b>Εικόνα 20.</b> Η τελική στάση που λαμβάνει ο αθλητής κατά την επαφή – ολοκλήρωση της καταφοράς του χτυπήματος το οποίο είχε ως εναρκτήρια θέση αυτήν που παρουσιάζεται στην εικόνα 19. ....	53

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα περισσότερα αθλήματα τα οποία έχουν τις ρίζες τους στην αρχαιότητα, ομοιάζουν, έως ένα βαθμό, στον τρόπο εκτέλεσης της τεχνικής τους με αυτόν που εφαρμόζονταν κατά τους αρχαίους χρόνους. Ειδικότερα, οι πληροφορίες που μας παρέχονται από το αρχαιολογικό υλικό, οι οποίες είναι απεικονίσεις καθώς και γραπτές μαρτυρίες για την εκτέλεση των αγωνισμάτων, καταδεικνύουν μια σχετική ομοιότητα με τις τεχνικές που εφαρμόζονται σήμερα σε αυτά τα αθλήματα. Ωστόσο, η ακριβής τεχνική που χρησιμοποιούνταν στα αρχαία αγωνίσματα δεν είναι δυνατό να εξακριβωθεί πλήρως, ως συνέπεια των περιορισμών στις διαθέσιμες πηγές πληροφόρησης.

Μελετώντας τις τεχνικές των αρχαίων αθλημάτων μπορούμε να αντλήσουμε πολύτιμες πληροφορίες για τα αθλήματα αυτά, διότι κατανοώντας στοιχεία τις τεχνικής των αθλητών της αρχαιότητας, ενδέχεται να καταστεί δυνατό το να προβούμε σε νέες ανακαλύψεις για τα αθλήματα αυτά αλλά και ενδεχομένως να μπορέσουμε να προσεγγίσουμε την πρώιμη τεχνική τους μορφή.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το άλμα εις μήκος. Το άλμα εις μήκος αποτελεί ένα ιδιαίτερο πρόβλημα, καθώς υπάρχουν λίγες αρχαίες μαρτυρίες γι' αυτό και υπόκεινται σε διαφορετική ερμηνεία από τον εκάστοτε ερευνητή. Ενώ έχουμε λογοτεχνικές απεικονίσεις του αρχαίου άλματος εις μήκος, τουλάχιστον εν μέρει, ξεκινώντας από την Οδύσσεια (Šiljak et al., 2014), ωστόσο οι συγκεκριμένες τεχνικές λεπτομέρειες του άλματος παραμένουν ασαφείς. Ακόμη και κάτι τόσο βασικό όπως το αν το άλμα ήταν άλμα εις μήκος ή τριπλούν δεν τυγχάνει απόλυτης συναίνεσης μεταξύ των ερευνητών.

Μια λεπτομέρεια που είναι γνωστή είναι ότι χρησιμοποιούνταν ειδικά βάρη, αλτήρες, όπως ισχυρίζονται οι αρχαίοι Έλληνες, για να αυξήσουν την απόσταση του άλματος και να εξασφαλίσουν καλύτερη προσγείωση (Šiljak et al., 2014). Έτσι, οι σύγχρονες προσπάθειες για την προσέγγιση της τεχνικής του άλματος περιλάμβαναν κυρίως πειράματα με αθλητές, οι οποίοι έκαναν χρήση σύγχρονων αλτήρων, ενώ επιχειρήθηκε να γίνει και εξομοίωση του άλματος με μοντέλα που είχαν κατασκευαστεί σε υπολογιστή, χωρίς όμως ιδιαίτερη επιτυχία (Friedman & Miller, 2017).

Εκτός από το άλμα εις μήκος, το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας έχει απασχολήσει και η ρίψη δίσκου. Ένας μεγάλος αριθμός ερευνητών παρείχε διάφορες

αναλύσεις και υποθέσεις σχετικά με πιθανούς τρόπους ρίψης του δίσκου, δημιουργώντας έτσι την ιδέα για τη διεξαγωγή ενός πειράματος υπό συνθήκες παρόμοιες με αυτές της αρχαίας Ελλάδας (Šiljak et al., 2014). Πριν από τη ρίψη, οι αθλητές συνήθιζαν να απλώνουν στους δίσκους και στα χέρια τους χώμα για να επιτύχουν μια πιο σταθερή λαβή του δίσκου. Συλλέγοντας στοιχεία και εικόνες, διάφοροι ερευνητές προσπάθησαν να δημιουργήσουν μια αναπαράσταση της διαδικασίας ρίψης του δίσκου (Swaddling, 1999).

Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η τεχνική ρίψης του δίσκου κατά την κλασική εποχή προσομοιάζε σε μεγάλο βαθμό με την τεχνική που χρησιμοποιείται από τους σύγχρονους αθλητές δισκοβολίας.

Σημαντικό όμως γεγονός κατά τους αγώνες της αρχαιότητας ήταν η τέλεση των μαχητικών αγωνισμάτων, δηλαδή της πάλης, της πυγμαχίας και του παγκρατίου. Σύμφωνα με τον Φιλόστρατο, τα συγκεκριμένα αγωνίσματα είχαν ιδιαίτερη θέση στην ζωή των αρχαίων Ελλήνων, ενώ το παγκράτιο αποτελούσε την κορωνίδα των ολυμπιακών αγωνισμάτων της αρχαιότητας.

Η πάλη χωριζόταν σε δύο είδη. Υπήρχε η ορθία πάλη ή ορθοπάλη ή ορθοστάδην πάλη και η αλλίνδησις ή κύλισις. Στην πρώτη νικητής ήταν αυτός ο οποίος έριχνε τον αντίπαλο κάτω τρεις φορές. Στην δεύτερη ο αγώνας τελείωνε με την πτώση του αντιπάλου στο έδαφος, αλλά συνεχιζόταν μέχρι ο ένας από τους δύο να αναγκαστεί να παραδεχτεί την ήττα του, όπως έλεγαν δηλαδή να απαγορεύσει.

Η πυγμαχία κατά τον Φιλόστρατο θεωρούνταν Λακωνική εφεύρεση (Φιλόστρατος). Οι αθλητές αντάλλασσαν σφοδρά χτυπήματα μεταξύ τους, ενώ οι εναγωνίες διατάξεις δεν διασφάλιζαν την σωματική ακεραιότητα των αθλητών. Οι αρχαίοι πυγμάχοι τύλιγαν τα τέσσερα δάχτυλά τους σε μικρή λουρίδα και εξείχαν από αυτή τόσο ώστε, αν έκλειναν τα δάχτυλα, να 'σχημάτιζαν γροθιά (Φιλόστρατος).

Το Παγκράτιο είναι ένα μείγμα πάλης και πυγμαχίας και σύμφωνα με τον Φιλόστρατο πρόκειται για ατελή πάλη και ατελή πυγμαχία. Το Παγκράτιο επέτρεπε γρονθοκόπημα, λάκτισμα, παλαιστικές ρίψεις, λαβές πνιγμού και πιεστικά κλειδώματα. Ο αγώνας σταματούσε όταν ο αθλητής δήλωνε αδυναμία συνέχισης της μάχης.

Μολονότι υπάρχουν πολλές πληροφορίες για το Παγκράτιο και γενικότερα για τα μαχητικά αγωνίσματα, τα περισσότερα στοιχεία τους δεν είναι ευρέως γνωστά. Επί του παρόντος το Παγκράτιο δεν αποτελεί μέρος των ολυμπιακών αγωνισμάτων.

Εξ' αιτίας των συγκεχυμένων πληροφοριών αλλά και άλλων παραγόντων η ανανέωση του και ανασκευή του Παγκρατίου, η οποία οδήγησε στη δημιουργία της παρούσας μορφής Παγκρατίου, το οποίο βασίζεται σε υποκειμενικά αξιολογηθέντα δεδομένα και ως εκ τούτου σε μεγάλο βαθμό είναι επηρεασμένο από τις σύγχρονες τεχνικές εκτέλεσης της πυγμαχίας και της πάλης.

Η διαδικασία αποκατάστασης του σύγχρονου Παγκρατίου περιέλαβε την σύγκριση και την ταύτιση τεχνικών από αθλήματα προερχόμενα από λαούς και κοινωνίες της Ανατολής. Για παράδειγμα προκειμένου να συμπληρωθούν κενά τα οποία υπήρχαν στο σύνολο του αρχαιολογικού υλικού σχετικά με την τεχνική εκτέλεσης του παγκρατίου στην αρχαιότητα, χρησιμοποιήθηκαν τεχνικά χαρακτηριστικά από το καράτε.

Η χρήση στοιχείων και τεχνικών από άλλα όμοια αγωνίσματα όμως δεν φαίνεται να αποτελεί την ενδεδειγμένη μέθοδο για την ανασύσταση του αθλήματος και ίσως απαιτείται μια διαφορετική προσέγγιση για να κατανοηθεί πως ακριβώς εκτελούνταν το Παγκράτιο κατά την αρχαιότητα.

Μια τέτοια προσέγγιση θα πρέπει αφενός να στηρίζεται στις αρχικές πηγές και αφετέρου να αξιοποιεί τη γνώση της εμβιομηχανικής της κίνησης σχετικά με το βέλτιστο κινητικό πρότυπο για την επίτευξη του επιδιωκόμενου κινητικού στόχου (λαβή, χτύπημα, λάκτισμα κ.λπ.).

Στην κατεύθυνση αυτή, η σύγχρονη τεχνολογία ίσως επιτρέψει την άρση των περιορισμών για την αναπαράσταση της εκτέλεσης μιας κίνησης του παγκρατίου από αποσπασματικές απεικονίσεις της σε αρχαίες πηγές, η οποία δεν είναι δυνατή με την απλή οπτική παρατήρηση των απεικονίσεων της στάσης των αθλητών. Επιπλέον, η εφαρμογή υπολογιστικών μεθόδων για την επεξεργασία και ανάλυση των οπτικών πληροφοριών μειώνει σημαντικά τον βαθμό υποκειμενικότητας της όλης προσέγγισης και περιορίζει την πιθανότητα σφαλμάτων που σχετίζονται με την παρέμβαση του ανθρώπου αναλυτή.

Ένας από αυτούς τους περιορισμούς είναι η δυσκολία εύρεσης της ακριβούς τροχιάς που ακολουθείται από ένα άκρο το οποίο επιχειρεί να καταφέρει ένα χτύπημα, ώστε να πλήξει τον αντίπαλο, όταν είναι γνωστές μόνο η αρχική και τελική θέση του άκρου. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μέθοδοι που βασίζονται σε εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης, όπως είναι η εφαρμογή OpenPose (Cao et al., 2019). Το OpenPose χρησιμοποιεί τεχνητή νοημοσύνη για τον εντοπισμό -μεταξύ άλλων- των συντεταγμένων σημείων πάνω σε μια κινητική αλυσίδα,

μέσω της μεταβολής των οποίων επιχειρείται η πρόβλεψη της πιθανότερης κίνησης της εν λόγω κινητικής αλυσίδας.

Παρά την εκτενή αναζήτηση της σχετικής βιβλιογραφίας, δεν κατέστη δυνατός ο εντοπισμός περιπτώσεων σχετικά με την εφαρμογή λογισμικών τεχνητής νοημοσύνης στην κατεύθυνση που αναπτύχθηκε παραπάνω, τόσο για το παγκράτιο όσο και για άλλα αγωνίσματα της αρχαιότητας. Ωστόσο, τέτοιες εφαρμογές έχουν αξιοποιηθεί σε άλλα αθλήματα, όπως είναι η καλαθοσφαίριση. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η εργασία των (Nakai et al., 2019), όπου οι ερευνητές προσπάθησαν να δημιουργήσουν ένα μαθηματικό μοντέλο το οποίο να συνδέει την στάση του σώματος κατά την εκτέλεση μια ελεύθερης βολής με την πιθανότητα η μπάλα να μπει στο καλάθι. Το μοντέλο αυτό στηρίχτηκε σε στοιχεία τα οποία λαμβάνονταν από το OpenPose, ώστε να προβλέψει το κατά πόσο ενδέχεται η βολή να είναι επιτυχημένη.

Μια άλλη μελέτη προσπάθησε να αξιολογήσει την στάση σώματος ενός αθλητή του σκι κατά τη διάρκεια ενός άλματος, καθώς η επιτυχία του άλματος στο σκι εξαρτάται από την θέση που λαμβάνει ο αθλητής κατά το άλμα. Για τον εντοπισμό των αρθρώσεων του αθλητή χρησιμοποιήθηκε ένα λογισμικό, το οποίο κάνει και αυτό χρήση των συστημάτων οπτικής αναγνώρισης που παρέχουν οι υπολογιστές. Στη συγκεκριμένη εργασία οι ερευνητές μπόρεσαν να υπολογίσουν την γωνία πτήσης του σκιέρ, αξιολογώντας στοιχεία του άλματος που είναι σημαντικά για την επίδοση (Ludwig et al., 2020).

### **1.1 Σκοπός της έρευνας**

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η ανάλυση των απεικονίσεων που παρουσιάζουν είτε τεχνικές Παγκρατίου είτε των αθλημάτων που αποτελούν υποσύνολο του, καθώς και η σύγκριση του με τις αντίστοιχες τεχνικές που εκτελούνται στο σύγχρονο Παγκράτιο, αξιοποιώντας τις δυνατότητες που μας παρέχονται από τα σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα software και hardware.

### **1.2 Ερευνητική υπόθεση**

Η κύρια ερευνητική υπόθεση της εργασίας ήταν ότι η πρόβλεψη της κίνησης της πυγμής στο αρχαίο Παγκράτιο καθίσταται δυνατή κάνοντας χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας. Η πυγμή επιλέχθηκε με βασικό κριτήριο το γεγονός ότι απεικονίζονται διάφορες φάσεις της συγκεκριμένης κίνησης σε αγγεία και παρέχονται αρκετά δεδομένα

ώστε να διευκολυνθεί η μελέτη. Αντίστοιχα, στοιχεία υπάρχουν και για το λάκτισμα, το οποίο και μελετήθηκε. Η μελέτη παλαιστικών τεχνικών με αυτή τη μέθοδο θεωρείται δυσκολότερη καθώς έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, τα οποία πρέπει να αξιολογηθούν σε σχέση με τα χτυπήματα. Υποθέτουμε ότι στο αρχαίο παγκράτιο με βάση τις αρχαίες απεικονίσεις, η τεχνική θα διαφέρει από την εκτέλεση της ίδιας κίνησης στο σύγχρονο παγκράτιο.

### **1.3. Οριοθετήσεις και περιορισμοί**

Στη συγκεκριμένη εργασία θα μελετηθεί η μετατόπιση την οποία διαγράφει το άκρο της χειρός κατά την εκτέλεση μιας πυγμής και η άρθρωση της ποδοκνημικής αντίστοιχα, έτσι όπως απεικονίζονται σε αρχαίες παραστάσεις που περιλαμβάνουν αγγειογραφίες της κλασσικής περιόδου.

