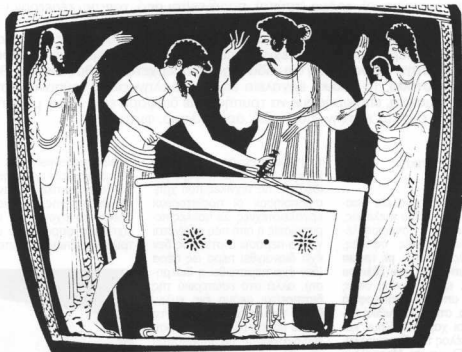


ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑ:

Διάνοιξη οπής σε εργαλεία λειασμένου λίθου¹



Χρήστος Ματζάνας
Αρχαιολόγος, Δρ Προϊστορίας

Στην Αμαλία

Η εφεύρεση του **στειλεού** υπήρξε σημαντικό βήμα στην εξελικτική πορεία του ανθρώπου. Πιστεύεται ότι ορισμένοι τύποι χειροπελέκων στειλεύονταν ήδη από τα τέλη της Κάτω Παλαιολιθικής. Ο μακρύς στειλέος, που μπορούμε να πούμε ότι αποτελεί προέκταση του χεριού, συμβάλλει ώστε το εργαλείο κατά τη χρήση του να διαγράφει μεγαλύτερο τόξο τροχιάς, που πολλαπλασιάζει την ισχύ του χτυπήματος και αυξάνει την αποτελεσματικότητά του.

Ανάλογο ρόλο έπαιξε κατά τη διάρκεια της Άνω Παλαιολιθικής και το δορυβόλο (για την εκτόξευση ακοντίων).

Πρόκειται για μηχανισμό παρόμοιο με αυτόν που η εξέλιξη προίκισε κατά τη διάρκεια των τελευταίων γεωλογικών εποχών του Τριτογενούς τα γρήγορα θηλαστικά (άλογο, ελάφι κ.ά.) ως μέσο διασώσής τους από τα σαρκοφάγα. Στην περίπτωση αυτή το *μεταπόδιο*, πολύ μακρύ, δυνατό και συνοστεωμένο, πολλαπλασιάζει την κινητική ενέργεια των μελών, με αποτέλεσμα ν' αυξάνεται η ταχύτητα του ζώου.

Κατά τη διάρκεια της Προϊστορίας χρησιμοποιήθηκαν διάφορα είδη στειλέωσης ώστε ν' αυξηθεί η αποτελεσματικότητα του εργαλείου και συνάμα να προστατεύεται το χέρι. Ανάλογα με το αν ο στειλέος εισέρχεται στο εργαλείο ή το αντίθετο, ονομάζεται θηλυκός ή αρσενικός τρόπος στειλέωσης.

Την εφαρμογή του πρώτου τρόπου στειλέωσης σε στοιχειώδη εργαλεία από απλό λειασμένο λίθο θα μελετήσουμε στην παρούσα εργασία. Και πιο συγκεκριμένα, τον *τρόπο διάνοιξης της οπής* στον λειασμένο λίθο για την είσοδο του στειλεού.

1. Παράσταση τρυπάνου περιστρεφόμενου με τη βοήθεια τόξου, σε ερυθρόμορφη υδρία του Μουσείου της Βοστώνης. Η παράσταση εικονίζει το μύθο της Δανάης.



2. Παράσταση αριδός περιστρεφόμενης με δοξάρι σε εργαλείο του Βρετανικού Μουσείου.

Η διάτρηση λίθινων τεχνέργων είναι τεχνική που εφαρμόστηκε συχνά κατά τη διάρκεια της Ύστατης Προϊστορίας. Τα ημιτελή κυρίως τέχνηρα (τα προϊόντα έντεχνης εργασίας, τα τεχνήματα) φανερώνουν ότι δύο ήταν οι κύριες μέθοδοι διατρήσεως:

Η πρώτη, που είναι και απλούστερη, εφαρμόζοταν ήδη από την Άνω Παλαιολιθική σε μαλακότερα κυρίως υλικά (κέρατο ελαφιδών, δόντια, όστρεα) και συνίσταται στη διάτρηση της πρώτης ύλης με όπεια, δηλ. με αιχμηρό εργαλείο από σκληρό πυριτικό λίθο (π.χ. πυριτόλιθο, χαλαζίτη). Μια παραλλαγή της μεθόδου αυτής είναι η διάτρηση με **συμπαγές ξύλινο τρύπανο**, η άκρη του οποίου οπλιζόταν με μια σκληρή αιχμή ("θρυαλλίς") από πυριτόλιθο, οψιανό κ.λπ. [Οι λέξεις: *τρήσις* και *διάτρησις* (= τρύπημα), *τρήμα* (τρύπα), παράγονται από *τρητήρ*, *τέρετρον* (= τρύπανο) το αρχαίο ρήμα *τετραίνω* (= τρυπώ) (Μέλ. *τρήσω*, Αόρ. *έτρησα*).

Η δεύτερη μέθοδος, που αποτελεί και το αντικείμενο αυτής της εργασίας, είναι πολυπλοκότερη και απαιτεί "τεχνική επένδυση" συνθετότερη, για τον πρόσθετο λόγο ότι στην "τεχνολογική αλυσίδα" της υπεισέρχεται πλήθος από βοηθητικά σύνεργα. Ωστόσο, το βασικό εργαλείο είναι το σωληνοειδές τρύπανο. Εργαζόμενοι πειραματικά, επιχειρήσαμε να τρυπήσουμε διάφορα είδη λίθων με τμήματα από καλάμι, ένα κατ'εξοχήν "πυριτικό", άρα σκληρό, φυτό.

A. Αρχαιολογική προσέγγιση

Ορισμένα εργαλεία λειασμένου λίθου (πελέκες, σφύρες, σφυροπελέκες, τελετουργικές σφύρες, "κεφαλοθραύστες"), με **τρήμα για την υποδοχή του ξύλινου στείλεου**, εμφανίζονται, όπως φαίνεται από τα ανασκαφικά δεδομένα, στη Χαλκολιθική περιοδο² και χαρακτηρίζουν κυρίως το τέλος της Πρωτοελλαδικής (ΠΕ) και τη Μεσοελλαδική (ΜΕ) εποχή.

