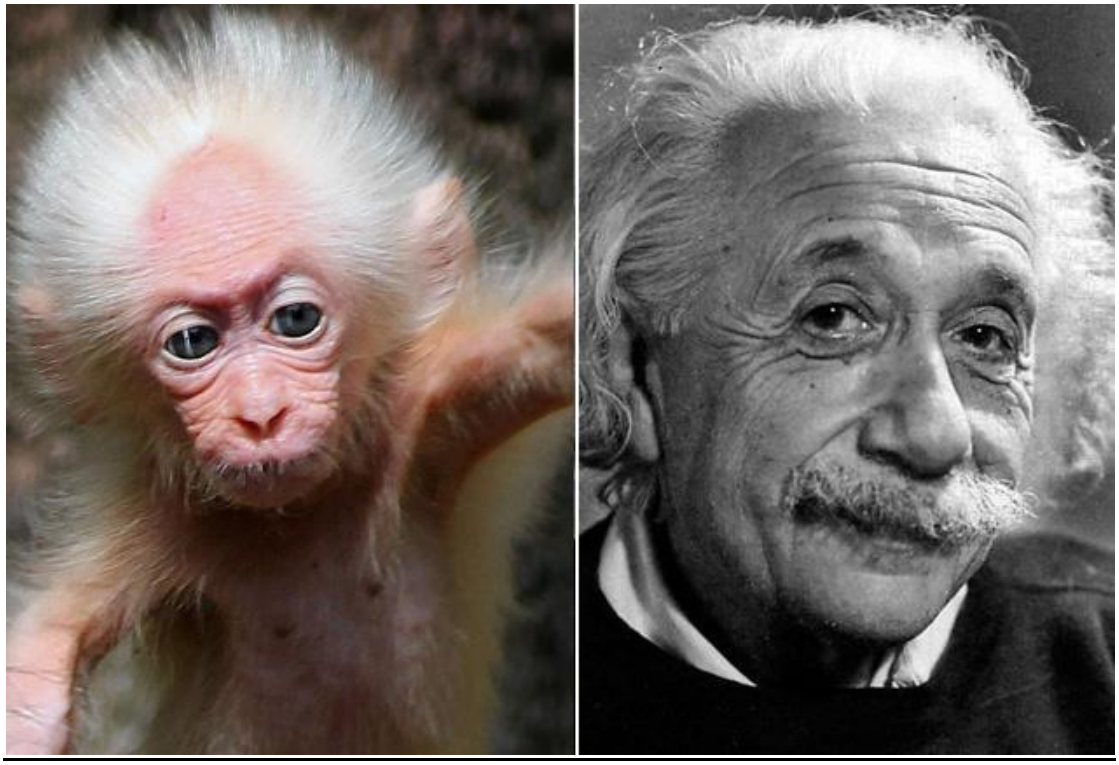
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

Εργαστηριακή άσκηση
Η Εξέλιξη των Πρωτευόντων με έμφαση στον άνθρωπο



Επιμέλεια
Πουλακάκης Νίκος

Ηράκλειο 2020

Συστηματική Πρωτευόντων

Πρωτεύον ονομάζεται κάθε μέλος της τάξης των Θηλαστικών **Πρωτεύοντα** (Primates), που περιλαμβάνει τους προσιμιίδες ή προπίθηκους (στους οποίους συγκαταλέγονται οι λεμούριοι, οι λόρεις, οι γαλάγοι και οι τάρσιοι) και τους σιμιίδες (μαϊμούδες και πίθηκοι). Με εξαίρεση τους ανθρώπους, οι οποίοι κατοικούν σε όλες τις ηπείρους της Γης, τα περισσότερα πρωτεύοντα ζουν σε τροπικές ή υποτροπικές περιοχές της Αμερικής, της Αφρικής και της Ασίας (**Εικόνα 1**).

Εικόνα 1. Περιοχή κατανομής Πρωτευόντων (πλην του ανθρώπου).

Προσιμιίδες ή προπίθηκοι

Λεμούριος

Λόρις

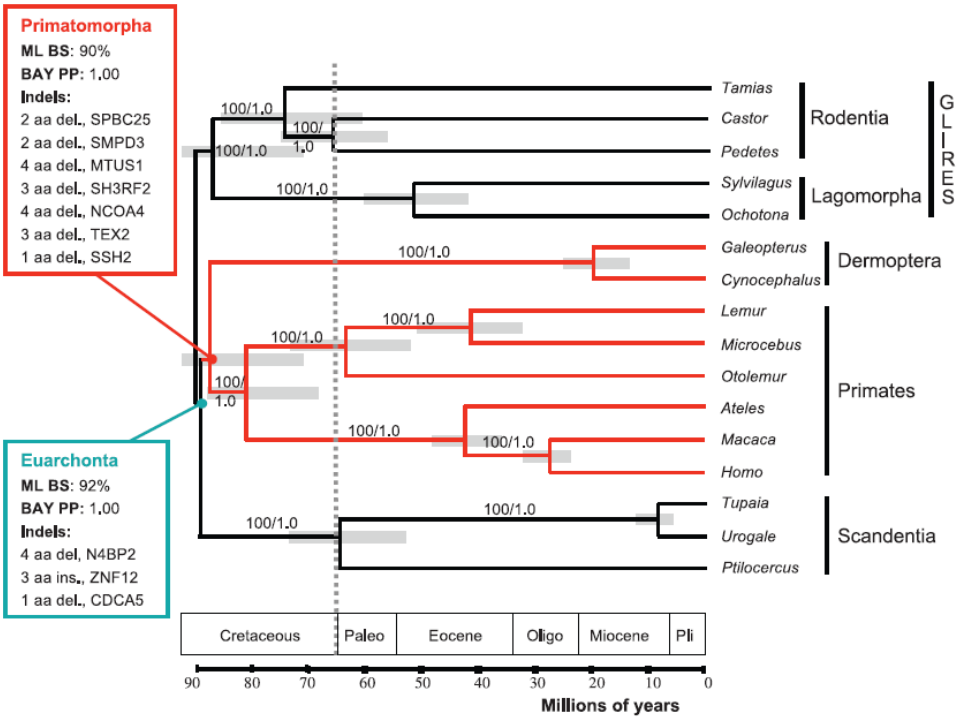
Γαλάγος

Τάρσιος

Σύμφωνα με τα απολιθώματα που έχουν εντοπιστεί, οι πρόγονοι των πρωτευόντων πιθανότατα έζησαν πριν από 65 εκατομμύρια χρόνια κατά το τέλος της Κρητιδικής περιόδου. Βάσει των απολιθωμάτων που έχουν βρεθεί μέχρι σήμερα, το παλαιότερο γνωστό πρωτεύον ήταν ο Πλησιαδάπης που έζησε πριν από 55-58 εκατομμύρια χρόνια, κατά το τέλος του Παλαιόκαινο (65,5-56 εκ. χρ.). Βάσει γενετικών δεδομένων, ο χρόνος απόσχισης των Πρωτευόντων είναι μάλλον παλιότερος (**Εικόνα 2**) και χρονολογείται στο τέλος του Κρητιδικού (~85 εκ. χρ. πριν) (Douzery 2004, Eizirik *et al.* 2004, Janečka *et al*. 2007, Chatterjee et al. 2009).

	Πλησιαδάπης (*Plesiadapis*) ονομάζεται το παλαιότερο γνωστό θηλαστικό που εμφάνισε χαρακτηριστικά των Πρωτευόντων. Έζησε περίπου 58-55 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα στη Βόρεια Αμερική και την Ευρώπη. "*Πλησιαδάπης*" κυριολεκτικά σημαίνει "σχεδόν-Αδάπης", και αναφέρεται στο λεμουριόμορφο είδος *Αδάπης*, που έζησε κατά την Ηώκαινο εποχή. Τυπικό είδος του γένους αποτελεί το *Plesiadapis tricuspidens* και ονομάστηκε έτσι λόγω των τριών γλωχίνων (*cusps*) που βρίσκονται στους άνω κοπτήρες.

Η τάξη των Πρωτευόντων είναι τμήμα του κλάδου των **Ευαρχοντομυωξών** (**Euarchontoglires)**, ο οποίος ανήκει στον κλάδο Ευθήρια, μέρος της ομοταξίας των Θηλαστικών. Πρόσφατη έρευνα με τη χρήση γενετικών δεδομένων έδειξε πως τα Δερμόπτερα συγγενεύουν περισσότερο με τα Πρωτεύοντα απ' ότι με τις Δενδρομυγαλές (Janelca et al. 2007), παρόλο που τα τελευταία θεωρούνταν για ένα διάστημα στο παρελθόν μέλη των πρωτευόντων (**Εικόνα 2**). Αυτές οι τρεις τάξεις σχηματίζουν τον κλάδο των **Ευάρχοντων** (**Euarchonta**). Ο κλάδος ολοκληρώνεται με τους **Μυωξούς** (**Glires**), που περιλαμβάνουν τις τάξεις των Τρωκτικών και των Λαγόμορφων, σχηματίζοντας τον κλάδο των **Ευαρχοντομυωξών** (υπέρταξη).



Εικόνα 2. Φυλογενετικό δέντρο της υπέρταξης των **Ευαρχοντομυωξών** (**Euarchontoglires**).

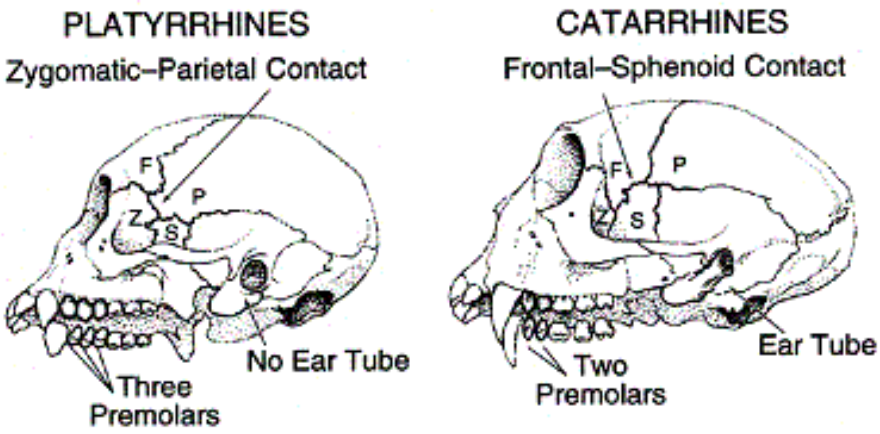
Τα Πρωτεύοντα παραδοσιακά διαιρούνται σε δύο μεγάλες ομάδες (**βλέπε παρακάτω)**: τους προσιμιίδες ή προπίθηκους και τους σιμιίδες. Οι προσιμιίδες έχουν χαρακτηριστικά όμοια με αυτά των πρώιμων πρωτευόντων, και περιλαμβάνουν τους λεμούριους της Μαδαγασκάρης, τα λορισόμορφα, τους γαλάγους (ημιπίθηκοι) και τους τάρσιους. Οι σιμιίδες περιλαμβάνουν τις μαϊμούδες και τους πιθήκους στους οποίους περιλαμβάνεται και ο άνθρωπος.

Πρόσφατα, οι ταξινομιστές διαχώρισαν τα Πρωτεύοντα σε δύο υποτάξεις:

- **Στρεψίρρινοι**: που περιλαμβάνει τους προσιμιίδες πλην των τάρσιων και
- **Απλόρρινοι:** που περιλαμβάνει τους τάρσιους και τους σιμιίδες.

Οι σιμιίδες διαιρούνται περαιτέρω σε δύο ομάδες (μικροτάξεις): τους **πλατύρρινους** της Νότιας και Κεντρικής Αμερικής (ή μαϊμούδες Νέου Κόσμου) και τους **κατάρρινους** πιθήκους και μαϊμούδες της Αφρικής και της Ασίας (**Εικόνα 3**).

Πιο αναλυτικά, οι πλατύρρινοι (ή μαϊμούδες Νέου Κόσμου) περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τους καπουτσίνους και τις σκίουρους μαϊμούδες και οι κατάρρινοι διαιρούνται σε δύο ομάδες, τα **κερκοπιθηκοειδή** (ή μαϊμούδες Παλαιού Κόσμου), στα οποία ανήκουν οι μπαμπουίνοι και οι μακάκοι (**Εικόνα 4**) και τα **ανθρωποειδή** (πίθηκοι), στα οποία ανήκουν οι χιμπαντζήδες και οι άνθρωποι (**Εικόνα 5**). Οι άνθρωποι είναι οι μόνοι κατάρρινοι που έχουν εξαπλωθεί επιτυχώς έξω από την Αφρική, τη Νότια και Ανατολική Ασία, αν και παλαιοντολογικά στοιχεία (απολιθώματα), δείχνουν πως πολλά άλλα είδη κατάρρινων έζησαν κάποια στιγμή στην Ευρώπη.



Εικόνα 3. Κρανιακές απεικονίσεις και διαφορές **πλατύρρινων** και **κατάρρινων**.

