

# Санкт-Петербургский государственный университет



## ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОРФОЛОГИЯ КОНЕЧНОГО МОЗГА ХРЯЦЕВЫХ РЫБ

Обухов Д.К.

Начиная с круглоротых, головной мозг позвоночных животных состоит из 5 основных отделов. Основная задача эволюционной нейробиологии ЦНС состоит в том, чтобы понять, что происходило в процессе эволюции этих отделов.

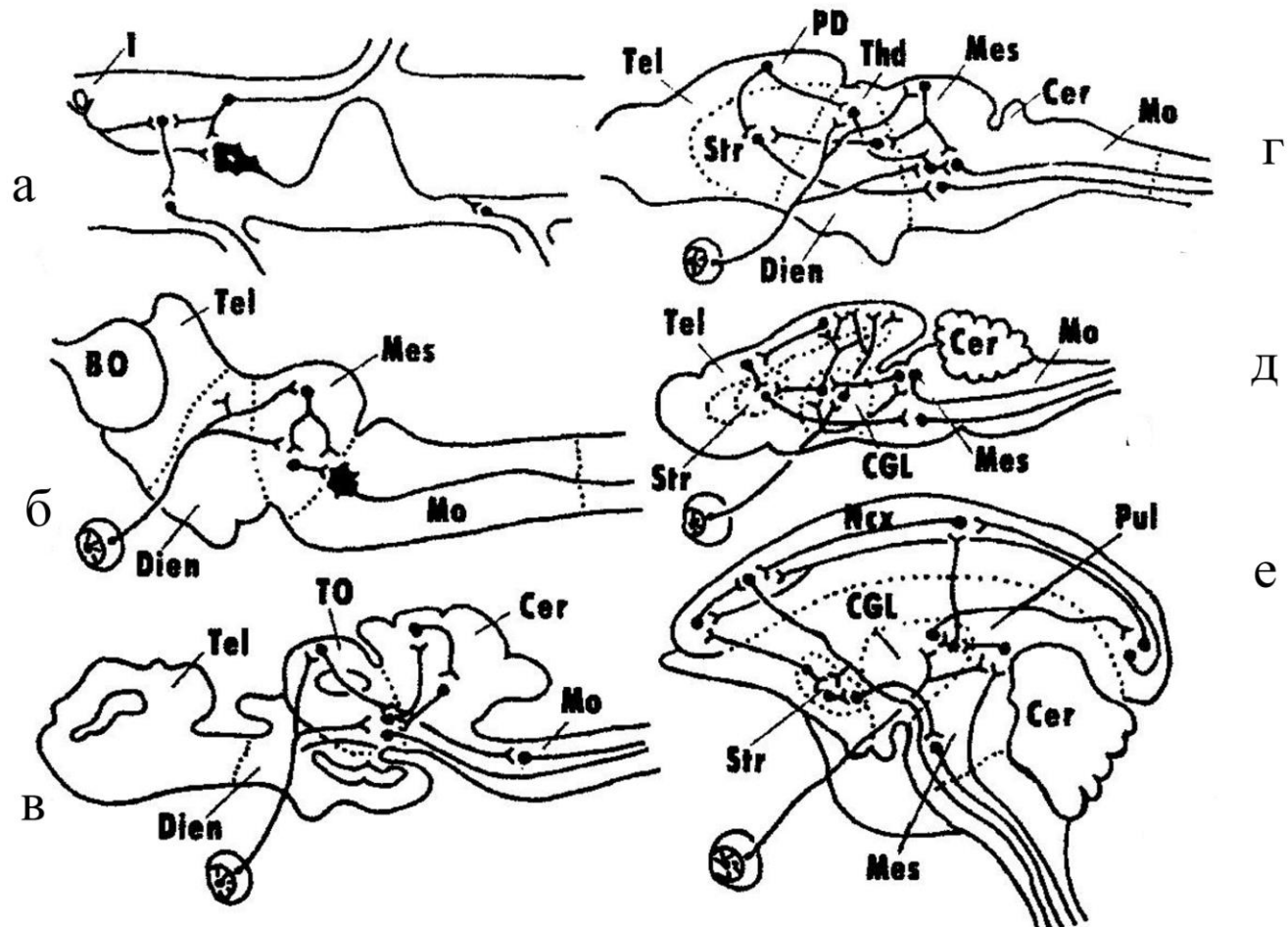
Как полагают, важнейшим процессом явилась - **ТЕЛЭНЦЕФАЛИЗАЦИЯ** - постепенное морфо-функциональное доминирование структур конечного мозга и превращение его в главный координирующий центр всей нервной системы.

В конце 70-80 гг XX века сложилась **теория критических этапов** в эволюции головного мозга позвоночных. Автором этой теории был ученик Л.А.Орбели, чл. корр АН СССР **Арташес Иванович Карамян** (Институт Эволюционной физиологии и биохимии им. А.М.Сеченова)

Основная идея этой теории была в том, что по мере развития ЦНС позвоночных происходил процесс перемещения высших центров координации работы всей нервной системы из низших (стволовых) отделов головного мозга в высшие (передний мозг).

