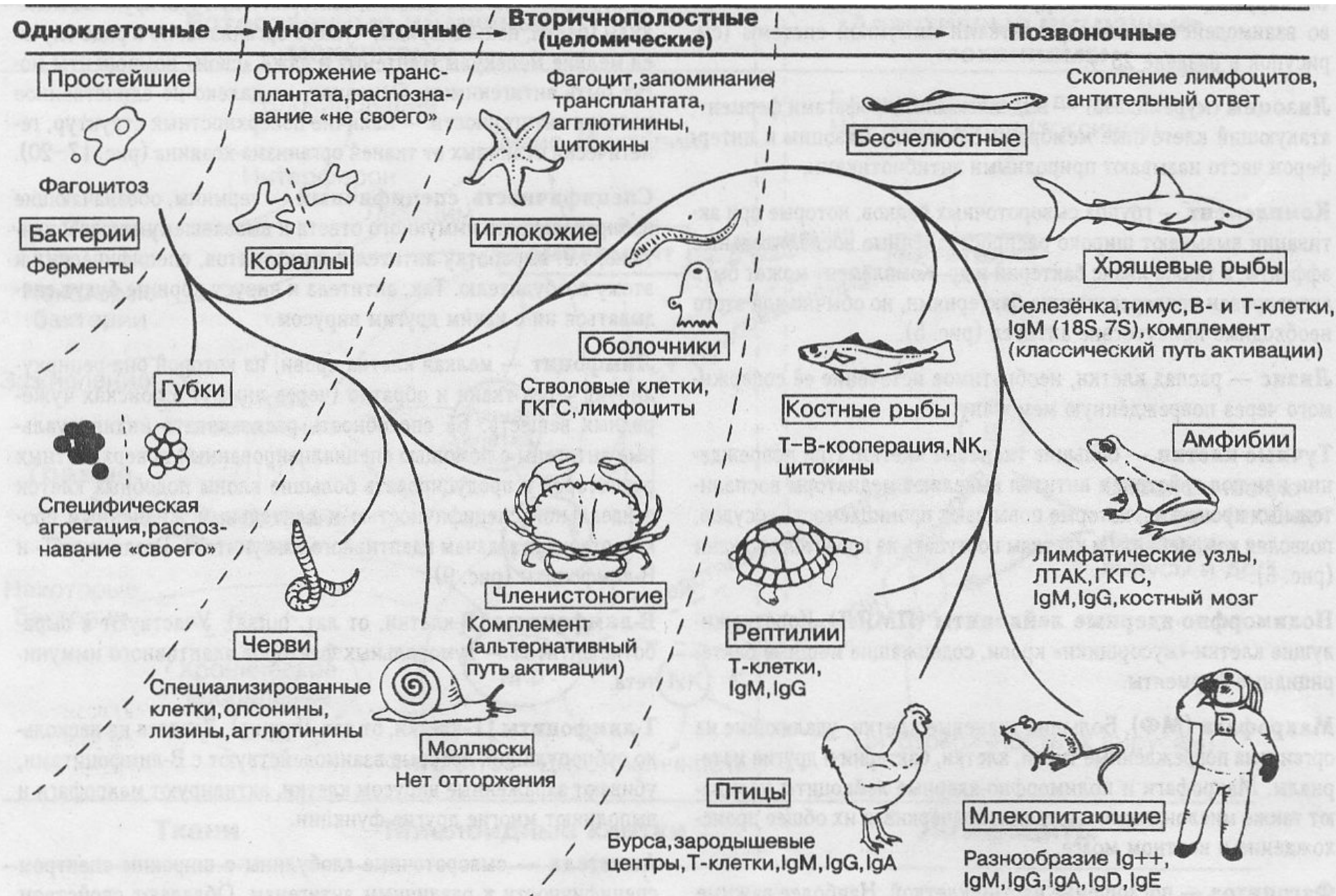


ЭВОЛЮЦИЯ ИММУНИТЕТА

ЭВОЛЮЦИЯ ИММУННЫХ МЕХАНИЗМОВ



Иммунные системы беспозвоночных не включают в себя ни иммуноглобулинов, ни взаимодействующих субпопуляций лимфоцитов, ни лимфоидных органов. Тем не менее само существование огромного числа и разнообразия беспозвоночных свидетельствует о наличии у них эффективных систем защиты собственного организма.

