

ΕΞΕΛΙΞΗ

«Τίποτε δεν έχει νόημα στη
Βιολογία παρά μόνο υπό το
φως της εξέλιξης».

Θεοδόσιος Ντομπζάνσκι 1900 - 1975

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

- *Γιατί η εξέλιξη άργησε να γίνει αποδεκτή στην ανθρωπότητα;*

Γιατί ένα εξελικτικό φαινόμενο συμβαίνει μέσα σε μεγάλο βάθος χρόνου και είναι αδύνατο να παρατηρηθεί στη σύντομη διάρκεια ζωής των ανθρώπων.

- *Ποια ήταν η διαφορά του Κάρολου Δαρβίνου από προγενέστερους μελετητές της εξέλιξης των ειδών;*

Πρώτος ο Δαρβίνος αντιμετώπισε την εξέλιξη με επιστημονική μεθοδολογία και πρότεινε τον μηχανισμό που την κατευθύνει, τη Φυσική Επιλογή.

- *Γιατί η εξέλιξη των οργανισμών αποτελεί μια θεμελιώδη γενίκευση στις Βιολογικές Επιστήμες, δηλαδή μια βασική αρχή που ισχύει για όλους ανεξαιρέτως τους οργανισμούς;*

Γιατί διαφορετικά δεν θα υπήρχε δυνατότητα ερμηνευτικής σύνδεσης ανάμεσα στα βιολογικά φαινόμενα και στην σκοπιμότητά τους.

ΤΑΞΙΝΟΜΙΑ

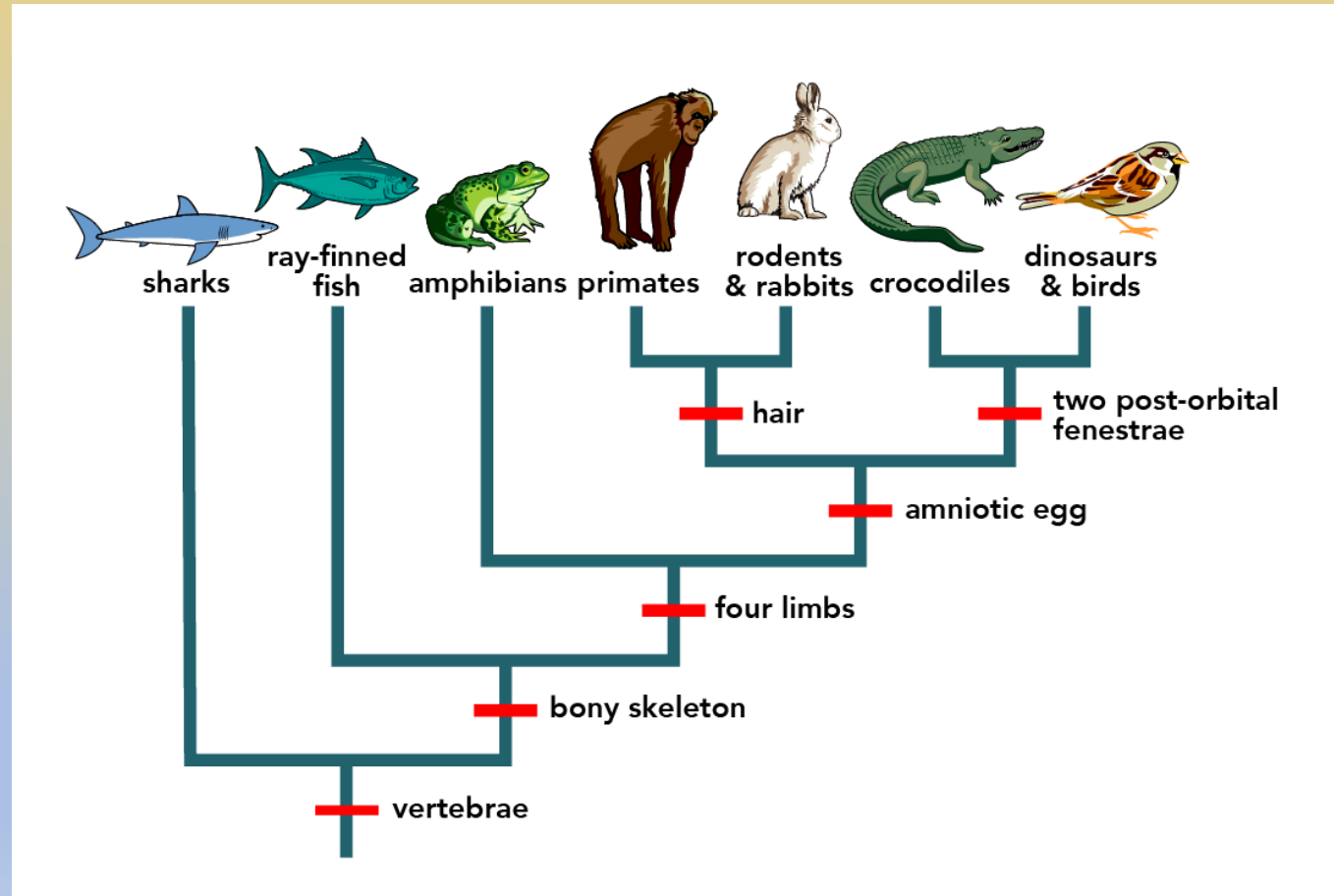
- Τι είναι η ταξινομία;

Είναι ο κλάδος της Βιολογίας που ασχολείται με την κατάταξη των οργανισμών σε ομάδες ομοιότητας (π.χ. αμφίβια, αιλουροειδή, σκύλος)

- Γιατί είναι τόσο σημαντικό το έργο της;

Γιατί η ταξινόμηση των οργανισμών υποδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο εξελίχθηκαν.

Ταξινόμηση σπονδυλόζων με βάση κριτήρια που επισημαίνονται στην εικόνα



ΕΙΔΟΣ

- Ποια είναι η μικρότερη ταξινομική μονάδα που χρησιμοποιούμε;

Είναι το **είδος**, δηλαδή των σύνολο των οργανισμών που μπορούν να αναπαραχθούν μεταξύ τους και να δώσουν γόνιμους απογόνους.
(μειξιολογικό κριτήριο)

- Γιατί δεν είναι ο πληθυσμός;

Γιατί ο πληθυσμός δεν έχει στεγανά. Κάθε μέλος ενός πληθυσμού μπορεί δυνητικά να γίνει ισότιμο μέλος ενός άλλου πληθυσμού του ίδιου είδους.

- Ναι, αλλά στο χωριό μου το θηλυκό άλογο (*Equus caballus*) ζευγαρώνει με τον αρσενικό γάιδαρο (*Equus asinus*) και βγάζουν το μουλάρι (αρσενικό ή θηλυκό). Ανήκει το άλογο με τον γάιδαρο στο ίδιο είδος;

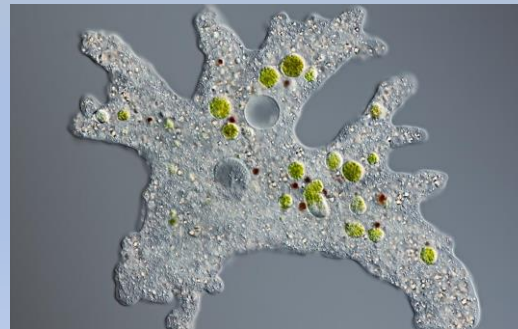
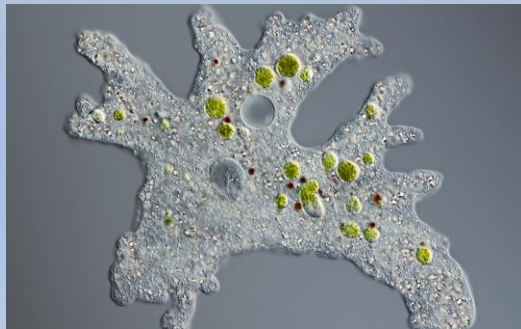
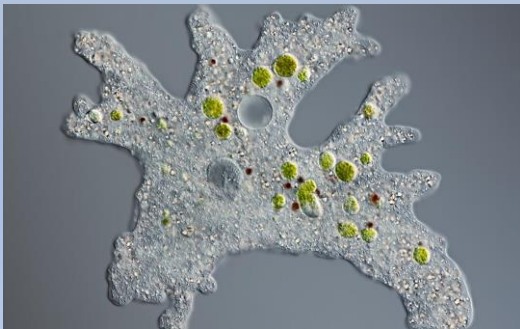
Όχι, γιατί το μουλάρι είναι ένα στείρο υβρίδιο.



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΖΟΝΤΑΙ ΑΓΕΝΩΣ

- *Τι γίνεται στην περίπτωση που κάποιος οργανισμός δεν αναπαράγεται σεξουαλικά;*

Τότε εφαρμόζουμε το τυπολογικό κριτήριο, δηλαδή το κριτήριο ομοιότητας μεταξύ των οργανισμών. Αν π.χ. δύο μικροοργανισμοί μοιράζονται κοινή μορφολογία και βιοχημεία, θα μπορούσαν να ταξινομηθούν στο ίδιο είδος.



Μοιάζουν με
αμοιβάδες, κινούνται
σαν αμοιβάδες,
παράγουν τις ίδιες
ουσίες με τις
αμοιβάδες, ΑΡΑ ΕΙΝΑΙ
ΑΜΟΙΒΑΔΕΣ!

ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΕΣ ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ

ΦΥΛΟ>ΚΛΑΣΗ>ΤΑΞΗ>

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ>ΓΕΝΟΣ>ΕΙΔΟΣ

Ο Σουηδός φυσιολόγος Λινναίος είναι ο πατέρας της σύγχρονης ταξινομίας. Μεταξύ άλλων, καθιέρωσε τη διπλή ονομασία του είδους και τις μεγαλύτερες του είδους ομάδες με βάση, πάντα, το τυπολογικό κριτήριο.

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΔΩΝ

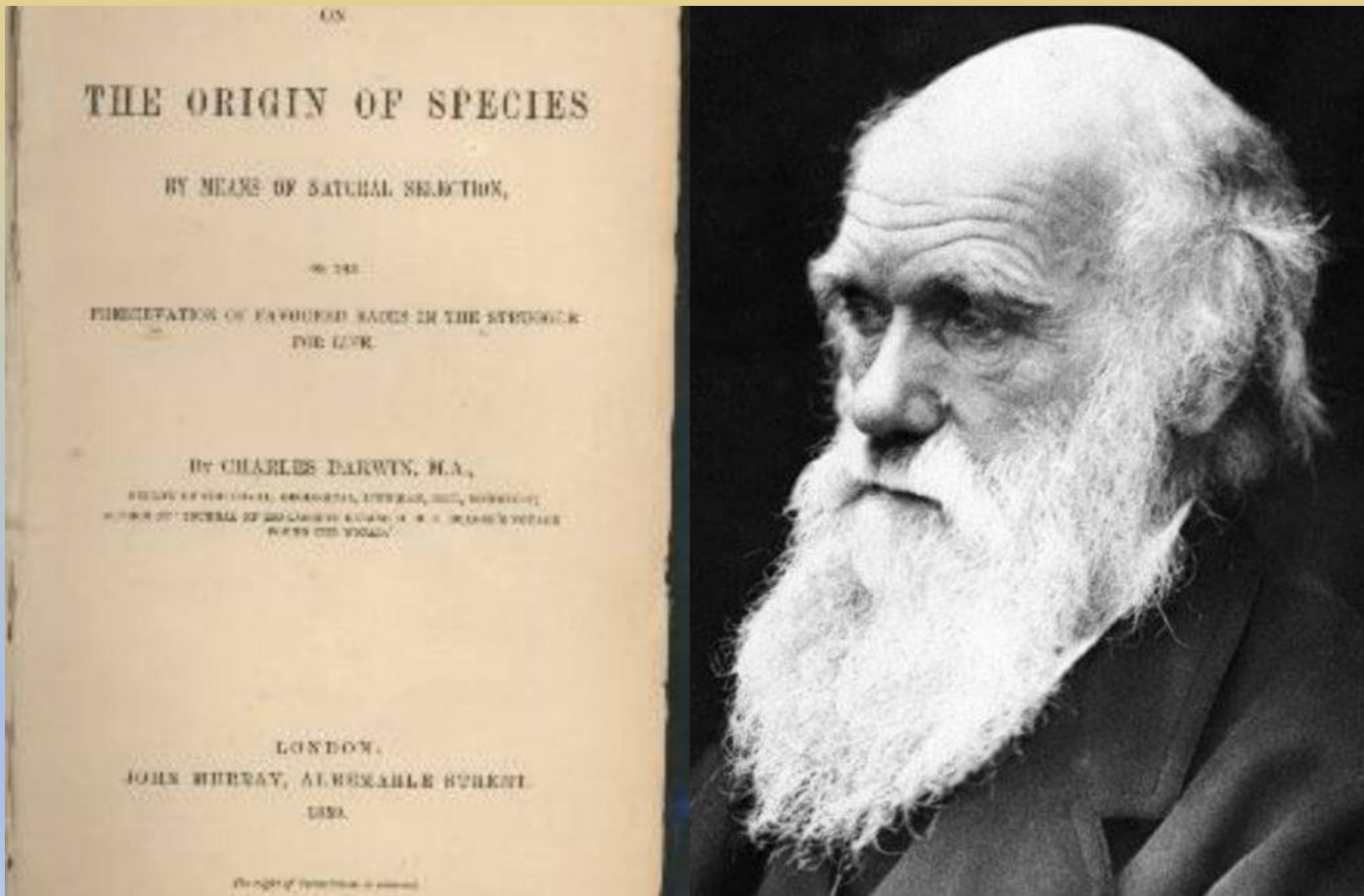
Ταξινομική Ομάδα	Κροκόδειλος του Νείλου	Οικιακή Γάτα	Άνθρωπος
Φύλο	Chordata	Chordata	Chordata
Κλάση	Reptilia	Mamalia	Mamalia
Τάξη	Crocodylia	Carnivora	Primates
Οικογένεια	Crocodylidae	Felidae	Hominidae
Γένος	Crocodylus	Felis	Homo
Είδος	Crocodylus niloticus	Felis domesticus	Homo sapiens