**В конечном итоге это привело к формированию в полушариях конечного мозга высокоразвитых неокортикальных формаций**

## Теория критических этапов в эволюции ЦНС позвоночных

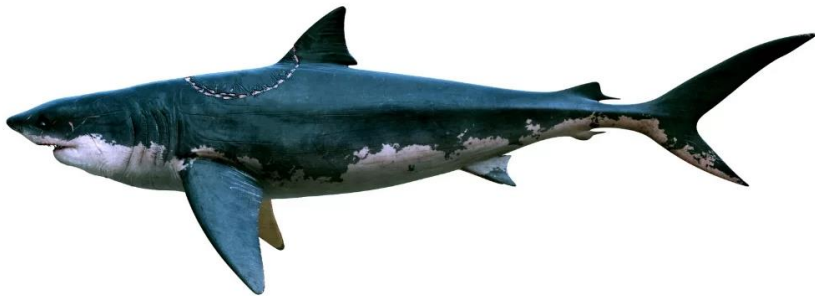


А – ланцетник, б – круглоротые, в – рыбы, г – амфибии и рептилии, д – низшие млекопитающие, е – высшие млекопитающие  
(Карамян А.И, 1979, Белехова М.Г., 1987; Обухов, Андреева, 1999, 2021).

В последующие годы стало ясно, что такой прямой путь эволюции ЦНС не совсем правильно отражает те сложные процессы, которые происходят в эволюции нервной системы разных групп позвоночных.

Наиболее интересной группой оказались хрящевые рыбы (акулы и скаты).

Согласно последним палеонтологическим находкам, первые хрящевые рыбы появились в конце ордовика-в начале силура (436 – 460 миллионов лет назад). Древнейшие акулы близкие к современным датируются девонским периодом палеозойской эры.



### **Кретоксирина**

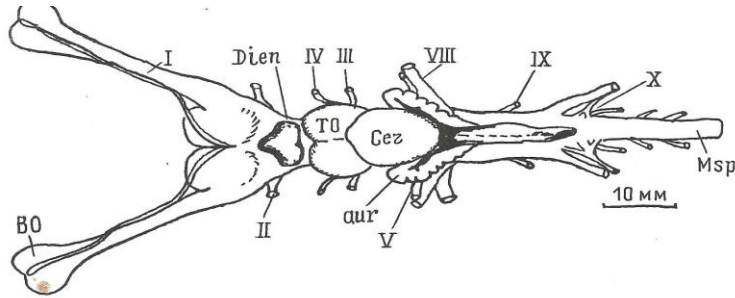
Эта доисторическая хищница также известна как **акула Гинсу**. Она населяла моря и океаны Земли в середине и конце мелового периода (приблизительно от ста до восьмидесяти миллионов лет назад) и была длиной до 8 метров.

История происхождения, развития и современного существования акул имела взлеты и падения, позитивные моменты и трагические страницы. Огромное количество видов этих хищных морских животных кануло в лету, но многие выжили и получили развитие, какие-то почти исчезли, а другие доминируют. Сейчас существует более 500 видов хрящевых рыб.

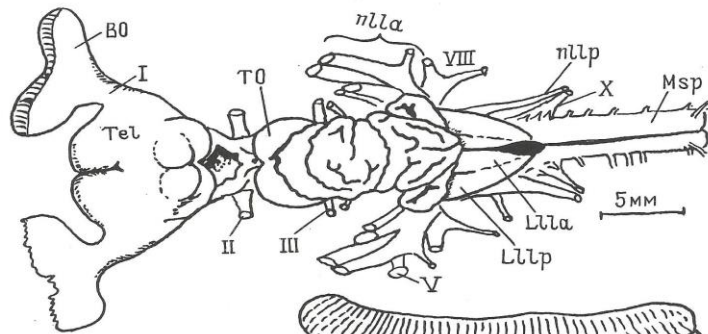
В настоящее время акула – одна из совершеннейших обитательниц не только океана, но и всей планеты. Она безупречна. Нет более совершенного существа, чем акула. Нет более успешного хищника, чем акула.

Внешний вид головного мозга ряда видов акул и скатов.