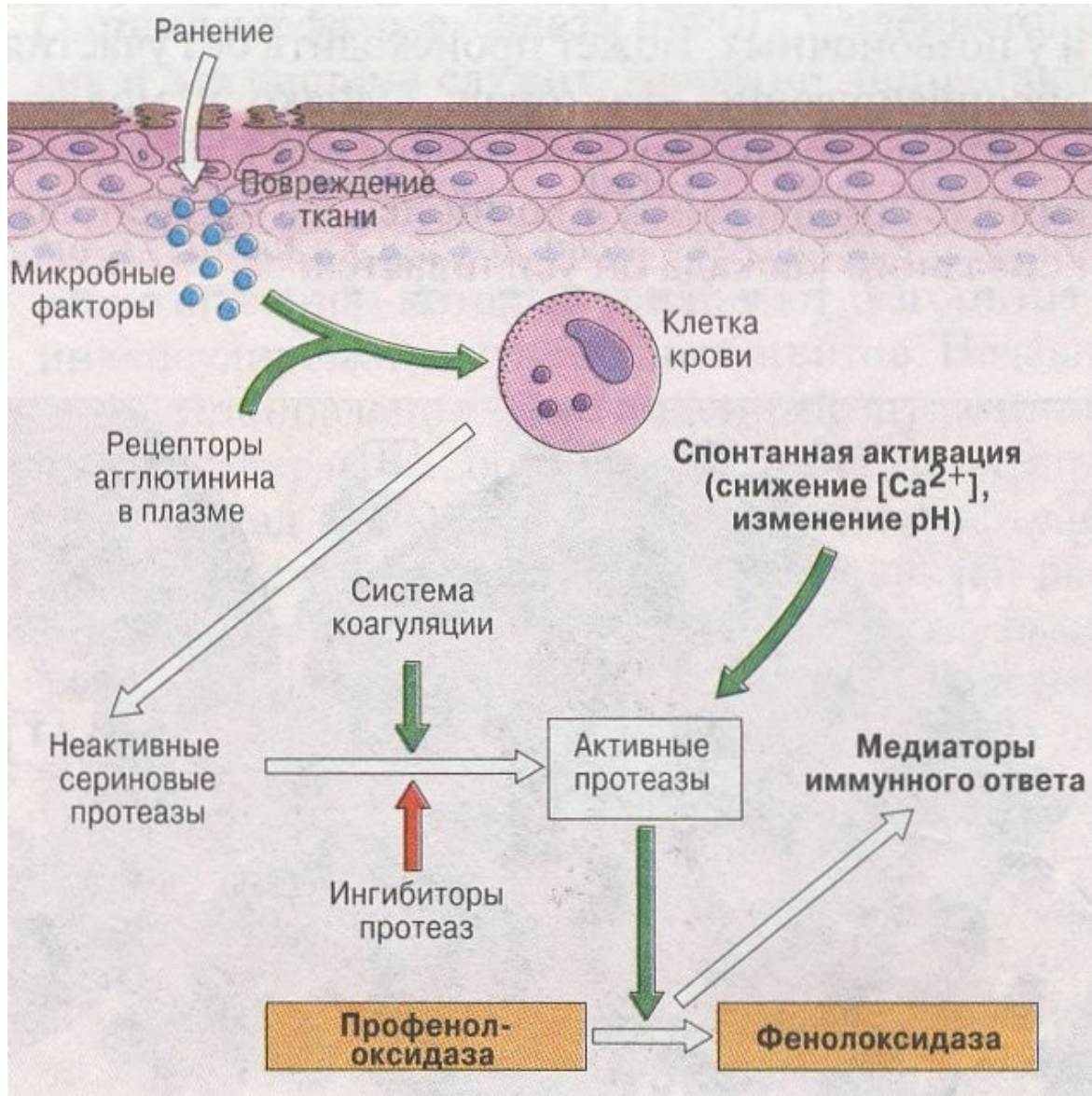
Как и у позвоночных, первой линией обороны у них служат эффективные физикохимические барьеры. (Слизь, твердый наружный скелет)