Στο κείμενο που ακολουθεί εκτίθενται τα πορίσματα μιας πειραματικής ανασύστασης των διαφόρων τεχνολογικών σταδίων κατασκευής αυτού του είδους εργαλείου. Ανάμεσα στα αρχαιολογικά εμρήματα υπάρχουν και ορισμέ-

να ημιτελή εργαλεία που μας βοηθούν να σχηματίσουμε μια ιδέα για τις τεχνικές που χρησιμοποιήσαν οι προϊστορικοί εργαλειοτέχνες. Σε πολλές περιπτώσεις η οπή που ανοίγεται για να περάσει ο στείλεος δεν έχει διανοιχθεί πέρα ως πέρα (δεν έχει περατωθεί η διάτρηση), αλλά στο εσωτερικό της διατηρείται ακόμη ένα κυλινδρικό τμήμα πρώτης ύλης, το οποίο τελικά, με την περάτωση της διάτρησης, θα αποσπαστεί με τη μορφή "καρότου"³. Αναμφισβήτητα χρησιμοποιήθηκε, για τη διανοίξη της οπής, ένα σωληνοειδές τρύπανο για παράδειγμα, ένα κομμάτι από καλάμι ή η **διάψωση** ενός μακρικού οστού⁴. Η περιστροφή του τρυπάνου αυτού μπορεί να γίνει με απλή τριβή ανάμεσα στις παλάμες, γίνεται όμως

σφάως πιο εύκολη και αποτελεσματική όταν προκληθεί από την εναλλακτική (παλινδρομική) κίνηση ενός δοξαριού, του οποίου το σχοινί έχει περιτυλιχτεί μία φορά γύρω από το τρύπανο. Επιπλέον, απελευθε-

4. Η κροκάλα από ψαμμίτη πριν από τη διάτρηση (διακρίνονται τα σπαραχικά ίχνη κρούσης για έλεγχο της αντοχής της).



3. Τα σύνεργα: δοξάρι (B) με δερμάτινη χορδή (A), τρύπανο από καλάμι (C), κροσσήστρας (F), θραυσμένη κροκάλα (G), γλυφίδα (H), κόγχη αγιβόδας για προστασία της παλάμης (D), δερμάτινο κάλυμμα προστατευτικό παλάμης σε περίπτωση υπερθέρμανσης (E), και άμμος (I).



ρώνεται το ένα χέρι, το οποίο χρησιμοποιείται για να ασκεί πίεση στο πάνω μέρος του τρυπάνου (εικ. 8 και 10).

Με τον ίδιο τρόπο ανοίγονταν δακτυλοειδείς οπές σε πέτρες, το εσωτερικό των οποίων αφαιρούσαν στη συνέχεια με σμίλη⁵. Στα οικοδομήματα, όπως στο Λουτρό του ανατόρου της Τίρυνθας, οι τέτοιες τρύπες χρησιμοποιούν για νόψωση (στερέωση) ξύλινης επένδυσης πάνω στον υποκείμενο δόμο. Κατά τη διάρκεια της Μυκηναϊκής και Μινωικής εποχής επίσης, χρησιμοποιήθηκε το ίδιο είδος σωληνοειδούς τρητήρα για τη διανοίξη του εσωτερικού (της

κοιλότητας) λίθων αγγείων⁶. Η χρήση του, τέλος, διαπιστώνεται και σε άλλους πολιτισμούς για την κατεργασία λίθινων γλυπτών, όπως στον πολιτισμό των Αζτέκων, σε έργα που χρονολογούνται τον 14ο και τον 15ο αι. μ.Χ.⁷

Στην αρχαία Ελλάδα η περιστροφή του συμπαγούς τρυπάνου (αλλιώς: *τερέρου* ή *αρίδος*, πρβλ. σημερινό "αρίδι" = τρυπάνι) με παλινδρομική κίνηση (ώθηση-έλξη) ενός τόξου ήταν μια από τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για την τρήση ξύλου, λίθου ή άλλων σκληρών υλών. Παραστάσεις τρυπάνου περιστρεφόμενου με δοξάρι συναντάμε σε ανάγλυφα, σφραγιστάλια, σε γραπτά και γυάλινα αγγεία⁸ (εικ. 1, 2).

Η τεχνική αυτή είναι γνωστή από εθνολογικά παράλληλα και χρησιμοποιήθηκε από τους Αβοριγίνες της Αυστραλίας, τους Εσκιμώους, τους Ερυθρόδερμους και μέχρι σήμερα ακόμη από τους Ινδούς, για το άναμμα της φωτιάς⁹.

Β. Πειραματική προσέγγιση

1. Περιγραφή των συνέργων

Για τη διάτρηση των λίθων των τεχνιμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα σύνεργα:

1. Το τρύπανο (εικ. 3Α). Πρόκειται για απλό κομμάτι καλαμιού, μήκους 40-60 εκ. και πάχους διαμέτρου 23-35 χιλιοστών. Πρέπει να είναι ευθύγραμμο, γιατί, στην αρχή τουλάχιστον, απαιτείται περιστροφή εντελώς κυκλική, χωρίς παρασπτικές δονήσεις, που έχουν την τάση να βγάζουν το τρύπανο από το κυκλικό αυλάκι ορύξεως.

2. Το δοξάρι (εικ. 3Β). Πρέπει να είναι ελαστικό και ανθεκτικό για να κανονίζονται με τα δάκτυλα οι μεταβολές έντασης της χορδής. Για το δοξάρι χρησιμοποιήθηκε κυρίως παραφύδα σκυιάς, αλλά δοκιμάστηκαν με επιτυχία και κλαδιά από μουριά, αμυγδαλιά,

δάφνη και ιτιά, που είναι επίσης ευλύγιστα και ανθεκτικά.