ΠΩΣ ΤΑΞΙΝΟΜΟΥΝΤΑΙ ΤΟ ΑΛΟΓΟ ΚΑΙ Ο ΓΑΙΔΑΡΟΣ ΤΕΛΙΚΑ;

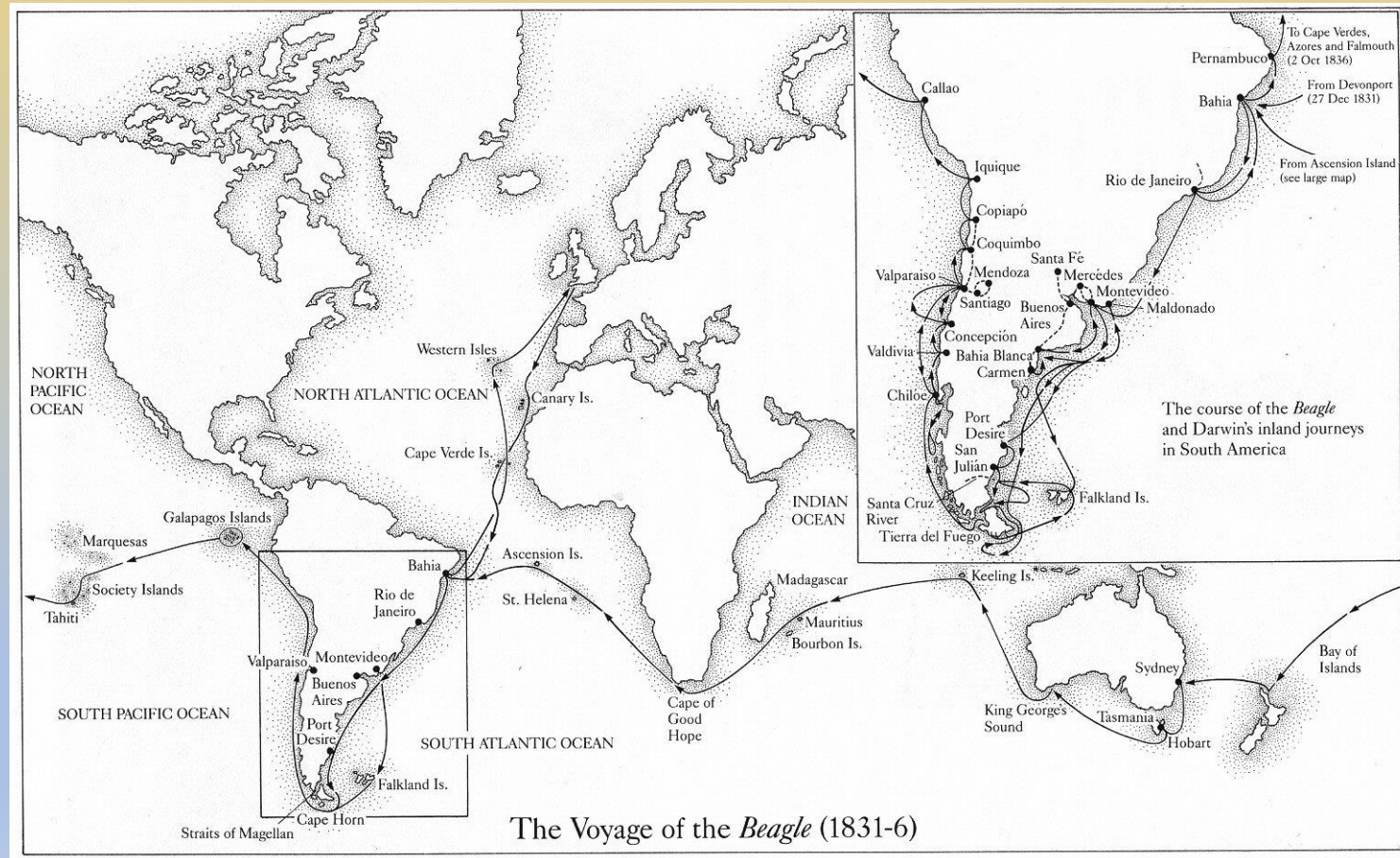
Ταξινομική Ομάδα	Άλογο	Γάιδαρος
Φύλο	Chordata	Chordata
Κλάση	Mamalia	Mamalia
Τάξη	Perissodaktyla	Perissodaktyla
Οικογένεια	Equuidae	Equuidae
Γένος	Equus	Equus
Είδος	Equus caballus	Equus asinus

ΚΑΡΟΛΟΣ ΔΑΡΒΙΝΟΣ 1809 -1882

**Το 1858 ο Κ. Δαρβίνος
εξέδωσε ένα από τα
πιο επιδραστικά
βιβλία στην επιστήμη
της Βιολογίας και όχι
μόνο. «Η Καταγωγή
των Ειδών δια της
Φυσικής Επιλογής»**



ΤΟ ΤΑΞΙΔΙ ΤΟΥ BEAGLE (1831-1836)



ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ: Η ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΔΥΝΑΜΗ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

Ο Δαρβίνος εμπνεύστηκε από τις ιδέες του οικονομολόγου Μάλθους σχετικά με την κατανομή των υλικών πόρων στις ανθρώπινες κοινωνίες και οδηγήθηκε στην εφαρμογή των βασικών αρχών της θεωρίας αυτής στους φυσικούς πληθυσμούς των ειδών.

- Παρατήρηση: οι πληθυσμοί των ειδών τείνουν να αυξάνονται, κάτι που δεν συμβαίνει με τους περιβαλλοντικούς πόρους ->
- Συμπέρασμα: ο αγώνας επιβίωσης που αναπτύσσεται μεταξύ των ατόμων ενός πληθυσμού, εξασφαλίζει μια αριθμητική σταθερότητα.

ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ: Η ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΔΥΝΑΜΗ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

- Παρατήρηση: όλα τα άτομα ενός πληθυσμού, παρά τη φαινομενική ομοιομορφία διαφέρουν στα επιμέρους χαρακτηριστικά τους ->
- Συμπέρασμα: κάποια άτομα φέρουν χαρακτηριστικά που τα διαφοροποιούν από τα υπόλοιπα μέλη του πληθυσμού και τους παρέχουν πλεονέκτημα επιβίωσης στο περιβάλλον τους.
- Παρατήρηση: τα ευνοϊκά για την επιβίωση χαρακτηριστικά εμφανίζονται συχνότερα μέσα στον πληθυσμό, στις επόμενες γενιές. ->
- Συμπέρασμα: τα άτομα που έχουν πλεονέκτημα επιβίωσης, έχουν και αναπαραγωγικό πλεονέκτημα. Έτσι συμμετέχουν με τα χαρακτηριστικά τους στις επόμενες γενιές οργανισμών, μέσω της κληρονομικότητας.

ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ: Η ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΔΥΝΑΜΗ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

FACT 1. Ο Δαρβίνος δεν γνώριζε τίποτα για τον τρόπο με τον οποίο κληρονομούνται τα χαρακτηριστικά, κάτι που τον οδήγησε στην υιοθέτηση εσφαλμένων θεωριών, όπως για παράδειγμα της επίκτητης κληρονομικότητας.

Η ειρωνία της τύχης είναι ότι, όχι πολύ μακριά του (στην πόλη Μπρνο της σημερινής Τσεχίας - της τότε Αυστροουγγαρίας) και περίπου την εποχή που εμπνεύστηκε την θεωρία του, ένας μοναχός, ο Γρηγόριος Μέντελ, ανακάλυπτε τους νόμους που διέπουν την κληρονομικότητα των χαρακτηριστικών.

ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ: Η ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΔΥΝΑΜΗ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

- Τι είναι τελικά η Φυσική Επιλογή;

Είναι η διαδικασία με την οποία τα άτομα ενός πληθυσμού, που φέρουν προσαρμοστικά χαρακτηριστικά για το περιβάλλον στο οποίο ζουν, επιβιώνουν και αφήνουν μεγαλύτερο αριθμό απογόνων.

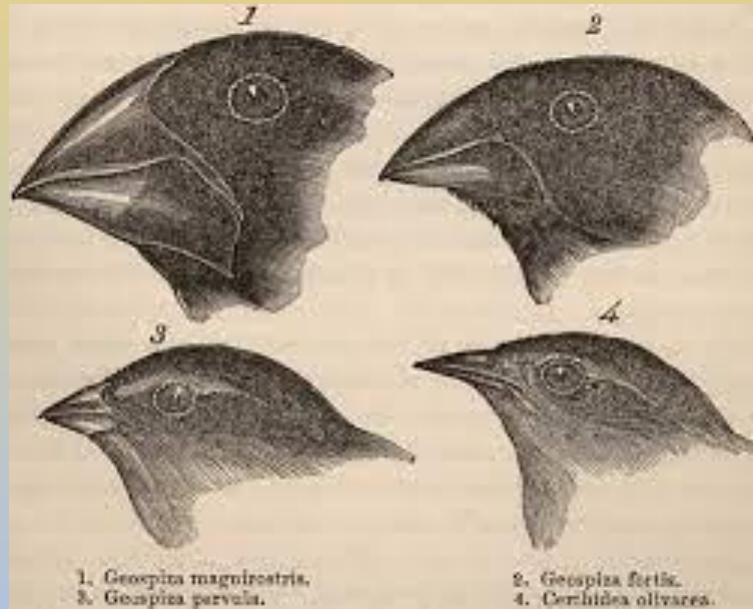
Προσοχή! Τα άτομα που είναι λιγότερο προσαρμοσμένα δεν εξαφανίζονται, παρά αποτελούν μειοψηφία του πληθυσμού.

FACT 2. Οι κακές γλώσσες λένε ότι ο Δαρβίνος «έκλεψε» την ιδέα της Φυσικής Επιλογής από τον Γουάλας, έναν νεότερο, σύγχρονό του, ερευνητή...

- Η Φυσική Επιλογή δεν είναι σταθερή στον χώρο και τον χρόνο.

Επειδή το φυσικό περιβάλλον προκύπτει από τη δυναμική σύνθεση πολλών παραγόντων και μεταβάλλεται χρονικά, είναι επόμενο ότι η Φυσική Επιλογή δεν ευνοεί σταθερά τα ίδια χαρακτηριστικά ανάμεσα στα άτομα ενός πληθυσμού.

ΠΟΥΛΑΚΙΑ ΕΙΝΑΙ...



Οι σπίνοι των νήσων Γκαλαπάγκος

Ο Δαρβίνος εντυπωσιάστηκε από την ποικιλία ειδών σπίνου που συνάντησε στο νησιωτικό σύμπλεγμα Γκαλάπαγκος. Σε τι χρειάζονται όλα αυτά τα είδα σπίνου σε μια μικρή συστάδα νήσων στον Ειρηνικό;

Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η εξειδίκευση στην εύρεση τροφής στο φτωχό περιβάλλον των νήσων, οδήγησε στην διαίρεση του αρχικού προγονικού είδους των νησιών, σε επιμέρους είδη... (συμπάτρια ειδογένεση)

ΟΙ ΓΙΓΑΝΤΙΕΣ ΧΕΛΩΝΕΣ ΤΩΝ ΓΚΑΛΑΠΑΓΚΟΣ



Οι γιγάντιες χελώνες των νήσων Γκαλάπαγκος

Ο Δαρβίνος παρατήρησε ότι κάθε νησί του συμπλέγματος χαρακτηριζόταν από συγκεκριμένο είδος γιγάντιας χελώνας. Τι οδήγησε σε όλα αυτά τα είδη χελώνας; Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η γεωγραφική απομόνωση των ατόμων που αρχικά ανήκαν σε κοινό προγονικό είδος χελώνας, οδήγησε στην δημιουργία νέων ειδών σε κάθε νησί... (αλλοπάτρια ειδογένεση)

Μάλιστα εικάζεται ότι η τελευταία χελώνα, από αυτές που πήρε μαζί του στο Μπιγκλ ως δείγματα, έζησε έως το 2006 στην Αυστραλία!

FACT 3. Ο Δαρβίνος καταβρόχθιζε τα είδη των ζώων που μελετούσε...

