



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

**Для самостоятельной подготовки студентов института клинической
медицины, института стоматологии, института педиатрии, института
профилактической медицины и института социально-гуманитарного и
цифрового развития медицины**

**ТЕМА: ОНТОГЕНЕЗ. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ
ЭМБРИОНАЛЬНОГО ПЕРИОДА. РЕГУЛЯЦИЯ ОНТОГЕНЕЗА.**

Составители: Ю.В. Мякишева – д.м.н., профессор
Д.С. Громова – старший преподаватель

Самара, 2025

Методические разработки предназначены для самостоятельной работы обучающихся на практических занятиях, а также для внеаудиторной работы для подготовки к занятиям и экзамену по дисциплине «Биология».

Методические разработки составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины, а также согласно требованиям Федерального государственного образовательного стандарта.

ТЕМА: Онтогенез. Общие закономерности эмбрионального периода. Регуляция онтогенеза.

Актуальность темы. Развитие организма представляет собой процесс систематического последовательного упорядоченного накопления структурных и функциональных качеств прогрессивного характера, происходящий на всех уровнях организации живой материи: молекулярном, клеточном, тканевом, органном, системно-органном и организменном. Эти изменения определены во времени и происходят в строгой последовательности, взаимосвязи и взаимообусловленности. Непрерывность многофункциональных событий в процессе индивидуального развития определяется генетическим единством цитологического материала. Данные эмбриологии имеют большое значение для медицины. Эмбриология изучает наряду с нормальными процессами развития и патологические явления- причины нарушения нормального эмбрионального развития, возникновение уродств, причины нарушения нормальных процессов развития жизни тканей и органов. Пороки развития встречаются примерно у 2% людей. Это могут быть аплазии, гипотрофии, гипертрофии, гигантизм, стоноз. Группу факторов внешней и внутренней среды, вызывающие возникновение уродств, называют тератогенными (лекарственные препараты, пищевые добавки, вирусы, промышленные яды, алкоголь, никотин). Причины, механизмы и пути профилактики их изучает наука тератология, которая представляет собой пограничную область между эмбриологией, генетикой и медициной. Учение об онтогенезе человека является частью медицинской биологии и тесно связано с практической медициной, поэтому знание основ индивидуального развития является необходимой частью подготовки высококвалифицированного врача.

Цель занятия: изучить основные клеточные и молекулярные процессы онтогенеза, факторы регуляции на разных этапах индивидуального развития.

Формируемые компетенции. В процессе изучения темы у обучающихся формируются следующие универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

- УК-8: Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
- ОПК-2: Способен проводить и осуществлять контроль эффективности мероприятий по профилактике инфекционных и неинфекционных заболеваний у населения (детей), формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения
- ОПК-2: Способен выявлять и оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека, моделировать патологические состояния *in vivo* и *in vitro* при проведении биомедицинских исследований
- ОПК-4: Способен проводить и осуществлять контроль эффективности

мероприятий по профилактике, формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения

- ОПК-5: Способен оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач

- ОПК-8: Способен использовать основные физико-химические, математические и естественно-научные понятия и методы при решении профессиональных задач

- ПК-13: Способен проводить и осуществлять контроль эффективности мероприятий по профилактике инфекционных и неинфекционных заболеваний у населения (детей), формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения

- ПК-19: Оценка морфофункциональных, физиологических состояний, физических, патологических процессов и генетических факторов в организме человека, управление живым организмом как сложной системой для решения профессиональных задач

- ПК-20: Способен проводить и осуществлять контроль эффективности мероприятий по профилактике инфекционных и неинфекционных заболеваний у населения (детей), формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения

Студент должен **знать**:

- типы онтогенеза
- основные этапы эмбриогенеза
- эмбриогенез человека
- причины нарушения эмбриогенеза
- регуляцию онтогенеза
- основные клеточные процессы в онтогенезе
- провизорные органы
- критические периоды онтогенеза
- средовые факторы, влияющие на эмбриогенез

Студент должен **уметь**:

- работать со специальной литературой по биологии
- решать задачи по биологии

Студент должен **владеть**:

- навыками научно-исследовательской работы
- владеть техникой изготовления слайдов по концептуальным вопросам молекулярной генетики и эмбриологии

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЛОК

Онтогенез (от греч. *ontos* - «существо», *genesis* - «развитие») — полный цикл индивидуального развития каждой особи, в основе которого лежит реализация наследственной информации на всех стадиях существования в определенных условиях внешней среды. Он начинается образованием зиготы и заканчивается смертью особи.

