

Лекция №2

Тема: Биология развития.

Эмбриональное развитие состоит из следующих этапов:

- Оплодотворения
- Дробление с образованием бластулы
- Гастрюляция с образованием гастрюлы и зародышевых листков
- Нейруляция с образованием нейрулы и нервной трубки
- Органогенез – формирование органов и систем органов



А



Б



В



Г



Д



Е



Ж



З



И



К



Л



М



Н

Развитие человеческого организма.

Зигота (оплодотворенная яйцеклетка). Несет диплоидный набор хромосом.

Бластула (первая стадия развития зародыша).

Гаструла (вторая стадия развития зародыша).

Плод (проходит все стадии зародышевого развития).

РАЗДЕЛЕНИЕ

МОРИЛА

БАЛАСТУЛА

ГАСЛУЛА

ЛИЧИНКА ИЛИ ЗАРОДЫШ



МОРСКОЙ ЁЖ



ЛЯГУШКА

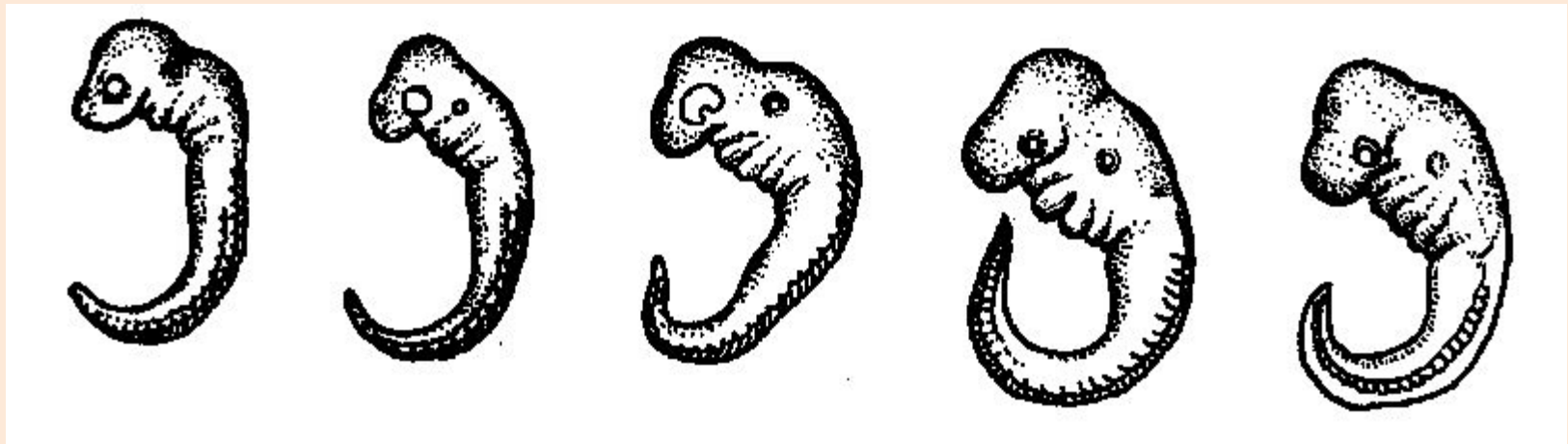


ЧЕЛОВЕК

ЭТАПЫ ЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Зародышевое сходство рыбы (1), саламандры (2), черепахи (3), крысы (4) и человека (5).