Platyrrhini

- επίπεδες μύτες
- προς τα έξω ρουθούνια
- 3 προγόμφιους
- Μ με 3 ή 4 κύρια φύματα
- Νυκτόβια
- Νέος Κόσμος

Catarrhini

- μη συλληπτήρια ουρά
- κοντά ρουθούνια προς τα κάτω
- 2 προγόμφιους
- Μ με 4 κύρια φύματα
- Ημερόβια
- Παλαιός Κόσμος

ΠΛΑΤΥΡΡΙΝΟΙ: μαϊμούδες Νέου Κόσμου

Callitrichidae (Ταμαρίνος)

Cebidae (Καπουτσίνος)

Aotidae (Μαϊμού κουκουβάγια)

Pitheciidae (Ουακάρι)

Atelidae (Μαιμού αράχνη)

ΚΑΤΑΡΡΙΝΟΙ: μαϊμούδες Παλαιού Κόσμου και Πίθηκοι

Κερκοπιθηκοειδή (Μαϊμούδες Παλαιού Κόσμου)

Colobus

Macaca

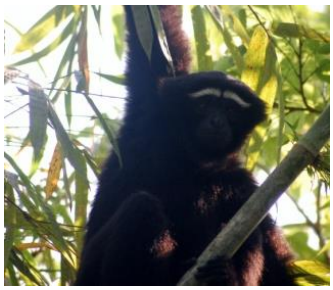
Papio (Μπαμπουίνος)

Εικόνα 4. Αντιπρόσωποι **Κερκοπιθηκοειδών.**

Ανθρωποειδή (Πίθηκοι)

Hylobatidae

Υλοβάτης (Ασία)



Γίβωνας (Ασία)

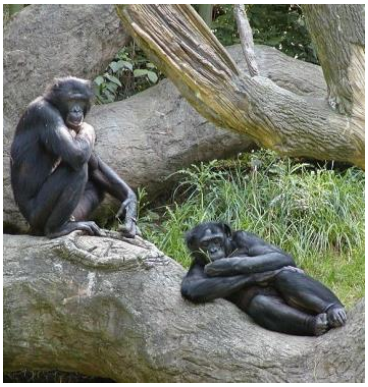
Σιαμάνγκ (*Symphalangus)*

Nomascus

Hominidae

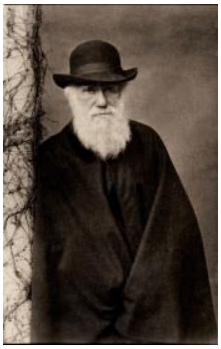
Ουρακοτάγκος (*Pongo*) (Ασία)

Γορίλας (Gorilla) (Αφρική)



Μπονόμπο (Pan) (Αφρική)

Χιμπαντζής (Pan) (Αφρική)



Άνθρωπος (Homo)

Εικόνα 5. Αντιπρόσωποι **Ανθρωποειδών.**

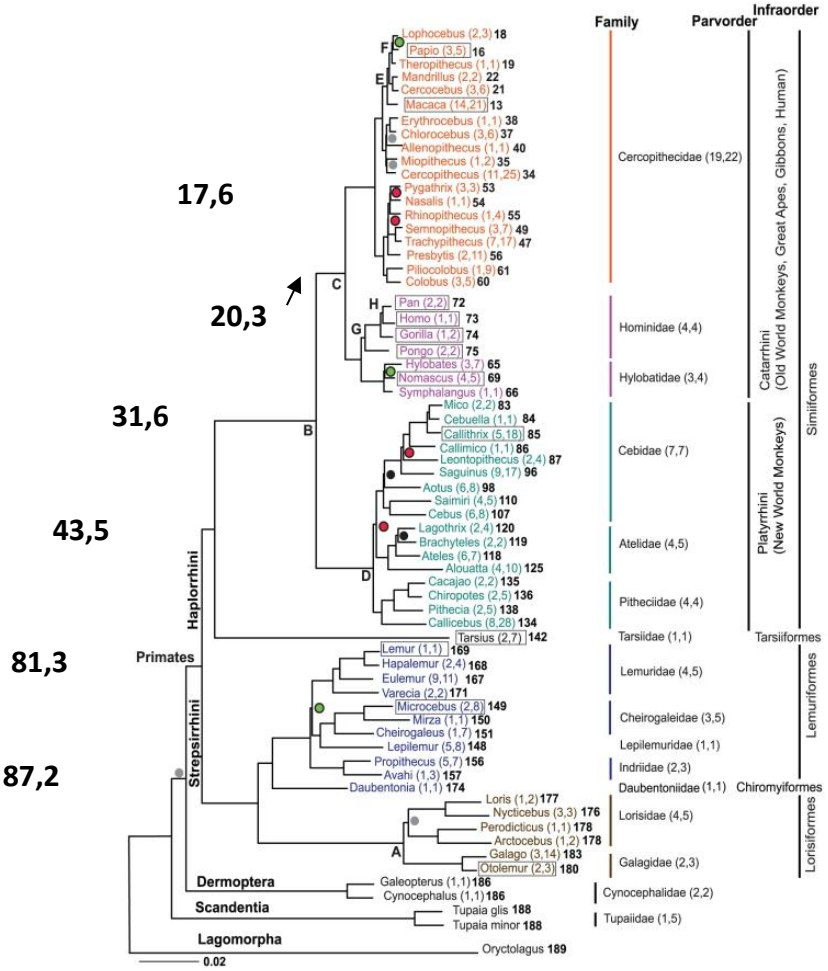
Τάξη Πρωτεύοντα

- **Υποτάξη Στρεψίρρινοι** (*Strepsirrhini*): όλοι οι προσιμιίδες εκτός από τους τάρσιους
  - Ανθυποτάξη Λεμουρόμορφα (*Lemuriformes*)
    - Οικογένεια Χειρογαλεΐδες (*Cheirogaleidae*): λεμούριοι νάνοι και λεμούριοι ποντικοί (32 είδη)
    - Οικογένεια Δωβεντονιίδες (*Daubentoniidae*): άι-άι (1 είδος)
    - Οικογένεια Λεμουρίδες (*Lemuridae*): καφέ λεμούριοι, λεμούριοι με δακτυλιδωτή ουρά και συγγενείς (22 είδη)
    - Οικογένεια Λεπιλεμουρίδες (*Lepilemuridae*): παιχνιδιάρηδες λεμούριοι (26 είδη)
    - Οικογένεια Ιντριίδες (*Indriidae*): μαλλιαροί λεμούριοι και συγγενείς (19 είδη)
  - Ανθυποτάξη Λορισόμορφα (*Lorisiformes*)
    - Οικογένεια Λορισίδες (*Lorisidae*): λόρις, πότος και συγγενείς (9 είδη)
    - Οικογένεια Γαλαγίδες (*Galagidae*): γαλάγος (19 είδη)

- **Υποτάξη Απλόρρινοι** (*Haplorrhini*): τάρσιοι, μαϊμούδες και πίθηκοι
  - Ανθυποτάξη Ταρσιόμορφα (*Tarsiiformes*)
    - Οικογένεια Ταρσιίδες (*Tarsiidae*): τάρσιοι (9 είδη)
  - Ανθυποτάξη Σιμιόμορφα (*Simiiformes*): σιμιίδες
    - Μικροτάξη Πλατύρρινοι (*Platyrrhini*): μαϊμούδες Νέου Κόσμου
      - Οικογένεια Καλλιτριχίδες (*Callitrichidae*): μαρμοζέτες και ταμαρίνοι (42 είδη)
      - Οικογένεια Κηβίδες (*Cebidae*): καπουτσίνοι και μαϊμούδες σκίουροι (17 είδη)
      - Οικογένεια Αοτίδες (*Aotidae*): νυχτερινές μαϊμούδες και μαϊμούδες κουκουβάγιες (10 είδη)
      - Οικογένεια Πιθηκιίδες (*Pitheciidae*): τίτις, σάκις και ουακάρις (42 είδη)
      - Οικογένεια Ατελίδες (*Atelidae*): τριχωτές μαϊμούδες και μαϊμούδες αράχνες (28 είδη)
    - Μικροτάξη Κατάρρινοι (*Catarrhini*)
      - Υπεροικογένεια Κερκοπιθηκοειδή (*Cercopithecoidea*)
        - Οικογένεια Κερκοπιθηκίδες (*Cercopithecidae*): μαϊμούδες Παλαιού Κόσμου (135 είδη)
      - Υπεροικογένεια Ανθρωποειδή (*Hominoidea*): πίθηκοι
        - Οικογένεια Υλοβατίδες (*Hylobatidae*): γίββωνες ή "μικροί πίθηκοι" (13 είδη)
        - Οικογένεια Ανθρωπίδες (*Hominidae*): "μεγάλοι πίθηκοι" (συγκαταλέγονται και οι άνθρωποι) (7 είδη)

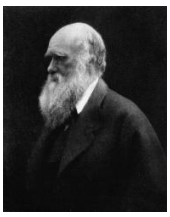
Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι νέα είδη Πρωτευόντων ανακαλύπτονται συνεχώς. Περισσότερα από 25 είδη έχουν περιγραφεί από τις αρχές του **2000** και 11 από το **2010** και μετά.

Όσον αφορά τις σχέσεις μεταξύ των αρτίγονων ειδών των Πρωτευόντων έχουν πραγματοποιηθεί πολυάριθμες επιστημονικές εργασίες σε μια τελευταία εκ των οποίων (Perelman et al. 2011) διακρίνονται οι φυλογενετικές σχέσεις των σύγχρονων Πρωτευόντων, αναδεικνύοντας την υψηλή συγγένεια των ανθρώπων και του χιμπαντζή (**Εικόνα 6**).

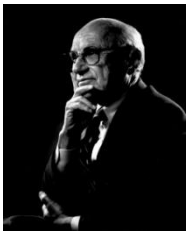


Εικόνα 6. Η μοριακή φυλογένεση 61 γενών της τάξης των Πρωτευόντων, 2 γενών Δερμοπτέρων και 1 γένους Δενδρομυγαλών, χρησιμοποιώντας ως εξωομάδα τα Λαγόμορφα (βάσει 34.927 bp και 54 γονιδίων).

Βάσει αυτών ο άνθρωπος και ο χιμπαντζής έχουν κοινό πρόγονο ο οποίος έζησε πριν από 6-7 εκ. χρ.. Στην ερώτηση λοιπόν ο άνθρωπος κατάγεται από τον πίθηκο, η απάντηση είναι σαφής και απλή: όχι, ο άνθρωπος και ο πίθηκος έχουν κοινή καταγωγή (πρόγονο).



Ο άνθρωπος ΔΕΝ κατάγεται από τον πίθηκο



... ο γυμνός χιμπαντζής

Εξελικτική ιστορία των Κατάρρινων

- ***Οι πρώτοι πίθηκοι***

Ο ***Aegyptopithecus*** (Αιγυπτοπίθηκος) είναι ένα μικρόσωμο, δενδρόβιο φυτοφάγο (καρποί) Πρωτεύον, που έζησε πριν από 33-35 εκατομμύρια χρόνια. Ζύγιζε περίπου 4 κιλά και έμοιαζε με τον σύγχρονο λεμούριο. Ανακαλύφθηκε στην πλούσια σε Ολιγοκαινικά απολιθώματα περιοχή του Φαγιούμ στην Αίγυπτο. Χρονικά προηγείται της απόσχισης των πιθήκων από τις μαϊμούδες του Παλαιού Κόσμου.

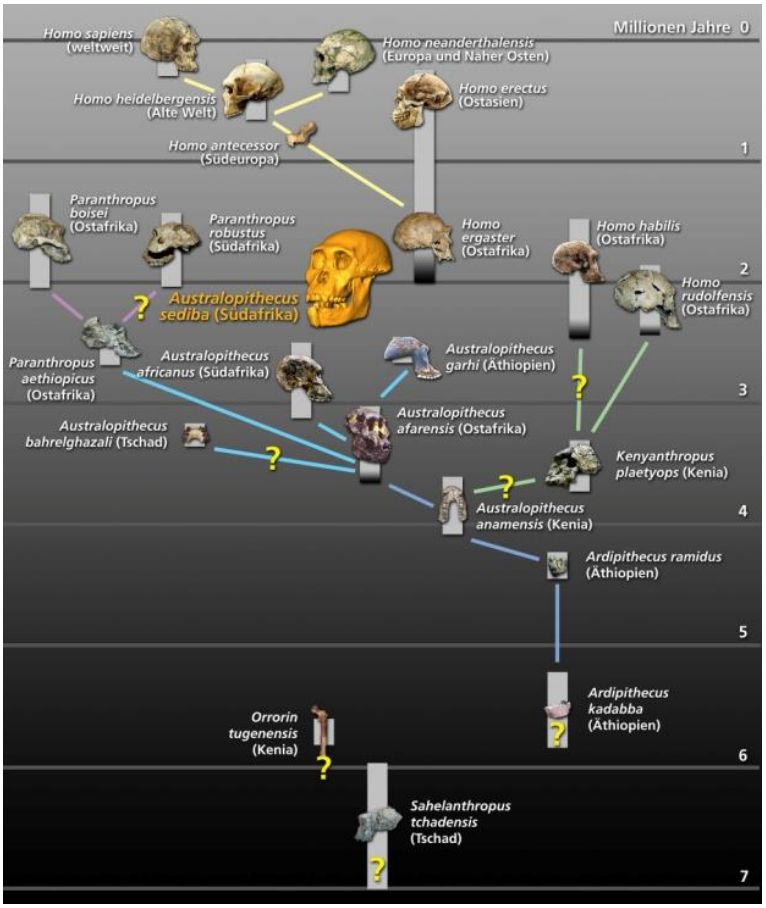
- ***Πρόδρομος ανθρωποειδής πίθηκος***

Proconsul (προ «χιμπατζής»)–Ανατολική Αφρική
Ένα εξαφανισμένο γένος Πρωτευόντων που έζησε την εποχή του Μειόκαινου (23-25 εκ. χρ. πριν) στην ανατολική Αφρική. Τέσσερα είδη έχουν έως σήμερα αναγνωριστεί (*P. africanus, P. heseloni, P. major* και *P. nyanzae*) τα οποία διαφέρουν ως προς το μέγεθός τους.

- ***Ο Σαχελάνθρωπος του Τσαντ*** και η απαρχή του ανθρώπινου γένους

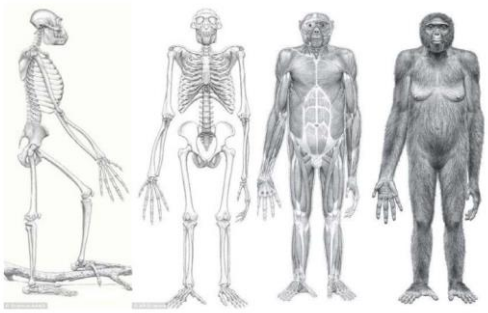
Ο **Σαχελάνθρωπος του Τσαντ** (***Sahelanthropus tchadensis***) είναι ένα σχετικά πρόσφατο γένος και είδος της οικογένειας των ανθρωπιδών, που ανακαλύφθηκε στο Τσαντ της Κεντρικής Αφρικής και είναι ηλικίας 6-7 εκ. χρόνων. Το κρανίο έχει μικρή χωρητικότητα (περίπου 350 - 380cc), φέρει μικρά δόντια και κοντό πρόσωπο. Ο *Sahelanthropus* διαθέτει αρκετά χαρακτηριστικά γνωρίσματα ενδεικτικά των ανθρωπιδών, όπως είναι οι μικρότεροι κυνόδοντες και το παχύτερο σε σχέση με τα αντίστοιχα των πιθήκων, ενώ το σημείο σύνδεσης των μυών του λαιμού στο οπισθοκράνιο υποδεικνύει ότι περπατούσε όρθιος.

