Введение

Организм, или особь, - отдельное живое существо, в процессе онтогенеза проявляющее все свойства живого. Постоянное взаимодействие особи с окружающей средой в виде организованных потоков энергии и вещества поддерживает ее целостность и развитие. В структурном отношении организм представляет собой интегрированную иерархическую систему, построенную из клеток, тканей, органов и систем, обеспечивающих его жизнедеятельность. Подробнее остановимся на органах и системах жизнеобеспечения.

Органом называют исторически сложившуюся специализированную систему тканей, характеризующуюся ограниченностью, постоянством формы, локализации, внутренней конструкции путей кровообращения и иннервации, развитием в онтогенезе и специфическими функциями. Строение органов часто очень сложно. Большинство из них полифункционально, т.е. выполняет одновременно несколько функций. В то же время в реализации какой-либо сложной функции могут участвовать различные органы.

Группу сходных по происхождению органов, объединяющихся для выполнения сложной функции, называют системой (кровеносная, выделительная и др.).

Если одну и ту же функцию выполняет группа органов разного происхождения, ее называют аппаратом. Примером служит дыхательный аппарат, состоящий как из органов собственно дыхания, так и из элементов скелета и мышечной системы, обеспечивающих дыхательные движения.

В процессе онтогенеза происходит развитие, а часто и замена одних органов другими. Органы зрелого организма называют дефинитивными; органы, развивающиеся и функционирующие только в зародышевом или личиночном развитии, - провизорными. Примерами провизорных органов являются жабры личинок земноводных, первичная почка и зародышевые оболочки высших позвоночных животных (амниот). В историческом развитии преобразования органов могут иметь прогрессивный или регрессивный характер. В первом случае органы увеличиваются в размерах и становятся более сложными по своему строению, во втором - уменьшаются в размерах, а их строение упрощается.

Если у двух организмов, находящихся на разных уровнях организации, обнаруживаются органы, которые построены по единому плану, расположены в одинаковом месте и развиваются сходным образом из одинаковых эмбриональных зачатков, то это свидетельствует о родстве данных организмов. Такие органы называют гомологичными. Гомологичные органы часто выполняют одну и ту же функцию (например, сердце рыбы, земноводного, пресмыкающегося и млекопитающего), но в процессе эволюции функции могут и меняться (например, передних конечностей рыб и земноводных, пресмыкающихся и птиц).

При обитании неродственных организмов в одинаковых средах у них могут возникать сходные приспособления, которые проявляются в возникновении аналогичных органов. Аналогичные органы выполняют одинаковые функции, строение же их, местоположение и развитие резко различны. Примерами таких органов являются крылья насекомых и птиц, конечности и челюстной аппарат членистоногих и позвоночных.

Строение органов строго соответствует выполняемым ими функциям. При этом в исторических преобразованиях органов изменение функций непременно сопровождается и изменением морфологических характеристик органа.

1. Поли-, олигомеризация и тканевая субституция биологических структур

Субституция (замещение) органов и функций. При такой филогенетической дифференцировке какой-либо орган утрачивается и его функцию начинает выполнять другой. Таким образом, субституция органов - это замещение одного органа другим, выполняющим ту же самую функцию. Например, хорда замещается позвоночным столбом. Субституцией органов объясняется и способ передвижения в пространстве змей - ритмичными колебаниями тела, а не посредством хождения. У кактусов фотосинтезирующую функцию листьев выполняют стебли. Причина субституции заключается в замещении прежнего органа более совершенным или приспособлением к специфическим условиям среды (кактус). Субституция подразделяется на гомотопную (новый орган возникает на месте старого) и гетеротопную (заменяющий орган находится на новом месте). Примером гомотопной субституции является замена хорды позвоночником, примером гетеротопной - когда функции печени как органа кроветворения берет на себя красный костный мозг.

Полимеризация и олигомеризация. Полимеризация - увеличение числа одинаковых (гомологичных) частей, олигомеризация - уменьшение их числа. К полимеризации относятся случаи увеличения позвонков у змей и угрей. У растений полимеризация наблюдается в увеличении числа лепестков и тычинок. Олигомеризация играет более важную роль в эволюции, поскольку приводит не только к количественным, но и к качественным преобразованиям оставшихся органов. Олигомеризация осуществляется двумя основными способами. Наиболее распространенной является утрата части элементов и прогрессивное развитие оставшейся части. Так тело червей состоит из множества повторяющихся сегментов, а у насекомых их количество значительно уменьшено, у высших позвоночных одинаковых сегментов нет вовсе. Второй способ олигомеризации состоит в уменьшении числа одинаковых элементов, благодаря их слиянию. На основе слияния шла эволюция нервной системы у членистоногих. Олигомеризация - это способ эволюции, наиболее характерный для многоклеточных организмов. Эволюция одноклеточных в основном проходила по пути полимеризации органоидов.