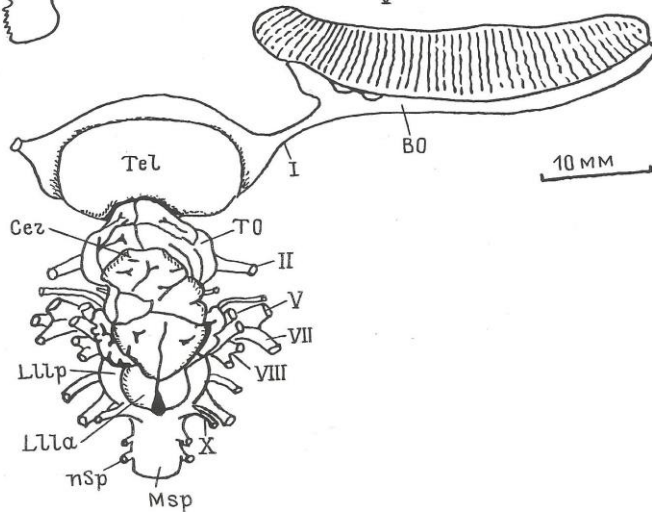
По: Обухов Андреева, 1999, 2021; Обухов, 1999; 2005; Northcutt, R.G., 2002; Smeets, 1990; Rodriguez-Moldes, 2011



Катран *Squalus acanthias* L.

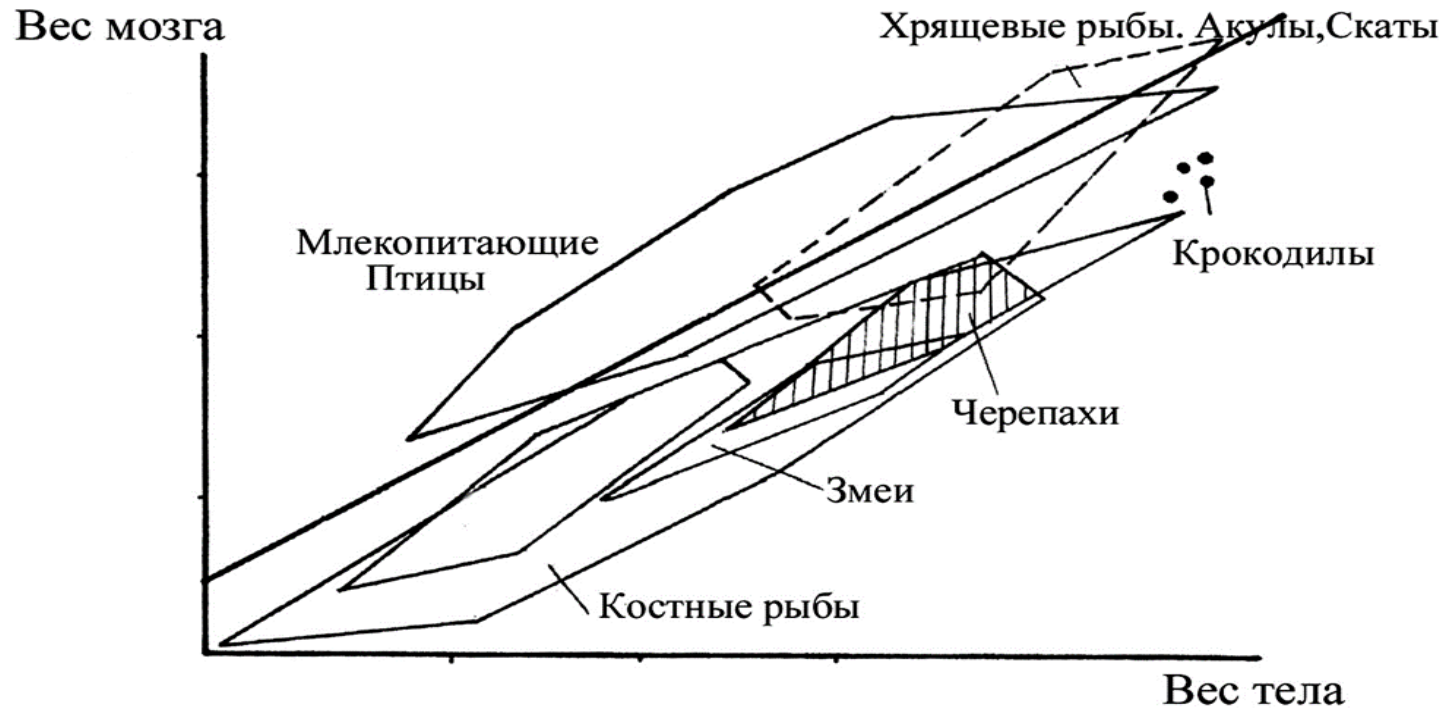


Кошачья акула *Sciliorhinus canicular* L.



Акула молот *Sphyrna tiburo* L.

Первое, на что обратили внимание – был очень высокий индекс **энцефализации** у некоторых представителей современных хрящевых рыб и особенно у акул.



Оказалось, что только у хрящевых рыб «полигон энцефализации» заходит в зону полигона высших позвоночных – птиц и млекопитающих.

Это косвенно свидетельствовало о достаточно высоком уровне организации их нервной системы.