3. Η χορδή (εικ. 3C). Οι χορδές των τόξων που χρησιμοποιήθηκαν κυμαίνονται από 70 εκ. έως 1 μέτρο. Με μεγάλο μήκος χορδής υπάρχει το πλεονέκτημα ότι μειώνεται ο αριθμός των παλινδρομικών κινήσεων, οπότε ανάλογα λίγες είναι και οι φορές που δημιουργείται "νεκρός χρόνος" κατά την περιστροφή του τρυπάνου. Ως χορδή χρησιμοποιήθηκε κυρίως ιμάντας ή λουρί από δέρμα (πρβλ. το ομηρικό "σκύτος"), πλάτους 7-9 χιλ. Πρέπει όμως να έχει αρκετό πάχος ώστε να είναι ανθεκτική.

Η ιδανική περιστροφή επιτυγχάνεται όταν ο λόγος πλάτους/πάχους της χορδής είναι από 1:1 έως 2:1. Αν όμως το δέρμα είναι λεπτό, η χορδή, για να αντέξει στις τριβές, πρέπει να είναι αρκετά πλατιά. Οστόσο, όταν το πλάτος υπερβαίνει το 1 εκ., η περιστροφή παρακλωύεται στο σημείο όπου η χορδή περιελίσσεται γύρω από το τρύπανο.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ
ΕΡΕΥΝΑ
ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ
ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ
ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ
ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ
ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ



6. Αποψη της κροκάλας με την κοιλότητα.

7. Η κροκάλα με την κυκλική ευλάκωση που αντιστοιχεί στη διάμετρο του τρυπάνου. Η χορδή έγινε με γλυφίδα από πυριτόλιθο.



Ως χορδή χρησιμοποιήθηκε επίσης και αρκετά χοντρό σχοινί (με διάμετρο διατομής 9 χιλιοστών), το οποίο όμως, συγκριτικά με το δέρμα, υποκειται σε γρήγορη φθορά, εξαιτίας της θερμότητας που αναπτύσσεται με την τριβή, και ξεφτίζει με γοργούς ρυθμούς. Την ίδια τύχη είχε και λεπτότερη χορδή τόξου από ίνες του φυτού αβάνοτας.

4. Προστατευτικό της παλάμης (εικ. 3D). Τοποθετείται στο επάνω μέρος του τρυπάνου και βοηθάει ώστε το τρύπανο να διατηρείται σε κατακόρυφη θέση, ενώ ταυτόχρονα ασκείται πίεση προς τα κάτω, οπότε βέβαια η παλάμη (η φού-

5. Με μικρό κρουστήριο και με μια θραυσμένη κροκάλα κάναμε μια κοιλότητα στην επφάνεια που θα ανοίχτεί η τρύπα.

Διάρκεια εργασίας: 10 λεπτά (φωτ. Α. Καλαμαρά).

8. Θέση εργασίας όταν πια η σπή είναι αρκετά βαθιά (περίπου 4,5 χλμ.) και το τρύπανο περιστρέφεται χωρίς να γλιστρά. Μία ώρα και σαράντα λεπτά από την αρχή (φωτ. Αμ. Κολαμαρά).



10. Θέση εργασίας στην αρχή της διάτρησης.



16. Λείανση του αντικειμένου (φωτ. Αμ. Κολαμαρά).



χτα) χρειάζεται να προστατεύεται κατά την περιστροφή του τυμπάνου. Όταν το τρύπανο είναι συμπαγές, μπορούν ως προστατευτικά παλάμης να χρησιμοποιηθούν διάφορα κοίλα αντικείμενα, όπως τμήμα από μεταπίδιο μεγάλου ζώου (π.χ., βοοειδούς), αστράγαλος, πέτρα, σκληρό ξύλο, ή κόγχες από δίθυρα μαλάκια (του γέ-

νους *Glycimeris*, *Cardium*, *Spondylus*), δηλαδή κέλυφος από αχιβάδα ή και από στρείδι μεγάλου μεγέθους. Πιο συνηθισμένα, στην περίπτωση του τρυπάνου από καλάμι ταιριάζει απόλυτα το κέλυφος αχιβάδας ή στρείδιου, γιατί η εσωτερική του επιφάνεια, κοίλη, σκληρή και εντελώς λεία, στην οποία ακουμπάει το καλάμι,



επιτρέπει απρόσκοπτη περιστροφή. Ωστόσο, επειδή κατά την περιστροφή αναπτύσσεται γρήγορα μεγάλη θερμότητα εξαιτίας της τριβής, επιβάλλεται, ιδίως στα λεπτότερα όστρεα, επιπλέον προστασία της παλάμης με κάλυμμα από δέρμα (εικ. 3Ε).

5. **Υλικό προετοιμασίας του σημείου διάτρησης** (εικ. 3 F, G, H). Το σημείο όπου θα δουλέψει το τρύπανο (όπου θ'αναχθεί η τρύπα) προετοιμάζεται αρχικά με κρούση, με κρουστήρα ή και με θραυσμένη κροκάλα, και στη συνέχεια με χάραξη που γίνεται χρησιμοποιώντας γλυφίδα ή τη συμπηγή αιχμή φολιάδας.

6. **Η άμμος** (εικ. 3I). Βασικό ρόλο παίζει η άμμος ως υλικό τριβής στη διάνοξη σπής. Ανάλογη είναι η χρήση και η συμβολή της ως βοηθητικού μέσου για το σχίσιμο ή την κοπή λίθων με τον "λιθοπρίστη πρίονα"¹⁰, που αναφέρεται από τον Πλίνιο¹¹.

II. Πρώτες ύλες

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής: Ψαμίτης, μάλλον της Νεογενούς περιόδου, αρκετά μα-



9



11



12



13



14



15

λακός, του οποίου η γεωλογική πηγή τοποθετείται κοντά στον Γραϊκά, χωριό της Ηλίας (εικ. 4). Χαλαζιάκος ψαμμίτης, σε μορφή πεπλατυσμένης κροκάλας, από τις αλλούβιες αποθέσεις του Αλφειού, και κροκάλα λευκού ασβεστολίθου από τις αποθέσεις του ηλειακού Πηνειού. Μαλακοί λίθοι κατάλληλοι για διάτρηση, όπως φαίνεται και από τα αρχαιολογικά αντικείμενα, είναι ο χλωρίτης, ο στεατίτης, ο σερπεντίνιτης, ο ταλκικός σχιστολίθος.