1 стадия



1

2

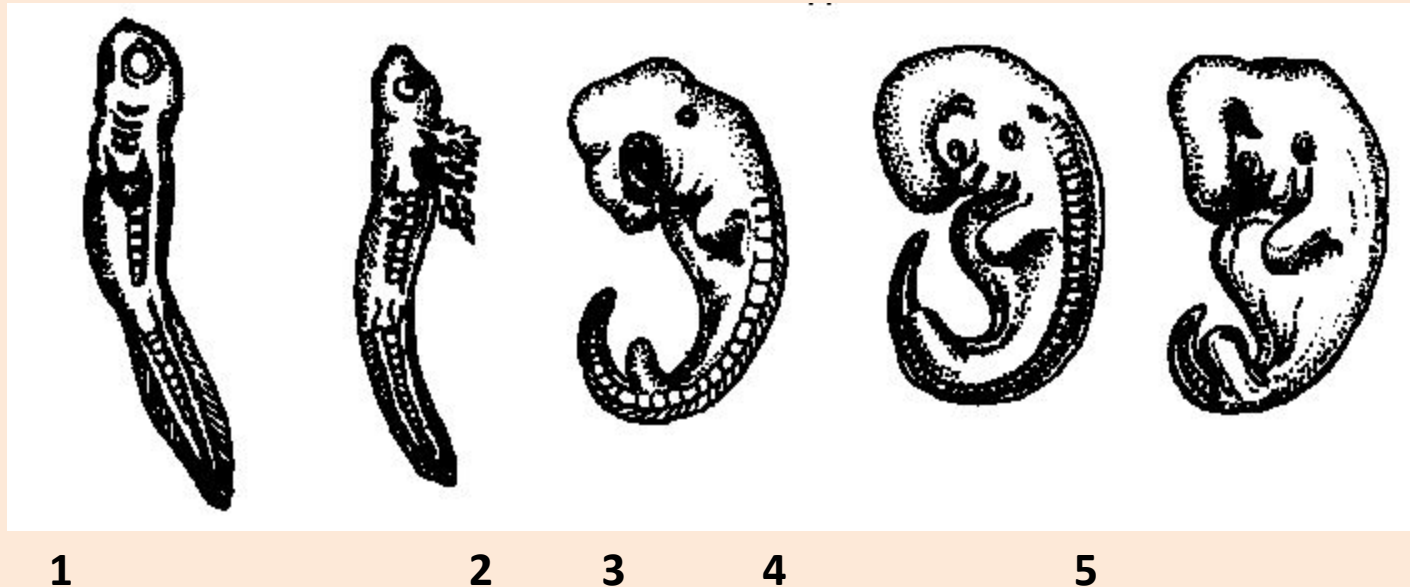
3

4

5

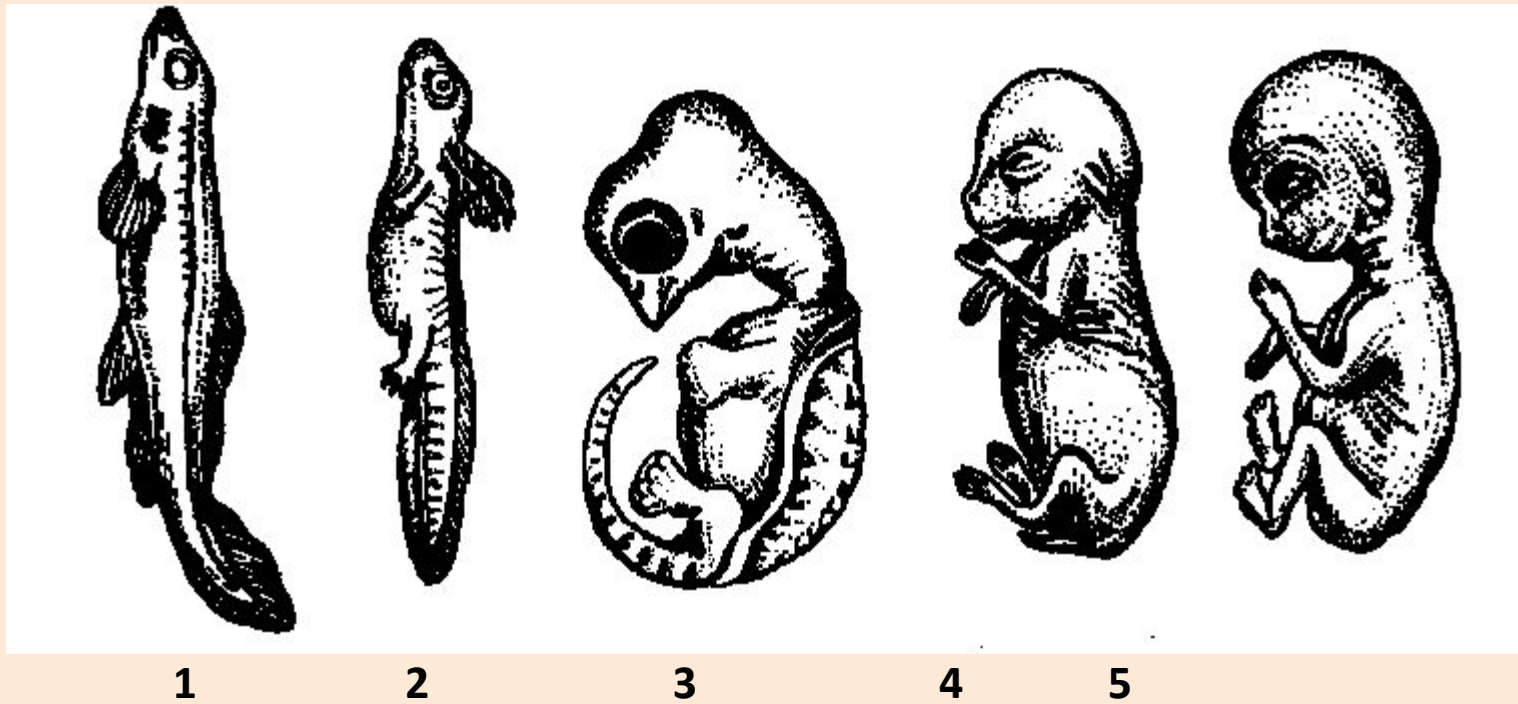
Зародышевое сходство рыбы (1), саламандры (2), черепахи (3), крысы (4) и человека (5).

2 стадия



Зародышевое сходство рыбы (1), саламандры (2), черепахи (3), крысы (4) и человека (5).

3 стадия



Общие закономерности развития зародышей организмов.

Общность строения различных организмов проявляется на ранних стадиях развития их зародышей.

Отличительные признаки организма создаются в ходе развития зародыша постепенно и в строгой последовательности

Видовые различия проявляются на поздних стадиях развития зародышей.

- **Оплодотворением** называют слияние ядра спермия с ядром яйцеклетки, в результате чего образуется диплоидная клетка - зигота. Этот процесс протекает в несколько стадий, перечисленных ниже.