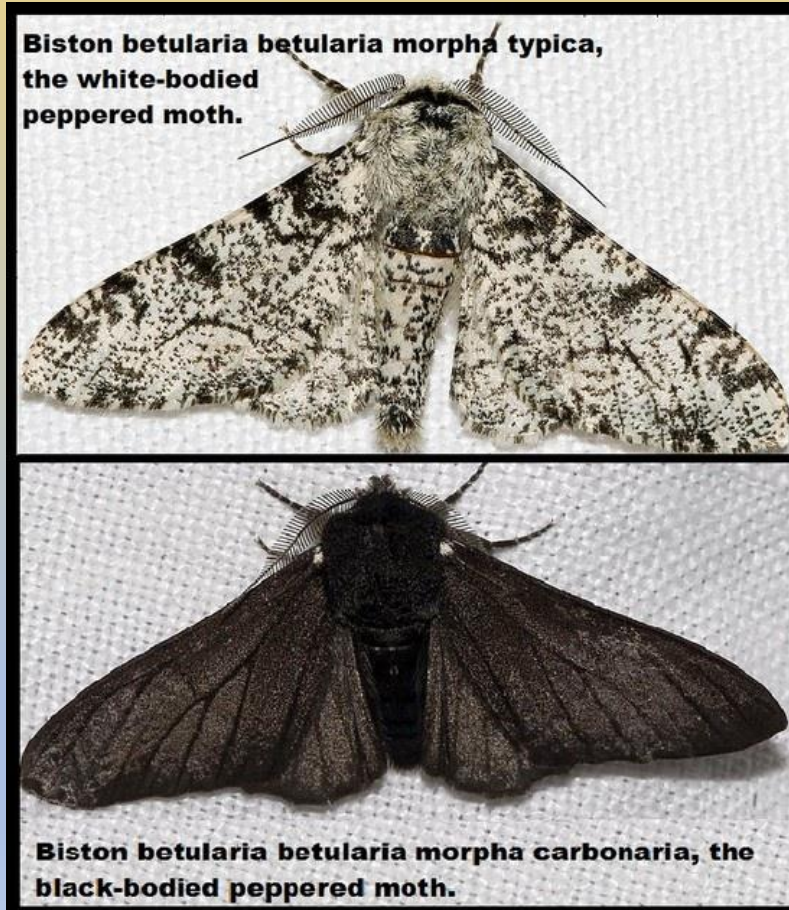
Δυστυχώς είναι αληθές. Ο Δαρβίνος είχε μια ακόρεστη διάθεση να καταναλώνει σπάνια είδη. Έπειτα από χρόνια ο Δαρβίνος διέπρεψε στην ακαδημαϊκή αρένα και έχασε τη πίστη του στο Θεό. Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του με το πλοίο Μπιγκλ, ο Δαρβίνος έφαγε αρμαντίλο, για τα οποία είπε ότι “έμοιαζαν με πάπιες τόσο στη γεύση όσο και στην εμφάνιση” και ένα τρωκτικό σοκολατί χρώματος που είχε “το καλύτερο κρέας που έχω δοκιμάσει στη ζωή μου” - πιθανότατα ήταν αγούτι.

Στην Παταγονία έφαγε με βουλιμία μια μερίδα πούμα (το αιλουροειδές *Felis concolor*), το οποίο του φάνηκε πως είχε παρόμοια γεύση με το κρέας του μοσχαριού. Μάλιστα στην αρχή νόμιζε ότι ήταν μοσχάρι.

Έπειτα από λίγο καιρό, και αφού είχε προηγηθεί εξονυχιστική έρευνα σε ολόκληρη την Παταγονία για τη Μικρή Ρέα, ο Δαρβίνος συνειδητοποίησε ότι είχε φάει μία κατά τη διάρκεια του χριστουγεννιάτικου δείπνου, ενώ το πλοίο βρισκόταν αγκυροβολημένο στο λιμάνι Πόθος το 1883. Το πουλί το είχε σκοτώσει ο Κόνραντ Μάρτινς, ο ζωγράφος του πλοίου

Στα Γκαλαπάγκος ο Δαρβίνος τρεφόταν αποκλειστικά με ιγκουάνα και στη Νήσο Τζέιμς καταβρόχθισε μερικές μερίδες γιγάντιας χελώνας. Χωρίς να συνειδητοποιήσει τον σπουδαίο ρόλο που θα έπαιζαν στη μετέπειτα θεωρία του για την εξέλιξη, ο Δαρβίνος φόρτωσε 48 τέτοιες χελώνες στο Μπιγκλ. Εκείνος και οι σύντροφοί του τις έφαγαν όλες.

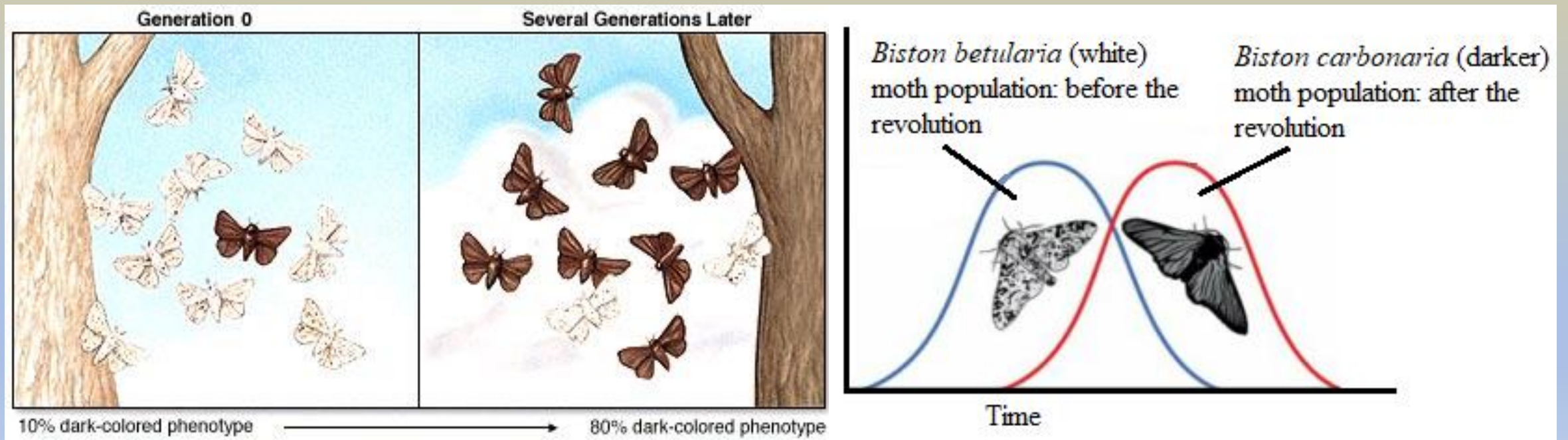
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΜΕΛΑΝΙΣΜΟΣ – ΕΝΑ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ Ή ΜΙΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΑΤΗ;



Υπάρχουν δύο χρωματικές παραλλαγές της νυχτοπεταλούδας , μια ανοιχτόχρωμη με λευκά στίγματα και μια σκούρη καφέ. Η πρώτη εξαφανίζεται πάνω σε ένα υπόστρωμα από λειχήνες, ενώ η δεύτερη πάνω σε ένα σκουρόχρωμο κορμό.



Μέχρι το 1848 στην προβιομηχανική Αγγλία στους πληθυσμούς της πεταλούδας κυριαρχούσε ο ανοιχτόχρωμη παραλλαγή, ενώ σύντομα, σε διάστημα πενήντα χρόνων, με την άνθιση της Βιομηχανικής Επανάστασης και τη συνακόλουθη ρύπανση της ατμόσφαιρας, οι όροι αντιστράφηκαν και η κυριάρχη παραλλαγή έγινε η σκουρόχρωμη.



ΑΛΛΑΖΕΙ ΚΑΠΟΤΕ Η ΕΥΝΟΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ;

Το φαινόμενο αυτό χαρακτηρίστηκε ως βιομηχανικός μελανισμός και ερμηνεύεται, όπως παρακάτω...

Οι νυχτοπεταλούδες δραστηριοποιούνται τη νύχτα, ενώ τη μέρα παραμένουν ακίνητες κυρίως πάνω σε κορμούς ή κλαδιά. Οι κυριότεροι θηρευτές τους είναι τα πτηνά, που τις εντοπίζουν με την εξαιρετική τους όραση.

Πριν την εκβιομηχανοποίηση της Αγγλίας, η κυρίαρχη παραλλαγή ήταν η ανοιχτόχρωμη, γιατί είχε το προσαρμοστικό πλεονέκτημα – ήταν αόρατη πάνω στο στρώμα του λειχήνα.

ΑΛΛΑΖΕΙ ΚΑΠΟΤΕ Η ΕΥΝΟΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ;

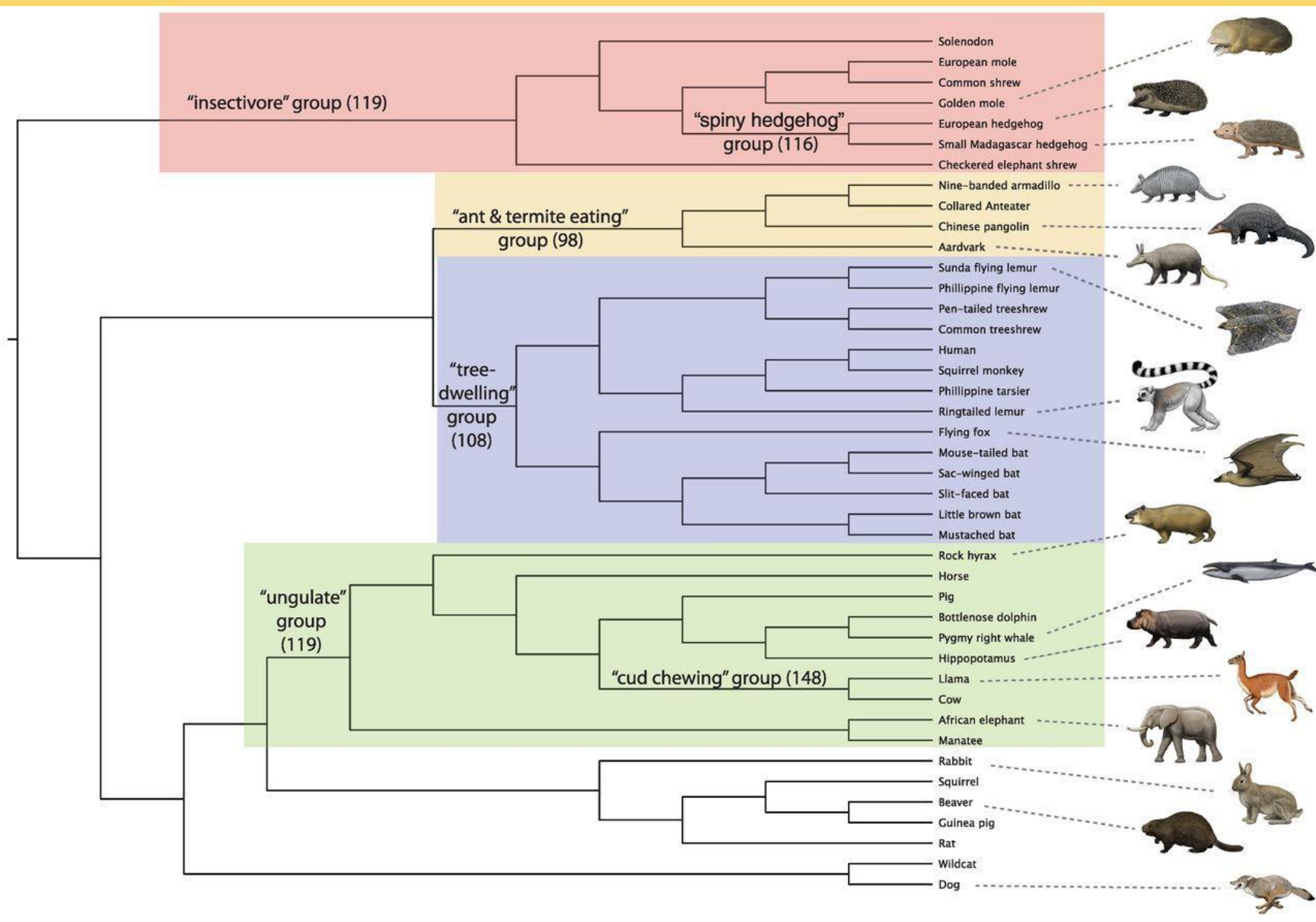
Με την έναρξη της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από αέριους ρύπους όπως το διοξείδιο του θείου, οι λειχήνες που είναι ευαίσθητοι οργανισμοί εξαφανίστηκαν και αποκαλύφθηκε ο σκουρόχρωμος κορμός. Επίσης, αυτός ο ρύπος «μαυρίζει» την επιφάνεια του ξύλου.

Μια διερεύνηση της συχνότητας εμφάνισης των δύο παραλλαγών το 1896 αποκάλυψε ότι η κυρίαρχη μορφή πεταλούδας ήταν πλέον η σκουρόχρωμη.

Ήταν αυτή που είχε πλέον το προσαρμοστικό χαρακτηριστικό, γιατί γινόταν αόρατη πάνω στην σκούρη επιφάνεια των κορμών. Η Φυσική Επιλογή άλλαξε την εύνοιά της!

ΜΕΡΙΚΕΣ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΔΙΕΥΚΡΙΝΙΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

- Μετά από την αλλαγή στη συχνότητα εμφάνισης των δύο χρωματικών παραλλαγών αποκαθίσταται μια ισορροπία, στην οποία συμμετέχουν και οι δύο παραλλαγές, δηλαδή καμία δεν εξαφανίζεται ολοσχερώς.
- Η Φυσική Επιλογή κατευθύνει τη συχνότητα εμφάνισης των χαρακτηριστικών, χωρίς να δημιουργεί νέα χαρακτηριστικά. Οι δύο παραλλαγές της πεταλούδας προϋπήρχαν του φαινομένου.
- Μελέτες του φαινομένου που εκπονήθηκαν τόσο στο τέλος του 19^{ου} αιώνα, όσο και τη δεκαετία του 1960, από ανεξάρτητους ερευνητές και με διαφορετικά μέσα, δέχθηκαν έντονες επικρίσεις για αντιεπιστημονικές μεθόδους και αμφισβητήθηκαν, ως «στημένες».



ΦΥΛΟΓΕΝΕΣΗ

ΦΥΛΟΓΕΝΕΣΗ

- Τι είναι η φυλογένεση;

Είναι η εξελικτική προέλευση ενός σύγχρονου είδους από προγονικές μορφές.

- Τι είναι ένα φυλογενετικό δέντρο;

Είναι μια διαγραμματική απεικόνιση της πορείας ενός είδους στο χρόνο, όπου φαίνονται οι προγονικές μορφές από τις οποίες κατάγεται, αλλά και οι σύγχρονοι συγγενείς, με τους οποίους μοιράζεται κοινή προέλευση.