III. Στάδια κατασκευής

1. Η προετοιμασία του σημείου διάτρησης γίνεται με επαναλαμβανόμενα, όχι δυνατά, χτυπήματα, στην αρχή με μια σκληρή κροκάλα και στη συνέχεια με ένα μεγάλο και βαρύ απόκρουσμα από σκληρό πυριτικό λίθο (εικ. 5). Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί θραυσμένη κροκάλα, το σπάσιμο της οποίας διαμορφώνει μια αιχμή. Έτσι, με τις επαναλαμβανόμενες κρούσεις, δημιουργείται μια μικρή κοιλότητα στο σημείο όπου θα γίνει η διάτρηση (εικ. 6). Η διαδικασία απαιτεί χρόνο από ένα έως

τρία τέταρτα, ανάλογα με τη σκληρότητα της πέτρας. Μερικές φορές κατά τη διάρκεια σπάει η πέτρα, όταν υπάρχει κάποιο μικρό εσωτερικό ελάττωμα (π.χ. τεκτονική ή ιζηματογενής σχισμή, απολίθωμα κ.ά.). Αναμφίβολα, παρόμοιες κοιλότητες που παρατηρούνται σε αρχαιολογικά αντικείμενα αντιστοιχούν στο κατασκευαστικό αυτό στάδιο της διάτρησης (πρβ. Χ. Τσουντας, *Αι Προϊστορικοί ακροπόλες Διμηνίου και Σέσκλου*, Αθήνα

1908: στήλη 321, πίν. 41 (το 2 και το 11) και εικ. 286).

2. Στο εσωτερικό αυτής της κοιλότητας, με μια γλυφίδα, ή ένα χοντρό όπτεας, ή μια φρολίδα, που παρουσιάζει φυσική διεδρη επιφάνεια, χαράζουμε κυκλικό αυλάκι που αντιστοιχεί στη διάμετρο του τρυπάνου το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε (εικ. 7). Το αυλάκι αυτό βοηθάει στην απόρροια της περιστροφής του τρυπάνου γιατί, στην αρχή τουλάχιστον, το τρυπάνο έχει την τάση να γλι-



9. Η οπή μετά από εργασία τριών τετάρτων της ώρας και άποψη του κυλινδρικού ομφαλού.

11. Περιχέλιμα ή δακτύλιος μέσα στον οποίο εγγράφεται η οπή σε κροκάλα από χαλαζιάκο ψαμμίτη (λεπτομέρεια).

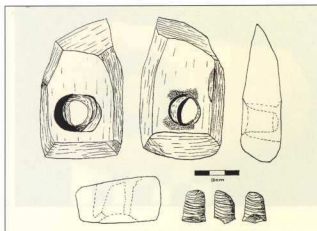
12. Η κροκάλα από ψαμμίτη μετά από 1 ώρα και σφαιρικά λεπτά εργασίας.

13. Άποψη της σωληνοειδούς οπής μετά από 2 ώρες και 40 λεπτά εργασίας, πριν από την οριστική άποψη του κολουροκωνικού άπεργου.

14. Άποψη της οπής μετά από τρεις ώρες εργασίας.

15. Το αποκομμένο κολουροκωνικό άπεργο ή "καρότο".

17. Η τρυπημένη κροκάλα μετά την οριστική διαμόρφωση της με λείανση.



18. Οπή και τομή περιφερειακού λειασμένου τεχνέργου με οπή, και άποψη του αποκομμένου κολυροκωνικού απέργου.

στρά κατά την περιστροφή. Η διαδικασία αυτή, ανάλογα με τη σκληρότητα του υλικού, απαιτεί από είκοσι λεπτά έως και μιάμιση ώρα.

Φαίνεται ότι τα στάδια αυτά, και κυρίως το πρώτο, παραλείπονταν κατά τα προϊστορικά χρόνια. Τα εργαλεία από λειασμένο λίθο με οπή που έχω δει δεν παρουσιάζουν στην επιφάνεια εισαγωγής του τρύπανου τα χαρακτηριστικά ίχνη κρούσης, αλλά ούτε και το περιχέλιμα που δημιουργείται, σε σκληρούς κυρίως λίθους, στην αρχή του επόμενου σταδίου, και που οφείλεται στο γεγονός ότι το κυκλικό αλκάκι που χαράχτηκε στο εσωτερικό της κοιλότητας δεν ανταποκρίνεται ακριβώς στη διάμετρο του καλαμιού. Σε πολλές περιπτώσεις φαίνεται ότι τα διακρι-

τικά αυτά γνωρίσματα απαλείφονταν με τη λείανση και τη στίλβωση που ακολουθούσαν. Ωστόσο, μερικά αντικείμενα που έσπασαν κατά τη διάρκεια της διάνοιξης της οπής, και τα οποία είχαν διαμορφωθεί εκ των προτέρων¹², φανερώνουν ότι οι προϊστορικοί τεχνίτες κατάφεραν, με κάποια άγνωστη σε μας τεχνική, να σταθεροποιούν το τρύπανο, ακριβώς στο σημείο που θα διανοιγόταν η οπή, χωρίς να χρειαστεί να δημιουργήσουν αυτή τη βοηθητική κοιλότητα¹³. Άλλωστε, κρίνοντας από την ποιότητα της εργασίας, μπορεί κανείς να υποθέσει ότι υπήρχαν εξειδικευμένα συνεργεία, με περισσότερα από ένα άτομα¹⁴, είτε περιπλανώμενα είτε στους κόλπους της κοινωνίας που ζούσαν, τα οποία αντάλλαζαν τα προϊόντα τους με άλλα είδη. Ωστόσο, με τα μέχρι τώρα δεδομένα της έρευνας, δεν μπορεί να δοθεί λύση στο πρόβλημα αν πρόκειται για ειδικότητα ατόμων που δεν εγκαταλείπουν τις κύριες γεωργοκτηνοτροφικές ασχολίες τους ή για ειδικευση που απαιτεί την εγκατάλειψη αυτών των δραστηριοτήτων. Επομένως, το πρόβλημα παραμένει: οι λίθινοι πελέκει με οπή έγιναν από γεωργοκτηνοτρόφους ή από τεχνίτες (ειδικευμένο άτομο ή ομάδα). (N. Λιανέρης, *Προβλήματα Θεωρητικής Αρχαιολογίας*, Αθήνα 1983, σ. 140.)

