UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea in ***Scienze Biologiche***

Evoluzione del Telencefalo nei Cordati

Evolution of the Chordate Telencephalon

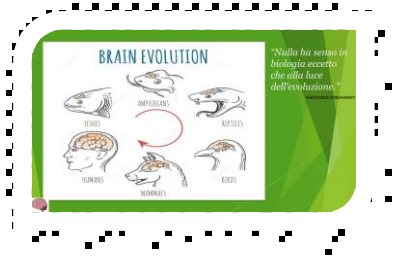
Tesi di Laurea di:
Maria Chiara Briganti

Docente Referente:
Chiar.mo Prof. Vincenzo Caputo Barucchi

Sessione: *Autunnale*
Anno Accademico: *2019/2020*

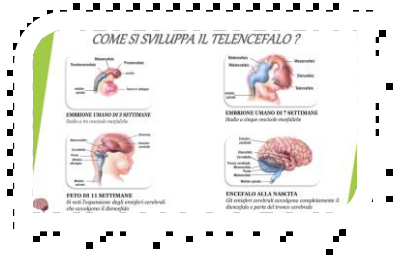
INDICE

1. INTRODUZIONE

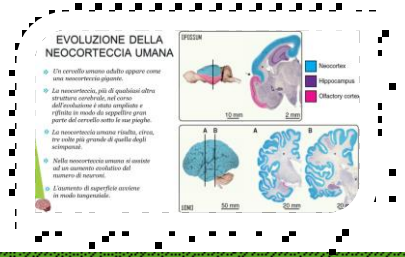


2. DEFINIZIONE DI OMOLOGIA

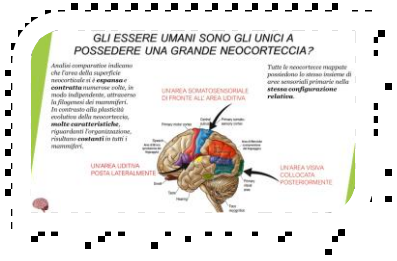
3. SVILUPPO E DIVERSIFICAZIONE DEL TELENCEFALO



4. EVOLUZIONE DELLA NEOCORTECCIA UMANA



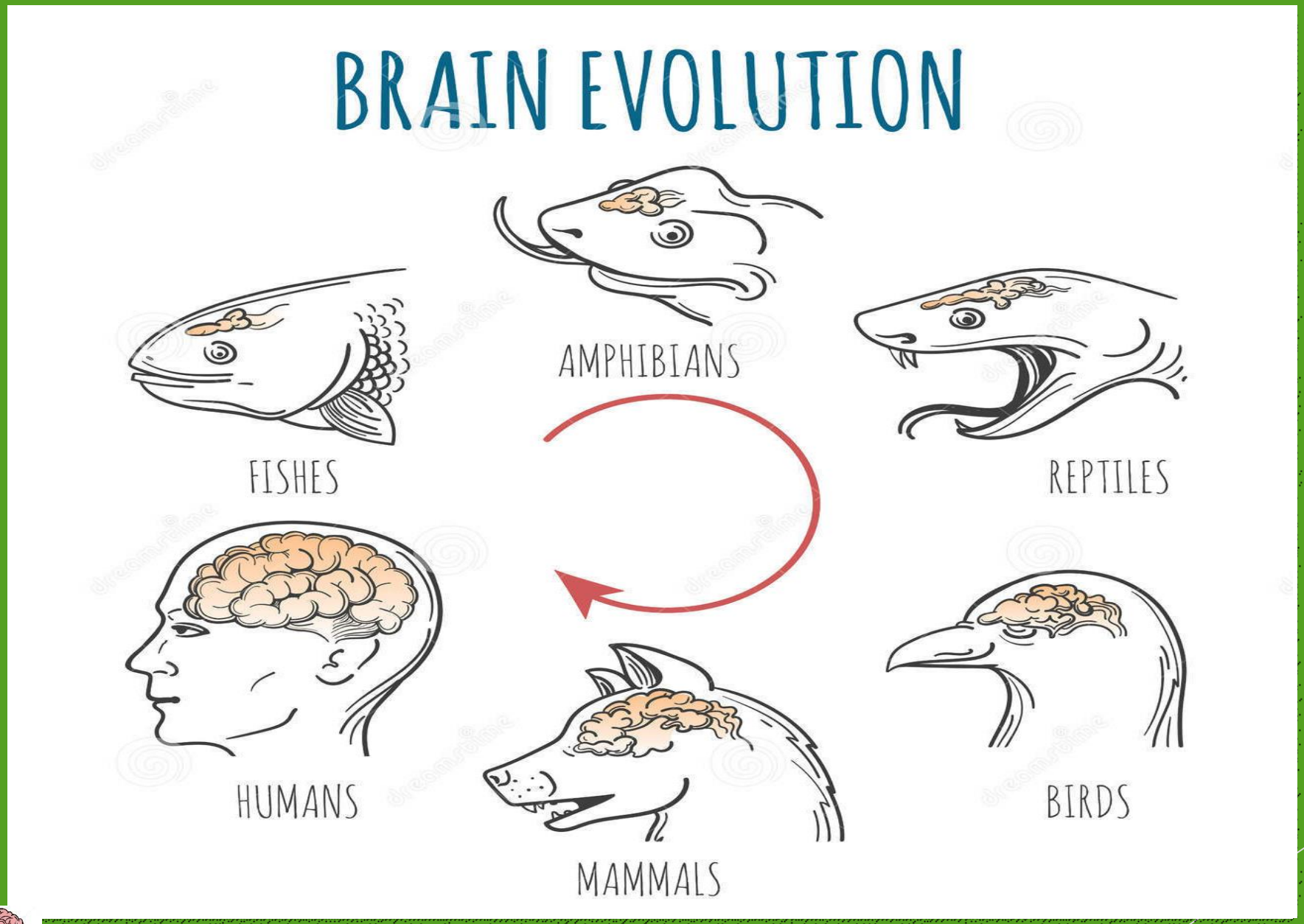
5. EVOLUZIONE DELLA NEOCORTECCIA NEI MAMMIFERI



6. OMOLOGIE CELLULARI NEL PALLIO DEGLI AMNIOTI

7. ANFIBI E SEMPLIFICAZIONE EVOLUTIVA

8. CONCLUSIONI



"Nulla ha senso in biologia eccetto che alla luce dell'evoluzione."