Όσον αφορά τους περιορισμούς της εργασίας, αυτοί περιλαμβάνουν:

- i. Αρχικά η έρευνα αυτή περιορίζεται από τις δυνατότητες των προγραμμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για τις μετρήσεις. Πιο συγκεκριμένα, το πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης OpenPose που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη είναι ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα το οποίο παρέχεται δωρεάν και αποτελεί μια πειραματική εφαρμογή που βελτιώνεται συνεχώς, δεν πρόκειται όμως για επαγγελματικό λογισμικό.
- ii. Άλλος ένας περιορισμός είναι ότι σε ορισμένες απεικονίσεις που προέρχονται από τα αγγεία υπάρχει κυρτότητα, η οποία επηρεάζει τις συντεταγμένες, καθώς η ανάλυση γίνεται σε δύο επίπεδα.
- iii. Επιπλέον, το υλικό που αναλύθηκε είναι περιορισμένο σε αριθμό διότι αναζητήσαμε μία συγκεκριμένη τεχνική του Παγκρατίου, η οποία ταιριάζει με το υλικό που μας παρέχεται από το υλικό του σύγχρονου Παγκρατίου αθλήματος.
- iv. Πρέπει να αναφερθεί ότι οι αρχαίες απεικονίσεις ενδέχεται να μην αναπαριστούν με ακρίβεια την πραγματική κίνηση, αλλά να έχουν τροποποιηθεί για καλλιτεχνικούς λόγους.
- v. Να επισημανθεί ότι δεν είμαστε απολύτως βέβαιοι ότι οι εικόνες 4 και 6 απεικονίζουν σκηνή παγκρατίου ή πυγμαχίας δεδομένου ότι μπορεί να διακρίνει κανείς τη χρήση πυκτικών ιμάντων. Η επικρατούσα άποψη υποστηρίζει ότι οι παγκρατιαστές δεν χρησιμοποιούσαν ιμάντες, γιατί θα δυσκολεύονταν οποιαδήποτε λαβή. Σύγχυση

όμως προκαλεί και ενσπείρει κάποιες αμφιβολίες ο σχολιαστής του Πινδάρου ο οποίος μνημονεύει: «*Θησεύς Αθηναίος εύρε παγκράτιον άνευ μυρμήκων*» (Πίνδαρος), υπονοώντας ότι διεξάγονταν και παγκράτιο με τη χρήση μυρμηκών. Από τα προαναφερόμενα οδηγούμαστε στην υπόθεση ότι και οι αθλητές του παγκρατίου είχαν το δικαίωμα να φορούν πυγμαχικούς ιμάντες.

vi. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί το όριο των δύο καρέ που χρησιμοποιείται για την διεξαγωγή των μετρήσεων.

#### **1.4. Ορισμοί και συντομογραφίες**

- Κλασική εποχή: Η χρονική περίοδος της αρχαίας ελληνικής ιστορίας, περίπου 200 χρόνων, από το 480 π. Χ. έως το 323 π. Χ.
- Λάκτισμα: Χτύπημα με το άκρο του ποδιού
- Πυγμή: Το χτύπημα με το χέρι τ κλειστό και όλα τα δάχτυλα σε κάμψη.
- Τεχνική: Οι εμπειρικές ή/και επιστημονικές μέθοδοι εκτέλεσης μιας εργασίας ή ενός έργου, και επίτευξης κάποιου στόχου ή αποτελέσματος.



## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 2.1. Δείγμα

Για τη διενέργεια της συγκεκριμένης μελέτης συλλέχθηκαν 5 φωτογραφίες αρχαίων ευρημάτων τα οποία απεικονίζουν σκηνές παγκρατίου ή σκηνές ενός εκ των δύο συνθετικών του αθλήματος, δηλαδή πυγμαχίας ή πάλης. Οι φωτογραφίες αυτές παρουσιάζονται στο Παράρτημα της εργασίας.

Επίσης ελήφθη οπτικοακουστικό υλικό (video), στο οποίο παρουσιάζεται η τεχνική μεθοδολογία της διδακτέας ύλης του αθλήματος, καθώς και μια αγωνιστική φάση από τα οποία και πάρθηκαν στιγμιότυπα που αντιστοιχούν σε τεχνικές του αρχαίου Παγκρατίου. Το υλικό αυτό το παρείχε η Ελληνική Ομοσπονδία Παγκρατίου Αθλήματος (Ε.Ο.Π.Α), η οποία εκπροσωπεί το σύγχρονο Παγκράτιο Άθλημα. Επίσης ελήφθη οπτικοακουστικό υλικό (video), στο οποίο παρουσιάζεται η τεχνική μεθοδολογία της διδακτέας ύλης του αθλήματος, από το οποίο και πάρθηκαν στιγμιότυπα που αντιστοιχούν σε τεχνικές του αρχαίου παγκρατίου.

### 2.2. Πειραματικός σχεδιασμός

Η πειραματική διαδικασία περιλάμβανε την εξής ακολουθία:

- Συλλογή του αρχαιολογικού υλικού και απόκτηση οπτικοακουστικού υλικού από την Ε.Ο.Π.Α.
- Διαχωρισμός των καρέ των εκτελέσεων στο βίντεο και αντιστοίχιση τους με τις αρχαίες παραστάσεις, με κριτήριο την οπτική ομοιότητα της χρησιμοποιούμενης τεχνικής
- Επεξεργασία και βελτίωση της ποιότητας των εικόνων
- Ανάλυση του υλικού με το OpenPose
- Χειροκίνητη διόρθωση συντεταγμένων κάνοντας χρήση Python
- Περιστροφή των διανυσμάτων που ορίζουν τον αθλητή, έχοντας ως σημείο αναφοράς την αρχική εικόνα μέσω Python
- Δημιουργία των τελικών διαγραμμάτων που παρουσιάζουν την κίνηση
- Συλλογή του αρχαιολογικού υλικού και απόκτηση οπτικοακουστικού υλικού από την Ε.Ο.Π.Α.

Πιο αναλυτικά, η πειραματική διαδικασία περιέλαβε αρχικά τη συλλογή του υλικού τόσο του αρχαίου, όσο και του σύγχρονου Παγκρατίου. Οι εικόνες, οι οποίες παρουσιάζουν σκηνές αρχαίου Παγκρατίου ελήφθησαν από το αρχαιολογικό αρχείο, ενώ οι αντίστοιχες φωτογραφίες από το σύγχρονο παγκράτιο ελήφθησαν από την ομοσπονδία, η οποία εκπροσωπεί σήμερα το αγώνισμα. Οι εικόνες που παρουσιάζονται στο Παράρτημα αποτελούν καρτέ από βίντεο, το οποίο παραδόθηκε από την ομοσπονδία και παρουσιάζει τη διδακτέα ύλη με βάση την οποία διδάσκονται Παγκράτιο οι αθλητές. Ουσιαστικά αποτελεί το τεχνικό πρόγραμμα με βάση το οποίο οι αθλητές διδάσκονται τις κινήσεις του αθλήματος.

### **2.2.1. Διαχωρισμός των καρτέ των εκτελέσεων στο βίντεο και αντιστοίχιση τους με τις αρχαίες παραστάσεις, με κριτήριο την οπτική ομοιότητα της χρησιμοποιούμενης τεχνικής.**

Ακολούθως πραγματοποιήθηκε αντιστοίχιση των σύγχρονων τεχνικών με τις τεχνικές που παρουσιάζονται από το αρχαιολογικό υλικό. Ειδικότερα, οι εικόνες από το αρχαιολογικό υλικό τοποθετήθηκαν σύμφωνα με τη σειρά η οποία δίδεται από τις περιγραφές.

Ως αρχική θέση ορίστηκε η εικόνα που παρουσιάζει τον αθλητή σε στάση ετοιμότητας. Σύμφωνα με τον Πλούταρχο, κατά τη διάρκεια του αγώνα οι πυγμάχοι επιθυμούν την περαιτέρω συνέχεια της συμπλοκής τους πλέον σώμα με σώμα, όπως στην πάλη, όμως οι διαιτητές δεν το επιτρέπουν. Ο Πλούταρχος δηλαδή, μας πληροφορεί για την ύπαρξη κάποιας απόστασης πριν από την εκ του συστάδην συμπλοκή και επιπλέον αναφέρει ότι οι συστάσεις και οι παραθέσεις φέρνουν τους παλαιστές κοντά, κάνοντας τους αθλητές να πλησιάζουν και να σφίγγουν ο ένας τον άλλον (Πλούταρχος).

Κατά τον Πλούταρχο, το Παγκράτιο ως συγκερασμός πυγμής και πάλης συνδυάζει στοιχεία και των δύο αυτών αθλημάτων, αναφέροντας την πάλη ως το πιο τεχνικό άθλημα, ενώ μιλώντας για την παλαιότητα των αγωνισμάτων αναφέρεται ότι οι ανάγκες επιβάλλουν πρώτα αυτό που είναι πιο απλό και βίαιο (αναφερόμενος στην πυγμαχία). Έτσι ο συνδυασμός των περιγραφών και των απεικονίσεων επιτρέπουν να εικάσουμε μια σειρά ως προς την χρήση των τεχνικών, η οποία φαίνεται να σχετίζεται μεταξύ άλλων και με την απόσταση, καθώς και στη μονομαχία του Άμκου με τον Πολυδεύκη αναφέρεται

ότι οι αντίπαλοι στάθηκαν σε απόσταση ο ένας από τον άλλο πριν πυγμαχήσουν (Απολλόδωρος).

Το λάκτισμα, το οποίο παρουσιάζεται στο σχετικό αγγείο, ο αθλητής που αμύνεται έχει παγιδεύσει το πόδι του επιτιθέμενου. Το λάκτισμα είχε ως στόχο το στομάχι του αντιπάλου, καθώς βρίσκεται στην ίδια ευθεία με αυτό. Αναφορά σχετικά με λακτίσματα στο στομάχι κάνει και ο Λουκιανός: *«μήτε λακτιζόμενον εἰς τὴν γαστέρα ὑπὸ τῶν ἀνταγωνιστῶν»* (Λουκιανός). Στη συγκεκριμένη απεικόνιση φαίνεται πως ο επιτιθέμενος δεν μπορεί να χτυπήσει σε αυτή την απόσταση με τα χέρια έτσι, λαμβάνοντας αυτά τα στοιχεία υπόψιν, οι εικόνες τοποθετήθηκαν με την σειρά η οποία παρουσιάζεται στην παρούσα έρευνα. Αφού αντάλλασσαν ενδεχομένως κάποια χτυπήματα με τα πόδια σειρά έπαιρναν τα χτυπήματα με τα χέρια, εφόσον το επέτρεπε η απόσταση. Οι απεικονίσεις παρέχουν επίσης πληροφορίες για χτυπήματα με τα γόνατα αλλά και τους αγκώνες.

Στις εικόνες οι αθλητές φαίνεται να προετοιμάζονται πριν καταφέρουν πυγμή και για το λόγο αυτό επιλέχθηκε σαν δεύτερη εικόνα αυτή που παρουσιάζει τους αθλητές να έχουν σηκώσει το χέρι, το οποίο ετοιμάζεται να χτυπήσει και έχει σαν στόχο πρωτίστως την κεφαλή του αντιπάλου, καθώς η πυγμή είχε σαν κύριο σκοπό να κατευθυνθεί στο πρόσωπο του αντιπάλου, γεγονός που συμπεραίνεται από την πληθώρα των απεικονίσεων και των περιγραφών, όπως για παράδειγμα εντοπίζουμε και στη μονομαχία Άμυκου -Πολυδεύκη.

Κατά το λάκτισμα, το οποίο παρουσιάζεται στο σχετικό αγγείο, (Εικόνα 9) ο αθλητής που αμύνεται έχει αρπάξει το πόδι του επιτιθέμενου. Το λάκτισμα αυτό φαίνεται πως είχε ως στόχο το στομάχι του αντιπάλου, καθώς βρίσκεται στην ίδια ευθεία με αυτό. Αναφορά σχετικά με λακτίσματα στο στομάχι κάνει και ο Λουκιανός, όπως προαναφέρθηκε.

Λαμβάνοντας αυτά τα στοιχεία υπόψιν, οι εικόνες τοποθετήθηκαν με την σειρά η οποία παρουσιάζεται στην παρούσα μελέτη.

### **2.2.2. Επεξεργασία και βελτίωση της ποιότητας των εικόνων**

Αρχικά το δείγμα επεξεργάστηκε ως προς την ποιότητα, κάνοντας χρήση απλών εργαλείων, τα οποία είναι ενσωματωμένα στα Windows. Οι εικόνες βελτιώθηκαν ποιοτικά ώστε να καταστεί δυνατή η ανάλυση από το OpenPose. Επίσης κάνοντας και πάλι χρήση των εργαλείων των Windows έγινε η επεξεργασία των βίντεο, τα οποία περιλαμβάνουν τη διδακτέα ύλη ώστε να απομονωθούν τα καρτέ, στα οποία εκτελούνται οι τεχνικές που μας

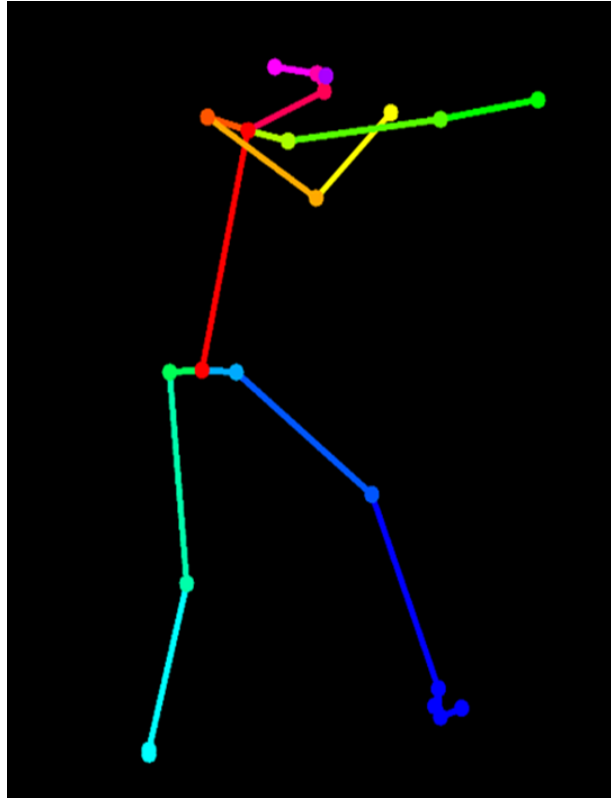
ενδιαφέρουν (πυγμές και ένα λάκτισμα). Εν συνεχεία τα επιλεγμένα καρέ υπέστησαν με τη σειρά τους επεξεργασία, ώστε να μπορούν και αυτά να αναλυθούν από τα προγράμματα. Πιο συγκεκριμένα, οι φωτογραφίες τροποποιήθηκαν σε ανάλυση και βελτιώθηκαν στο φωτισμό έως ότου κατέστη δυνατό να εντοπιστούν τα απαιτούμενα δεδομένα και να γίνουν αντιληπτά από το OpenPose. Επίσης, μετατράπηκαν στην ίδια κλίμακα και ανάλυση, ώστε η σύγκριση μεταξύ τους να είναι δυνατή, όπως παρουσιάζεται παρακάτω (Εικόνα 1).