3. Το καθαυτό στάδιο εργασίας είναι η διάνοιξη της οπής με την περιστροφή του σπληνωτού τρυπάνου (του καλαμιού). Στην αρχή είναι συχνές οι ολισθήσεις, κυρίως όταν η αλκάκιω (την οποία ακολουθεί το στρεφόμενο τρύπανο) δεν είναι αρκετά βαθιά και δεν ανταποκρίνεται με ακρίβεια στη διάμετρο και το πάχος του καλαμιού. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται η υιοθέτηση ειδικής στάσης εργασίας (εικ. 8), που είναι αρκετά κουραστική και που θα μπορούσε να αποφευχθεί αν είχε αφαιρεθεί περισσότερος χρόνος στο δεύτερο στάδιο. Έτσι, στην περίπτωση του αβεστούλιου και του φαμικτικού χαλαζία χρειάστηκαν περίπου 4 με 5 ώρες προκειμένου το βάθος του αλκακίου να είναι τέτοιο (4,5 χιλ.) ώστε το τρύπανο να περιστρέφεται χωρίς να γλιστρά (εικ. 9-10). Συνήθως το τρύπανο έχει την τάση να "παίζει" στο εσωτερικό του αρχικού αλκακίου, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα είδος περιχελώματος (εικ. 11). Έχει όμως την τάση να μετατοπίζεται προς το μέρος του χειριστή, ώπου τελικά να καταλήξει στην οριστική αλκάκιωση που αντιστοιχεί περίπου στη διάμετρο του καλαμιού και της οπής. Σε γενικές γραμμές, η οπή, όπως και το καρότο, δεν είναι απόλυτως κυκλικά αλλά κάπως ελλειψοειδή, πράγμα που ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι το στρεφόμενο τρύπανο δεν παραμένει σε απόλυτα σταθερή θέση.

Κατά τη διάρκεια των πειραματικών προσπαθειών στάθηκε αδύνατη η διάνοιξη οπής που να μην έχει κατεύθυνση περισσότερο ή λιγότερο λοξή. Η ατέλεια αυτή χαρακτηρίζεται μερικές φορές και τα αρχαιολογικά αντικείμενα (τα ευρήματα. Πρβλ. C. Blegen κ.ά., *The Palace of Nestor at Pylos*, τ. III, 1973, σ. 223, πίν. 279, 16). Η ελαφρά λοξή αυτή κατεύθυνση της οπής κλίση του οφείλεται στη θέση του χειριστή, ο οποίος δεν τοποθετείται πάντα από πάνω (κατακόρυφα), αλλά δίπλα. Φαίνεται λοιπόν πιθανό ότι χρησιμοποιήθηκε κάποιο είδος τόννου¹⁵.

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη διάνοιξη της οπής είναι η χρήση άμμου. Οι κόκκοι

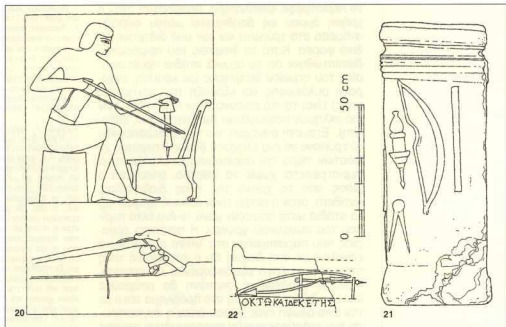
19. Μερικά λίθινα εργαλεία με στελέδα, που κατασκευάστηκαν για το Μπενάκιο Μουσείο Καλαράς.



σκληρού χαλαζία που περιέχονται στην άμμο φθείρον βελονία, με την τριβή, την πέτρα στο αυλάκι όπου περιστρέφεται το καλάμι. Περισσότερο αποτελεσματική είναι η άμμος όταν είναι στεγνή. Με την τριβή οι κόκκοι "αλέθονται" και τελικά βγαίνουν στην επιφάνεια με τη μορφή κτινιόλευκης σκόνης που αποτελείται από μόρια της πέτρας και του καλαμιού, γιατί βεβαία φθείρεται και το καλάμι. Για να μην αναγκαζόμαστε να ανανεώνουμε κάθε τόσο την τριβόμενη άμμο που γίνεται σκόνη, μπορούμε να έχουμε επικαλύψει την οπή με αρκετή ποσότητα (με έναν κώνο) άφθαρτης άμμου.

Ακολουθώντας ένα ρυθμό που κυμαίνονταν από ένα έως ενάμισι λεπτό εργασίας, αναλασσόμενη με 20-30" ανάπαυλας, διαπιστώσαμε ότι η διάτρηση προχωρούσε σε βάθος 4 - 8 χιλιοστούμετρα ανά ώρα, σε πέτρες σχετικά μαλακές όπως ο ψαμμίτης (εικ. 12-15), και 3-4 χιλ. ανά ώρα σε λίθους μη πυριτικούς, όπως ο ασβεστόλιθος. Η διαδικασία ήταν πιο μακρά και επίπονη σε πέτρες πιο σκληρές, όπως ο ψαμμιτικός χαλαζιτης (1,5-2 χιλ. ανά ώρα), και ακόμα πιο αργή, υποθέτω, σε πετρώματα με μεγάλη περιεκτικότητα πυριτίου, όπως ο πυριτόλιθος, ο χαλαζιτης, ο χαλαζίας, ο χαλκιδόνιος κ.λπ. Άλλωστε, δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι, κατά τη διάρκεια της Προϊστορίας, η κατεργασία της λείανσης και της διάτρησης εφαρμόζονταν κατά κανόνα σε τραχείς, ημιόκληρους λίθους, ακατάλληλους να υποστούν κατεργασία με λάξευση.