THEODOSIUS DOBZHANSKY

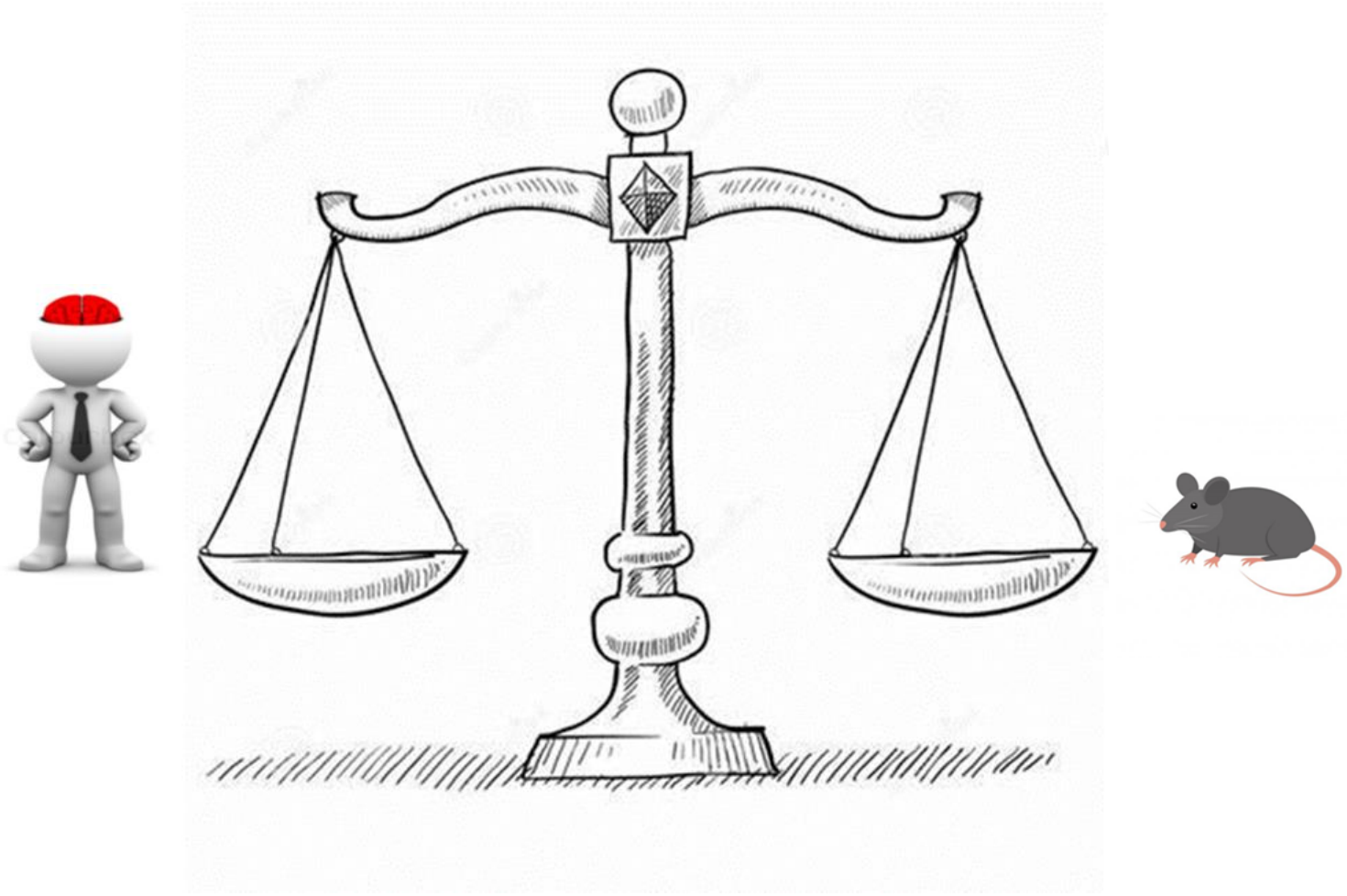
Due caratteri, di organismi differenti, si dicono omologhi se nel corso dell'evoluzione derivano dal medesimo carattere del loro antenato comune (LCA) .

L'omologia si riferisce alla somiglianza

L'omologia richiede l'ereditarietà di un antenato comune

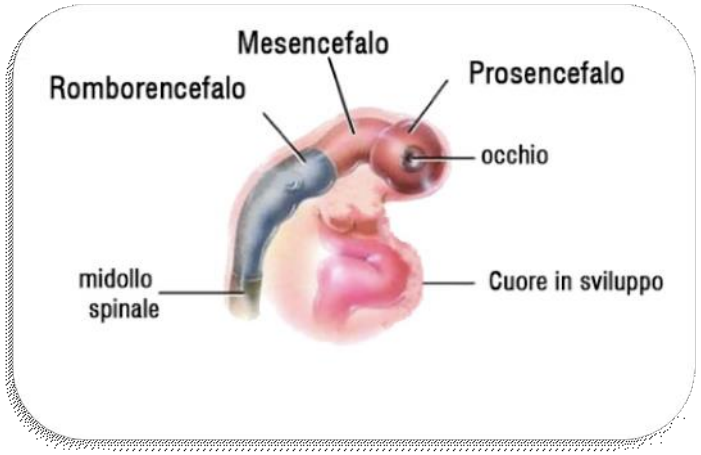
OMOLOGIA dal gr. ὁμολογία, der. di ὁμόλογος « concorde , corrispondente », formato da ὁμο- «uguale» e λόγος «discorso»

« La neocorteccia umana è omologa alla neocorteccia di topo »



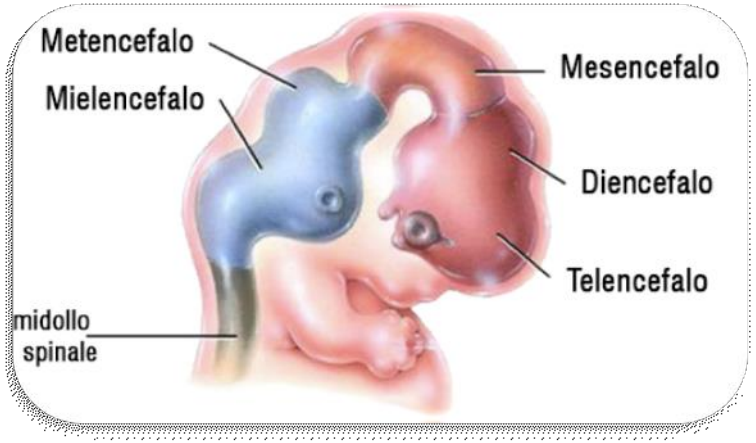
« La neocorteccia umana è OMOLOGA alla neocorteccia di topo a livello di STRUTTURA NEUROANATOMICA »

COME SI SVILUPPA IL TELENCEFALO ?