- 1. Ферменты (главным образом гиалуронидаза) , выделенные акросомами многих спермиев, прокладывают путь сквозь вещество, связывающее между собой клетки гранулезы (фолликулярные).
- 2. Спермии, перемещаясь за счет биений своих жгутиков, достигают наружной поверхности zona pellucida - толстого слоя, окружающего ооцит второго порядка. Zona pellucida несёт на себе специальные рецепторы, к которым может прикрепиться головка спермия.
- 3. Другой фермент акросомы прокладывает путь через zona pellucida, по которому спермий достигает поверхности ооцита второго порядка.
- 4. Здесь головка спермия сливается с микроворсинками, окружающими ооцит второго порядка и проникает в его цитоплазму.

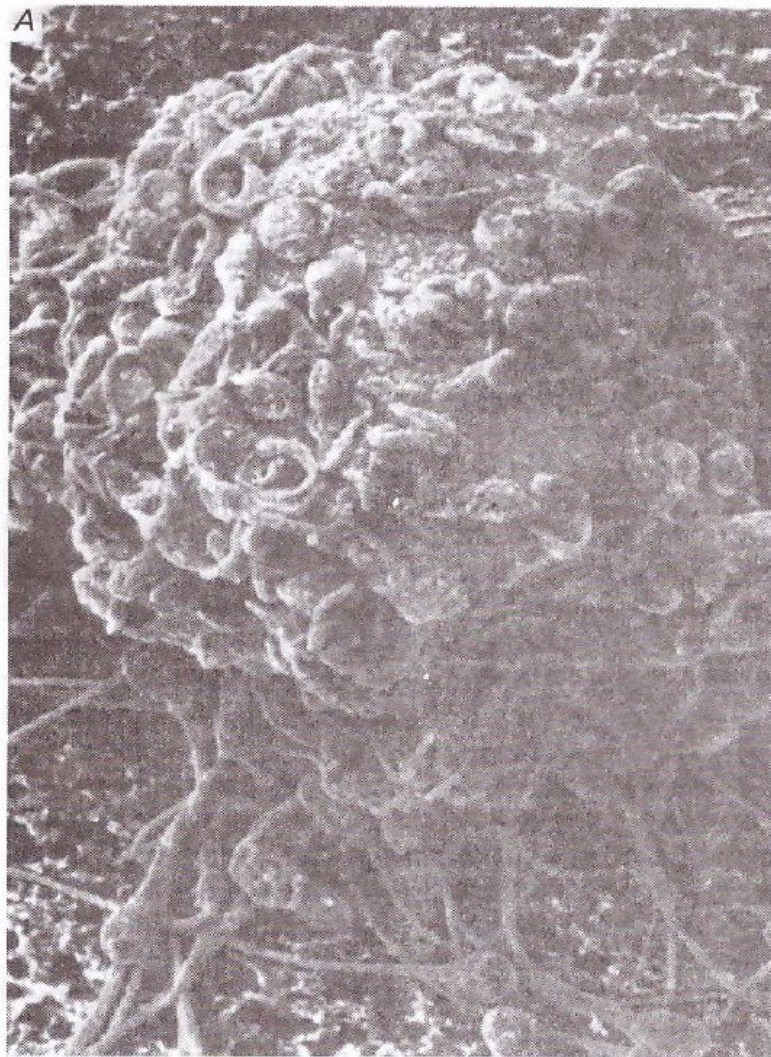
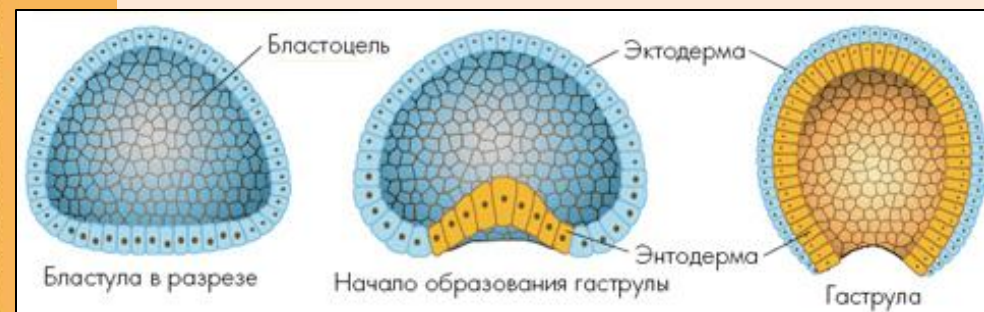
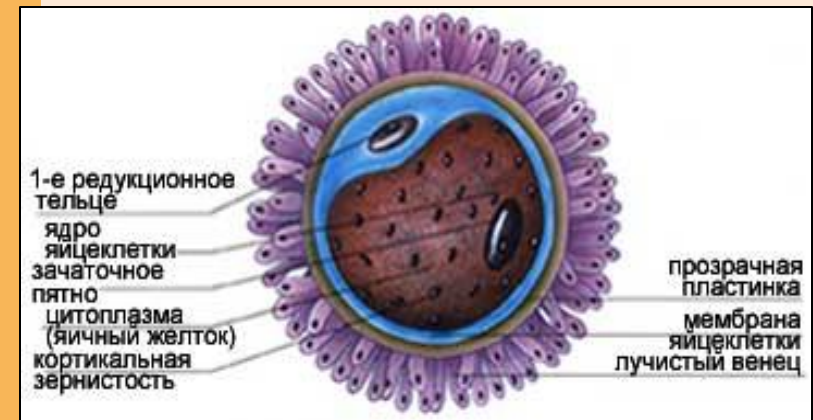
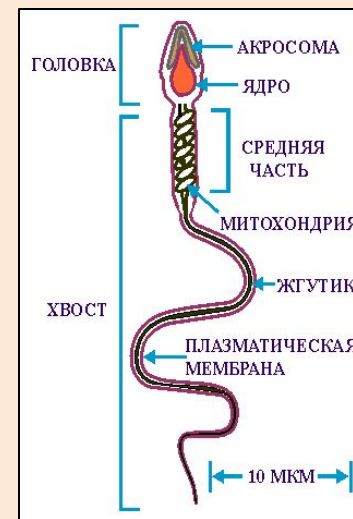
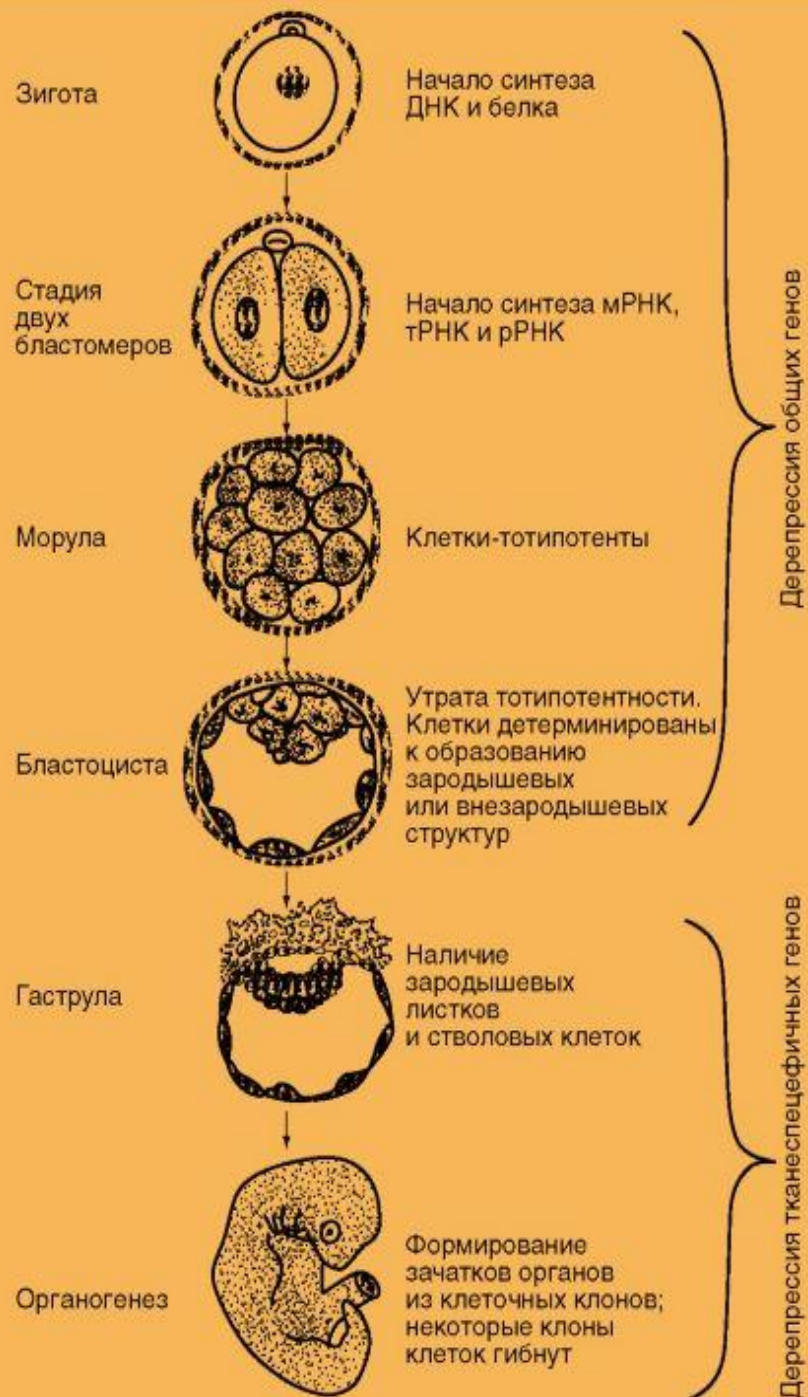