Существуют следующие основные типы онтогенеза: непрямой и прямой. Непрямое развитие - это развитие (метаморфоз) с полным или неполным превращением. Личиночный тип развития встречается у видов, яйца которых бедны желтком. Для осуществления жизненных функций у личинок имеется ряд провизорных (временных) органов, отсутствующих во взрослом состоянии. Прямой тип развития в яйце характерен для рыб, пресмыкающихся, птиц, а также беспозвоночных, яйца которых богаты питательным материалом (желтком), достаточным для завершения онтогенеза. Питание, дыхание и выделение у этих зародышей осуществляется развивающимися у них провизорными органами. Прямой тип развития, внутриутробный — характерен для высших млекопитающих и человека. Яйцеклетки при этом типе развития почти не содержат питательного материала. Все жизненные функции зародыша осуществляются через материнский организм. В связи с этим, из тканей матери и зародыша образуются сложные провизорные органы, в первую очередь, плацента. Этот наиболее поздний в филогенетическом отношении тип онтогенеза наилучшим образом обеспечивает выживание зародыша, но новорожденные существа нуждаются во вскармливании секретом молочных желез — молоком. Онтогенез делят на 2 периода развития: эмбриональный (пренатальный) и постэмбриональный (постнатальный).

Эмбриональный период (эмбриогенез) начинается с момента проникновения сперматозоида в яйцеклетку, т. е. образования зиготы и заканчивается выходом нового организма из яйцевых оболочек или моментом рождения. В эмбриогенезе различают периоды: предзиготный, зиготный, дробление, гаструляцию, гисто- и органогенез.

Предзиготный период характеризуется процессами: - гаметогенез - образование гамет - амплификация генов - синтез и запасание р-РНК и и-РНК в яйце - ооплазматическая сегрегация - дифференцировка кортекса цитоплазмы на зоны; - образование кортикального слоя цитоплазмы, содержащего гранулы гликогена; - яйцо приобретает полярность и формируются: вегетативный, отягощенный желтком, и анимальный полюса. Процесс оплодотворения у многоклеточных организмов состоит в объединении спермия и яйцеклетки и образовании качественно новой клетки - зиготы. Зигота - это одноклеточный зародыш. На этой стадии геном не активен. Следующий этап - дробление зиготы.

В основе процесса дробления лежит митотическое деление клеток. Однако образующиеся в результате деления дочерние клетки не расходятся, а остаются тесно прилегающими друг к другу. В процессе дробления дочерние клетки прогрессивно уменьшаются.

Дробление может быть: полным (голобластическим) и неполным (меробластическим). Голобластическое дробление может быть: а) равномерным (если все бластомеры одинаковой величины) и неравномерным (бластомеры разной величины); б) синхронным (бластомеры делятся одновременно) и асинхронным. Меробластическое дробление может быть поверхностным и дискоидальным.

У человека и плацентарных млекопитающих яйцеклетки вторично олиголецитальные и изолецитальные. Дробление полное, но неравномерное и

асинхронное. В результате образуется аналог бластулы – бластоциста. В ней выделяют стенку – трофобласт (он затем входит в состав плаценты) и внутренний узелок клеток – эмбриобласт (дает начало зародышу).

В изолецитальном, бедном желтком оплодотворенном яйце ланцетника, 1-я борозда дробления в виде щели начинается на анимальном полюсе и постепенно распространяется в продольном меридиональном направлении к вегетативному, разделяя яйцо на 2 клетки – 2 бластомера. Вторая борозда также проходит в меридиональном направлении, но перпендикулярно 1-й — образуются 4 бластомера. Третья борозда проходит экваториально: возникает 8 бластомеров. В результате последующих дроблений в меридиональных и экваториальных плоскостях образуется 16, 32, 64 и т. д. бластомеров.

В результате ряда последовательных дроблений формируются группы клеток, тесно прилегающих друг к другу. У некоторых животных такой зародыш напоминает ягоду шелковицы или малины. Он получил название морулы (от лат. *morum* — «тутовая ягода») — многоклеточного шара без полости внутри.

В процессе дробления увеличивается число бластомеров, однако бластомеры не вырастают до размеров исходной клетки, а с каждым дроблением становятся мельче. Это объясняется тем, что митотические циклы дробящейся зиготы не имеют типичной интерфазы; пресинтетический период (G1) отсутствует, а синтетический (S) начинается еще в телофазе предшествующего митоза. Во время дробления митозы следуют быстро друг за другом, и к концу периода весь зародыш лишь не намного крупнее зиготы. В это время бластомеры уже отличаются по характеру цитоплазмы, по содержанию желтка, размерам, что влияет на их дальнейшее развитие и дифференцировку.