. Ослабление функций, редукция и исчезновение органов в филогенезе

В основе филогенетических преобразований органов лежит их полифункциональность и способность к количественным изменениям функций. Практически все органы выполняют не одну, а несколько функций, причем среди них всегда выделяется главная, а остальные второстепенны. Строение такого полифункционального органа обязательно соответствует главной функции. Так, рука человека может использоваться для лазания по деревьям, плавания, даже хождения. Но основной ее функцией является трудовая деятельность. В связи с этим и строение руки в максимальной степени соответствует функции труда.

Один из основных принципов эволюции органов - принцип расширения и смены функций. Расширение функций сопровождает обычно профессивное развитие органа, который по мере дифференциации выполняет все новые функции. Так, парные плавники рыб, возникшие как пассивные органы, поддерживающие тело в воде в горизонтальном положении, с приобретением собственной мускулатуры и прогрессивным расчленением становятся еще и активными рулями глубины и поступательного движения. У придонных рыб они обеспечивают также их передвижение по дну. С переходом позвоночных на сушу к перечисленным функциям конечностей добавились хождение по Земле, лазание, бегание и др.

Расширение функций сопровождается специализацией, благодаря которой главной функцией становится одна из бывших ранее второстепенными. Бывшая главной функция преобразуется во второстепенную и может впоследствии даже исчезнуть. Орган при этом меняется таким образом, что его строение становится максимально соответствующим выполнению главной функции. Так, переход предков ластоногих и китообразных к водному образу жизни привел к преобразованию их парных конечностей в ласты, практически утратившие способность обеспечивать передвижение по суше. Жизнь ленивцев, представителей отряда неполнозубых, на деревьях привела к формированию у них крючкообразных конечностей, с помощью которых возможно лишь медленное перемещение по веткам в подвешенном состоянии с почти полной утратой способности движения по земле.

Нередко функции, выполняемые органами, могут измениться кардинально. Так, плавательный пузырь рыб, будучи гидростатическим органом, у кистеперых рыб становится дополнительным органом дыхания, а у земноводных он преобразуется в легкое, и основной функцией его становится дыхательная. У пресмыкающихся и млекопитающих, ведущих наземный образ жизни, легкие выполняют только дыхательную функцию, но первичная функция плавательного пузыря сохраняется за легкими у крокодилов, ластоногих и китообразных, ведущих водный образ жизни, а также у наземных форм во время плавания.

В других случаях видоизменения органов в связи со сменой их функций столь велики, что выполнение ими функций, бывших ранее главными, становится невозможным. Так, передние жаберные дуги предков хрящевых рыб преобразовались в челюсти, а у наземных позвоночных они стали выполнять функции звукопроводящего аппарата, превратившись в слуховые косточки. Участие их в пищеварении и дыхании стало невозможным.

В прогрессивной эволюции органов очень важным является принцип активации функций. Он наиболее часто реализуется на начальных этапах эволюции органов в том случае, когда малоактивный орган начинает активно выполнять функции, существенно при этом преобразуясь.

Так, крайне малоподвижные парные плавники хрящевых рыб становятся активными органами движения уже у костистых.

Более часто в филогенезе наблюдается интенсификация функций, являющаяся следующим этапом эволюции органов после активации. Благодаря этому орган обычно увеличивается в размерах, претерпевает внутреннюю дифференцировку, гистологическое строение его усложняется, нередко наблюдается многократное повторение одноименных структурных элементов, или полимеризация структуры. Примером является усложнение структуры легких в ряду наземных позвоночных за счет ветвления бронхов, появления ацинусов и альвеол на фоне постоянной интенсификации его функций.

Высокая степень дифференцировки может сопровождаться уменьшением количества одинаковых органов, выполняющих одну и ту же функцию, или их олигомеризацией. Это явление наблюдается, к примеру, в эволюции артериальных жаберных дуг, которые закладываются у хрящевых рыб в количестве 6-7 пар, у костных рыб их становится 4 пары, а у млекопитающих и человека сохраняются в дефинитивном состоянии лишь части 3, 4 и 6-й пар.

Иногда в процессе интенсификации функций наблюдается тканевая субституция органа - замещение одной ткани другой, более соответствующей выполнению данной функции. Так, хрящевой скелет хрящевых рыб сменяется на костный у более высокоорганизованных классов позвоночных.

В противоположность интенсификации и активации ослабление функций ведет в филогенезе к упрощению строения органа и его редукции, вплоть до полного исчезновения.