Рис. 21.46. А. Спермии человека, окружившие ооцит второго порядка; микрофотография получена с помощью сканирующего электронного микроскопа. Б. Микрофотография, на которой запечатлен момент оплодотворения у морского ежа — проникновения спермия сквозь оболочку яйца. Темный клин — головка спермия, несущая в себе генетический материал. Серое образование позади головки — митохондрион, высвобождающий энергию, необходимую для движений жгутика. Спермий переварил наружную оболочку яйца, содержащую гликопротеин, и проник в яйцо.

•5. Как только спермий проник в ооцит, лизосомы, находящиеся под плазматической мембраной ооцита и известные также как **кортикальные гранулы**, выделяют свои ферменты, под действием которых zona pellucida утолщается и уплотняется, превращаясь в «оболочку оплодотворения». Это процесс называется **кортикальной реакцией**. Кортикальная реакция предотвращает проникновение в ооцит других спермиев, а тем самым и оплодотворение данной яйцеклетки несколькими спермиями. Кроме того, ферменты разрушают рецепторные участки на zona pellucida, и это делает невозможным дальнейшее прикрепление к ней спермиев.

•6. Проникновение спермия в ооцит второго порядка является сигналом для завершения второго мейотического деления ооцита, в результате чего образуются яйцеклетка и второе полярное тельце. Второе полярное тельце тотчас же дегенерирует, а жгутик спермия рассасывается в цитоплазме яйцеклетки.

- 7. Ядро спермия увеличивается в размерах, поскольку хроматин ядра становится менее конденсированным. На этой стадии ядра спермия и ооцита второго порядка называют **пронуклеусами**.
 - 8. Мужской пронуклеус сливается с женским пронуклеусом. В этом и состоит подлинный акт оплодотворения. Образующееся в результате
- новое ядро содержит два набора хромосом



Дробление

Дробление – это процесс увеличения числа клеток, без увеличения их размеров (отсутствует стадия роста).

Типы дробления:

- полное: равномерное (ланцетник) и неравномерное синхронное (человек)
- неполное: поверхностное (у насекомых) и дискоидальное (птицы)

Типы бластул:

- целобластула – это полый шарик, один слой бластодермы (ланцетник).
- амфибластула – бластодерма многослойная, бластоцель смещена к апикальному полюсу (лягушка).
- дискобластула – это зародышевый диск, лежащий на массе нераздробившегося желтка, бластоцель между ними (у птиц).
- бластоциста (человек)
- морула – это шарик из бластомеров, бластоцели нет.
- перебластула – бластомеры расположены по поверхности, а в центре нераздробившийся желток (у насекомых).

Гастрология.

Гастрология – это сложный процесс химических и морфо-генетических изменений, которые сопровождаются делением, ростом, перемещением и дифференцировкой клеток.

Способы гастрологии:

- инвагинация (впячивание)
- иммиграция (выселение)
- деляминация (расслоение)
- эпиболия (обрастание)

Геном единый. Идет депрессия и репрессия генов. И в каждом клеточном типе эта картина будет своя. Поэтому идет дифференцировка клеток.

Нейруляция.

Нейруляция – это часть органогенеза. Образуется зародыш – нейрула. К этому моменту в нейруле есть осевой комплекс зачатков органов (нервная трубка, хорда, полость первичной кишки, эктодерма, энтодерма, мезодерма дифференцирована на сегментированную мезодерму – сомиты и несегментированную – спланхнотом).

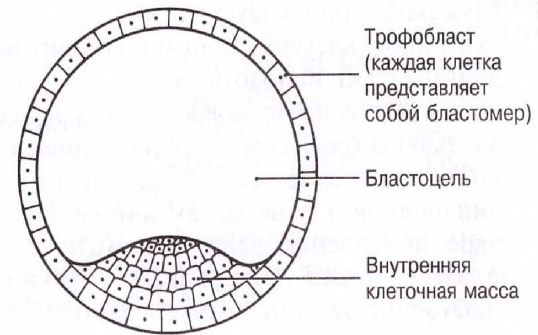
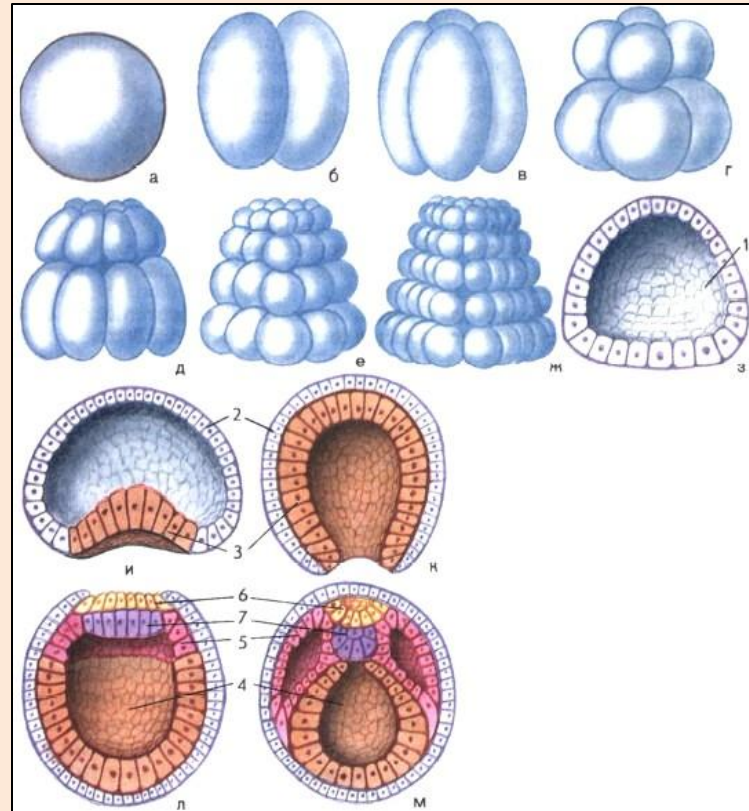


Рис. 21.47. Упрощенная схема строения бластоцисты человека спустя четыре дня после оплодотворения.