Дробление яйца заканчивается образованием бластулы. Бластула — это многоклеточный однослойный зародыш. В клетках бластулы устанавливается типичное для каждого вида животных ядерно-плазматическое соотношение. Начиная с бластулы, клетки зародыша называют эмбриональными клетками. У ланцетника бластула образуется по достижении зародышем 128 клеток. В силу накопления продуктов жизнедеятельности бластомеров между ними появляется полость (бластоцель или первичная полость). При полном равномерном дроблении (как у ланцетника) бластула имеет форму пузырька со стенкой в один слой клеток, который назван бластодермой. Стадию бластулы проходят зародыши всех типов животных.

У всех многоклеточных животных следующим за бластулой этапом развития является гастрюляция, которая представляет собой процесс перемещения эмбрионального материала с образованием 2 или 3-х слоев тела зародыша, называемых зародышевыми листками. В процессе гастрюляции следует различать 2 этапа: 1) образование экто- и энтодермы — 2-х-слойный зародыш; 2) образование мезодермы — 3-х-слойный зародыш. У животных с изолецитальным типом яиц гастрюляция идет путем инвагинации, т. е. впячивания. Вегетативный полюс бластулы впячивается внутрь. Противоположные полюса бластодермы почти смыкаются, так что бластоцель либо исчезает полностью, либо остается в виде незначительной полости, а из шара возникает 2-х-слойный зародыш. Внешний слой клеток носит название

эктодермы. Внутренний слой называется энтодерма. Формирующаяся полость называется гастроцелем или первичной кишкой, а вход в кишку получил наименование бластопора или первичного рта. Третий или средний зародышевый листок называется мезодермой, так как он образуется между наружным и внутренним листками.

Другими способами гастрюляции являются: деляминация, эпиболия, иммиграция и смешанный способ. При деляминации клетки зародыша делятся параллельно его поверхности, образуя наружный и внутренний зародышевый листки. Эпиболия встречается у животных, имеющих телолецитальные яйца. При этом способе гастрюляции мелкие клетки анимального полюса обрастают и покрывают снаружи крупные, богатые желтком клетки вегетативного полюса, которые становятся внутренним слоем. Образование гастрюлы путем иммиграции характерно для кишечнополостных животных. Этот способ заключается в массовом активном перемещении клеток бластодермы в бластоцель. Чаще всего имеет место смешанный тип гастрюляции, когда одновременно проходят и впячивание, и обрастание, и миграция. Так протекает, например, гастрюляция у земноводных.

Гистогенез — процесс образования тканей. Органогенез — формирование органов. Дифференцированный на 3 эмбриональных листка зародышевый материал дает начало всем тканям и органам. Из эктодермы развиваются ткани нервной системы, которая очень рано обособляется. У хордовых она первоначально имеет форму нервной пластинки. Эта пластинка растет интенсивнее остальных участков эктодермы и затем прогибается, образуя желобок. Размножение клеток продолжается, края желобка смыкаются, возникает нервная трубка, которая тянется вдоль тела от переднего конца к заднему. На переднем конце нервной трубки путем дальнейшего роста и дифференцировки формируется головной мозг. Отростки нервных клеток центральных отделов нервной системы образуют периферические нервы. Кроме того, из эктодермы развиваются наружный покров кожи — эпидермис и его производные (ногти, волосы, сальные и потовые железы, эмаль зубов, воспринимающие клетки органов зрения, слуха, обоняния и т.п.). Из энтодермы развивается эпителиальная ткань, выстилающая органы дыхательной, частично мочеполовой и пищеварительной систем, в том числе печень и поджелудочную железу. Из мезодермы: миотом дает начало скелетной мускулатуре, нефрогонотом — органам выделения и половым железам (гонадам). Клетки, образующие висцеральные и париетальные листки спланхнотома, являются источником эпителиальной выстилки вторичной полости тела — целома. За счет элементов склеротома развиваются хрящевая, костная и соединительная ткани внутренних органов, кровеносных сосудов, гладкой мускулатуры кишок, дыхательных и мочеполовых путей. В образовании сердца принимает участие также висцеральный листок спланхнотома. Дерматом дает начало соединительной ткани кожи. Железы внутренней секреции имеют различное происхождение: одни из них (эпифиз, часть гипофиза) развиваются из закладок нервной системы, другие — из эктодермы. Надпочечники и половые железы являются производными мезодермы.