Η φθορά του καλαμιού είναι πενταπλάσια έως δεκαπλάσια από αυτήν της πέτρας και εξαρτάται από την ανθεκτικότητά του. Το μήκος του τρυπάνου θα πρέπει να είναι ανάλογο με το πάχος του φορέα προς διάτρηση και η επιλογή του αρκετά προσεχτική, ώστε να αποφευχθεί το σπάσιμο του λόγω σαθρότητας κατά τη διάρκεια της χρήσης του. Και τούτο γιατί η αντικατάσταση του τρυπάνου είναι δύσκολη εφόσον η διάνοξη της οπής βρίσκεται σε εξέλιξη: το μέτωπο περιστροφής του τρυπάνου φθείρεται εσωτερικά και εξωτερικά, με αποτέλεσμα να είναι πιο λεπτό



στην περιοχή που έρχεται σε επαφή με την πέτρα.

Η διάμετρος της οπής είναι κατά κανόνα 0,3-2,5 χιλιοστά, μερικές φορές όμως έως και 6 χιλ., μεγαλύτερη από αυτήν του τρυπάνου. Όσο λιγότερο ευθύγραμμο είναι το καλάμι, τόσο μεγαλύτερη διάμετρο αποκτά, γιατί η περιστροφική κίνηση, χωρίς να το θέλω, την πλατύνει.

Αν θεωρήσουμε ότι η οπή αρχίζει από το κάτω μέρος της αξίνας (ή του πελέκως), κατά τη φορά στελειώσεως τους, παρατηρούμε ότι το σημείο εξόδου του τρυπάνου (το τέλος της οπής) είναι στενότερο από το σημείο εισαγωγής του (από την αρχή της οπής). Το σχήμα της οπής δηλαδή δεν είναι ακριβώς κυλινδρικό, αλλά τείνει προς τον κώλουρο κώνο. Το αποτέλεσμα τελικά είναι να σφηνώνει καλύτερα ο στελειός.

4. Το τελικό στάδιο είναι η λείανση του διάτρητου πλέον φορέα, επάνω σε μεγάλο λείαντρο, που στην περίπτωση μας ήταν μεγάλη πεπταυσμένη κροκάλα από ψαμμίτη (εικ. 16). Η άμμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και εδώ ως βοηθητικό μέσο. Η διαδικασία δεν διαρκεί παρά μισή έως μία ώρα για την αδηρ επεξεργασία εύθρυπτων και ευκολοκατέργατων λίθων, όπως ο ψαμμίτης (εικ. 17-18), είναι όμως πολύ πιο επίπονη και μακρά για σκληρότερους λίθους¹⁶.

Αυτή η τεχνική κατεργασίας της πέτρας απαιτεί μεγάλη απώλεια ενέργειας, κάτι που ήταν ασυμβίβαστο με τον τρόπο ζωής του περιπλαυόμενου νομάδα, κυνηγού και τροφολέκτη της Παλαιολιθικής. Δεν είναι λοιπόν τυχαίο ότι εμφανίσθηκε κατά τη διάρκεια της Νεολιθικής εποχής, όταν ο άνθρωπος δημιούργησε τις πρώτες σταθερές αγροτοποικιακές κοινωνίες, οι οποίες προϋπέθεταν αποθέματα τροφής, απαραίτητη πηγής ενέργειας για την εφαρμογή παρόμοιων μεθόδων και τεχνικών.

Γ. Συμπεράσματα

Έγινε προσπάθεια ανασυστάσεως μερικών από τις τεχνικές και μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν κατά την έσχατη Προϊστορία για τη διάτρηση ενός εν χρήσει εργαλείου από λειασμένο λίθο, προκειμένου αυτό να στελειωθεί ώστε η χρήση του να γίνει ευχερέστερη και αποτελεσματικότερη. Ημιτελή αρχαιολογικά ευρήματα δείχνουν ότι μία από τις τεχνικές διάτρησης χρησιμοποιούσε σκληροειδές τρυπάνο από καλάμι ή διάτρηση μακροίου οστού. Εθνολογικά παράλληλα αλλά και παραστάσεις από την αρχαιότητα δείχνουν τη χρήση ενός δοξαρίου, του οποίου η χορδή, περιελισσόμενη γύρω από το τρύπανο, μπορούσε να

20. Παράσταση τρυπάνου με δοξάρι από ανιματική τοιχογραφία και ο τρόπος κρατήσεως της χορδής. (Πρβλ. J.P. Adam, *Roman Building*, London 1994:99, εικ. 227.)

21. Ρωμαϊκή επιτύμβια στήλη ενός Ξυλοκουργού. (Πρβλ. Adam, *ο.π.*, εικ. 228.)

22. Παράσταση τρόνου σε επιτύμβια στήλη. (Πρβλ. Μπουλώτης, *ο.π.*, σφμ. 8.)