Эффект оплодотворения

- Оплодотворенная зигота претерпевает несколько делений дробления, в результате чего образуется бластоциста, которая погружается в стенку матки в течение 8 дней после овуляции. Затем наружные клетки бластоцисты (**клетки трофобласта**) начинают секретировать гормон, называемый **хорионическим гонадотропином человека (ХГЧ)**. В его функции входит предотвращение разрушения желтого тела. Следовательно, желтое тело продолжает секретировать прогестерон и эстроген, которые вызывают усиленный рост эндометрия. Отторжения эндометрия не происходит и менструация не наступает, а отсутствие менструации - самый ранний признак беременности.

- После 10-й недели беременности функции желтого тела постепенно переходят к плаценте, которая начинает секретировать большую часть прогестерона и эстрогена, что очень важно для нормального течения беременности. Прекращение активности желтого тела до полного вступления в действие плаценты - одна из причин выкидыша (самопроизвольного аборта) в первые 10-12 нед беременности.
- Во время беременности ХГЧ можно обнаружить в моче. На этом основан тест на беременность.
- Далее происходит **имплантация**.

•Перемещаясь по фаллопиевой трубе в матку, зигота претерпевает ряд последовательных клеточных делений, в результате которых образуется небольшой шарик из клеток; этот процесс называется **дроблением**. При дроблении клетки делятся, но не увеличиваются в размерах, потому что они продолжают оставаться внутри zona pellucida. На этой стадии клетки становятся все мельче и мельче. Ядра делятся митотически. Получающиеся в результате дробления клетки называются **бластомерами**. По прошествии некоторого числа делений бластомеры образуют шар с центральной полостью, называемой **бластоцелом**. Наружный слой бластомеров, называемый **трофобластом**, в одном участке дифференцируется, образуя **внутреннюю клеточную массу**. Эта стадия развития, достигаемая спустя 4-5 дней после оплодотворения, называется **бластоцистой**. Строение