биологический генетический редукция рудиментарный

3. Рудиментарные образования в организме. Морфогенетические и генетические механизмы их сохранения в онтогенезе

В процессе эволюции закономерным является как возникновение новых структур, так и их исчезновение. В основе лежит принцип дифференциации, проявляющийся на фоне первичной полифункциональности и способности функций изменяться количественно. Любая структура при этом возникает на основе предшествующих структур вне зависимости от того, на каком уровне организации живого осуществляется процесс филогенеза. Так, известно, что около 1 млрд. лет назад исходный белок глобин вслед за дупликацией исходного гена дифференцировался на мио- и гемоглобин - белки, входящие в состав соответственно мышечных и кровяных клеток и дифференцировавшиеся в связи с этим по функциям. В филогенезе центральной нервной системы хордовых также можно видеть дифференцировку и смену функций структур: головной мозг формируется из переднего конца нервной трубки. Таким же образом новые биологические виды образуются в виде изолированных популяций исходных видов, а новые биогеоценозы - за счет дифференцировки предсуществующих.

В связи с тем что ниже будут рассмотрены филогенезы конкретных систем органов, подробнее остановимся на закономерностях возникновения и исчезновения органов. Примером возникновения органов служит происхождение матки плацентарных млекопитающих от парных яйцеводов. При удлинении эмбрионального развития млекопитающих возникает необходимость более длительной задержки зародыша в организме матери. Это может осуществляться только в каудальных отделах яйцеводов, полость которых при этом увеличивается, а стенка дифференцируется таким образом, что к ней прикрепляется плацента, обеспечивающая взаимосвязь организма матери и плода. В процессе естественного отбора сохранялись и успешно размножались в первую очередь те млекопитающие, в организмах самок которых потомство развивалось наиболее долго. В итоге возник новый орган - матка, обеспечивающий зародышу оптимальные условия внутриутробного развития и повышающий выживаемость соответствующих видов.

В возникновении такого более сложного и специализированного органа, как глаз, наблюдаются те же закономерности. В основе формирования органа зрения, как и всех органов чувств, лежат клетки кожного эпителия, среди которых дифференцируются и рецепторные, в частности светочувствительные. Объединение их в группы приводит к возникновению примитивных обособленных органов зрения, позволяющих животным лишь оценивать освещенность. Погружение такого светочувствительного органа под кожу обеспечивает сохранность нежных клеток, но при этом зрительная функция может осуществляться только благодаря возникновению прозрачности покровов. Чувствительность к свету примитивного органа зрения усиливается при утолщении прозрачных покровов и приобретении ими способностей преломлять свет и фокусировать его лучи на чувствительных клетках глаза. Сложный орган требует вспомогательного аппарата - защитных структур, мышц, приводящих его в движение, и т.д. Возросший уровень сложности организации глаза с необходимостью сопровождается усложнением регуляции его функций, что и выражается в усилении его интеграции как целостной системы.

Исчезновение, или редукция, органа в филогенезе может быть связана с тремя разными причинами и имеет различные механизмы. Во-первых, орган, выполнявший ранее важные функции, может оказаться в новых условиях вредным. Против него срабатывает естественный отбор, и орган довольно быстро может полностью исчезнуть. Примеров такого прямого исчезновения органов немного. Так, многие насекомые малых океанических островов бескрылы вследствие постоянной элиминации из их популяций летающих особей ветром. Чаще наблюдается исчезновение органов благодаря их субституции новыми структурами, выполняющими прежние функции с большей интенсивностью. Так исчезают, например, у пресмыкающихся и млекопитающих предпочки и первичные почки, заменяясь функционально вторичными почками. Таким же образом у рыб и земноводных происходит вытеснение хорды позвоночником.

Самый частый путь к исчезновению органов - через постепенное ослабление их функций. Такие ситуации возникают обычно при изменении условий существования. Орган, почти не выполняющий функций, выходит из-под контроля естественного отбора и проявляет обычно повышенную изменчивость. Возникающие изменения вызывают нарушение коррелятивных связей с другими частями организма. Благодаря этому такой орган зачастую становится вредным и против него начинает действовать естественный отбор.

В медицинской практике широко известно, что рудиментарные органы и у человека характеризуются широкой изменчивостью. Третьи большие коренные зубы, или «зубы мудрости», например, характеризуются не только значительной вариабельностью строения и размеров, но и разными сроками прорезывания, а также особой подверженностью кариесу. Иногда они вообще не прорезываются, а нередко, прорезавшись, в течение ближайших лет полностью разрушаются. То же касается и червеобразного отростка слепой кишки (аппендикса), который в норме может иметь длину от 2 до 20 см и быть расположенным по-разному (за брюшиной, на длинной брыжейке, позади слепой кишки и т.д.). Кроме того, воспаление аппендикса (аппендицит) встречается значительно чаще, чем воспалительные процессы в других отделах кишечника.