При нарушении целостности барьеров происходит:

- * **Свертывание/коагуляция крови и заживление ран.** (выпячивания жирового тела или кишки, сокращения мышц, коагуляции плазмы, миграции клеток крови к месту поражения и их агрегации с образованием тромба и/или за счет отложения меланина.)
- * **Фагоцитоз.**
- * **Инкапсулирование.**
- * **Действие врожденных и индуцибельных антимикробных факторов.** (агглютинины, лизоцим, другие лизины, иные антимикробные соединения, лизосомные ферменты, обездвиживающие факторы)

Эти механизмы предполагают распознавание, «не-своего» и присутствие рецепторных молекул

АКТИВАЦИЯ ПРОФЕНОЛОКСИДАЗЫ С ПРЕВРАЩЕНИЕМ В ФЕНОЛОКСИДАЗУ У ЧЛЕНИСТОНОГИХ



Процесс стимулируется местным повреждением ткани, микроорганизмами и изменениями концентрации Ca^{2+} и pH и может привести к коагуляции плазмы и появлению факторов, опосредующих более поздние иммунные реакции

БАКТЕРИИ:

Рестриктазы бактерий служат для распознавания и уничтожения ДНК вируса без вреда для генома самой бактерии.

ГУБКИ:

Используют видоспецифические гликопротеины, чтобы распознавать «свое» и предотвращать образование гибридных колоний.

КОРАЛЛЫ:

Принимают генетически идентичные (сингенные) трансплантаты, но слабо отторгают чужеродные (аллогенные). Предполагается, что при этом создается специфическая память.

ЧЕРВИ:

Существует специализация клеток. У земляного червя обнаружено 4 типа фагоцитов с разными функциями. Одни из них отторгают аллотрансплантат, другие синтезируют бактерицидные факторы.

