

ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Εξέλιξη του ανθρώπινου είδους

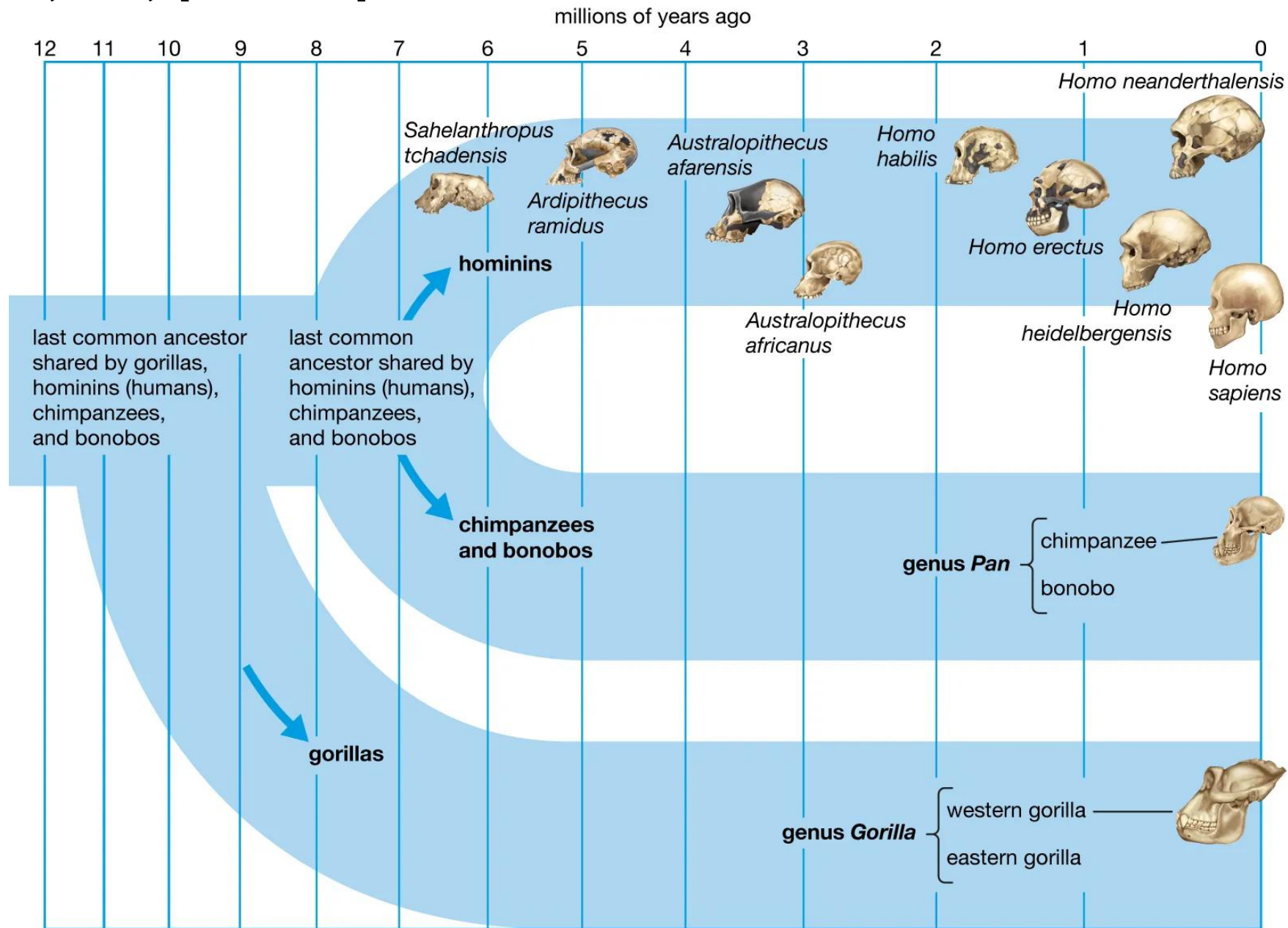
Μαριάνθη Γεωργίτση

Επίκουρη Καθηγήτρια

mgeorgit@mbg.duth.gr



Η Εξέλιξη των πρωτεύοντων



Geological Time Scale

ERA	PERIOD	EPOCH / AGE	Million Years Ago	EVENTS
CENOZOIC <i>Age of Mammals</i> 65.5 mya – present day	<i>Quaternary</i>	<i>Holocene</i>	<i>Today</i>	Ice Age ends Humans are dominant
		<i>Pleistocene</i>	– 0.01	Earliest Humans appear Ice Age begins
	<i>Tertiary</i>	<i>Pliocene</i>	– 1.6	Hominids (human ancestors) appear
		<i>Miocene</i>	– 5.3	Grass becomes widespread
		<i>Oligocene</i>	– 23.7	Mammals are dominant
		<i>Eocene</i>	– 36.6	Eocene – Oligocene extinction event
		<i>Paleocene</i>	– 57.8	First large mammals appear
MESOZOIC <i>Age of Reptiles</i> 245 mya – 65.5 mya	<i>Cretaceous</i>	<i>Extinction of Dinosaurs</i>	– 65.5	K-T extinction event Earth looks closer to present-day Flowering plants appear
	<i>Jurassic</i>		– 144	First Birds appear Pangaea splits into Laurasia, Gondwana Dinosaurs are dominant
	<i>Triassic</i>	<i>First Dinosaurs</i>	– 208	Pangaea cracks First mammals appear Reptiles are dominant
PALEOZOIC 570 mya – 245 mya	<i>Permian</i>	<i>Age of Amphibians</i>	– 245	Permian – Triassic extinction event Pangaea forms
	<i>Carboniferous</i>		– 286	First reptiles appear First large cartilaginous fishes appear
	<i>Devonian</i>	<i>Age of Fishes</i>	– 360	Late Devonian extinction event First land animals appear First amphibians appear
	<i>Silurian</i>		– 408	First land plants appear First jawed fishes appear First insects appear
	<i>Ordovician</i>	<i>Age of Invertebrates</i>	– 438	Ordovician – Silurian extinction event First vertebrates appear
	<i>Cambrian</i>		– 505	End Botomian extinction event First fungi appear Trilobites are dominant
PRECAMBRIAN 4600 mya – 570 mya	<i>Proterozoic Eon</i>		– 570	First soft-bodied animals appear First multicellular life appear
	<i>Achean Eon</i>		– 2500	Photosynthesizing cyanobacteria appear First unicellular life appear
	<i>Hadean Eon</i>	<i>Priscoan Period</i>	– 3800	Atmosphere and oceans form Oldest rocks form as Earth cools
4600				
Formation of Earth				



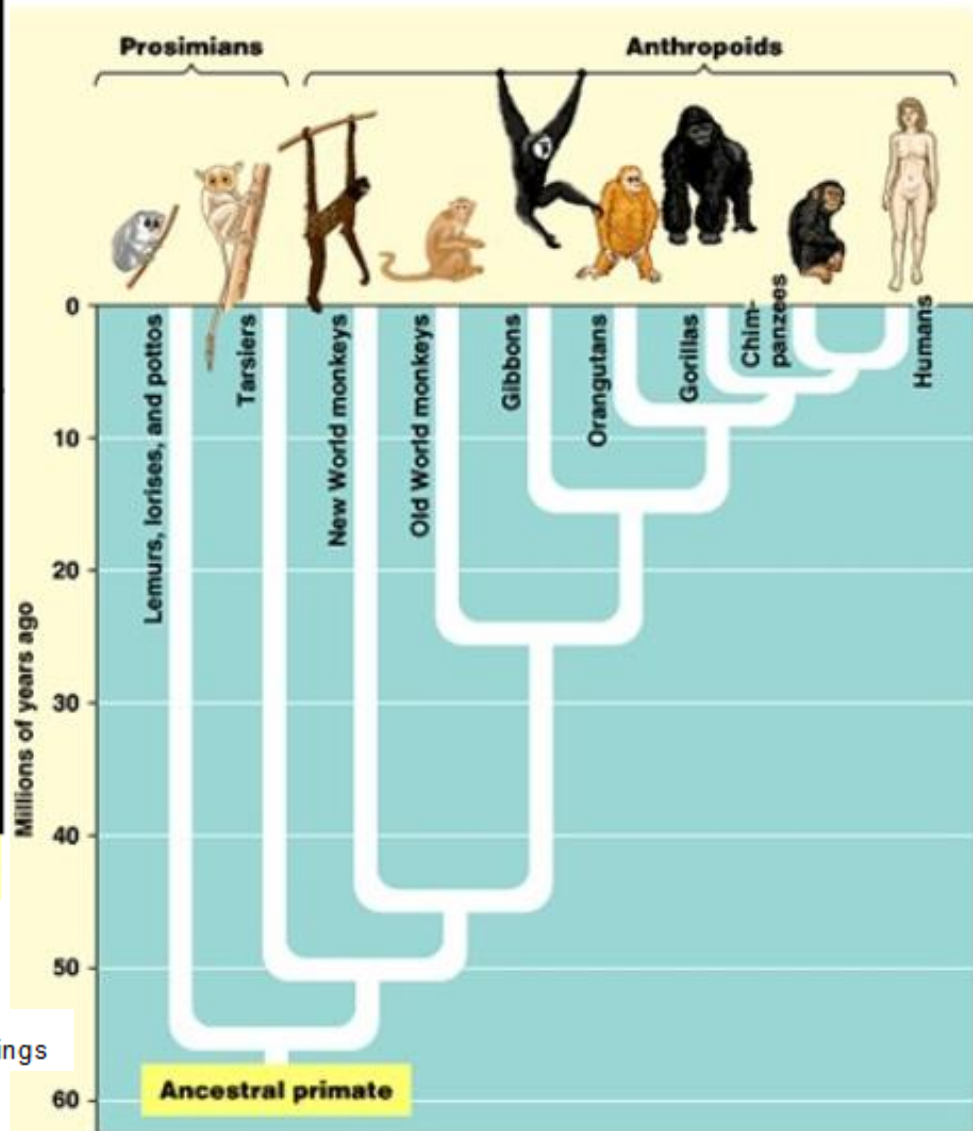
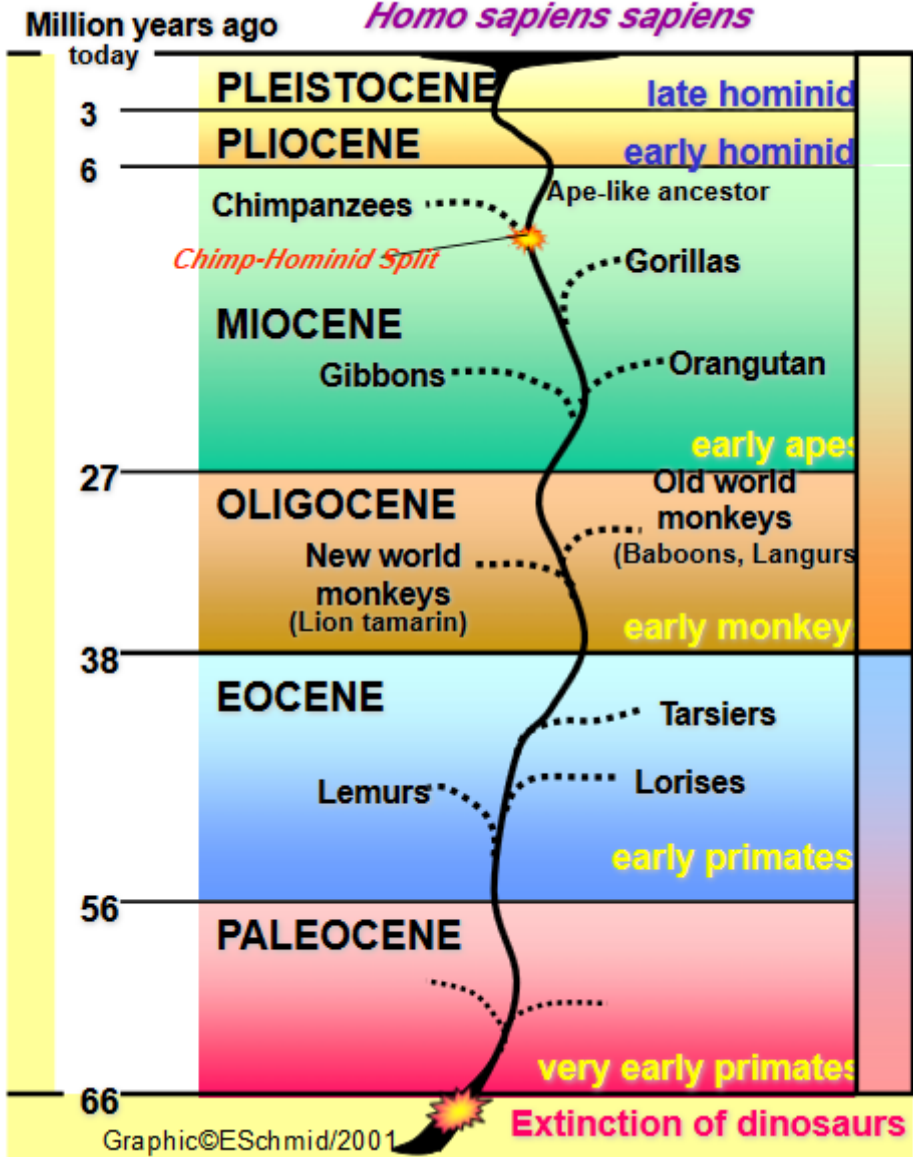
Εξέλιξη των πρωτεύοντων

Η ιστορία των σπονδυλωτών στη γη διαιρείται σε τρεις «αιώνες» (**eon/era**):

- **Παλαιοζωικός** – η εποχή της αρχαίας ζωής με ψάρια, αμφίβια και πρωτόγονα ερπετά
- **Μεσοζωικός** – ενδιάμεση εποχή με ερπετά (και δεινοσαύρους) και εμφάνιση των πρώτων πτηνών και θηλαστικών
- **Καινοζωικός** – η πιο πρόσφατη εποχή με πτηνά, θηλαστικά και πρωτεύοντα (και τον άνθρωπο)



Homo sapiens sapiens

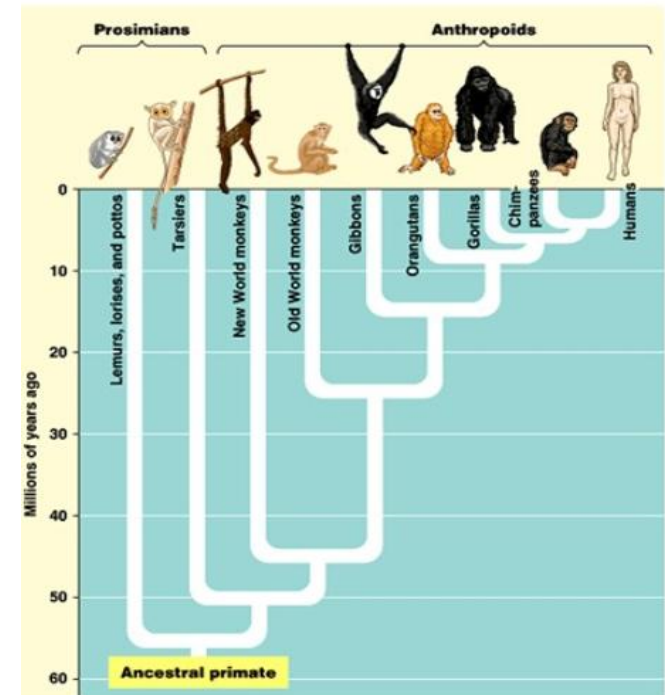


Prosimii (Προσιμίδες)

-Τα πρώτα πρωτεύοντα ανήκαν στην υπόταξη Prosimii

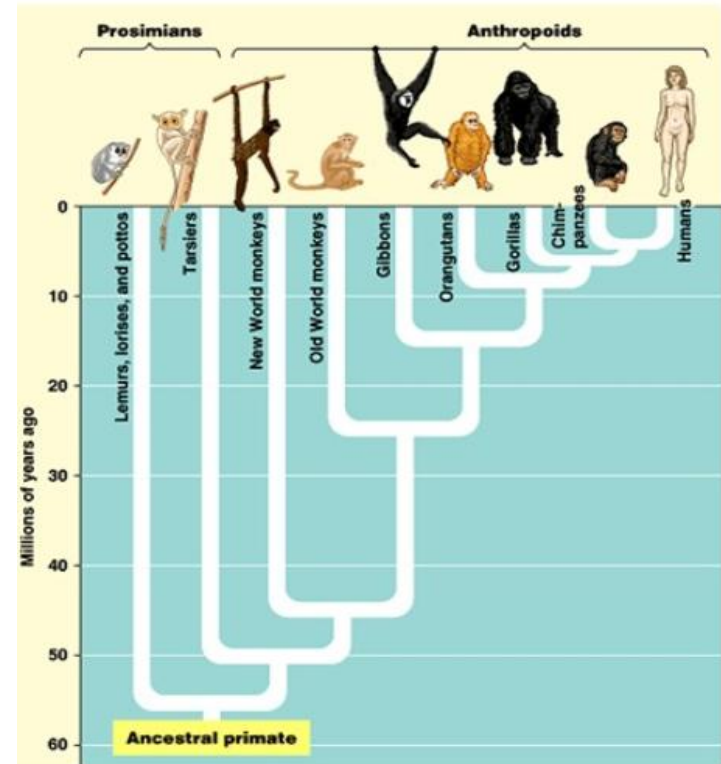
-Πρωτόγονα πρωτεύοντα – τα περισσότερα εξαφανίστηκαν με την εμφάνιση των μαϊμούδων (40 ΜΥΑ). Όσα απομένουν σήμερα είναι νυκτόβια.

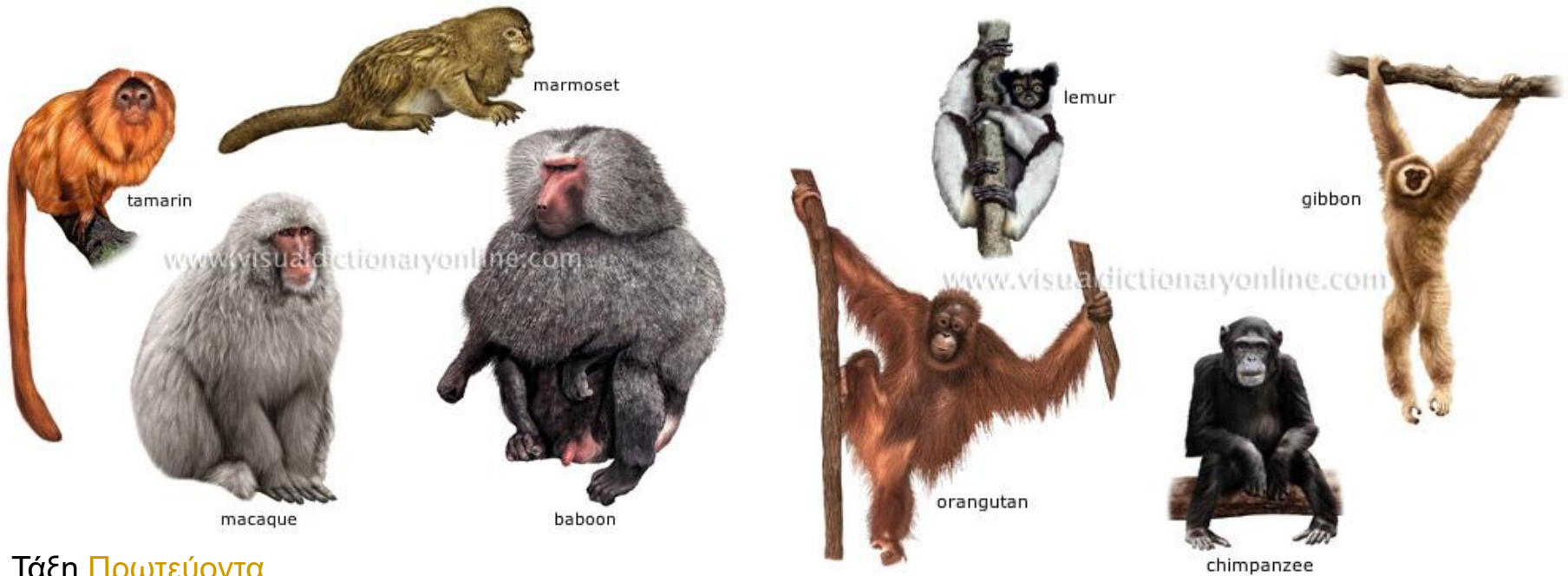
-Σήμερα (λεμούριοι, τάρσιοι), περιορισμένα σε απομονωμένα ενδιαιτήματα με λίγους θηρευτές και χωρίς ανταγωνισμό (Μαδαγασκάρη, νησιά της Ινδονησίας, Φιλιππίνες)



Ανθρωποειδή (antropoidea)

- Μαϊμούδες: δύο διαφορετικοί τύποι, μαϊμούδες του νέου κόσμου (new world monkeys – Ceboidea) και του παλαιού (old world monkeys – Cercopithecoidea)
- Πίθηκοι εκτός του ανθρώπου: Γίββωνας, Ουρακοτάγκος, Γορίλλας, και Χιμπατζής/Βονοβο
- Άνθρωπος (ο γυμνός πίθηκος): περιλαμβάνονται όλοι οι άνθρωποι από αυτούς που εμφανίστηκαν 5-4 ΜΥΑ μέχρι τον σύγχρονο άνθρωπο