Процесс редукции органа противоположен по отношению к его нормальному морфогенезу. Прежде всего выпадают закладки таких частей органа, которые в норме формируются последними. При недоразвитии конечностей у человека обычно в первую очередь недоразвиваются фаланги I и V пальцев, закладывающиеся последними. У китообразных, совершенно лишенных задних конечностей благодаря ослаблению их функций в филогенезе, все же остаются закладки элементов тазового пояса, формирующиеся в процессе морфогенеза наиболее рано.

Исследования генетических основ редукции органов показали, что структурные гены, регулирующие морфогенез, не исчезают, в то время как существенным изменениям подвергаются гены, регулирующие время закладки рудиментарных органов, либо гены, ответственные за феномен индукционных взаимодействий в развивающемся зародыше. Действительно, при пересадках мезодермального материала дна ротовой полости зародыша ящерицы в ротовую полость развивающегося цыпленка возможно формирование у последнего зубов типичного строения, а пересадка кожной мезодермы ящерицы под эпидермис спины цыпленка приводит к формированию в нем типичных роговых чешуи вместо перьев.

Недоразвившиеся органы носят название рудиментарных или рудиментов. К рудиментам у человека относят, во-первых, структуры, потерявшие свои функции в постнатальном онтогенезе, но сохраняющиеся и после рождения (волосяной покров, мышцы ушной раковины, копчик, аппендикс как пищеварительный орган), и, во-вторых, органы, сохраняющиеся только в эмбриональном периоде онтогенеза (хорда, хрящевые жаберные дуги, правая дуга аорты, шейные ребра и др.).

Крайне редко редукция органов оказывается настолько полной, что от них не остается даже эмбриональных закладок. Примером такого полного исчезновения органов является редукция парных конечностей у большинства змей. Обычно же эмбриональные закладки органов, выполнявших серьезные функции даже у весьма отдаленных предков и давно утративших свое значение в постнатальном онтогенезе, продолжают развиваться у потомков в эмбриогенезе неопределенно долгое время. В первую очередь это относится к органам, связанным тесными морфогенетическими корреляциями с другими зачатками в зародышевом развитии. Так, хорда у всех позвоночных выполняет роль организационного центра, под контролем которого развиваются нервная трубка, позвоночник и дифференцируются сомиты. Нарушение развития даже участка хорды влечет за собой грубые пороки развития соответствующих структур.

Не менее тесными взаимными связями характеризуются элементы мочеполовой системы позвоночных. Так, мочеточники, связывающие нефроны предпочки с внешней средой у круглоротых, преобразуются у рыб и более высокоорганизованных классов позвоночных в два мочеполовых протока, выполняющих разные функции, а рудиментирующиеся нефроны первичной почки у пресмыкающихся и млекопитающих стимулируют развитие вторичной почки.

С первого взгляда понятно, что рудименты не могут служить доказательством развития от низших форм к высшим. Во всяком случае, рудименты показывают процесс отмирания этих органов. Как доказательство же прогрессивной эволюции рудименты исключаются.

Но, в конце концов, имеется еще один аргумент: рудиментарные органы свидетельствуют и против акта сотворения, так как в продуманном и планомерном сотворении подобные органы не могли бы иметь место. Поэтому мы рассматриваем проблематику рудиментов подробнее и предлагаем свою трактовку явления рудиментарности в рамках модели сотворения.

Большинство рудиментов не утратило своих функций

Классическим органом, утратившим свои функции, долгое время считался аппендикс слепой кишки человека. В настоящее время, однако, известно, что червеобразный отросток выполняет защитную функцию при общих заболеваниях и участвует в контроле за бактериальной флорой в слепой кишке.

Птицы, рептилии и некоторые млекопитающие обладают третьим веком, прозрачной мигательной перепонкой. Предохраняя глаз, она тянется из его внутреннего угла через все глазное яблоко. При полете птиц мигательная перепонка функционирует, как стеклоочиститель. "Рудиментарная" мигательная перепонка у человека (рис. 1) выполняет задачу сбора инородных тел, которые попадают на глазное яблоко, она связывает их в углу глaза в клейкую массу. Оттуда они могут быть, легко удалены.

Копчик человека необходим для укрепления мускулатуры таза, которая держит внутренние органы малого таза и тем самым делает возможной вертикальную походку. Подвижность, которой копчик обязан своему происхождению в онтогенезе из позвоночного столба, имеет решающее значение для процесса родов.