Органогенез. В этой стадии можно выделить 2 фазы: Первая — нейруляция, состоит в образовании комплекса осевых органов: нервной трубки, хорды и кишечника. Зародыш на стадии нейруляции называется нейрулой. Нервная трубка образуется в результате опускания пласта клеток эктодермы, образования вначале нервного желобка, края которого затем смыкаются. Передний, расширенный отдел в дальнейшем развитии образует головной мозг, остальная часть нервной трубки — спинной мозг. Отличительной чертой 1-й фазы органогенеза служит то, что в морфологические перестройки, сопровождающиеся формированием центральной нервной системы, вовлекается почти весь зародыш. Вторая фаза заключается в построении остальных органов, приобретении различными участками тела типичной для них формы и черт внутренней организации, установлении определенных пропорций.

Развитие других органов представляет собой пространственно ограниченные процессы. Образование хорды по времени соответствует самым ранним этапам нейруляции и происходит путем обособления по средней линии клеточного материала из зачатка, общего с энтодермой и мезодермой — стенки первичной кишки. Органогенез завершается в основном к концу эмбрионального периода развития. Однако дифференцировка и усложнение органов продолжается и в постэмбриональном онтогенезе. Описанные процессы связаны не только с активным клеточным размножением первичных эмбриональных закладок, но и с их значительным перемещением, изменением формы тела зародыша, образованием отверстий и полостей, а также с формированием ряда временных зародышевых (провизорных) органов.

Провизорные органы. Назначение провизорных органов — обеспечение жизненных функций зародыша в разнообразных условиях среды. Эмбриональное развитие организмов с разным типом онтогенеза протекает в различных условиях. Во всех случаях развития необходимая связь зародыша со средой обеспечивается специальными внезародышевыми органами, функционирующими временно и называемыми провизорными. Степень развития и функция этих органов различны. Для всех животных с неличиночным типом развития, яйца которых богаты желтком (рыбы, рептилии, птицы), характерен такой провизорный орган, как желточный мешок. В стенки желточного мешка врастают кровеносные сосуды, образующие по всей поверхности желтка густую капиллярную сеть. Клетки стенки желточного мешка выделяют ферменты, расщепляющие питательные вещества желтка, которые поступают в кровеносные капилляры и далее в организм зародыша.

Желточный мешок — это также 1-й кроветворный орган зародыша, место размножения клеток крови. У млекопитающих редуцированный желточный мешок входит в состав пупочного канатика. Амнион развивается у истинно наземных животных. Амнион осуществляет функции обмена и защиты от высыхания и механических воздействий. Амниотическая жидкость, в которую погружен развивающийся эмбрион, представляет собой водный раствор белков, сахаров, минеральных солей, содержит также гормоны и мочевины. В процессе развития состав этой среды изменяется. В акушерской практике амниотическую жидкость, отходящую перед родами, называют водами. Позвоночные,

обладающие амнионом (пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие), объединяются в группу высших позвоночных, или амниотов. Низшие позвоночные, не имеющие амниона (круглоротые, рыбы и земноводные), составляют группу анамний.

Аллантоис — вырост задней кишки зародыша. Наиболее развит у животных развивающихся в яйце — рептилии и птицы, где служит местом накопления азотистых отходов метаболизма. Аллантоис сливается с хорионом и образуется хорион-аллантоисная оболочка, богатая кровеносными сосудами, через которую эмбрион поглощает кислород, отдает углекислоту и продукты обмена.

Хорион или ворсинчатая оболочка выполняет функцию наружной зародышевой оболочки. Названа она так вследствие развития на ее поверхности большого числа выростов, ворсинок. Ворсинки хориона врастают в слизистую оболочку матки. Место наибольшего разветвления ворсинок хориона и наиболее тесного контакта их со слизистой оболочкой матки носит название детского места или плаценты. У млекопитающих и человека яйцеклетка бедна желтком, поэтому провизорные приспособления развивающегося организма имеют свои особенности. Желточный мешок закладывается на ранних этапах эмбриогенеза, но не развивается, а постепенно редуцируется, расслаивается. Аллантоис также не развит. Зачаток его входит в состав нового специфического провизорного органа — пупочного канатика.

Эмбриогенез человека делят на 3 периода: 1) начальный период — 1-я неделя; 2) зародышевый — 2–8-я неделя; 3) плодный — с 9-й недели и до рождения. После оплодотворения зигота в течение 3-х дней перемещается по маточной трубе, находясь на стадии дробления. На 4-е сутки образуется бластоциста. На 7-е — наблюдается имплантация бластоцисты в слизистую матки. На стадии зародышевого периода на вентральной стороне зародышевого диска различима энтодерма в виде тонкого слоя клеток, появляется полость амниона. Питание зародыша — диффузное. На 14-е сутки происходит плацентация. На 16-е сутки происходит формирование зародышевой мезодермы, с 16–21-х суток наблюдается формирование нервной трубки (гисто-, органогенез). Зачатки рук и ног, завершение развития сердца наблюдаются на 3-й неделе внутриутробного развития. Формирование головного мозга происходит на 6-й неделе. Полная закладка всех систем органов наблюдается в конце 8-й недели, в этот период 120 размеры эмбриона достигают 40 мм, масса — 5 грамм. С 9-й недели начинается плодный период, завершающийся рождением.