Τάξη Πρωτεύοντα

Υποτάξη Στρεψίρρινοι: όλες οι προσιμίδες εκτός από τους τάρσιους

Υποτάξη Απλόρρινοι: τάρσιοι, μαϊμούδες και πίθηκοι

Ανθυποτάξη Ταρσιόμορφα

Ανθυποτάξη Σιμιόμορφα: **σιμίδες**

Μικροτάξη Πλατύρρινοι: μαϊμούδες Νέου Κόσμου (Νότια Αμερική)

Οικογένεια Καλλιτριχίδες: μαρμोजέτες και ταμαρίνοι

Οικογένεια Κηβίδες: καπουτσίνοι και μαϊμούδες-σκίουροι

Οικογένεια Αοτίδες: νυχτερινές μαϊμούδες κ.α

Οικογένεια Πιθηκίδες: τίτις, σάκις κ.α

Οικογένεια Ατελίδες: τριχωτές μαϊμούδες κ.α

Μικροτάξη Κατάρρινοι

Υπεροικογένεια Κερκοπιθηκοειδή (Ασία και Αφρική)

Οικογένεια Κερκοπιθηκίδες: μαϊμούδες Παλαιού Κόσμου (πχ μπαμπούινοι)

Υπεροικογένεια Ανθρωποειδή: πίθηκοι

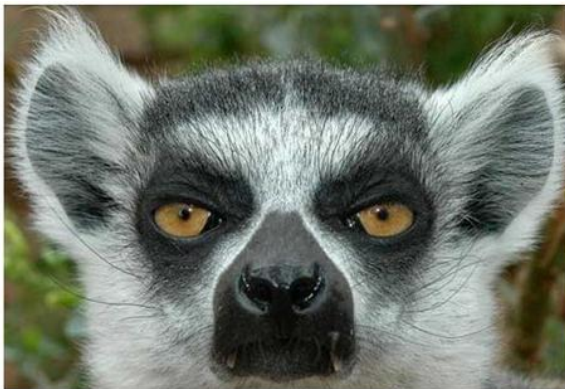
Οικογένεια Υλοβατίδες: γίββωνες ("μικροί πίθηκοι")

Οικογένεια Ανθρωπίδες: "μεγάλοι πίθηκοι" (και οι άνθρωποι)



Τα ανθρωποειδή διαχωρίζονται από τα Prosimii κατά το τέλος του Ηώκαινου

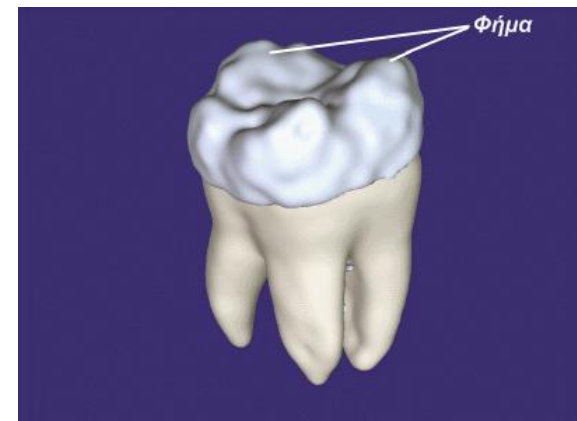
- Έχουν τα μάτια στραμμένα προς τα εμπρός και πλήρως εγκλεισμένα στην οφθαλμική κόγχη για καλύτερη προστασία
- Ζουν την ημέρα, ενώ τα Prosimii, που συνεχίζουν να υπάρχουν, γίνονται νυκτόβια
- Έχουν μεγαλύτερο εγκέφαλο, ώστε να προσαρμόζονται και να επιβιώνουν καλύτερα στη ζωή στα δένδρα
- Έχουν ξηρή μύτη, ξεχωριστή από το άνω χείλος [όχι ρινάριο (rhinarium) όπως άλλα θηλαστικά]
- Έχουν λιγότερα φύματα στους γομφίους (4-5 αντί για 6), πιο μαλακή τροφή



Wet, connected to upper lip
strepsirhine



Dry, not connected to lip
haplorhine

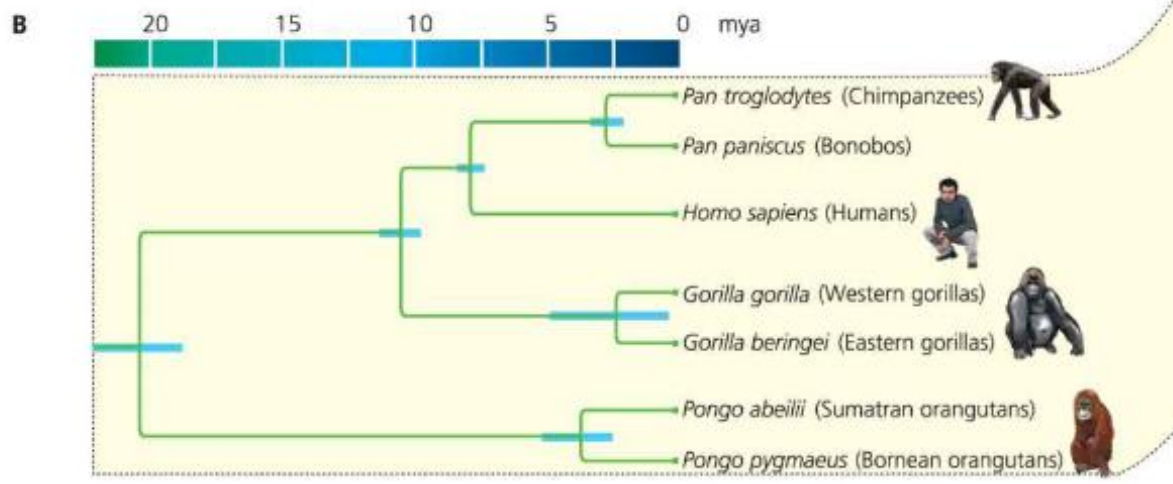
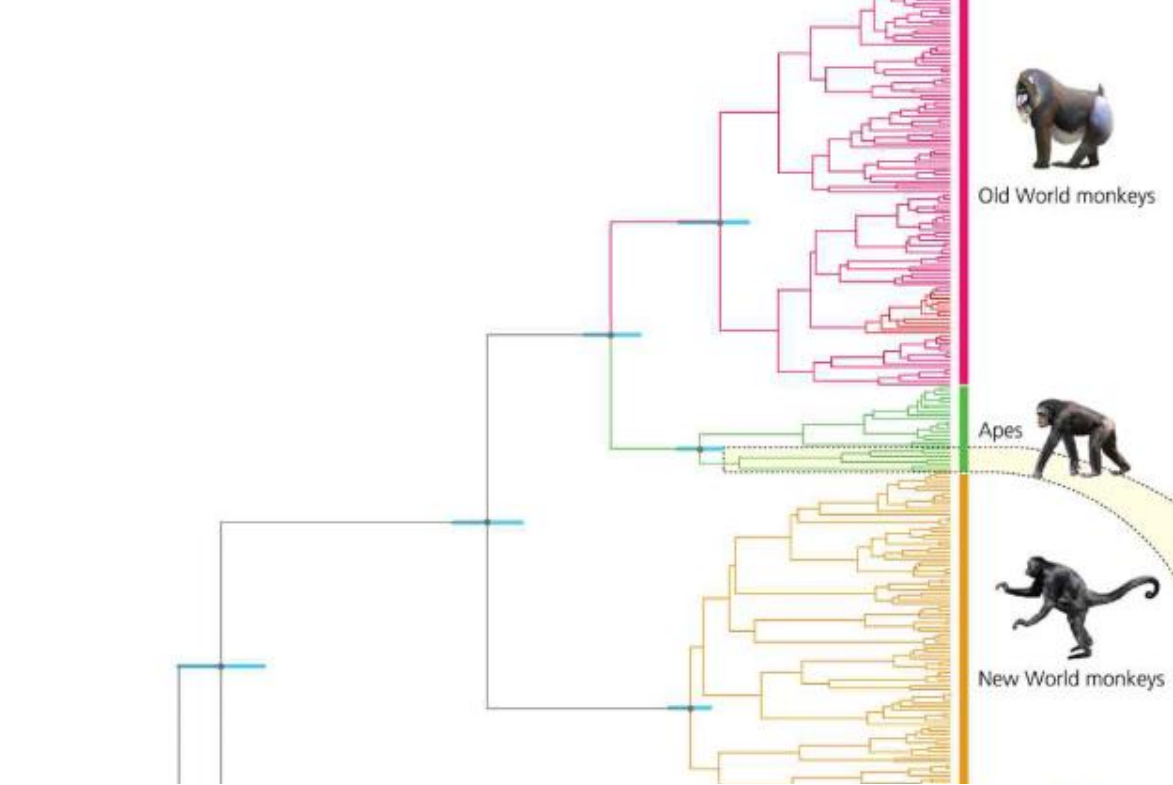


Η εξέλιξη των πρωτευόντων μας βοηθά να κατανοήσουμε την προέλευση του ανθρώπινου είδους

Κοινά μορφολογικά χαρακτηριστικά μεταξύ των πρωτευόντων:

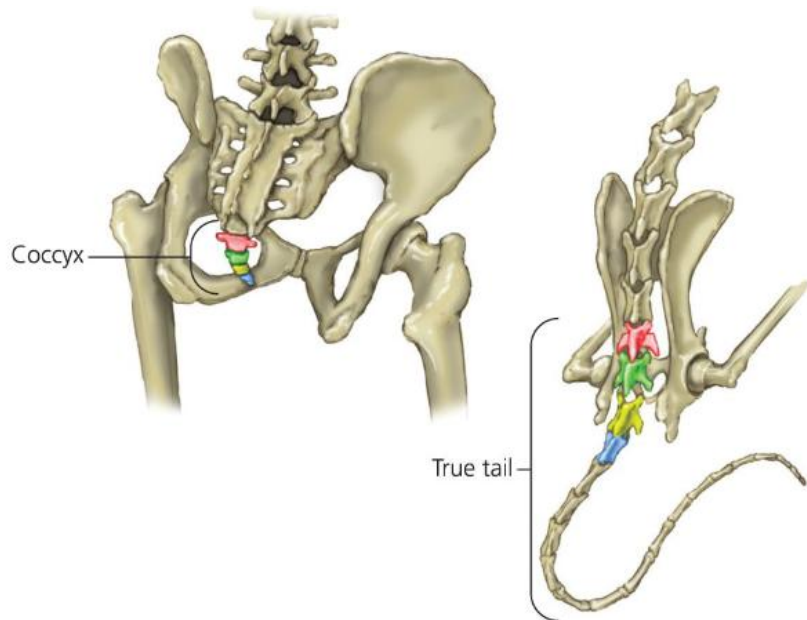
- Άνω και κάτω άκρα προσαρμοσμένα για πιάσιμο (=προσαρμογή για ζωή στα δένδρα)
- Σε σχέση με άλλα θηλαστικά, έχουν μεγαλύτερους εγκεφάλους και κοντές σιαγόνες
- Έχουν πεπλατυσμένα νύχια στα δάκτυλα και όχι στενά και μυτερά νύχια σαν αρπακτικά
- Έχουν τους οφθαλμούς κοντά στο πρόσωπο, στραμμένους προς τα εμπρός (όχι καλή περιφερική όραση)
- Έχουν καλά ανεπτυγμένο αίσθημα γονεϊκής φροντίδας και σχετικά σύνθετη κοινωνική συμπεριφορά



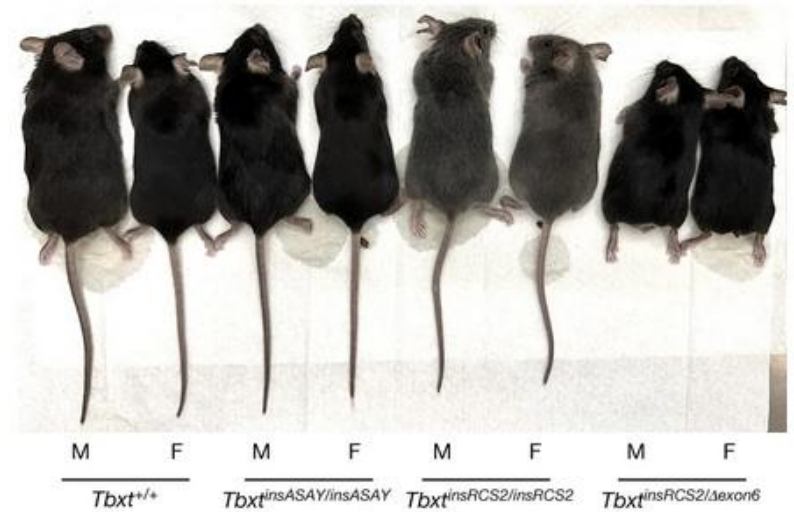


Τα αρχεία των απολιθωμάτων και οι αναλύσεις DNA μεταξύ ανθρώπου και χιμπατζή δείχνουν πως ο διαχωρισμός μας από έναν κοινό πρόγονο Ανθρωπιδών έγινε τουλάχιστον πριν από ~7-5 ΜΥΑ (ευρύτερα 11,5-9,5ΜΥΑ).

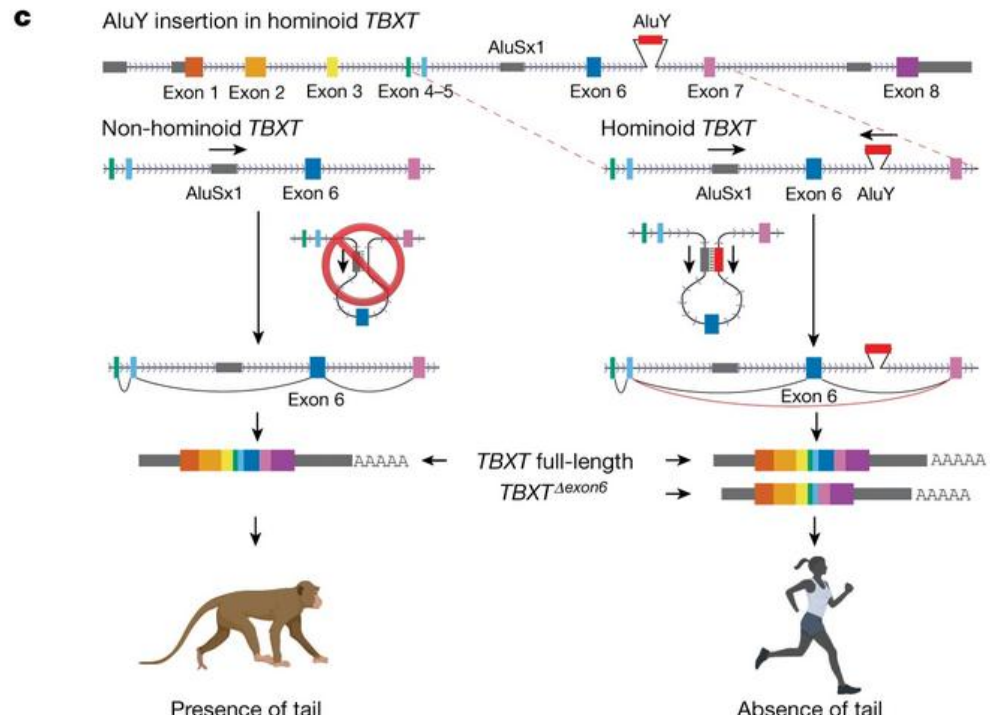
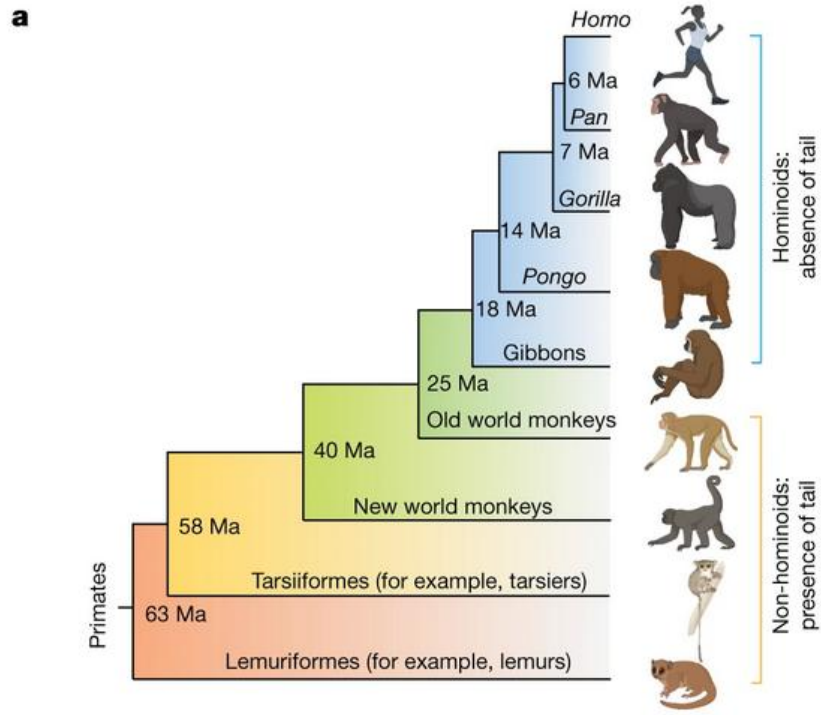




Zimmer/Emlen, *Evolution: Making Sense of Life*, 3e, © 2020 W. H. Freeman and Company

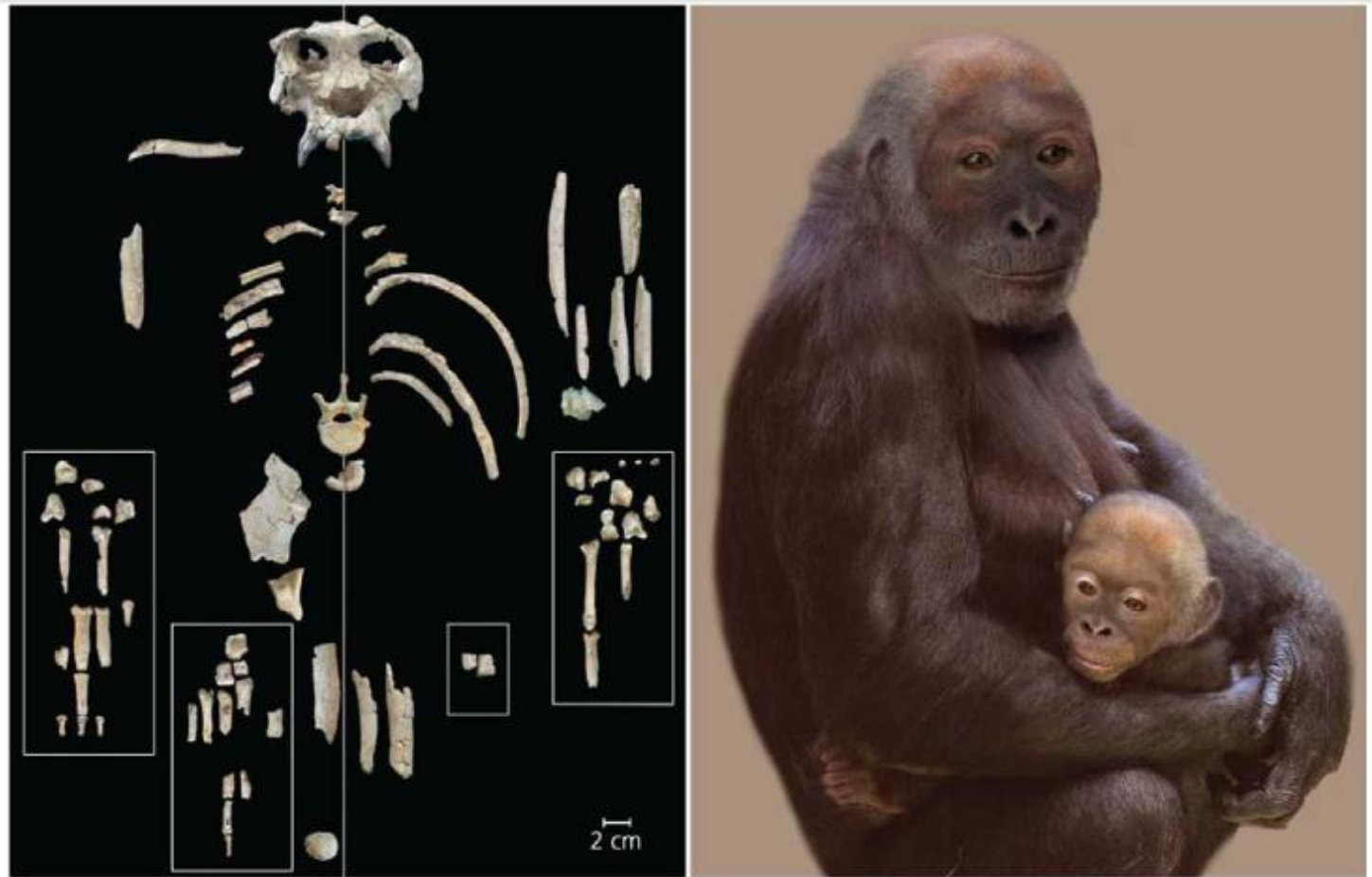


<https://www.nature.com/articles/s41586-024-07095-8/figures/1>



- Οι ανθρωποειδείς πρόγονοί μας 30 - 35 ΜΥΑ ζούσαν ακόμη στα δένδρα.
- Περίπου 20 ΜΥΑ, το κλίμα άλλαξε και έγινε ξηρότερο. Τα δάση μειώθηκαν σε έκταση και επεκτάθηκε το ενδιαίτημα της σαβάνας.
 - Ορισμένες από τις κύριες εξελικτικές αλλαγές που οδήγησαν στην εμφάνιση του ανθρώπινου είδους ενδέχεται να συνέβησαν καθώς οι πρόγονοί μας άρχισαν να ζουν λιγότερο επάνω στα δένδρα (**λιγότερη αναρρίχηση**) και περνούσαν περισσότερο χρόνο περπατώντας στο έδαφος σε πιο ανοιχτά ενδιαιτήματα (**περισσότερη βάδιση**).
 - Τρέξιμο για κυνήγι θηραμάτων, συγκομιδή καρπών από χαμηλά δέντρα, εφίδρωση για μείωση θερμοκρασίας, μείωση τριχοφυΐας
 - Αντιτακτός αντίχειρας, μικρά δόντια (κυνόδοντες)