Прилегание пищевода к трахее тоже не бессмысленно: находящаяся в дыхательных путях слизь может удаляться через пищевод. Кроме того, такое строение экономит место и делает возможным дыхание через рот, что при сильном насморке является чрезвычайно удобным способом. Поэтому его нельзя рассматривать как обусловленную филогенетическим развитием лишнюю структуру. Все эти структуры, впрочем, вполне объяснимы с точки зрения конструктивного развития.

Многофункциональность рудиментарных органов

Констатация потери функциональности или несоответствия структуры и функции - шаг опрометчивый и возможный лишь тогда, когда не известны и не приняты во внимание соотношения во время прохождения всего онтогенеза. Особенно поучительными являются результаты изучения индивидуального развития человека . То, что это не исключительный случай, показывает следующий пример.

Многие пещерные рыбы имеют атрофированные глаза. О пещерном обитателе Astyanax mexicanus известно также, что его зрительный аппарат первоначально формируется нормальным. Затем, в ходе дальнейшего индивидуального развития, происходит обратное развитие (атрофия) уже имеющихся отдельных структур. Этот примечательный факт, однако, понятен, так как глазной аппарат имеет физиологическое значение при формировании головы. Глаз, таким образом, у этих пещерных животных в своей функции аппарата восприятия явно очень ограничен, но зато выполняет на ранних стадиях развития еще и формообразующую функцию. Поэтому редукция возможна лишь с того момента, пока не нарушается формообразовательная функция.

Этот пример, к которому можно было бы прибавить еще множество подобных, показывает, что следует учитывать соотношение частей во время онтогенеза при попытке толкования явления рудиментов, так как в процессе онтогенеза некоторые структуры организма имеют определенные функции (например, при формировании зародыша), которые невозможно наблюдать в окончательно сформированном органе.

Одна и та же структура может, таким образом, выполнять одновременно разные задачи. Это может быть расценено как доказательство общего организационного принципа (вероятно, "принципа сотворения"): органы выполняют, как правило, много функций одновременно или последовательно в ходе индивидуального развития. Лишь в только что описанном случае был обнаружен принцип, согласно которому какой-то определенный орган (глаз) мог при определенных условиях окружающей среды стать рудиментом в отношении одной из выполняемых им функций.

В эволюционной модели подобные явления интерпретируются как "развитие окольным путем" или "рекапитуляционное развитие". Если же, как это было многократно продемонстрировано, в таких "окольных путях" возникает настоятельная физиологическая потребность, то эта интерпретация, по крайней мере, неубедительна. На основании подобных данных некоторые биологи пришли к мнению, что явление "окольного пути развития" следует расценивать как свидетельство того, что именно на этом пути и сосредотачивается физиологическое селекционное давление в развитии организмов. Некоторые исследователи считают поэтому вполне возможным, что для определенных физиологических проблем развития имеется лишь один путь формального решения, а именно: кажущиеся побочными пути развития в действительности являются "кратчайшими путями к успеху"



Рис. 1. Мигательная перепонка - "рудимент" человека.

Образование органов, которое кажется оправданным только филогенетически.

"Жабры" Часто можно встретить утверждения, что у человеческих эмбрионов в первые месяцы жизни наблюдаются четыре жаберных дуги, которые впоследствии исчезают. "Выходящие из сердца сосуды проходят точно так же, как ведущие к жаберным дугам кровеносные сосуды у рыбы; позднее они претерпевают обратное развитие. Иногда открытой остается даже одна складка, соответствующая жаберной складке у взрослых в виде так называемой горловой фистулы".

Жабры - это органы дыхания, характерные особенно для рыб. У человека не планируется никаких жабер, не образуются они и как промежуточное звено. Человеческий эмбрион величиной в 3,4 мм в передней части своего тела изгибается. Изгиб возникает как извилина роста. Он выражается в характерных складках изгиба между лбом и сердечным утолщением в области, в которой у эмбриона на ранней стадии развития находится лицо. Извилины роста имеют следующую динамику: эмбриональная нервная трубка растет особенно сильно в длину - это означает, что она является основным потребителем питания. Во-первых, идущий от сердца (парный) кровеносный сосуд подает 'для этого необходимое питание, хотя сам не растет в такой же мере, как нервная трубка. Тем самым, зачаток аорты по всей своей длине оказывает сопротивление процессу роста связанной с ним тканями нервной трубки, и она изгибается на своем свободном конце (в области головы) над утолщением в области сердца. При этом возникают складки изгибов как в области внешней, так и внутренней стенки корпуса. Складки изгибов возникают как внутренние дуги, которые обхватывают поперек головную кишку: 1. дуга нижней челюсти; 2. подъязычная дуга, затем две дуги гортани. В них впоследствии развивается скелет нижней челюсти, подъязычной кости и гортани.