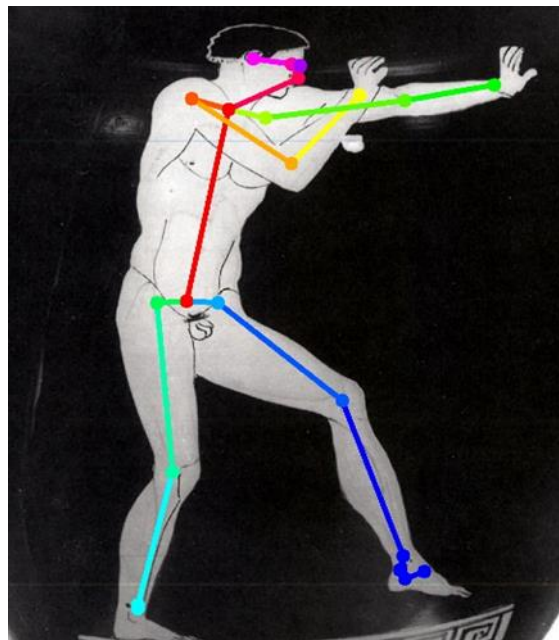
**Εικόνα 1.** Παρουσιάζεται η εκτέλεση ενός λακτίσματος από τον επιτιθέμενο καθώς και η υποδοχή από τον αμυνόμενο και η προσπάθεια εφαρμογής μια τεχνικής. Η εικόνα έχει υποστεί επεξεργασία ως προς την ποιότητα με σκοπό να καταστεί δυνατός ο εντοπισμός όλων των αρθρώσεων από το OpenPose.

### 2.2.3. Ανάλυση του υλικού με το OpenPose

Έπειτα σειρά έλαβε η ανάλυση των εικόνων με το πρόγραμμα OpenPose. Εφαρμόζοντας την τεχνολογία αυτή στις φωτογραφίες των αρχαιολογικών ευρημάτων παρατηρήσαμε ότι το πρόγραμμα ήταν σε θέση να εντοπίσει τις συντεταγμένες του σώματος των αθλητών που παρουσιάζονται στις απεικονίσεις (Εικόνα 2 και 3).

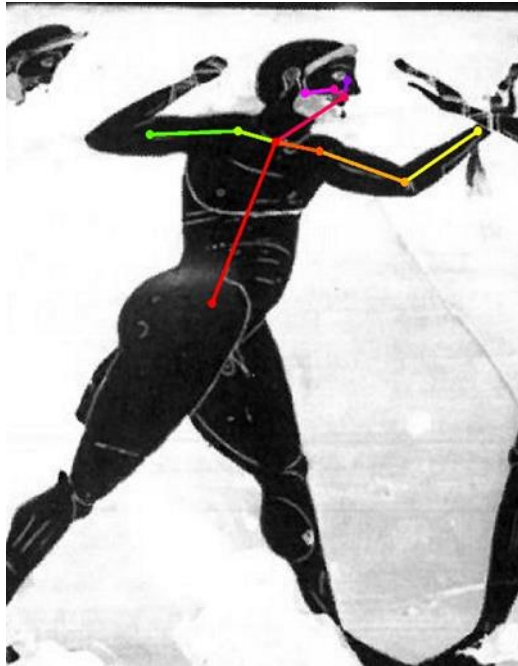


**Εικόνα 2.** Γραφική απεικόνιση θέσης του σώματος από το OpenPose. Παρουσιάζονται απευθείας (source data) τα μέλη του σώματος από την ανάλυση με το OpenPose.



**Εικόνα 3.** Γραφική απεικόνιση της θέσης του σώματος με φόντο την αρχική εικόνα. Το OpenPose εντόπισε τις αρθρώσεις και σχεδίασε αυτόματα το παρόν σχήμα.

Σε ορισμένες περιπτώσεις το λογισμικό αδυνατούσε να εντοπίσει όλες τις αρθρώσεις δίνοντας το παρακάτω ως αποτέλεσμα της ανάλυσης, όπου απουσιάζουν τα κάτω άκρα του αθλητή. Για το λόγο αυτό κρίθηκε σκόπιμη η παρέμβαση στις εικόνες οι οποίες δεν κατέστη δυνατόν να αναλυθούν αυτομάτως (Εικόνα 4).



**Εικόνα 4.** Αποτυχημένη προσπάθεια ανάλυσης της αρχαίας παράστασης.

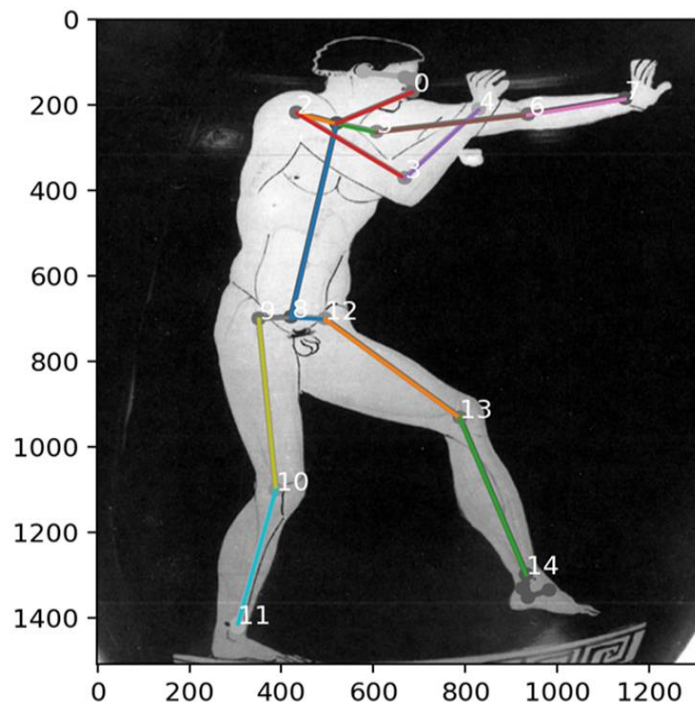
#### **2.2.4. Διόρθωση συντεταγμένων κάνοντας χρήση Python**

Εξαιτίας της αδυναμίας του OpenPose να εντοπίσει επιτυχώς όλα τα σημεία του σώματος των αθλητών που παρουσιάζονται, κρίθηκε απαραίτητη η τροποποίηση των αρχείων με τις αποθηκευμένες συντεταγμένες της κάθε εικόνας. Η αναγκαστική αυτή παρέμβαση έγινε κάνοντας χρήση κώδικα σε python. Πιο συγκεκριμένα ο κώδικας έδωσε τη δυνατότητα συνδυαστικής προβολής των στοιχείων που αναλύθηκαν από το OpenPose καθώς και της αρχικής φωτογραφίας. Αυτό επέτρεψε την εισαγωγή των συντεταγμένων, που απουσίαζαν από την αρχική ανάλυση. Το OpenPose λειτουργεί καταγράφοντας συντεταγμένες σε ορισμένες μορφές αρχείων, μία από τις οποίες είναι η .json. Το αρχικό αρχείο έχει ένα συγκεκριμένο δείκτη σημαντικότητας, ο οποίος δείχνει ουσιαστικά το κατά πόσο είναι ακριβείς οι συντεταγμένες που ελήφθησαν από την ανάλυση που έγινε

από το OpenPose. Οι συντεταγμένες που αγνοήθηκαν αυτόματα, διορθώθηκαν και στη συνέχεια προστέθηκαν με μη αυτόματο τρόπο.

Δεδομένου ότι τα δεδομένα εξήχθησαν σε αρχεία .json, που είναι επίσης προσβάσιμα μέσω του κώδικα, προέκυψε η ανάγκη δημιουργίας ενός λογισμικού που θα μπορούσε να διαβάσει και να επεξεργαστεί αυτά τα αρχεία. Για αυτή τη διαδικασία επιλέχθηκε το Sublime. Γράφοντας τον κώδικα που θα επέτρεπε να αποκτήσουμε πρόσβαση στα αρχεία .json διαπιστώθηκε, ότι υπήρχαν ορισμένα προβλήματα που έπρεπε να επιλυθούν. Καθώς το OpenPose είναι ένα νέο λογισμικό που σίγουρα χρειάζεται αρκετές τροποποιήσεις και έχει αδυναμίες, κρίθηκε απαραίτητη η ανάπτυξη ενός μικρού script σε Python.

Χρησιμοποιώντας την Python και ακολουθώντας τον τρόπο δημιουργίας αρχείων που γράφονται από το OpenPose, δημιουργήθηκε ένας κώδικας ο οποίος παρείχε τη δυνατότητα ανακατασκευής ενός νέου αρχείου παρόμοιας μορφής με αυτή που δημιουργήθηκε από το OpenPose, αλλά αποθηκεύοντας πλέον τις διορθωμένες συντεταγμένες των αρθρώσεων, οι οποίες κρίθηκε απαραίτητο να τροποποιηθούν. Το script που δημιουργήθηκε χρησιμοποιεί libraries που λειτουργούν με Python. Η πιο σημαντική βιβλιοθήκη που χρησιμοποιήθηκε ήταν η Matplotlib. Η προσθήκη αυτής της βιβλιοθήκης επιτρέπει τη γραφική απεικόνιση των καταγεγραμμένων συντεταγμένων, δημιουργώντας ένα ραβδωτό σχήμα σύμφωνα με το παράδειγμα, το οποίο εμφανίζεται στην παρακάτω εικόνα.



**Εικόνα 5.** Η θέση του αθλητή σε σύστημα αναφοράς. Παρουσιάζονται οι συντεταγμένες που ορίζονται από τα pixels στον κάθετο και στον οριζόντιο άξονα. Η αντίστροφη αρίθμηση στον κάθετο άξονα οφείλεται στον τρόπο με τον οποίο δημιουργείται η εικόνα στον υπολογιστή.

Στην παραπάνω εικόνα ή καλύτερα σχήμα (stick figure) εμφανίζεται πάνω στη φωτογραφία που έχει ληφθεί, αλλά το script έχει τη δυνατότητα να αναπαράγει αυτό το σχήμα σε οποιοδήποτε άλλο φόντο ζητηθεί. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι οι συντεταγμένες από το OpenPose παράγουν διαγράμματα με αντίστροφη αρίθμηση στον κατακόρυφο άξονα κάτι το οποίο παρατηρείται στην εικόνα 5. Αυτό συμβαίνει επειδή οι συντεταγμένες που αποθηκεύονται είναι ουσιαστικά pixels και το πρόγραμμα τα μετρά αντίστροφα και αρχίζει ξεκινώντας από πάνω προς τα κάτω, αυξάνοντας το μέτρο της με κατεύθυνση προς τα κάτω. Ωστόσο, το πιο σημαντικό είναι ότι μέσω του script, δόθηκε η δυνατότητα λήψης επιπλέον στοιχείων από την εικόνα και στη συνέχεια επιτράπηκε η παράλληλη εμφάνιση όλων των στοιχείων στις απαιτούμενες μορφές.

### **2.2.5. Περιστροφή των διανυσμάτων που ορίζουν τον αθλητή, έχοντας σαν σημείο αναφοράς την αρχική εικόνα μέσω Python**

Σειρά έλαβε το πιο κρίσιμο σημείο ίσως για τη διεξαγωγή της έρευνας. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες που παρέχονται από τα σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα

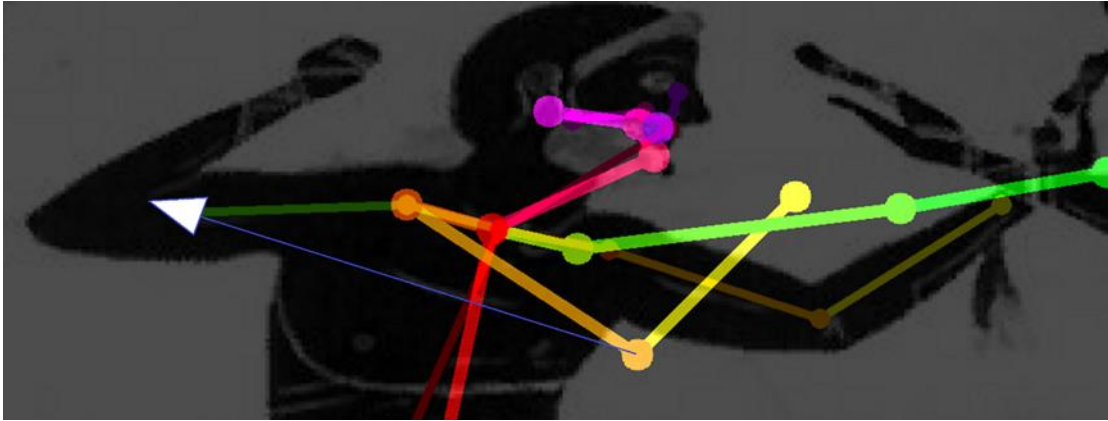


κατέστη δυνατή η ανάλυση του σώματος των αθλητών, έτσι όπως παρουσιάζεται στις αρχαίες απεικονίσεις, με τη χρήση διανυσματικών μεθόδων.

Ειδικότερα, εφαρμόστηκε μια διανυσματική απεικόνιση των μελών του σώματος. Με τη μέθοδο αυτή ο ανθρώπινος σκελετός χωρίστηκε σε τμήματα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους και συνθέτουν το ανθρώπινο σώμα. Κάθε διάνυσμα έχει ως αφετηρία μια άρθρωση και καταλήγει στη αμέσως επόμενη, δίνοντας την θέση του σε ένα νέο διάνυσμα. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η απεικόνιση του χεριού με δύο διανύσματα. Το πρώτο ξεκινά από τον ώμο και τελειώνει στην άρθρωση του αγκώνα και το αμέσως επόμενο να είναι το αγκώνας-καρπός.

Οι συντεταγμένες των διανυσμάτων αυτών κατεγράφησαν και αποθηκεύτηκαν σε αρχεία μορφής .json. Το script το οποίο δημιουργήθηκε για την περάτωση της εν λόγω διαδικασίας, στη συνέχεια σχεδίασε τα αποθηκευμένα διανύσματα πάνω σε μία νέα εικόνα, έχοντας ως σημείο αναφοράς τη θέση που βρίσκεται η πύελος του εικονιζόμενου αθλητή. Το script επανασχεδίασε τα διανύσματα της πρώτης εικόνας, τα οποία ορίζουν το ανθρώπινο σώμα, πάνω στη δεύτερη εικόνα έχοντας ως σημείο αναφοράς τις συντεταγμένες της θέσης στην οποία βρίσκεται η βάση της σπονδυλικής στήλης.

Ουσιαστικά με αυτό τον τρόπο ο κώδικας τοποθέτησε το σώμα του αθλητή από την αρχική θέση, στη θέση που δίδεται από τη δεύτερη εικόνα, κάνοντας χρήση των όρων της πρώτης. Από αυτό προέκυψε μια διαφορά των θέσεων που βρίσκονται τα άκρα του αθλητή, μεταξύ των εικόνων της αρχικής και τελικής θέσης. Η διαδικασία αυτή επέτρεψε τον εντοπισμό της αλλαγής θέσης (μετατόπισης) των άκρων του αθλητή και πιο συγκεκριμένα του καρπού και της ποδοκνημικής, που είναι και οι αρθρώσεις που μετατοπίζονται πιο κοντά στο στόχο ώστε να καταφέρει ο αθλητής το χτύπημα στον αντίπαλο. Παρακάτω παρουσιάζεται η απεικόνιση αυτής της διαφοράς θέσεων (Εικόνα 6).