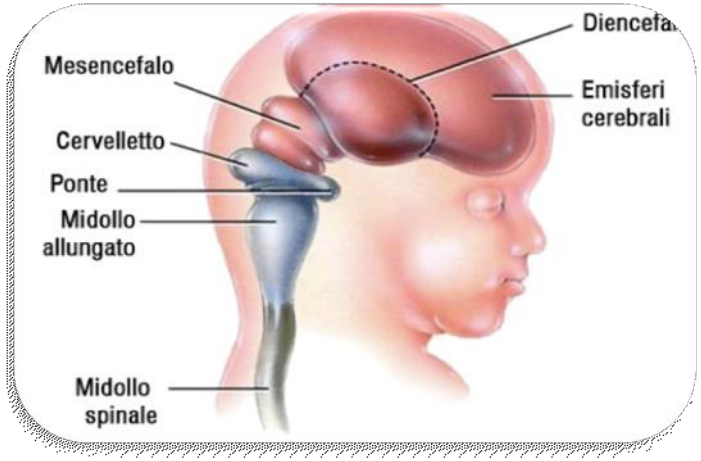
EMBRIONE UMANO DI 3 SETTIMANE

Stadio a tre vescicole encefaliche



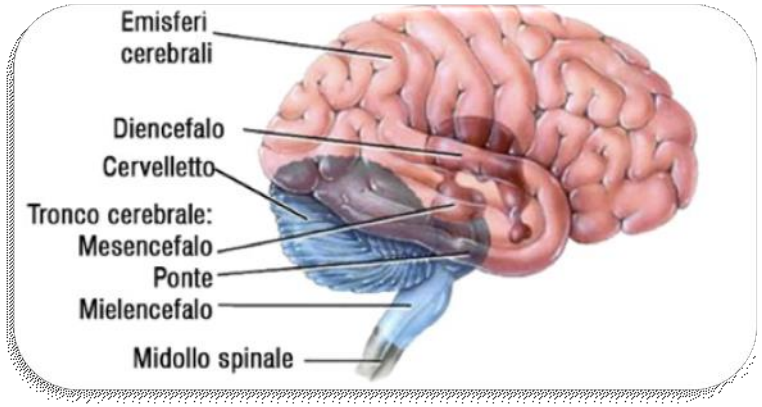
EMBRIONE UMANO DI 7 SETTIMANE

Stadio a cinque vescicole encefaliche



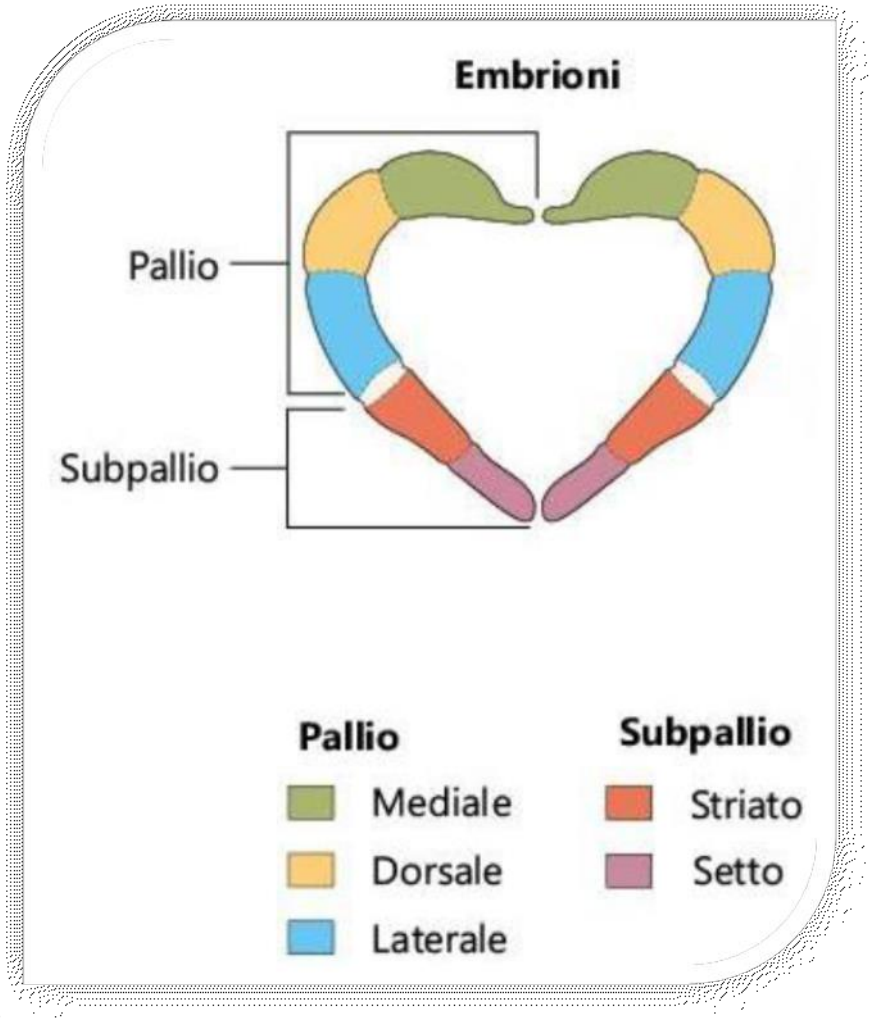
FETO DI 11 SETTIMANE

Si noti l'espansione degli emisferi cerebrali che avvolgono il diencefalo



ENCEFALO ALLA NASCITA

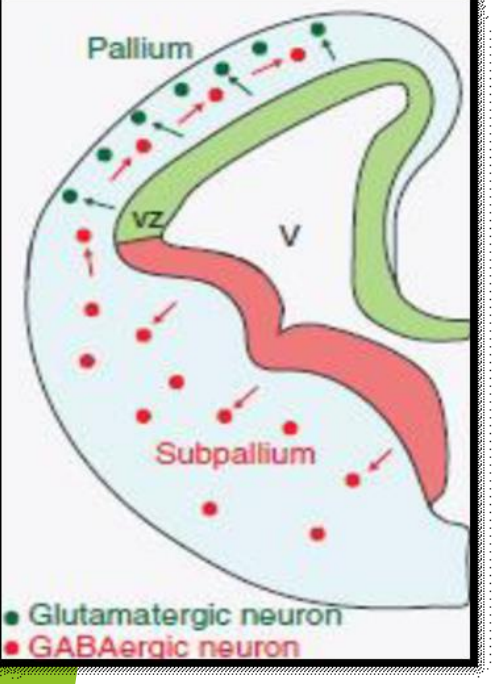
Gli emisferi cerebrali avvolgono completamente il diencefalo e parte del tronco cerebrale



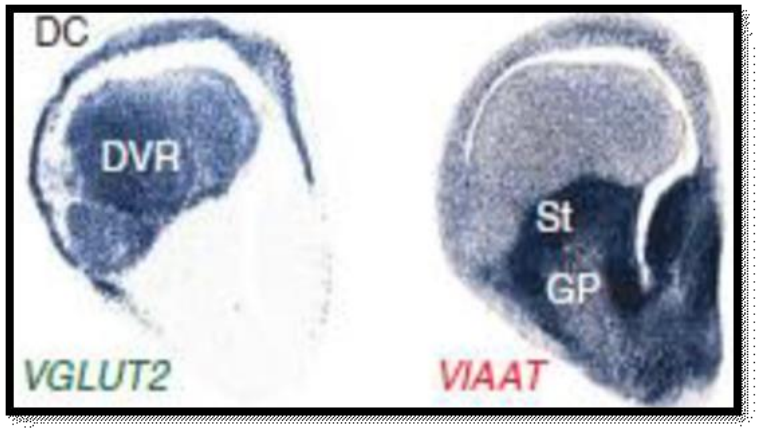
In **tutti i vertebrati** il telencefalo comprende due suddivisioni principali: il PALLIO (dal latino *pallium* «mantello), in posizione dorsale, e il SUBPALLIO, in posizione ventrale.

!

Recenti studi comparativi hanno stabilito che l'evoluzione del subpallio è ***altamente conservativa****.*