С ростом эмбриона внутренние дуги становятся все больше, а ткани в них натягиваются. Это служит структурной основой для нервов и кровеносных сосудов.

Эти кровеносные сосуды представляют собой короткие перемычки (анастомозы) между сосудом, по которому кровь вытекает из сердца, и парным зачатком аорты. От изгиба эмбриона зависит интенсивность кровоснабжения: сердце пытается с каждым ударом пульса вытеснить кровь по самому короткому пути. Сначала, когда изгиб начинает формироваться, это происходит через первый сосуд внутренней дуги. С увеличением изгиба дуги значение первого кровеносного сосуда снижается. Затем особое значение приобретает второй кровеносный сосуд внутренней дуги для оттока крови (напрямую), вскоре эта функция переходит к третьему, затем к четвертому сосуду. Первые три сосуда с их извилистым оттоком от основного сосуда постепенно преобразуются, частично претерпевая обратное развитие. Короткая перемычка между аортами остается открытой до тех пор, пока легочное кровообращение после рождения не исключит ее полностью и вся кровь не будет протекать через сосуды легких.

С формой и функцией жабер складки сгиба у человека не имеют ничего общего. Они в большей степени являются следствием раннего периода возрастного изгиба головы, связанного с интенсивным ростом головного мозга относительно кровеносных сосудов. Между складками изгиба образуются складки, в глубине которых внешние стенки корпуса вплотную прижаты к внутренним.

В области соприкосновения эктодерма и энтодерма могут быть настолько тесно прижаты друг к другу, что ни один подающий питание сосуд не может там проходить и клетки местами гибнут. Таким образом, возникают дефекты, которые болезненным образом в качестве складочных образований могут сохраняться вплоть до момента рождения (так называемые горловые фистулы). Они представляют собой аномальные разрывы на обычно гладкой стенке тел, а вовсе не открытые жаберные складки. Этот же принцип развития подобных отверстий (коррозии) срабатывает и в других областях тела в ходе их развития (ротовая и анальная мембрана, присоединение почечных канальцев к почечной лоханке и т. д.).

Эволюция млекопитающих должна была проходить от рыб через стадию амфибий и рептилий. Но ближайшие к рыбам амфибии не обладают ни в одной из стадий развития жаберными щелями, ни даже жаберными бороздками (лягушки и тритоны имеют сначала внешние, затем внутренние жабры и, наконец, легкие). Поэтому нам представляется абсурдным считать бороздки в области шеи и лица человеческого эмбриона "жаберными щелями".

"Хвост" Отмечающееся иногда наличие в редких случаях у новорожденных "хвостиков" расценивается как дальнейшее доказательство филогенетического развития.

Кроме того, доказано, что в эмбрионе имеются зачатки хвоста вместе с хвостовой частью позвоночника.

К сожалению, часто нижний заостренный конец тела ошибочно принимается за, так называемый, хвост. У человека, однако, ни в одной из стадий не образуется ни хвоста, ни даже позвоночного столба хвоста. В противоположность верхней части, мало сдерживаемой в росте, нижняя часть остается, вследствие относительно низкого уровня кровоснабжения, тонкой и заостренной.

У эмбриона размером в 10 мм конусообразный спинной мозг вместе с растущим головным мозгом втягивается в канал соединительной ткани и при этом стягивается в кожной трубке назад к голове так, что нижний конец тела ослабевает. Направление расположения нервов у взрослых иллюстрирует этот основной процесс созревания плода на протяжении всей жизни (диафрагма, например, обеспечивает свою жизнедеятельность с помощью шейных нервов). Таким образом, нижний конец тела человеческого эмбриона уменьшается, а не удлиняется в виде хвоста. Сравнительные измерения показали, что на нижнем конце тела человеческого эмбриона не происходит удлинения, похожего на хвостовое образование.

Вследствие отсутствия спинного мозга в области нижнего конца тела отсутствует здесь и хорошо сформированный позвоночный столб. Известно, что позвоночный столб возникает в тесной конструктивной взаимосвязи с развитием спинного мозга. Крошечный копчик есть следствие слабого развития спинного мозга в нижней части тела эмбриона.