**Εικόνα 6.** Μετάβαση του αγκώνα από αρχική ενδιάμεση θέση. Το σχήμα που έχει σχεδιάσει το OpenPose παρουσιάζει την αρχική στάση του αθλητή ενώ η εικόνα προβάλλει την θέση που λαμβάνει το άκρο που πρόκειται να καταφέρει το χτύπημα ενώ το βέλος αναπαριστά τη μετατόπιση της θέσης του αγκώνα.

### **2.2.6. Δημιουργία των τελικών διαγραμμάτων που παρουσιάζουν την κίνηση**

Ο εντοπισμός της θέσης του άκρου που μελετήθηκε, έδειξε ότι το αυτό είχε μετατοπιστεί από μια αρχική θέση σε μία τελική καταγράφοντας μια τροχιά η οποία και παρουσιάζεται στα αποτελέσματα της μελέτης. Τέλος, κάνοντας και πάλι χρήση rython τα δεδομένα εισήχθησαν σε έναν νέο κώδικα, ο οποίος απέδωσε τη γραφική απεικόνιση της μετατόπισης.

### **2.3. Όργανα μέτρησης**

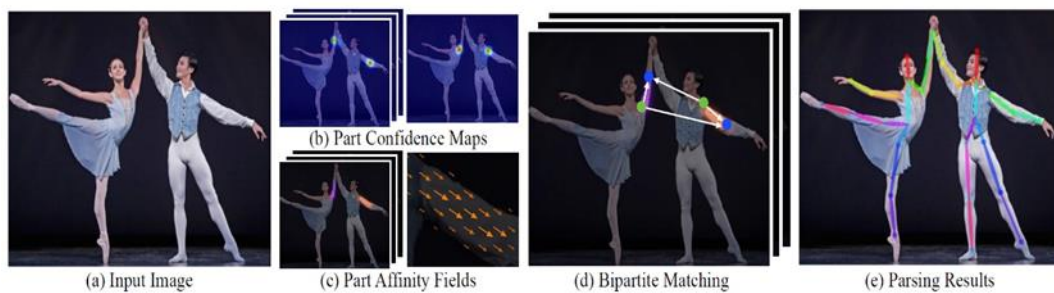
Για την υλοποίηση της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τα ψηφιακά εργαλεία και λογισμικά που αναφέρονται στη συνέχεια:

- Εργαλεία επεξεργασίας εικόνας
- Για την αρχική επεξεργασία των εικόνων χρησιμοποιήθηκαν τα γνωστά ενσωματωμένα εργαλεία στο λειτουργικό σύστημα Windows 10.
- Λογισμικό ανάλυσης OpenPose

Το OpenPose είναι ένα σύστημα ανίχνευσης αρθρώσεων πολλαπλών ατόμων σε πραγματικό χρόνο. Μπορεί να εντοπίσει τον κορμό, τα χέρια το πρόσωπο και τα πόδια ενός ατόμου σε συνολικά 135 σημεία κλειδιά ανά εικόνα (Cao et al. 2021). Το OpenPose περιλαμβάνει εκδόσεις για διάφορα λειτουργικά συστήματα και γλώσσες προγραμματισμού. Για αυτή την έρευνα χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή η οποία λειτουργεί σε windows. Η έκδοση που χρησιμοποιήθηκε ήταν η 1.7, ενώ χρησιμοποιήθηκαν οι εφαρμογές που λειτουργούν και με CPU αλλά και με GPU.

Το OpenPose λειτουργεί κάνοντας χρήση τεχνολογίας βαθιάς μάθησης (Deep Learning). Το Deep Learning είναι ένα τμήμα της ευρύτερης οικογένειας των μεθόδων εκμάθησης μηχανών που στηρίζονται στα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα. Το νευρωνικό δίκτυο είναι ένα δίκτυο από απλούς υπολογιστικούς κόμβους (νευρώνες, νευρώνια), διασυνδεδεμένους μεταξύ τους. Είναι εμπνευσμένο από το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ), το οποίο προσπαθεί να προσομοιώσει. Η αρχιτεκτονική του συγκεκριμένου λογισμικού δίδεται παρακάτω στην Εικόνα 1.

Ειδικότερα, όπως φαίνεται στην εικόνα 1, η εικόνα περνάει στο συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο (CNN, ή ConvNet) το οποίο είναι μια κατηγορία τεχνητού νευρωνικού δικτύου, που χρησιμοποιείται συχνότερα για την ανάλυση οπτικής απεικόνισης. Στη συνέχεια, η εικόνα μεταβιβάζεται στη βάση του CNN δικτύου για να εξάγει τους χαρακτηριστικούς χάρτες όπως εμφανίζεται στην Εικόνα 1.



**Εικόνα 7.** Διοχέτευση δεδομένων, παράδειγμα εισαγωγής, επεξεργασίας και ανάλυσης εικόνας.

### 2.3.2. Sublime Text

Το Sublime ήταν η κύρια εφαρμογή που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των απαραίτητων scripts που επέτρεψαν την ολοκλήρωση αυτής της μελέτης (Peleg, 2013) και προτιμήθηκε για τη διευκόλυνση που παρέχει στη συγγραφή κώδικα σε σχέση με μη εξειδικευμένα προγράμματα επεξεργασίας κειμένου.

### 2.3.3. Python

Η Python είναι μια γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου γενικής χρήσης. Η Python είναι κατάλληλη για χρήση ως γλώσσα δέσμης ενεργειών (scripts), γλώσσα εφαρμογής για ιστοσελίδες κ.λπ. Ακόμη χάρη στο ότι η Python μπορεί να επεκταθεί σε C και C ++, μπορεί να παρέχει την ταχύτητα που απαιτείται ακόμη και για εντατικές

υπολογιστικές εργασίες. Η Python μας επιτρέπει την ανάπτυξη εφαρμογών για μικρές και μεγάλες εργασίες, καθώς συνδυάζει αξιοσημείωτη ισχύ με πολύ σαφή σύνταξη (Van Rossum, & Drake, 2009).

#### **2.3.4. Βιβλιοθήκες**

Για τη διαδικασία αξιοποιήθηκαν ορισμένες βιβλιοθήκες δηλαδή η NumPy και η matplotlib. Πιο συγκεκριμένα για την επεξεργασία των δεδομένων που κατεγράφησαν από το Openpose χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη NumPy. Η NumPy είναι μία βιβλιοθήκη που παρέχει ένα ευρύ φάσμα εργαλείων για την επεξεργασία αριθμητικών δεδομένων και πινάκων (Harris et al., 2020). Η Matplotlib είναι μία βιβλιοθήκη γραφικών 2D που χρησιμοποιείται από την Python για ανάπτυξη εφαρμογών, διαδραστικών scripts και τη δημιουργία γραφικών απεικονίσεων (Hunter, 2007). Χάρη στη Matplotlib κατέστη δυνατός ο σχεδιασμός όλων των απαραίτητων διαγραμμάτων για την οπτική συγκριτική αναπαράσταση των ομοιοτήτων και των διαφορών μεταξύ αρχαίας και σύγχρονης τεχνικής.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ακολουθώντας την αναφερόμενη πειραματική διαδικασία καταλήξαμε στα παρακάτω αποτελέσματα.

Ακολουθώντας την αναφερόμενη πειραματική διαδικασία καταλήξαμε στα παρακάτω αποτελέσματα, τα οποία προέκυψαν λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι η εκτέλεση της πυγμής χωρίζεται σε δύο φάσεις, ωστόσο αυτό δεν να εφαρμόζεται στο λάκτισμα, το οποίο φαίνεται πως εκτελούνταν άμεσα.

Η πρώτη φάση, η οποία παρουσιάζεται στα διαγράμματα είναι η φάση μετατόπισης του άκρου, το οποίο θα εκτελέσει την τεχνική προς τη θέση ετοιμότητας, (η οποία ονομάζεται και θέση «παρασκευής» στην παρούσα εργασία), καθώς το άκρο ουσιαστικά μετατοπίζεται για να προετοιμαστεί λαμβάνοντας τη θέση από την οποία θα εκτελέσει το χτύπημα.

Η επιλογή ελέγχου της μετατόπισης του άκρου της χειρός έγινε με βάση τις περιγραφές στις οποίες αναφέρεται ότι η αρχική στάση του αθλητή ήταν η θέση ετοιμότητας. Καθώς η απόσταση μεταξύ των αντιπάλων μειώνονταν ακολουθούσαν τα χτυπήματα με τα χέρια. Οι εικόνες παρουσιάζουν τους αθλητές σε μία ορισμένη θέση, η οποία καταδεικνύει το γεγονός ότι σε εκείνο το σημείο πλέον τα χτυπήματα γίνονται με τη χρήση των χεριών.

Με βάση αυτό το σκεπτικό, ότι δηλαδή η στάση του σώματος των αθλητών υποδηλώνει πως ακολουθούν χτυπήματα με τα χέρια, υπολογίστηκε η μετατόπιση του άκρου που λαμβάνει τη θέση ετοιμότητας με τελικό σκοπό την επίτευξη του χτυπήματος.

Χάρη στον τρόπο με τον οποίο αναλύθηκαν οι εικονογραφήσεις κατέστη δυνατό να εμφανίζεται πλέον το ανθρώπινο σώμα σε ένα ραβδωτό σχήμα, το οποίο ουσιαστικά σχηματίζεται από ένα σύνολο διανυσμάτων που μας επιτρέπει την περιστροφή τμημάτων του σώματος καθώς και την τοποθέτησή τους με τέτοιο τρόπο, ώστε το ένα σώμα να αντιστοιχεί στους όρους του άλλου δημιουργώντας μεταξύ τους μια μαθηματική σχέση. Έχοντας ολοκληρώσει τη μετατροπή και την τοποθέτηση του σώματος του υπό εξέταση αθλητή στην εικόνα, σειρά έλαβε ο υπολογισμός της μετατόπισης του αναμενόμενου χτυπήματος.

Αρχικά εξετάστηκε το λάκτισμα, το οποίο είχε ως κύριο στόχο τη γαστέρα του αντιπάλου, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, καθώς δεν εντοπίστηκε κάποια σχετική αναφορά,

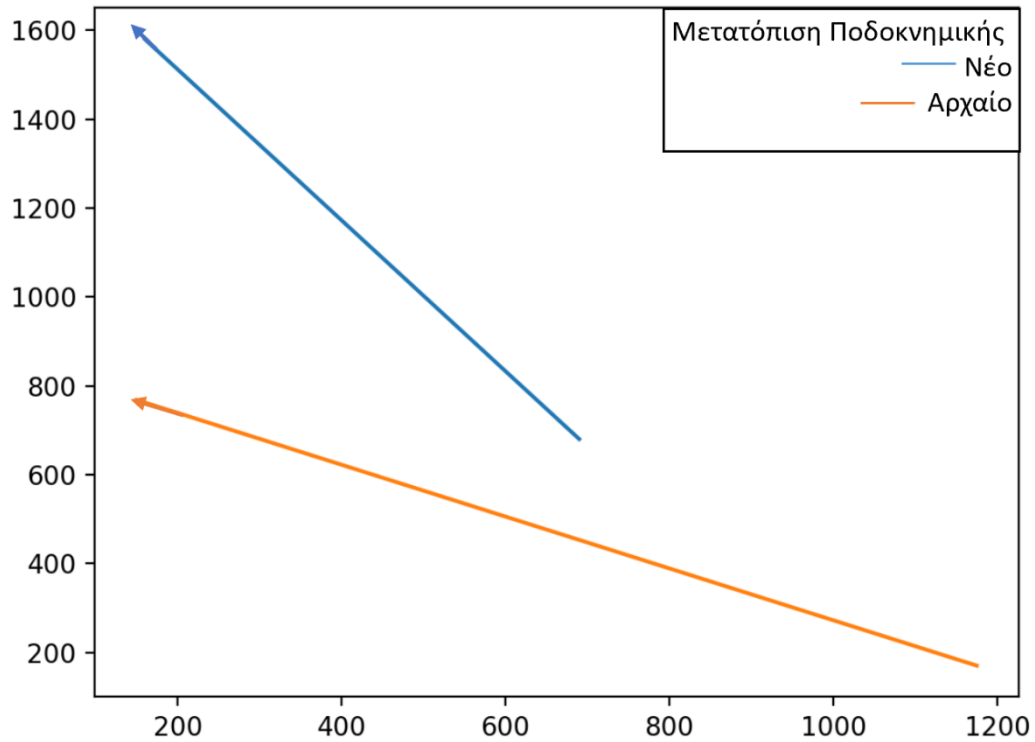
η οποία να δείχνει ότι εκτελούνταν λακτίσματα με στόχο το κεφάλι. Ωστόσο, τα χτυπήματα με τα χέρια, σύμφωνα με το αρχαιολογικό υλικό, είχαν ως κύριο στόχο την επαφή με το πρόσωπο του αντιπάλου.

Με αυτό το σκεπτικό υπολογίστηκε η γωνία που σχηματίζει το άκρο κατά τη μετατόπιση, δίνοντας σε μορφή διανύσματος την μετατόπιση που υφίσταται το άκρο για να έρθει σε επαφή με το πρόσωπο του αντιπάλου. Εν συνεχεία, ακολούθησε υπολογισμός των στοιχείων που προκύπτουν από τις εικόνες του σύγχρονου Παγκρατίου.

Παρόμοια μεθοδολογία ακολουθήθηκε για τον υπολογισμό της μετατόπισης του άκρου της χειρός και του ποδός, το οποίο και καταφέρει το χτύπημα. Στο πρώτο σχήμα παρουσιάζονται οι μετατοπίσεις της ποδοκνημικής ενώ η μπλε γραμμή δείχνει τη μετατόπιση του εκτελούντος την τεχνική στο νέο παγκράτιο, ενώ η μετατόπιση στο αρχαίο εμφανίζεται με την πορτοκαλί γραμμή.

Το διάνυσμα με την πράσινη γραμμή που εντοπίζεται στα επόμενα διαγράμματα αντιστοιχεί στη μετατόπιση από την αρχική θέση στη θέση «παρασκευής», εκεί δηλαδή που τοποθετείται το χέρι πριν από το χτύπημα. Καθίσταται σαφές ότι εφαρμόζεται με αυτόν τον τρόπο η ίδια προσέγγιση τόσο αρχαίες παραστάσεις, όσο και στις εικόνες από το νέο Παγκράτιο.