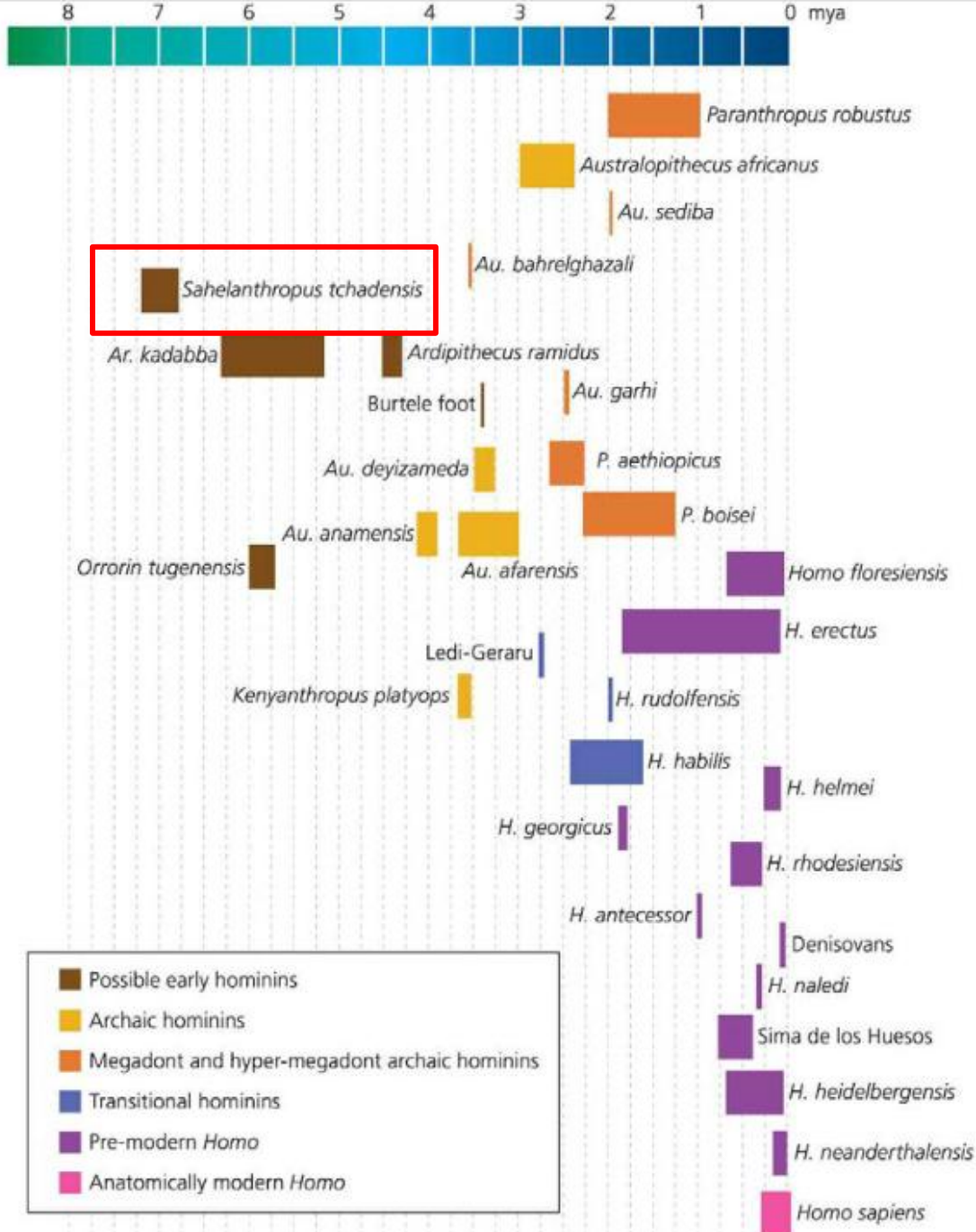




A: Republished with permission of American Association for the Advancement of Science from "Pierolapithecus catalaunicus, a New Middle Miocene Great Ape from Spain" by Moyà-Solà, Köhler, Alba, Casanovas-Vilar, and Galindo. Science 19 November 2004: Vol. 306, No. 5700 pp. 1339–1344; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.; B: Meike Köhler / Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont (ICP)

Ο *Pierolapithecus* ήταν ένα είδος πρωτεύοντων που έζησε στην Ισπανία περίπου 13 ΜΥΑ, στενά συγγενικό με κάποιο κοινό πρόγονο ανθρώπων και άλλων ζώντων πρωτεύοντων. Όπως και στους ανθρωπίδες (apes) δεν φαίνεται να είχε ουρά.



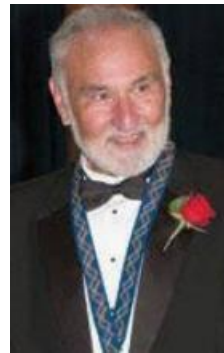


Ανθρωποϋπόστατοι ή Ανθρωπίνοι (Hominini)

Πώς γνωρίζουμε ό,τι
γνωρίζουμε για τους
ανθρωποϋπόστατους
προγόνους μας?

1. Απολιθώματα και παλαιοντολογία/
παλαιοανθρωπολογία (περιβάλλον
διαβίωσης, μορφολογία προγόνων,
συμπεριφορά ανά εποχή)
2. Γενετική (ιστορία της εξέλιξης της
γενεαλογίας, παλαιογενετική)

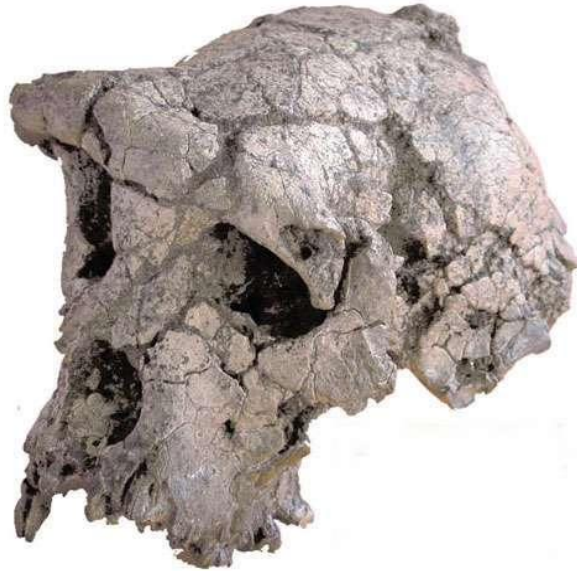
Vincent Sarich (1934-2012):
“I know my molecules had
ancestors, the paleontologist
can only hope that his fossils
had descendants”



Sahelanthropus tchadensis

(Ηλικία απολιθώματος: 6 – 7 εκατ. χρόνια)

→ σχεδόν πλήρες κρανίο (+δόντια) με την επωνυμία “Toumai”



Ανακαλύφθηκε το 2001 στο σημερινό Τσάντ (S. Sahara, Africa)

- Μικρός κρανιακός χώρος για τον εγκέφαλο (320 – 380 cm³)
- Το αρχαιότερο γνωστό είδος Ανθρωπίνων μετά τον εξελικτικά σημαντικό διαχωρισμό μας από τους χιμπατζήδες ? (πεπλατυσμένο πρόσωπο, θέση νωτιαίου μυελού, σκληρότητα αδαμαντίνης)
- Όρθια στάση ? Δίποδη βάδιση ? (πιθανώς όχι)

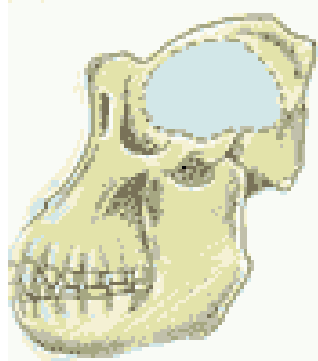


Η εξέλιξη του ανθρώπου χαρακτηρίζεται από την εξέλιξη ορισμένων βασικών ανατομικών χαρακτηριστικών:

- 1. Μέγεθος εγκεφάλου. Βασιζόμενοι σε μετρήσεις κρανίου, οι ερευνητές εκτιμούν ότι το μέγεθος του εγκεφάλου στους Ανθρωπίνους έχει τριπλασιαστεί τα τελευταία 6 εκατ. χρόνια.
- Έχει αυξηθεί από 400-450 cm³ στους πρώιμους Ανθρωπίνους σε περίπου 1,400 cm³ (κατά ΜΟ) στους σύγχρονους ανθρώπους.

- 2. Σχήμα της γνάθου και δοντιών. Οι Ανθρωπίνοι πρόγονοί μας είχαν μακρύτερες γνάθους (προγναθισμός) απ' ότι οι σύγχρονοι άνθρωποι.
- Αυτό συνετέλεσε σε ένα πιο πεπλατυσμένο πρόσωπο
- Υπήρξαν επίσης αλλαγές στην οδοντοφυΐα (μικρότεροι κοπτήρες και κυνόδοντες, πιο πλατιοί γομφίοι, πιο παχιά αδαμαντίνη)
- Φρούτα+φύλλα (χιμπατζίδες) → Καρπούς και σπόρους, κρέας (ανθρωπίνοι)

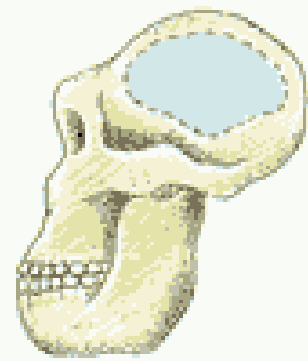




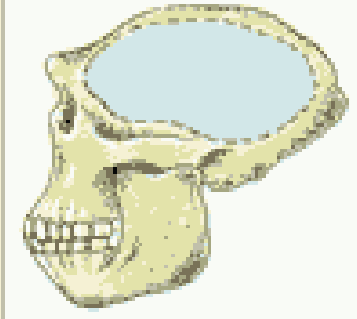
Gorilla



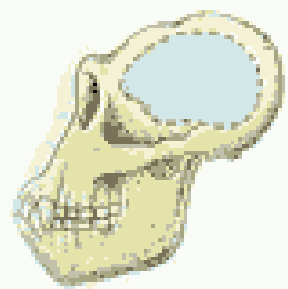
A. Robustus



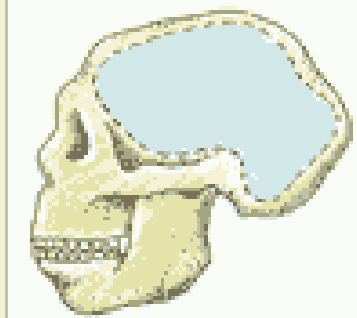
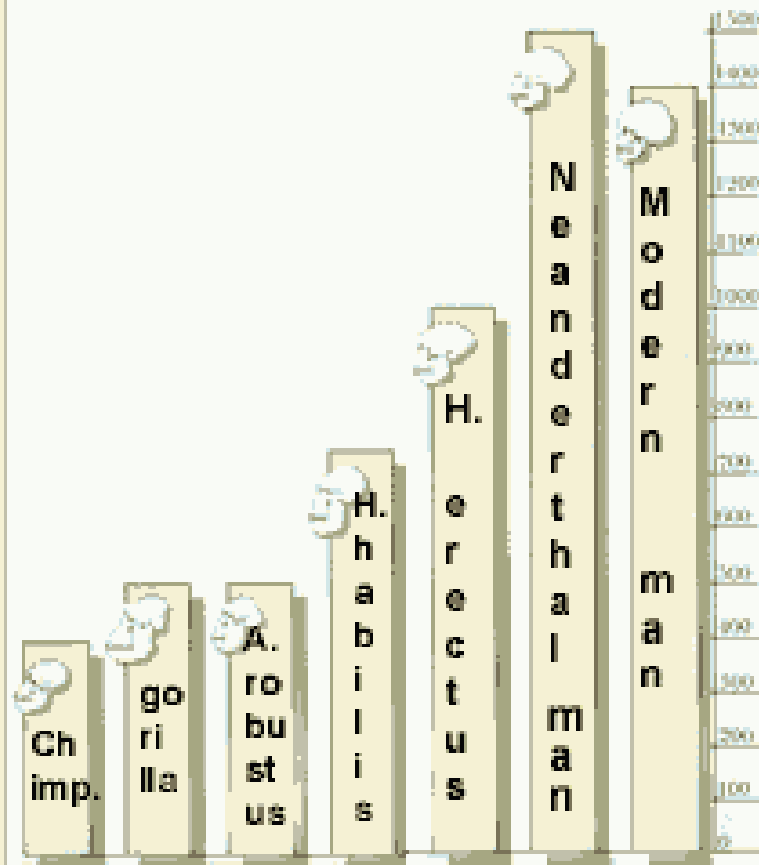
Homo habilis



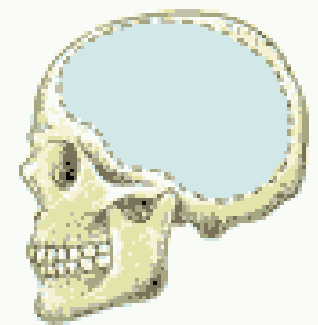
Homo erectus



Chimpanzee



Neanderthal man



Modern man

ΟΓΚΟΣ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

3. Δίποδη στάση. Με βάση δεδομένα από απολιθωμένους σκελετούς, είναι σαφές ότι οι Ανθρωπίνοι πρόγονοί μας περπατούσαν και στα τέσσερα άκρα τους όταν ήταν στο έδαφος, όπως οι σύγχρονοι πίθηκοι.

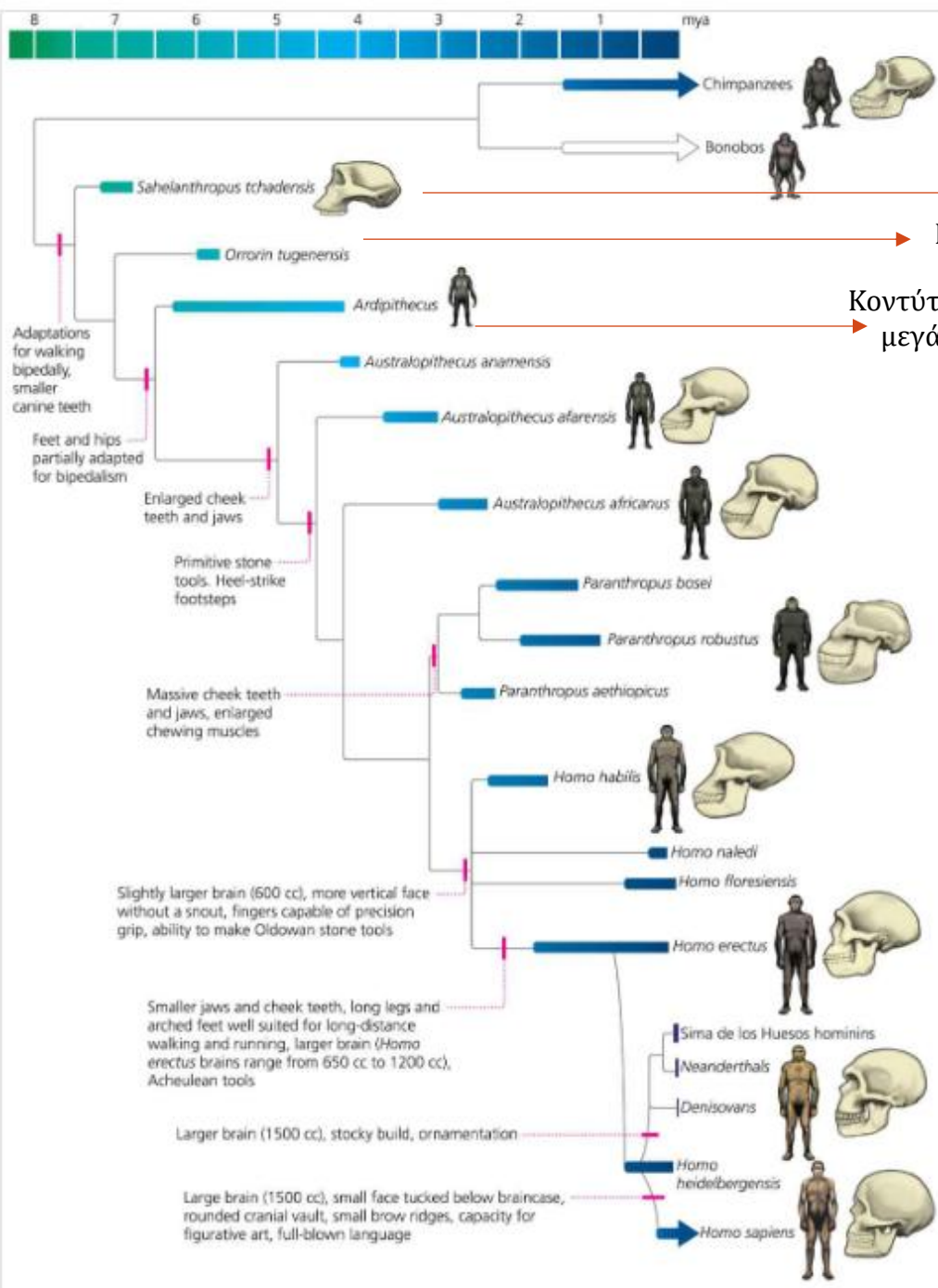
- Η εξέλιξη της δίποδης-όρθιας στάσης και δίποδης βάδισης σχετίζεται με κύριες σκελετικές αλλαγές (μακρύτερα κάτω άκρα, σχήμα λεκάνης, καμπυλότητα σπονδυλικής στήλης, μεγάλο δάκτυλο & καμάρα ποδιού, θέση ινιακού τμήματος-νωτιαίου μυελού/εγκεφάλου).
- Διατηρημένα ίχνη δίποδης βάδισης

4. Μείωση στη διαφορά μεγέθους μεταξύ των φύλων.

Στους Ανθρωπίνους, η διαφορά μεγέθους μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων αποτελεί κύριο γνώρισμα φυλετικού διμορφισμού.

- Κατά μέσο όρο, οι αρσενικοί γορίλλες και ουραγκοτάνγκοι είναι δύο φορές βαρύτεροι από τους θηλυκούς, ενώ οι αρσενικοί χιμπατζήδες είναι περίπου 1,35 φορές βαρύτεροι από τους θηλυκούς.
- Στους ανθρώπους, οι άρρενες είναι (κατά μέσο όρο) περίπου 1,2 φορές βαρύτεροι από τα θήλεα.