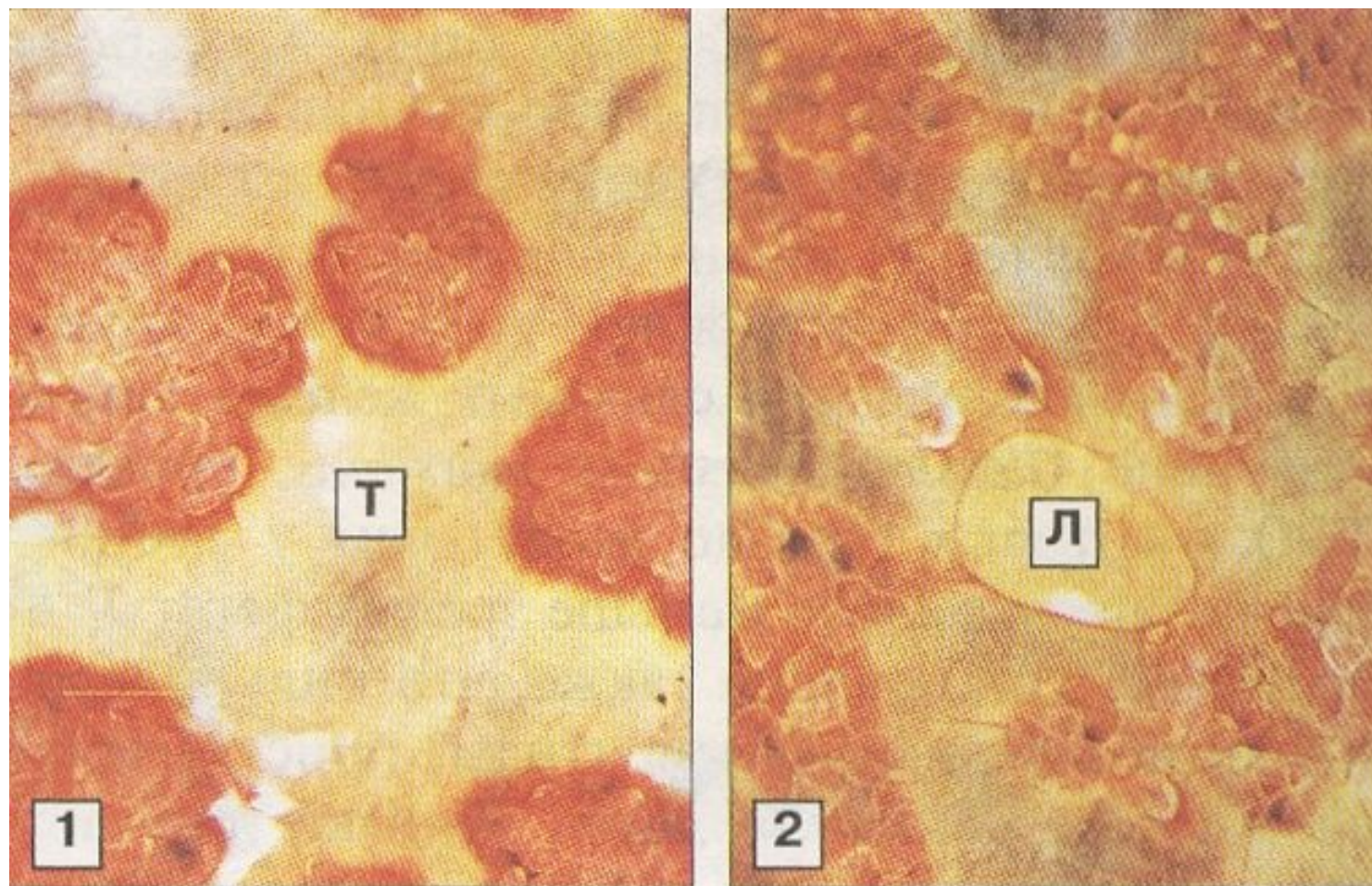
ЧЛЕНИСТОНОГИЕ И МОЛЛЮСКИ:

Не отторгают трансплантат. Это связано с небольшой гетерогенностью МНС. У этих животных преобладают гуморальные факторы (включая альтернативный путь активации комплемента). Эти факторы защищают от паразитов.

ИГЛОКОЖИЕ:

Имеются специализированные фагоциты. Отторгают трансплантат, имеют развитую иммунную память и молекулы, сходные с цитокинами (ИЛ-1, ФНО)

ТРАНСПЛАНТАЦИОННЫЙ ИММУНИТЕТ У ИГЛОКОЖИХ



1. Аутотрансплантат (Т), сохранившийся через 300 суток после подсадки
2. Аллотрансплантат (Л), отторгшийся на 286 сутки

ОБОЛОЧНИКИ (асцидия):

предшественники позвоночных.

Обладают прогрессивными особенностями:

- самоподдерживающаяся гемопозитическая клетка,**
- единая система гистосовместимости (контролирует отторжение трансплантатов),**
- клетки, сходные с лимфоцитами**

ЛИМФОМИЕЛОИДНЫЕ ТКАНИ У НИЗШИХ ПОЗВОНОЧНЫХ

Миксины лишены как тимуса, так и селезенки. Лимфоциты у этих представителей круглоротых развиваются в лимфоидной ткани в области жаберных щелей или в кишечнике. У других круглоротых, миног, имеется примитивная селезенка и ткань, подобная костному мозгу.

У челюстноротых рыб отсутствуют лимфоидный ряд дифференцировки клеток костного мозга, лимфоузлы и лимфоидная ткань, ассоциированная с кишечником ЛТК. Однако у них хорошо развит тимус и селезенка, диффузная ЛТК и лимфомиелоидная ткань в почках и печени.




