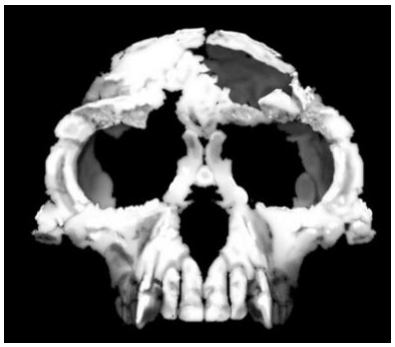
Σαχελάνθρωπος του Τσαντ
(***Sahelanthropus tchadensis***)

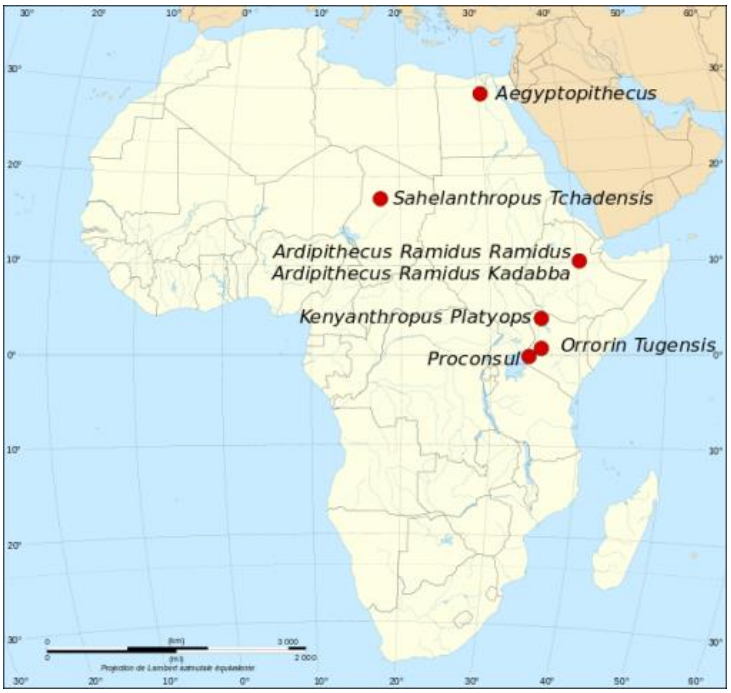


• *Ο Πλειοκαινικός Ardipithecus*

Ο ***Ardipithecus*** ανήκει στην υποοικογένεια των ανθρωπίνων (Homininae). Ωστόσο αποτελεί αντικείμενο διαμάχης σχετικά με τη σχέση του συγκεκριμένου γένους με τον πρόγονο των ανθρώπων, όπως επίσης και στο κατά πόσο είναι ανθρωπίνη (ομοιογένεια Hominini) ή όχι. Δύο είδη έχουν έως σήμερα περιγραφεί: *A. ramidus*, το οποίο έζησε πριν από 4,4 εκ. χρόνια (αρχές Πλειοκαίνου) και το *A. kadabba*, το οποίο χρονολογείται στα 5,6 εκ. χρόνια πριν από σήμερα (τέλος Μειοκαίνου).







- ***Αυστραλοπίθηκοι (οι πίθηκοι του Νότου)*** **(εικόνα 7)**

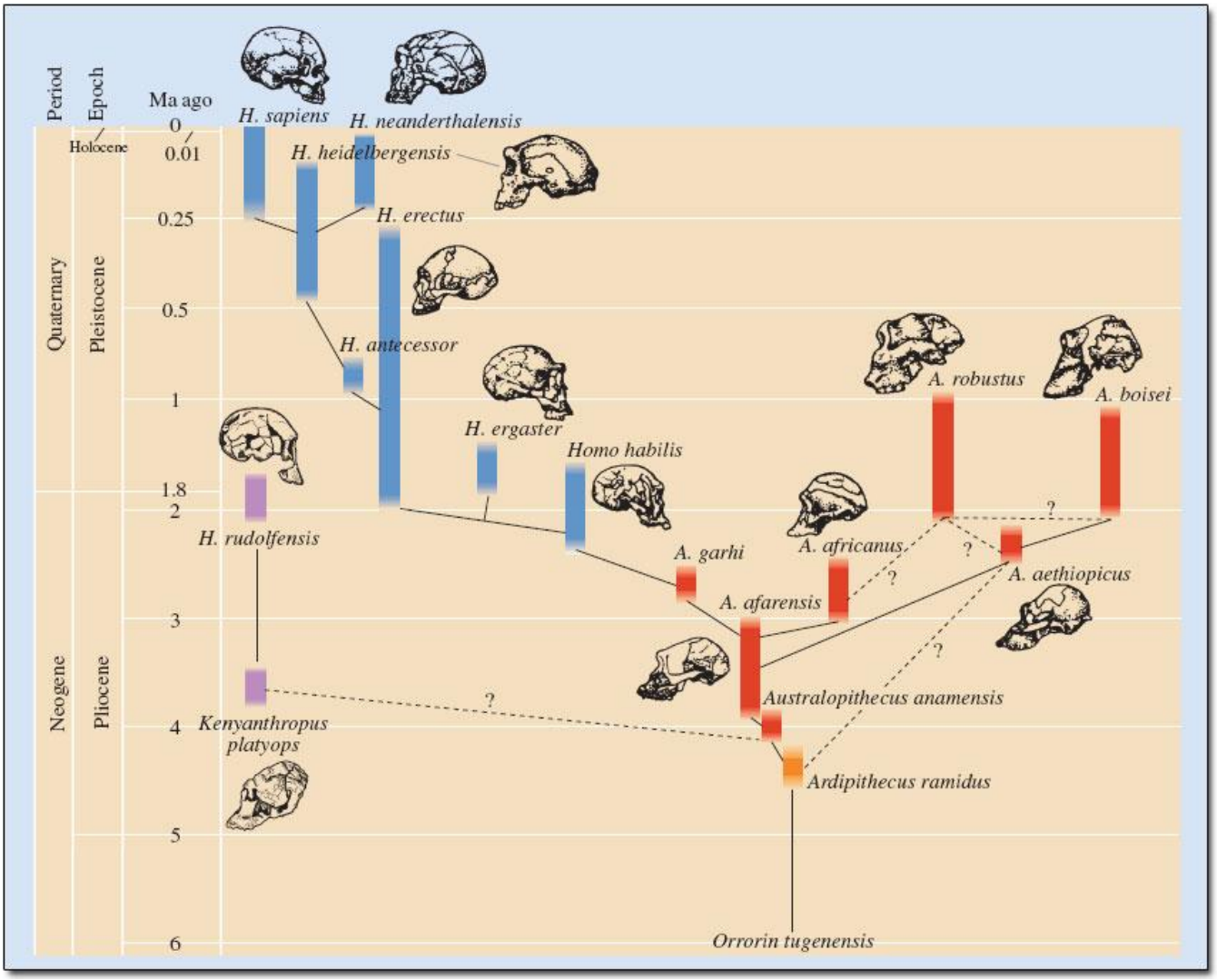
1. Ο ***Australopithecus anamensis*** έζησε πριν από 4.2 με 3.8 εκ. χρόνια. Έζησε στην Ανατολική Αφρική. Έχει έναν συνδυασμό χαρακτηριστικών που βρίσκονται και στους πιθήκους και στους ανθρώπους. Η άρθρωση του αστραγάλου υποδεικνύει δίποδη βάδιση. Τα μακριά βραχιόνια και τα χαρακτηριστικά των οστών του καρπού υποδηλώνουν ότι πιθανά ανέβαινε και σε δέντρα. Το κρανίο συνδυάζει μερικά πιο αρχέγονα χαρακτηριστικά (προεξέχον πρόσωπο και μακρόστενη κρανιακή κοιλότητα), με κάποια πιο μετέπειτα (π.χ. προεξέχοντα ζυγωματικά παρόμοια με του *Paranthropus*).

2. Ο ***Australopithecus afarensis*** έζησε πριν από 3.9 με 2.9 εκ. χρόνια. Το πιο γνωστό απολίθωμα του είδους αυτού είναι γνωστό ως Λούση (3,2 εκ. χρ. πριν) που βρέθηκε από τον Donald Johanson και τους συνεργάτες του και οι οποίοι την ημέρα που γιόρταζαν την ανακάλυψη του εύρηματός τους, άκουγαν συνεχώς το γνωστό τραγούδι Beatles "*Lucy in the Sky with Diamonds*".

3. Ο ***Australopithecus africanus*** ήταν ένα πρώιμος ανθρωπίδης που έζησε πριν από ~3,03 με 2,04 εκ. χρόνια στο ανώτερο Πλειόκαινο και το Πλειστόκαινο. Μικρόσωμος αυστραλοπίθηκος με μέγεθος κρανίου ~450cc. Ένα αρσενικό άτομο υπολογίζεται ότι ζύγισε ~50 κιλά ενώ το ύψος του δεν ξεπερνούσε το 1,2 μέτρα. Ήταν δίποδο, με χέρια λίγο μεγαλύτερα από τα πόδια. Είχε μικρότερο προγναθισμό και κυνόδοντες και μεγαλύτερους γομφίους από τον *A. afarensis*. Ζούσε σε ανοικτές σαβάνες.

Σε γενικές γραμμές όπως και ο *A. afarensis* είχε λεπτεπίλεπτη κατασκευή και θεωρείται ότι αποτελούν τον άμεσο πρόγονο των σύγχρονων ανθρώπων. Τα απολιθώματα υποδεικνύουν ότι ο *A. africanus* ήταν σημαντικά πιο όμοιος με τους σύγχρονους ανθρώπους σε σχέση με τον *A. afarensis*, με ένα πιο ανθρώπινο κρανίο που επέτρεπε μεγαλύτερο εγκέφαλο και πιο ανθρώπινα χαρακτηριστικά προσώπου. Ο *A. africanus* έχει βρεθεί σε μόλις 4 περιοχές της νότιας Αφρικής.

4. Ο ***Paranthropus boisei*** ήταν ένας πρώιμος ανθρωπίδης, ο μεγαλύτερος αντιπρόσωπος του γένους. Έζησε στην ανατολική Αφρική κατά το Πλειστόκαινο (2,3 με 1,2 εκ. χρόνια πριν). Ήταν σχετικά ψηλός (1,24 – 1,37 μ) με σχετικά μικρή κρανιακή χωρητικότητα (500-550 cc)



Εικόνα 7. Η εξέλιξη των Αυστραλοπιθήκων (κόκκινο χρώμα)

• *Οι πίθηκοι του γένους Homo* (εικόνα 7)

Το γένος ***Homo*** αναφέρεται στους μεγάλους πιθήκους που περιλαμβάνει τους σύγχρονους ανθρώπους και τα είδη που συνδέονται με αυτούς. Η ηλικία του γένους υπολογίζεται στα 2,3 με 2,4 εκ. χρόνια, έχοντας πιθανά προέλθει από ένα αυστραλοπίθηκο πρόγονο με την εμφάνιση του *Homo habilis*.

Το πιο εξέχων φυσιολογικό χαρακτηριστικό μεταξύ των αυστραλοπίθηκων και του *Homo* είναι η αύξηση της κρανιακής χωρητικότητας από 450 cm^3 στον *A. garhi* στα 600cm^3 στον *H. habilis*. Μέσα στο γένος *Homo*, η κρανιακή χωρητικότητα διπλασιάστηκε από το *H. habilis* μέσω του *Homo ergaster* ή *H. erectus* στο *H. heidelbergensis* μέσα σε 0,6 εκ. χρόνια. Ο ερχομός του *Homo* θεωρούταν ότι συνέπιπτε με τις πρώτες ενδείξεις για λίθινα εργαλεία (2,5 εκ. χρ. πριν, Ολντουβάι, Τανζανία), και ως εκ τούτου με την αρχή της κατώτερης Παλαιολιθικής περιόδου. Ωστόσο πρόσφατα ευρήματα από την περιοχή της Αιθιοπίας τοποθετούν τα πρώτα εργαλεία στα 3,39 εκ. χρόνια πριν από σήμερα. Η ανάδυση του γένους *Homo* συμπίπτει με την έναρξη των παγετώνων του Τεταρτογενούς (Πλειστόκαινο και Ολόκαινο).

Πολυάριθμα είδη έχουν περιγραφεί εντός του γένους *Homo.* Στον πίνακα 1 δίνονται τα είδη του ανθρώπινου γένους που έχουν περιγραφεί. Αυτό δεν σημαίνει ότι όλα είναι αποδεκτά από όλους. Η εξελικτική θέση των ειδών *H. rudolfensis*, *H. ergaster*, *H. georgicus*, *H. antecessor*, *H. cepranensis*, *H. rhodesiensis, H. gautengensis* και *H. floresiensis* παραμένει αμφιλεγόμενη. Οι *H. heidelbergensis* και *H. neanderthalensis* συγγενεύουν αρκετά μεταξύ τους και θεωρούνται από μερικές ομάδες ως το τρίτο και το τέταρτο υποείδος *H. sapiens* (τα άλλα δύο είναι ο *H. s. sapiens* και ο *H. s. idaltu*).

Πίνακας 1. Συγκριτικός πίνακας των ειδών *Homo*

Είδος	Πότε έζησαν (εκ. χρ.)	Περιοχή	Ύψος (μ)	Βάρος (kgr)	Χωρητικότητα Κρανίου (cc)	Απολιθώματα	Έτος ανακάλυψης
H. habilis	2,3–1,4	Αφρική	1-1,5	33–55	510–660	Πολλά	1960/1964
H. rudolfensis	1,9	Κένυα				1 κρανίο	1972/1986
H. ergaster	1,9–1,4	Ανατολική και νότια Αφρική	1,9		700–850	Πολλά	1975
H. erectus	1,5–0,2	Αφρική, Ευρασία (Ιάβα, Κίνα, Ινδία, Καύκασος)	1,8	60	850 – 1100	Πολλά	1891/1892
H georgicus	1,8	Γεωργία			600	4 άτομα	1999/2002
H. heidelbergensis	0,6–0,35	Ευρώπη, Αφρική, Κίνα	1,8	60	1100–1400	Πολλά	1908
H. antecessor	1,2–0,8	Ισπανία	1,75	90	1000	2 περιοχές	1997
H. cerpanensis	0,9–0,8(;)	Ιταλία			1000	1 κρανίο	1994/2003
H. rhodesiensis	0,3–0,12	Ζάμπια			1300	Ελάχιστα	1921
H. gautengensis	>2–0,6	Νότια Αφρική	1				2010
H. floresiensis	0,10(;)–0,012	Ινδονησία	1	25	400	7 άτομα	2003/2004
H. neanderthalensis	0,35–0,03	Ευρώπη, Δυτική Ασία	1,6	55–70	1200–1900	Πολλά	(1829)/1864
Ο άνθρωπος Denisova	0,04	Ρωσία				1 περιοχή	2010
H. sapiens idaltu	0,16–0,15	Αιθιοπία			1450	3 κρανία	1997/2003
H. sapiens sapiens	0,2–σήμερα	Παγκοσμίως	1,4–1,9	50–100	1000–1850	Ζει	—/1758

1. *Homo habilis* (ο άνθρωπος ο ικανός) - 2.5-1.5 εκ. χρόνια πριν

Ο ***Homo habilis*** (ή ο *H. rudolfensis*) μέχρι πρότινος πιστεύεται πως ήταν το πρώτο (και παλαιότερο) μέλος του γένους *Homo*. Παρόλα αυτά τον Μάιο του 2010, περιγράφηκε ένα νέο είδος, ο *H. gautengensis*, που πιθανότατα έζησε πριν από τον *H. habilis*. Ο *H. habilis* όντας έτσι ένα από τα παλαιότερα είδη του γένους *Homo* έχει ελάχιστα κοινά χαρακτηριστικά με τον σύγχρονο άνθρωπο. Είχε κοντά και δυσανάλογα μακριά χέρια συγκριτικά με τους σύγχρονους ανθρώπους. Παρόλα αυτά είχε λιγότερο προεξέχων πρόσωπο συγκριτικά με αυτό των αυστραλοπιθήκων, από τους οποίες πιστεύεται ότι προήλθε. Η κρανιακή του χωρητικότητα *ήταν* περίπου η μισή της αντίστοιχης ανθρώπινης περιοχής. Πιθανότατα ήταν ένα από τα πρώτα είδη, που κατασκεύασαν λίθινα εργαλεία.