## Материал и методы

Изучались представители нескольких отрядов современных акул и скатов

Акулы и скаты вылавливались самостоятельно или рыбаками

рыборазведовательских судов

### Отряд Lamniformes (Ламнообразные)

*Акула сельдевая атлантическая Lamna nasus Bon.*



*Акула сельдевая тихоокеанская Lamna ditropis Hub.*



### Отряд Carcharhiniformes (Кархаринообразные)

*Акула кошачья Scyliorhinus canicular L.*

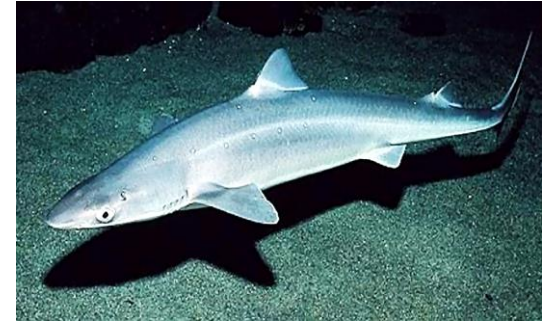


*Акула голубая Prionace glauca L.*



## Отряд Катранообразные (Squaliformes)

*Катран черноморский Squalus acantias L*



*Полярная акула Somniosus microcephalus Bl.*



## Отряд Обыкновенные ромбовые скаты (Rajiformes)

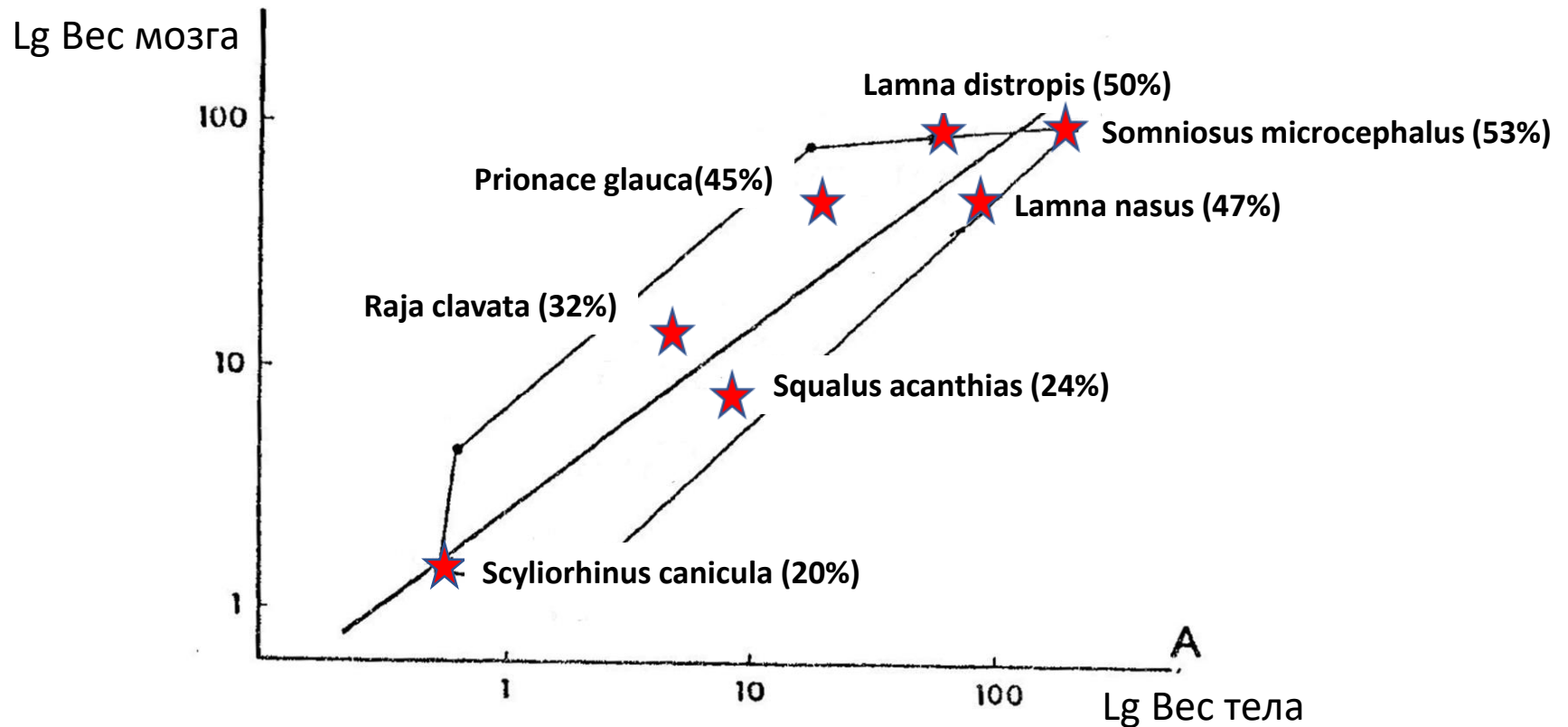
*Морская лисица Raja clavate L.*



1. Вычислялись индексы энцефализации и телэнцефализации
2. Цитоархитектонику изучали с помощью метода Ниссля
3. Нейронную структуру – по методу Гольджи