Al contrario, le strutture derivate dal pallio sono marcatamente divergenti tra i vertebrati.

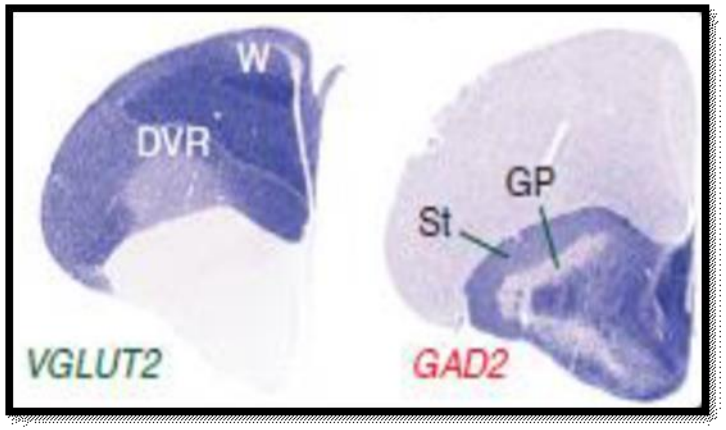


Sviluppo del telencefalo del topo a 12 giorni di gestazione, poco dopo l'inizio della neurogenesi neocorticale.
In sezione trasversale è schematizzato un emisfero telencefalico.
*Le cellule neurali del ventricolo **(V)** formano la zona ventricolare **(VZ)** .*



*Sezione frontale del telencefalo di un embrione di alligatore in via di sviluppo. All'interno del pallio sono identificati la **corteccia dorsale** a tre strati **(DC)** ed un' **area ipertrofica** detta **DVR** tipica di Rettili ed Uccelli.*

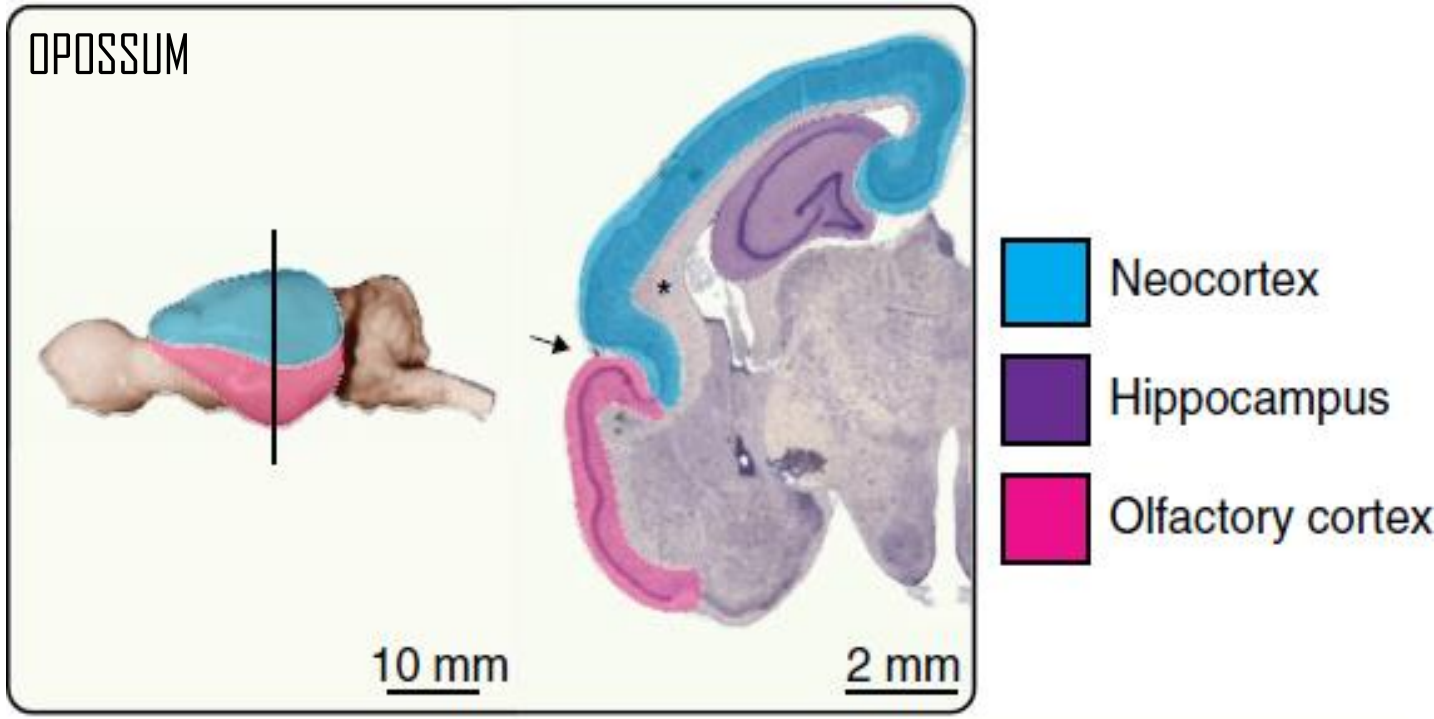
Nei mammiferi i neuroni palliali migrano radialmente per formare strati paralleli alla superficie del cervello.
Nel linguaggio neuroanatomico una tale struttura stratificata è denominata CORTECCIA