το περιεργότερα ευκολότερα. Απαραίτητη ήταν η χρήση άμμου ως βοηθητικού μέσου φθοράς ανάμεσα στο τρυπάνο και τον υπό διάτρηση λίθινο φορέα. Κατά τη διάρκεια του πειράματος διαπιστώθηκε ότι τα αρχικά στάδια προετοιμασίας του σημείου διάτρησης (με κρούση, εγχάραξη αλλοκάωσης και εξόρυξη της αρχής της σπής) είναι τα πιο επίπονα στην περίπτωση των πιο σκληρών πετρωμάτων (ασβεστολίθου, χαλαζήτη). Έτσι στη συνέχεια, για να σταθεροποιηθεί το τρυπάνο σε ένα ελάχιστο βάθος 5 περίπου χιλιοστών, πέρα του οποίου μπορεί ελεύθερα να περιστρέφεται χωρίς να γλιστρά, απαιτείται ο μισός από το χρόνο της όλης διαδικασίας. Αντίθετα, όταν η πέτρα είναι μαλακή (ψαμμίτης) τα στάδια αυτά απαιτούν μόνο το ένα όκτο περίπου του συνολικού χρόνου. Η ποιότητα εργασίας που παρατηρείται στα λίθινα προϊστορικά εργαλεία με σπή δείχνει ότι η κατασκευή τους ήταν μάλλον έργο εξειδικευμένου συνεργείου. Μόνο η ανασκαφική σκαπάνη θα μπορούσε ίσως να δώσει απάντηση στο πρόβλημα αυτό με την ανακάλυψη ενός χώρου όπου η συγκέντρωση των κολοροκωτικών απορριμμάτων πρώτης ύλης αλλά και των λίθινων ή ενδοχόμενων στείων εργαλείων που προσιρόκοι τεχνίτη θα ήταν ενδεικτική. Πολλά από αυτά τα χαρακτηριστικά απορριμμάτων επεξεργασίας βρέθηκαν στην Ασινή (Αργολίδα), χωρίς όμως να γίνεται λόγος για τη διασπορά τους στο ΜΕ στρώμα (O. Frödin - A. Persson, *Asine*, 1938, Stockholm: σ. 247, εικ. 176, 1).

Εκτός των άλλων, η εργασία αυτή απαιτεί την κατανάλωση μεγάλης μκήκης ενέργειας, κάτι που δεν θα μπορούσε να γίνει χωρίς την ύπαρξη αποθεμάτων τροφής, που συνδέονται με τις πρώτες μόνιμες αγροτοποικμενικές εγκαταστάσεις.

Σημειώσεις

1. Ερευνητικό τμήμα προετοιμαζόμενης Ζ' ΕΓΚΑ κ. Ξένη Αραγονάκη για την βοήθεια της στην εκπόνηση αυτής της εργασίας.

1. Έναυσιο για την παραμική αυτή προέγχιση και για να γραφτεί αυτό το άρθρο υπήρξε σειρά εποικοδομητικών συζητήσεων με την κ. Γ. Χατζή-Σπηλιόπουλου, αρχαιολόγο της Ζ' ΕΓΚΑ, σχετικά με το ίχνη σκληναιτών τρυπάνου στο εσωτερικό λίθινο άγκυρα από τον 8ο θαλασσοειδή μυκηναϊκό τόρο Ελληνικής Ανθέσης (Μεσσηνία). Το ίδιο εποικοδομητικό ήταν και η συζήτηση που είχα με την αρχαιολόγο κ. Α. Μουνδρέα-Αγραφαλή.

Η υπόθεση της χρησιμοποίησης ενός καλαμιού ως σκληναιτού τρυπάνου έχει διατυπωθεί από πολλούς (P. Warren, *Minotaur Stones Vases*, 1989, σ. 161-162). Ο συνδυασμός της τεχνικής αυτής με την περιστροφή από δοξάρι σπείριθηκε κατά κυριολόγιο στα εθνολογικά παράλληλα ανάμιαστα της φωτιάς, αλλά και στις αρχαίες παραστάσεις χρήσης δοξαρίου για την περιστροφή του συμπλεγμένου τρυπάνου (αριστερά). Ο συνδυασμός των δύο τεχνικών εκκινείται και στο έργο του R. Feustel (R. Feustel, *Technik der Steinzeit*, Weimar 1985, pl. 26) βιβλίο οριάζει στο τέλος του κεφαλαίου.

2. A. Mounder-Agrafioti, "Problèmes d'emmanchements dans le néolithique grec: Les gaines et manches en bois de cervides". D. Stordeur (éd.), *La main et l'outil: Manches et emmanchements préhistoriques*, TMO 15, Lyon 1987, σ. 247-256, ίδιος, σ. 249-254.

3. J. - R. Desruisseaux, *Outils préhistoriques. Forme-Fabrication-Utilisation*, Masson, 1990, σ. 139.

4. R. Treuil, *Le néolithique et le Bronze ancien Egéens. Les problèmes stratigraphiques et chronologiques, les hommes*. École Française d'Athènes, 1983, σ. 172-173, εικ. 51.

Με το όνομα **διδυμική** εκκινούσε το τμήμα κάθε μικρού, συνήθως κυλινδρικού, οστού, που περιλαμβάνεται ανάμεσα στα δύο πλατύτερα άκρα (τις **βελόνες**), και το εσωτερικό του οποίου είναι κοίλο (η **μυελική κοιλότητα**).

5. Α. Ορλάνδος, *Τα υλικά δομής των αρχαίων Ελλήνων*, Αθήνα 1955, τόμος Β, σ. 129.

6. G. Hatz - Spiliopoulou, "A Mycenaean Stone Vase from Messenia". *Festschrift für Malkolm Ventris*, Aegaeum (unp. έκδοση).

7. Ο. Ζέτς, *Αρχαία Θρασύρα του Μεζίνου*. Κατάλογος έκθεσης στο ΕΑΜ (16.5-21.6.1988), Αθήνα 1988.

8. Ανολόγες παραστάσεις τρυπάνου με δοξάρι για εθνολογικές εργασίες απεικονίζονται σε αιγυπτιακά τοιχογραφίες (εικ. 20) αλλά και σε ρωμαϊκά επιτύμβια ανάγλυφα (εικ. 21). Δοξάρια τρυπάνων απεικονίζονται σε τάφοις της Άνω Αιγύπτου. (Κ. Μουλιούνης, 1983, "Η μεταρρυθμιστική των Κρητικών τρυπάνων", *Αρχαιολογία*, τ. 9, 19-26 (πρόβ. εικ. 7). Μια άλλη τεχνική περιστροφής συνίσταται στο πάλινδρομο τρύπανο ενός σχήματος από το δύο άκρα του. 9. J. Collina-Girard, "Le foret à feu: expérimentation contre l'homme scientifique", *L'Homme* 120, Oct.-Déc. 1991 XXXI (4), σ. 69-88, ίδιος, σ. 70.