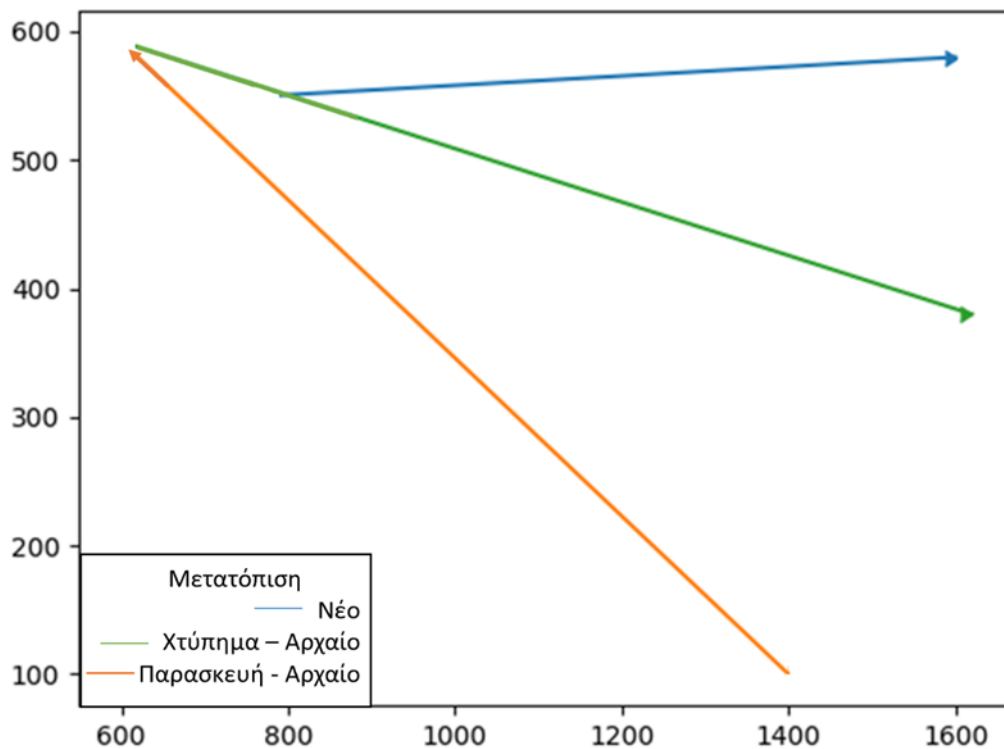
Για την παρουσίαση του συγκεκριμένου αποτελέσματος ελήφθησαν οι συντεταγμένες από δύο καρτέ, όπου στο πρώτο φαίνεται η θέση έναρξης του υπό μελέτη άκρου και στο τελικό παρουσιάζεται η στιγμή επαφής τους χτυπήματος με το στόχο. Χρησιμοποιώντας τις συντεταγμένες των διανυσμάτων της μετατόπισης υπολογίστηκε και η κλίση των μετατοπίσεων. Ακολούθως, η επεξεργασία των δεδομένων οδήγησε στα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στα κάτωθι διαγράμματα.



**Σχήμα 1.** Στο διάγραμμα αυτό υπολογίζεται η μετατόπιση της ποδοκνημικής κατά το λάκτισμα.

Η κλίση των γωνιών καταδεικνύει τη διαφορά στο στόχο λαμβάνοντας υπόψιν ότι αναφερόμαστε σε αντιπάλους με παρόμοια ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.

Παρατηρούμε ότι δεν υφίσταται κάποια φάση προετοιμασίας, η οποία να προηγείται του χτυπήματος, αντίθετα το χτύπημα είναι άμεσο, τόσο στο αρχαίο όσο και στο νέο. Το μέτρο των διανυσμάτων υπολογίστηκε ως  $1192^\circ$  στο αρχαίο και  $1039^\circ$  στο νέο και η γωνίας του  $135^\circ$  και  $146^\circ$  αντίστοιχα.

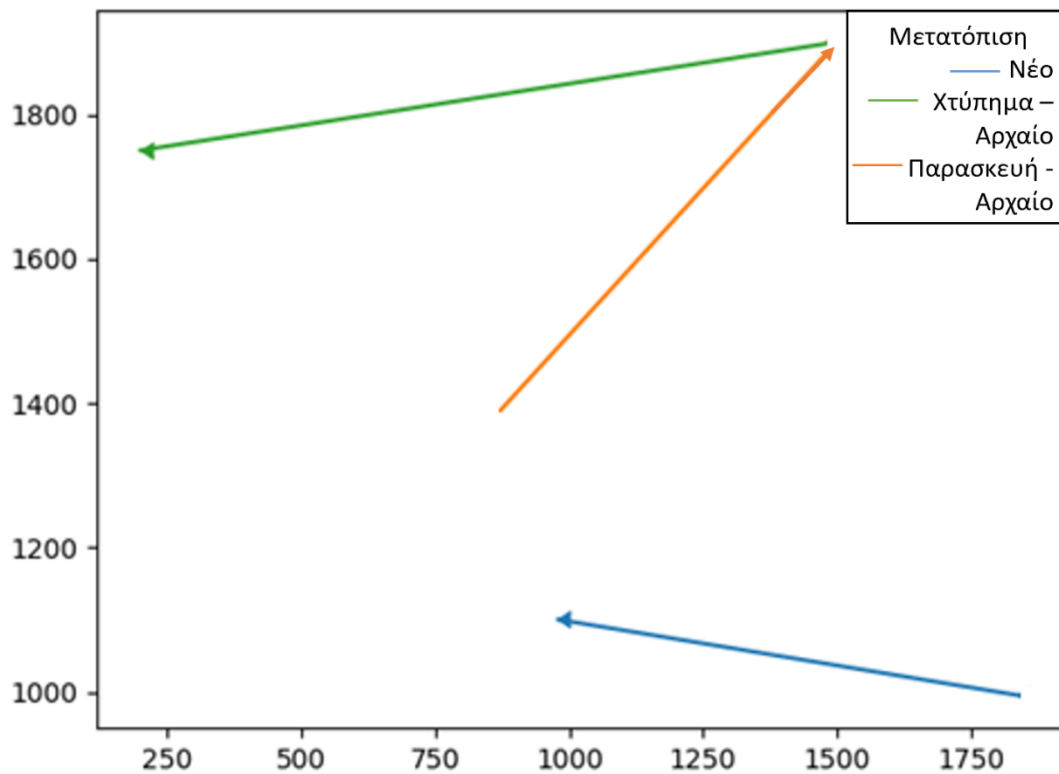


**Σχήμα 2.** Γραφική απεικόνιση της μετατόπισης της άρθρωσης του καρπού.

Η πυγμή στο νέο δίδεται άμεσα χωρίς να λαμβάνει κάποια αρχική θέση, όμοια με αυτή που υπήρχε στο αρχαίο. Για το λόγο αυτό δεν υφίσταται στο γράφημα μετατόπιση του άκρου πριν από το χτύπημα στο νέο παγκράτιο.

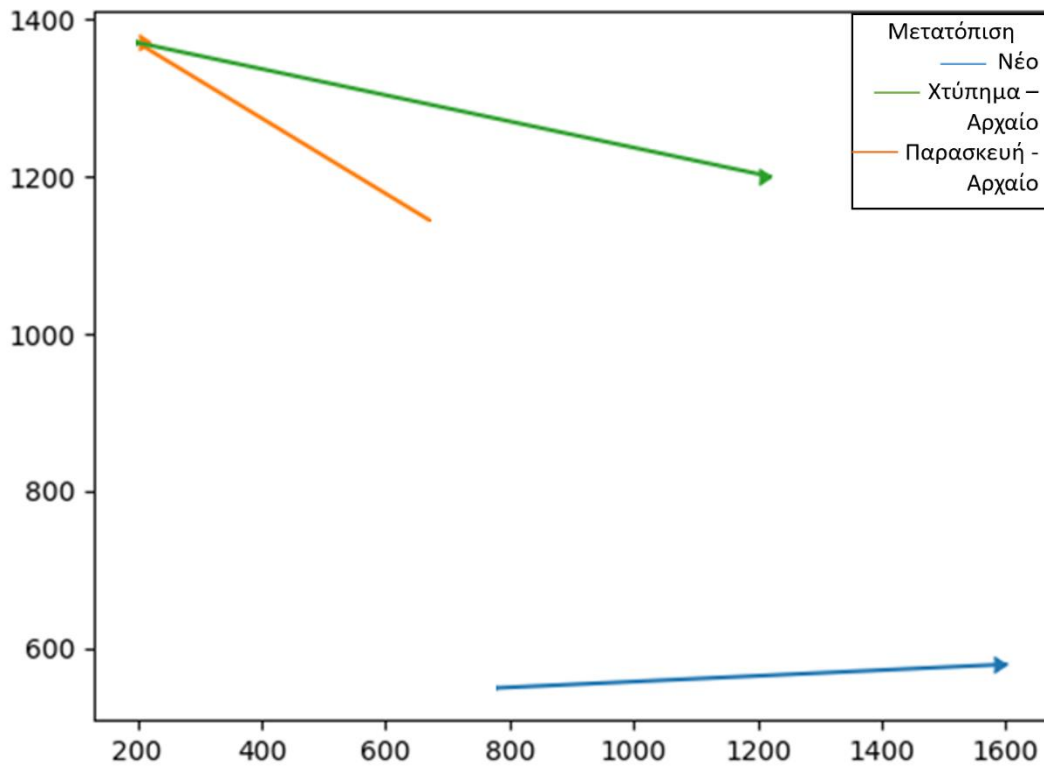
Στο αρχαίο, η μετατόπιση του καρπού προς την θέση «παρασκευής» σχηματίζει γωνία  $148^\circ$  με μέτρο 911. Το χτύπημα στο αρχαίο κινείται καθοδικά στις  $348^\circ$  με μέτρο 1005, ενώ στο νέο βρίσκεται σε σχεδόν απόλυτη ευθεία με κλίση μόλις  $3^\circ$  και μέτρο 784.





**Σχήμα 3.** Στο διάγραμμα αυτό παρουσιάζονται οι αντίστοιχες ευθείες που δημιουργούνται από τη μετατόπιση της άρθρωσης του καρπού.

Διαφαίνεται ομοίως ότι το χτύπημα στο νέο είναι άμεσο με ελαφρώς ανοδική κλίση  $174^\circ$  και μέτρο 885. Η πορτοκαλί γραμμή παρουσιάζει τη μετατόπιση από τη θέση μάχης στο αρχαίο στις  $41^\circ$  και μέτρο 794, όπου εν συνεχεία ακολουθεί το χτύπημα σε γωνία  $188^\circ$  και μέτρο 1259.



**Σχήμα 4.** Η μετατόπιση της άρθρωσης του καρπού.

Στο τελευταίο αυτό σχήμα παρουσιάζεται με τα αντίστοιχα διανύσματα και πάλι η μετατόπιση του καρπού. Η κλίση τους ομοιάζει με αυτή που εντοπίζουμε στα προηγούμενα διαγράμματα με την πυγμή στο νέο να είναι ελαφρώς ανοδική σε  $17^\circ$  και μέτρο 838.

Στο αρχαίο όμως παρατηρούμε το ίδιο μοτίβο το οποίο περιλαμβάνει τη μετατόπιση του καρπού υψηλότερα από το επίπεδο της κεφαλής σε γωνία  $155^\circ$  και μέτρο 506, ακολουθούμενη από το ελαφρώς και πάλι καθοδικό χτύπημα των  $351^\circ$  και μέτρου 996.

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η μελέτη αυτή είχε ως στόχο να εξετάσει τις διαφορές σε ορισμένες τεχνικές μεταξύ του αρχαίου και του σύγχρονου Παγκρατίου. Η ερευνητική υπόθεση προέκυψε παρατηρώντας τα κοινά χαρακτηριστικά που εμφανίζονται στα αρχαία και στα σύγχρονα αθλήματα από άποψη τεχνικής. Παρά τους περιορισμούς στις διαθέσιμες πηγές, οι πληροφορίες που παρέχονται από αρχαία ευρήματα καθώς και οι γραπτές μαρτυρίες καταδεικνύουν τον εμφανή συσχετισμό μεταξύ των αρχαίων και των σύγχρονων αγωνισμάτων.

Στο πλαίσιο της μελέτης πραγματοποιήθηκε έλεγχος των συντεταγμένων των αρθρώσεων που εντοπίστηκαν, τόσο στις αρχαίες παραστάσεις όσο και στις φωτογραφίες που ελήφθησαν από τη διδακτέα ύλη της ομοσπονδίας. Ελέγχθηκε η μετατόπιση του καρπού της χειρός, το οποίο εκτελεί το χτύπημα σε όλες τις περιπτώσεις που αφορούν πυγμές, ενώ στο λάκτισμα ελέγχθηκε η ποδοκνημική άρθρωση. Θεωρήθηκε ότι το λάκτισμα εκτελούνταν άμεσα από την θέση που έχει ο αθλητής κατά την έναρξη του αγώνα, χωρίς να λαμβάνει κάποια άλλη θέση πριν την καταφορά του. Από τα αποτελέσματα προέκυψαν δεδομένα, τα οποία περιγράφουν πιθανά πρότυπα εκτέλεσης των κινήσεων της πυγμής και του λακτίσματος από τους αρχαίους αθλητές. Παράλληλα, στη βάση των ίδιων δεδομένων περιγράφονται τα αντίστοιχα κινητικά πρότυπα στο σύγχρονο παγκράτιο. Η εξαγωγή των παραπάνω δεδομένων κατέστη δυνατή χάρη στην επάρκεια των τεχνικών στοιχείων που απεικονίζονται στις αρχαίες παραστάσεις, στα οποία βασίστηκε επίσης η επιλογή των σύγχρονων απεικονίσεων, για λόγους σύγκρισης.

Ειδικότερα, σε όλα τα διαγράμματα παρουσιάζονται τα σχετικά διανύσματα μετατόπισης του τελικού μέλους της κινητικής αλυσίδας (καρπός ή ποδοκνημική άρθρωση αντίστοιχα για πυγμή και λάκτισμα) και απεικονίζεται και το μέτρο (μέγεθος) του διανύσματος. Τυπικά, ο πλήρης χαρακτηρισμός του διανύσματος δίδεται από την κατεύθυνση και το μέγεθος του (Stanley, 2020). Εν προκειμένω, το μέγεθος δεν έχει καμία απολύτως σημασία καθώς, εκτός του ότι δεν εξετάζεται η απόσταση που διανύει η υπό μελέτη άρθρωση, αυτή επηρεάζεται και από πολλούς παράγοντες, όπως τα σωματικά χαρακτηριστικά του αθλητή, τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε κ.α. Έτσι, έχει αγνοηθεί το μέγεθος του διανύσματος, το οποίο δύναται να τροποποιηθεί απλά και μόνο από τη

μεταβολή ενός από τους προαναφερόμενους παράγοντες και δόθηκε έμφαση στη γωνία (κατεύθυνση) του διανύσματος, η οποία εκφράζει την κλίση του εκάστοτε χτυπήματος.

Στη συνέχεια, για λόγους οικονομίας παρουσιάζονται και συζητούνται συγκριτικά τα αποτελέσματα για τα εξαγόμενα πρότυπα εκτέλεσης της πυγμής και του λακτίσματος στο αρχαίο και σύγχρονο παγκράτιο.