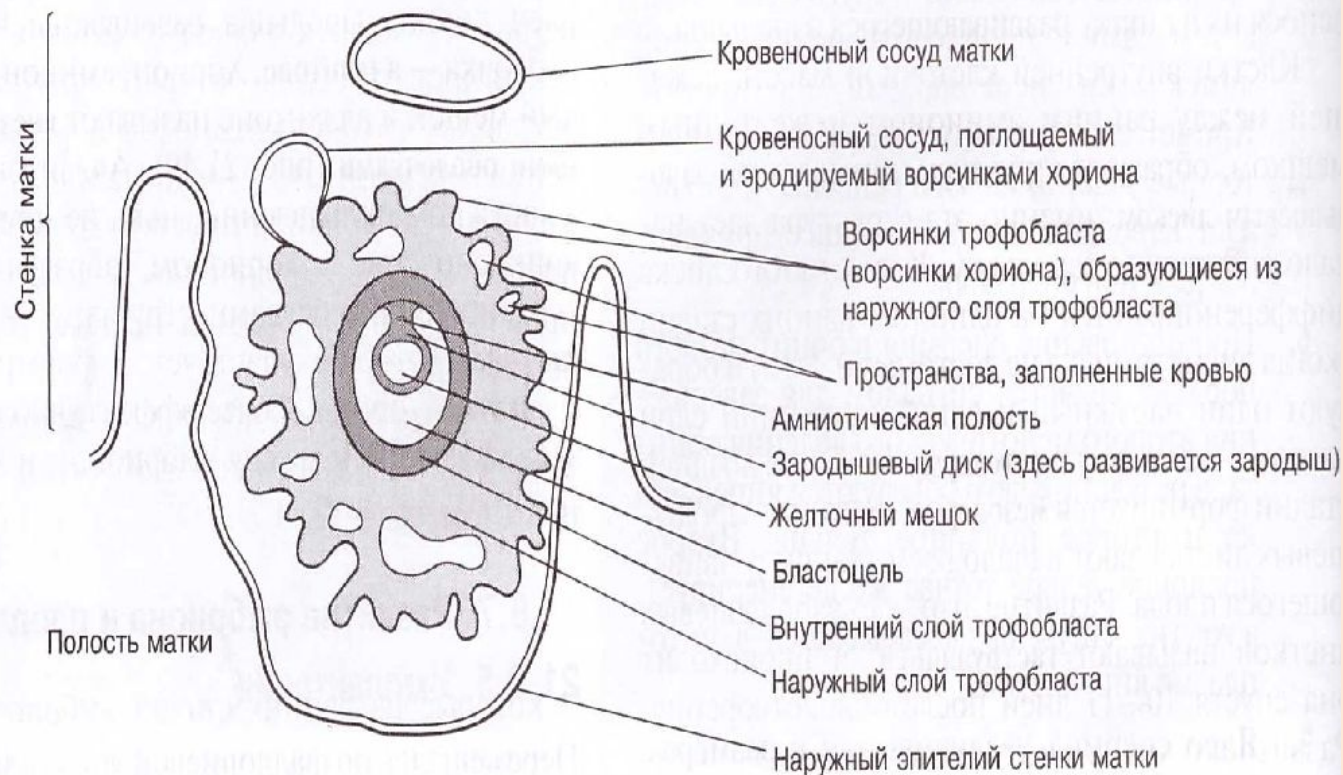
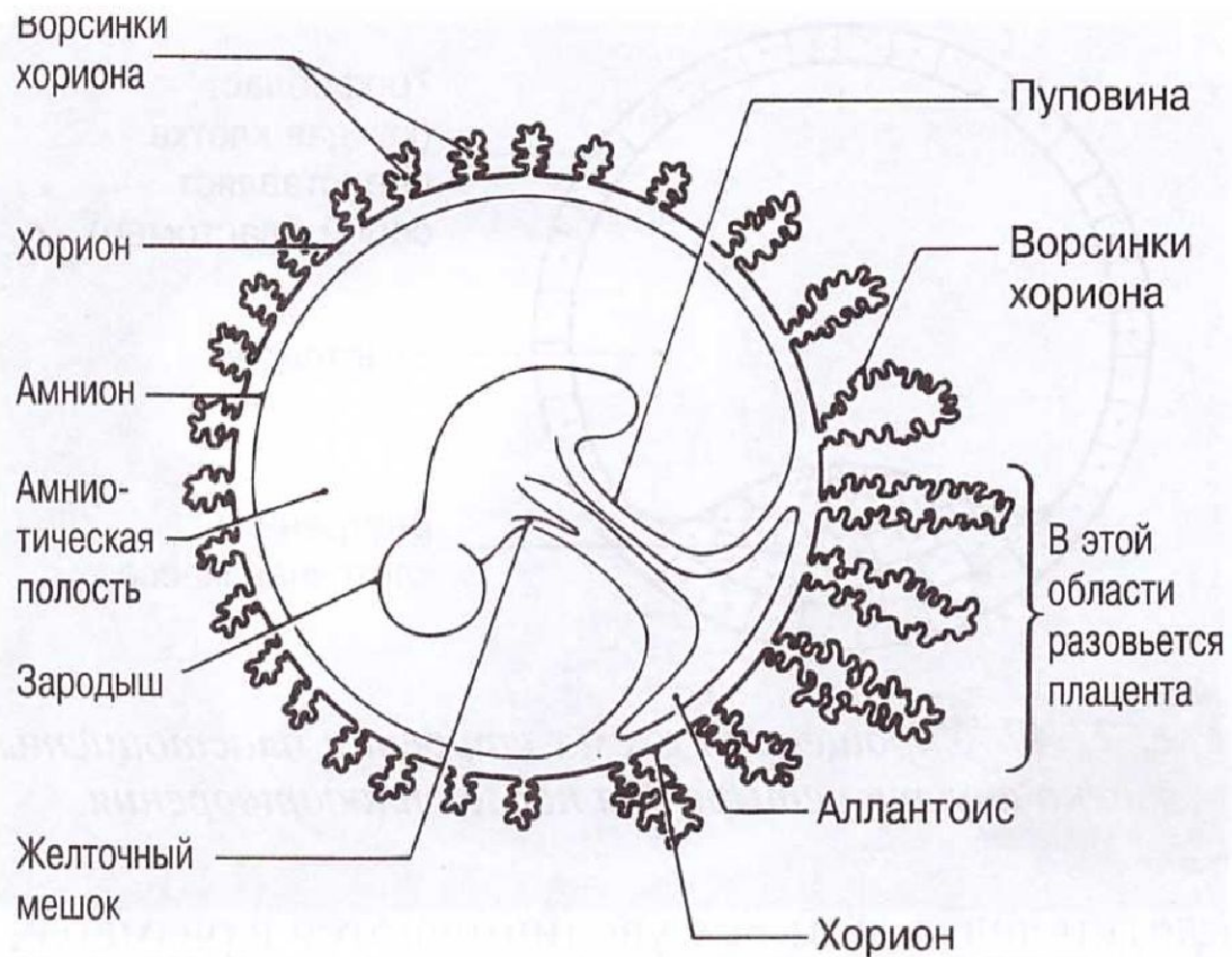


Рис. 21.48. Бластоциста человека вскоре после имплантации в эндометрий матки (упрощенная схема). Ферменты, вырабатываемые наружным слоем трофобласта (хорионом), разрушают кровеносные сосуды эндометрия в результате чего образуются наполненные кровью пространства, используемые для получения бластоцистой питательных веществ и выведения конечных продуктов обмена.

- Попад в матку, бластоциста в течение двух дней остается в ее полости; за это время *zona pellucida* постепенно исчезает, что даёт возможность клеткам трофобласта (от греч. *trophe* - питание) вступить в контакт с клетками эндометрия. Получая питательные вещества из эндометрия, клетки трофобласта размножаются, и на 6-9 день после оплодотворения бластоциста полностью погружается в эндометрий. Этот процесс называется **имплантацией**.

- Клетки трофобласта дифференцируются на внутренний и наружный слои. Наружный слой, называемый **хорионом**, образует **ворсинки трофобласта** (хорионические ворсинки) - пальцевидные отростки, врастающие в эндометрий. Участки эндометрия между этими ворсинками формируют сообщающиеся между собой полости, называемые лакунами, что придает этой области эндометрия сходство с губкой.
- Под действием гидролитических ферментов, выделяемых трофобластом, артериальные и венозные сосуды эндометрия разрываются и вытекающая из них кровь заполняет лакуны. На ранних стадиях развития бластоцисты обмен питательными веществами, кислородом и конечными продуктами метаболизма между клетками бластоцисты и материнской кровью происходит через хорионические ворсинки трофобласта. На более поздних стадиях развития эту функцию принимает на себя плацента.