- Πώς εξιχνιάζουμε τη φυλογένεση ενός είδους;

Οι εξελικτικοί Βιολόγοι αντλούν στοιχεία από τη μελέτη των Απολιθωμάτων, τη Συγκριτική Ανατομία, τη Συγκριτική Εμβρυολογία, τη Μοριακή Βιολογία κ.α.

ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΑ

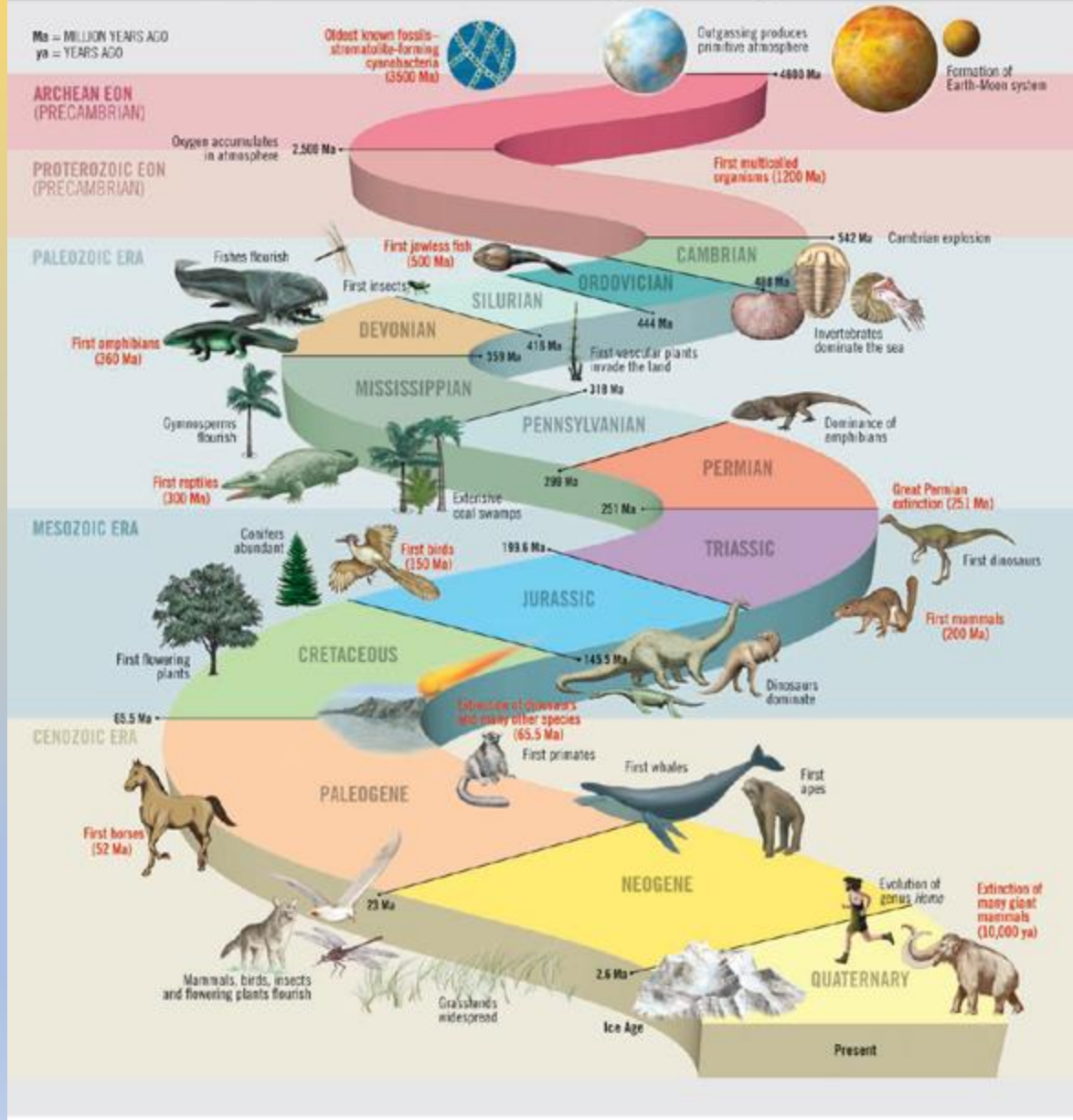
Η έννοια του απολιθώματος είναι ευρεία.

- Μπορεί να περιλαμβάνει τα σκληρά μέρη ενός οργανισμού π.χ. οστό, ξύλο στα οποία έγινε προοδευτικά αντικατάσταση της οργανικής ύλης από ανόργανα άλατα.
- Μπορεί να αφορά στην διατήρηση αποτυπώματος των μαλακών τμημάτων του οργανισμού ή κάποιου ίχνους που άφησε στο πέρασμά του πριν εκατομύρια χρόνια στη λάσπη, που έγινε πέτρα (ιζηματογενή πετρώματα).
- Μπορεί να είναι κάποιο έντομο συνηθέστερα που εγκλωβίστηκε σε μια σταγόνα ρητίνης δέντρου, που έγινε κεχριμπάρι.

ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΑ



Evolution of Life Through Geologic Time



Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ
ΖΩΗΣ ΣΤΟΝ
ΠΛΑΝΗΤΗ



- Τα απολιθώματα χρονολογούνται με βάση το βάθος που ανακαλύπτονται ή με ποιο ακριβείς μεθόδους, όπως είναι η ραδιοχρονολόγηση του άνθρακα 14 (μέχρι 50.000 έτη).
- Η δημιουργία τους είναι τυχαία, όπως και ο εντοπισμός τους και συνεπώς δεν μας παρέχουν ένα πλήρες αρχείο του φυλογενετικού δέντρου ενός οργανισμού.

Εδώ βλέπουμε ένα από τα σημαντικότερα απολιθώματα ενός φτερωτού δεινόσαυρου, του *Αρχαιοπτέρυγα*, έναν εξελικτικό κρίκο που στηρίζει την προέλευση των σύγχρονων πτηνών από τους δεινόσαυρους



Τι θα μπορούσαμε να γνωρίζουμε για τους προανθρώπους με βάση τα απολιθώματα;

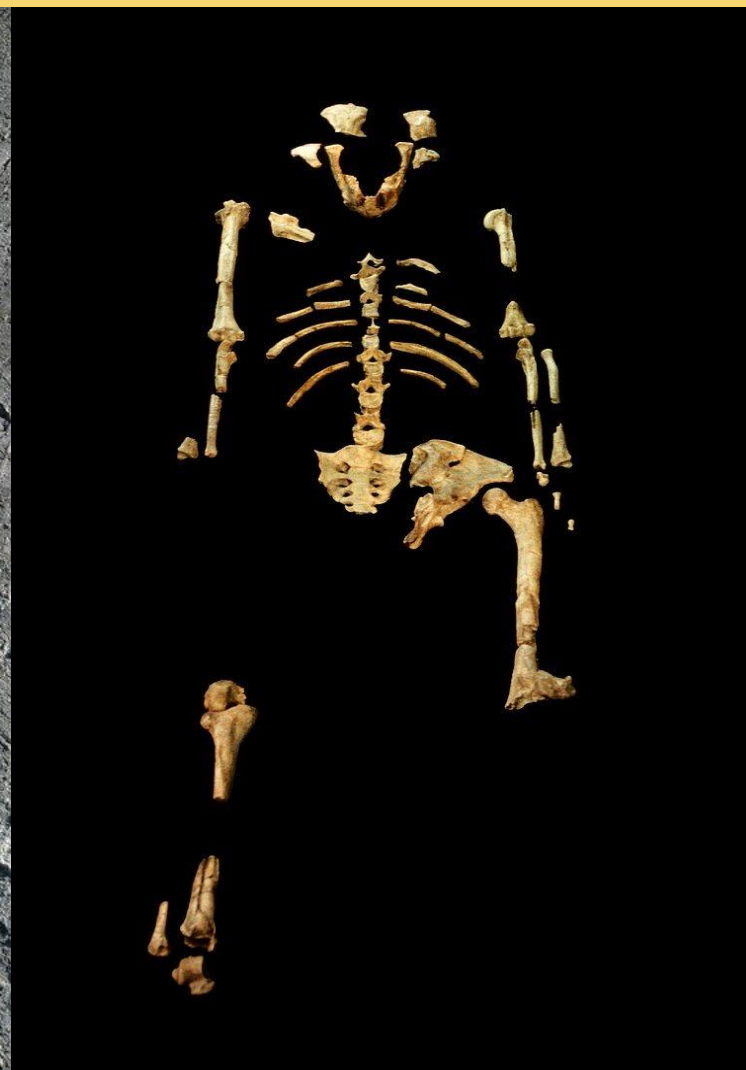
- Από τη διαμόρφωση της λεκάνης ή τα ίχνη των πελμάτων, μπορούμε να κρίνουμε αν ο προάνθρωπος περπατούσε σε όρθια θέση.
- Από τη χωρητικότητα της κρανιακής κοιλότητας, μπορούμε να υπολογίσουμε την εγκεφαλική αναπτυξη, άρα και την ευφυΐα του.
- Από την οδοντοστοιχία του, μπορούμε να υποθέσουμε για το είδος της τροφής του, αλλά και για το περιβάλλον στο οποίο ζούσε.
- Άλλα ίχνη του παρελθόντος, εξόχως βοηθητικά, είναι εργαλεία που τυχόν βρέθηκαν μαζί του, ίχνη φωτιάς, γύρη φυτών, οστά ζώων κλπ.