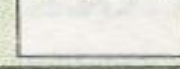




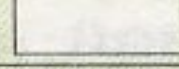
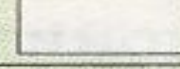

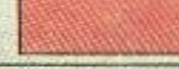


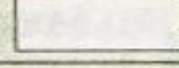
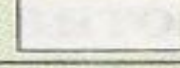










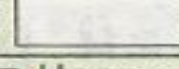
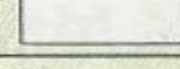


Тимус


Доказано, что у пойкилотермных животных, как и у гомойотермных, тимус продуцирует лимфоциты, обладающие функциями Т-клеток. В тимусе амфибий присутствуют также стромальные клетки других типов, включая крупные дендритные клетки, макрофаги, пузырьчатые, дегенерирующие клетки и гранулярные клетки. В тимусе рептилий и млекопитающих обнаружены и миоидные клетки, которые могут способствовать циркуляции тканевой жидкости, а также служить источником факторов, стимулирующих макрофаги.

Селезенка


У всех челюстноротых позвоночных селезенка служит главным периферическим лимфоидным органом. Вместе с «лимфоузлами» и почками она захватывает антиген, удерживает пролиферирующие после стимуляции антигеном лимфоциты, а также высвобождает эти клетки и их продукты в кровь. Фолликулы белой пульпы содержат множество В-клеток, что обнаруживается при окрашивании этой области моноклональными антителами к иммуноглобулинам. Селезеночные Т-клетки, присутствующие главным образом в краевой зоне, лишены поверхностных иммуноглобулинов, но связывают анти-Т-клеточные моноклональные антитела.

ЭВОЛЮЦИЯ ЛИМФОМИЕЛОИДНОЙ ТКАНИ У ПОЗВОНОЧНЫХ

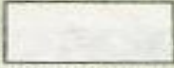
Группа позвоночных	Лимфомиелоидная ткань					
	тимус	селезенка	костный мозг	лимфоузлы	ЛТК	почки/печень
Млекопитающие						
Птицы						
Рептилии						
Лягушки/жабы						
Саламандры/тритоны						
Двоякодышащие рыбы						
Костистые рыбы						
Акулы/скаты						
Бесчелюстные						