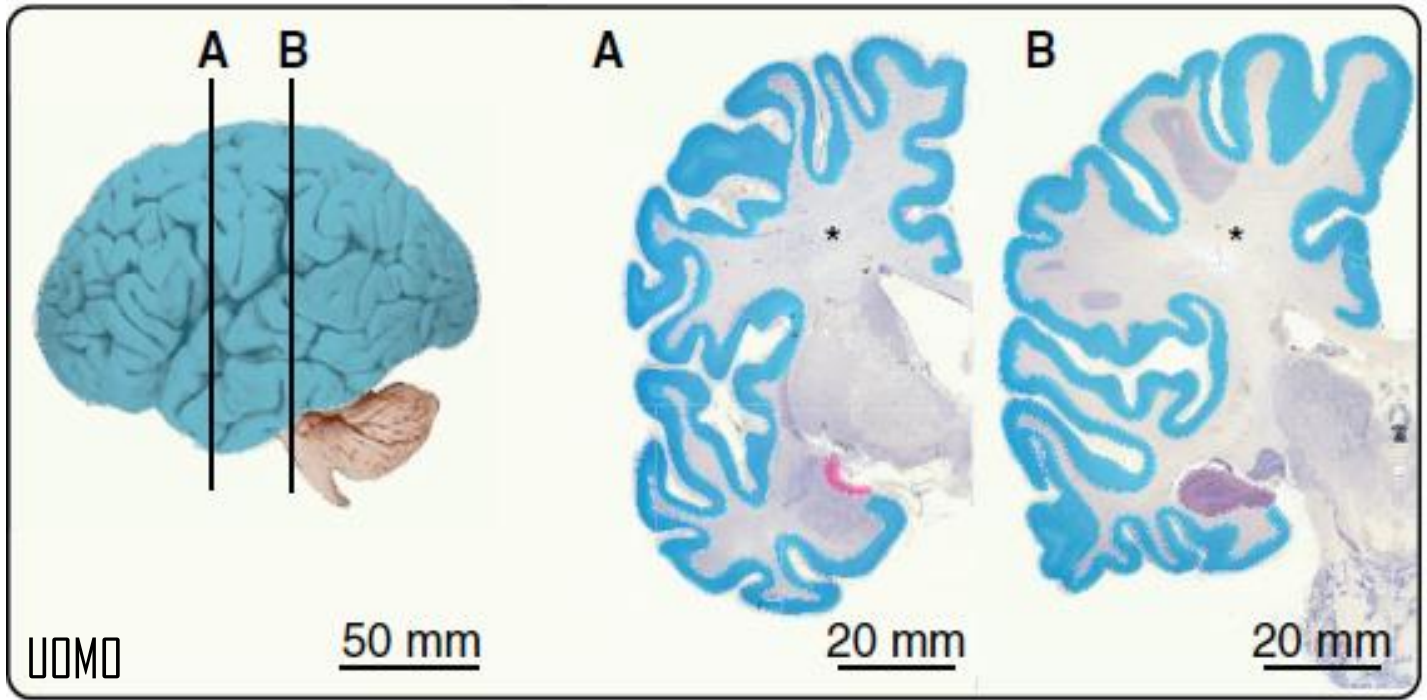


*Sezione frontale del telencefalo di un pollo. Negli Uccelli, oltre al DVR, si riscontra una struttura nucleare detta **Wulst (W)** .*

EVOLUZIONE DELLA NEOCORTECCIA UMANA

- *Un cervello umano adulto appare come una neocorteccia gigante.*
- *La neocorteccia, più di qualsiasi altra struttura cerebrale, nel corso dell'evoluzione è stata ampliata e rifinita in modo da seppellire gran parte del cervello sotto le sue pieghe.*
- *La neocorteccia umana risulta, circa, tre volte più grande di quella degli scimpanzè.*
- *Nella neocorteccia umana si assiste ad un aumento evolutivo del numero di neuroni.*
- *L'aumento di superficie avviene in modo tangenziale.*