Θέση ινιακού τρήματος

Κεφαλή μηριαίου οστού

Κοντύτερα δάκτυλα χεριών, αντικατό μεγάλο δάκτυλο ποδιού, αλλά πιο δύσκαμπτο άκρο πόδι

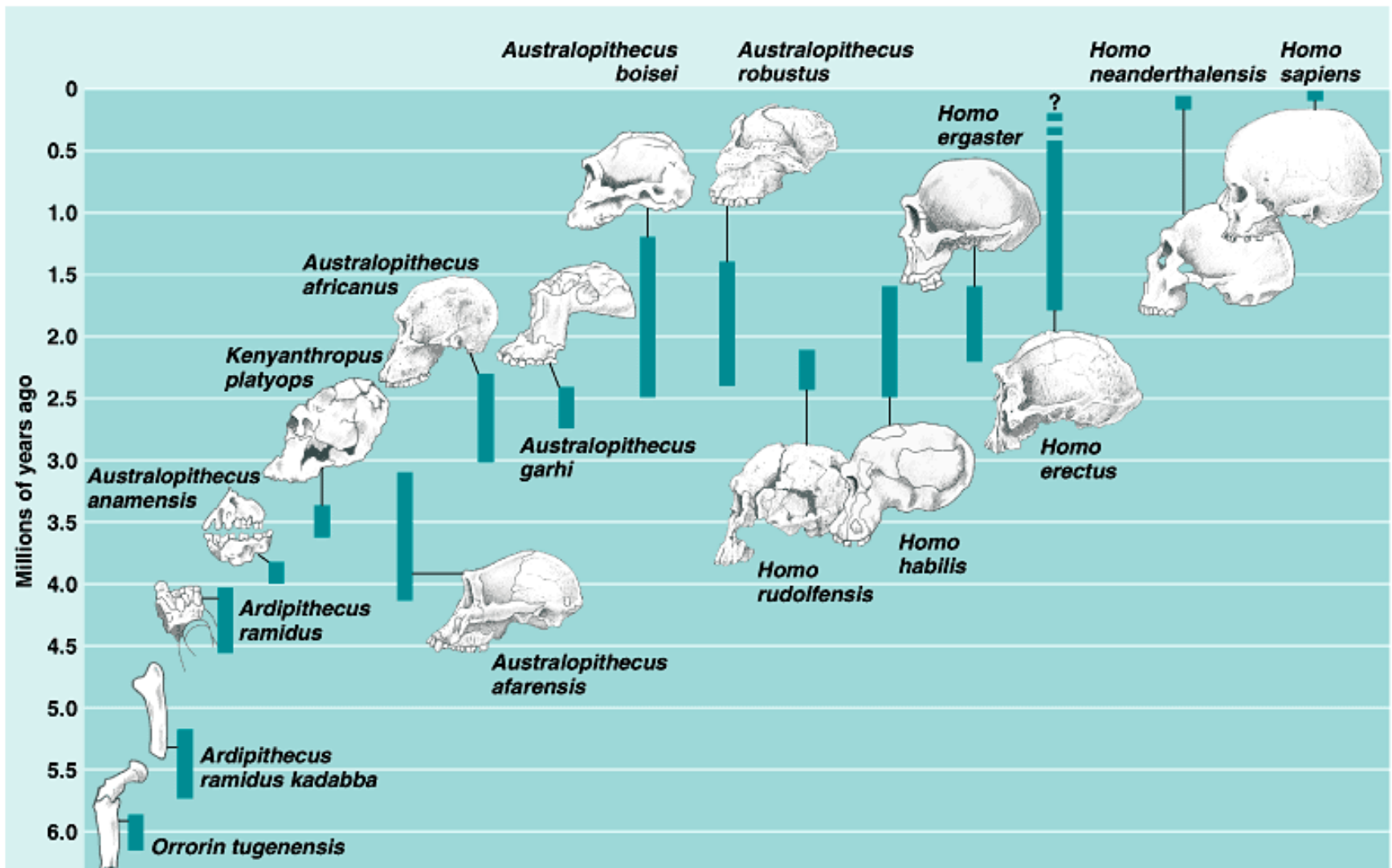


Οι Ανθρωπίνοι μετακινούνται στη σαβάνα

- Επικίνδυνη ζωή! Ανάγκη για γρήγορη σκέψη και **συνεργασία** σε ομάδες.
- Σταδιακή **μείωση τριχοφυΐας** (όχι τρίχωμα), λόγω ανάγκης για **εφίδρωση**, αλλά διατήρηση τριχωτού κεφαλής για προστασία από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία → **σκούρα επιδερμίδα**
- **Η όρθια στάση (διποδισμός)**
 - Επιτρέπει τον έλεγχο για θηρευτές σε μακρινές αποστάσεις (μακρινή όραση)
 - Είναι πιο αποδοτική ενεργειακά
 - Εκθέτει μικρότερη έκταση του σώματος στην ακτινοβολία του ηλίου
 - Απελευθερώνει τα χέρια για τη μεταφορά αντικειμένων, τροφής, χρήση όπλων και εργαλείων
 - Προσφέρει μεγαλύτερη αντοχή για μακρινά ταξίδια



Ανθρωποϋπόστατοι/Ανθρωπίνοι (Hominini)

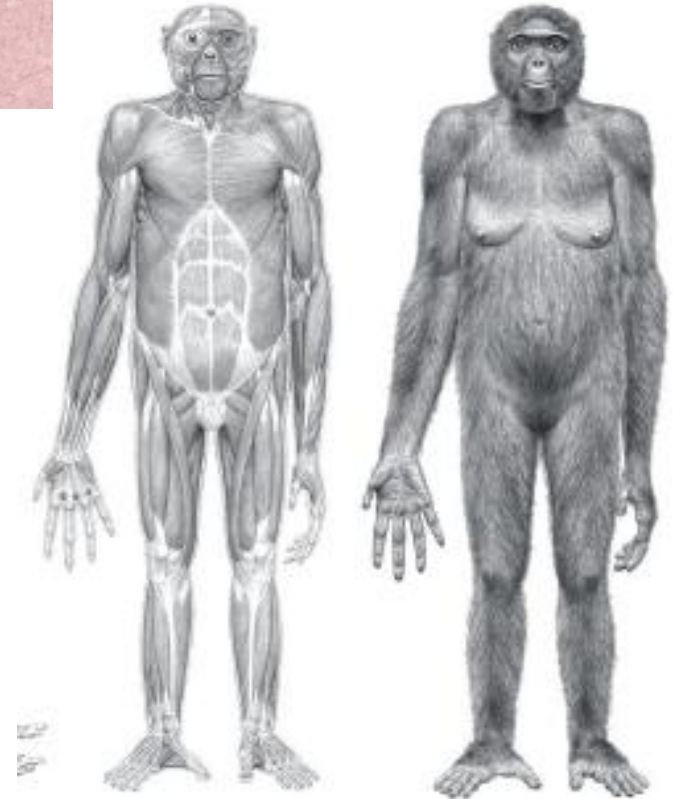
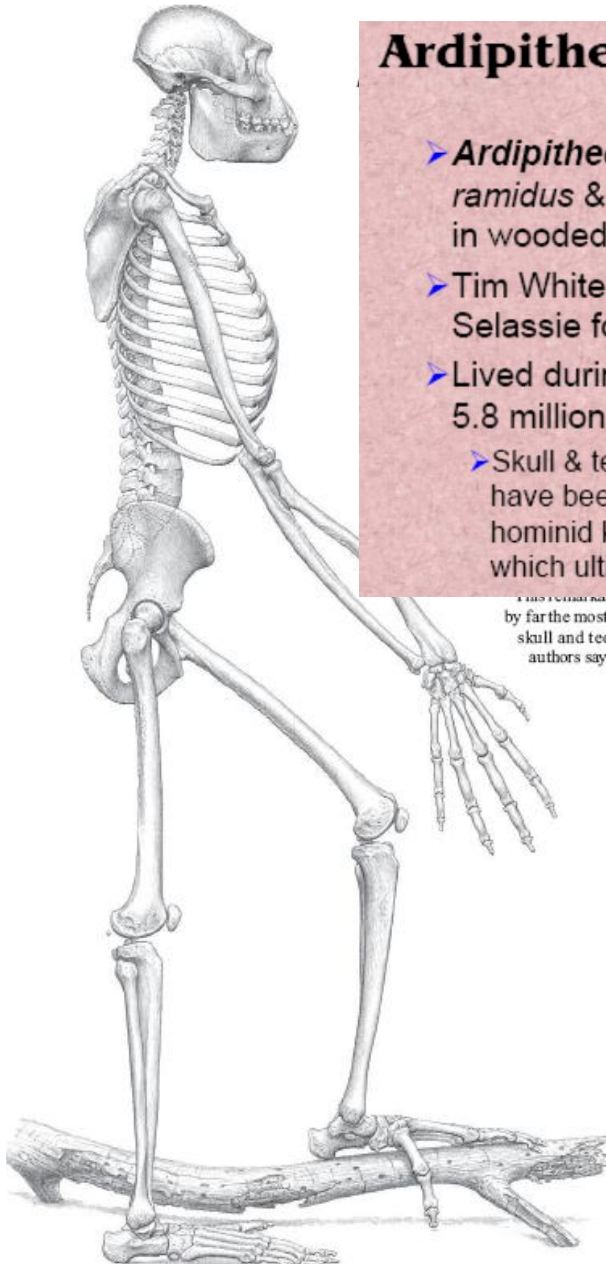


Ardipithecus

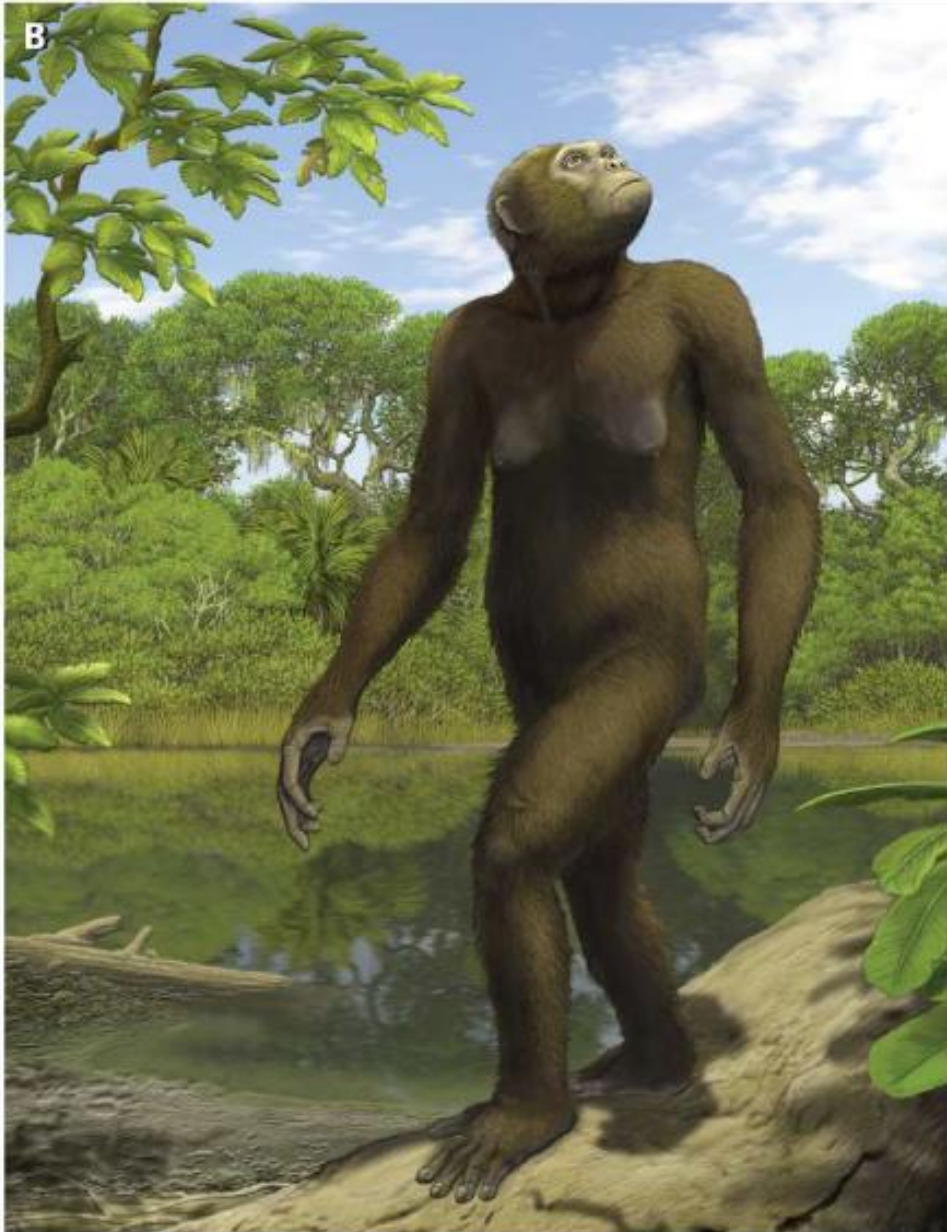
Ardipithecus: an Early Hominid

- *Ardipithecus*--apelike in size, two species (*A. ramidus* & *A. kadabba*), these probably lived in wooded areas
- Tim White found *A. ramidus* in 1992, Haile-Selassie found *A. kadabba* in 1998
- Lived during late Miocene, between 4.5 and 5.8 million years ago, *A. kadabba* is older
 - Skull & teeth of *A. ramidus* similar to humans, may have been semi-biped, gave rise to Pleistocene hominid known as *Australopithecus anamensis*, which ultimately gives rise to *Homo*

This skeleton is by far the most complete of any hominid ever found. The skull and teeth are also very similar to those of modern humans, authors say.



Ardipithecus



A: David L. Brill; B: Carl Buell



Οι διάφοροι Ανθρωπίνοι πριν την περίοδο των *Homo* (pre-*Homo* hominids) ταξινομούνται στο γένος *Australopithecus* (“νότιος πίθηκος”)

- Ο πρώτος Αυστραλοπίθηκος, *A. africanus*, ανακαλύφθηκε το 1924 από τον Raymond Dart σε ένα λατομείο στη Νότιο Αφρική.
 - Από αυτόν και άλλους σκελετούς, ο *A. africanus* περπατούσε πιθανώς σε πλήρως όρθια στάση και είχε ανθρωπόμορφα χέρια και δόντια.
 - Ωστόσο, ο εγκέφαλος ήταν μόλις το 1/3 του μεγέθους του εγκεφάλου των σύγχρονων ανθρώπων.
- Το 1974, ένα νέο απολίθωμα, πλήρες κατά ~40%, ανακαλύφθηκε στην περιοχή Afar της Αιθιοπίας.
 - Το απολίθωμα αυτό ονομάστηκε «*Lucy*» και περιγράφηκε ως το νέο είδος: *Australopithecus afarensis*.



Australopithecus afarensis

(Ηλικία απολιθώματος: 4 - 2.5 εκατ. χρόνια, East Africa)

1. Ανακατασκευή του κρανίου

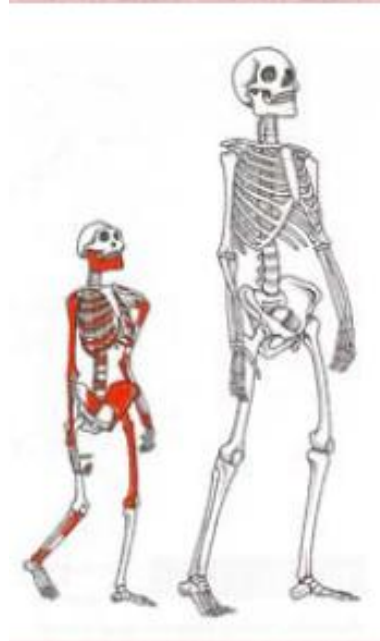


2. Ανακατασκευή της κεφαλής



- Μικρό κρανίο και εγκέφαλος (~400-500 κυβ. εκ.)
- Ανθρωπόμορφο αλλά μικρό σώμα (~25-50 kgr)
- Δίποδη βάδιση (πιο ίσια πόδια)
- Μικροί κυνόδοντες, μεγάλοι γομφίοι
- Ωστόσο αρκετές ομοιότητες με τους χιμπατζήδες και τους γορίλλες (ένδειξη κοινής καταγωγής)

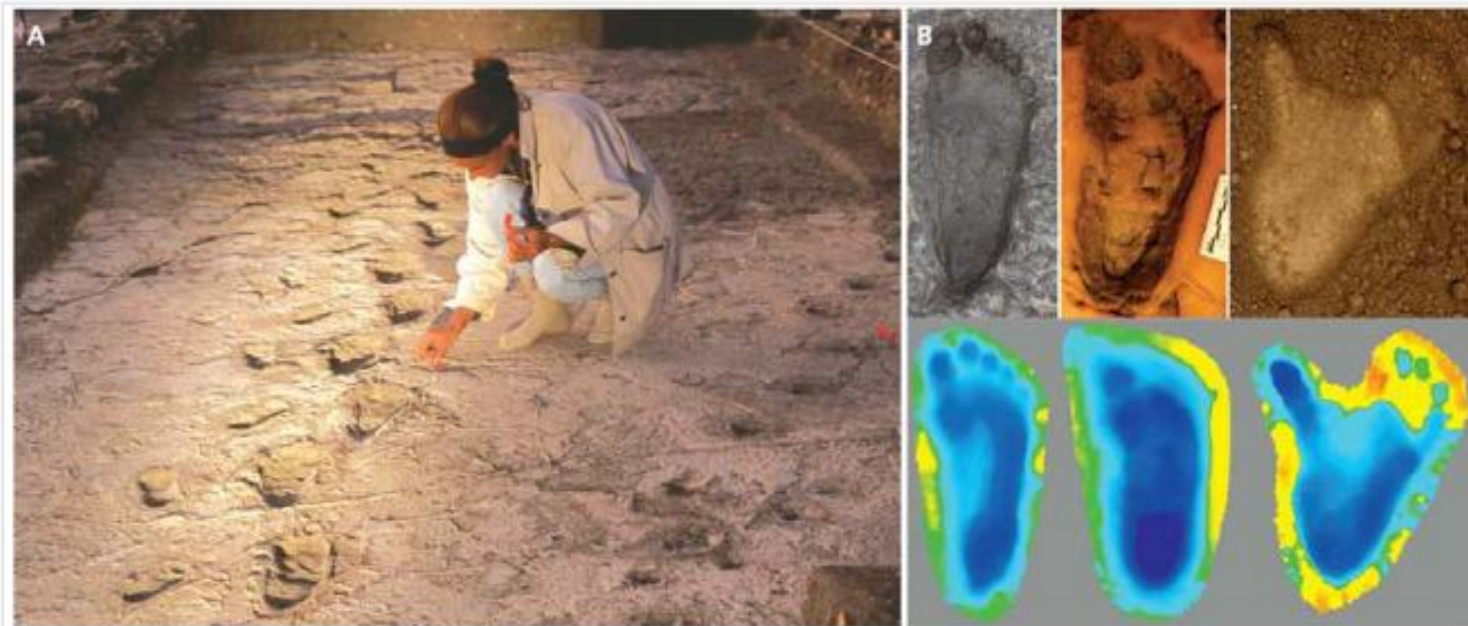
Lucy



Left--Lucy walking next to modern woman, red areas are fossil parts recovered of Lucy

Above—the Afar region in Ethiopia where the bones of Lucy were found

Australopithecus afarensis

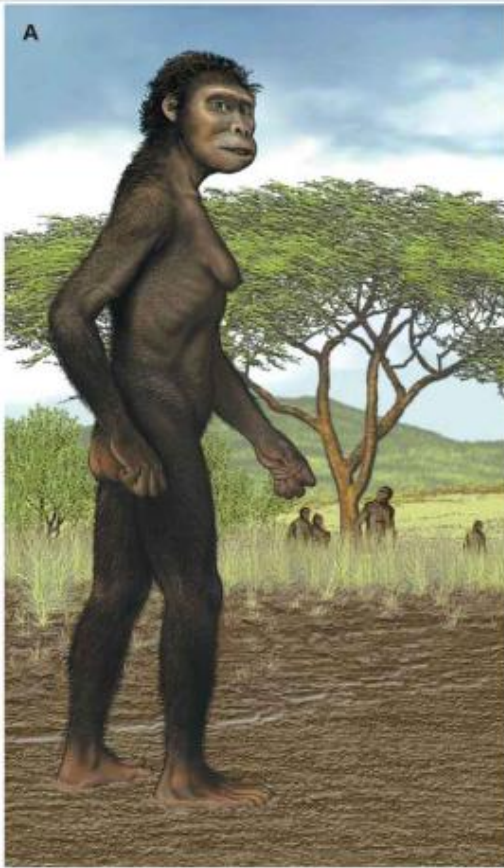


A: Kenneth Garrett / Getty Images; B: Kevin G. Hatala

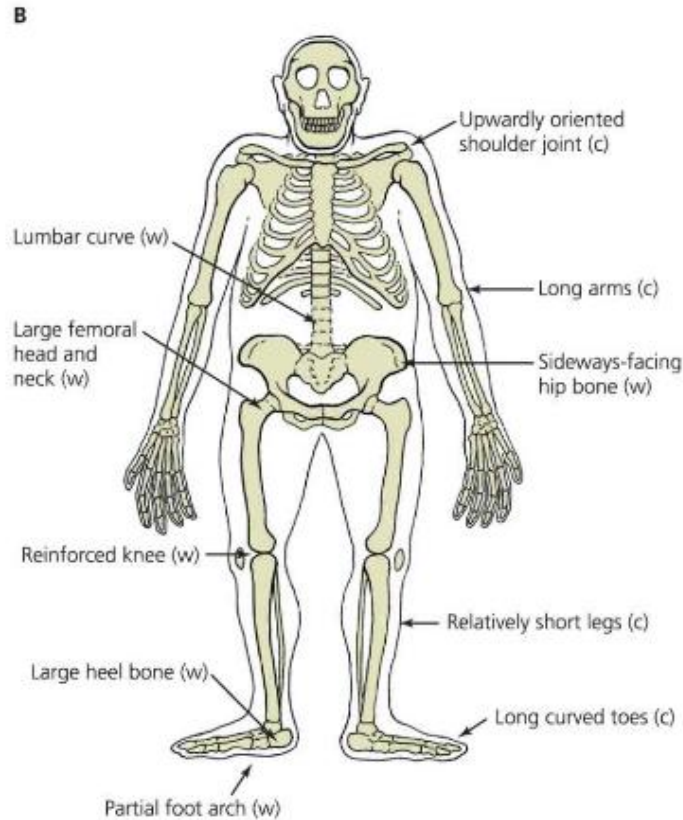
Figure 17.11 A: A volcanic eruption 3.6 million years ago in Tanzania preserved the footprints of bipedal hominins — probably *Australopithecus afarensis*. B: The top row shows, left to right, a human footprint, a Laetoli footprint, and a chimpanzee footprint. The bottom row shows the depth of the footprints. Dark blue corresponds to areas of greatest depth. Shallow depths are shown on a gradient from blue to green to yellow to orange. This analysis shows that the Laetoli hominins had a walking gait strikingly like our own.