Присутствие/
гомология

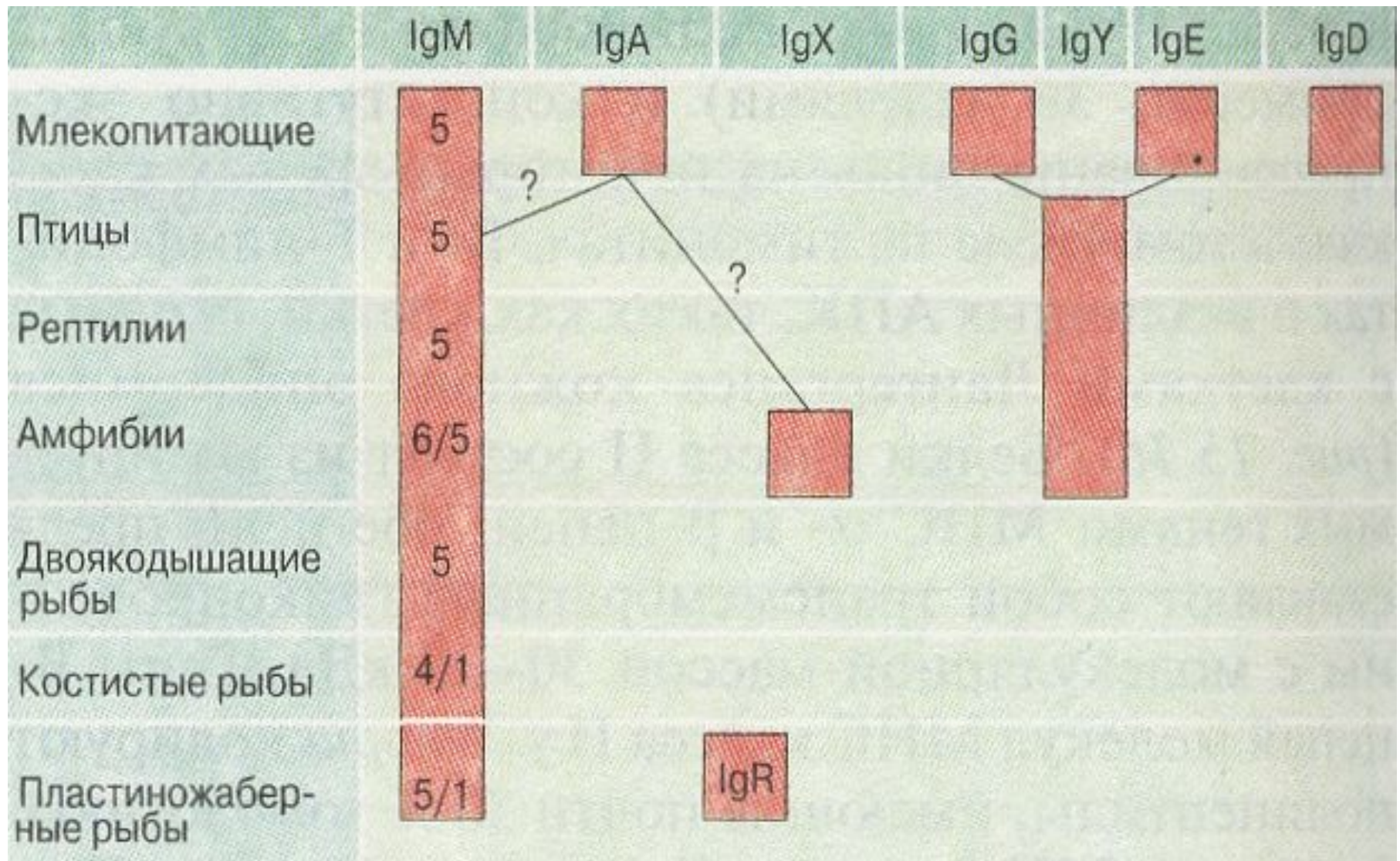


Частичное
доказатель-
ство



Вероятное
отсутствие

ИММУНОГЛОБУЛИНЫ У ПОЗВОНОЧНЫХ



БЕСЧЕЛЮСТНЫЕ (КРУГЛОРОТЫЕ (миноги))

Возникает морфологическая структура – прообраз тимуса.

Впервые определяются иммуноглобулины (4 цепи), которые вырабатываются в ответ на различные антигены.

ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ (осетровые, акулы)

- **появляется тимус,**
- **плазматические клетки,**
- **гуморальный иммунный ответ по вторичному типу,**
- **в молекулах иммуноглобулинов появляются легкие и тяжелые цепи (полимеризация),**
- **компоненты комплемента**

КОСТНЫЕ РЫБЫ

- **разделение функций между Т- и В-лимфоцитами,**
- **НК-клетки,**
- **цитокины (ИЛ-2, ИФН),**
- **нет МНС, характерного для млекопитающих**

АМФИБИИ

- **появляются иммуноглобулины класса G (IgG)**
- **явно выраженные антигены МНС**
- **лимфатические узлы,**
- **гемопоз в костном мозге**
- **лимфоидная ткань, ассоциированная с кишечником (ЛТАК)**

РЕПТИЛИИ

- **хорошо организованный тимус,**
- **селезенка**
- **малые лимфоузлы ЛТК**
- **клетки тимуса несут молекулы, которые являются, вероятно, предшественниками ТКР**

ПТИЦЫ

- **Фабрициева сумка (выработка В-лимфоцитов),**
- **многодольчатый тимус,**
- **отсутствуют типичные лимфоузлы.**
- **система комплемента отличается от таковой у млекопитающих (В – С2, С4).**

МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

- **3 системы распознавания на молекулярном уровне:**

- антитела (В-клеточные рецепторы)
- ТКР (рецепторы Т-клеток)
- молекулы МНС

(кодирующие их гены, вероятно, произошли от общего предка - V-гена блуждающего амебоцита губок и кишечнополостных)