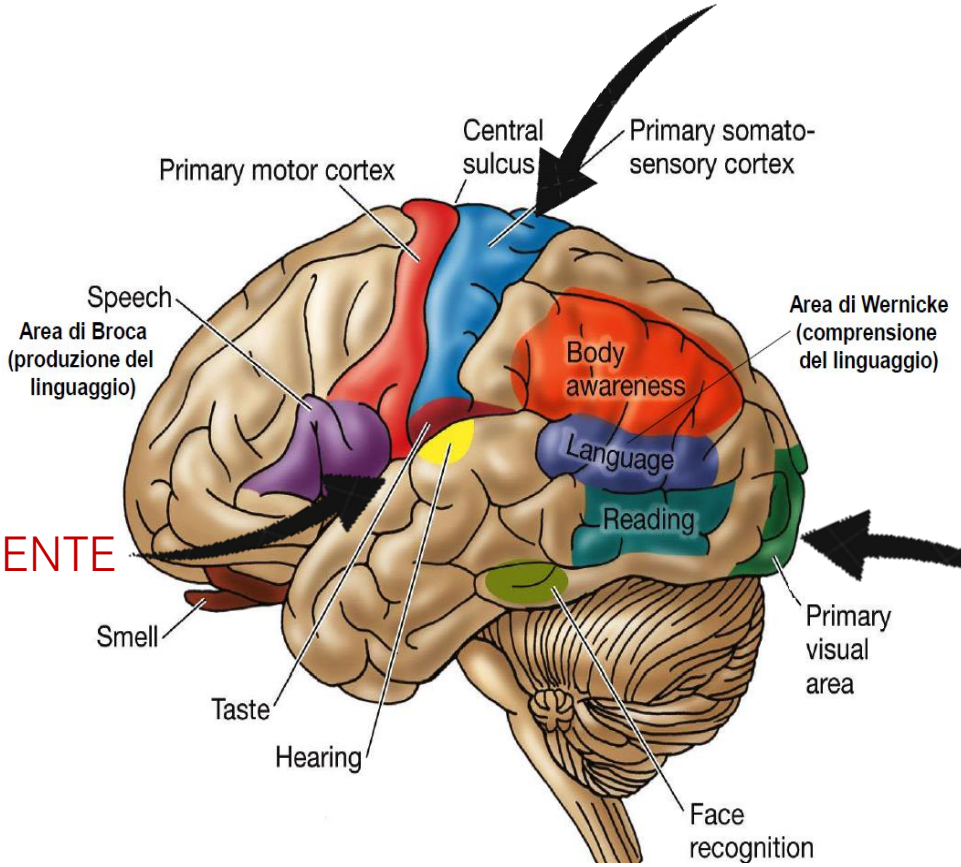


GLI ESSERE UMANI SONO GLI UNICI A POSSEDERE UNA GRANDE NEOCORTECCIA?

*Analisi comparative indicano che l'area della superficie neocorticale si è **espansa** e **contratta** numerose volte, in modo indipendente, attraverso la filogenesi dei mammiferi. In contrasto alla plasticità evolutiva della neocorteccia, **molte caratteristiche**, riguardanti l'organizzazione, risultano **costanti** in tutti i mammiferi.*

*Tutte le neocortecce mappate possiedono lo stesso insieme di aree sensoriali primarie nella **stessa configurazione relativa**.*

UN'AREA SOMATOSENSORIALE DI FRONTE ALL' AREA UDITIVA

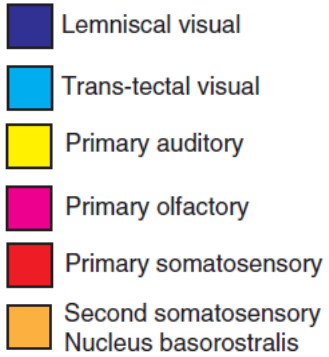


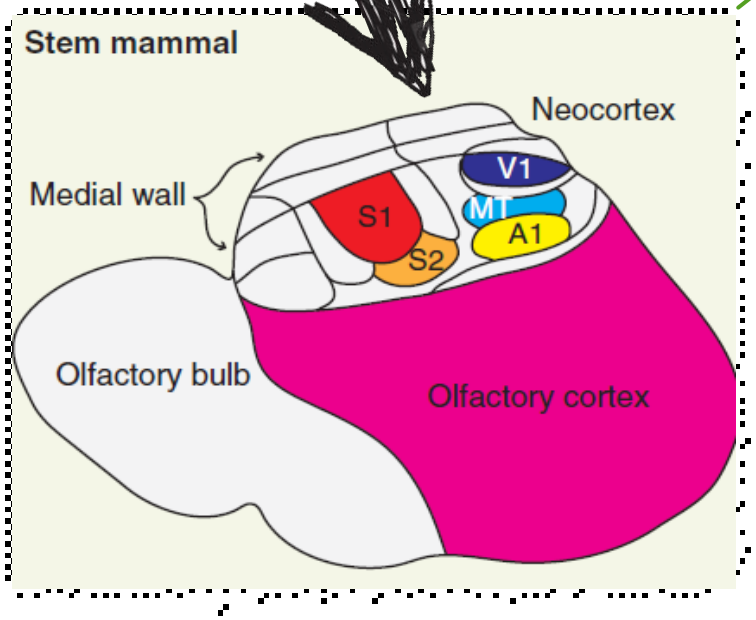
UN'AREA UDITIVA POSTA LATERALMENTE

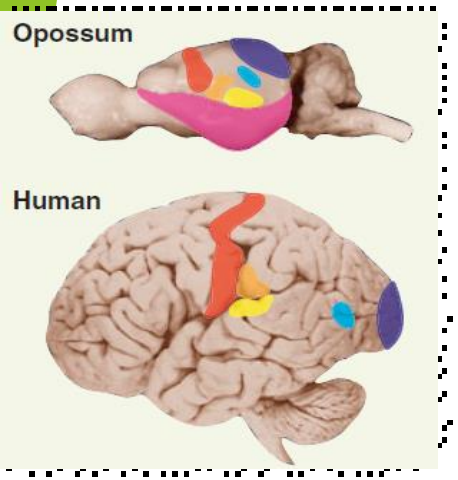
UN'AREA VISIVA COLLOCATA POSTERIORMENTE

Questo mammifero è dotato di una piccola neocorteccia, compatta, situata dorsalmente, la quale contiene una serie di AREE NEOCORTICALI ritenute CONDIVISE da tutti i MAMMIFERI esistenti.