Полигон энцефализации хрящевых рыб с обозначением положения видов, изученных в данной работе



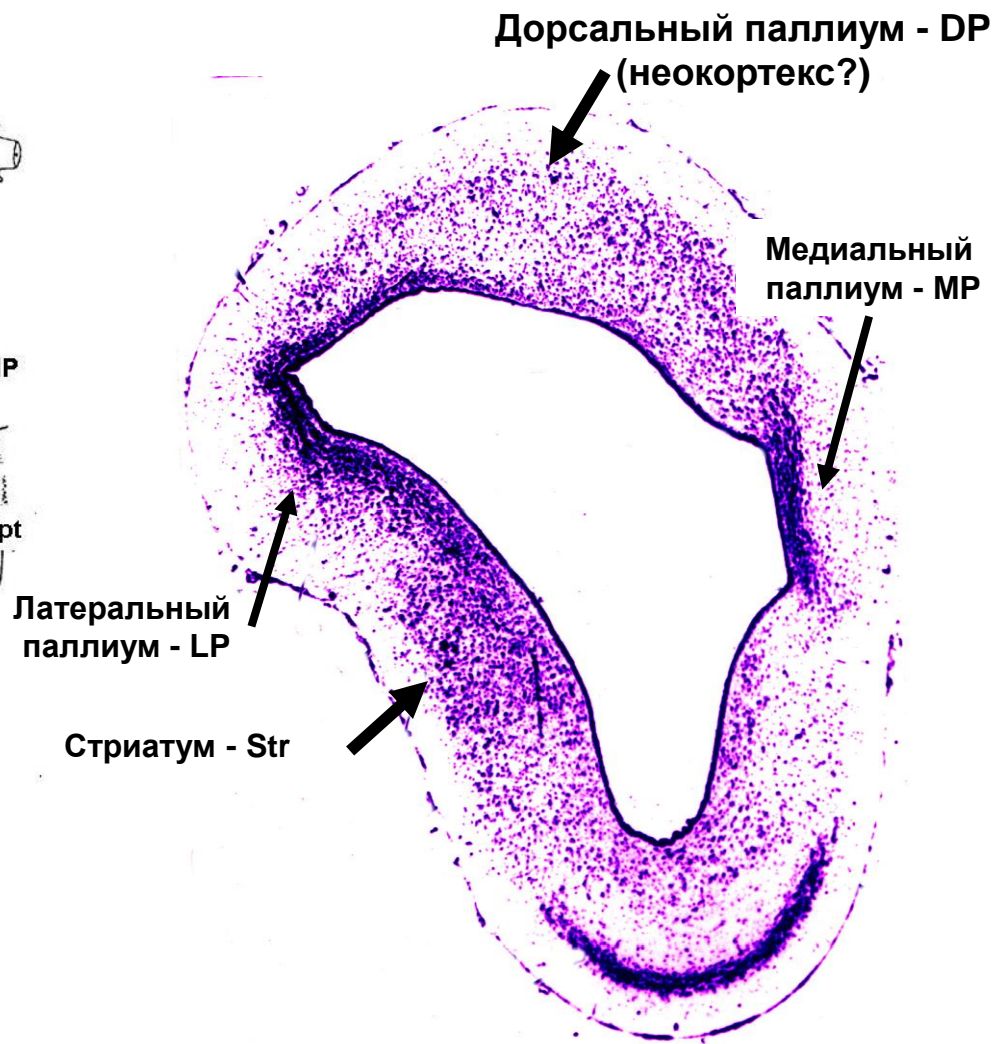
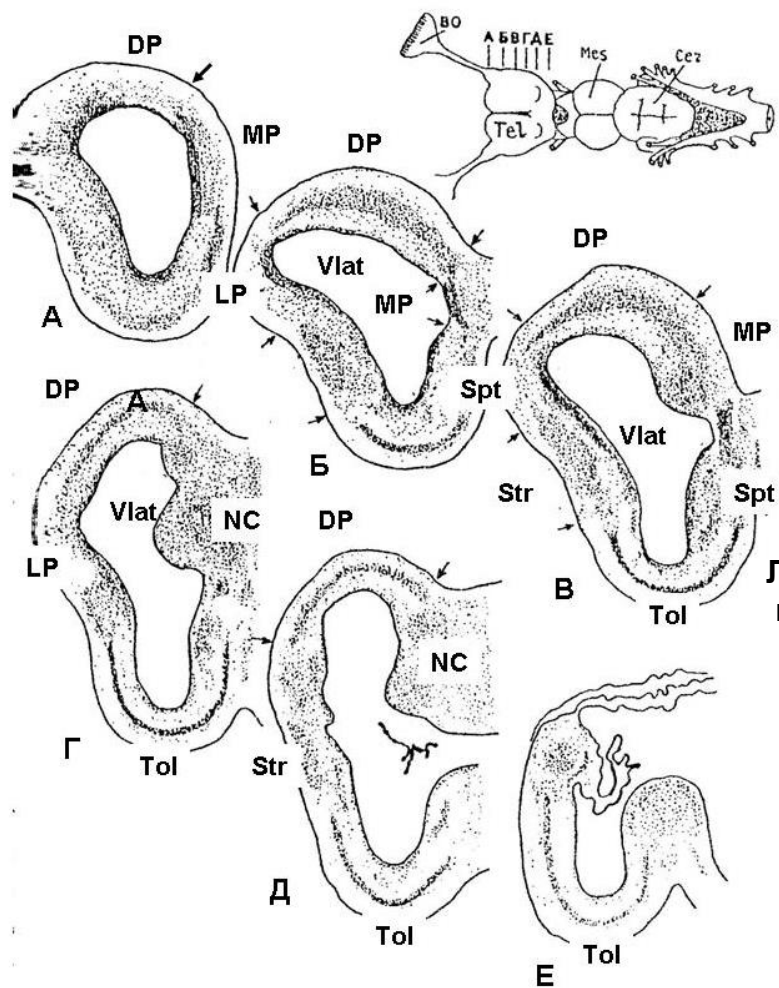
Наиболее высокие индексы отмечаются у видов акул, относящиеся к отрядам активных пелагических хищников (Ламнообразные и Кархаринообразные), а наименьшие – у видов придонных форм (Катранообразные, Скатообразные)