- Κένυα, Τανζανία 1960
- ~600cc 1,3 μ. ύψος
- επιμήκη χέρια
- μικρός προγναθισμός
- ανθρώπινη κατασκευή κρανίου-δοντιών
- Ολντουβαία λιθοτεχνία

***Homo rudolfensis*.** Αρχικά θεωρήθηκε *H. habilis*, όμως η ταξινομική του θέση αποτελεί αντικείμενο διαμάχης. Διαθέτει μεγαλύτερη κρανιακή χωρητικότητα (700 cc), μακρύτερο πρόσωπο και μεγαλύτερους γομφίους και προγόμφιους. Εξαιτίας των 2 τελευταίων, ορισμένοι επιστήμονες θεωρούν ότι μάλλον πρόκειται για ένα αυστραλοπίθηκο (*Australopithecus*) με μεγαλύτερο εγκέφαλο

- Ηλικία: 1,9 εκ. χρ.
- Κένυα, Τανζανία 1972
- ~700cc

ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ ΛΙΘΟΥ		
Παλαιολιθική Εποχή (2.500.000-10.000)	**Κατώτερη Παλαιολιθική** (1.500.000-100.000) *Homo erectus/ergaster*	Λιθοτεχνία: Αχελαία Αδρά λαξευμένες κροκάλες Χειροπελέκεις, αμφίπλευρα εργαλεία (αμφιπρόσωπος χειροπέλεκυς)
	Μέση Παλαιολιθική (100.000-40.000) *Homo neanderthalensis*	Λιθοτεχνία: Μουστέρια λίθινες φολίδες, επεξεργασμένα οστά, οστέινες βελόνες, κλπ. πρωτόγονες ταφικές πρακτικές
	Ανώτερη Παλαιολιθική (40.000-10.000) *Homo sapiens*	Λιθοτεχνία: Ωρινάκια, Περιγόρδια, Σολουτραία και Μαγδαληναία. Καλύβες, αντί για σπήλαια, ραμμένα ρούχα, πρωτόγονη γλυπτική (Αφροδίτες: ειδώλια θηλυκών θεοτήτων με υπερτονισμένα τα γεννητικά όργανα) και ζωγραφική, λεπίδες οψιανού, λεπτοδουλεμένα εργαλεία λίθινα ή από οστά και ελεφαντοστούν.
Μεσολιθική Εποχή (10.000-7.000)	βαθμιαίες κλιματικές αλλαγές που επέφερε η υποχώρηση των παγετώνων (θερμότερο κλίμα), δάση στην Ευρώπη και έρημοι στη Β. Αφρική Οργανωμένες ομάδες κυνηγών τροφοσυλλεκτών Χρήση τόξου και κεραμικής, μικρότεροι και περισσότερο επεξεργασμένοι μικρόλιθοι, εκτεταμένες παραποτάμιες και παραλίμνιες εγκαταστάσεις	
Νεολιθική Εποχή (7.000-3.200)	γεωργία, κτηνοτροφία**,** μόνιμη εγκατάσταση, εξημέρωση ζώων και φυτών χρήση της κεραμικής, χρήση απολεπισμένων, τριπτών ή λειασμένων λίθινων εργαλείων	

2. *Homo ergsater* (ο όρθιος άνθρωπος της Αφρικής)

Ο *Homo ergaster* (**ο όρθιος άνθρωπος της Αφρικής**) είναι ένα εξαφανισμένο χρονοείδος του γένους *Homo* που έζησε στην ανατολική και νότια Αφρική κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαίνου μεταξύ 1,8 και 1,3 εκ. χρόνια πριν. Αν και υπάρχει διαφωνία σχετικά με την ταξινομική και τις σχέσεις προγόνου - απογόνου του *H. ergaster*, είναι ευρύτατα αποδεκτό ότι είναι ο άμεσος πρόγονος των μετέπειτα ανθρωπιδών όπως των *H. heidelbergensis*, *H. sapiens*, *H. neanderthalensis* και του Ασιατικού *H. erectus*.

Είναι ένα από τα πρώτα μέλη του γένους *Homo*, πιθανά πρόγονος ή μοιράζονταν τον ίδιο κοινό πρόγονο με τον *H. erectus*. Ορισμένοι παλαιοανθρωπολόγοι θεωρούν τον *H. ergaster* ότι είναι απλά η αφρικάνικη μορφή του *H. erectus*. Αυτό έχει οδηγήσει στη χρήση του όρου "*Homo erectus sensu stricto*" για τους ασιατικούς *H. erectus* και "*Homo erectus sensu lato*" για ένα ευρύτερο είδος που περιλαμβάνει τόσο τους ασιατικούς όσο και τους αφρικανικούς (*H. ergaster*) πληθυσμούς.

- 850-1100cc
- Έντονα υπερόφρυα με αεροφόρες κοιλότητες
- Ισχυρά οστά κρανίου
- Παραβολικό οδοντικό τόξο
- Ορθογναθισμός
- Απουσία «πηγουνιού»
- Μικρός Διμορφισμός
- Χρήση φωτιάς (~0,6 εκ. χρ.)
- Αχελαία λιθοτεχνία (~1,5 εκ. χρ.)

Στην Ευρώπη, η παρουσία του *Homo erectus*, συνδέεται με την λιγότερο προηγμένη φάση κατασκευής εργαλειακών συνόλων, την Κατώτερη Παλαιολιθική, και διαρκεί από το 1.500.000 ως το 300.000 χρόνια πριν από σήμερα. Η λιθοτεχνία αυτή εκπροσωπείται από την τεχνολογία των αδρά λαξευμένων κροκαλών, που σ' ένα πιο προχωρημένο στάδιο ανάμεσα στα 400.000 και στα 100.000 πριν από σήμερα, δίνει τη θέση της στην τεχνολογία των χειροπελέκεων ή αμφίπλευρων εργαλείων. Οι εξελιγμένες αυτές λιθοτεχνίες της Κατώτερης Παλαιολιθικής περιγράφονται στην αρχαιολογία με το γενικό όνομα αχελαίες (από τη θέση Saint-Acheul της Γαλλίας, όπου παρατηρήθηκε για πρώτη φορά η λιθοτεχνία αυτή). Οι αχελαίες λιθοτεχνίες εμφανίζονται στην Αφρική πριν από 1.500.000 χρόνια, την ίδια εποχή που εμφανίζεται ένα νέο είδος ανθρώπου με εγκέφαλο σχεδόν διπλάσιο από εκείνο του *H. habilis*, ο *Homo erectus* ("όρθιος άνθρωπος"), και απλώνονται στη συνέχεια στην Ασία και την Ευρώπη. Το ενδεικτικό τεχνούργημα της αχελαίας λιθοτεχνίας είναι ο αμφιπρόσωπος χειροπέλεκυς, το τελειότερο προϊόν του ανθρώπου μέχρι την εποχή εκείνη.

3. *Homo erectus* (ο όρθιος άνθρωπος)

Ο ***Homo erectus*** (*Άνθρωπος ο όρθιος*) είναι ένα εξαφανισμένο είδος του γένους *Homo*. Έζησε στην Αφρική και εξαπλώθηκε μέχρι την Κίνα και την Ιάβα κατά το Πλειστόκαινο. Αν και υπάρχουν διαφωνίες στο θέμα της ταξινόμησης, της καταγωγής και τους απογόνους του *H. erectus*, υπάρχουν δύο μεγάλες υποθέσεις: είτε ο *erectus* είναι το ίδιο είδος με τον *H. ergaster* και κατά ακολουθία άμεσος πρόγονος των ύστερων ανθρωπίδων σαν τον *H. heidelbergensis*, τον *H. neanderthalensis*, και τον *H. sapiens*, είτε αποτελεί ένα ξεχωριστό Ασιατικό είδος ανεξάρτητο από τον Αφρικανικό *ergaster*. Σχετικά με την προέλευσή του υπάρχουν 2 υποθέσεις. Η πρώτη υπόθεση υποστηρίζει ότι ο *H. erectus* μετανάστευσε από την Αφρική κατά τη διάρκεια του κατωτέρου Πλειστοκαίνου (~2 εκ. χρ.) από όπου εξαπλώθηκε στον Παλαιό Κόσμο. Απολιθώματα ηλικίας 1,8 - 1 εκ. χρ. έχουν βρεθεί σε διάφορες περιοχές στην Αφρική, στην Γεωργία, στην Ευρώπη (Ισπανία), στην Ινδονησία, στο Βιετνάμ, στην Κίνα και την Ινδία. Η δεύτερη υπόθεση υποστηρίζει την εμφάνιση του *H.*

erectus στην Ευρασία και την μετέπειτα μετανάστευσή του στην Αφρική. Το είδος έχει βρεθεί στην Γεωργία και η ηλικία του εκτιμάται στα 1,85 με 1,77 εκ. χρόνια πριν από σήμερα, δηλαδή την ίδια εποχή ίσως και λίγο νωρίτερα από την πρώτη ένδειξη παρουσίας του στην Αφρική.

Ο *H. erectus* αποτελεί ένα από τα μακροβιότερα είδη του γένους έχοντας επιβιώσει για περισσότερα από 1 εκ. χρόνια (πιθανά 1.8 με 0.3 εκ. χρόνια). Μεταξύ των διαφόρων μορφών του *H. erectus* έχουν αναγνωριστεί πολυάριθμα υποείδη τα οποία δίνονται στον πίνακα 2.

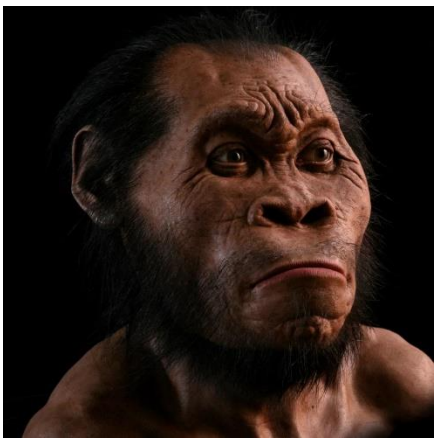
Πίνακας 2. Συγκριτικός πίνακας των υποειδών *Homo erectus*.

Υποείδη	Ηλικία	Περιοχή	Κοινό όνομα
H. e. erectus	1,81-1,66	Ιάβα, Ινδονησία	Ο άνθρωπος της Ιάβας
H. e. yuanmouensis	1,7	Κίνα	Ο άνθρωπος του Yuanmou
H. e. lantianensis	1,0-0,53	Κίνα	Ο άνθρωπος του Lantian
H. e. nankinensis	0,62-0,58	Κίνα	Ο άνθρωπος του Nanjing
H. e. pekinensis	0,5-0,3	Κίνα	Ο άνθρωπος του Πεκίνου
H. e. palaeojavanicus	1,4-0,9	Ιάβα, Ινδονησία	Μεγάνθρωπος
H. e. soloensis	0,55-0,143	Ιάβα, Ινδονησία	Ο άνθρωπος του Solo
H. e. tautavelensis	0.45	Γαλλία	Ο άνθρωπος του Tautavel
H. e. georgicus	1,77	Γεωργία	

Ο ***Homo erectus georgicus*** αποτελεί υποείδος που βρέθηκε στην περιοχή Dmanisi της Γεωργίας. Αρχικά είχε χαρακτηριστεί ως ξεχωριστό είδος (***Homo georgicus*).**

- *Homo georgicus* (1,77 εκ. χρ.)
- Γεωργία (1999-2007)
- ~600-750cc, 1,3 μ. ύψος
- παμφάγο
- χονδροειδή εργαλεία
- ενδιάμεση μορφή ανάμεσα σε *H. habilis* και *H. erectus*

4. Η περίπτωση του *Homo naledi*



Ο *Homo naledi* είναι ένα είδος αρχαϊκού ανθρώπου, που ανακαλύφθηκε στο σπήλαιο Rising Star, στη Νότια Αφρική και χρονολογείται στο Μέσο Πλειστόκαινο (από 912.000 μέχρι 335.000-236.000 χρόνια πριν). Η αρχική ανακάλυψη περιλαμβάνει 1.550 δείγματα, που αντιπροσωπεύουν 737 διαφορετικά στοιχεία, και τουλάχιστον 15 διαφορετικά άτομα. Παρά τον εξαιρετικά υψηλό αριθμό δειγμάτων, η ταξινόμησή τους στο γένος *Homo* παραμένει ακόμα ασαφής.

Διαθέτει χαρακτηριστικά που μοιάζουν και στο σύγχρονο *Homo*, αλλά και στον προγονικό *Australopithecus* και στον αρχαϊκό *Homo* (ανατομία μωσαϊκού), όπως κυρίως η μικρή κρανιακή χωρητικότητα 465–610 cm3, σε σύγκριση με 1,270–1,330 cm3 στους σύγχρονους ανθρώπους. Υπολογίζεται ότι έχουν, κατά μέσο όρο, ύψος 143,6 cm και βάρος 39,7 kg. Παρ 'όλα αυτά, η ανατομία του εγκεφάλου του *H. naledi* φαίνεται να ήταν παρόμοια με του σύγχρονου *Homo*, το οποίο θα μπορούσε να υποδηλώνει ισοδύναμη γνωστική πολυπλοκότητα. Η ύπαρξη αυτών των ανθρώπων με μικρούς εγκεφάλους για τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα ταυτόχρονα με σύγχρονούς τους με πολύ μεγαλύτερους εγκέφαλους, αναθεωρεί την προηγούμενη αντίληψη ότι ένας μεγαλύτερος εγκέφαλος θα οδηγούσε αναγκαστικά σε ένα εξελικτικό πλεονέκτημα. Παράλληλα, η μωσαϊκή ανατομία τους διευρύνει σημαντικά τη γνωστή μέχρι τώρα ποικιλομορφία μέσα στο γένος Homo.

Η ανατομία του *H. naledi* δείχνει ότι, αν και ήταν σε θέση να ταξιδέψουν σε μεγάλες αποστάσεις με το ανθρώπινο δίποδο βάδισμα, ήταν πιο δενδρόβιοι από άλλους *Homo*, ενώ ήταν καλύτερα προσαρμοσμένοι στην αναρρίχηση και την αιώρηση στα δέντρα παρά στο τρέξιμο.