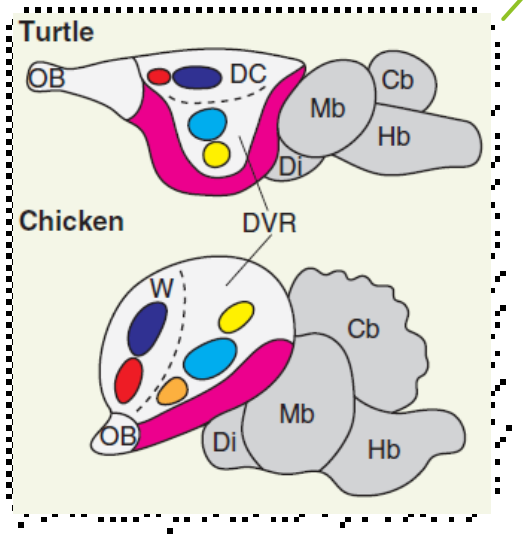
Ricostruzione dell'organizzazione del telencefalo di un mammifero sulla base di analisi comparative, della neocorteccia, nei mammiferi esistenti combinate con informazioni sulle dimensioni cerebrali dei primi mammiferi.





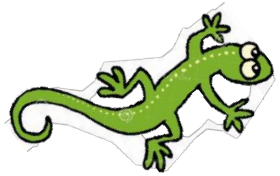


Le vie sensoriali principali del pallio dei mammiferi si conservano anche negli uccelli e nei rettili.



LA NEOCORTECCIA NEI SAUROPSIDI

NON CONTIENE UNA NEOCORTECCIA A SEI STRATI!



RETTILI → *Hanno una neocorteccia a TRE STRATI posizionata sopra al DVR*

UCCELLI

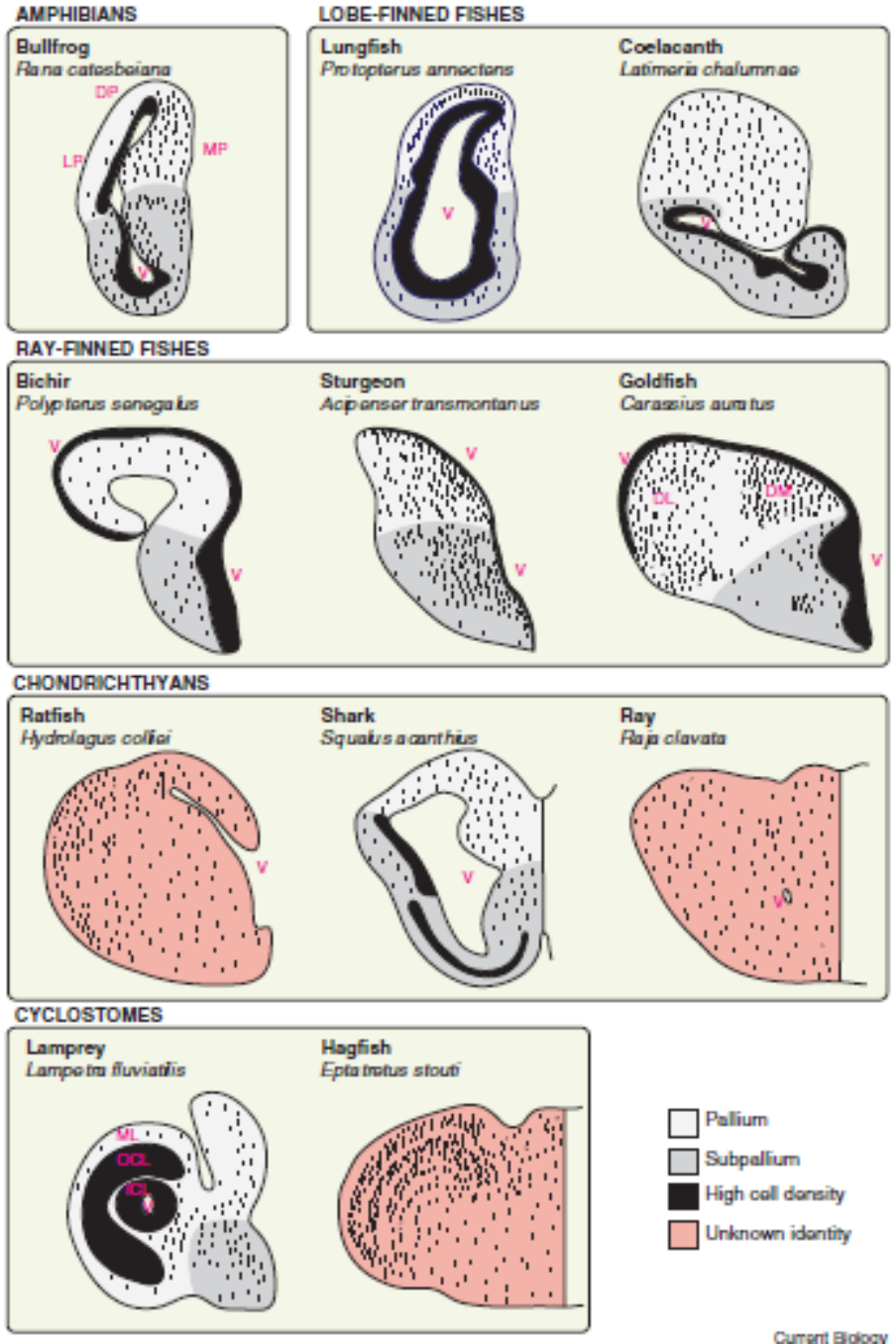
- → *La corteccia a tre strati è ASSENTE*
- → *E' stata sostituita da un complesso nucleare detto WULST*
- → *Gli uccelli presentano un cervello molto più GRANDE rispetto alla loro dimensione corporea ed ai rettili*

MA QUALI SONO I CARATTERI NEOCORTICALI OMOLOGHI CONDIVISI TRA SAUROPSIDI E MAMMIFERI ?

Oggi possiamo affermare, grazie a studi molecolari comparati, a livello di circuiti neurali e tipi cellulari, che i neuroni di INPUT, OUTPUT e gli IT NEOCORTICALI sono caratteri omologhi condivisi tra TUTTI gli AMNIOTI, inoltre, erano presenti nel LCA amniote circa 320 milioni di anni fa.

I VERTEBRATI ANAMNI POSSONO FORNIRE INDIZI UTILI?