Чрезвычайно редко встречающиеся хвостообразные выросты, возникшие в процессе эмбрионального развития, не являются наследственными. И не было случая, чтобы подобное кожное образование из соединительной ткани содержало хотя бы фрагмент позвоночного столба, который обязательно присутствует у всех обладающих хвостами позвоночных животных. К тому же эти "хвостики" располагаются в большинстве случаев "не на положенном" месте встречаются дополнительно также и у хвостатых млекопитающих.

"Плавательные перепонки" Мнение о том, что у человека в качестве промежуточного звена развиваются плавательный перепонки, является следствием неправильного истолкования этапов эмбрионального развития человеческой руки.

Возможное возникновение так называемой "плавательной перепонки" являлось, вероятно, пограничным случаем нормы, а не филогенетической рекапитуляцией. Зачатки пальцев удлиняются благодаря преимущественному росту со стороны своих окончаний. При этом кровеносные сосуды и нервы в области тонких лучевидных образований на ладони развиваются в соответствии с развивающимся скелетом пальцев. Если это соответствие в развитии в каком-то случае, отклоняясь от нормы, будет несколько меньшим, то между пальцами может возникнуть маленькая кожная - складочка.

Ушные мышцы В результате некоторой тренировки многие люди могут с. помощью специальных мускулов заставить уши двигаться самостоятельно. Все мускулы возникают в так называемых зонах растяжения. Таков принцип развития. И так называемые "рудиментарные" ушные мышцы не являются в этом случае исключением Они возникают в результате роста ушной раковины в области растяжения, когда (у пятнадцатимиллиметрового эмбриона) в ходе дальнейшего развития затылок относительно ушной раковины развивается назад и вверх. В процессе роста эмбриона они конструктивно необходимы, но после этого периода теряют свое значение.

Первичный и вторичный челюстной сустав Образование первичного и вторичного челюстного сустава (сустава слуховых косточек и сустава верхней и нижней челюстей), вероятно, можно объяснить с помощью гомологии. "Первичный" и "вторичный" означают не перестройку одного и того же сустава, но образование различных суставов во временной последовательности. Направление развития в онтогенезе состоит в этом случае в следующем: сначала основание черепа и меккелев хрящ (скелет нижней челюсти) представляли собой органичное единство. Но как только начинается относительное уменьшение площади, занимаемой сердцем, освобождается место для развития области лица, удлиняется скелет нижней и верхней челюсти, и хрящ как бы "опрокидывается" вниз. При этом возникают "разломы" (переломы роста) между хрящом и основанием черепа (первичный челюстной сустав со слуховыми косточками). Этот процесс оказывает влияние на направление развития хряща, угол отклонения которого от основания черепа все увеличивается. Только лишь минерализованный хрящ в основании черепа представляет собой истинный (так называемый вторичный) челюстной сустав (сустав между костью нижней челюсти и височной костью). Если бы в данном случае в онтогенезе имело бы место лишь повторение филогенеза, то предполагаемые предки животных должны были сначала лишь обладать способностью слышать и только затем еще и способностью питаться.

Сегментация стенок тела (метамерия) Так как возникновение метамерии человеческого тела не было разъяснено, ученые полагали, что можно найти выход в сравнении с животным миром (например, с рыбами) и тем самым получить достаточно полное толкование этого явления. С точки зрения динамики роста, метамерия является следствием процесса жизнеобеспечения сосудов спинного мозга, происходящего в определенные, регулярные промежутки времени, то есть следствием процесса его интенсивного роста (рис.2, слева).



Рис 2. Метамерные структуры человеческого эмбриона величиной 2,57 мм в возрасте 26 дней, реконструкция строения сделана по серийным срезам.

Слева: желтым показан спинной мозг с питающими его (метамерными) сосудами: справа: темно-красным - метамерные органы тела, возникающие в полостях между сосудами, зачатки мускулов и т. д

Даже в человеческом эмбрионе, едва достигшем 2,5 миллиметровой величины, тело в области выхода сосудов, идущих от аорты к спинному мозгу и остающихся относительно небольшими по сравнению с величиной области, обеспечивающей их жизнедеятельность, сдерживается в росте своей поверхности. Поскольку сосуды соединены тканями с поверхностью тела, то препятствование росту сосудов вызывает некоторое втяжение стенок тела в области спины так, что еще не дифференцированная соединительная ткань в области спины подразделяется на сегменты (рис 2, справа). С удлинением спинного мозга и связанным с этим раздвижением названных выше сосудов первичные сегменты тела постепенно увеличиваются: в них появляются продольные плоскость растяжения, в которых развивается сегментная мускулатура спины. Поэтому сегментация является необходимым следствием происходящих процессов развития (конструктивное значение для роста сосудов спинного мозга).

"Пушок" Если младенец появляется на свет с более интенсивным волосяным покровом, чем обычно, то это является пограничным с нормой случаем, так как все дети имеют в утробный период достаточно развитый волосяной покров.