Η ανατομία των δοντιών υποδηλώνει την κατανάλωση λιπαρών τροφών που καλύπτονται σε σωματίδια όπως σκόνη ή βρωμιά. Αν και δεν έχουν συσχετιστεί με λίθινα εργαλεία, φαίνεται ότι ήταν αρκετά επιδέξιοι για την παραγωγή και το χειρισμό τους. Υπάρχει, τέλος, η αμφισβητούμενη άποψη ότι βρέθηκαν στο θάλαμο του σπηλαίου ως αποτέλεσμα ταφικών τελετών.

Σχετική βιβλιογραφία

- Mana Dembo, Davorka Radovčić, Heather M.Garvinc, Myra F. Laird, Lauren Schroeder, Jill E. Scott, Juliet Brophy, Rebecca R. Ackerman, Chares M. Musiba, Darryl J. de Ruiter, Arne Ø. Mooers and Mark Collard, 2016. The evolutionary relationships and age of *Homo naledi*: An assessment using dated Bayesian phylogenetic methods. *Journal of Human Evolution*, 97: 17-26. https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2016.04.008
- Ralph L. Holloway, Shawn D. Hurst, Heather M. Garvin, P. Thomas Schoenemann, William B. Vanti, Lee R. Berger, and John Hawks, 2018. Endocast morphology of *Homo naledi* from the Dinaledi Chamber, South Africa. PNAS 115 (22) 5738-5743. https://doi.org/10.1073/pnas.1720842115

5. H. heidelbergensis (ο Άνθρωπος της Χαιδελβέργης)

Ο ***Homo heidelbergensis*** είναι ένα εξαφανισμένο είδος του γένους *Homo*, το οποίο πιθανότατα υπήρξε άμεσος πρόγονος του *H. neanderthalensis* στην Ευρώπη, του *H. sapiens* στην Αφρική και πιθανά των Denisovans της Ασίας. Τα απολιθώματα που έχουν εντοπιστεί υποδεικνύουν πως έζησε πριν από 600.000 ως 250.000 χρόνια. Ωστόσο υπάρχουν ενδείξεις που δείχνουν ότι ήταν ίσως παλιότερος (1,3 εκ. χρ. πριν). Το πρώτο απολίθωμα του είδους εντοπίστηκε το 1907 και αποτελείται από μία απολιθωμένη σιαγόνα που βρέθηκε σε μια περιοχή κοντά στην Χαϊδελβέργη της Γερμανίας.

Ο *H. heidelbergensis* πιθανότατα κατάγονταν από τον μορφολογικά όμοιο *H. ergaster* που έζησε στην Αφρική. Παρόλα αυτά ο κατά πολύ μεγαλύτερος εγκέφαλος του *H. heidelbergensis*, ο οποίος είχε κρανιακή χωρητικότητα 1100–1400cm³ που ξεπερνάει τα 1350cm³ του σύγχρονου ανθρώπου, καθώς και η χρήση των εξελιγμένων λίθινων εργαλείων που έκανε, υπήρξαν σημαντικοί λόγοι που τον ενέταξαν ως ξεχωριστό είδος. Το ύψος έφτανε τα 1,8m κατά μέσο όρο και ήταν πιο μυώδης από τους σύγχρονους ανθρώπους. Τα πιο πρόσφατα ευρήματα στην Αταπουέρκα (Ισπανία), υποδεικνύουν πως ο *H. heidelbergensis* πιθανότατα ήταν το πρώτο είδος του γένους *Homo* που έθαβε τους νεκρούς. Πολλοί επιστήμονες πιστεύουν πως ο *H. heidelbergensis*, όπως και ο απόγονός του *H. neanderthalensis*, είχαν μία πρωτόγονη μορφή γλώσσας, βάσει την μορφολογίας του εξωτερικού και μέσου αυτιού. Ωστόσο δεν έχουν εντοπιστεί εξελιγμένα τεχνήματα πέρα από τα λίθινα εργαλεία (αχελαία λιθοτεχνία), αν και κόκκινη ώχρα, ουσία που χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί κόκκινη μπογιά, εντοπίστηκε κοντά σε απολιθώματα στην Γαλλία.

Ο Άνθρωπος των Πετραλώνων

Τελικό στάδιο του *H. heidelbergensis* με ηλικία ~200.000. Ανακαλύφθηκε το 1960 στο Σπήλαιο Κόκκινων Πετρών (Πετράλωνα, Χαλκιδική).

Χαρακτηριστικά:

- 1190-1210cc
- Έντονα υπερόφρυα
- Παχιά οστά κρανίου
- Ισχυρός «πνευματισμός»
- Όχι πολύ προεξέχων ινιακό όγκωμα
- Μεγάλες παραλληλόγραμμες οφθαλμικές κόγχες
- Πλατύ ρινικό άνοιγμα

Μικρός προγναθισμός

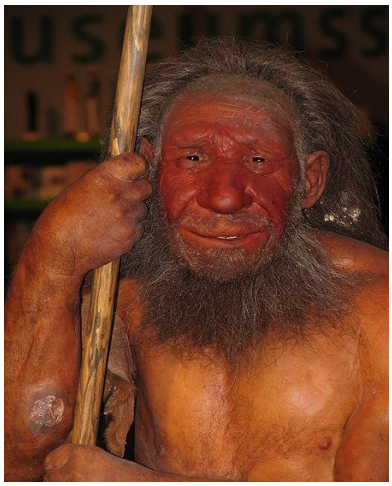
Ο Ροδέσιος Άνθρωπος

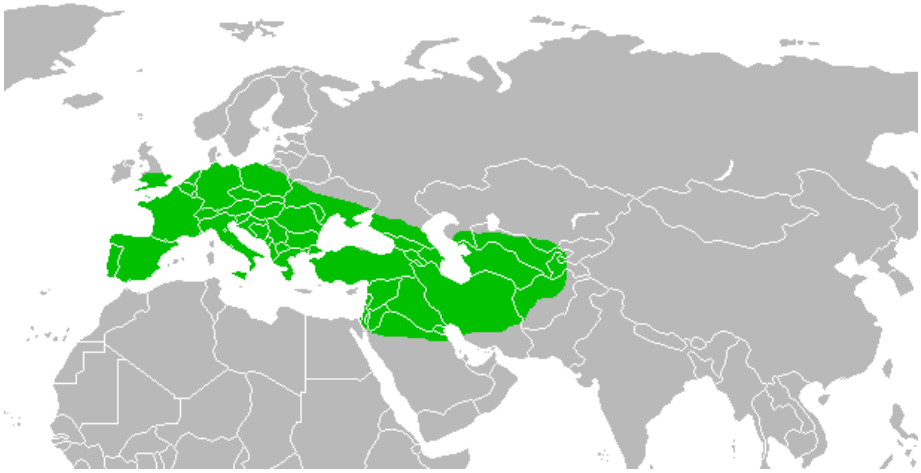
Ο ***Homo rhodesiensis*** (Rhodesian man) είναι ένα εξαφανισμένο είδος του γένους *Homo*, που περιγράφτηκε από ένα απολιθωμένο κρανίο (*Kabwe skull*). Άλλα παρόμοια από άποψη μορφολογίας υπολείμματα της ίδιας ή λίγο μεγαλύτερης ηλικίας έχουν βρεθεί στην νότια, ανατολική και βόρεια Αφρική. Τα απολιθώματα του *H. rhodesiensis* έχουν χρονολογηθεί μεταξύ 300.000 και 125.000 χρόνων. Ωστόσο, ο *H. rhodesiensis* σήμερα θεωρείται ως συνώνυμο του *H. heidelbergensis*.

Ο Homo antecessor είναι ένα κόμα εξαφανισμένο είδος του γένους *Homo* που έζησε πριν από 1,2 με 0,8 εκ. χρόνια και θεωρείται ως μία από τις παλαιοότερες μορφές ανθρώπων στην Ευρώπη. Το καλύτερα διατηρήμένο απολίθωμα ανήκει σε ένα άτομο ηλικίας 10 ετών και έχει βρεθεί στην Ισπανία (Sierra de Atapuerca). Ο *Homo antecessor* είχε ύψος 1,6 – 1,8 μέτρα, τα αρσενικά άτομα ζύγιζαν περίπου 90 κιλά ενώ η χωρητικότητα του κρανίου κυμαίνονταν από 1000-1150 cm^3. Πιστεύεται ότι αποτελεί διακριτό είδος το οποίο προήλθε από τον *H. ergaster*. Ωστόσο άλλοι θεωρούν ότι ο *H. antecessor* είναι το ίδιο είδος με το *H. heidelbergensis*, το οποίο εποίκησε την Ευρώπη πριν από 600.000 με250,000 χρόνια στο Πλειστόκαινο.

6. H. neanderthalensis (ο Άνθρωπος του Νεάντερταλ)

Ο **άνθρωπος του Νεάντερταλ** (*Homo neanderthalensis*), ή απλά **Νεάντερταλ**, είναι είδος ανθρωπίδη το οποίο εμφανίστηκε πριν 600-300.000 χρόνια. Η ονομασία του προέρχεται από την κοιλάδα Νεάντερταλ της Γερμανίας, όπου το 1856 ανακαλύφθηκαν από εργάτες απολιθωμένα οστά τα οποία αποδόθηκαν στο συγκεκριμένο είδος.





Απολιθώματα έχουν βρεθεί σε διάφορα μέρη της Ευρώπης και της δυτικής και κεντρικής Ασίας.

Βάσει γενετικών δεδομένων έχει εκτιμηθεί ότι ο χρόνος διαχωρισμού του Νεάντερταλ και του σύγχρονου ανθρώπου κυμαίνεται από 640 έως 270 χιλιάδες χρόνια πριν. Ο πρόγονος τους δεν είναι ξεκάθαρος, αλλά πιθανολογείται ότι ήταν *H. heidelbergensis*. Ο άνθρωπος της Χαιδελβέργης εμφανίστηκε πριν από 1,3-0,6 εκ. χρόνια και επιβίωσε έως και πριν από 200.000 χρόνια. Κατανέμονταν στην ανατολική και νότια Αφρική, στην Ευρώπη και την δυτική Ασία. Μεταξύ του χρονικού διαστήματος που εκτιμήθηκε παραπάνω θεωρείται ότι ο αφρικάνικος κλάδος του *H. heidelbergensis* εξελίχθηκε στον σύγχρονο άνθρωπο και ο ευρωπαϊκός στον άνθρωπο του Νεάντερταλ.

Σε σχέση με σύγχρονο άνθρωπο:

- 1500 cc – 1,7 μ. ύψος
- Ρωμαλέα σωματική διάπλαση
- Χαμηλότερο και μεγαλύτερο κρανίο
- Ισχυρά υπερόφρυα με πνευματισμό
- Μικρότερο μέτωπο (αναθόλωση)
- Φαρδύτερη μύτη
- Φαρδείς ώμοι και θώρακας
- Πλατύτερος αγκώνας και γόνατο
- Βραχύτερη κνήμη

Τα νεότερα απολιθώματα των Νεάντερταλ εκτιμώνται στα 32 με 33 χιλιάδες χρόνια πριν από σήμερα, το οποίο σημαίνει ότι το συγκεκριμένο είδος εξαφανίστηκε πριν από περίπου 30.000 χρόνια. Υποθέσεις εξαφάνισης:

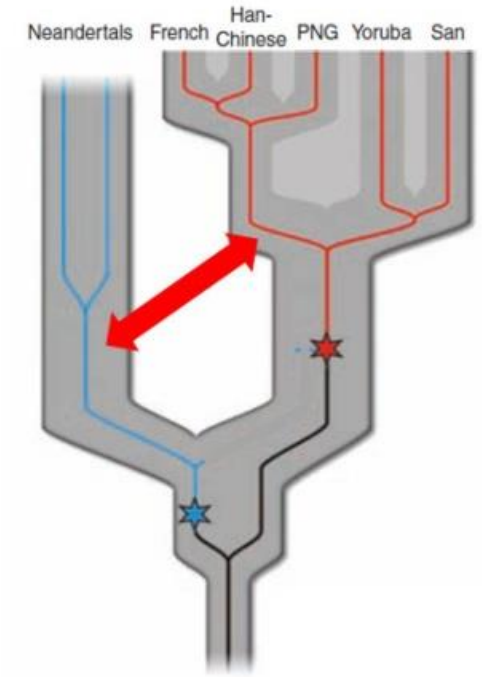
1. Οι Νεάντερταλς ήταν διακριτό είδος από τους σύγχρονους ανθρώπους και εξαφανίστηκαν λόγω κλιματικής αλλαγής και αλληλεπίδρασης με τους σύγχρονους ανθρώπους. Ο ανταγωνισμός με τους ανθρώπους οδήγησε στην εξαφάνιση των Νεάντερταλς. Ο Jared Diamond έχει προτείνει ένα σενάριο βίαιων μαχών και αντικατάστασης.

2. Οι Νεάντερταλς ήταν ένα σύγχρονο υποείδος των συγχρόνων ανθρώπων που ζευγάρωναν με τους σύγχρονους ανθρώπους και εξαφανίστηκαν μέσω απορρόφησης (θεωρία υβριδισμού).

3. Άλλες θεωρίες α) ηφαιστειακή υπερέκρηξη που έγινε πριν από 40.000 χρόνια οδήγησε στην εξαφάνιση των Νεάντερταλ, β) οι Νεάντερταλ εξαφανίστηκαν λόγω της μεγάλης ρινικής κοιλότητας

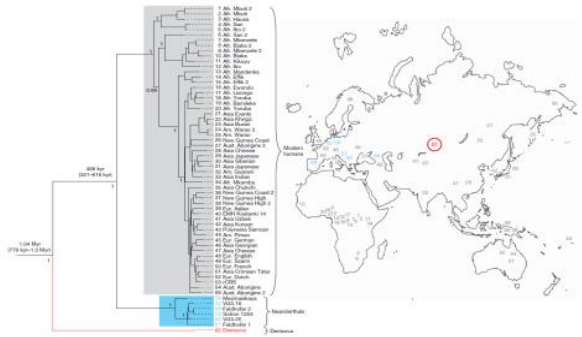
που είχαν και η οποία τους έκανε ευάλωτους σε ασθένειες που σχετίζονταν με το κρύο στη μεσοπαγετώδη περίοδο όπου ζούσαν, γ) οι Νεάντερταλ έπεσαν θύματα μεγάλης επιδημίας που μείωσε τον πληθυσμό τους σε χαμηλά επίπεδα και τελικά εξαφανίστηκαν. Η τελευταία όμως θεωρία αδυνατεί στο να εξηγήσει πως οι σύγχρονοι άνθρωποι δεν επηρεάστηκαν από μια τυχόν επιδημία.