В процессе индивидуального развития имеются критические периоды, когда повышена чувствительность развивающегося организма к воздействию повреждающих факторов внешней и внутренней среды.

- 1) время развития половых клеток - овогенез и сперматогенез;
- 2) момент слияния половых клеток - оплодотворение;
- 3) имплантация зародыша (4-8-е сутки эмбриогенеза);
- 4) формирование зачатков осевых органов (головного и спинного мозга, позвоночного столба, первичной кишки) и формирование плаценты (3-8-я неделя развития);
- 5) стадия усиленного роста головного мозга (15-20-я неделя);

- 6) формирование функциональных систем организма и дифференцирование мочеполового аппарата (20-24-я неделя пренатального периода);
- 7) момент рождения ребенка и период новорожденности - переход к внеутробной жизни; метаболическая и функциональная адаптация;
- 8) период раннего и первого детства (2 года - 7 лет), когда заканчивается формирование взаимосвязей между органами, системами и аппаратами органов;
- 9) подростковый возраст (период полового созревания).

К наиболее частым факторам, нарушающим нормальный эмбриогенез, принадлежат: перезревание женской половой клетки, нарушения обмена вещества у матери, гипоксия, содержание в крови матери токсических веществ, инфекция, особенно вирусная. Длительное перегревание организма матери приводит к аномалиям развития плода. Рентгеновское облучение опасно в связи с возможными мутациями, так как клетки эмбриональных зачатков особенно чувствительны к радиации. Это могут быть и закономерные действия среды, обеспечивающие обычное нормальное развитие, но в других концентрациях, с другой силой, в другое время.

Выделяют несколько уровней регуляции онтогенеза: генный, клеточный, тканево-органный, организменный.

На генном уровне выделяют гены с материнским эффектом из группы хроногенов; гены сегментации; гены компартментализации; гомеозисные гены; хроногены. В 1985 году были открыты гены, контролирующие ход онтогенеза. Хроногены контролируют время наступления событий. Самые ранние из хроногенов – гены с материнским эффектом. На стадии гастрюляции начинают действовать гены пространственной организации – это собственные гены организма, контролирующие формообразовательные процессы. Они подразделяются на гены сегментации (1995 г. Нобелевская премия за открытие генетического контроля раннего эмбрионального развития) – отвечают за образование сегментов; гены компартментализации – отвечают за дифференцировку сегментов и образование компартментов; гомеозисные гены – обеспечивают нормальное образование структур и их расположение в нужном месте.

Общая схема онтогенетических процессов включает 3 этапа:

1. Информация для экспрессии и репрессии генов. Гены получают информацию от соседних клеток, продуктов метаболизма, гормонов и других факторов для своей активации.
2. Информация от генов в ходе процессов транскрипции и трансляции для синтеза полипептидов.
3. Информация от белков для формирования тканей и органов.

В течение онтогенеза в будущей яйцеклетке (овоцитах) происходит синтез р-РНК, рибосом, т-РНК, необходимых для начального периода развития (дробление, образование бластулы). Происходит амплификация генов (умножение) р-РНК в цитоплазме, и-РНК. Хромосомы при этом имеют вид «ламповых щеток». На этих петлях происходит синтез и-РНК. Гены р-РНК используются для синтеза белковых молекул рибосом клетки. Гены и-РНК используются для трансляции в течение длительного времени (запасаются).

Гены сперматозоида при этом не функционируют. За счет функции плазмогенов плазмоти́па наблюдается дифференцировка кортекса цитоплазмы яйцеклетки на зоны (ооплазматическая сегрегация).

При оплодотворении, вносится геном сперматозоида в яйцеклетку. Генотип зиготы не активен за счет полной репрессии генов. Функция плазмогенов плазмоти́па вызывает усиление дифференцировки кортекса на зоны. Дробление регулируется на первых порах исключительно информацией, содержащейся в яйце. Запасание в ооцитах и-РНК обеспечивает активный синтез белка. Геном матери и отца в этот период не транскрибируется. На стадии бластулы активизируется геном сперматозоида. Генетическая информация бластомеров обеспечивает синтез белков. Вплоть до поздней бластулы реализуется та часть генетической информации, которая касается общих метаболических процессов для всех делящихся клеток. За тем наблюдается репрессия тканеспецифических генов, т. е. дифференцировка клеток зародыша.