Кожа человека в эмбриональный период имеет два слоя: один, повернутый в сторону околоплодных вод, растущий относительно медленно, и второй, прилегающий к питательному раствору, развивающийся значительно интенсивнее. Следствием неравномерного развития обоих слоев кожи является то, что, с основной стороны клетки размножаются быстрее (чем возле околоплодных вод) и, увеличиваясь в глубину, образуют нечто наподобие лесенки: зачатки волос. С возрастанием сопротивления росту со стороны окружающих их соедини -тельных тканей волосяные луковицы выталкивают волос наружу. В ходе эмбрионального развития волосы подвергаются обычному обмену веществ и впоследствии отторгаются, либо, соответственно, заменяются. Предполагают, что с одной стороны, белок, входящий в состав волос, служит для питания, а с другой - волосы сами по себе выполняют роль наполнителя кишечника и тем самым служат возбуждению перистальтики (лат.) - Первичный волосяной покров человеческого зародыша (он обычно исчезает за несколько недель до нормальных сроков рождения) не может являться рекапитуляцией волос предположительных предков человека - обезьян. Это заключение следует из того факта, что обезьяны (гориллы, шимпанзе, орангутаны) точно так же имеют Lanugo.

Грудные соски В качестве следующего рудиментарного органа рассматривают грудные соски у индивидуумов мужского пола. Уже у человеческогo эмбриона 3,4 миллиметра величиной явно прослеживается наличие так называемого эктодермального кольца - некой уплотненной кольцеобразной зоны кожи, которая наиболее отчетливо видна ниже лица, на боковой стороне тела (что приблизительно соответствует молочным бугоркам многих животных). Это свидетельствует об уменьшенном росте участка кожи относительно бистро разлипающейся поверхности тела в области спины и живота. С достижением достаточной степени изгиба эмбриона в эктодермальном кольце появляются зоны с особенно ярко выраженной задержкой роста этих участков, на которых .эпителий образует так называемые "соски". Появляющиеся время от времени многочисленные соски могут возникать на изгибе этого кольца, так как именно там в наибольшей степени тормозится рост эктодермы. Подобные "соски" можно получить экспериментально путем местного ограничения роста эпителиальных участков.

"Желточный пузырь" Термин "желточный пузырь" вызывает зачастую неправильные ассоциации. Но именно он является конструктивно необходимым в процессе роста у человека. Его зачатки можно обнаружить уже в трехдневном зародыше в виде крошечной капельки жидкости. В двухкамерном яйце (приблизительно па пятый день) образуется верх желточного пузыря - внутренний зародышевый листок (энтодерма) человеческого эмбриона и дно амиона - внешний зародышевый листок (эктодерма). Желточный пузырь, благодаря своей тесной связи с материнским источником питания, выполняет в качестве аккумулятора диффузионных потоков функцию своего рода питательной железы. При этом питание клеток стенки желточного пузыря настолько интенсивно, что клетки здесь округляются, покидают это место и затем внедряются в молодой организм в качестве кровяных клеток. Таким образом, пока нет костей и костного мозга, желточный пузырь служит местом формирования кровяных клеток.

Заключение

Все так называемые рудиментарные органы или органы, появляющиеся лишь на каком-то определенном этапе ("рекапитуляционное развитие") имеют без исключения в рамках эмбрионального развития функционально возрастное назначение и при дифференциации последовательности фаз являются конструктивно необходимыми.

Использованная литература

1. Гинтер Е.К Медицинская генетика: Учебник. - М.: Медицина, 2003. - 448 с.: ил

. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д «Биология» в 3 томах Москва «Мир» 2000г

. Гуттман Б., Гриффитс Э., Сузуки Д., Кулис Т. Генетика. М.: ФАИР - ПРЕСС, 2004., 448 с

. Жимулев И.Ф Генетика. Издательство Сибирского университета., 2007. - 480 с.:ил.

5. Курчанов, Н.А. Генетика человека с основами общей генетики. / Н.А. Курчанов. - СПб.: СпецЛит, 2006. - 174 с.

6. Мамонтов С.Г. Биология - М., 2004

7. Шевченко В.А., Топорнина Н.А., Стволинская Н.С. Генетика человека: Учеб. для студ. Высш. учеб. заведений. - М.: ВЛАДОС, 2002. - 240 с.9.

. Ярыгин В.Н, В.И. Васильева, И.Н. Волков, В.В. Синелыцикова Биология. В 2 кн.: Учеб. для медиц. спец. Вузов М.: Высш. шк., 2007.- 432 с.: ил.