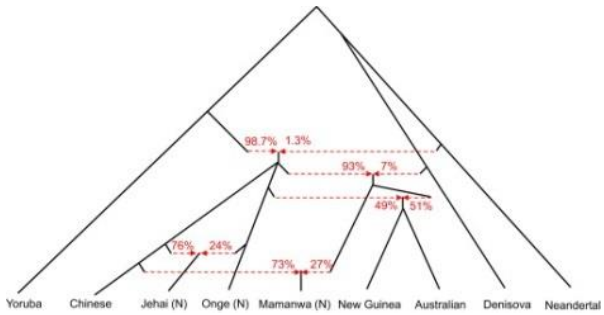
Θεωρία υβριδισμού



Γενετικές έρευνες έχουν επιβεβαιώσει τη περίπτωση ροής γενετικού υλικού μεταξύ Νεάντερταλ και σύγχρονων ανθρώπων (Green et al. 2010). Το γονιδίωμα των μη- Αφρικανών ανθρώπων περιλαμβάνει μέρους του γονιδώματος των Νεάντερταλ (1-4%), λόγω της διασταύρωσης μεταξύ Νεάντερταλ και σύγχρονων ανθρώπων. Πιθανά αυτή η ροή είχε μικρή διάρκεια και παρατηρήθηκε σε μικρό βαθμό. Παράλληλα πρόσφατες γενετικές έρευνες υποδεικνύουν ότι οι σύγχρονοι άνθρωποι έχουν διασταυρωθεί με τουλάχιστον 2 ομάδες αρχανθρώπων: τους Νεάντερταλ και τους Ντενίσοβανς. Ωστόσο αν και οι σύγχρονοι άνθρωποι και οι Νεάντερταλς μοιράζονται μέρος του πυρηνικού τους γονιδιώματος, τα 2 είδη δεν μοιράζονται το μιτοχονδριακό τους DNA, το οποίο είναι μητρικά κληρονομήσιμο. Αυτή η παρατήρηση έχει οδηγήσει στην υπόθεση ότι θηλυκά άτομα σύγχρονων ανθρώπων διασταυρώθηκαν με αρσενικά άτομα Νεάντερταλ παράγοντας γόνιμους απόγονους, ενώ η αντίθετη διασταύρωση ήταν είτε σπάνια είτε οδηγούσε σε στείρους απογόνους.

7. Οι Ντενίσοβανς





Οι Ντενίσοβανς είναι παλαιολιθικοί άνθρωποι που ανήκουν είτε σε άλλο είδος είτε αποτελούν υποείδος του *H. sapiens*. Το 2010 οι επιστήμονες ανακοίνωσαν την ανακάλυψη ενός οστού από ένα ανώριμο θηλυκό που έζησε πριν 41.000 χρόνια στο σπήλαιο Denisova στα όρη Altai της Σιβηρίας, το οποίο έχει κατοικηθεί από Νεάντερταλ και σύγχρονους ανθρώπους.

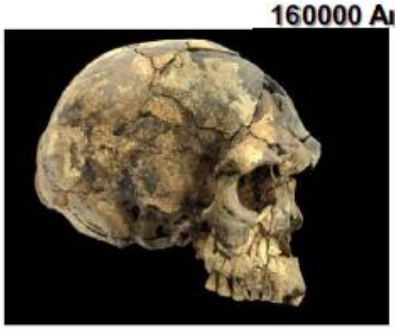
Η ανάλυση του μιτοχονδριακού DNA έδειξε ότι οι Ντενίσοβανς διαφέρουν τόσο από τους Νεάντερταλ όσο και από τους σύγχρονους ανθρώπους (Reich et al. 2010). Όμως σε επίπεδο πυρηνικού γονιδιώματος φάνηκε ότι είναι συγγενικότεροι των Νεάντερταλ και εκτείνονταν από τη Σιβηρία έως την νοτιοανατολική Ασία. Παράλληλα διαπιστώθηκε ότι ζούσαν ανάμεσα και διασταυρώνονταν με τους προγόνους των σημερινών σύγχρονων ανθρώπων της περιοχής αυτής. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι έως το 6% του DNA των ανθρώπων της Μελανησίας και των Αβοριγίνων προέρχεται από τους Ντενίσοβανς (Reich et al. 2011).

8. Ο σοφός Άνθρωπος (Homo sapiens)

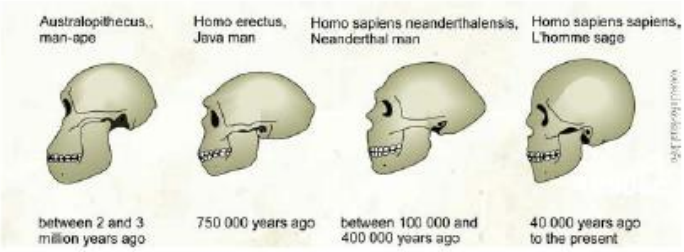
Τα παλιότερα απολιθώματα που ανατομικά ανήκουν στον σύγχρονο άνθρωπο έχουν βρεθεί στην Αφρική.

Άνθρωπος του Ηελμ
260000 Ν. Αφρική
Μεταβατικός?

H.s.idaltu
160000 Αιθιοπία

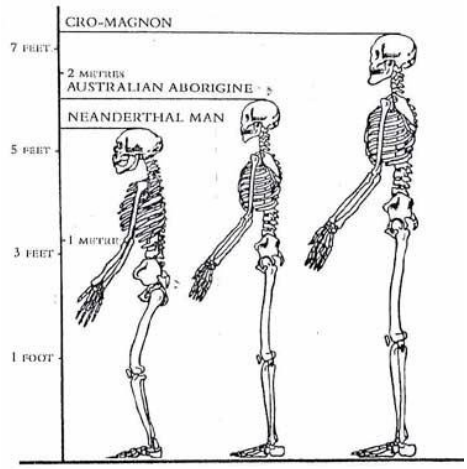


H.sapiens
150000 Μαρόκο

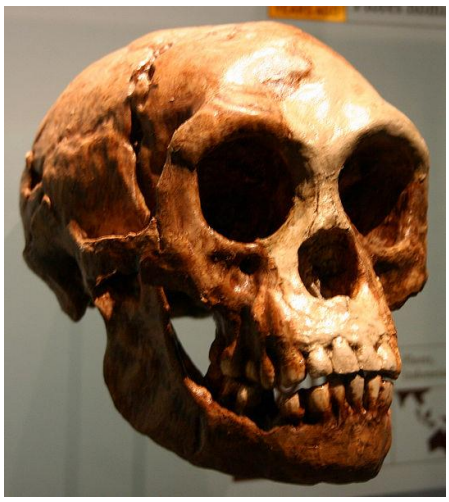


H.sapiens
120-80000 Ισραήλ

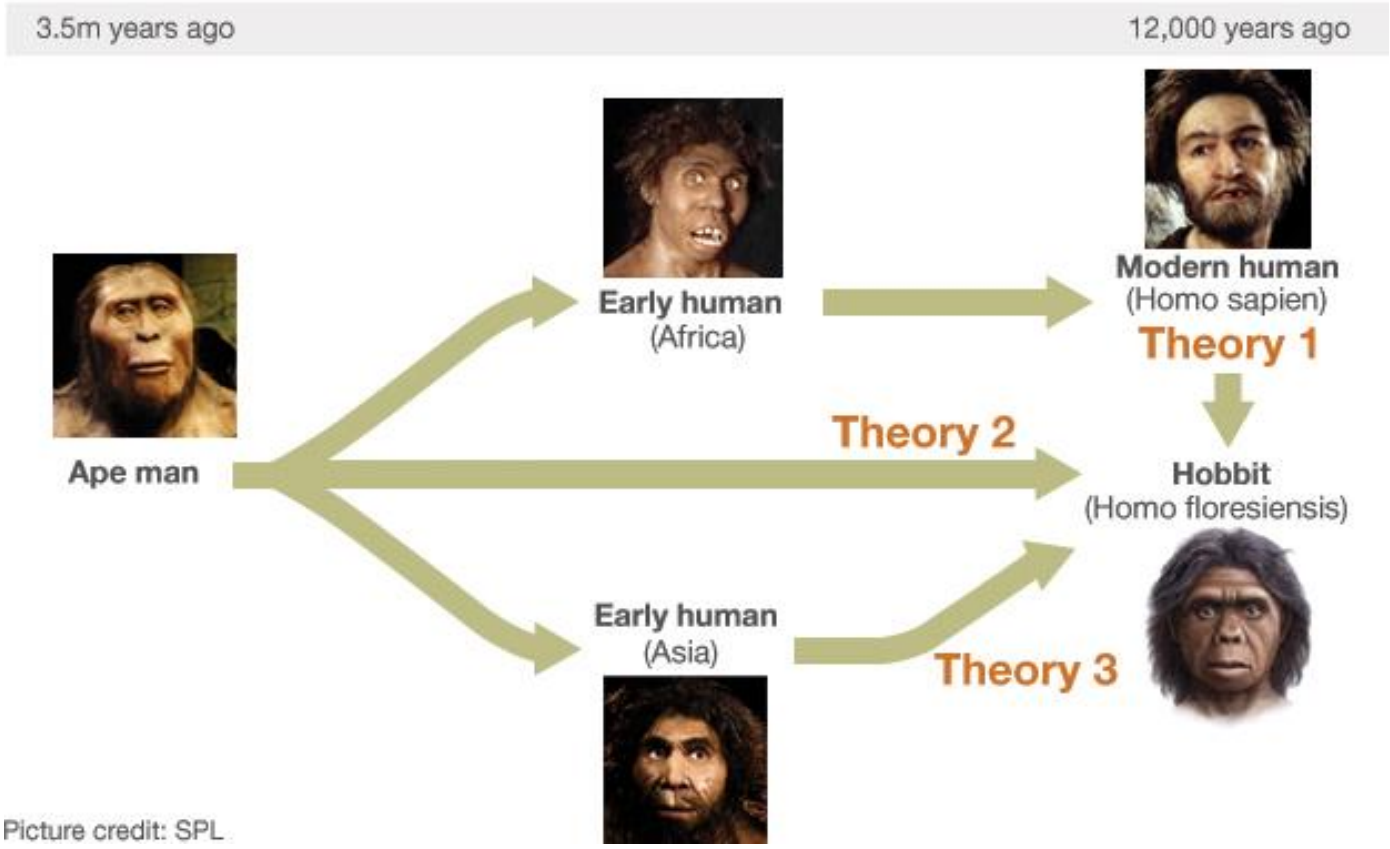
Ο ***Homo sapiens idaltu*** είναι ένα εξαφανισμένο υποείδος του *H. sapiens* το οποίο έζησε στην Αφρική κατά το Πλειστόκαινο εποχή, 160.000 χρόνια πριν. *Idaltu* στη γλώσσα Αφάρ σημαίνει "πρεσβύτερος ή πρωτότοκος". Συνολικά εντοπίστηκαν τρία καλά διατηρημένα κρανία, δύο ενήλικων αντρών και ενός εξάχρονου παιδιού. Τα απολιθώματα αυτά έχουν σημαντικές μορφολογικές διαφορές συγκριτικά με τα απολιθώματα πρώιμων *H. sapiens* που εντοπίστηκαν στην Ευρώπη (όπως ο *άνθρωπος του Κρο-Μανιόν*) και σε άλλα μέρη του κόσμου. Παρά τα αρχαϊκά του χαρακτηριστικά, ορισμένοι υποστήριξαν πως ο *idaltu* είναι πρόγονος του *Homo sapiens sapiens* και όχι ξεχωριστό υποείδος.



Ο Cro-Magnon είναι το ανεπίσημο όνομα των πρώιμων σύγχρονων ανθρώπων (early *Homo sapiens sapiens*) της ανώτερης Παλαιολιθικής περιόδου της Ευρώπης. Τα παλιότερα υπολείμματα του Cro-Magnon χρονολογήθηκαν με ράδιο-άνθρακα στα 43.000 χρόνια πριν από σήμερα.



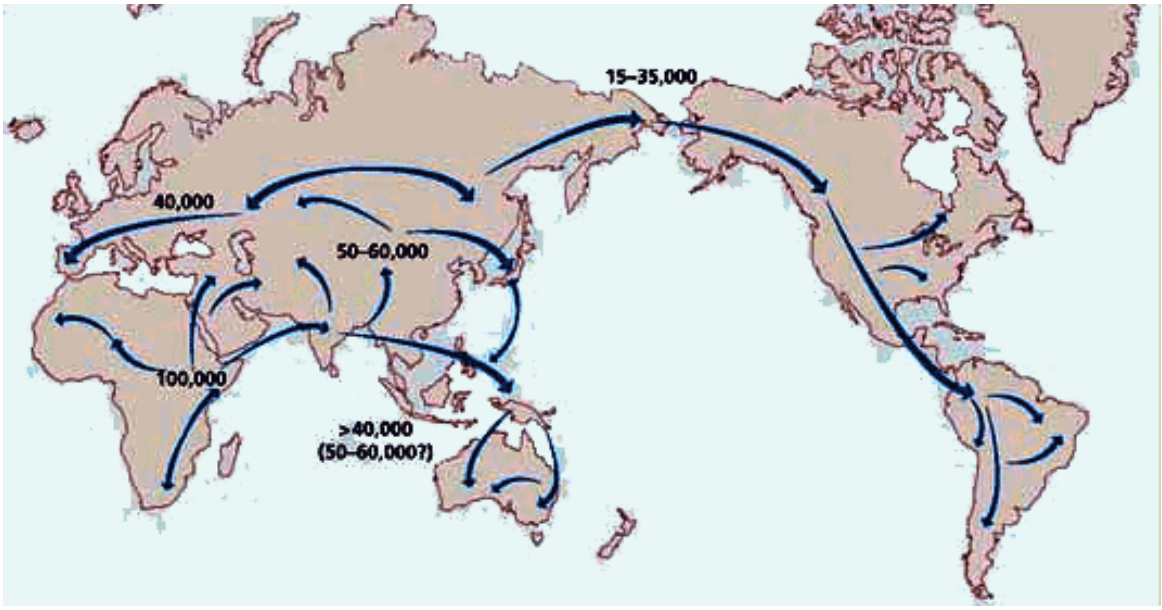
Homo floresiensis ή ***Άνθρωπος του Φλόρες*** είναι το όνομα για ένα είδος του γένους *Homo*, με αξιοσημείωτα μικρό εγκέφαλο, το οποίο φαίνεται πως επιβίωσε σχεδόν στην εποχή που εμφανίστηκε ο *Homo sapiens*. Ανακαλύφθηκε στο νησί Φλόρες της Ινδονησίας, στη μορφή ημι-απολιθωμένου σχεδόν πλήρους σκελετού, περίπου 18.000 χρόνων. Τμήματα από σκελετούς οκτώ άλλων ατόμων, όλα μικροσκοπικά, ανακαλύφθηκαν μαζί με μικροσκοπικά λίθινα εργαλεία από στρωματογραφικούς ορίζοντες που ποικίλουν από 94.000 έως 13.000 χρόνια. Σχετικά με το αν αποτελεί διακριτό ή όχι είδος οι απόψεις διίστανται (**Εικόνα 8**). Η μία άποψη υποστηρίζει ότι το δείγμα δεν αντιπροσωπεύει κάποιο νέο είδος, αλλά είναι σύγχρονος *Homo sapiens* με μικροκεφαλία. Η δεύτερη άποψη αναφέρει ότι πρόκειται για ξεχωριστό είδος του γένους *Homo* το οποίο ονόμασαν *H. floresiensis* και είναι χαρακτηριστικό ότι το ονομάζουν και Χόμπιτ, από την φανταστική φυλή που περιγράφει ο Τόλκιν στο ομώνυμο έργο του και έχει σχεδόν το ίδιο ύψος με τον *H. floresiensis*.