*Gli Anfibi comprendono, attualmente, tre ordini: **anuri**, **urodeli** e **gimnofioni**.*
A livello anatomico presentano un pallio molto più semplice (nulla che possa assomigliare alla neocorteccia a sei strati o al DVR).
Negli anfibi si riconoscono tre-quattro zone palliali che prendono il nome in base alla loro disposizione topografica e queste sono: il PALLIO MEDIALE, VENTRALE, DORSALE, LATERALE.



Schema dell'anatomia telencefalica nei diversi anamni. Le aree colorate di nero indicano regioni con una densità cellulare particolarmente elevata, mentre, i punti neri forniscono una rappresentazione qualitativa della densità e della distribuzione cellulare.

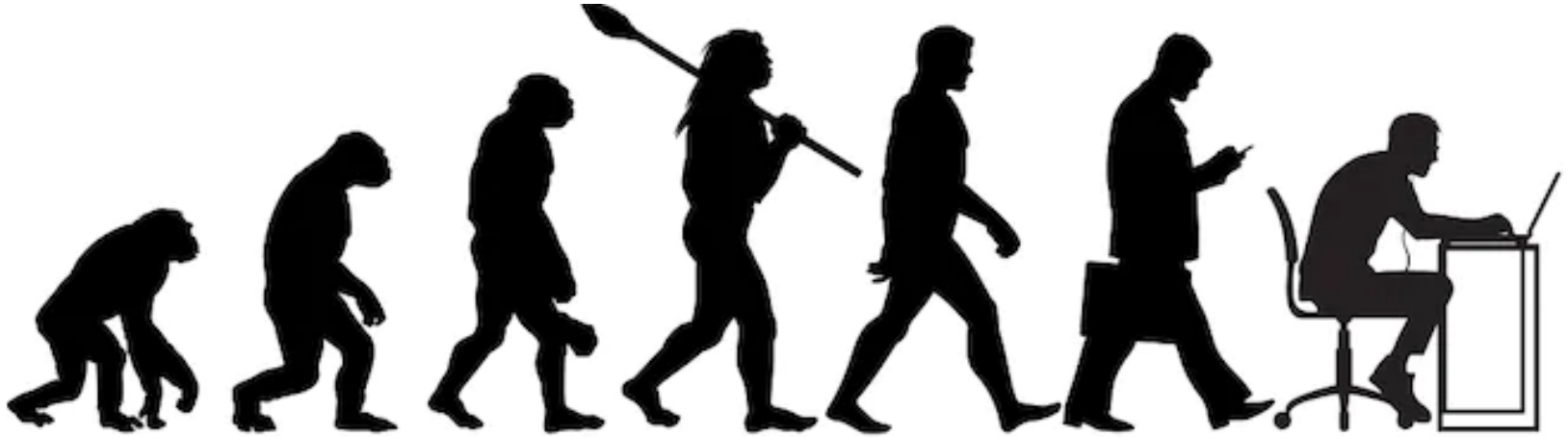
Alcuni ricercatori hanno suggerito che le architetture palliali degli anfibi sono una SEMPLIFICAZIONE EVOLUTIVA SECONDARIA e che il pallio del tetrapode LCA era molto più complesso.

CONCLUSIONI…

La neuroanatomia riflette le specializzazioni sensoriali e comportamentali di una data specie. L'evoluzione del sistema nervoso è avvenuto sia attraverso cambiamenti qualitativi, riguardanti la costruzione dei circuiti, sia attraverso la riorganizzazione delle componenti nello spazio.

LCA dei Cordati aveva un dominio neuroepiteliale che presagiva la comparsa delle strutture palliali nei vertebrati. Sembra, tuttavia, che i mammiferi siano rimasti bloccati con un'architettura stratificata resistente alla riorganizzazione evolutiva ma altamente plastica alle variazioni di dimensione e al riutilizzo funzionale di strutture preesistenti a seguito della comparsa di nuovi organi ed abilità.

La neocorteccia ha continuato ad espandersi ,aggiungendo corteccia associativa e affinando le proprietà morfologiche e funzionali, per soddisfare le sempre più sofisticate esigenze comportamentali dei primi esseri umani sino alla moderna specie umana.



La drammatica espansione evolutiva della neocorteccia, insieme all'aumento di aree corticali specializzate, si ritiene che sia alla base della comparsa delle abilità cognitive umane. In un contesto filogeneticamente più ampio l'evoluzione della neocorteccia nei mammiferi, compresi gli esseri umani, è notevolmente conservata. Risulta, infatti caratterizzata in gran parte dalle variazioni di dimensione di un'architettura neuronale a sei strati. Al contrario, il telencefalo nei vertebrati non mammiferi, compresi rettili, anfibi, pesci ossei e cartilaginei, presenta una grande varietà di strutture tissutali molto diverse. In questa review viene analizzata l'origine e la diversificazione del telencefalo focalizzando l'attenzione sulle principali innovazioni evolutive che hanno plasmato, a più livelli, la neocorteccia. La discussione è proietta sulla ricerca di caratteri omologhi condivisi, tra i vertebrati, nella neocorteccia. Infatti, confrontando caratteristiche del pallio umano con caratteristiche simili in animali sempre più distanti, si possono dedurre le origini delle componenti neocorticali a più livelli di organizzazione. Dopo aver analizzato lo sviluppo del telencefalo vengono definiti i punti chiave dell'evoluzione della neocorteccia umana.
Si arriva, pertanto, alla conclusione che la neuroanatomia riflette le specializzazioni sensoriali e comportamentali di una data specie. L'evoluzione del sistema nervoso è avvenuto sia attraverso cambiamenti qualitativi, riguardanti la costruzione dei circuiti, sia attraverso la riorganizzazione delle componenti nello spazio. LCA dei Cordati aveva un dominio neuroepiteliale che presagiva la comparsa delle strutture palliali nei vertebrati. Sembra, tuttavia, che i mammiferi siano rimasti bloccati con un'architettura stratificata resistente alla riorganizzazione evolutiva ma altamente plastica alle variazioni di dimensione e al riutilizzo funzionale di strutture preesistenti a seguito della comparsa di nuovi organi ed abilità.
La neocorteccia ha continuato ad espandersi ,aggiungendo corteccia associativa e affinando le proprietà morfologiche e funzionali, per soddisfare le sempre più sofisticate esigenze comportamentali dei primi esseri umani sino alla moderna specie umana.