Хотя даже в пределах одного отряда индексы могут сильно различаться.

**В скобках указаны индексы конечного мозга у данных видов**

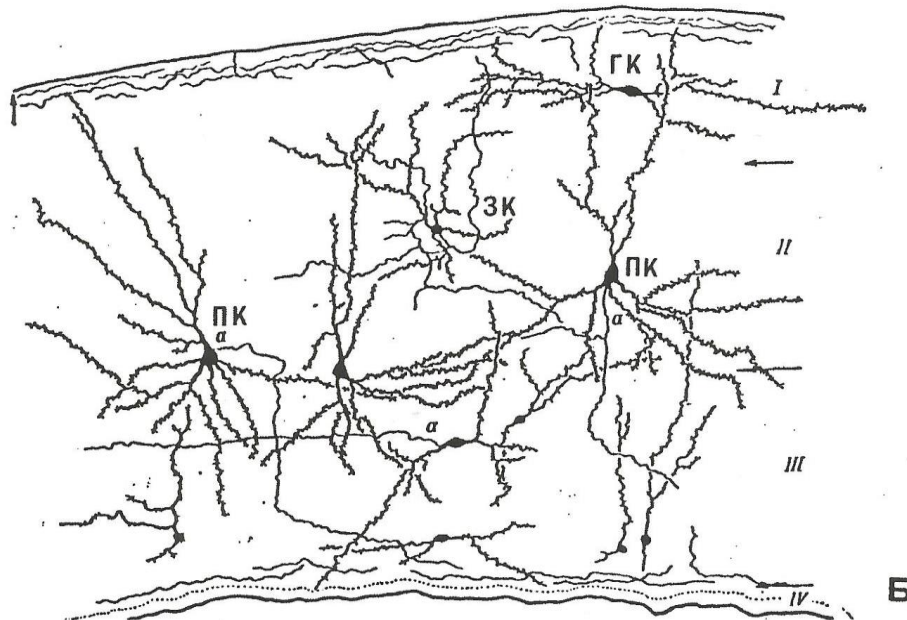
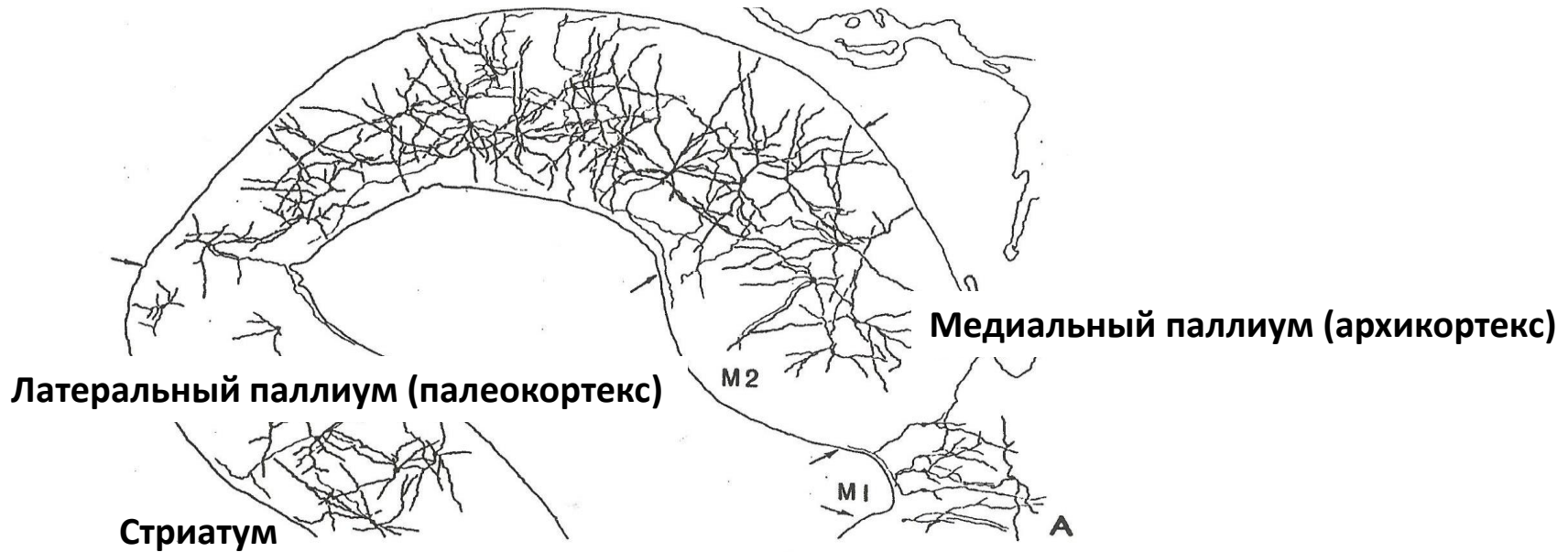
**Цитоархитектонический анализ** показал наличие в дорсальной области полушарий у некоторых акул аналога кортикальной пластинки (неокортекса?) у высших позвоночных животных.