Гастрuliaция контролируется за счет генетической информации эмбриональных клеток. Функционирование определенных генов по принципу экспрессии и репрессии обеспечивает синтез белков и закладку зародышевых листков эмбриона.

Гисто- и органогенез обеспечивается за счет генной информации клеток эмбриона. В этот период обособливаются стволовые клетки, разные популяции которых дают начало различным органам и тканям. Процесс контролируется функцией определенных генов по принципу экспрессии и репрессии. В ходе развития устанавливаются индукционные отношения между тканями и органами, т. е. влияние одной ткани на другую, направляющее ее развитие. Так, зачаток хорды контактирует с эктодермой, в результате чего эпидермальные клетки дифференцируются не в эпителий кожи, а в нервную трубку. Это явление называется эмбриональной индукцией. Предполагается, продукты деятельности генов клеток, зачатки хорды активируют деятельность участков хромосом клеток энтодермы, которые определяют развитие нервной системы.

Большое значение в управлении ходом эмбриогенеза придается организационным центрам (организаторам). Впервые их роль была установлена в 1924 году немецким ученым Г. Шпеманом. Он проводил свои опыты на зародышах тритона. В норме у зародыша тритона из эктодермы на спинной стороне формируется нервная трубка. Однако если на стадии ранней гастрюлы удалить верхнюю губу бластопора, то нервная трубка не сформируется. Если верхнюю губу бластопора пересадить под эктодерму брюшной стороны, то нервная трубка сформируется на брюшной стороне. Если добавить зародышу еще одну губу, то сформируется две нервные трубки. Из проведенных опытов следует, что верхняя губа бластопора направляет развитие эктодермы по пути формирования нервной трубки. Участок верхней губы бластопора Шпеман назвал организационным центром, или индуктором, а само явление получило название – эмбриональная индукция. Ткань, отвечающая на действие индуктора, – компетентная ткань. В последующем были установлены многочисленные примеры взаимовлияния зачатков в ходе эмбриогенеза. Причем деление зачатков на индукторы и компетентную ткань является относительным. Так, при закладке

глаза вырост мозгового пузыря вызывает развитие из эктодермы зачатка хрусталика, а зачаток хрусталика - развитие зачатка роговицы.

Клеточный уровень регуляции онтогенеза. В эмбриогенезе наблюдается пять типов клеточных реакций:

1. Пролиферация.
2. Клеточные перемещения.
3. Гибель клеток.
4. Избирательная сортировка.
5. Дифференцировка.

Пролиферация – размножение клеток митозом. Имеет место при формировании любого органа.

Клеточные перемещения – миграция отдельных клеток развивающегося организма. Например, перемещение нервных клеток ганглиозной пластинки к местам закладки рецепторного аппарата органов чувств.

Гибель клеток – запрограммированный процесс на завершающем этапе формообразования органа. Например, гибель клеток в межпальцевых промежутках кисти человека. Если она не произойдет, то ребенок родится со сросшимися пальцами (синдактилия).

Избирательная сортировка – выделение из смеси однотипных клеток и образование между ними прочных контактов.

Дифференцировка клеток – процесс образования специализированных типов клеток. Можно выделить три этапа на пути дифференцировки клеток:

1. тотипотентность (равнонаследственность) – путь развития клетки еще не определен. Это стадия зиготы и начало ее дробления (2-8 бластомеров). У гидромедузы клетки тотипотентны до стадии 32 бластомеров;
2. трансдетерминация – переопределение намеченного пути дифференцировки. Клетка теряет тотипотентность, но способна изменить направление намеченного пути развития (опыты Шпемана);
3. детерминация – клетка имеет строго определенный путь своего развития.

Таким образом, в ходе эмбриогенеза число возможных путей развития каждой клетки уменьшается в конечном счете до одного.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ

1. При энтероцельном способе мезодерма выделяется

А) из эктодермы

Б) из экто- и энтодермы

В) из энтодермы

1.2. Клетки крови и кровеносные сосуды первоначально образуются

А) в эктодерме желточного мешка

Б) в мезодерме желточного мешка

В) в энтодерме желточного мешка

Г) в зародышевой мезодерме

1.3. Что такое дифференциация?