Australopithecus afarensis



Zimmer/Emlen, *Evolution: Making Sense of Life*, 3e, © 2020 W. H. Freeman and Company
A: Carl Buell

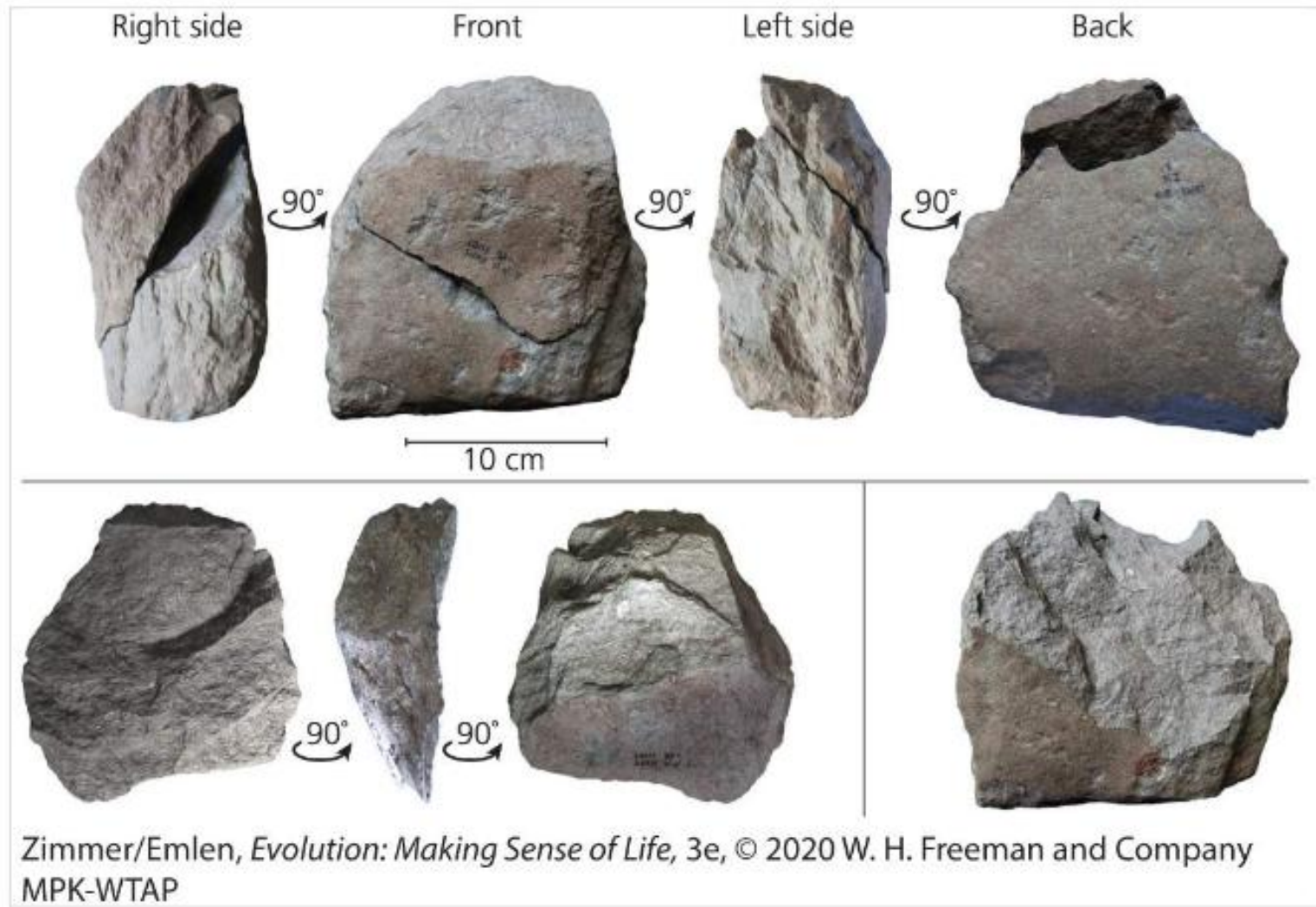


- Μείγμα πιθηκοειδών και ανθρωποειδών χαρακτηριστικών (δίποδο, καμπυλωτά οστά δακτύλων)
- Ζούσε σε πεδιάδες (συνθήκες σαβάννας)
- Διαμόρφωση αντίχειρα
- Φυλετικός διμορφισμός
- Σημάδια πολιτισμού
- Ανάπτυξη χρήσης εργαλείων

Figure 17.13 A: *Australopithecus afarensis*, which lived from 3.7 to 3 million years ago, likely could walk on the ground but also climbed trees. B: The anatomy of *A. afarensis* was an amalgam of adaptations for both types of locomotion (c: inferred adaptations for climbing; w: inferred adaptations for walking). (Data from [Lieberman 2011](#))



Australopithecus afarensis



Δημιουργήθηκαν νέες προοπτικές για την επιβίωση (νέες πηγές τροφής, θρεπτικών ουσιών, ενέργειας!) → οι ανθρωπίνοι μετατράπηκαν σε ευκαιριακοί σαρκοφάγοι (απομεινάρια νεκρών ζώων που σφαγιάσθηκαν από άλλα αρπακτικά)



Australopithecus

Ένα βασικό ερώτημα στην παλαιοανθρωπολογία είναι ποιοι από τους *Australopithecines* αποτέλεσαν εξελικτικά αδιέξοδα και ποιοί αποτέλεσαν σταθμούς στη φυλογενετική γραμμή που οδήγησε στον κλάδο των *Homo*.

- Δύο γενεαλογικές γραμμές εμφανίστηκαν μετά τον *A. afarensis*:

α) οι **εύρωστοι** ή «**ρωμαλαίοι**» (robust) *australopithecines* με ισχυρά κρανία και δυνατές σιαγόνες και δόντια για σύνθλιψη και μάσηση σκληρών τροφών (*Paranthropus sp.* = *P. aethiopicus*, *P. boisei*, *P. robustus*)

β) οι **λεπτοί** ή «**κομψοί**» (gracile) *australopithecines* που έφεραν χαρακτηριστικά για διατροφή με μαλακότερες τροφές.

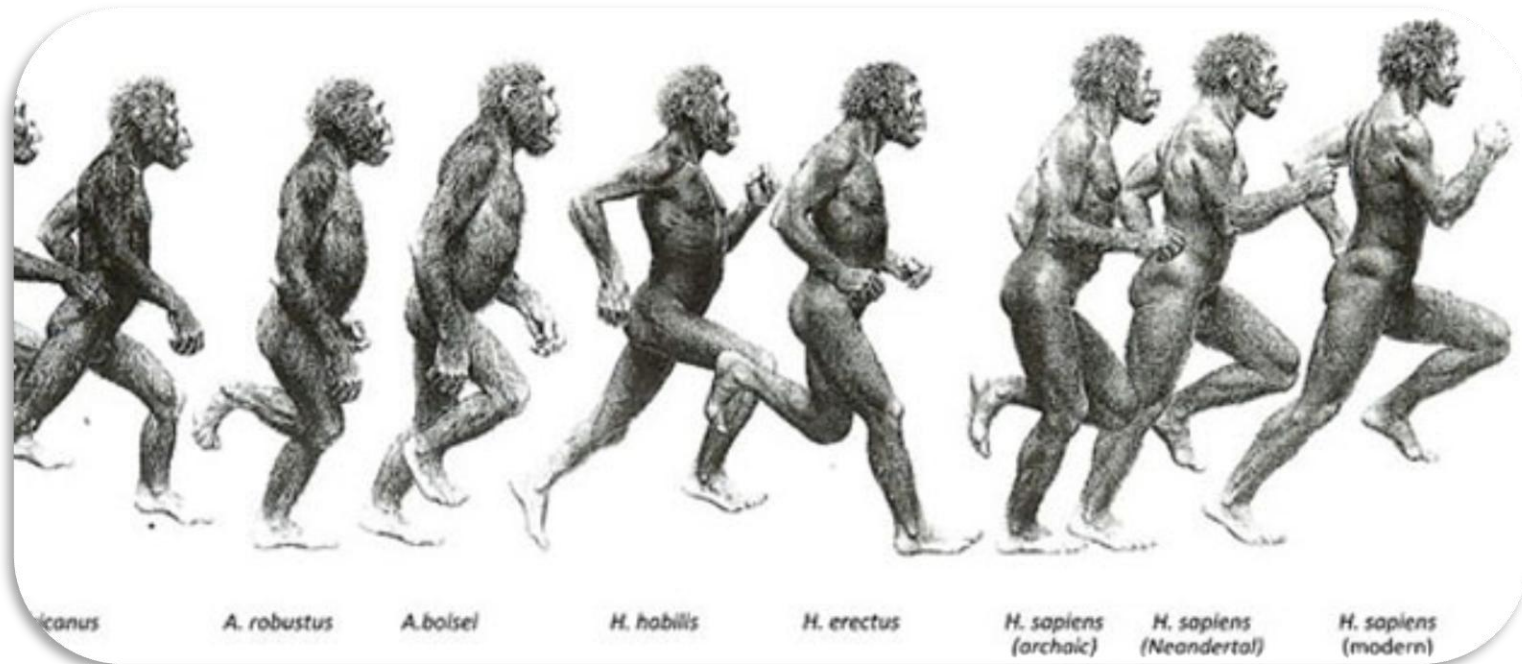
- Οι περισσότεροι ερευνητές συγκλίνουν στο ότι οι εύρωστοι *Australopithecines* ήταν τελικά εξελικτικά αδιέξοδα και πως οι πρόγονοι των *Homo* ανήκαν μάλλον στους λεπτούς *Australopithecines*.



Η εμφάνιση των ανθρώπων

Το Πλειστόκαινο (~2Mya-10.000BP) είναι η εποχή της εμφάνισης των ανθρώπων

- Κατώτερο Πλειστόκαινο (~2.5-1Mya): μεταγενέστερες μορφές *Australopithecus*, πρώτες μορφές *Homo* (*Homo habilis*)
- Μέσο Πλειστόκαινο (>1Mya-130.000BP): *Homo erectus*. Πρώτες μορφές *Homo sapiens*
- Ανώτερο Πλειστόκαινο (130.000-10.000BP): Neanderthals, σύγχρονος *Homo sapiens*



Τα πιο πρώιμα απολιθώματα που οι ανθρωπολόγοι τοποθετούν στο γένος *Homo* κατηγοριοποιούνται ως ***Homo habilis*** (=επιδέξιος).

- Τα απολιθώματα αυτά ποικίλουν ηλικιακά από 2.5 έως 1.6 εκατ. ετών.
- Το συγκεκριμένο είδος είχε προγναθικές σιαγόνες και μεγαλύτερο εγκέφαλο (~ 600 - 750 cm³) από τους *australopithecines*.
- Ικανότητα να σκαρφαλώνει, αλλά βάδισμα σχεδόν ανθρώπινο
- Σε ορισμένες περιπτώσεις, βρέθηκαν μαζί με τα απολιθώματα και αιχμηρά πέτρινα εργαλεία και κομμένα οστά ζώων, ένδειξη ότι κάποιοι μεταγενέστεροι Ανθρωπίνοι είχαν αρχίσει να χρησιμοποιούν το μυαλό και τα χέρια τους για την κατασκευή εργαλείων.
- Ευρήματα κοινωνικής δομής
- Αύξηση ποσοστού κρέατος στη διατροφή
- Πιθανή ανάπτυξη συστήματος επικοινωνίας (εντύπωμα της έλικας Broca σε κρανία *H. habilis*)



DIVERGENCE OF HUMANS FROM CHIMPS

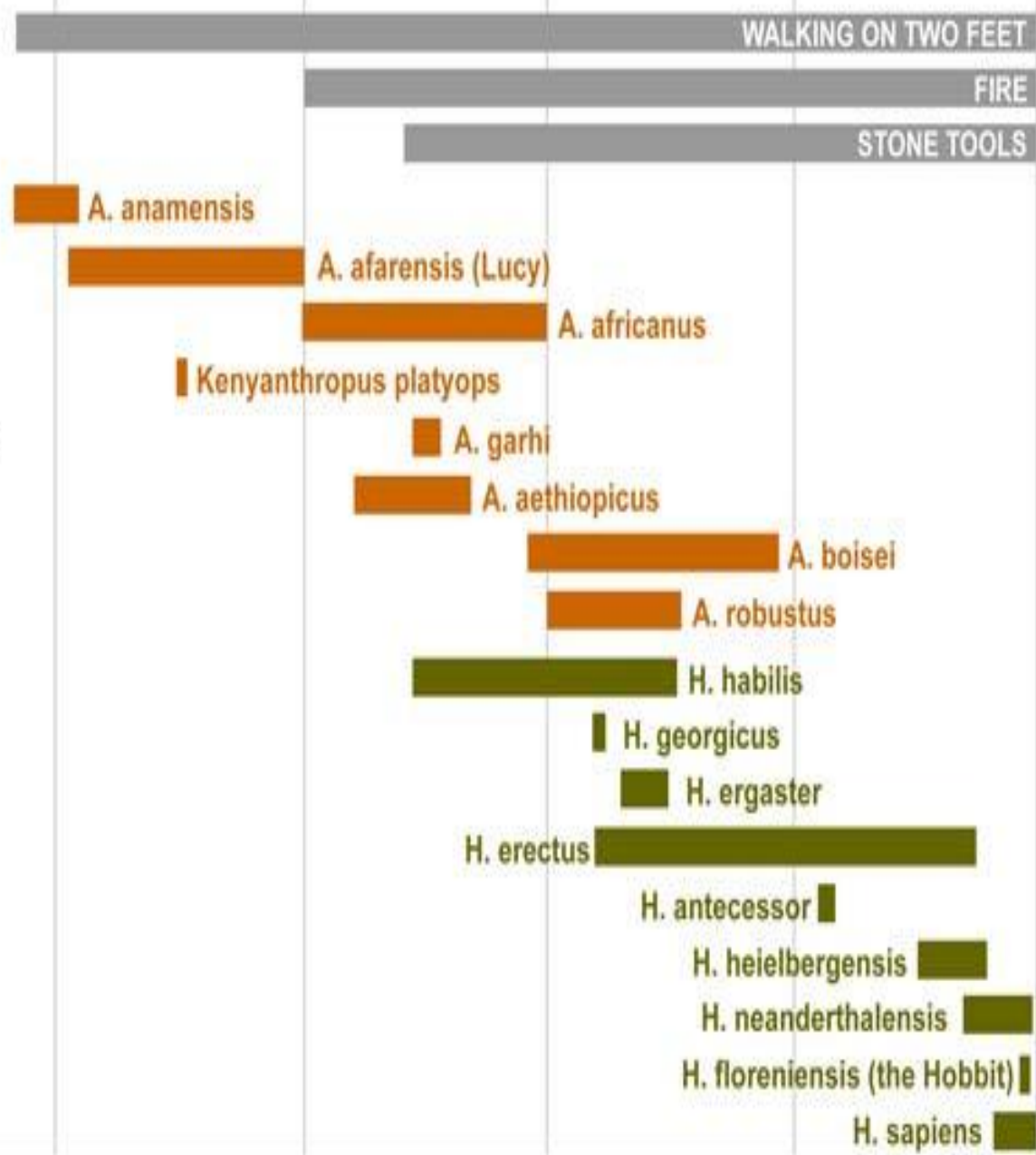
Human Evolution

Because fossils are rare and often in poor shape, the field of human evolution is in a state of constant flux. This chart reflects current best estimates (as of May 2006) for the range of time during which various species are thought to have lived. Major classifications for some groups are hotly debated.

KEY

- Important developments
- Pre-human primates
- Humans

GENUS:
 A: *Australopithecus*
 H: *Homo*



Homo habilis

(Ηλικία απολιθωμάτων: 2.8 – 1.6 εκατ.χρόνια)

→ East Africa (Ethiopia, Ledi-Geraru)

→ ο 1^{ος} σίγουρος πρόγονος του ανθρώπου - κατασκεύαζε εργαλεία (“Handy Man”)

Κρανίο (απουσιάζει η κάτω γνάθος)



2.8 ΜΥΑ, “LD 350-1”

William H. Kimbel. Institute of Human Origins. Arizona State University

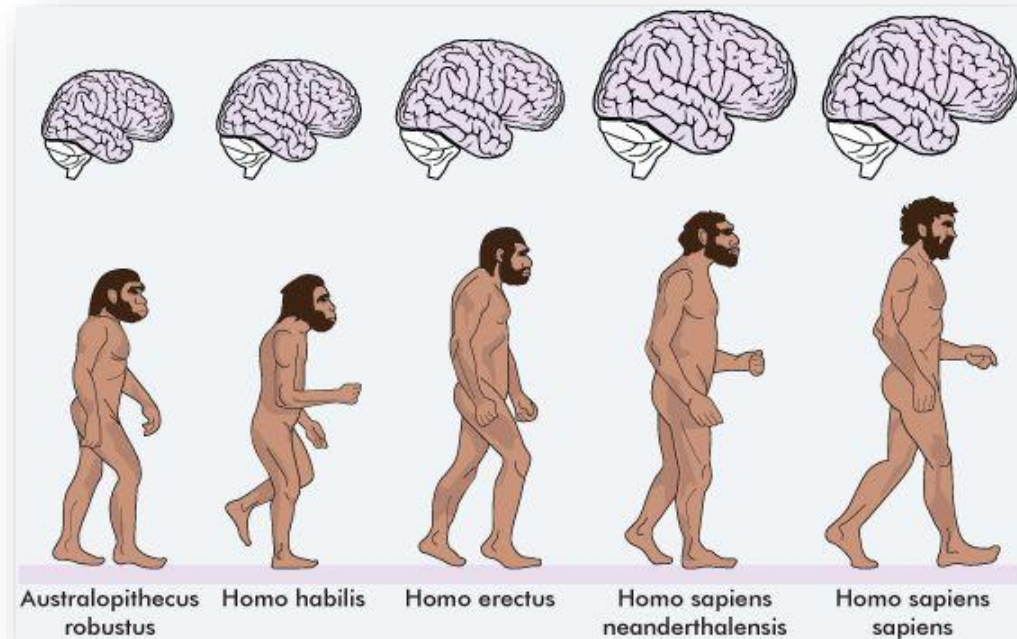
Χαρακτηριστικά:

- | | |
|----------------|--|
| Ύψος: | 1.0 m |
| Όγκος κρανίου: | 630 – 640 cm ³ |
| Βάρος: | ? |
| Κρανίο: | <ul style="list-style-type: none">- λιγότερος προγναθισμός- μεγάλο και πεπλατυσμένο πρόσωπο- ελάχιστα υπερόφρνα τόξα |
| Δόντια: | <ul style="list-style-type: none">- ισχυρή σιαγόνα, μικροί κοπτήρες- μειωμένοι προγόμφιοι και γομφίοι |
| Εργαλεία: | <ul style="list-style-type: none">- Πέτρινα εργαλεία |

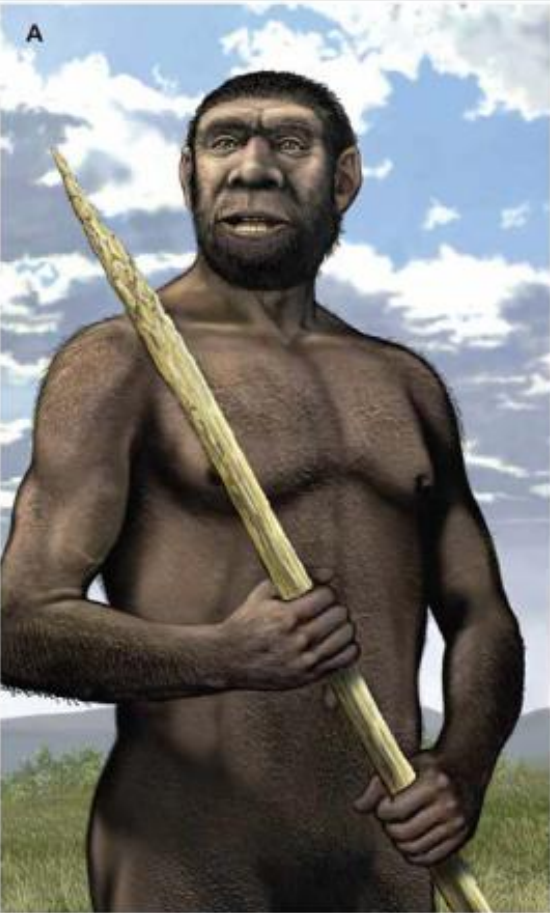


Ο *Homo erectus* ήταν το πρώτο είδος Ανθρωπίνων που μετανάστευσε εκτός της Αφρικής, εποικώντας την Ασία και αργότερα την Ευρώπη.