Ничего подобного нет ни у костных рыб, ни у амфибий и большинства рептилий



# Нейронная структура полушария конечного мозга акулы-катрана

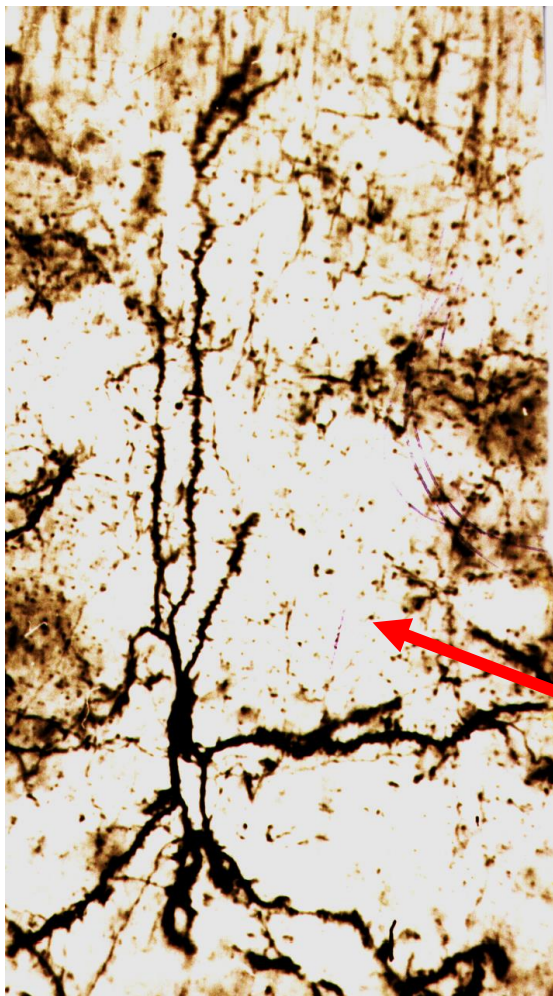
## Дорсальный паллиум (неокортекс?)