10. Πρόβ. Α. Ορλάνδος ό.π., τόμος Α', σ. 51-55.

11. Η χαλαζήκη άμμος, που είναι και η πιο αποτελεσματική λόγω της σκληρότητας των κόκκων της, χρησιμοποιείται στην Ελλάδα σε λίγα μέρη, π.χ. στην περιοχή των λιμνών Λαγκαδάς και Βοιθής (Ελλάδα, *Γεωγραφία και Πολιτισμός*, τ. 1, σ. 83-84). Ένα λιανικό μίσο με μορφή σπής από το μεγαλύτερο βαθμό σκληρότητας από τον προς διάτρηση λίθο, ήταν η σμύρια της Νέσους (ομίρις Νάξιας, κατά τον Πλίνιο), με 8 βαθμούς σκληρότητας στην κλίμακα Mohs (Μπουλιώτης, ό.π., σ. 22). Θα μπορούσε να υποθέσει ένα είδος ανταλλακτικού επιρροή για την ύλη αυτή, όπως υπήρχε για τον φυσικό ή το ήλεκτρο ή το αστέριο του είδους *Bronzylite* γαλλοσέρου. Στα πειράματα που πραγματοποιήσαμε χρησιμοποιήσαμε ασβεστολιθική άμμο, που, αν και λιγότερο αποτελεσματική, βοήθησε ωστόσο στη διάτρηση λόγω της (μικρής όστω) προσρότητας κόκκων χαλαζία που περιέχει. Σε πρόσφατο πείραμα (8.11.1998) διαπιστώθηκε ότι η διάτρηση κωνίστρας της χαλαζήκης άμμου είναι τουλάχιστον 4 φορές μεγαλύτερη από αυτή της ασβεστολιθικής άμμου, ενώ η μείωση της μείωσης χρόνου και κόπυ. Αυτό για τη διαυερητή φυσική χαλαζήκη άμμο χρησιμοποιήθηκε κοινότητα σπονημού γυαλιού.

12. J.-P. Desruisseaux, ό.π., εικ. 134, σ. 139. Χρ. Τρούτας, "Α προϊστορικά απορριμματα άμμου και Σέσκου", Αθήνα 1908, εικ. 351.

13. Η σπείριξη με την αντικείμενα με κάποιο είδος σφαιρικήρα ώστε να μένει αμετακίνητο (ή να βιώνει προώθηση) για τον αποτελεσματικότερο χειρισμό των εργαλείων στη σφραγιδογλυφία (Μπουλιώτης, ό.π., σ. 24).

14. Αν υπήρχε ασφαλής στερέωση του λίθινου αντικείμενου και σταθεροποίηση του τρυπάνου, τότε η σπείριξη κάθεται προς το αντικείμενο, πράγμα το οποίο να μην γίνει λάθη, νομίζω ότι είναι εύκολο να ήταν αρκετό. Η παρουσία ειδικών μαστηρών ήδη από τη Νεολιθική εποχή εκκινείται στην περίπτωση κατάμησης με πίση των λεπίδων οφισαίου και τυρωλοτόμο (πρόβ. C. N. Runnels, "The Bronze-Age Flaked-Stone Industries from Lerna: a preliminary report", *Hesperia* 54 (1985), σ. 388, C. Perles, "L'outillage néolithique en Grèce: approvisionnement et exploitation des matières premières", *BCH* 114 (1990), σ. 23.

15. Παράσταση οριζώντιου σταθμού τρυπάνου που περιεργάστηκε με δοξάρι και λειτουργούσε από τον τόρνο, Προέρχεται από θραύσμα επιτύμβιας στήλης κωνίστρας Δωδεκανήσου σφραγιδογλυφίας του 2ου μ.Χ. (εικ. 22). Η μέθοδος αυτή τρώχεται χρησιμοποιήθηκε στα νεότερα χρόνια για να τρυπηθούν χάντρες κομπολόγι (Κ. Χατζησολάνη, "Μια μέρα στο Μουσείο", *Αρχαιολογία* 17, σ. 74, εικ. 1). Πιστεύεται ότι στην περιοχή του Αιγαίου ο τόρνος χρησιμοποιήθηκε στη σφραγιδογλυφία ήδη από την Εποχή του Χαλκού (Πρόβ. P. Yule, K. Schürman, 1981, "Technical observation on Glyptic Corpus der Minoischen und Mycenischen Siegel", *Beihft 1: Studien zur Minoischen und helladischen Glyptic*, σ. 277).

16. Τα επόμενα στάδια της Πειραματικής Αρχαιολογίας, τα οποία δεν αντιπροσωπεύονται παρά μερικούς σ'αυτή την εργασία, αφορούν τη στήριξη των λίθινων εργαλείων (εικ. 19), τη χρήση τους πάνω σε ορισμένα υλικά και τέλος εξετάζει των μικροχρηστών χρήση στις επιφανείες τους σε στερεοκόπιο μικροκόπιο, όπου η ακμή μεγεθύνεται συνήθως κατά 30-400 φορές. Έτσι είναι εφικτή η σύγκριση των παραμικών αναπαράγωγών ονών χρήσης με αυτά που πολλές φορές εξοικονομούνται στα αρχαιολογικά αντικείμενα και, κατά πρόκληση, η γνωση των υλών που δουλεύτηκαν.

Experimental Archaeology: The Drilling of Tools by Grinded Stones

Ch. Matzanas

The drilling of tools by grinded stones is a technique often applied during Late Prehistory. The two prevailing methods of drilling are exhibited mainly by unfinished artifacts. The first method, simple and extremely time-consuming, is already in use on less hard materials (antlers, teeth, shells) from the Upper Paleolithic period and comprises the piercing of the object by a hard pyritic stone (e.g. pyrites, quartz). The second method, which is the subject of this article, is more complicated and requires a substantial "technical investment", since its "technological chain" comprises a multitude of auxiliary implements. However, its basic implement is the tubular drill. In the framework of this experimental approach, the drilling of various kinds of stone was attempted using pieces of reed that is a "pyritic" par excellence, therefore hard, plant.