Κρανία
αυστραλοπιθήκων

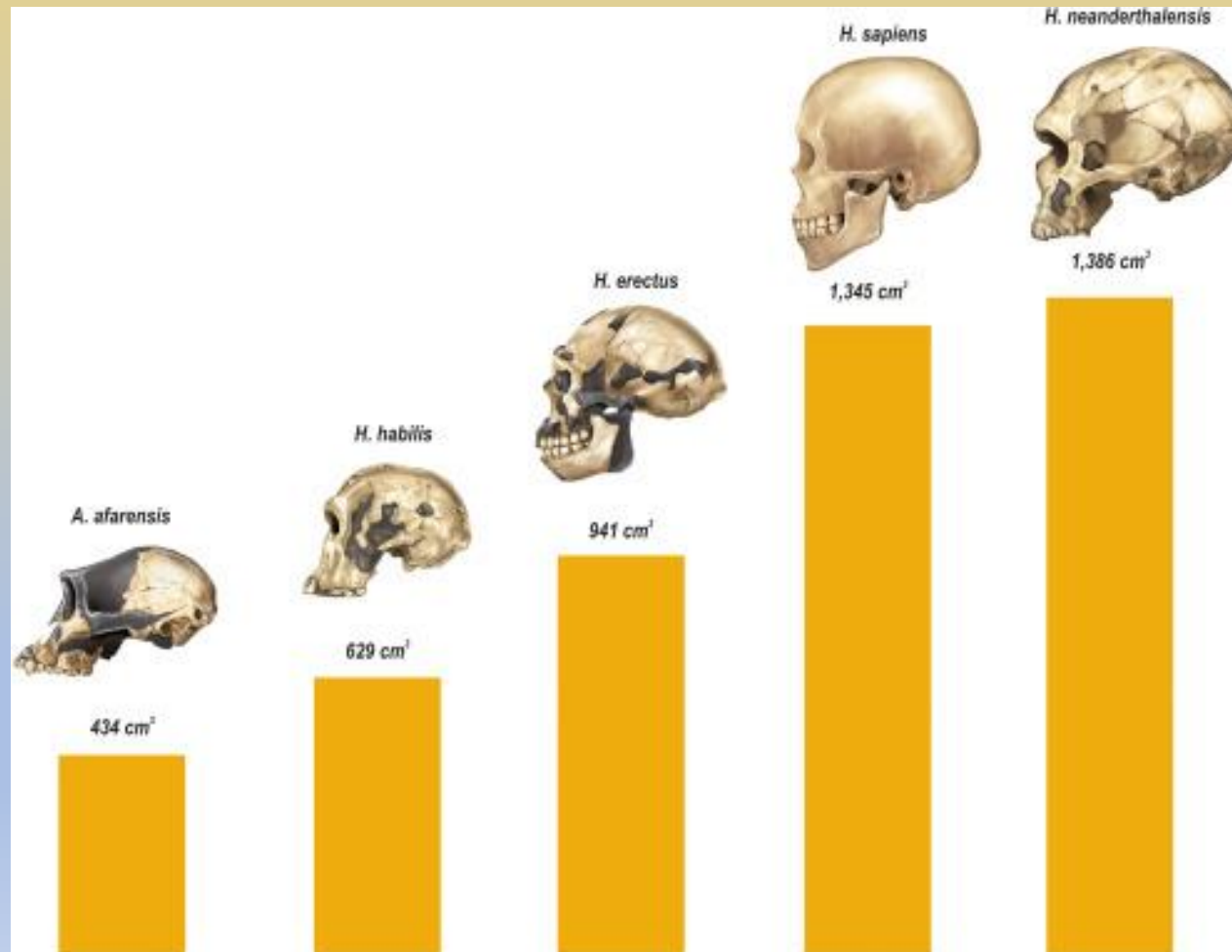


Πατημασιές
αυστραλοπιθήκων
στη λάσπη

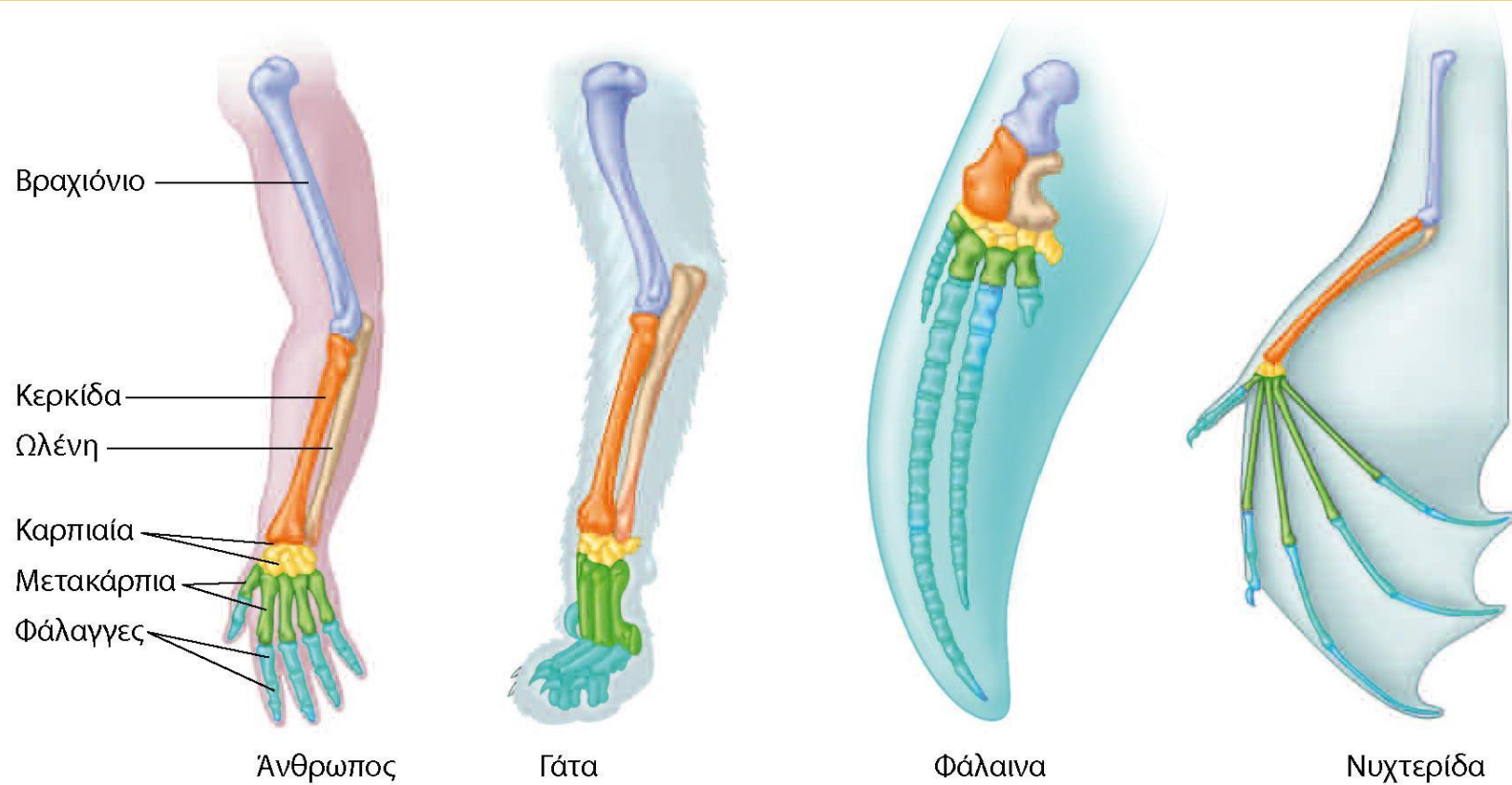


Αυτή είναι η Λούσι ή
τελοσπάντων ό,τι
περίσσεψε από αυτήν

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΚΡΑΝΙΑΚΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΟΥΣ ΠΡΟΑΝΘΡΩΠΟΥΣ



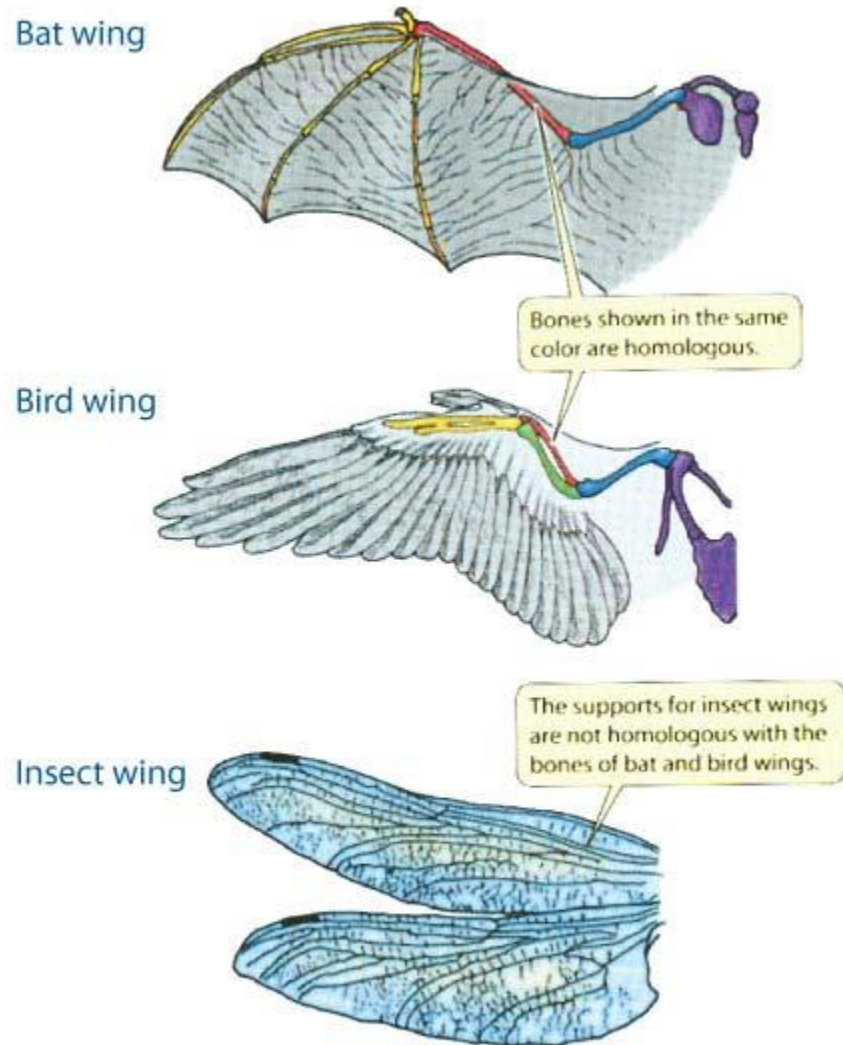
ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΑ



▲ **Εικόνα 22.17 Πρόσθια άκρα των θηλαστικών: ομόλογες δομές.** Αν και έχουν προσαρμοστεί σε διαφορετικές λειτουργίες, τα πρόσθια άκρα όλων των θηλαστικών αποτελούνται από τα ίδια βασικά σκελετικά στοιχεία: ένα μεγάλο οστό (μοβ χρώμα), που αρθρώνεται με δύο μικρότερα (πορτοκαλί και ανοικτό καφέ), τα οποία με τη σειρά τους αρθρώνονται με πολλά μικρά οστά (κίτρινο) και αυτά με τα μετακάρπια (πράσινο), που αρθρώνονται με πέντε περίπου δάκτυλα με τις φάλαγγές τους (μπλε).

Η σύγκριση ανάμεσα σε κοινές δομές που συναντούμε σε οργανισμούς, παρέχουν ισχυρές ενδείξεις για την εξελικτική τους απόσταση. Για παράδειγμα η σύγκριση των άνω άκρων ανάμεσα σε θηλαστικά, αποκαλύπτει την κοινή φυλογενετική και αναπτυξιακή (οντογενετική) προέλευσή τους, παρά το γεγονός ότι η χρήση τους μπορεί να διαφέρει. Τα όργανα αυτά χαρακτηρίζονται ως **ομόλογα**.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΑ

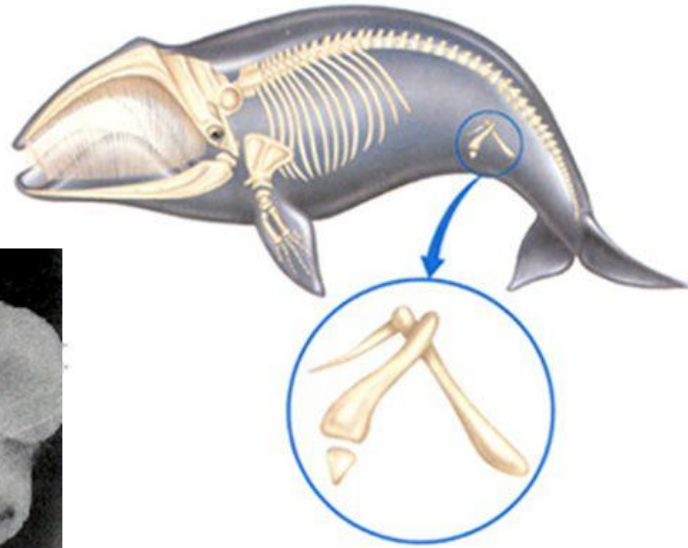
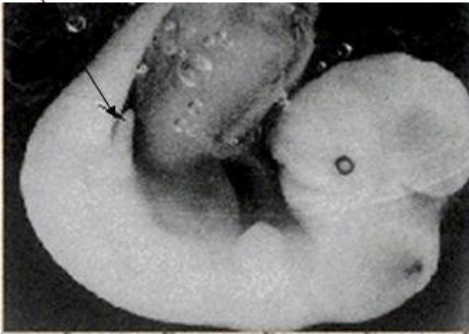


Αντίστοιχα, πληροφορίες για τη φυλογένεση των οργανισμών μας δίνει και η μελέτη οργάνων ή δομών που έχουν διαφορετική αναπτυξιακή προέλευση, αλλά εξυπηρετούν την ίδια λειτουργία. Τα όργανα αυτά λέγονται *ανάλογα*.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΑ

Τα οστά των κάτω άκρων στην φάλαινα
είναι υπολειμματικά όργανα

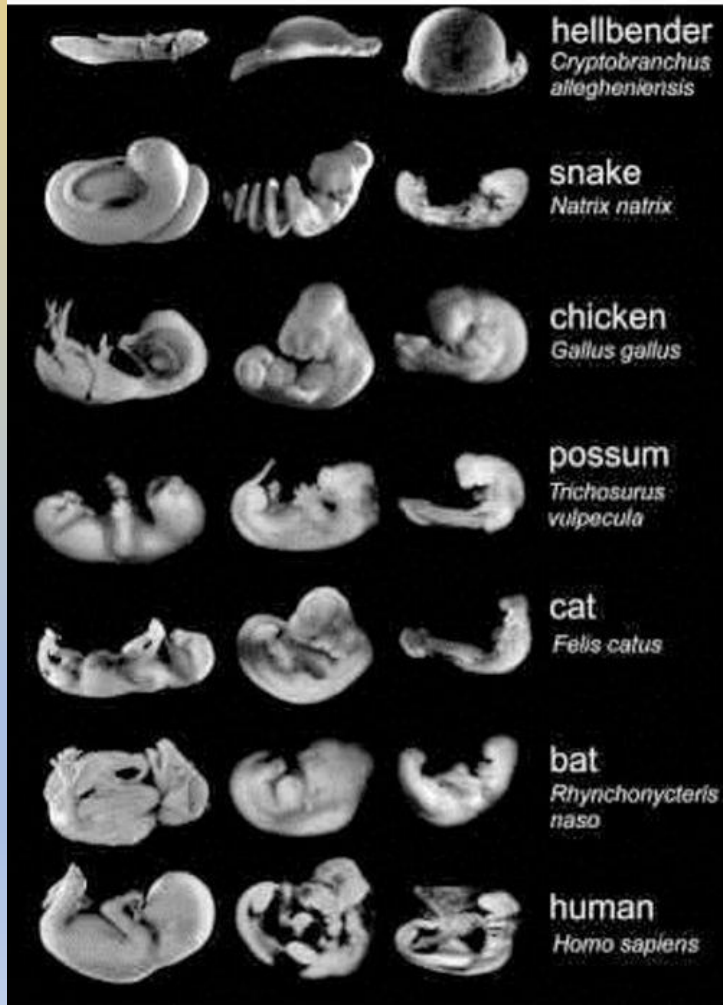
Η φωτογραφία δείχνει
έμβρυο φάλαινας
με εμφανή
τα κάτω άκρα



Υπολειμματικά όργανα/δομές
Πρόκειται για όργανα/δομές
χωρίς σαφή λειτουργία ή
αναγκαιότητα ύπαρξης σε
κάποιους οργανισμούς, τα
οποία πιθανότατα παρέμειναν
ως υπολείμματα. Για
παράδειγμα τα οστά της
πυελικής ζώνης στις φάλαινες,
μαρτυρούν την καταγωγή τους
από χερσαίο τετράποδο
προγονικό είδος.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ

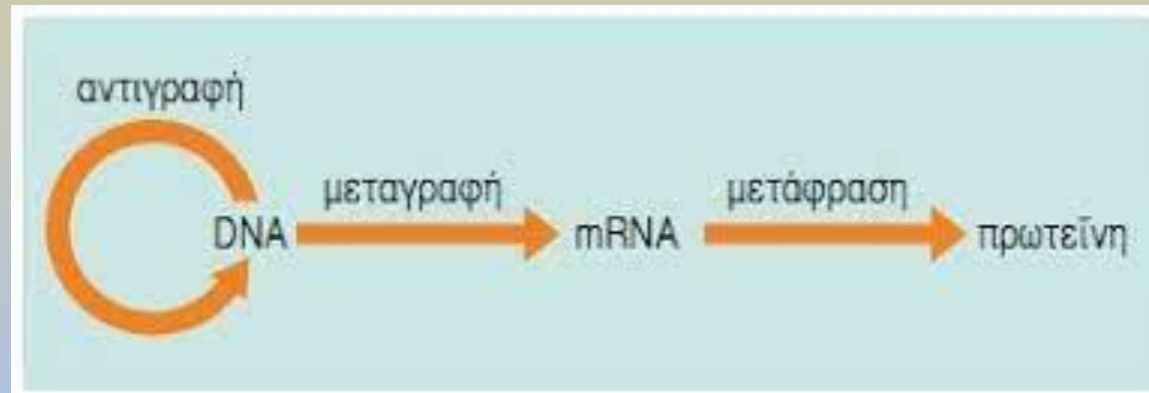
Εμβρυολογία



Συμπεράσματα για τη φυλογενετική πορεία των οργανισμών προκύπτουν και από την μελέτη της οντογένεσης, δηλαδή των διαδοχικών σταδίων από τα οποία διέρχεται ο οργανισμός κατά την εμβρυική ανάπτυξη. Για παράδειγμα τα έμβρυα όλων των σπονδυλοζώων έχουν ουρά και βραγχιακές σχισμές, κάτι που συμφωνεί με την κοινή, υδρόβια προέλευσή τους.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΗ ΜΟΡΙΑΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Όλοι οι οργανισμοί χρησιμοποιούν το μόριο του DNA ως μέσο αποθήκευσης και διαχείρισης της γενετικής πληροφορίας. Η πληροφορία αυτή μετουσιώνεται σε πρωτεΐνες, με τις διαδικασίες της μεταγραφής και της μετάφρασης.