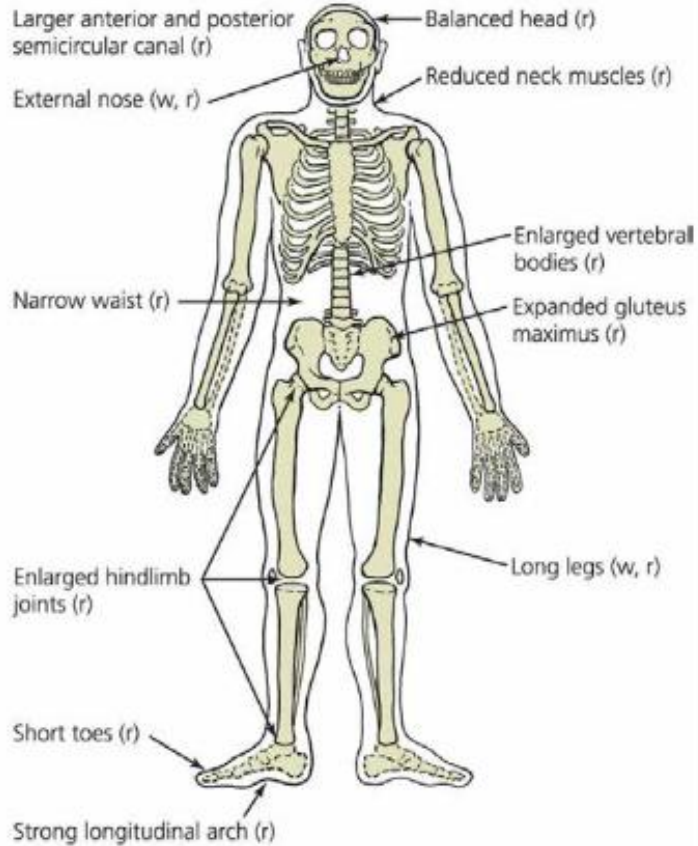
- Έζησε περίπου 1,8 εκατ. με ~500kYA χρόνια πριν.
 - Απολιθώματα από την Ασία είναι γνωστά με ονόματα όπως “Beijing man” και “Java Man” (1891).
 - Στην Ευρώπη, από τον *H. erectus* προέκυψαν οι άνθρωποι που είναι γνωστοί ως *H. heidelbergensis* (~700YA) και από αυτούς οι *Neanderthals* (~250kYA).
- Συγκρινόμενος με τον *H. habilis*, ο *H. erectus* ήταν ψηλότερος, είχε μεγαλύτερο εγκέφαλο (κατά μέσο όρο ~ 1,100 cm³), και είχε φυλετικό διμορφισμό όπως οι σύγχρονοι άνθρωποι.
- Ανακάλυψη φωτιάς (~1MYA)
 - Κρεατοφαγία
 - Χτίσιμο μόνιμων κατοικιών
 - Καταμερισμός εργασίας
 - Παράταση προσδόκιμου επιβίωσης
 - Εξέλιξη λόγου-επικοινωνίας
 - Μετανάστευση



Homo erectus



B



Zimmer/Emlen, *Evolution: Making Sense of Life*, 3e, © 2020 W. H. Freeman and Company

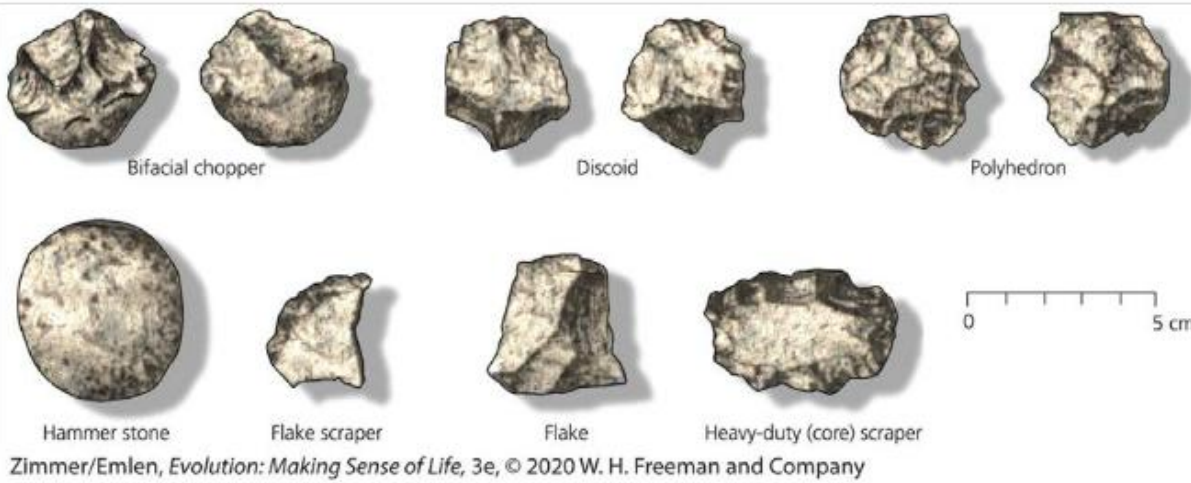
A: Carl Buell

Homo erectus



Λίμνη Turkana, Αιθιοπία (1984): Απολίθωμα 1.5-1.6ΜΥΑ ενός 12χρονου αγοριού (“Turkana Boy”), 160εκ. ύψος, λεπτά και μακριά κάτω άκρα, στενή λεκάνη, μεγάλο εγκέφαλο, κυλινδρικό στήρνο, μικρή γνάθο και δόντια





Oldowan
technology
(~3 - 1.2MYA)

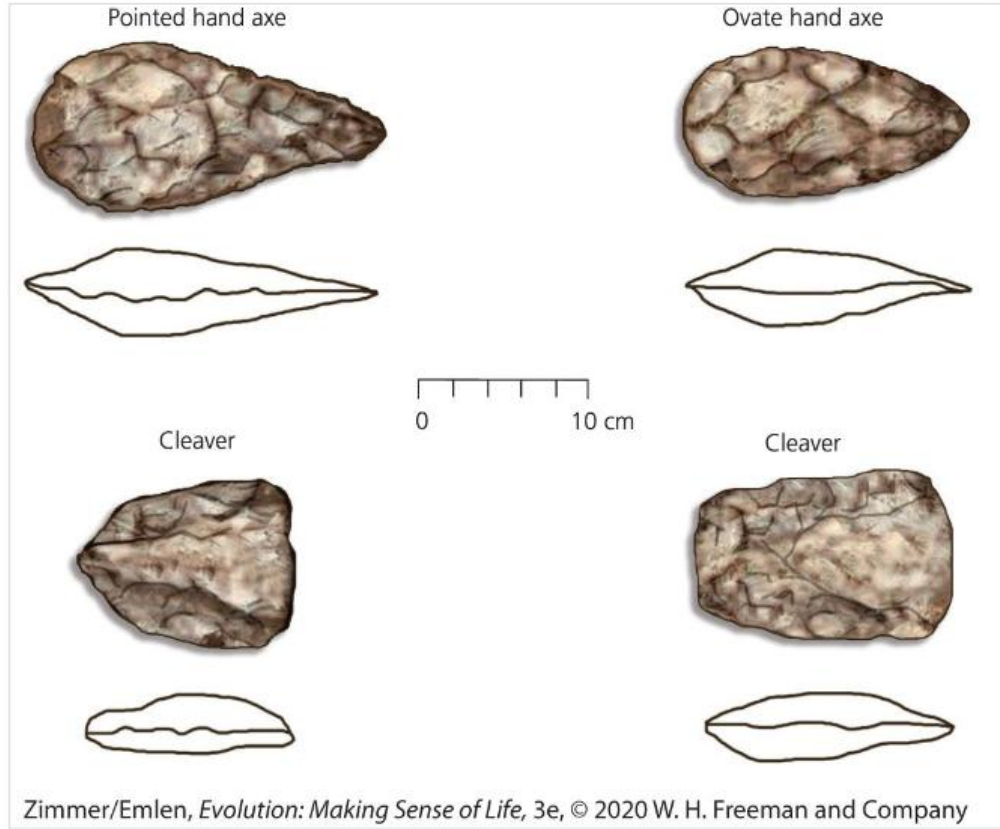
(Τανζανία)

**Χρήση πέτρινων
εργαλείων**

The Acheulean toolkit
(~1.8MYA - ~100.000YA)

Homo erectus

(Αφρική, Ασία, Ευρώπη)

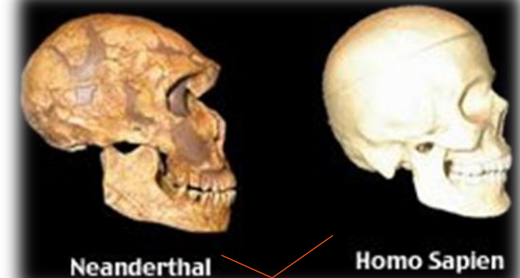


Homo neanderthalensis

- Έζησε στην Ευρώπη και στη ΝΔ και Α Ασία
- 400.000 (απολιθώματα) με 40.000 YA
- Δεν αριθμήσε ποτέ περισσότερα από 100.000 άτομα
- 1856, Neander Valley, Germany
 - Ανακαλύπτεται το 1^ο κρανίο *Neanderthal*

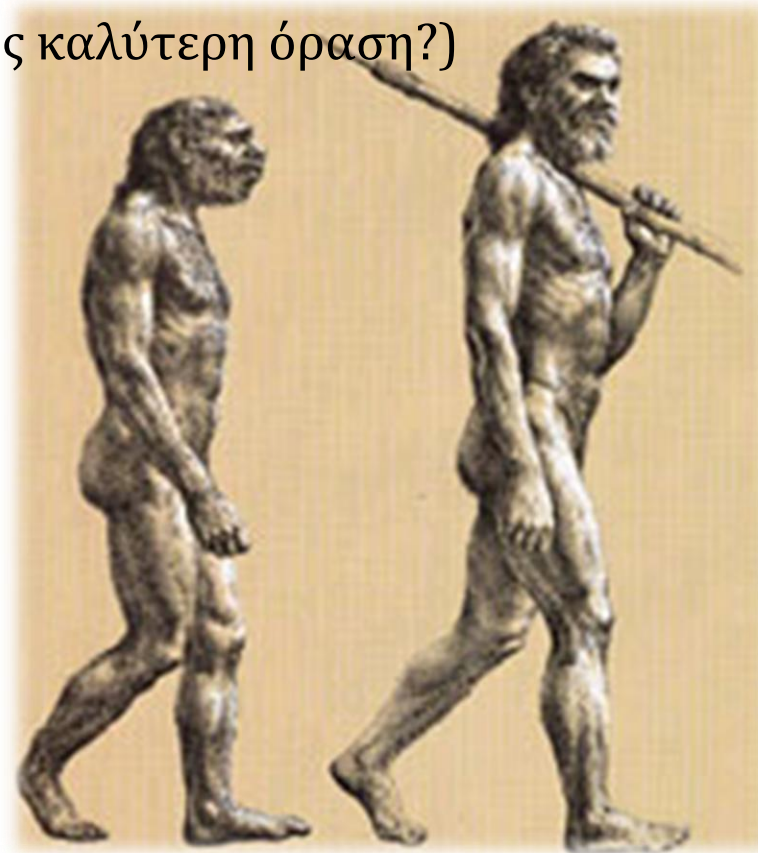
Ο όρος **Neanderthal** χρησιμοποιείται πλέον για να υποδηλώσει τους ανθρώπους που έζησαν στην Ευρώπη από ~250.000-40.000 YA.

- Απολιθωμένα κρανία καταδεικνύουν πως οι **Neanderthals** είχαν εγκέφαλο τόσο μεγάλο όσο του σύγχρονου ανθρώπου, αν και με ελαφρώς διαφορετικό σχήμα.
- Οι **Neanderthals** ήταν σε γενικές γραμμές πιο στιβαροί από τους σύγχρονους ανθρώπους.



NEANDERTHALS VS *HOMO SAPIENS*

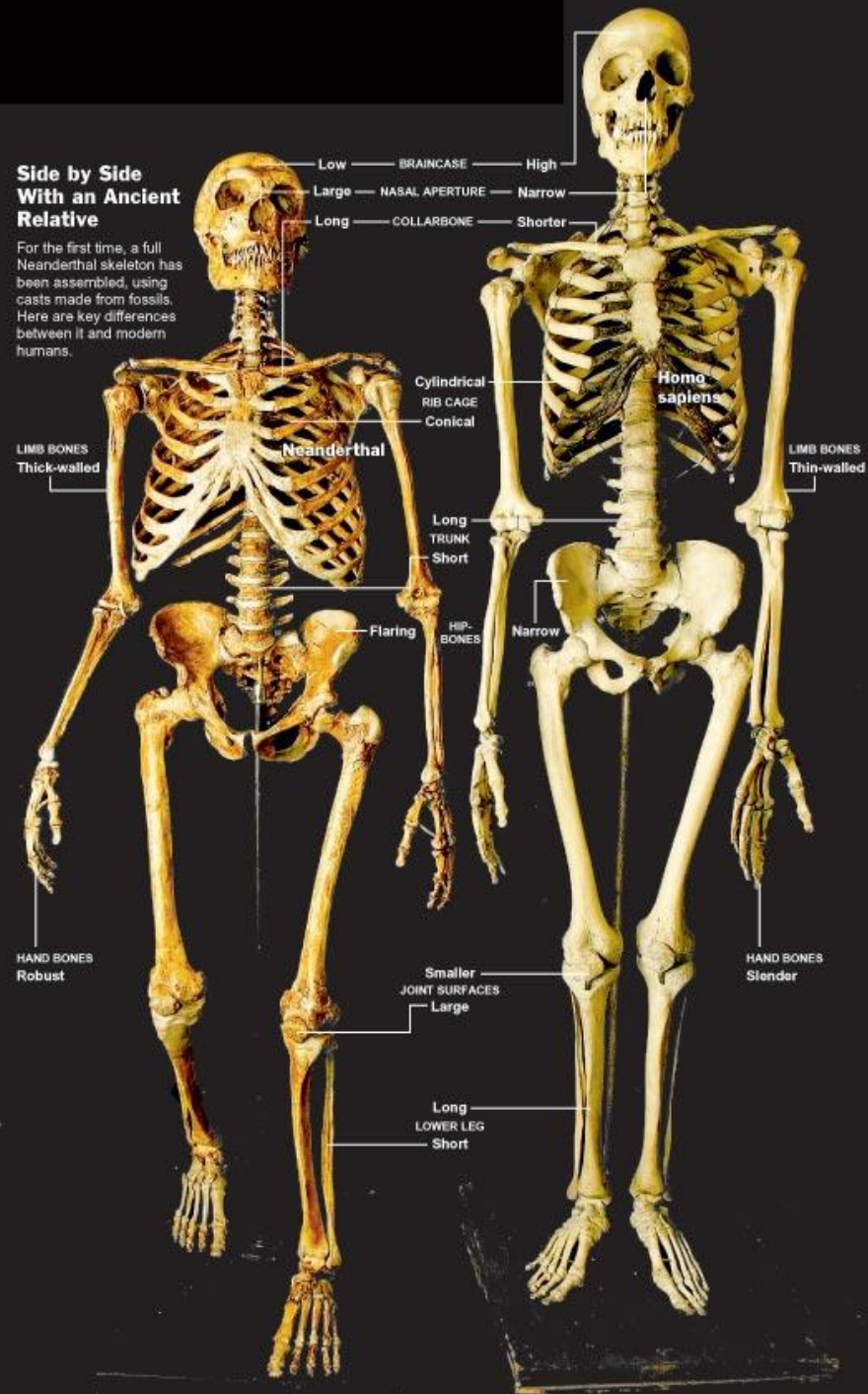
- Ύψος ~1.5m, Βάρος ~84 kgr
- Μεγαλύτερη μύτη, κεφάλι, οστά και μύες
 - Ογκοδέστεροι, πιο δυνατοί από τους *H. sapiens*
 - Αποτελεσματικοί και καλά προσαρμοσμένοι στο κρύο περιβάλλον
 - Μεγαλύτερες οφθαλμικές κόγχες (πιθανώς καλύτερη όραση?)
- Λιγότερο ευκίνητοι
 - Κοντά άκρα και φαρδιές λεκάνες
- Ποικιλία τροφής
 - Κυνήγι ζώων
- Ικανότητα αυτοέκφρασης
 - Κοσμήματα, τελετουργικά



NEANDERTHALS VS *HOMO SAPIENS*

Side by Side With an Ancient Relative

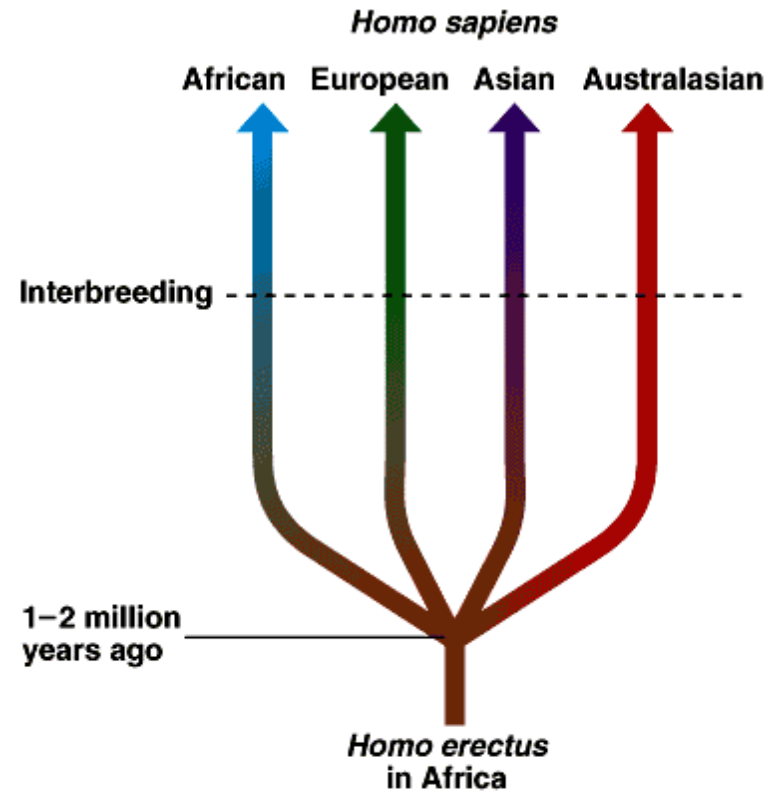
For the first time, a full Neanderthal skeleton has been assembled, using casts made from fossils. Here are key differences between it and modern humans.



Δύο εναλλακτικές υποθέσεις έχουν διατυπωθεί για την προέλευση των ανατομικά σύγχρονων ανθρώπων:

A. Το μοντέλο της πολυτοπικής εξέλιξης (**multiregional hypothesis**), σύμφωνα με το οποίο οι σύγχρονοι άνθρωποι εξελίχθηκαν παράλληλα στις περιοχές που κατοικούνταν από τους ντόπιους πληθυσμούς του *H. erectus*.

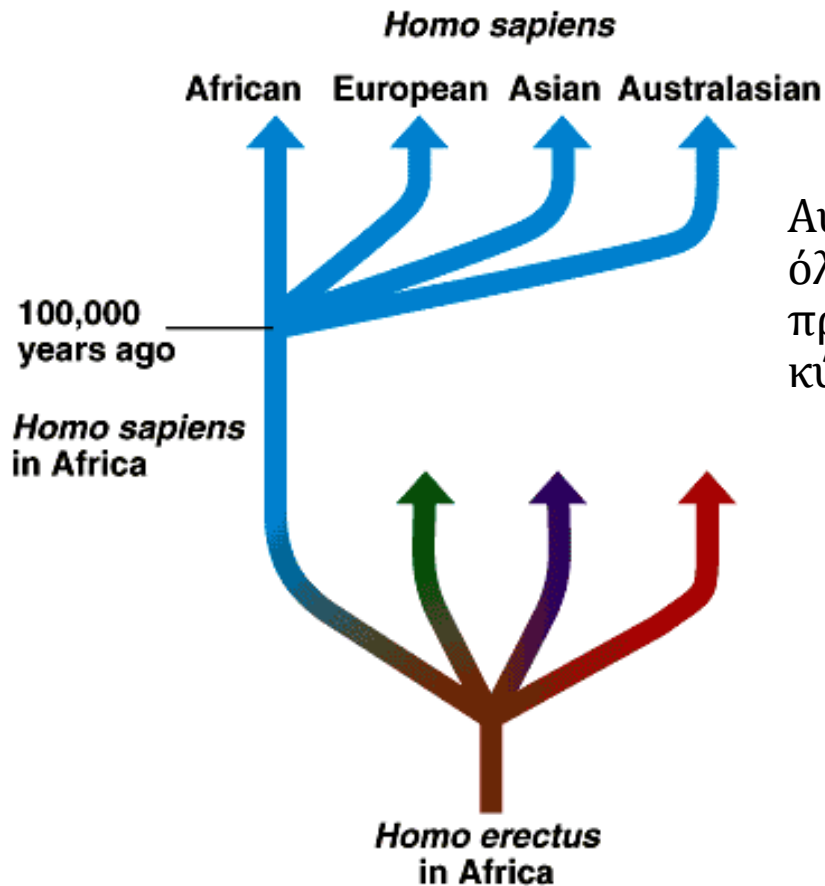
Με βάση αυτή τη θεώρηση, η τεράστια γενετική ομοιότητα μεταξύ των σύγχρονων ανθρώπων είναι αποτέλεσμα της περιστασιακής διασταύρωσης μεταξύ γειτονικών πληθυσμών.