А) образование клеток

- Б) образование тканей
- В) образование органов
- Г) образование из однородного материала большого разнообразия клеточных форм

1.4. Эмбриональная индукция это:

- А) изменение размеров клетки
- Б) воздействие на клетки химических веществ
- В) изменение формы клеток

1.5. Нейрула - это зародыш, имеющий:

- А) один слой клеток с полостью
- Б) нервную трубку
- В) хорду
- Г) два слоя клеток с полостью
- Д) вторичную полость

1.6. Провизорные органы человека:

- А) аллантоис
- Б) амнион
- В) хорда
- Г) хорион
- Д) желточный мешок

1.7. Продукты генов (и-РНК, р-РНК и др.), определяющие развитие зиготы синтезируются в:

- А) зиготе
- Б) овоцитах
- В) клетках Сертоли
- Г) клетках Лейдига
- Д) клетках слизистой яйцеводов

1.8. Критические периоды эмбриогенеза человека:

- А) дробление
- Б) имплантация
- В) нейруляция
- Г) плацентация
- Д) роды

1.9. Из эктодермы образуются:

- А) эпителий лёгких
- Б) эпителий всего желудочно-кишечного тракта
- В) нервная система
- Г) гладкая мускулатура
- Д) эпидермис кожи

1.10. Укажите части составляющие бластоцисту

- А) трофобласт
- Б) эктодерма.
- В) эмбриобласт.
- Г) энтодерма
- Д) экзоцелом (полость).

2. Решите ситуационные задачи.

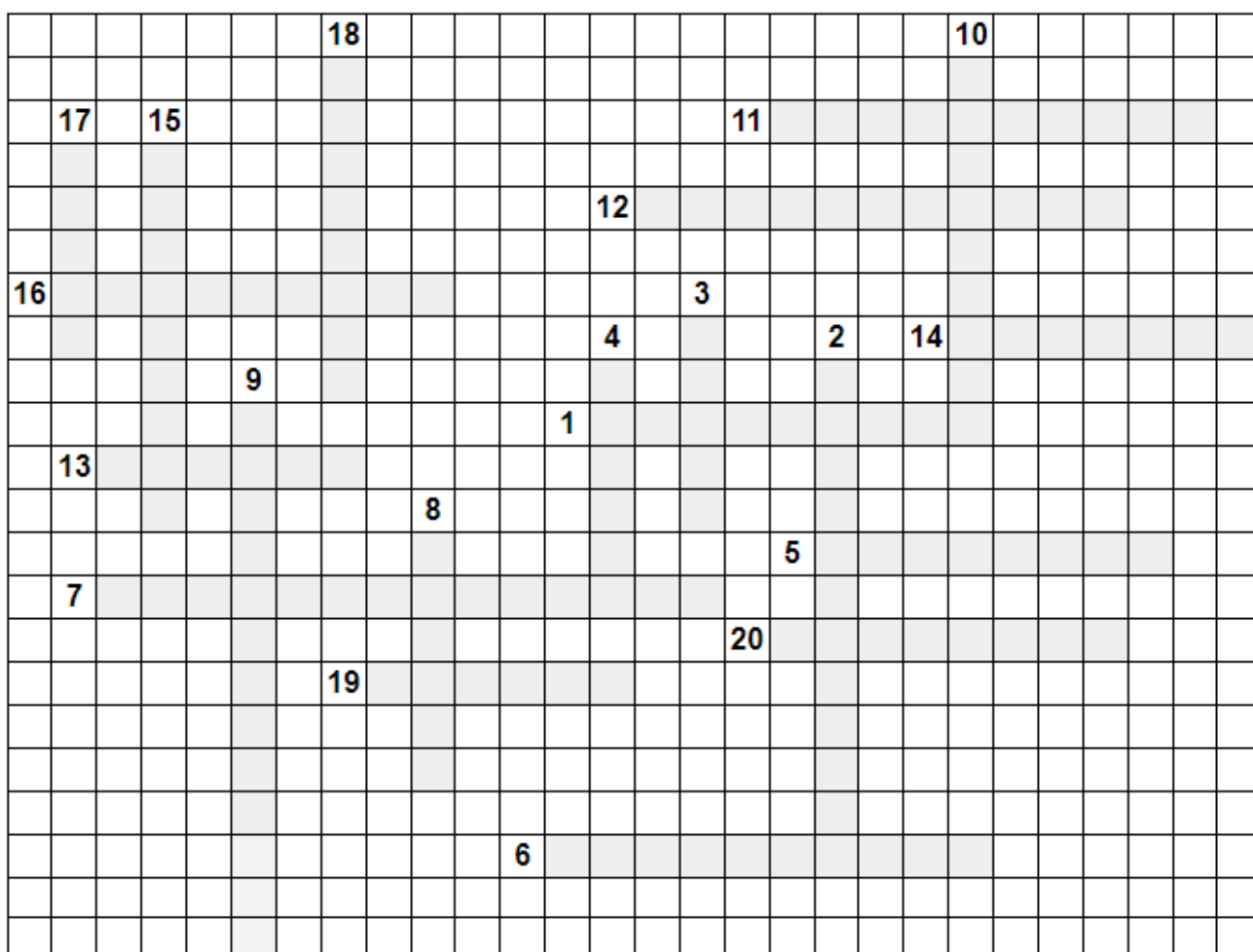
2.1. В результате тератогенного воздействия в эмбриогенезе произошло нарушение адгезии клеток зачатков структур лица – небных отростков, а также носовых отростков между собой и с верхнечелюстными отростками. Назовите последствия нарушений межклеточных взаимодействий.