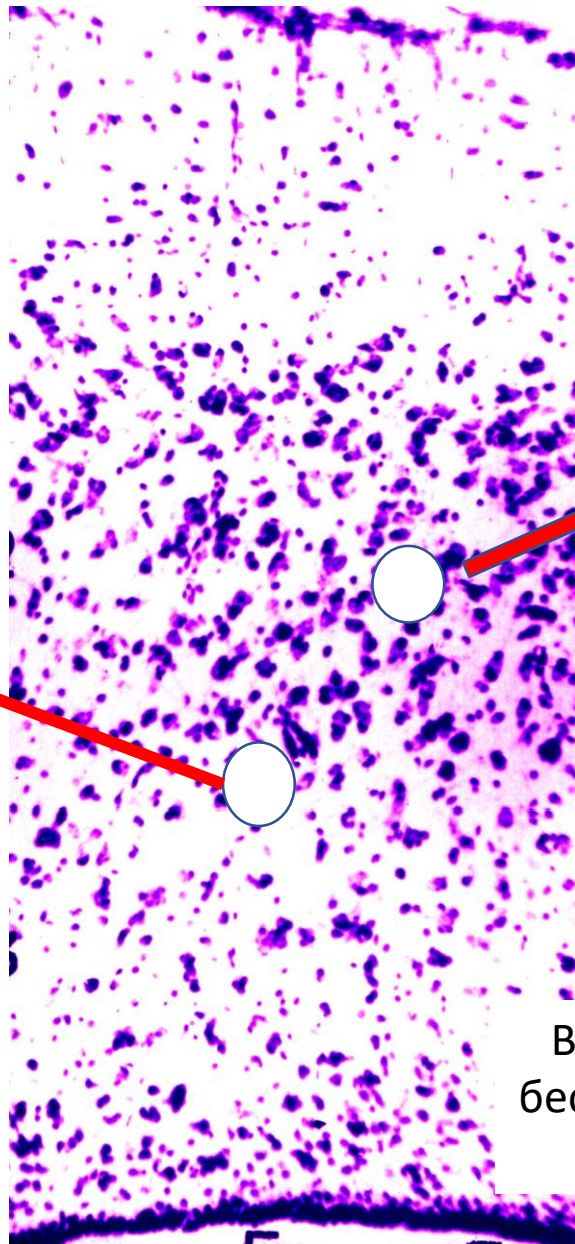
ПК – пирамидоподобные нейроны

ЗК – звездчатые нейроны

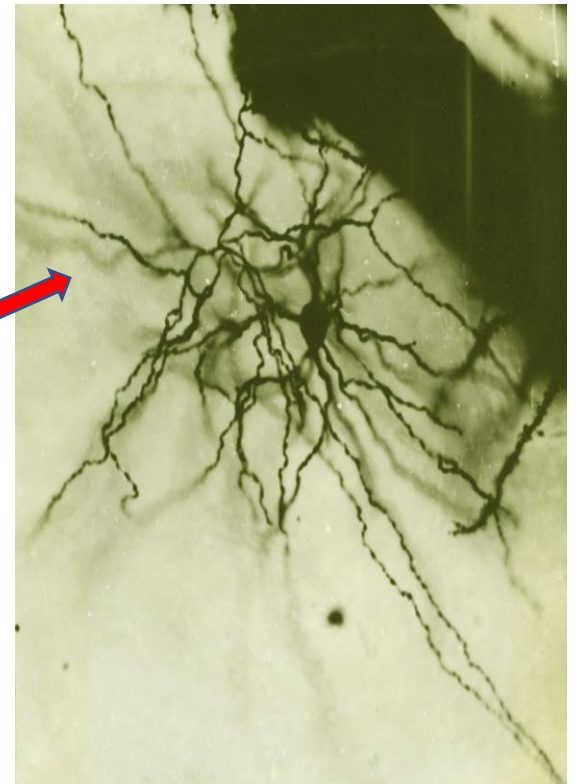
ГК – горизонтальные нейроны



Пирамидоподобный нейрон  
паллиума акулы  
*Squalus acanthias L*



Высокодифференцированный  
бесшипиковый короткоаксонный  
звездчатый нейрон



Цитоархитектоника и нейроны дорсального паллиума акулы *Squalus acanthias L*.

Сравнительная таблица особенностей морфо-функциональной организации конечного мозга и его кортикальных структур у позвоночных животных (по данным разных авторов)

	Хрящевые рыбы	Костные рыбы	Млекопитающие
Морфологические особенности			
Индексы энцефализации и телэнцефализации	высокие	низкие	высокие
Наличие кортикальной пластинки в дорсальной области полушарий	есть	нет	есть
Миелинизация трактов	высокая	низкая	высокая
Наличие сложных форм нейронов	есть	нет	есть
Функциональные особенности			
Проекции анализаторных систем в структурах конечного мозга	Представлены все системы	Ограничены (в основном обонянием)	Представлены все системы
Наличие прямых таламо-кортикальных проекций	есть	намечаются	есть
Наличие прямых кортико-спинальных трактов	есть	нет	есть
Сложные формы поведения	есть	средние	есть
Наличие сложных мембранных фосфолипидов и ганглиозидов	есть	нет	есть

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование у ряда хрящевых рыб в ЦНС структур, сходных по уровню морфо-функциональной организации с высшими позвоночными животными – есть проявление эволюционного феномена **«филогенетического опережения»**.

Это явление в эволюции связано с появлением у ряда представителей группы животных признаков, выходящих за рамки «типовых, средних характеристик» группы, что свидетельствует о **мозаичном характере эволюции позвоночных животных** (Берг, 1977, Воробьева, 1980, 1992).

Также эти данные являются ярким подтверждением одного из выводов теории параллелизма тканевых систем акад. А. А. Заварзина, который говорит **о возможности формирования в филогенетически различных группах животных сходных в морфофункциональном отношении тканевых систем** - в данном случае кортикальных формаций в полушариях конечного мозга акул и млекопитающих.

***БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ !***



**Обухов Д.К.**