(a) Multiregional hypothesis



B. Το μοντέλο της εξόδου από την Αφρική (“**Out of Africa**”) ή η **υπόθεση αντικατάστασης**, υποστηρίζει πως όλοι οι *Homo sapiens* σε ολόκληρο τον κόσμο εξελίχθηκαν ως αποτέλεσμα ενός δεύτερου μεγάλου κύματος μετανάστευσης *Homo sapiens* εκτός Αφρικής, που συνέβη ~100.000 ΥΑ.



Αυτή η μετανάστευση αντικατέστησε πλήρως όλους τους τοπικούς πληθυσμούς *Homo sp.* που προέρχονταν από τα πρώτα μεταναστευτικά κύματα του *Homo erectus*.

Και τα δύο μοντέλα αναγνωρίζουν την προέλευση της ανθρωπότητας από την Αφρική

(b) “Out of Africa” hypothesis (replacement hypothesis)

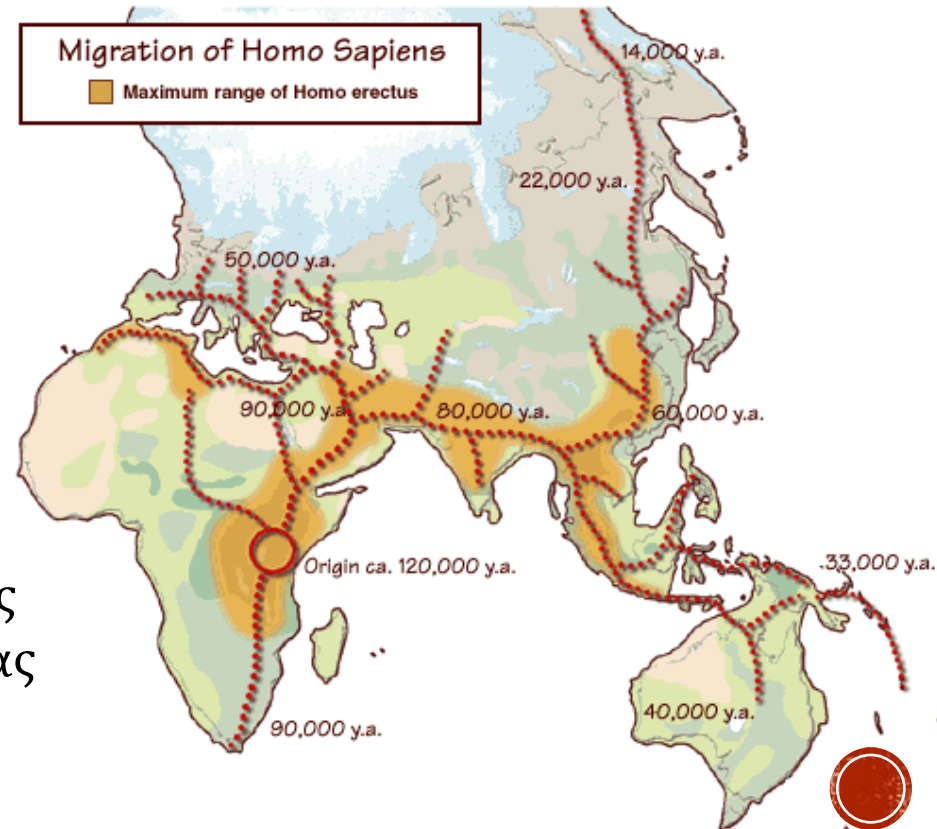


OUT OF AFRICA THEORY

- >1 MYA
 - Ο *Homo erectus* μεταναστεύει εκτός Αφρικής και εξελίσσεται σε πληθυσμούς Neanderthal
- Οι εναπομείναντες πληθυσμοί του *Homo erectus* στην Αφρική εξελίσσονται σε *Homo sapiens*
- Απολιθώματα *Homo sapiens* στην Αφρική από ~300.000 YA (Morocco)

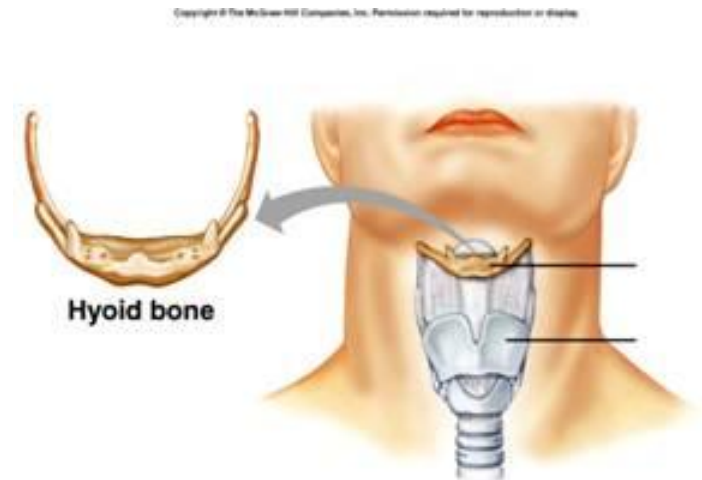


- 100.000 YA (ή 200.000 YA)
Οι άνθρωποι μεταναστεύουν εκτός Αφρικής και πάλι, αντικαθιστώντας άλλους Ανθρωπίνους.

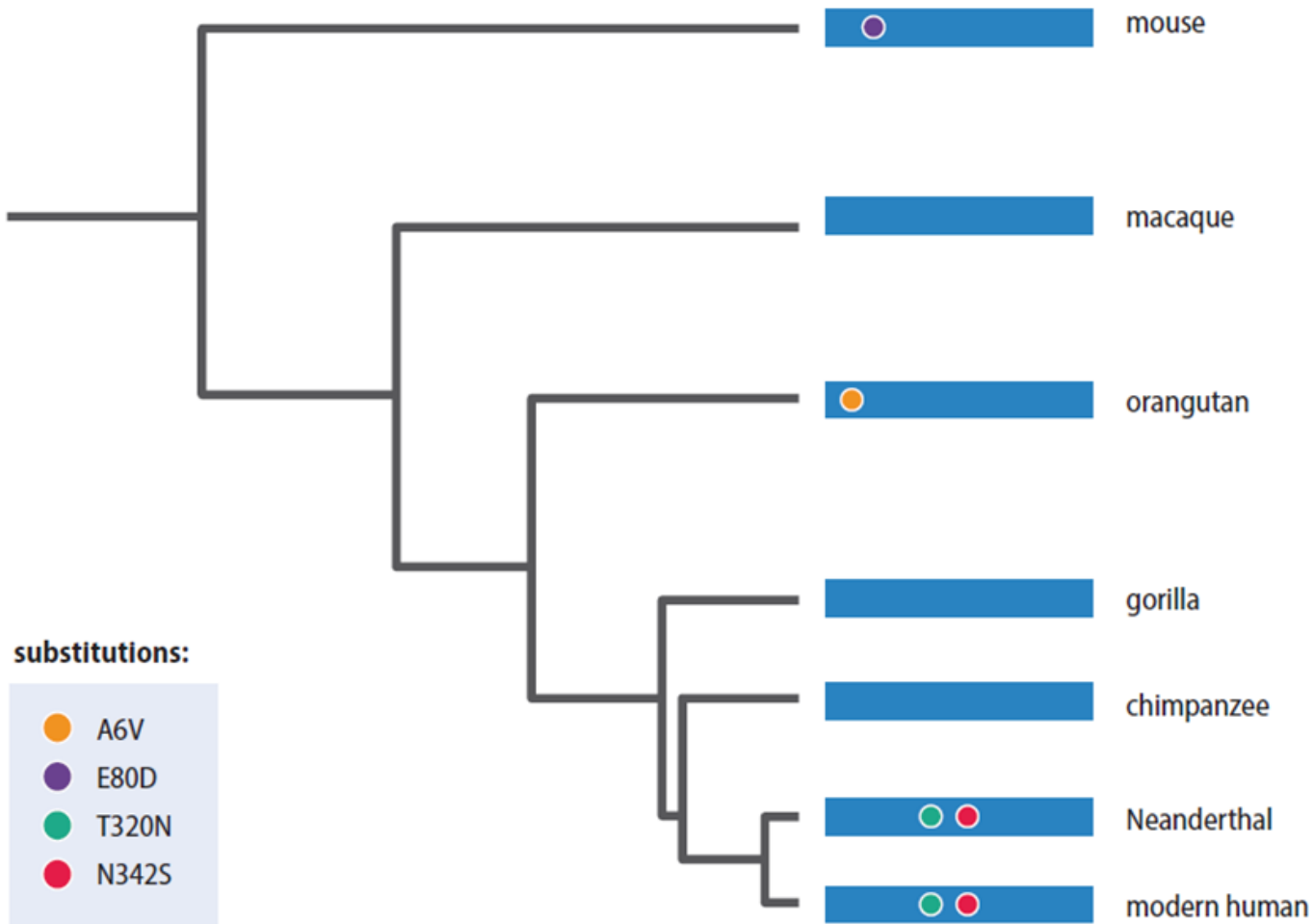
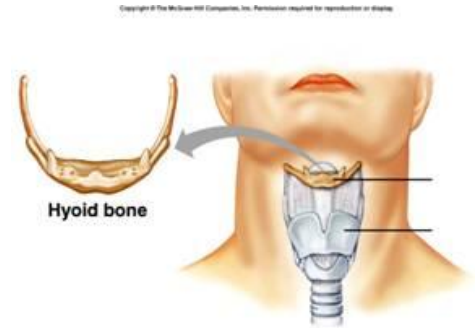


ΓΛΩΣΣΑ

- Υοειδές οστό
 - Επιτρέπει στον άνθρωπο να παράγει μία ευρεία γκάμα ήχων απαραίτητων για τη γλώσσα (έναρθρος λόγος) και την επικοινωνία
- *FOXP2*
 - “Language gene”
 - Υπεύθυνο για τη γνωστική ικανότητα των ανθρώπων να αντιλαμβάνονται μία σύνθετη γλώσσα (λειτουργία εγκεφάλου)
- Και τα δύο ανωτέρω υπήρχαν στους Neanderthals. Μιλούσαν, ωστόσο, κάποια γλώσσα?



ΓΛΩΣΣΑ

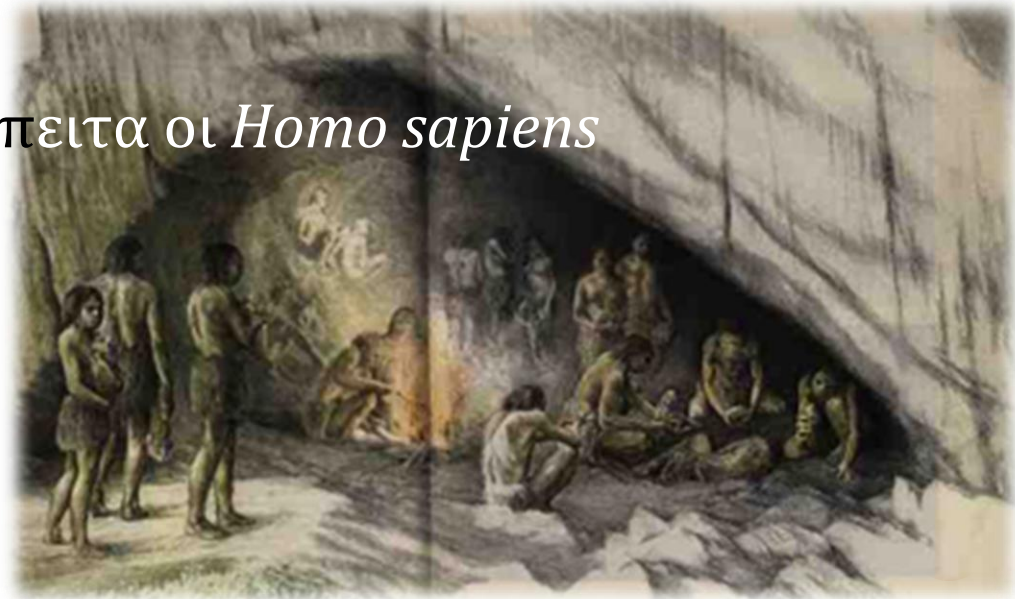


FOXP2
Κατευθύνουσα
επιλογή



ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ

- Κοινωνική μονάδα
 - Αποτελούνταν από μέλη της ευρύτερης οικογένειας
 - Φρόντιζαν τους άρρωστους και τους πληγωμένους
 - Ζούσαν κυρίως μέσα σε σπηλιές
- Όπως οι σύγχρονοι άνθρωποι...
 - Γνώριζαν πώς να χρησιμοποιήσουν τη φωτιά
 - Κατασκεύαζαν σύνθετες προσωρινές κατασκευές για καταφύγιο όταν μετανάστευαν
 - Έγδερναν ζώα
- Δεν είχαν τέχνη όπως μετέπειτα οι *Homo sapiens*

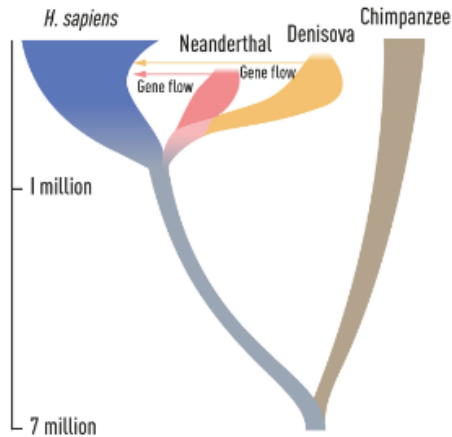
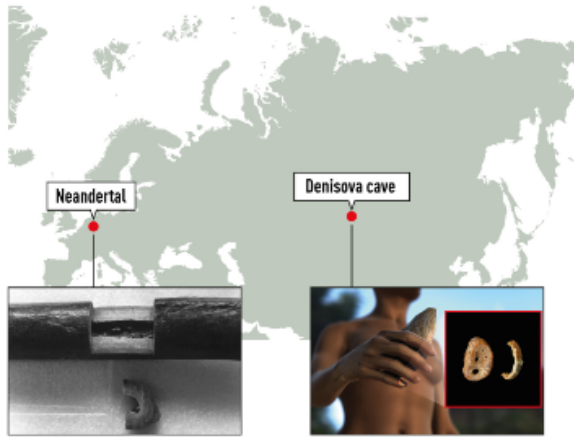



ΤΑΦΕΣ

- Οι πρώτοι Ανθρωπίνες που είναι γνωστό ότι ενταφίαζαν τους νεκρούς
- Δεν είναι γνωστό εάν επρόκειτο για τελετή ή απλά γινόταν προς αποφυγή των ζώων θηρευτών
- Ταφές με πολλά άτομα
- Συνήθως μέσα σε σπηλιές/πέτρινα καταφύγια
- Μερικοί τάφοι ήταν γεμισμένοι με αντικείμενα και λουλούδια (απολιθωμένη γύρη)
 - Εσκεμμένα ή όχι? Αν ναι, τότε ήταν ικανοί για ανώτερα επίπεδα σκέψης, συμβολισμό και πιθανώς γλώσσα
- Περιστασιακός καννιβαλισμός (σημάδια κοπής στα οστά των νεκρών από πέτρινα εργαλεία)



Σύγκριση γονιδιωμάτων *Homo sapiens* & *Neanderthals*



 The 2022 Nobel Prize in Physiology or Medicine



"for his research in the field of genomes of extinct hominins and human evolution"

Date

3 October 2022

Figure 2. A. Pääbo extracted DNA from bone specimens from extinct hominins. He first obtained a bone fragment from Neanderthal in Germany, the site that gave name to the Neanderthals. Later, he used a finger bone from the Denisova Cave in southern Siberia, the site that gave name to Denisovans. B. Phylogenetic tree showing the evolution and relationship between *Homo sapiens* and the extinct hominins. The phylogenetic tree also illustrates the gene flows d



Homo sapiens & *Neanderthals* στην Ελλάδα



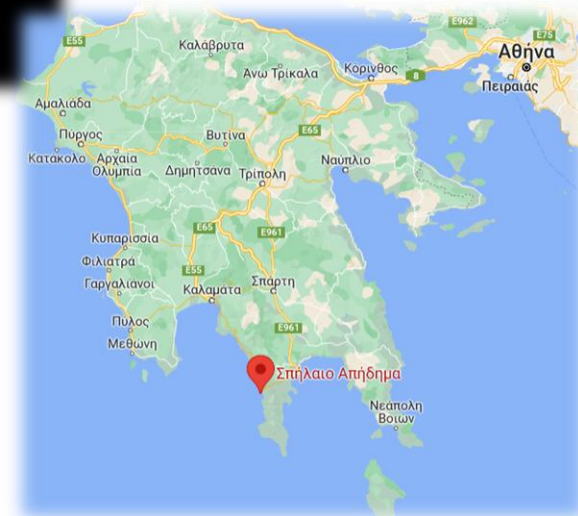
Apidima 2
(~170.000 YA)

Neanderthal

Apidima 1
(~210.000 YA)

Homo sapiens

Αν η χρονολόγηση είναι σωστή, τότε πρόκειται για τα αρχαιότερα απολιθώματα στην περιοχή της Ευρασίας που υποστηρίζουν την άποψη ότι οι *Homo sapiens* εξαπλώθηκαν εκτός Αφρικής ακόμη νωρίτερα απ' ό,τι πιστεύαμε μέχρι πρόσφατα.