Αρχικά, από την ποιοτική (οπτική) αξιολόγηση του πρωτογενούς υλικού παρατηρήθηκαν αρκετές διαφορές μεταξύ των παραστάσεων των αγγείων και των εικόνων του σύγχρονου Παγκρατίου. Ειδικότερα, η στάση του σώματος του αθλητή σε όσες περιπτώσεις εξετάστηκαν διαφέρει από την στάση η οποία παρουσιάζεται στα αγγεία. Ξεκινώντας από τη θέση που βρίσκεται ο αθλητής πριν την εκτέλεση της εκάστοτε κίνησης παρατηρείται ότι το σώμα του έχει διαφορετική διαμόρφωση σε σχέση με αυτή που έχει τόσο ο εκτελών τις πυγμές όσο και ο εκτελών το λάκτισμα. Αναλύοντας στη συνέχεια ποσοτικά τις αντίστοιχες εικόνες εντοπίστηκαν ιδιάζοντα τεχνικά χαρακτηριστικά, καθώς και συγκεκριμένες πληροφορίες, οι οποίες καταδεικνύουν την ύπαρξη ενός συγκεκριμένου κινητικού μοτίβου, τόσο κατά την αρχαιότητα όσο και στο παρόν. Επισημαίνεται βέβαια, όπως έχει ήδη αναφερθεί ότι επιχειρήθηκε η προσέγγιση του συγκεκριμένου μοτίβου στο βαθμό που αυτό είναι δυνατό με βάση τα εργαλεία που διατίθενται επί του παρόντος.

Ένα τέτοιο μοτίβο επί παραδείγματι είναι το ότι ο αθλητής την στιγμή που χτυπάει διατηρεί τα χέρια του ψηλά, χαρακτηριστικό το οποίο αποτελεί μάλιστα την κύρια ομοιότητα όλων των αρχαίων παραστάσεων που εξετάστηκαν. Κατά τη διάρκεια του χτυπήματος οι αθλητές, έχουν τα άκρα τους σε υψηλή θέση, διατηρώντας έτσι τη θέση που τους επιτρέπει είτε να μεταβούν ενδεχομένως σε ένα επόμενο χτύπημα, κάτι για το οποίο μας προϊδεάζει πχ. η αγγειογραφία (Εικόνα 4), είτε να επιστρέψουν στην αρχική τους στάση, κάτι το οποίο φυσικά εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Οι αρχαίες παραστάσεις που εξετάστηκαν και απεικονίζουν πυγμές δείχνουν ότι τα χτυπήματα αυτά διέφεραν σε σχέση με το σήμερα στο γεγονός ότι κινούνται καθοδικά, ενώ σε όλες τις περιπτώσεις προηγείται του χτυπήματος αυτό που αποκαλείται στην παρούσα μελέτη ως «στάση παρασκευής».

Αντίθετα, στο σύγχρονο οπτικό υλικό εντοπίστηκαν κυρίως κυκλικά λακτίσματα και λιγότερα εμπρόσθια, τα οποία σχεδόν σε κάθε περίπτωση είχαν ως στόχο το κεφάλι του αντιπάλου. Οι πυγμές σε ένα βαθμό ήταν ευθύγραμμες με ελάχιστα ανοδική κλίση και

είχαν και αυτές ως κύριο στόχο την κεφαλή του αντιπάλου. Στο σημείο αυτό να αναφερθεί ότι η παρατήρηση αυτή αφορά το σύνολο του υλικού και όχι μόνο το λάκτισμα που παρατίθεται στην έρευνα και αποτελείται από αγωνιστικές και μη φάσεις και αφορά όλο το εύρος των κατηγοριών και το σύνολο των αγωνιστικών διατάξεων που εφαρμόζονται στην κάθε περίπτωση, όντας βέβαιοι οι κανόνες διαρκώς μεταβαλλόμενοι, αφού αναθεωρούνται συχνά από την αρμόδια επιτροπή.

Στις σύγχρονες εικόνες που εξετάστηκαν εμφανίζεται ο αθλητής να χτυπάει ευθύγραμμο στο ίδιο ύψος που βρίσκονται τα χέρια του κατά την αρχική στάση, έχοντας ελαφρώς ανοδική πορεία, ενώ δεν εντοπίστηκε ευθύ λάκτισμα προς το στομάχι. Επιπλέον, ελέγχθηκαν οι αρχαίες παραστάσεις έχοντας σαν γνώμονα την αρχική θέση μάχης, η οποία απεικονίζεται ως αρχική στάση των αθλητών του Παγκρατίου, γεγονός το οποίο επικυρώνεται και από το γραπτό κείμενο με τον όρο «παράθεσις» (Πλούταρχος), ένας όρος ο οποίος φαίνεται ότι χρησιμοποιούνταν για να περιγράψει την τοποθέτηση ενός αντιπάλου απέναντι στον άλλον.

#### **4.1. Εκτέλεση του λακτίσματος**

Η πρώτη γραφική απεικόνιση (Σχήμα 1) παρουσιάζει τη μετατόπιση της ποδοκνημικής άρθρωσης με σημείο αφετηρίας τη θέση που έχει κατά τη στιγμή έναρξης του λακτίσματος. Επίσης, παρουσιάζεται το διάνυσμα (ευθύγραμμο τμήμα), το οποίο συνδέει το αρχικό με το τελικό σημείο στο οποίο καταλήγει η εικονιζόμενη άρθρωση και αυτό υφίσταται για το αρχαίο αλλά και για το σύγχρονο παγκράτιο. Στο εν λόγω Σχήμα 1, παρατηρώντας τη γωνία που σχηματίζει η μετατόπιση της ποδοκνημικής, η οποία είναι 135° μοίρες, λαμβάνεται η πληροφορία ότι ο σύγχρονος αθλητής είχε ως στόχο να χτυπήσει ψηλά, επειδή προφανώς ένα λάκτισμα το οποίο θα είχε χαμηλότερο στόχο θα είχε και μικρότερη κλίση. Όπως διαπιστώθηκε για λόγους τεκμηρίωσης στο σχετικό βίντεο, ο αθλητής είχε πράγματι ως στόχο το κεφάλι του αντιπάλου. Ενδεχομένως αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι τα λακτίσματα στο κεφάλι σύμφωνα με τους κανονισμούς στους αγώνες ημιεπαφής, δίνουν 3 πόντους σε αντίθεση με τα χαμηλότερα που δίνουν 2 ή 1.

Αντίθετα, αγγειογραφία όπου απεικονίζει το λάκτισμα ενός αθλητή στο στομάχι, (Εικόνα 5) θεωρήθηκε ότι παρουσιάζει το λάκτισμα «γαστρίζειν». Η μετατόπιση της ποδοκνημικής στην εν λόγω εικόνα, της οποίας η κλίση υπολογίστηκε σε 146° μοίρες παρέχει στοιχεία για το λάκτισμα το οποίο ονομαζόταν κατά την αρχαιότητα «γαστρίζειν»

(Λουκιανός). Η στάση του σώματος που λαμβάνει ο αθλητής κατά την εκτέλεση του χτυπήματος δείχνει το πόδι στήριξης σε πλήρη έκταση. Παράλληλα, διαφέρει η θέση του σώματος σε σχέση με την αρχική θέση μάχης, έχοντας υπολογίσει παράλληλα τη μετατόπιση του άκρου του ποδός, επιτρέπει τη συγκεκριμένη περιγραφή της τεχνικής του συγκεκριμένου λακτίσματος. Επίσης η προαναφερόμενη κατεύθυνση της κίνησης καταδεικνύει το γεγονός ότι το λάκτισμα στόχο είχε να πλήξει σημαντικά την κοιλιακή χώρα, διότι γίνεται αντιληπτό πως ένα χτύπημα με την πτέρνα (εξ' ου και ο όρος «πτερνίζειν») δύναται να προκαλέσει οξύ τραύμα στομάχου και ενδεχομένως ρήξη ήπατος ή σπληνός (Nomikos, 2009).

Ως εκ τούτων εντοπίζονται διαφορές στο κινητικό πρότυπο εκτέλεσης του συγκεκριμένου λακτίσματος σε σχέση με το λάκτισμα που εκτελείται από τον αθλητή του σύγχρονου παγκρατίου, δεδομένου βέβαια ότι δεν κατέστη δυνατή η ανεύρεση πληροφορίας για άμεσο λάκτισμα στο κεφάλι, τουλάχιστον όντας και οι δύο αθλητές σε όρθια στάση.

#### **4.2. Εκτέλεση των πυγμών**

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται η μετατόπιση του καρπού του αθλητή, ο οποίος εκτελεί την πυγμή στο σύγχρονο παγκράτιο. Το χτύπημα είναι ανοδικό ελαφρώς και κινείται σχεδόν ευθεία σε γωνία μόλις 3 μοιρών. Ο αθλητής κατάφερε το χτύπημα στον αντίπαλο έχοντας αρχικά το άκρο κοντά στο σώμα. Η πορεία που ακολουθεί για να πλήξει τον αντίπαλό, όντας ελαφρώς ανοδική φαίνεται να έχει ως στόχο το πρόσωπο του αντιπάλου. Το χτύπημα κινείται ευθύγραμμο προς τον αντίπαλο, σχηματίζοντας μία μικρή γωνία. Η κλίση την οποία δίνει ο αθλητής στο χτύπημα του, καθώς και το σημείο έναρξης καθιστούν δυνατό τον εντοπισμό της κλίσης και της μετατόπισης που υπέστη το χέρι του αθλητή κατά το χτύπημα. Στο ίδιο διάγραμμα παρουσιάζεται και η μετατόπιση που ακολουθεί η άρθρωση του καρπού για να λάβει τη θέση ετοιμότητας πριν το χτύπημα. Η συγκεκριμένη πορεία προέκυψε από τη σύνδεση της θέσης που έχει το άκρο του αθλητή στις αρχαίες παραστάσεις κατά τη βασική στάση ετοιμότητας με τη θέση του χειρός την οποία λαμβάνει ο αθλητής πριν την επίτευξη ενός χτυπήματος. Θεωρούμε εξ ορισμού τη θέση αυτή, ως τη θέση την οποία λαμβάνει ο αθλητής πριν το χτύπημα, στηριζόμενοι στις εικόνες που παρουσιάζουν τον αθλητή να έχει το χέρι του σηκωμένο στο ύψος της κεφαλής, ευρισκόμενος σε ετοιμότητα για ένα χτύπημα.

Εδώ κρίνεται σκόπιμη η αναφορά του γεγονότος πως στην πλειοψηφία των αναπαραστάσεων όπου απεικονίζεται η θέση που λαμβάνει ο αρχαίος αθλητής πριν από μια πυγμή, το χέρι βρίσκεται πάνω από το ύψος της κεφαλής. Εν συνεχεία, στο Σχήμα 2, παρουσιάζεται η μετατόπιση της χειρός προς το στόχο, ο οποίος είναι, όπως έχει ήδη αναφερθεί, η κεφαλή του αντιπάλου και πρόκειται για γεγονός που επιβεβαιώνεται όχι μόνο τις από τις απεικονίσεις, αλλά και από τη βιβλιογραφία (Απολλόδωρος) , όπου ένα σχετικό απόσπασμα είναι το κάτωθι:

*«Οι ιμάντες κοκκίνισαν από τις ματωμένες σταγόνες καθώς γδέρνονταν τα μάγουλα, ενώ ακουγόταν ο γδούπος από τα σαγόνια. Τα μάγουλα του προσώπου, που είχε γίνει πλατύτερο, φούσκωναν από το πρήξιμο...» . ( Απολλώνιος ο Ρόδιος)*

Η γραφική απεικόνιση της μετατόπισης του καρπού του αρχαίου αθλητή δημιουργήθηκε συνδέοντας τη θέση της χειρός από το σημείο ετοιμότητας για την πυγμή με τον τελικό στόχο που είναι, όπως προαναφέρθηκε, το πρόσωπο του αντιπάλου. Η ανύψωση της χειρός πριν από την καταφορά ενός χτυπήματος, αναφέρεται από και από τον Απολλώνιο τον Ρόδιο στην περιγραφή του αγώνα πυγμαχίας του Άμκου με τον Πολυδεύκη.

*«Σε μια στιγμή ο Άμκος σηκώθηκε στις άκρες των ποδιών του, απaráλλαχτα, όπως κάνει αυτός που πάει να σφάξει ένα βόδι και με υπερένταση τεντώθηκε στα πόδια του και κατέβασε με ορμή το βαρύ του χέρι».* (Απολλώνιος ο Ρόδιος)

Στο Σχήμα 2 παρατηρείται η καθοδική πορεία του χτυπήματος το οποίο δεν κινείται μόνο στον οριζόντιο άξονα αλλά και καθοδικά σε γωνία  $348^\circ$ , στοιχείο το οποίο πληροφορεί και για ορισμένα μηχανικά στοιχεία του. Πιο συγκεκριμένα, δεδομένου ότι η μηχανική ενέργεια ενός σώματος ορίζεται ως το άθροισμα της δυναμικής και της κινητικής του ενέργειας, διαπιστώνεται ότι συνδυάζοντας την οπτική πληροφορία με την περιγραφή που δίδεται για το χτύπημα του Άμκου εμφανίζεται ένα μοτίβο αύξησης της δυναμικής ενέργειας μέσω της ανύψωσης του χεριού και μετατροπής αυτής σε κινητική, κάτι το οποίο φυσικά φαίνεται πως έκανε έντονα ο Άμκος. Άξιο μνείας είναι το ότι συνδυάζοντας πηγές από την αρχαία ελληνική γραμματεία με τις παραστάσεις από τα αγγεία, τα οποία απέχουν όσον αφορά τη δημιουργία τους αρκετούς αιώνες το ένα από το άλλο, εντοπίζονται περιγραφές, οι οποίες ταυτίζονται μεταξύ τους και καταδεικνύουν ένα συγκεκριμένο τρόπο καταφοράς χτυπημάτων με τα χέρια.

Προχωρώντας στο επόμενο ζεύγος εικόνων, Σχήμα 3, παρουσιάζεται άλλη μία πυγμή. Στην περίπτωση αυτή το χτύπημα έχει κατεύθυνση από δεξιά προς τα αριστερά και για το λόγο αυτό επιλέχθηκαν εικόνες του σύγχρονου Παγκρατίου, οι οποίες παρουσιάζουν και αυτές μία πυγμή με όμοια κατεύθυνση αντί να εφαρμοστεί περιστροφή του ήδη υπάρχοντος διανύσματος από το προηγούμενο ζεύγος εικόνων. Το συγκεκριμένο ζεύγος εικόνων παρουσιάζει μια βασική προσέγγιση της πυγμαχίας από το νέο παγκράτιο. Στο τρίτο κατά σειρά διάγραμμα καταγράφονται οι μετατοπίσεις που συμβαίνουν για την επίτευξη του συγκεκριμένου χτυπήματος. Εντοπίζεται και εδώ η ελαφρώς ανοδική πορεία του χτυπήματος στο νέο Παγκράτιο με γωνία  $174^\circ$ . Αντιθέτως, η καθοδική πορεία που απεικονίζεται στα αγγεία καταδεικνύει, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, μια σημαντική διαφορά των χτυπημάτων. Η φάση της μετατόπισης του καρπού από την αρχική θέση στη θέση ετοιμότητας προς πυγμή καταγράφεται με το αντίστοιχο διάνυσμα. Η μετατόπιση του καρπού για να έρθει σε επαφή με το στόχο απεικονίζεται να έχει κλίση  $188^\circ$ . Η κατεύθυνσή της δηλαδή είναι πολύ κοντά με την προηγούμενη περίπτωση, όπου και πάλι η πυγμή ήταν ελαφρώς καθοδική. Γίνεται αντιληπτό ότι πριν την καταφορά ενός χτυπήματος, ο αθλητής μετατόπιζε το χέρι του σε μια ορισμένη θέση, η οποία αποτελούσε την αφετηρία η οποία εφόσον συνέβαινε άμεσα από την αρχική θέση «σύστασις» θα γινόταν στις  $41^\circ$ .