Από την χαρτογράφηση του γονιδιώματος πληθώρας οργανισμών, και τη συγκριτική μελέτη τους, προκύπτουν δεδομένα για την εξέλιξή τους. Οργανισμοί που σχετίζονται φυλογενετικά, συγκλίνουν και σε επίπεδο ομοιότητας DNA.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΗ ΜΟΡΙΑΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

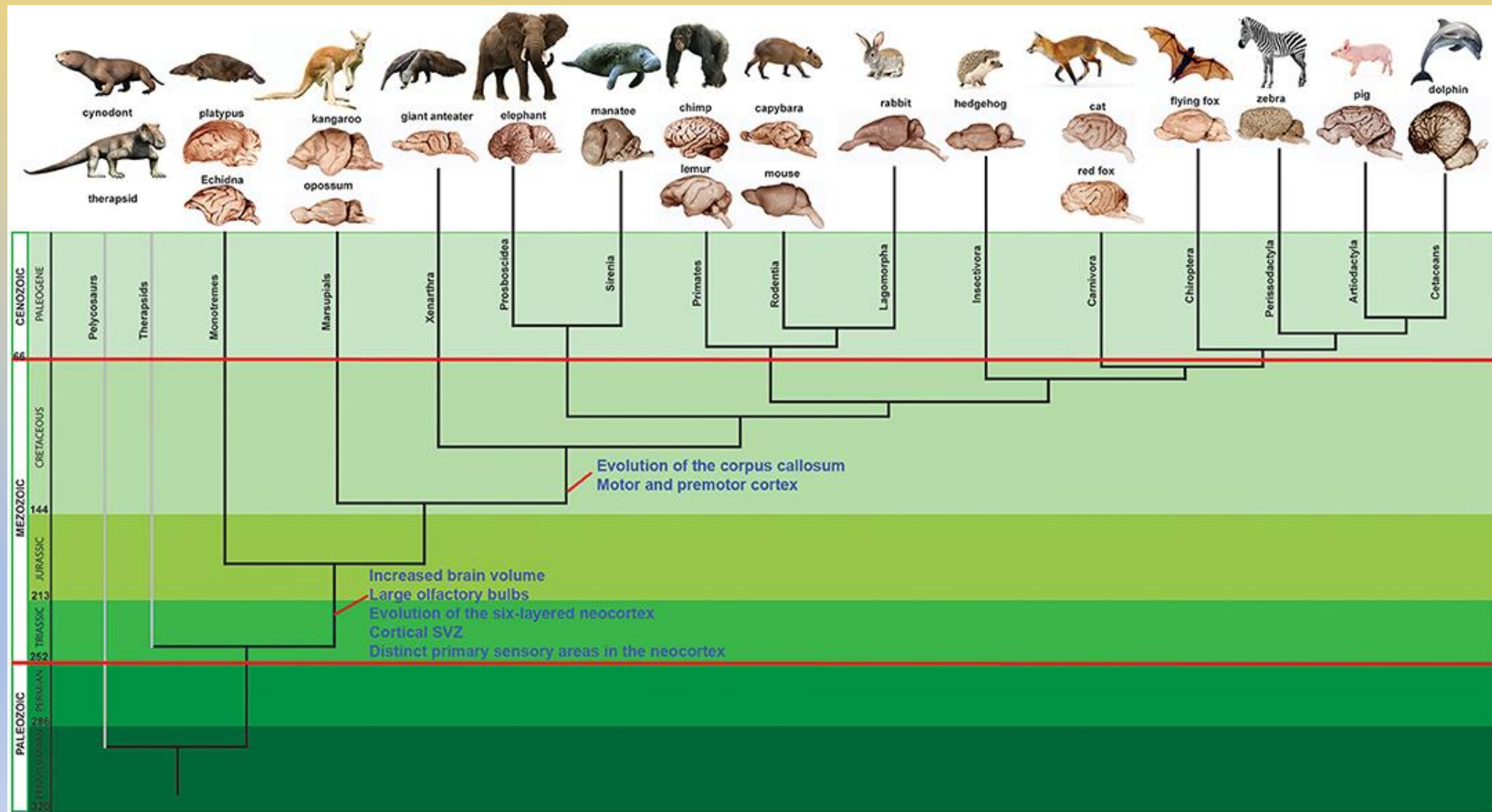
Συμπεράσματα για τη φυλογενετική συγγένεια των οργανισμών προκύπτουν και από τη σύγκριση ομόλογων πρωτεϊνών, δηλαδή πρωτεϊνών που επιτελούν την ίδια λειτουργία στα κύτταρα διαφορετικών οργανισμών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η εξελικτική σύγκλιση ή απόκλιση των κυτοχρωμάτων* ανάμεσα στους παρακάτω οργανισμούς, ανάλογα με το βαθμό φυλογενετικής συγγένειας.

ΑΝΘΡΩΠΟΣ (Homo sapiens)	ΧΙΜΠΑΤΖΗΣ (Trogodytes pan)	ΣΚΥΛΟΣ (Canis familiaris)	ΖΥΜΟΜΥΚΗΤΑΣ (Saccharomyces cerevisiae)
-	1 AMINOΞΥ	11 AMINOΞΕΑ	45 AMINOΞΕΑ

Η ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΤΩΝ ΘΗΛΑΣΤΙΚΩΝ



Η ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΤΩΝ ΘΗΛΑΣΤΙΚΩΝ



ΜΟΝΟΤΡΗΜΑΤΑ ΘΗΛΑΣΤΙΚΑ

Εξαπλώνονται μόνο στην Ωκεανία. Γεννούν αυγά και συγκεντρώνουν πρωτόγονα χαρακτηριστικά. Ο πλατύποδας π.χ. διαθέτει δηλητηριώδεις αδένες, κάτι που τον καθιστά το μοναδικό θηλαστικό με την ιδιότητα.



ΜΑΡΣΙΠΟΦΟΡΑ ΘΗΛΑΣΤΙΚΑ

Επίσης με αποκλειστική εξάπλωση στην Ωκεανία. Γεννούν έμβρυα σε πρώιμη ανάπτυξη, η οποία ολοκληρώνεται μέσα στον μάρσιπο, τρεφόμενα από γαλακτοφόρους αδένες. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία ειδών που καταλαμβάνουν όλες τις διαθέσιμες οικοθέσεις.



ΜΑΡΣΙΠΟΦΟΡΑ ΘΗΛΑΣΤΙΚΑ

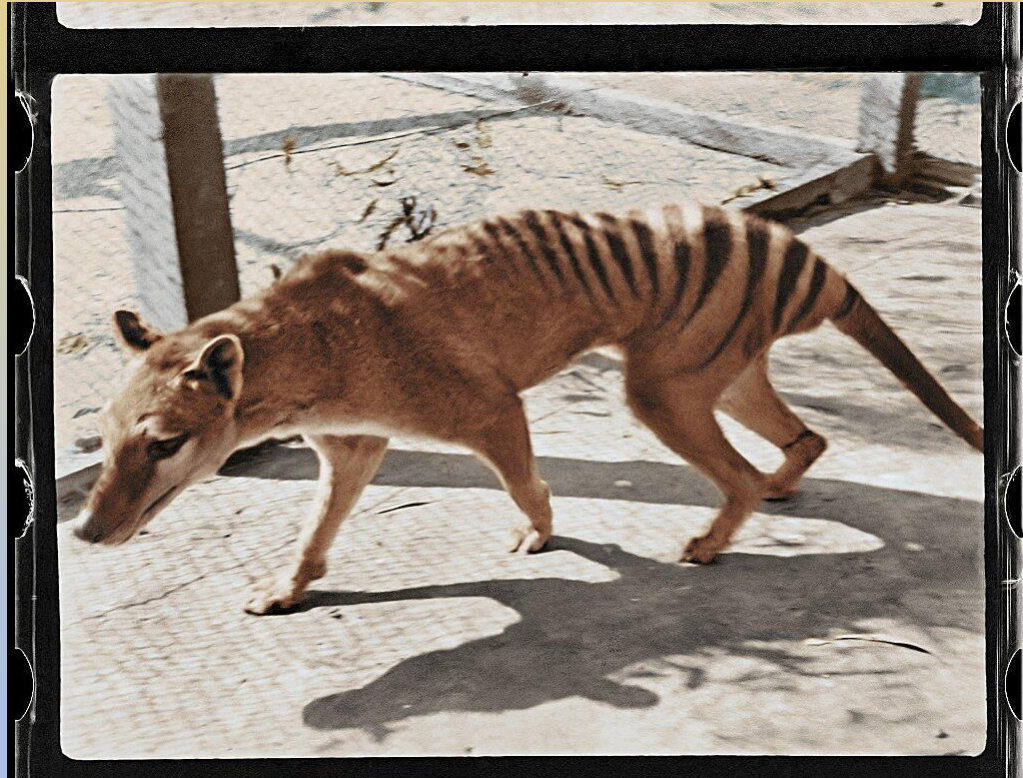


ΙΔΙΑΙΤΕΡΗ ΜΝΕΙΑ ΣΕ ΔΥΟ ΜΑΡΣΙΠΟΦΟΡΑ



Το Πόσουμ είναι το μοναδικό μαρσιποφόρο θηλαστικό εκτός Ωκεανίας. Συναντάται στην Αμερικανική ήπειρο στην οποία μετανάστευσε με άγνωστο τρόπο.

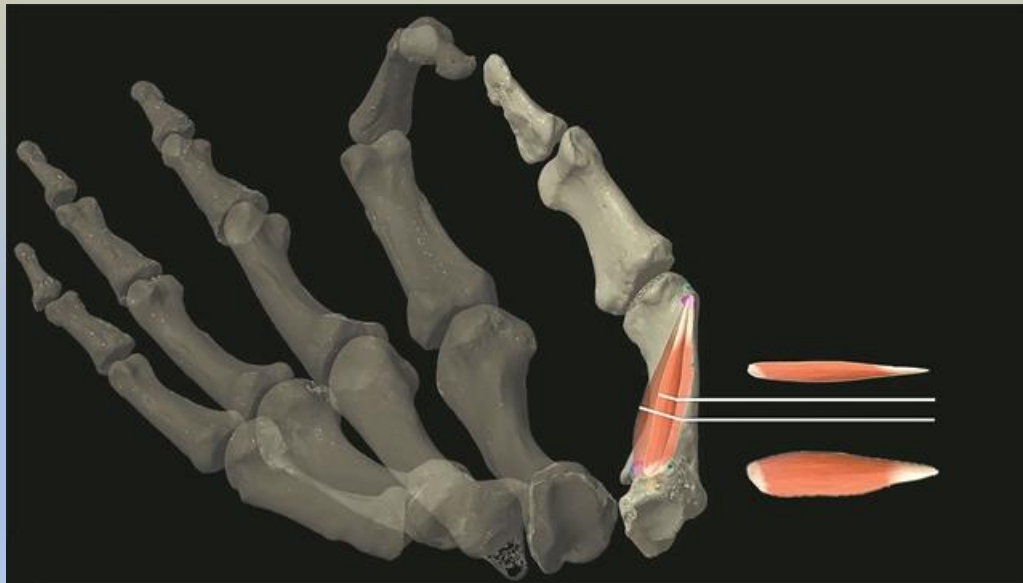
ΙΔΙΑΙΤΕΡΗ ΜΝΕΙΑ ΣΕ ΔΥΟ ΜΑΡΣΙΠΟΦΟΡΑ



Ο τασμανικός λύκος ή τίγρης κυνηγήθηκε μέχρι αφανισμού από τους αποίκους, γιατί προκαλούσε απώλειες στα κοπάδια τους. Αυτή είναι μια τελευταία, εγχρωματισμένη φωτογραφία του από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΩΝ

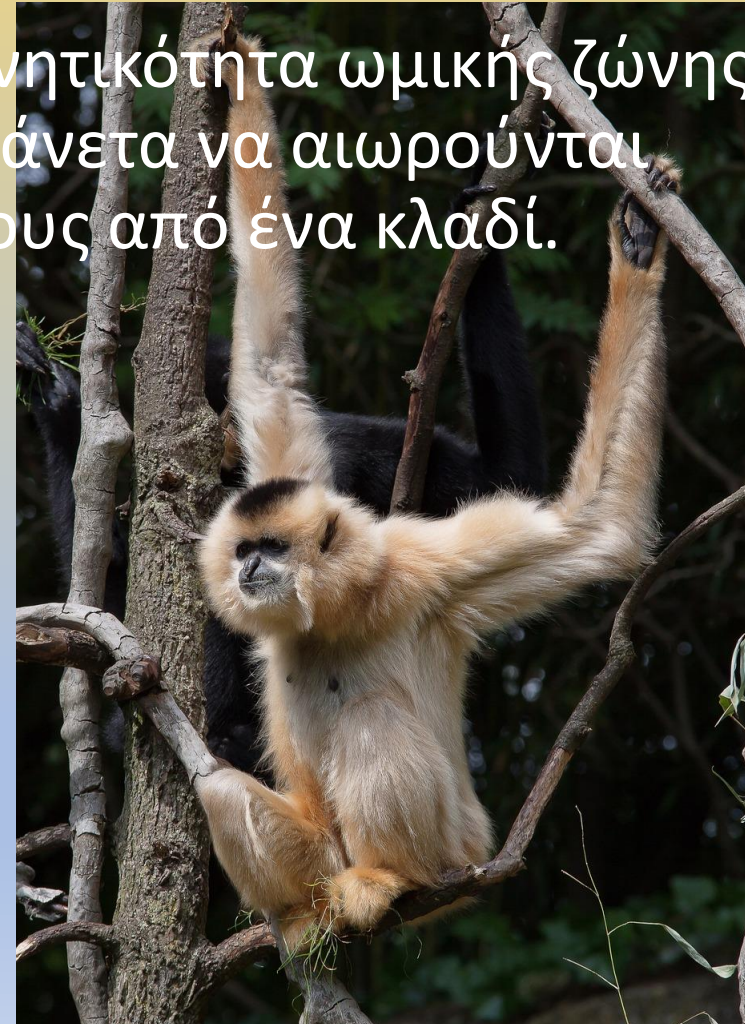
Η τάξη των Πρωτευόντων στην οποία ανήκουμε ως είδος, περιλαμβάνει κυρίως δενδρόβια θηλαστικά. Τα κοινά χαρακτηριστικά τους καθορίστηκαν εξελικτικά από τη ζωή στα δέντρα και συνοψίζονται στα παρακάτω.



Αντιτακτός αντίχειρας – χέρι που επιτρέπει τις λαβές. Η ικανότητα αυτή είναι απαραίτητη για τη ζωή πάνω στα δέντρα. Επιπλέον, προσφέρει επιδεξιότητα στην κατασκευή και τον χειρισμό εργαλείων.

ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΩΝ

2. Μακριά και ευκίνητα άκρα – μεγάλη κινητικότητα ωμικής ζώνης και άρθρωσης ισχίου. Οι πίθηκοι μπορούν άνετα να αιωρούνται πιασμένοι με τα άνω ή τα κάτω άκρα τους από ένα κλαδί.



ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΩΝ



2. Στερεοσκοπική, έγχρωμη όραση. Τα μάτια όλων των πρωτευόντων είναι τοποθετημένα στο πρόσθιο μέρος του προσώπου. Επιπλέον, διακρίνουν τα χρώματα.

ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΩΝ

3. Αναπτυγμένος εγκέφαλος. Τα πρωτεύοντα είναι ευφυή θηλαστικά, χάρη στη ανάπτυξη του εγκεφάλου, που ακολούθησε την ανάπτυξη της όρασης (γιατί;).
4. Η γονική προστασία και φροντίδα. Τα πρωτεύοντα αφήνουν μικρό αριθμό απογόνων και επενδύουν σε αυτούς.



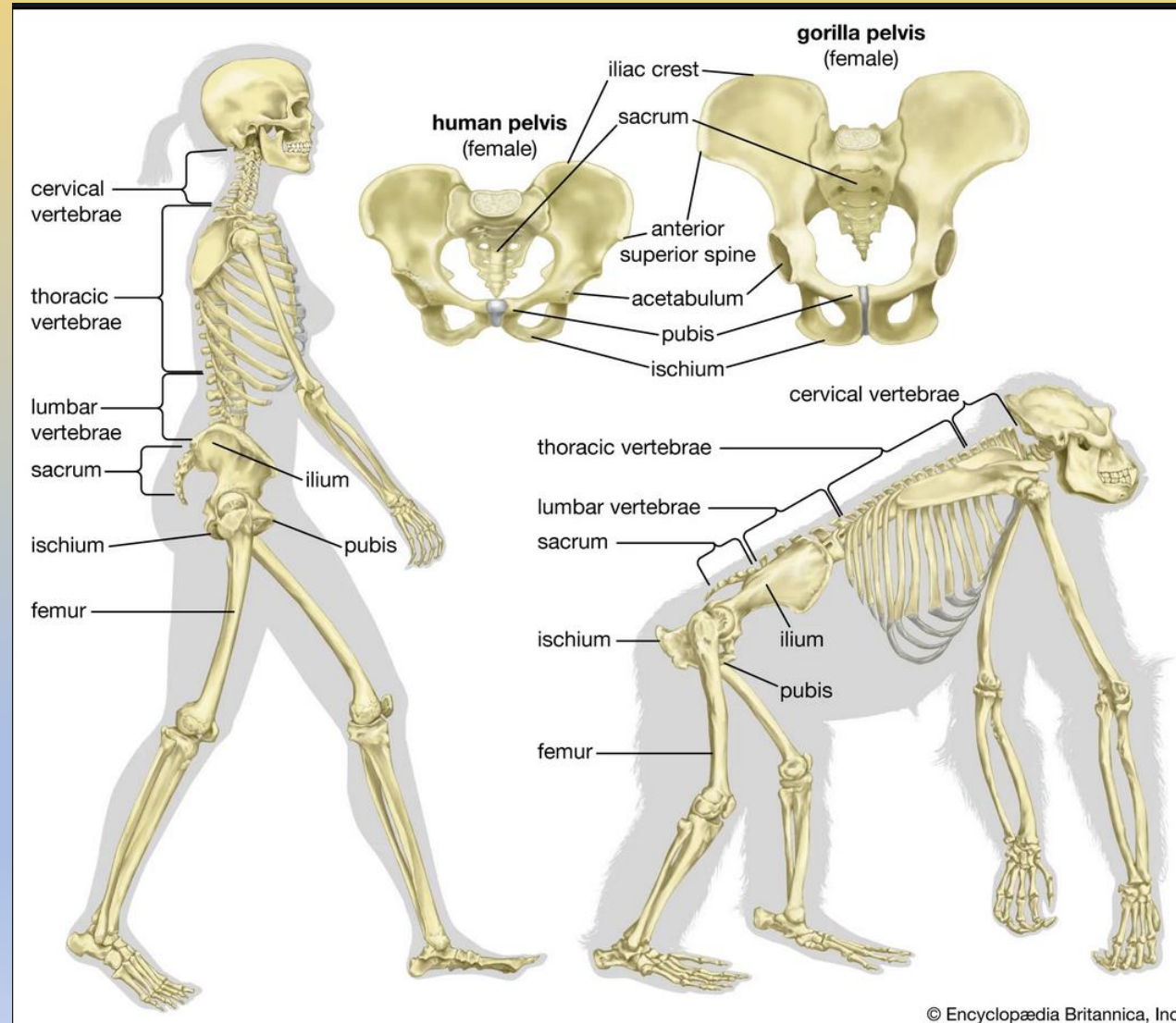
ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΩΝ

5. Η όρθια στάση, αν και αυτή χαρακτηρίζει το ανθρώπινο είδος. Οι μεγάλοι πίθηκοι στέκονται όρθιοι, αλλά περπατούν σε ημιόρθια θέση, δηλαδή σέρνουν να άνω άκρα τους στο έδαφος.

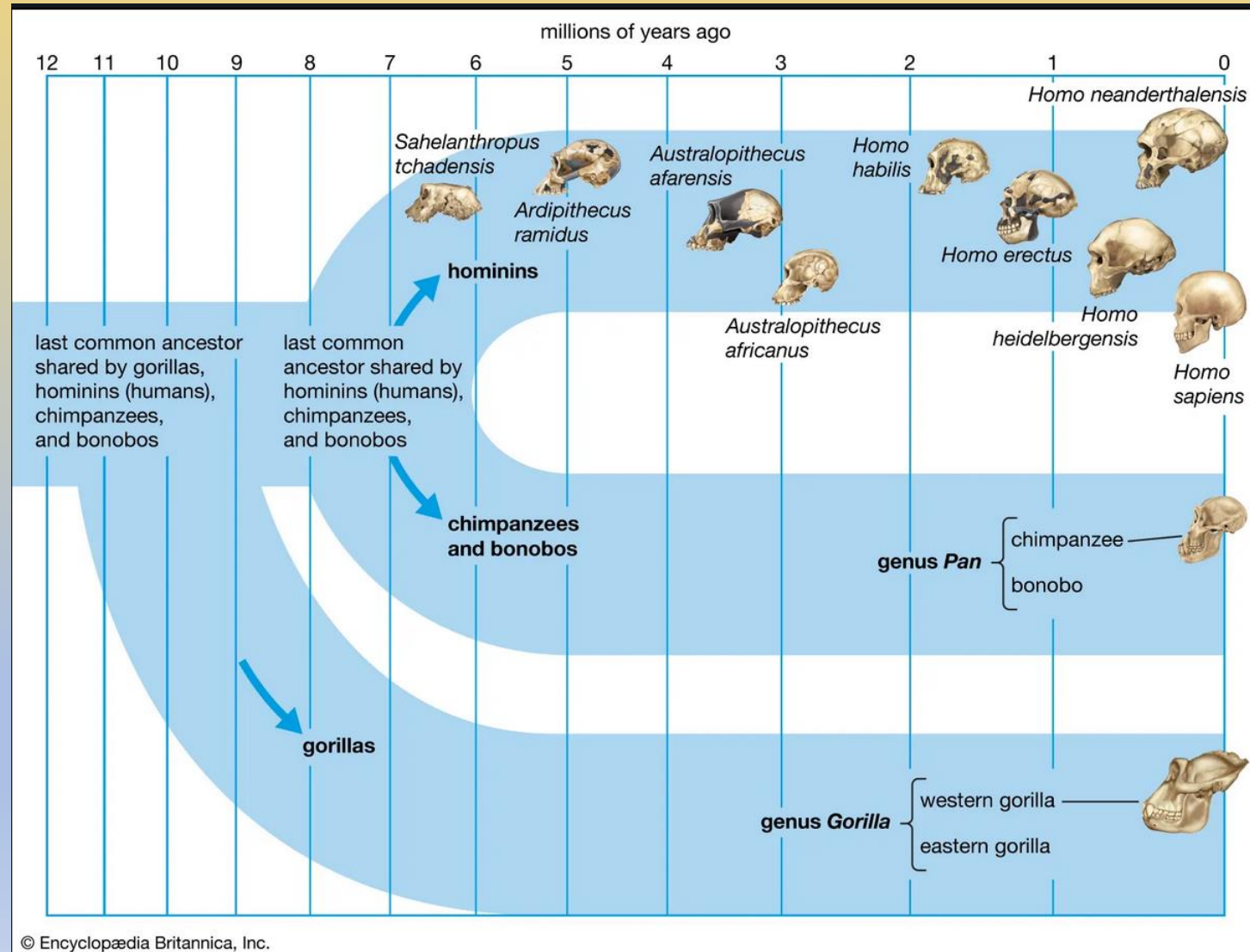
Τι προσέφερε η όρθια στάση στο ανθρώπινο είδος;

- Αποδέσμευση των άνω άκρων από τη βάδιση -> μετατροπή τους σε εργαλεία -> ώθηση στην εγκεφαλική ανάπτυξη.
- Επόπτευση μεγαλύτερης περιοχής -> περισσότερες ευκαιρίες για εύρεση τροφής, αποφυγή των κινδύνων.

ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΩΝ



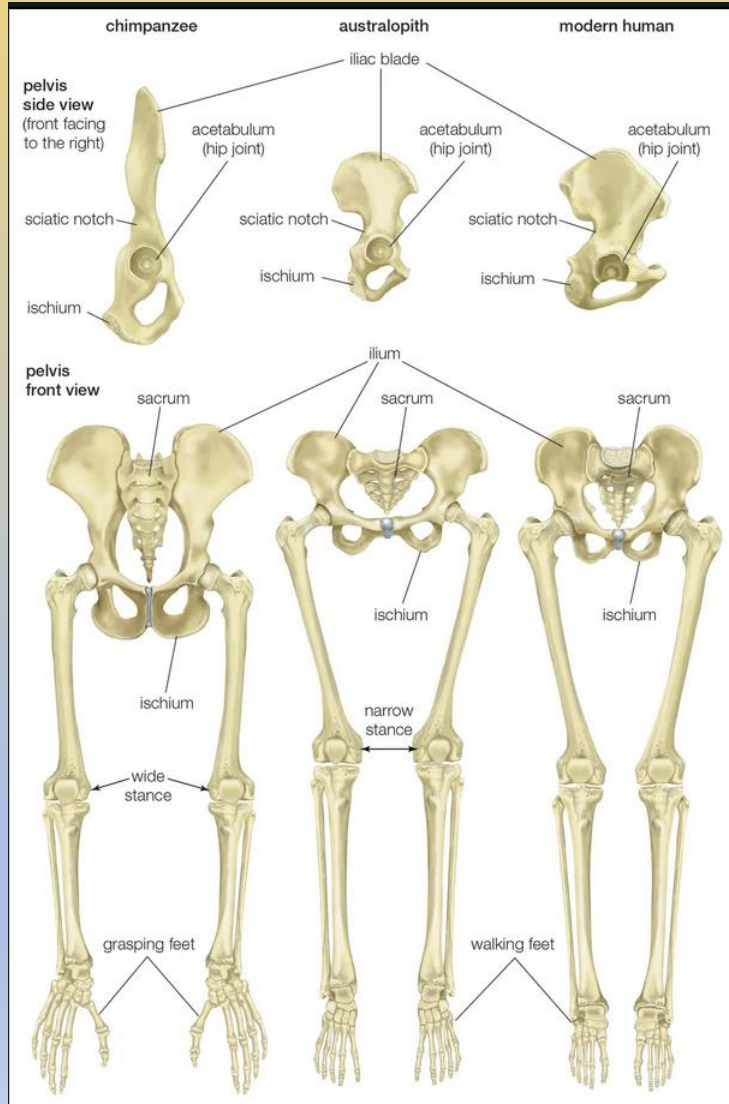
Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΕΙΔΟΥΣ



Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΕΙΔΟΥΣ

- Ο πρώτος προάνθρωπος εμφανίστηκε στην Αφρική πριν από 3 με 4 εκ. χρόνια, ανήκει στο Γένος *Australopithecus* και θεωρείται το πρώτο μέλος της Οικογένειάς μας, *Hominidae*. Ήταν μικρόσωμος, με σημαντικά μικρότερο εγκέφαλο από το σύγχρονο άνθρωπο, αλλά μεγαλύτερο από τους πιθήκους. Σίγουρα περπατούσε όρθιος, όπως καταδεικνύουν τα οστά της λεκάνης του και τα ίχνη από τα πέλματά του. Είχε ποικίλο διαιτολόγιο.

Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΕΙΔΟΥΣ



Παρατηρούμε ότι η διαμόρφωση των οστών της λεκάνης του Αυστραλοπίθηκου παρουσιάζει ομοιότητες με την αντίστοιχη στον σύγχρονο άνθρωπο και αποκλίνει από του χιμπατζή, που είναι και το κοντινότερο συγγενικά είδος προς εμάς. Αντίστοιχα στα πέλματά του παρατηρούμε την ευθυγράμμιση των φαλάγγων, γεγονός που δηλώνει ότι ο Αυστραλοπίθηκος βάδιζε όρθιος όπως ο άνθρωπος.

Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΕΙΔΟΥΣ

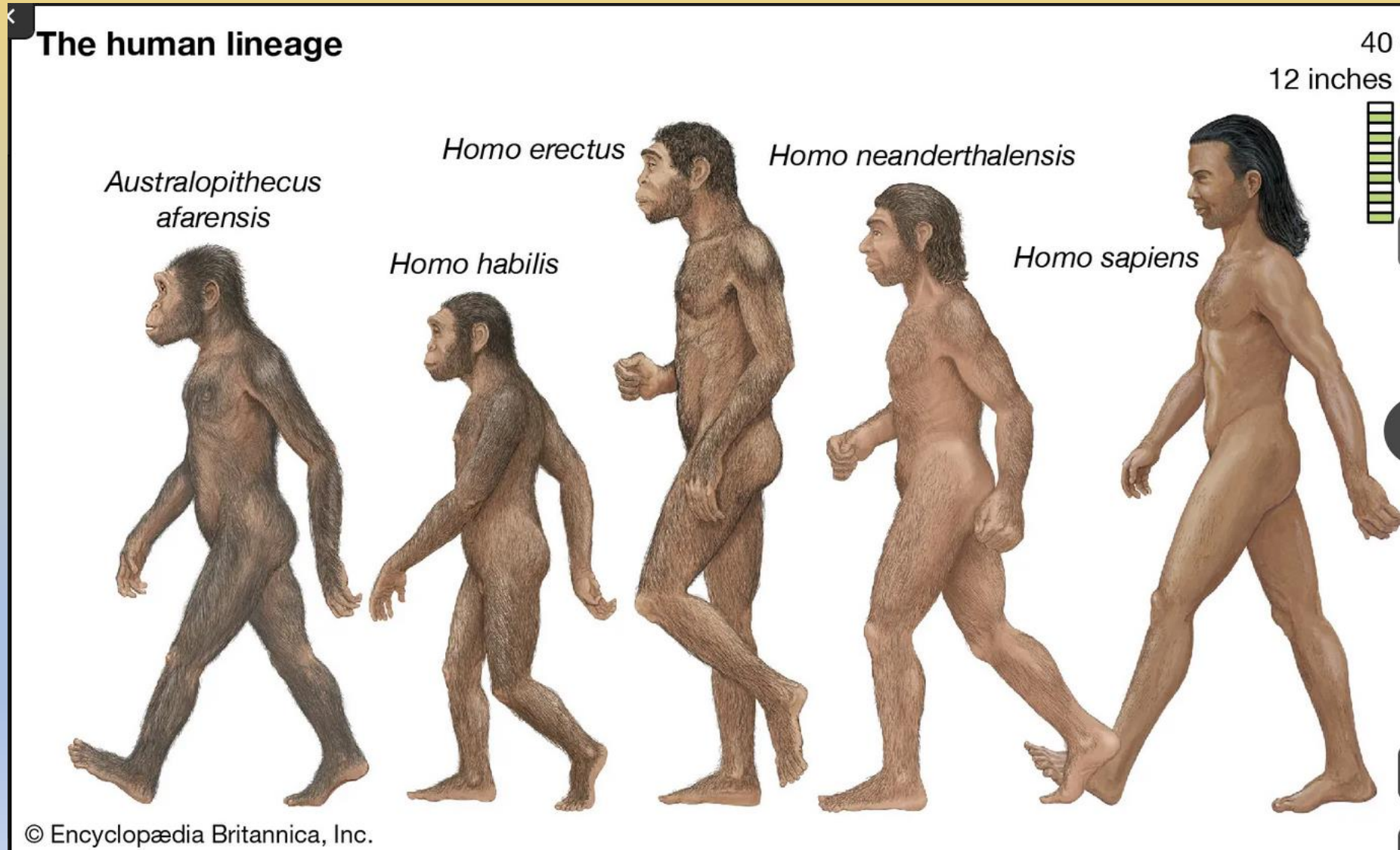
- Ακολούθησε η εμφάνιση του πρώτου μέλους του γένους *Homo* πριν από 2 εκ. χρόνια. Ήταν ο *Homo habilis* (Άνθρωπος ο ευκίνητος). Είχε μεγαλύτερο εγκέφαλο από τον Αυστραλοπίθηκο, με τον οποίο και συνυπήρχε. Γνώριζε την κατασκευή πέτρινων εργαλείων, γεγονός που υποδηλώνει αυξημένη ευφυΐα.
- Ο διάδοχός του, με τον οποίο πιθανόν συνυπήρξαν, ήταν ο *Homo erectus* (Άνθρωπος ο όρθιος). Εμφανίστηκε πριν από 1,6 εκ. χρόνια και ήταν το μακροβιότερο μέλος της Οικογένειάς μας – εξαφανίστηκε πριν από 250 χιλ. χρόνια.

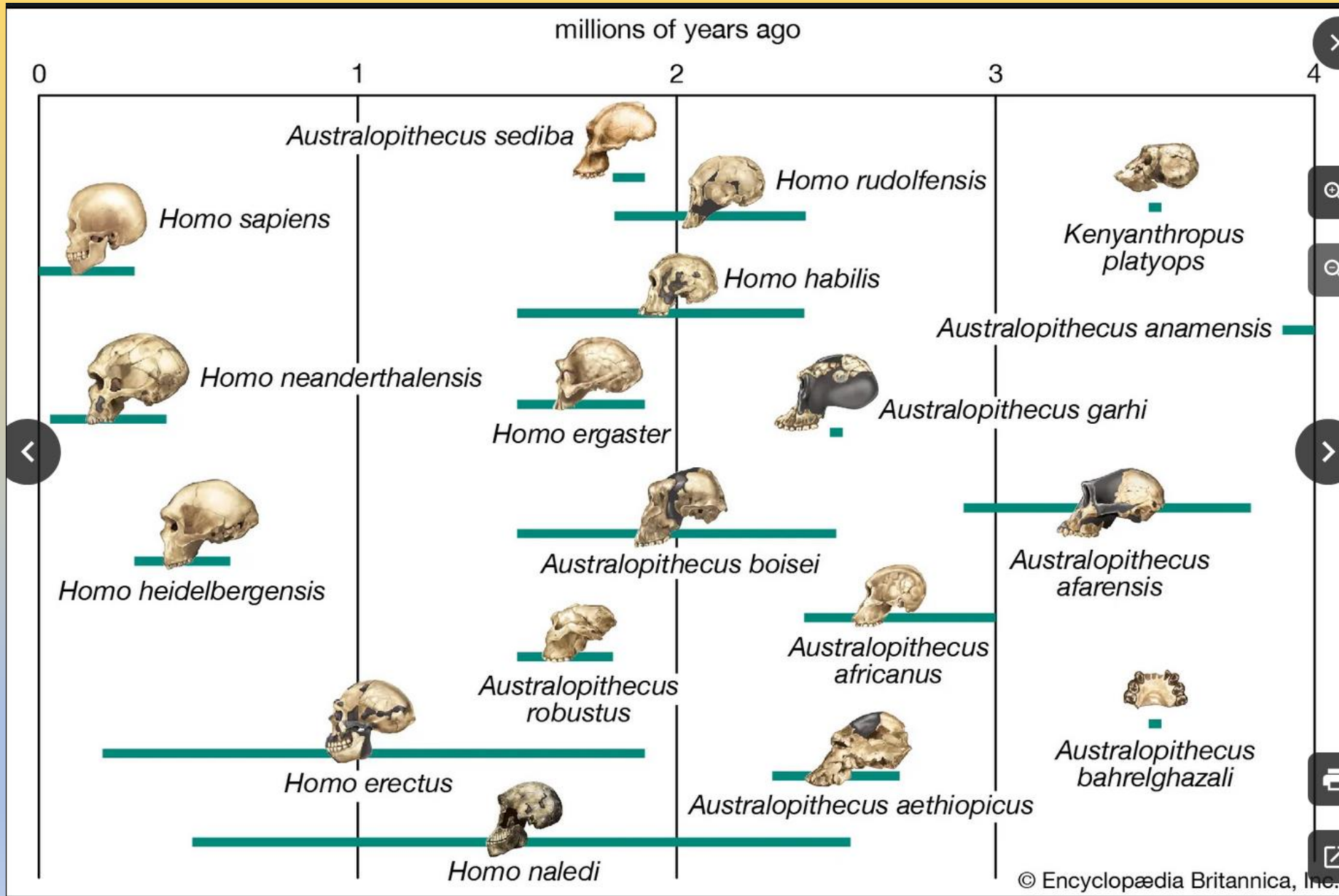
Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΕΙΔΟΥΣ

Στον Homo erectus αποδίδονται:

1. Η κατασκευή εστίας, όπως μια σπηλιά ή μια καλύβα.
2. Η ανακάλυψη της φωτιάς και η χρήση της για το ψήσιμο της τροφής του. Αυτό συνετέλεσε στην αύξηση του προσδόκιμου επιβίωσης, γιατί περιορίσε το ενδεχόμενο τροφικής δηλητηρίασης, αλλά και οδήγησε σε αλλαγή της ανατομίας του πεπτικού συστήματος, με την ελάττωση του μήκους του εντέρου μας.
3. Μετανάστευσε από την Αφρική σε Ευρώπη και Ασία, κατακτώντας έτσι, για πρώτη φορά στην σύντομη ιστορία μας, τις τρεις ηπείρους.
4. Πιθανόν να ανέπτυξε και πρωτόγονο λόγο.

Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΕΙΔΟΥΣ





ΤΑ ΑΔΕΡΦΙΑ ΜΑΣ ΟΙ ΝΕΑΝΤΕΡΝΤΑΛ

- Ο άνθρωπος του Νεάντερνταλ, κατά πολλούς υποείδος του Σάπιενς, εμφανίστηκε σχεδόν συγχρόνως με τον τελευταίο πριν από 200 – 250 χιλ. χρόνια και εξαφανίστηκε
- Είχε μεγαλύτερο κρανίο, αλλά κατώτερη ευφυΐα, ήταν κοντότερος, αλλά πιο ρωμαλέος στην διάπλασή του και είχε χαρακτηριστικά προτεταμένα τα υπερόφρυα τόξα και φαρδιά πλακουτσωτή μύτη – μια πιθανή προσαρμογή στο κρύο κλίμα της Ευρώπης των παγετόνων.
- Είχε αναπτύξει την ομιλία, φορούσε ρούχα που έραβε από δέρματα ζώων, κατασκεύαζε εκλεπτυσμένα πέτρινα ή οστέινα εργαλεία, έθαβε τους νεκρούς του τελετουργικά (ποια η σημασία;) και ανέπτυξε πρωτόγονη τέχνη, ζωγραφίζοντας τους τοίχους των σπηλαίων, όπου συνήθως κατοικούσε.

ΤΑ ΑΔΕΡΦΙΑ ΜΑΣ ΟΙ ΝΕΑΝΤΕΡΝΤΑΛ

- Πολλές υποθέσεις έχουν διατυπωθεί για την εξαφάνισή του.

Μπορεί να τον εξολόθρευσε ο Σάπιενς, που ήταν εξυπνότερος και πιο ανταγωνιστικός.

Μπορεί να απορροφήθηκε μέσα από την επιμειξία με τον Σάπιενς, που υπερτερούσε αριθμητικά.

Μπορεί να του μεταδόθηκε από τον Σάπιενς κάποια ασθένεια, που τον οδήγησε στον αφανισμό.

Χωρίς να μπορούμε να αποκλείσουμε κάποια, φαίνεται ότι συνδυασμός των παραπάνω λειτούργησε στο μακρινό παρελθόν.

- Εκείνο που είναι βέβαιο είναι ότι η σεξουαλική επαφή ανάμεσα στους δύο ήταν τακτική και ο σύγχρονος άνθρωπος φέρει ένα ποσοστό του γονιδιώματος του Νεαντερνταλ που ανέρχεται στο 1% - 3%.