Εικόνα 8. Θεωρίες σχετικά με την προέλευση των hobits.

Η εξάπλωση του ανθρώπου

Στην παλαιοανθρωπολογία, η πλέον αποδεκτή θεωρία που περιγράφει τη γεωγραφική εξάπλωση του ανθρώπινου είδους είναι γνωστή ως "η πρόσφατη αφρικανική προέλευση των σύγχρονων ανθρώπων" ή απλά "έξω από την Αφρική". Τόσο γενετικά όσο και παλαιοντολογικά ευρήματα υποδεικνύουν ότι ο αρχαϊκός άνθρωπος εξελίχθηκε στους ανατομικά σύγχρονους ανθρώπους στην Αφρική πριν από 200 με 150 χιλιάδες χρόνια. Ένας κλάδος των τότε ανθρώπων άφησε την Αφρική πριν από 125.000 με 60.000 χρόνια και αντικατέστησε τους ανθρώπινους πληθυσμούς που επικρατούσαν τότε (Ντενίσοβανς, Νεάντερταλς). Εκτιμάται ότι η μετανάστευση από την Αφρική άρχισε πριν από 70.000 χρόνια και στην συνέχεια οι σύγχρονοι άνθρωποι εξαπλώθηκαν σε όλον τον κόσμο. Εποίκησαν την Ευρασία και την Ωκεανία πριν από 40.000 χρόνια και την Αμερική πριν από 14.500 χρόνια (ίσως και νωρίτερα) (Εικόνα 9).

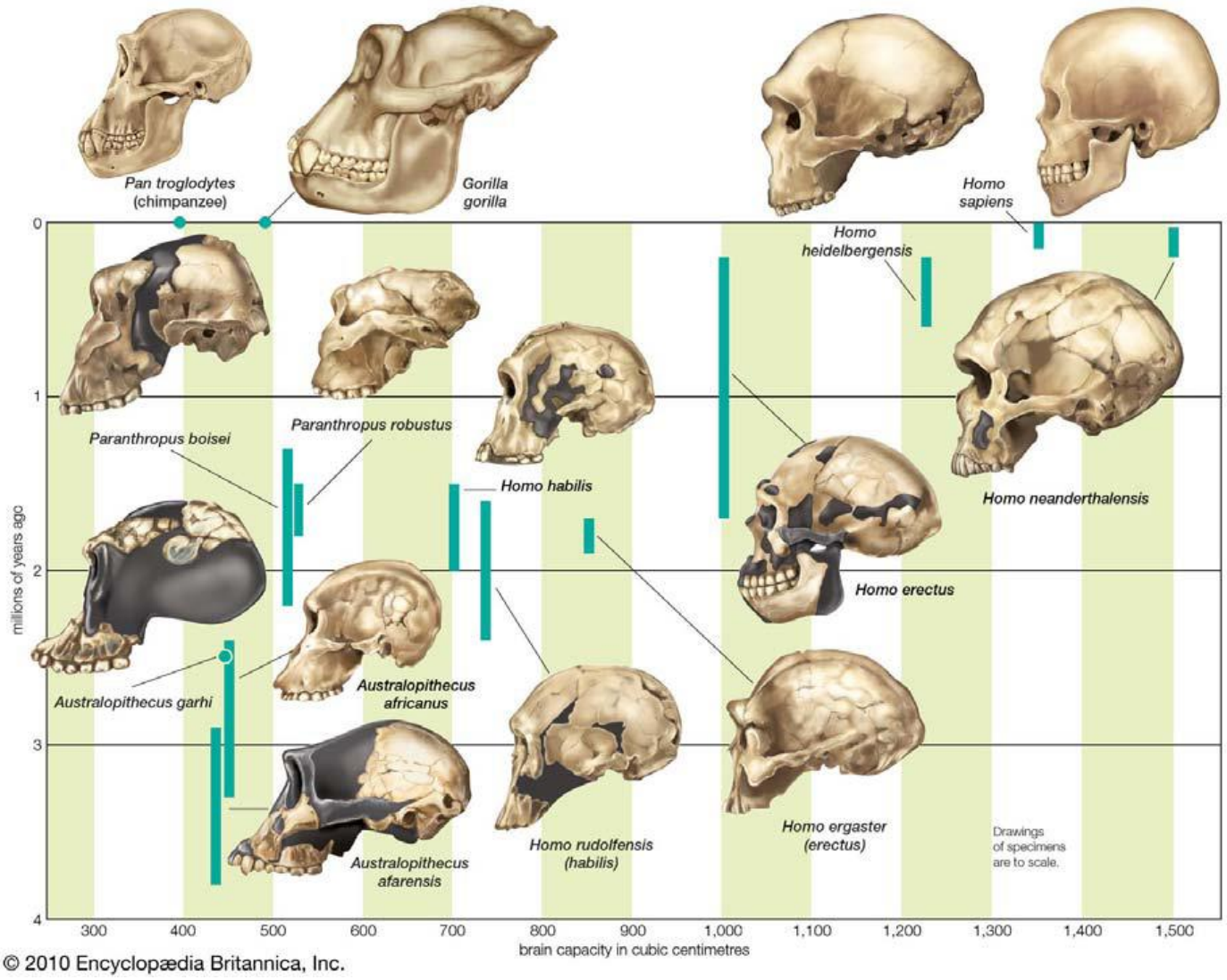


Εικόνα 9. Η ανθρώπινη μετανάστευση

Σύνοψη

- Ήδη από τις αρχές του Καινοζωϊκού αιώνα εμφανίζονται τα πρώτα πρωτεύοντα θηλαστικά ενώ στο Ηώκαινο κάνουν την εμφάνισή τους οι πρώτοι ταρσόμορφοι πίθηκοι.
- Στο Ολιγόκαινο θα εμφανιστούν οι πρώτοι κατάρρινοι πίθηκοι ενώ στις αρχές του Μειοκαίνου εμφανίζονται στην Αφρική οι πρώτοι ανθρωποειδείς πίθηκοι με τον Proconsul.
- Στο Μέσο Μειόκαινο (18-15 εκ. χρ) οι ανθρωποειδείς πίθηκοι εξαπλώνονται στην Ευρασία δίνοντας δύο κλάδους: τους δασικούς και λεπτοκαμωμένους Δρυοπίθηκους και τους πιο εύρωστους Σιβαπίθηκους απ' τους οποίους θα προκύψουν οι Ουρακοτάγκοι.
- Πριν από 6-7 εκ. χρ. εμφανίζεται στην Αφρική ο Σαχελάνθρωπος με πιθανή επιλεκτική όρθια βάδιση. Από αυτόν θα προκύψουν οι Πλειοκαινικοί Αρδιπίθηκοι και Αυστραλοπίθηκοι.
- Ένας κλάδος μικρόσωμων Αυστραλοπιθήκων θα οδηγήσει στο γένος *Homo* με πρώτο αντιπρόσωπο τον *Homo habilis* ενώ τα πρώτα εργαλεία φτιάχνοται πριν από 2,5 εκ. χρ. Περίπου 1,8 εκ. χρ. πριν το γένος *Homo* βγαίνει για πρώτη φορά από την Αφρική.
- Ο *H. habilis* θα οδηγήσει γρήγορα στον *H. ergaster/H. erectus* ο οποίος θα εξαπλωθεί στην Ευρασία και θα αναπτύξει την Αχελαία λιθοτεχνία πριν από 1,5 εκ. χρ. και θα χαλιναγωγήσει τη φωτιά πριν από ~600.000 χρόνια.
- Τον *H. erectus* θα διαδεχθεί ο πιο εξελιγμένος Άνθρωπος της Χαιδελβέργης (Πετράλωνα). Από τον ευρωπαϊκό πληθυσμό αυτού του είδους θα προέλθουν οι Νεαντερντάλιοι ενώ από τον αφρικανικό οι σύγχρονοι σοφοί άνθρωποι (*Homo sapiens*).

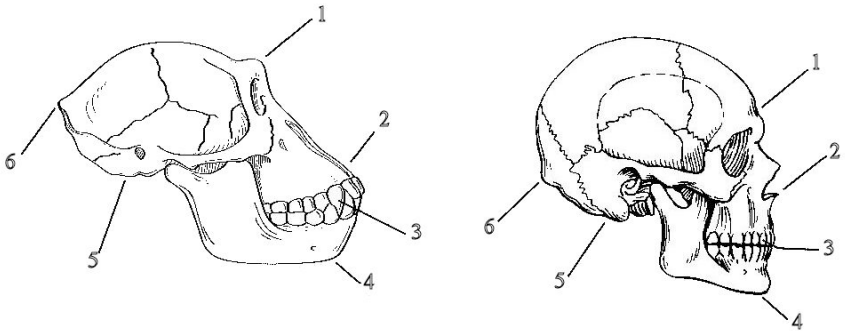
- Τα παλαιοτέρα ευρήματα του *H. sapiens* χρονολογούνται πριν από 250.000 χρόνια στη Ν. Αφρική, ενώ πριν από 100.000 το είδος εμφανίζεται στην Μέση Ανατολή και πριν από 40.000 χρόνια στην Ευρώπη με τον Άνθρωπο του Gro Magnon με την Ωρινάσια λιθοτεχνία.
- Παρότι το αρχείο των απολιθωμάτων προσφέρει συντριπτικές αποδείξεις για την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους, παραμένει αποσπασματικό, ενώ κάθε νέα ανακάλυψη προσθέτει νέες ενδείξεις και οδηγεί συχνά σε αναθεωρήσεις προηγούμενων υποθέσεων.



© 2010 Encyclopædia Britannica, Inc.

Κρανίο

Η **εικόνα 10** απεικονίζει μερικές από τις κύριες διαφορές μεταξύ του κρανίου του χιμπατζή και του ανθρώπου. Αν και αυτή η σύγκριση αφορά δύο σύγχρονα (αρτίγονα) είδη, υποδεικνύει τους τύπους των χαρακτηριστικών που θα πρέπει να είναι παρόντα στις ενδιάμεσες μορφές βάσει της υπόθεσης της καταγωγής από ένα κοινό πρόγονο.



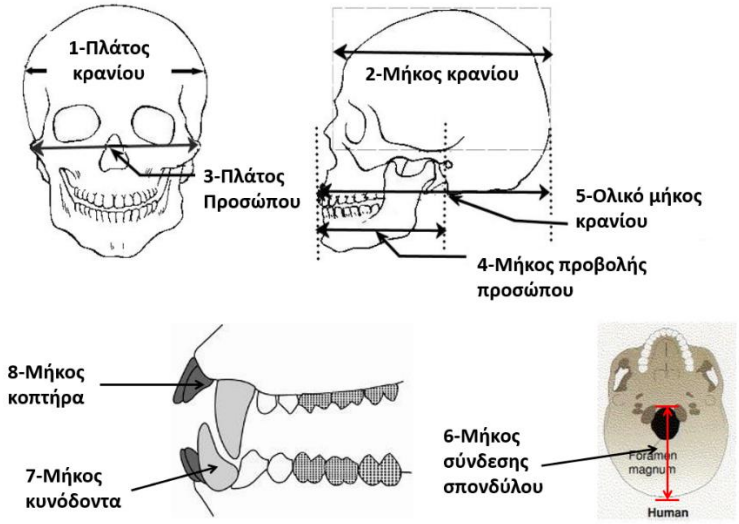
Χιμπατζής
1. Έντονα υπερόφρυα τόξα, χαμηλό μέτωπο
2. Έντονος προγναθισμός
3. Μεγάλοι κυνόδοντες
4. Χωρίς πηγούνι
5. Οπίσθια κρανιακή πρόσφυση
6. Ινιακή προεξοχή για τη πρόσδεση βαρύ λαιμού

Άνθρωπος
1. Σχεδόν χωρίς υπερόφρυα τόξα, υψηλό μέτωπο
2. Επίπεδο πρόσωπο
3. Μικροί κυνόδοντες
4. Καλά σχηματισμένο πηγούνι
5. Κεντρική κρανιακή πρόσφυση
6. Χωρίς ινιακή προεξοχή, οι μύες του λαιμού δεν είναι τόσο ισχυροί και προσδένονται πιο χαμηλά

Εικόνα 10: Σύγκριση κρανίου χιμπαντζή και ανθρώπου

Η κατανόηση της εξέλιξης ανθρωποειδών βασίζεται στην μελέτη των απολιθωμένων οστών, δοντιών και των διαφόρων αντικειμένων, όπως τα διάφορα εργαλεία, που συνδέονται με τα απολιθώματα. Η ανάλυση των απολιθωμάτων περιλαμβάνει λεπτομερείς μετρήσεις και προσεκτικές συγκρίσεις. Σε αυτή την άσκηση, θα αναλύσετε σκελετικό υλικό και αντίγραφα απολιθωμάτων, κάνοντας διάφορες μετρήσεις, υπολογίζοντας διάφορους δείκτες καθώς και πραγματοποιώντας ποιοτικές συγκρίσεις.

Οι δείκτες είναι χρήσιμοι για συγκριτικούς σκοπούς, αφού μέσω αυτών αποφεύγονται τα προβλήματα που σχετίζονται με τις διαφορές στα μεγέθη των δειγμάτων. Ένας δείκτης είναι ο λόγος που προκύπτει διαιρώντας μία μέτρηση με μία άλλη, και υποδεικνύει την σχέση αναλογίας των δύο μετρήσεων. Για τις μετρήσεις θα χρησιμοποιήσουμε παχύμετρα και χάρακες και όλες οι μετρήσεις θα είναι σε χιλιοστά. Η **εικόνα 11** δείχνει πώς να κάνετε τις μετρήσεις. Οι δείκτες υπολογίζονται διαιρώντας τη μια μέτρηση με την άλλη (χρησιμοποιείστε 2 δεκαδικά ψηφία) και πολλαπλασιάζοντας με το 100.