Homo sapiens sapiens - *Homo neanderthalensis* - Denisovans

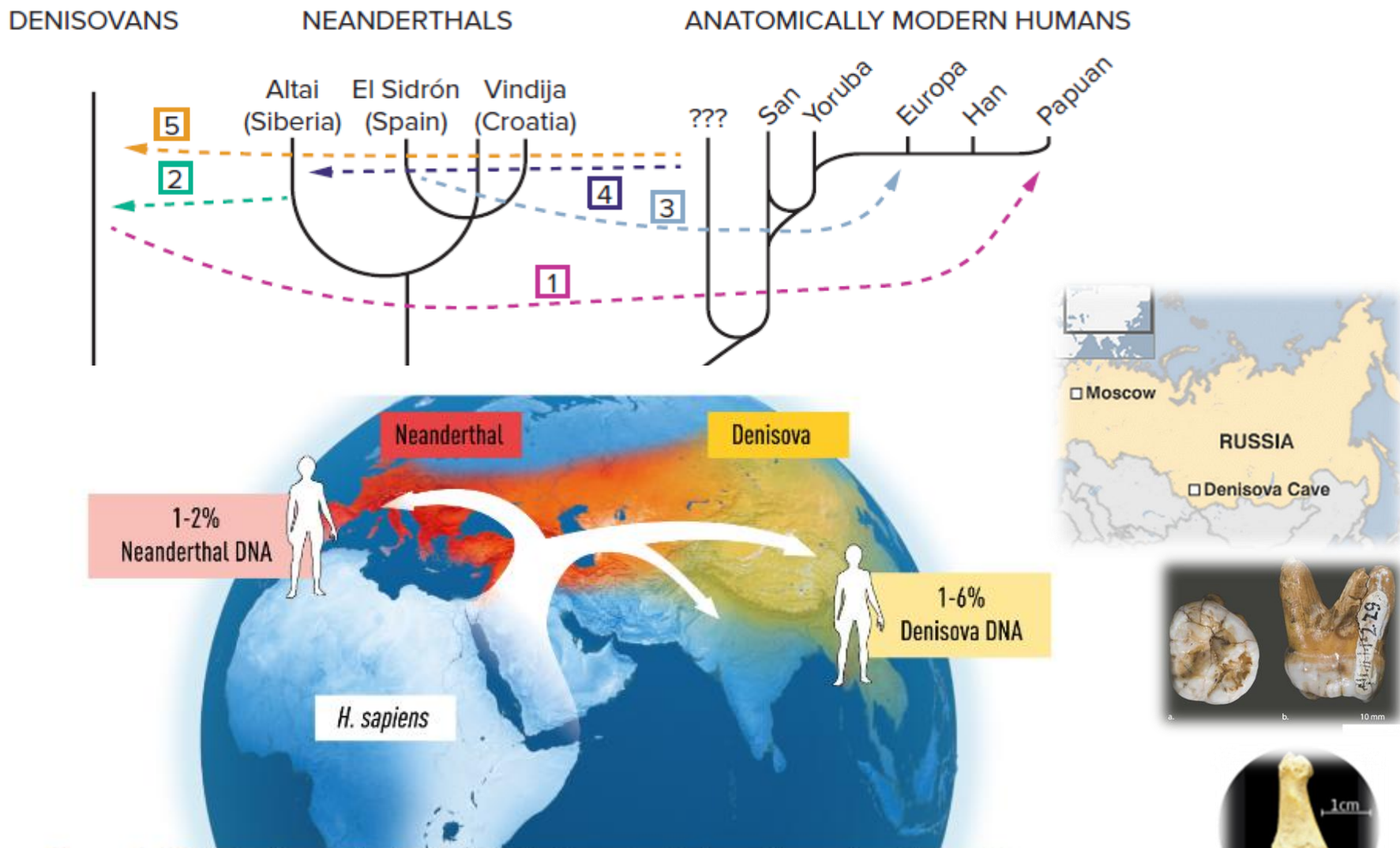
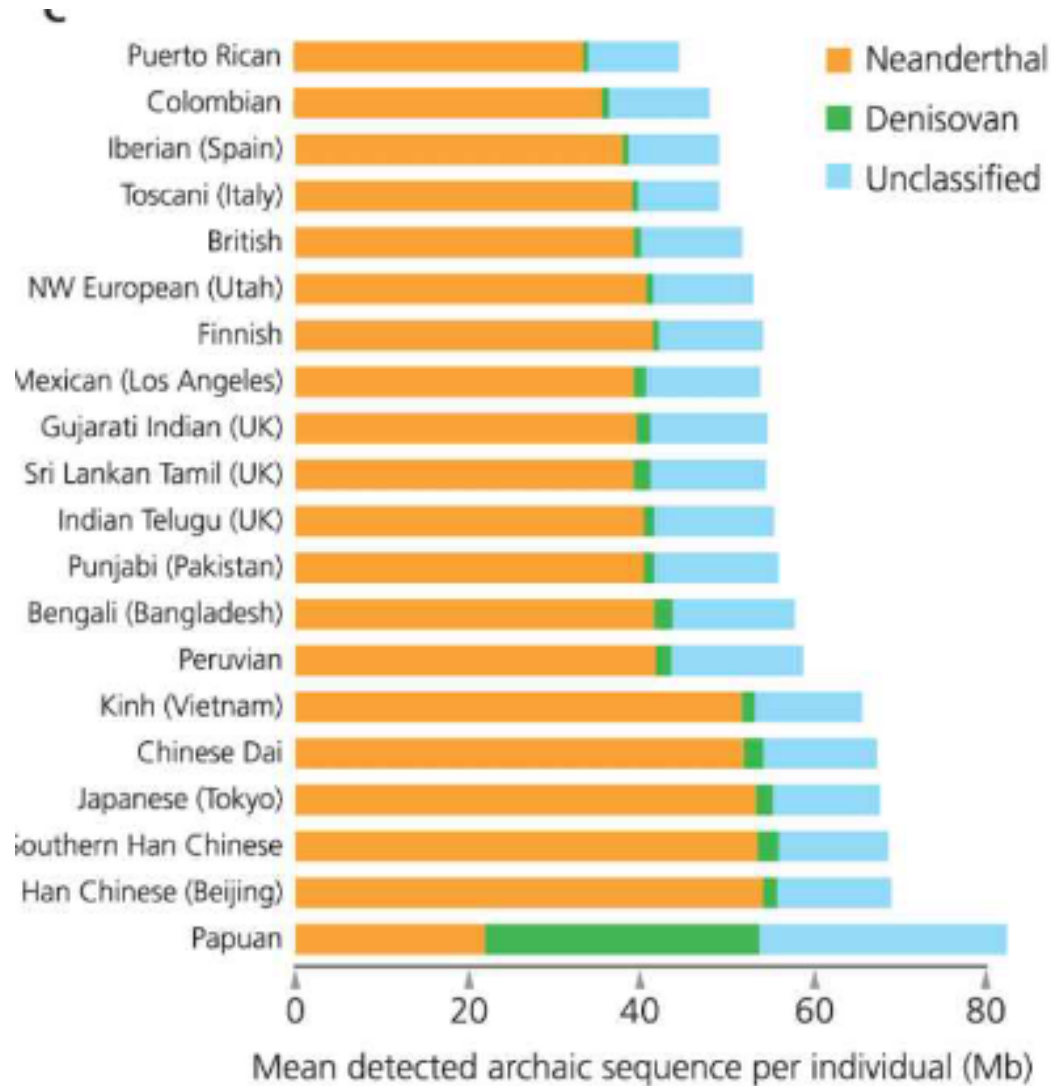


Figure 3. Pääbo's discoveries have provided important information on how the world was populated at the time when *Homo sapiens* migrated out of Africa and spread to the rest of the world. Neanderthals lived in the west and Denisovans in the east on the Eurasian continent. Interbreeding occurred when *Homo sapiens* spread across the continent, leaving traces that remain in our DNA.





Υπολογίζεται πως 1-4% του γονιδιώματος των Ευρασιατών έχει προέλευση από τους Neanderthals. Επίσης, 6% του γονιδιώματος των Αβορίγινων της Αυστραλίας και της Πολυνησίας/Μελανησίας έχει προέλευση από τους Denisovans (ή και από ένα τρίτο – άγνωστο προς το παρόν – είδος που συνυπήρξε χρονικά). Εικάζεται ότι η ύπαρξη αυτού του γονιδιώματος οφείλεται στην ύπαρξη περιστατικών επιμειξίας και γονιδιακής ροής στα προηγούμενα ~100.000 χρόνια.



Table 17.1 Neanderthal Genes in Modern European Genomes

Phenotype	Genes	Hypothesis
Faster blood clotting	<i>SELP</i> (P-selectin)	Benefited Neanderthals in healing from injuries and surviving childbirth. In longer-living modern humans, faster clotting might cause stroke and heart attack.
Innate immunity	<i>TLR1, 6, 10</i> (Toll-like receptors)	Receptor variants alert immune system to respond to microbes and parasites present 100,000–550,000 years ago. Today they may increase risk of allergies, autoimmunity, and inflammatory diseases.
Tobacco use disorder	<i>SLC6A11</i> (solute carrier family 6 member 11)	Impaired ability of neurons to take up gamma-aminobutyric acid, a neurotransmitter, from synapses in brain's addiction center.
Thiamine (vitamin B1) transport	<i>SLC35F3</i> (solute carrier family 35 member F3)	Protein transports vitamin to intestines to metabolize complex carbohydrates that were common in Neanderthal diet, but comprise far less of modern refined-carbohydrate diets.
Urinary problems (infection, incontinence, bladder pain)	<i>STIM1</i> (stromal interaction molecule 1)	Neanderthal variant not expressed well in brain parts that control bladder function.
Actinic keratosis	Circadian clock genes	Neanderthal adaptations to natural patterns of daylight at higher latitudes predispose modern humans to these precancerous skin lesions.
Depression	Circadian clock genes	Gene variants that cause depression in modern humans are closely linked to circadian rhythm genes that had different variants in Neanderthals.

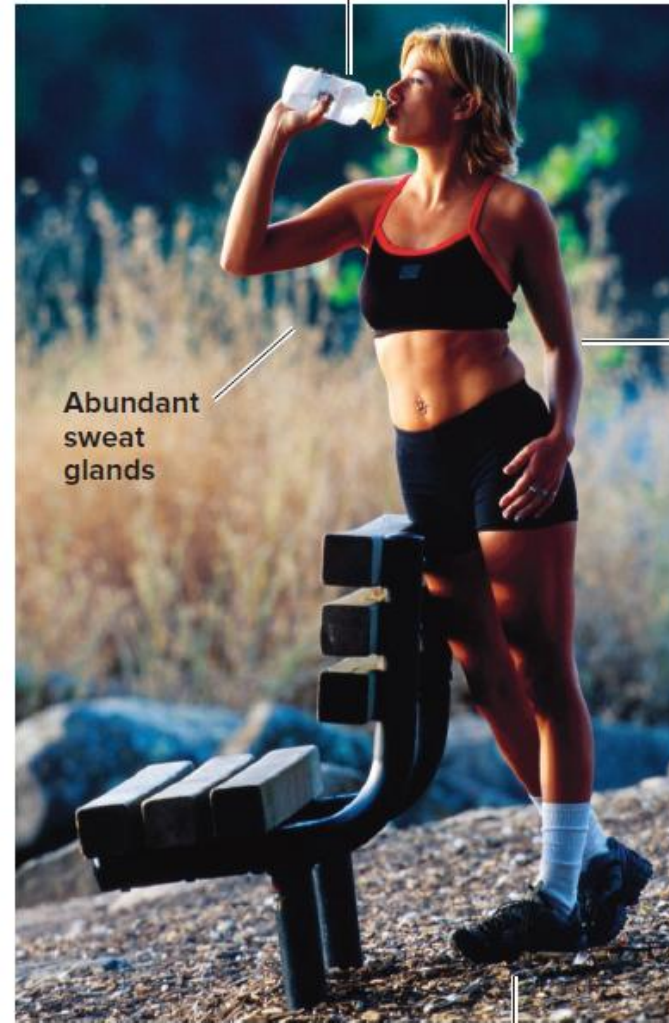


Homo sapiens sapiens



A 5,200-year-old man. Hikers discovered Ötzi the Ice Man in the Ötztaler Alps of northern Italy in 1991.
AFP/Stringer/Getty Images

Human Genetics: Concepts and Applications,
McGraw Hill, 13th ed., 2021



Speech
FOXP2 gene

Big brain
Single genes, copy number variants, and gene expression patterns contribute to human cognition.

Abundant sweat glands

Bare skin
Silenced keratin genes

Walking + running
Ability to put one foot in front of the other; *AHI1* gene

Παραδείγματα θετικής επιλογής στον άνθρωπο

ALTERED ENVIRONMENT	ADAPTATION AND ITS EFFECTS	ASSOCIATED GENETIC VARIANTS
Reduced sunlight (low UV exposure)	decreased pigmentation; decreased melanin in skin allows more efficient transmission of the depleted UV to a deep layer of the dermis, where a photolytic reaction is needed to synthesize vitamin D ₃	an <i>SLC24A5</i> variant (replacing the ancestral alanine at position 111 by threonine) is prevalent in European populations as result of a recent <i>selective sweep</i> (see Box 4.3)
High-altitude settlements (low O ₂ tension)	in Tibetan ^a populations lowered hemoglobin levels and a high density of blood capillaries provide protection against hypoxia	variants in <i>EPAS1</i> , a key gene in the hypoxia response
Malaria-infested environments	alterations in red blood cell physiology, affecting transmission of the mosquito-borne parasites <i>P. falciparum</i> or <i>P. vivax</i> and conferring increased resistance to malaria	pathogenic mutations ^b in <i>HBB</i> or <i>G6PD</i> for <i>P. falciparum</i> malaria; inactivating <i>DARC</i> variants that do not express the Duffy antigen ^c in <i>P. vivax</i> malaria
Lifelong intake of fresh milk	persistence of lactase production in adults, allowing efficient digestion of lactose	the -13910T allele about 14 kb upstream of the lactase gene, LCT
High levels of dietary starch	increased production of enzyme needed to digest starch efficiently	high <i>AMY1A</i> copy number (Figure 4.11)

Strachan - Genetics and Genomics in Medicine - Chapter 4: Principles of Genetic Variation, Table 4.4





Yale Press

Shaping Humanity:

https://www.youtube.com/watch?v=ru8ifph_q9o

- [0:13](#) - Ardipithecus ramidus
- [0:34](#) - Australopithecus afarensis
- [0:46](#) - Australopithecus africanus
- [1:00](#) - Homo habilis
- [1:18](#) - Homo erectus
- [1:36](#) - Homo heidelbergensis
- [1:54](#) - Neanderthals
- [2:11](#) - Homo sapiens



Be Smart ◊

Where Did Humans Come From?:

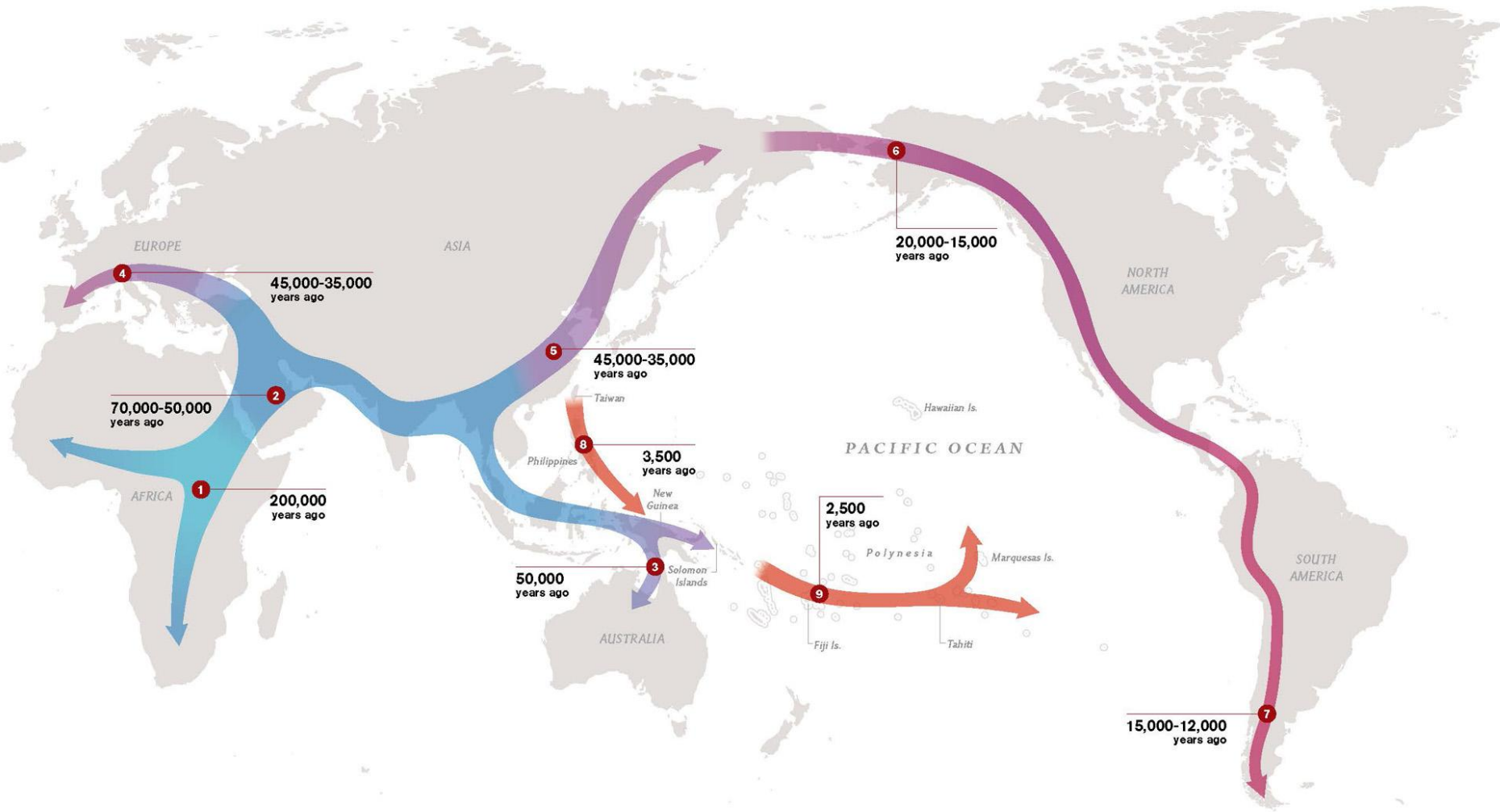
<https://www.youtube.com/watch?v=WD9AYN7JnFM&list=PLsmqeqKj7M-pS2SyV82Y4CGyihKLCW35w&index=1>

Why Are We The Only Humans Left?:

<https://www.youtube.com/watch?v=dbHj-Q1FTj8&list=PLsmqeqKj7M-pS2SyV82Y4CGyihKLCW35w&index=2>

(έως το 6:10, μετά ακολουθεί διαφήμιση χορηγού)

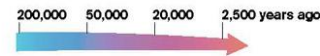




GLOBAL JOURNEY

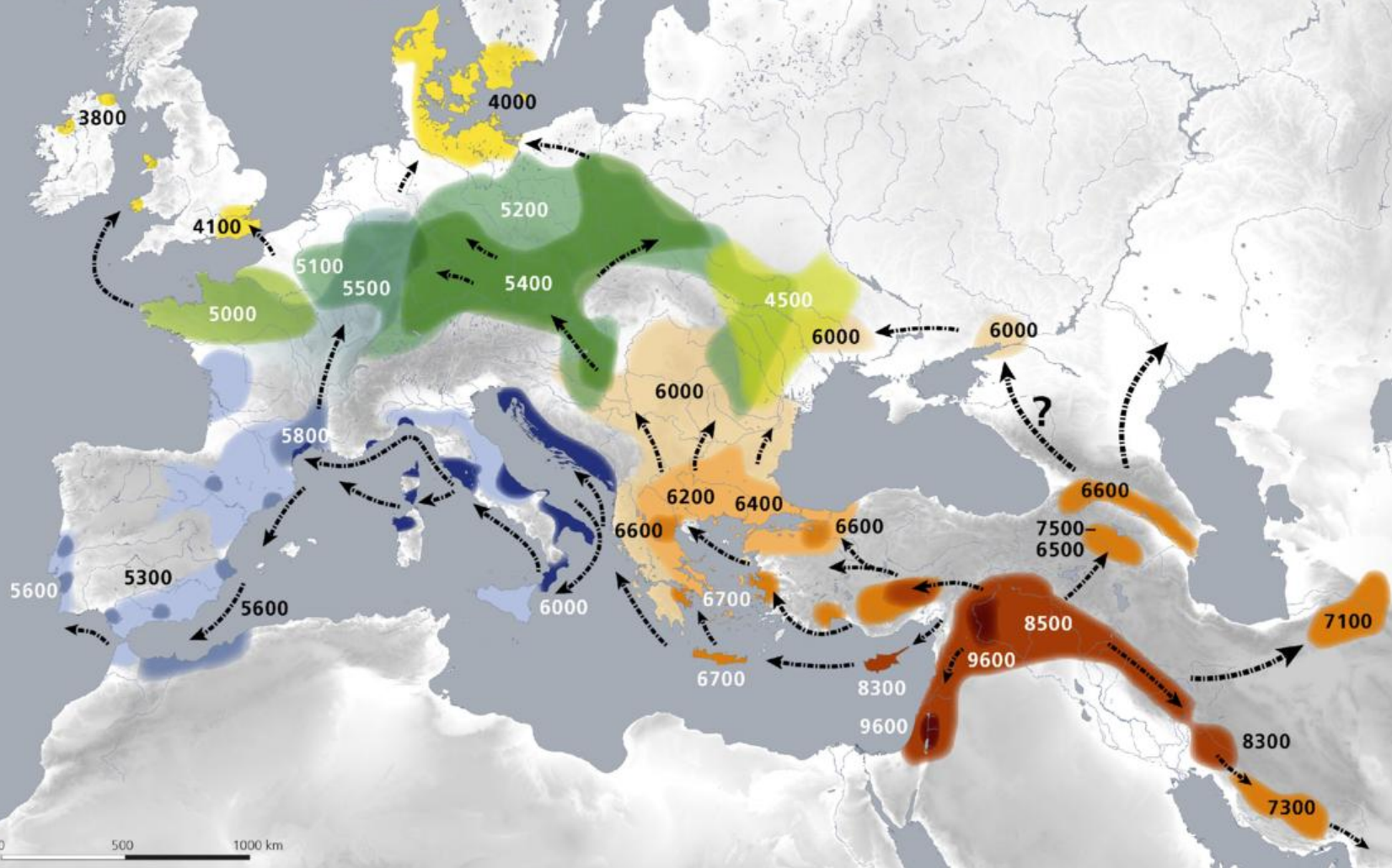
Once modern humans began their migration out of Africa some 60,000 years ago, they kept going until they had spread to all corners of the Earth. How far and fast they went depended on climate, the pressures of population, and the invention of boats and other technologies. Less tangible qualities also sped their footsteps: imagination, adaptability, and an innate curiosity about what lay over the next hill.

Generalized route with migration dates



MAP: INTERNATIONAL MAPPING
 SOURCES: CHRIS STRINGER, NATURAL HISTORY MUSEUM, LONDON;
 SPENCER WELLS, NG STAFF





Νεολιθική (γεωργική) επανάσταση

1. Γεωργία και καλλιέργειες
2. Εξημέρωση φυτών και σιτηρών (γεωργία)
3. Εξημέρωση ζώων (κτηνοτροφία)
4. Μόνιμη εγκατάσταση των πληθυσμών



Αλλαγές στον τρόπο ζωής:

- Διατροφικές συνήθειες (ανοχή στη λακτόζη, ανοχή στη γλουτένη, πέψη αμυλούχων τροφών, αύξηση απορρόφησης ορισμένων αμινοξέων)
- Ανθεκτικότητα σε λοιμογόνους παράγοντες (πχ, ελονοσία)
- Εξέλιξη γνωρισμάτων που ευνοούν την αρμοστικότητα



Επακόλουθα:

- Νόσοι πεπτικού συστήματος (κοιλιοκάκη, σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου)
- Αυξημένη χοληστερόλη → παχυσαρκία, διαβήτης & επιπλοκές αυτού
- Αλλεργίες και αυτοάνοσα νοσήματα
- Αδύναμο ανοσοποιητικό, επιρρέπεια σε λοιμώξεις, καρκίνος (?)



ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Εξέλιξη του ανθρώπινου είδους



Figure 15.2 Microevolution and macroevolution. Microevolutionary changes, such as variants of the *FOXP2* gene, enabled humans to speak. Larger-scale changes separate us from our closest primate relatives. CAROLINE SEIDEL/DPA/AFP/Getty Images

mgeorgit@mbg.duth.gr



Pan, Chimp



Homo, Human