2.2. По результатам УЗИ женщины выяснилось, что у неё многоплодная беременность. У близнецов имеется два хориона, одна плацента, один пол. Определите тип близнецов

2.3. Известно, что антибиотик актиномицин D не оказывает токсического действия на материнский организм, но нарушает формирование тканей и органов эктодермального происхождения у зародыша. Женщина во время беременности употребляла актиномицин D. Развитие каких органов или систем может нарушиться у зародыша вследствие этого?

Дополнительные задания:

2.4. Разгадайте кроссворд по теме «Онтогенез»



- 1) Индивидуальное развитие организма.
- 2) Бластула, образующаяся в результате полного дробления изолецитальных яиц, называется.
- 3) Дробление представляет собой деление зиготы:
- 4) Самая наружная оболочка, прилежащая к скорлупе или материнским тканям, способная синтезировать гормоны.

- 5) Однослойный зародыш.
- 6) Тип Гастрюляции путем выселения отдельных клеток из бластодермы внутрь.
- 7) Тип плаценты характерный для приматов, человека.
- 8) Одноклеточная стадия развития нового организма, образующаяся в результате оплодотворения.
- 9) Бластула, характерная для Птиц.
- 10) Развитие биологического вида во времени.
- 11) Период, начинающийся после рождения и длящийся у женщин до 21 года, а у мужчин до 22 лет.
- 12) Амнион человека называют.
- 13) Провизорный орган осуществляющий функцию защиты и обмена от высыхания и механических повреждений для зародыша.
- 14) Стадий зародышевого развития хордовых животных, следующая за гастролой.
- 15) Зародышевый лист, из которого формируются сомиты.
- 16) Процесс в результате, которого образовавшиеся клетки, называются бластомерами, а зародыш – бластолой.
- 17) Осевой орган, образующийся из энтодермы.
- 18) Эмбриональный орган, образующийся в результате тесного слияния зародышевых оболочек с тканями родительского организма.
- 19) Нечётное скопление бластомеров, образующееся в результате асинхронного дробления.
- 20) Двуслойный зародыш с полостью.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

1. Биология : учебник для студентов вузов / МЗ РФ, ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова; под ред. Н. В. Чебышева. - Москва : МИА, 2016. - 635 с.ил. - ISBN 978-5-9986-0229-0.
2. Биология : учебник : в 2 т.. Т. 1 / под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 725 с.ил. - ISBN 978-5-9704-4568-6.
3. Биология : учебник : в 2 т.. Т. 2 / под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 553 с.ил. - ISBN 978-5-9704-4569-3.
4. Биология : учебник : в 2 т.. Т. 2 / В. Н. Ярыгин, В. В. Глинкина, И. Н. Волков [и др.] ; под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 553 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-3565-6.
5. Биология : учебник : в 2 т.. Т. 1 / В. Н. Ярыгин, В. В. Глинкина, И. Н. Волков [и др.] ; под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 725 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-3564-9.
6. Биология : учебник : в 2 томах: Т. 2 / под редакцией В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 553 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-5308-7.
7. Биология : учебник : в 2 томах: Т. 1 / под редакцией В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 725 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-5307-0.
8. Практикум по биологии: учебно-методическое пособие / Ю.В. Мякишева, Р.А. Щепеткова, Д.С. Громова, А.Ф. Павлов, И.С. Павлов, Ю.А. Халитова ; ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России. - Самара: ИД «Би Групп», 2023. - 100 с.

9. Биология. Т. 1.: учебник: в 2 т. / под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 736 с. - ISBN 978-5-9704-7494-5. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970474945.html>
10. Биология. Т. 2. : учебник : в 2 т. / под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 560 с. - ISBN 978-5-9704-7495-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970474952.html>