Στο επόμενο διάγραμμα, Σχήμα 4, εμφανίζεται η φορά των χτυπημάτων και ειδικότερα άλλης μίας βασικής πυγμής που παρουσιάζεται στο σύγχρονο Παγκράτιο, καθώς και η φορά ενός ακόμη χτυπήματος που συλλέχθηκε από το αρχαιολογικό υλικό. Η μεταξύ τους σχέση είναι όμοια με τα υπόλοιπα διαγράμματα. Η πυγμή που εκτελεί ο αθλητής του νέου Παγκρατίου παρουσιάζει και εδώ ελαφρώς ανοδική κλίση, έχοντας ως σημείο αφετηρίας το ύψος του τραχήλου και κατάληξη το ύψος στο οποίο θα βρίσκονταν η κάτω γνάθος ενός αντιπάλου με κοινά σωματικά χαρακτηριστικά. Ειδικότερα, στη φάση επαφής του χτυπήματος παρατηρείται ότι ο καρπός του εκτελούντος την τεχνική βρίσκεται σε ευθεία με το κάτω τμήμα του προσώπου. Η ανοδική κλίση του χτυπήματος υπολογίζεται με γωνία  $17^\circ$ , σχεδόν διπλάσια σε σχέση με τα προηγούμενα διαγράμματα.

Η πυγμή, η οποία απεικονίζεται στο αγγείο έχει αισθητά διαφορετικά χαρακτηριστικά από την πορεία που έχει η πυγμή που εκτελεί ο αθλητής του νέου Παγκρατίου. Η θέση την οποία λαμβάνει ο καρπός του εικονιζόμενου στο αγγείο αθλητή, κατά τη λήψη θέσης ετοιμότητας πριν το χτύπημα διαφέρει ως προς το ύψος αλλά και ως



προς τη θέση στον οριζόντιο άξονα. Ουσιαστικά ο αθλητής μεταφέρει το άκρο του από την αρχική θέση μάχης όπου βρίσκεται μπροστά στο στήθος στο ύψος των ματιών και πίσω από το κεφάλι, συνδέοντας τα δύο σημεία με ένα διάνυσμα κατεύθυνσης 155°. Υπολογίζοντας ότι ο αθλητής επιχειρεί να χτυπήσει τον αντίπαλό του στο πρόσωπο, όπως βλέπουμε στην εικόνα που έχει ήδη χτυπήσει, το χτύπημα αποκτά και πάλι καθοδική πορεία, όπως εμφανίζεται και στο αντίστοιχο διάνυσμα του τέταρτου κατά σειρά διαγράμματος. Η γωνία του χτυπήματος υπολογίζεται ότι είναι 351 μοίρες, έχοντας δηλαδή μεγάλη απόκλιση σε σχέση με όλες τις πυγμές που εμφανίζονται στο νέο Παγκράτιο. Επιπροσθέτως, η πορεία που ακολουθούν τα χτυπήματα στο τρίτο ζεύγος εικόνων μοιάζει σαφώς με τα προηγούμενα, κάτι το οποίο διαπιστώνεται από τα σχετικά διαγράμματα.

Συνολικά παρατηρήθηκε ότι σε όλες τις συγκρίσεις εμφανίζεται ένα συγκεκριμένο μοτίβο στο νέο και στο αρχαίο Παγκράτιο. Το μοτίβο στη μία περίπτωση περιλαμβάνει την ευθύγραμμη και ελαφρώς ανοδικά μετατόπιση του καρπού από την αρχική προς την τελική φάση της πυγμής. Βάσει αυτού θα μπορούσαν να γίνουν ορισμένες παρατηρήσεις επί του μοτίβου αυτού, ερμηνεύοντας συνοπτικά κάποιες από τις μηχανικές ιδιότητες που παρουσιάζονται σε όλες αυτές τις περιπτώσεις. Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώνεται ότι σε όλες τις περιπτώσεις η πυγμή στο νέο Παγκράτιο έχει ελαφρώς ανοδική κλίση και σε κάθε περίπτωση είναι αντίθετη με τη ανύψωση της χειρός πριν από την καταφορά του χτυπήματος. Η αποκαλούμενη θέση «παρασκευής» του χτυπήματος που απεικονίζεται στα αγγεία αποδίδει στο χέρι του αθλητή μια πλεονεκτική θέση, καθώς το σώμα (εν προκειμένω η πυγμή) αποκτά δυναμική ενέργεια, την οποία ύστερα θα μετατρέψει σε κινητική ενέργεια. Επιπλέον, η αντίστροφη ακριβώς κίνηση που γίνεται στο σύγχρονο Παγκράτιο οδηγεί σε απώλεια ενέργειας για τον ίδιο ακριβώς λόγο, ενώ το ίδιο παρατηρείται και στο λάκτισμα, όπου στοχεύοντας ψηλότερα, ένα ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας μετατρέπεται σε δυναμική κατά τη μετατόπιση του άκρου σε υψηλότερη θέση από αυτή που απεικονίζεται στο σχετικό αγγείο. Μολονότι η περαιτέρω ερμηνεία της μεταβολής της ενέργειας σε σχέση με τη μετατόπιση του σώματος αφορά τα κινητικά στοιχεία της τεχνικής και όχι τα κινηματικά (Nicholson, 2020), συσχετίζεται με την πληροφορία που εξάγεται από τα κινηματικά χαρακτηριστικά του χτυπήματος, αλλά ωστόσο χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Μια άλλη παρατήρηση που αφορά τη διαφορά που εντοπίστηκε στο προαναφερόμενο κινητικό μοτίβο είναι η κίνηση του χτυπήματος στα τρία επίπεδα. Η μετατόπιση της πυγμής και στο εγκάρσιο επίπεδο, κάτι το οποίο γίνεται αντιληπτό από το γεγονός ότι για να λάβει τη συγκεκριμένη θέση το βραχιόνιο οστό απαιτείται απαγωγή του ώμου και προσαγωγή για να λάβει τη τελική του θέση (Hall, 1998) (Εικόνα 12), όπως φαίνεται και στα αγγεία, συμβαίνει σε μεγαλύτερο βαθμό στο αρχαίο σε σχέση με το νέο. Η αντίληψη της κίνησης προς ένα άτομο, όπως η πυγμή που πλησιάζει, περιλαμβάνει τον συντονισμό πολλαπλών περιοχών του εγκεφάλου. Το οπτικό σύστημα, και συγκεκριμένα ο πρωτεύων οπτικός φλοιός που βρίσκεται στους ινιακούς λοβούς παίζει βασικό ρόλο στην αντίληψη της κίνησης (Gutnisky & Dragoi, 2008) Ο πρωτεύων οπτικός φλοιός λαμβάνει οπτικές πληροφορίες από τα μάτια και τις επεξεργάζεται για να δημιουργήσει μια αναπαράσταση της οπτικής σκηνής. Οι βρεγματικοί λοβοί, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, παίζουν επίσης ρόλο στην αντίληψη της κίνησης. Οι βρεγματικοί λοβοί είναι υπεύθυνοι για την επεξεργασία των χωρικών πληροφοριών και παρέχουν μια αίσθηση της θέσης των αντικειμένων σε σχέση με το άτομο και πώς κινούνται (Gutnisky & Dragoi, 2008). Η ανώτερη κροταφική αύλακα (STS) είναι μια περιοχή στους κροταφικούς λοβούς που εμπλέκεται επίσης στην αντίληψη της κίνησης και συγκεκριμένα στην επεξεργασία δυναμικών οπτικών πληροφοριών ενώ επίσης εμπλέκεται και στην αντίληψη βιολογικών κινήσεων (Nath & Beauchamp, 2011).

Αξίζει να σημειωθεί ότι πολλές περιοχές του εγκεφάλου συνεργάζονται για να αντιληφθούν την κίνηση και ότι διαφορετικοί τύποι κίνησης μπορεί να ενεργοποιήσουν διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό. Γίνεται αντιληπτό πως η κίνηση παράγει περισσότερες πληροφορίες τις οποίες ο εγκέφαλος καλείται να επεξεργαστεί καθώς, όπως περιεγράφηκε, η κίνηση στο εγκάρσιο επίπεδο είναι ελάχιστη στο νέο Παγκράτιο. Εάν δε συμπεριληφθούν και οι σχετικές περιοχές που πρέπει να ενεργοποιηθούν ώστε να δοθεί η απαραίτητη κινητική απάντηση γίνεται καταφανές πως οι προς επεξεργασία πληροφορίες αυξάνονται σε μεγάλο βαθμό.

Οι κακώσεις στα βαρέα αγωνίσματα ήταν πολύ σοβαρές και ορισμένες φορές οδηγούσαν στον θάνατο (Nomikos, 2009). Το γεγονός αυτό μας επιτρέπει να υποθέσουμε ότι το οπτικό σύστημα των αθλητών πιθανόν να είχε επηρεαστεί από προηγούμενους τραυματισμούς, αφού περιοχές του εγκεφάλου που είναι επιφορτισμένες με την επεξεργασία οπτικών σημάτων αποτελούσαν είτε άμεσο στόχο είτε ήταν δυνατό να

υποστούν σοβαρή βλάβη από κάποια πτώση ή λάκτισμα (Nomikos 2009). Η κίνηση στα όρια του οπτικού πεδίου γίνεται και πιο δύσκολα αντιληπτή σε σχέση με την κίνηση, η οποία είτε αποκλίνει είτε βρίσκεται οριακά εντός του εύρους του οπτικού πεδίου του ατόμου.

Συνοψίζοντας, από τη συγκριτική μελέτη πυγμών και λακτίσματος μεταξύ του αρχαίου και του σύγχρονου παγκρατίου, στο πλαίσιο των περιορισμών που έχει η χρησιμοποιούμενη μέθοδος ανάλυσης των αρχαίων και σύγχρονων απεικονίσεων, εντοπίστηκαν διαφορετικά κινητικά μοτίβα εκτέλεσης των αντίστοιχων κινήσεων. Οι διαφορές αφορούν κυρίως την αντίθετη στην περίπτωση της πυγμής ή διαφορετική (στο λάκτισμα) κατεύθυνση της κίνησης. Όσον αφορά το λάκτισμα, η διαφορετική κατεύθυνση μετατόπισης της ποδοκνημικής άρθρωσης καθορίζεται από την υψομετρική διαφορά του στόχου στο σύγχρονο (κεφάλι) και αρχαίο (κοιλιά) Παγκράτιο. Όσον αφορά την πυγμή, η αντίθετη κατεύθυνση επιβάλλεται κυρίως από τη διαφορετική αρχική θέση της χειρός στη φάση προετοιμασίας της πυγμής. Κι ενώ στο αρχαίο Παγκράτιο η εκτέλεση αξιοποιεί το μηχανισμό μετατροπής της δυναμικής ενέργειας σε κινητική, η σύγχρονη τεχνική πυγμής αξιοποιεί τη μετατροπή της ελαστικής ενέργειας που αποθηκεύεται στα ελαστικά στοιχεία του ώμου κατά τη φάση όπλισης του χεριού στην απαιτούμενη κινητική ενέργεια.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Λαμβάνοντας υπόψιν τα προαναφερόμενα είναι δυνατή η εξαγωγή ορισμένων συμπερασμάτων σχετικά με το υλικό που αναλύθηκε.

Αρχικά διαπιστώνεται ότι έχει επικρατήσει ένα διαφορετικό κινητικό μοτίβο στο σύγχρονο Παγκράτιο, καθώς παρατηρήθηκε απόκλιση στην κατεύθυνση των χτυπημάτων, η οποία πιθανόν οφείλεται σε μια σειρά από διαφοροποιήσεις που υπάρχουν στο άθλημα σε σχέση με την αρχαιότητα.

Η κύρια διαφορά που παρατηρείται στην πυγμή ανάμεσα στα δύο αγωνίσματα είναι η χαρακτηριστική ανύψωση του χειρός πριν από το χτύπημα κάτι που δεν παρατηρήθηκε σε καμία περίπτωση στο νέο Παγκράτιο.

Εκτός από τις πυγμές το ίδιο ακριβώς παρατηρήθηκε και στο λάκτισμα. Εξετάζοντας το αρχαιολογικό υλικό, δεν εντοπίστηκε κάποιο λάκτισμα με τα χαρακτηριστικά των λακτισμάτων που φαίνονται στο νέο παγκράτιο. Η στάση του σώματος του αθλητή καθώς και ο στόχος διαφέρουν, ενώ δεν μπορεί να αγνοηθεί το ότι δεν εντοπίστηκε με σαφήνεια κάποια ξεκάθαρη αναφορά για λακτίσματα στο κεφάλι.