Εικόνα 11. Μετρήσεις που θα κάνετε για την ανάλυση των κρανίων

Αν και οι μετρήσεις σας θα είναι μάλλον λιγότερο ακριβείς από τις αντίστοιχες σε μια επαγγελματική, επιστημονική μελέτη, θα δείτε ποια είναι η διαδικασία που από ακολουθείται και θα αναγνωρίσετε τη δυσκολία του να οδηγηθείτε σε συμπεράσματα μέσω μιας ανάλυσης που βασίζεται σε ένα και μόνο δείγμα. Χειριστείτε τα δείγματα και τα αντίγραφα με ιδιαίτερη προσοχή, αφού είναι εύθραυστα. Αποφύγετε να κάνετε σημάδια στα δείγματα. Οι μετρήσεις είναι καλό να γίνουν σε ομάδες των τριών.

1. Κρανιακός (κεφαλικός) δείκτης

Ο δείκτης αυτός είναι γνωστός ως κεφαλικός δείκτης όταν γίνεται σε ζώντα δείγματα. Ο όρος κρανιακός χρησιμοποιείται για μη ζώντα δείγματα. Μία τιμή μικρότερη ή ίση με 75 υποδεικνύει ένα μακρύ κρανίο. Μια τιμή μεγαλύτερη ή ίση με το 80 υποδεικνύει ένα στρογγυλό κρανίο.

$$\boldsymbol{Κρανιακός\ δείκτης} = \frac{\text{Πλάτος κρανίου}}{\text{Μήκος κρανίου}} * 100$$

Πλάτος κρανίου: μέγιστο πλάτος του κρανίου

Μήκος κρανίου: η μέγιστη απόσταση μεταξύ της οπίσθιας επιφάνειας και της μικρής προεξοχής μεταξύ των υπερόφρυων τόξων.

2. Λόγος κρανίου

Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης τόσο μεγαλύτερο είναι το κρανίο σε σχέση με το πρόσωπο.

$$\boldsymbol{Λόγος\ κρανίου} = \frac{\text{Πλάτος κρανίου}}{\text{Πλάτος προσώπου}} * 100$$

Πλάτος κρανίου: μέγιστο πλάτος του κρανίου

Πλάτος προσώπου: η μέγιστη απόσταση μεταξύ των πλάγιων επιφανειών των ζυγωματικών τόξων

3. Δείκτης προβολής προσώπου

Η προεξοχή, πρόσωπο με ρύγχος είναι ένα πρωτόγονο χαρακτηριστικό στα Πρωτεύοντα. Ο δείκτης αυτός προσδιορίζει το βαθμός της προβολή του προσώπου σε ένα δείγμα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης τόσο μεγαλύτερη είναι η προβολή.

$$\textbf{Δείκτης προβολής προσώπου} = \frac{\text{Μήκος προβολής προσώπου}}{\text{Ολικό μήκος κρανίου}} * 100$$

Μήκος προβολής προσώπου: η απόσταση μεταξύ της πρόσθιας άκρης των ακουστικού καναλιού και της άνω σιαγώνας.

Ολικό μήκος κρανίου: η μέγιστη απόσταση μεταξύ της οπίσθιας επιφάνειας του και του πρόσθιου ορίου της άνω σιαγώνας.

4. Δείκτης σύνδεσης κρανίου – σπονδύλων

Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης τόσο πιο κεντρικά είναι πιο τοποθετημένο το ινιακό τρήμα

$$\textbf{Δείκτης σύνδεσης κρανίου – σπονδύλων} = \frac{\text{Μήκος σύνδεσης σπονδύλου}}{\text{Ολικό μήκος κρανίου}} * 100$$

Μήκος σύνδεσης σπονδύλου: η απόσταση μεταξύ των πρόσθιου ορίου του ινιακού τρήματος και της οπίσθιας επιφάνειας του κρανίου.

Ολικό μήκος κρανίου: η μέγιστη απόσταση μεταξύ της οπίσθιας επιφάνειας του και του πρόσθιου ορίου της άνω σιαγώνας.

5. Δείκτης Κυνόδοντα-Κοπτήρα

Ένας μακρύς κυνόδοντας συγκρινόμενος με το μήκος του κοπτήρα είναι ένα αρχέγονο χαρακτηριστικό στα Πρωτεύοντα. Ο δείκτης προσδιορίζει το σχετικό μήκος των κυνόδοντων. Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης, τόσο πιο όμοιοι είναι όσον αφορά το μήκος οι κυνόδοντες και οι κοπτήρες.

$$\boldsymbol{\Delta\varepsilon\acute{\iota}\kappa\tau\eta\varsigma\ K\upsilon\nu\acute{o}\delta o\nu\tau\alpha - K o\pi\tau\acute{\eta}\rho\alpha} = \frac{\text{Μήκος κοπτήρα}}{\text{Μήκος κυνόδοντα}} * 100$$

Μήκος κοπτήρα: το μήκος τους 2^{ου} κοπτήρα

Μήκος κυνόδοντα: το μήκος του κυνόδοντα

Υλικό

- *Gorilla gorilla* κρανίο
- *Pans troglodytes* κρανίο
- *Paranthopus boisei* κρανίο
- *Australopithecus africanus* κρανίο
- *Homo habilis* κρανίο
- *Homo erectus* κρανίο
- *Homo ergaster* κρανίο
- *Homo sapiens neanderthalensis* κρανίο
- *Homo sapiens sapiens* κρανίο
- Παχύμετρο
- Χάρακας
- Μιλιμετρέ χαρτί

Διαδικασία

1. Πάρτε ένα από τα 9 κρανία.

2. Καθορίστε τους δείκτες που δώσαμε πριν (1) **Κρανιακός (κεφαλικός) δείκτης**, (2) **Κρανιακός λόγος**, (3) **Δείκτης προβολής προσώπου,** (4) **Δείκτης σύνδεσης κρανίου – σπονδύλων** και (5) **Δείκτης Κυνόδοντα-Κοπτήρα**.

3. Καταγράψτε τις μετρήσεις σας στον πίνακα 3 που ακολουθεί.

4. Συγκρίνετε τα κρανία βάσει των παρακάτω χαρακτηριστικών και βαθμονομήστε τα από 1 έως 6. Καταγράψτε τις μετρήσεις σας στον πίνακα που ακολουθεί.

α. υπερόφρυα τόξα
1 = πιο έντονα
4 = λιγότερο έντονα

β. μέτωπο
1 = μεγάλη κλίση
4 = όρθιο

γ. πηγούνι
1 = χωρίς πηγούνι
4 = καλά ανεπτυγμένο πηγούνι

5. Δώστε το κρανίο στην επόμενη ομάδα.

6. Επανέλαβε τις παρατηρήσεις και στα 9 κρανία.

7. Υπολογίστε το δικό σας κεφαλικό δείκτη και ανταλλάξτε τις μετρήσεις σας με όλα τα μέλη του εργαστηρίου. Καταγράψτε τις μετρήσεις στον πίνακα 4.

7. Απαντήστε τις ερωτήσεις του εργαστηρίου

Αποτελέσματα μετρήσεων και παρατηρήσεων

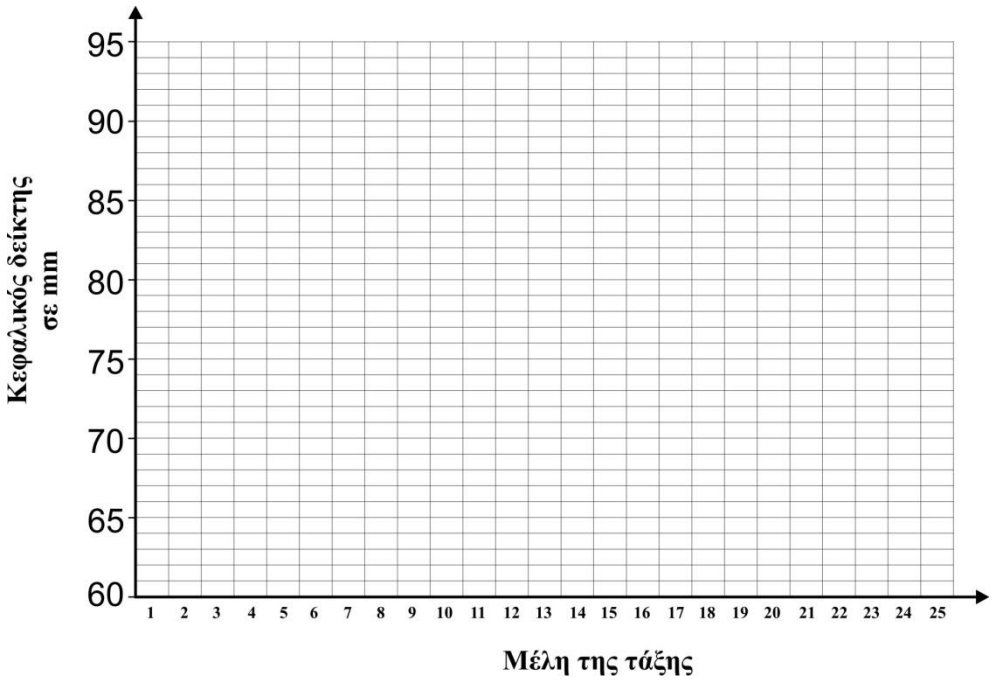
Πίνακας 3. Σύγκριση των κρανίων των Πρωτευόντων

Χαρακτήρες	*Gorilla gorilla*	*Pan troglodytes*	*Paranthropus boisei*	*Austalipithecus africanus*	*Homo habilis*	*Homo erectus*	*Homo ergaster*	*Homo sapiens neanderthalensis*	*Homo sapiens sapiens*
Πλάτος κρανίου									
Μήκος κρανίου									
Κρανιακός δείκτης									
Πλάτος προσώπου									
Λόγος κρανίου									
Μήκος προβολής προσώπου									
Ολικό μήκος κρανίου									
Δείκτης προβολής προσώπου									
Μήκος σύνδεσης σπονδύλου									
Δείκτης σύνδεσης κρανίου/σπονδύλων									
Μήκος κυνόδοντα									
Μήκος 2^{ου} κοπτήρα									
Δείκτης Κυνόδοντα-Κοπτήρα									
Μέτωπο									
Υπερόφρυα τόξα									
Πηγούνι									

Πίνακας 4: Κεφαλικοί δείκτες των μελών του τμήματος σας

1.	7.	13.	19.	25.
2.	8.	14.	20.	26.
3.	9.	15.	21.	27.
4.	10.	16.	22.	28.
5.	11.	17.	23.	29.
6.	12.	18.	24.	30.
Εύρος:				
Μέση τιμή:				

1. Κατασκευάστε ένα ιστόγραμμα των κεφαλικών δεικτών της τάξης σας.



2. Βλέποντας την κατανομή των μετρήσεων σας στο παραπάνω γράφημα, αναφέρετε ποιες δυσκολίες αντιμετωπίζετε ώστε να οδηγηθείτε σε στέρεα συμπεράσματα σχετικά με τα είδη βασιζόμενοι σε ένα και μόνο δείγμα;

_____
_____
_____
_____
_____
_____

3. Γιατί οι δείκτες είναι καλύτεροι από μια απλή μέτρηση στη σύγκριση απολιθωμάτων;

_____
_____
_____
_____
_____
_____

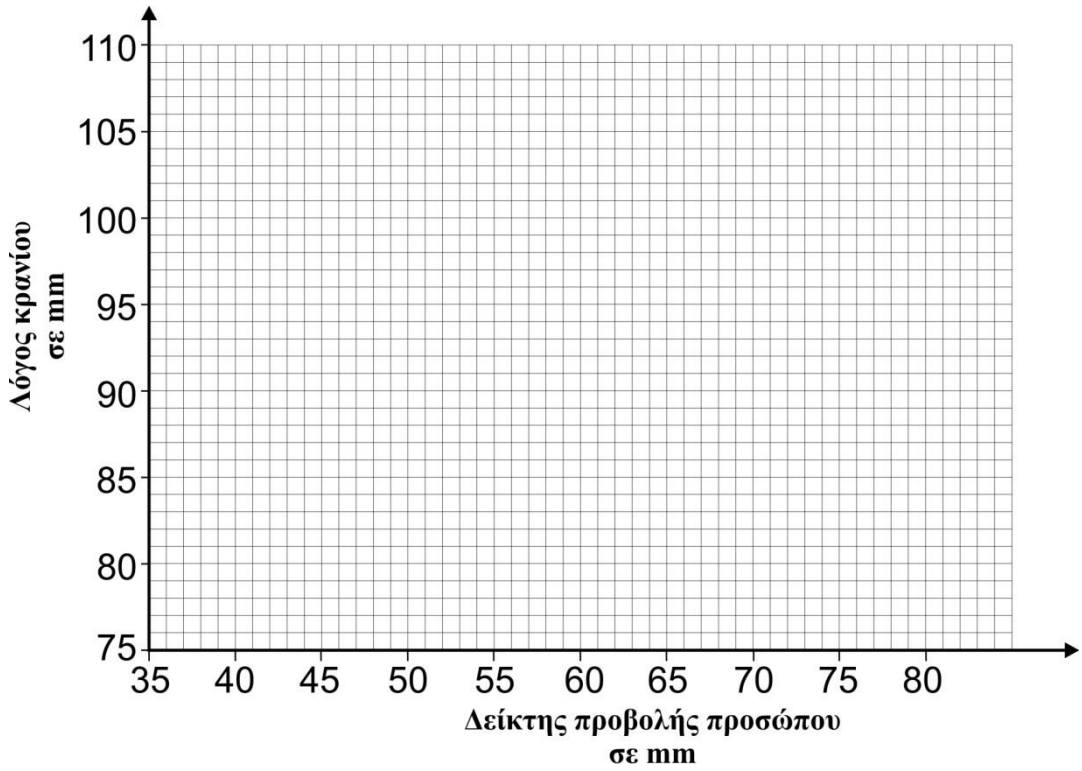
4. Ποιο από τα παραπάνω είδη έχει κρανιακό δείκτη που πέφτει μέσα στο εύρος των δικών σας κεφαλικών δεικτών;

_____
_____
_____
_____
_____
_____

5. Υπάρχουν σημαντικές αλλαγές στο κρανίο των ανθρώπων τα τελευταία 40.000 χρόνια; Εξηγείστε την απάντησή σας.

_____
_____
_____
_____
_____
_____

6. Για κάθε κρανίο, κατασκευάστε ένα διάγραμμα που να φαίνεται η σχέση του «Λόγος κρανίου» προς «Δείκτης προβολής προσώπου». Κάθε τετραγωνάκι είναι ένα 1x1mm.



7. Συνοψίστε τις εξελικτικές τάσεις στον άνθρωπο βάσει της ανάλυσης στο μέγεθος του κρανίου, του προσώπου, των υπερόφρυων τόξων και της πρόσφυσης του κρανίου στη σπονδυλική στήλη.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____