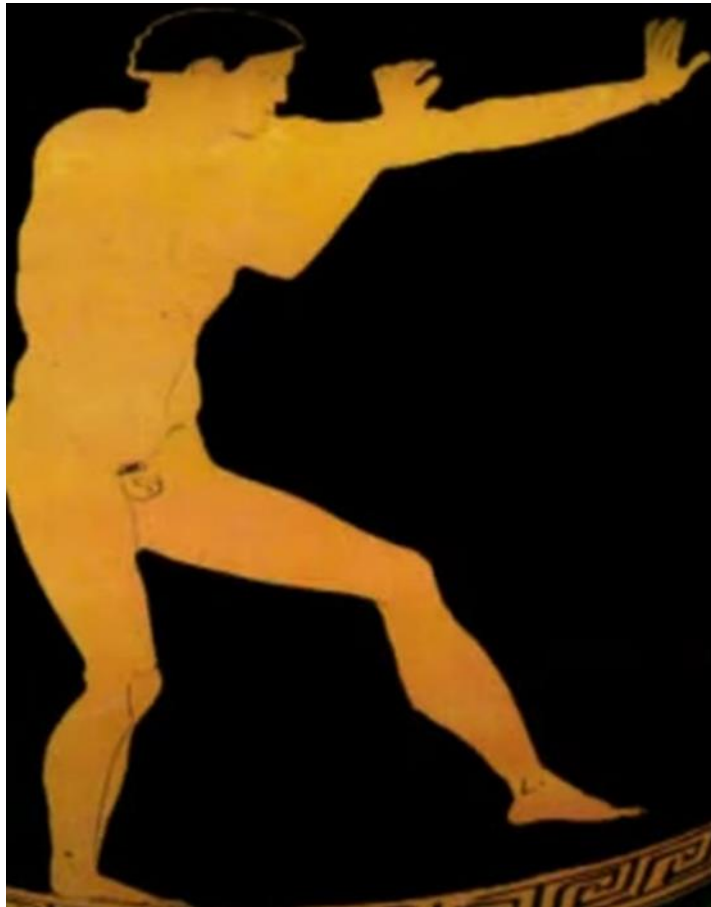
Συμπερασματικά θεωρείται πως η έρευνα αυτή πέτυχε στο να αναδείξει τη διαφορά ορισμένων τεχνικών του αρχαίου και του νέου Παγκρατίου, επιβεβαιώνοντας την ερευνητική υπόθεση, ότι δηλαδή στα αθλήματα που έλκουν την καταγωγή τους από την αρχαία Ελλάδα και εν προκειμένω στο Παγκράτιο η εκτέλεση των τεχνικών διαφέρει σε σχέση με το πως εκτελούνταν τα αγωνίσματα αυτά στην εποχή τους. Απαιτείται βέβαια ακόμη η πραγματοποίηση εκτενέστερης μελέτης των αρχαίων αγωνισμάτων, ώστε να αποσαφηνιστούν χαρακτηριστικά που ορίζουν τις τεχνικές αυτών, ωστόσο η πρόοδος της τεχνολογίας και η συνεχής συλλογή δεδομένων φαίνεται πως καθιστά δυνατό το να πραγματοποιηθεί μια πιο ακριβής προσέγγιση κάτι το οποίο παλαιότερα θα φάνταζε αδύνατο.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

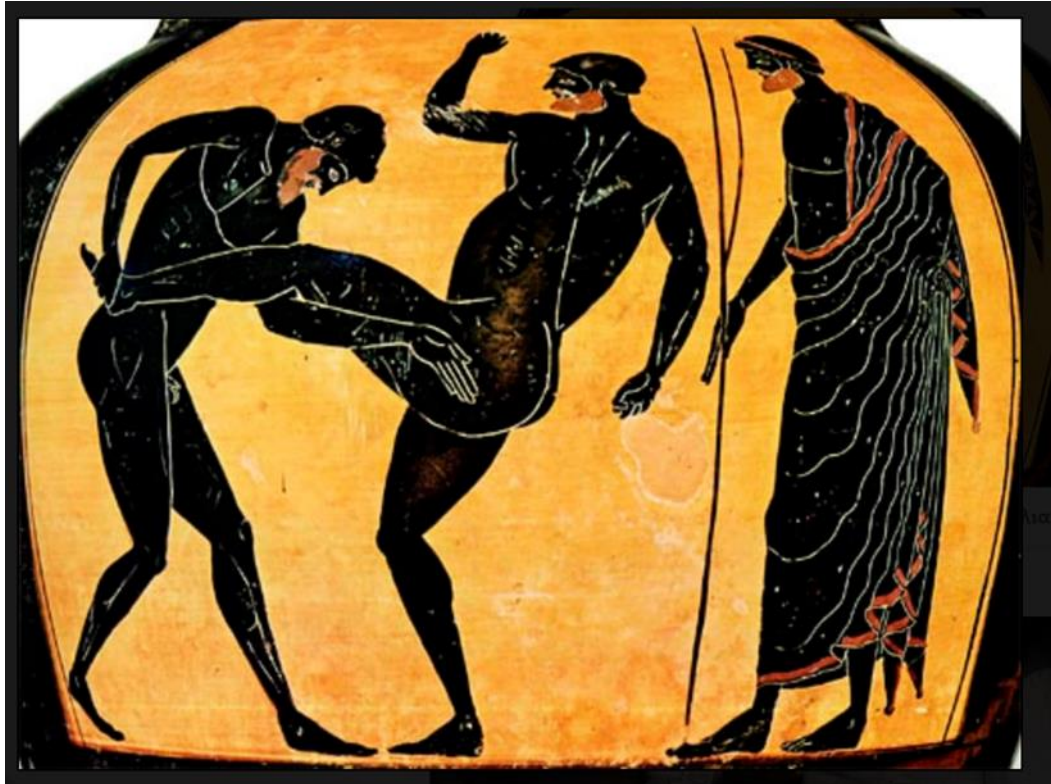
1. Cao, Z., Hidalgo, G., Simon, T., Wei, S. E., & Sheikh, Y. (2021). OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 43(1), 172–186. <https://doi.org/10.1109/tpami.2019.2929257>
2. Friedman, H. & Miller, P. (2017) "Reconstruction of the Ancient Greek Long Jump - an Opportunity for Multidisciplinary Collaboration," *Exarc Journal*, 03(2017). <https://exarc.net/ark:/88735/10300>
3. Gutnisky, D. A., & Dragoi, V. (2008). Adaptive coding of visual information in neural populations. *Nature*, 452(7184), 220–224. <https://doi.org/10.1038/nature06563>
4. Hall, S. J. (1998). *Basic Biomechanics*. McGraw-Hill Education.
5. Harris, C. R., Millman, K. J., van der Walt, S. J., Gommers, R., Virtanen, P., Cournapeau, D., Wieser, E., Taylor, J., Berg, S., Smith, N. J., Kern, R., Picus, M., Hoyer, S., van Kerkwijk, M. H., Brett, M., Haldane, A., del Río, J. F., Wiebe, M., Peterson, P., Sheppard K., Oliphant, T. E. (2020). Array programming with NumPy. *Nature*, 585(7825), 357–362. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2>
6. <https://pangration.org/index.php/elliniki-omospondia/kanonismoι>
7. Hunter, J. (2007). Matplotlib: A 2D graphics environment. *Computing in Science & Engineering*, 9(3), 90–95. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.592536>
8. Ludwig K, Einfalt M., Lienhart R., "Robust Estimation of Flight Parameters for SKI Jumpers," 2020 *IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW)*, London, UK, 2020, 1-6, doi: 10.1109/ICMEW46912.2020.9105973.
9. Miklavcic, S. J. (2020). An Illustrative Guide to Multivariable and Vector Calculus. *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-33459-8>.
10. Masato Nakai, Yoshihiko Tsunoda, Hisashi Hayashi, Hideki Murakoshi. (2018). Prediction of Basketball Free Throw Shooting by OpenPose. *International Skill Science*, Tokyo, Japan
11. Nath, A. R., & Beauchamp, M. S. (2011). Dynamic changes in superior temporal sulcus connectivity during perception of noisy audiovisual speech. *Journal of Neuroscience*, 31(5), 1704-1714. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4853-10.2011>
12. Nicholson, K. (2020). Kinematics and Kinetics: Technique and Mechanical Models. In F. Miller, S. Bachrach, N. Lennon, & M. E. O'Neil (Eds.), *Cerebral Palsy*, 1251-1267. *Springer*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-74558-9\\_98](https://doi.org/10.1007/978-3-319-74558-9_98).

13. Nomikos, N. N. (2015). The First Fatal Incident of Pangration/Pankration. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 3(4), 82-84. <https://doi.org/10.12691/ajssm-3-4-3>.
14. Peleg, D. (2013). *Mastering Sublime Text*. Packt Publishing.
15. Šiljak, V. (2020). Research in History of Sport. FIEP Section of History of Physical Education and Sports. ISBN: 978-86-920235-0-7
16. Swaddling, J. (1999). The Ancient Olympic Games (second edition), London: *British Museum Press*.
17. Van Rossum, G., & Drake Jr, F. L. (1995). Python reference manual. *Centrum voor Wiskunde en Informatica Amsterdam*
18. Απολλόδωρος, *Βιβλιοθήκη*, 11
19. Απολλώνιος Ρόδιος, *Αργοναυτικά*, 2
20. Λουκιανός, *Ανάχαρσις*, 9
21. Πίνδαρος, *Νεμεόνικος*, V. 89
22. Πλούταρχος, *Ηθικά, Συμποσιακών*, 16
23. Φιλόστρατος, *Γυμναστικός*, 11

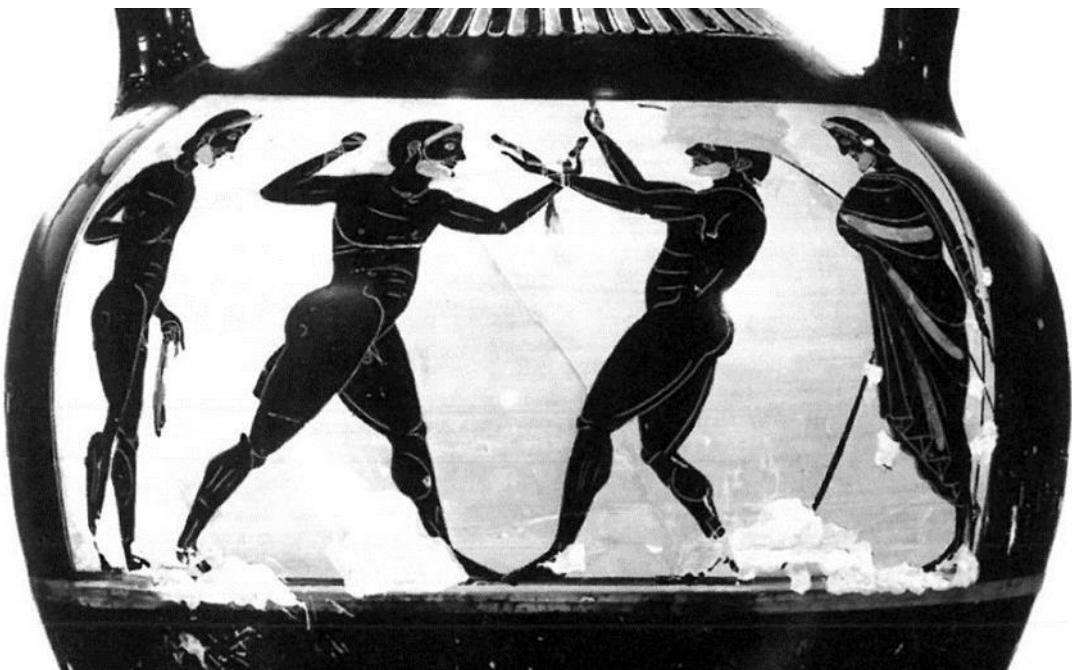
## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



**Εικόνα 8.** Ερυθρόμορφος αμφορέας που παρουσιάζει αθλητή σε θέση ετοιμότητας, Μουσείο Μονάχου, Γερμανία (Staatliche Antikensammlungen).

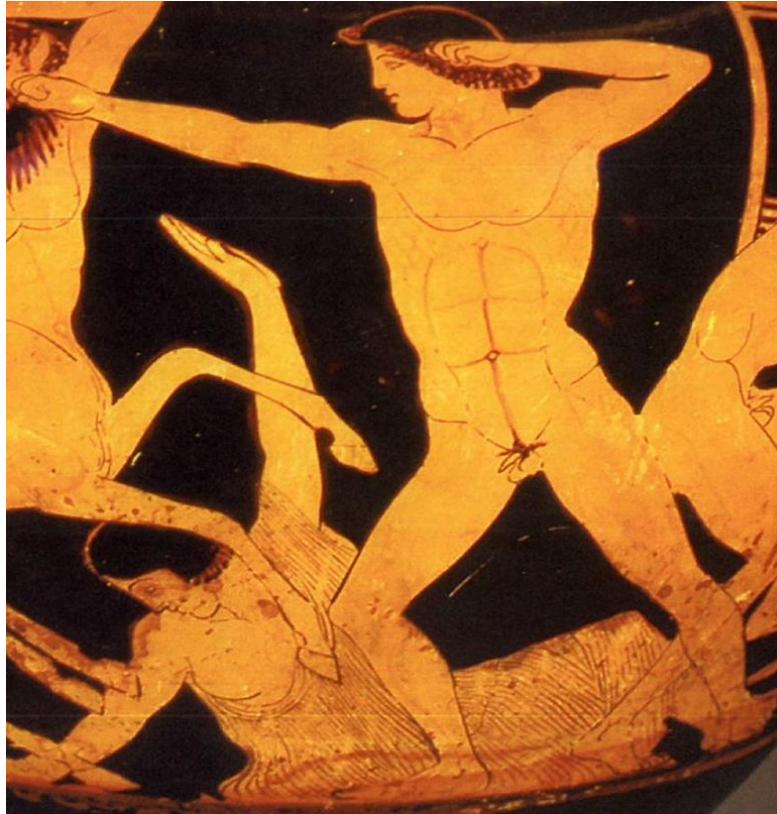


**Εικόνα 9.** Λάκτισμα και εκτέλεση τεχνάσματος από τον αμυνόμενο. Μελανόμορφος αμφορέας κλασσικής εποχής (5<sup>ου</sup> αιώνα π.Χ. Ν. Υόρκη ( Metropolitan Museum of NYC).



**Εικόνα 10.** Πυγμάχοι (πύκται), λεπτομέρεια από μελανόμορφο αμφορέα του 6ου π.Χ. αι. Antikensammlung Berlin.





**Εικόνα 11.** Πυγμή σε λαπίθη. Αρχαίος ελληνικός ερυθρόμορφος αμφορέας, 5ου αιώνα π.Χ. Μουσείο Φλωρεντίας( Museo Archeologico Nazionale).



**Εικόνα 12.** Ανταλλαγή χτυπημάτων με τα χέρια (πυγμές). Αρχαίος ελληνικός αμφορέας 6ου αιώνα π.Χ., Βρετανικό Μουσείο.



**Εικόνα 13.** Αρχική θέση σώματος αθλητή Νέου Παγκρατίου (Ε.Ο.Π.Α.) πριν από την επίτευξη εμπροσθίου λακτίσματος.



**Εικόνα 14.** Στάση του σώματος του ίδιου αθλητή την στιγμή της επαφής με τον αντίπαλο.



**Εικόνα 15.** Στάση σώματος αθλητή που προηγείται της εκτέλεσης πυγμής. Πρόγραμμα διδασκαλίας Παγκρατίου αθλήματος Ε.Ο.Π.Α.



**Εικόνα 16.** Ευθεία πυγμή. Πρόκειται για την τελική στάση που λαμβάνει ο αθλητής για την επίτευξη του χτυπήματος το οποίο είχε ως εναρκτήρια θέση την εικόνα 15. Πρόγραμμα διδασκαλίας Παγκρατίου αθλήματος Ε.Ο.Π.Α. Η εικόνα έχει ελεγχθεί από το OpenPose.



**Εικόνα 17.** Στάση σώματος έτερου αθλητή που προηγείται της εκτέλεσης της πυγμής. Πρόγραμμα διδασκαλίας Παγκρατίου αθλήματος Ε.Ο.Π.Α.



**Εικόνα 18.** Ευθεία πυγμή. Πρόκειται για την τελική στάση που λαμβάνει ο αθλητής για την επίτευξη του χτυπήματος το οποίο είχε ως εναρκτήρια θέση την εικόνα 17 Πρόγραμμα διδασκαλίας Παγκρατίου αθλήματος Ε.Ο.Π.Α.





**Εικόνα 19.** Στάση σώματος αθλητή που προηγείται της εκτέλεσης όμοιας με τις προηγούμενες πυγμές. Πρόγραμμα διδασκαλίας Παγκρατίου αθλήματος Ε.Ο.Π.Α.



**Εικόνα 20.** Η τελική στάση που λαμβάνει ο αθλητής κατά την επαφή – ολοκλήρωση της καταφοράς του χτυπήματος το οποίο είχε ως εναρκτήρια θέση αυτήν που παρουσιάζεται στην εικόνα 19.