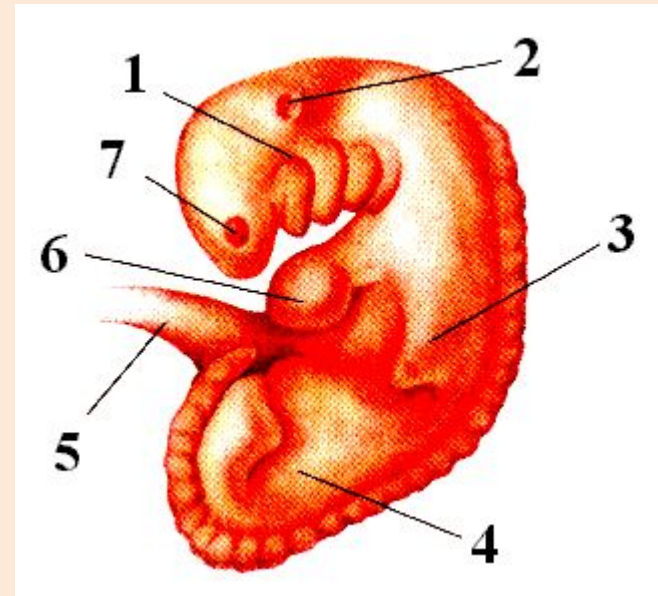
4 неделя беременности

Малыш на 4ой неделе беременности все еще очень мал – его длина составляет от 0,36 до 1 мм. С этой недели начинается эмбриональный период развития, который продлится до конца десятой недели. Это время формирования и развития всех органов ребенка, некоторые из которых уже начнут функционировать.



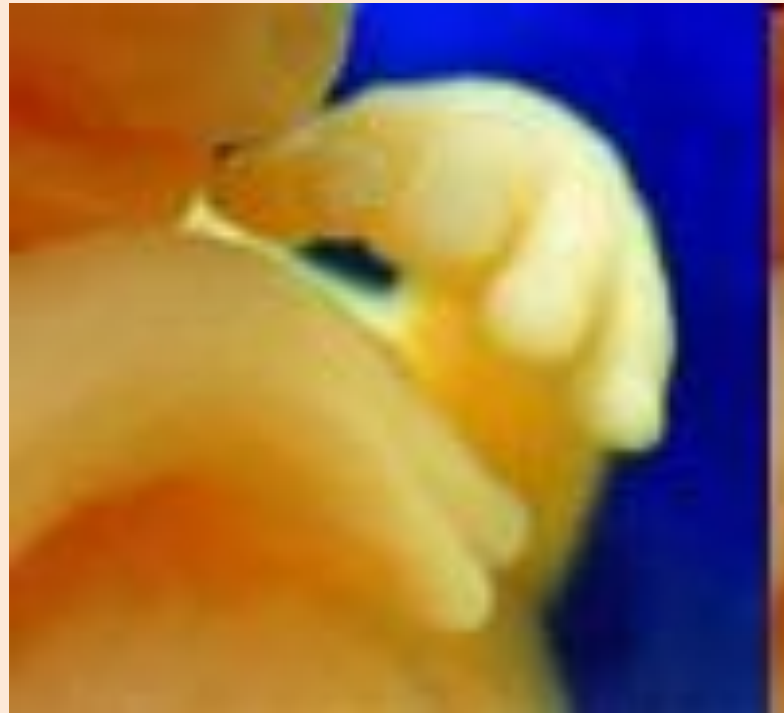
Зародыш человека на пятой неделе развития.

- 1 – жаберные дуги**
 - 2 – слуховой пузырек**
 - 3 – зачаток руки**
 - 4 – зачаток ноги**
 - 5 – пупочный канатик**
 - 6 – сердце**
 - 7 – зачаток глаза**
- Хорошо различим хвост.**



7 неделя беременности

На 7 неделе беременности ребенок вырос приблизительно до 8 мм - он как горошина (Причем в начале недели его рост от макушки до копчика составлял 4-5 мм, а к концу до 11-13 мм). Вес – около 0,8 г. Большое событие этой недели – на развивающихся ручках и ножках появились кисти и ступни!



9 неделя беременности

В 9 недель беременности эмбрионального «хвостика» совсем не стало. Вовсю развиваются органы, мышцы и нервы. Идет интенсивное развитие головного мозга — на этой неделе начинается формирования мозжечка.



10 неделя беременности

Человек внутри матери размером всего лишь со сливу, а основные органы, системы и части тела у него уже сформированы и теперь будут стремительно расти и «дозревать». Самый критический эмбриональный этап пройден и начинается плодный период развития.



12 неделя беременности

После 12-й недели беременности новые органы уже не образуются, но уже имеющиеся продолжают расти и развиваться. На этой неделе появились рефлексы! Локальная стимуляция плода может заставить его прищуриться, открыть рот, пошевелить пальцами рук или ног. Пальчики скоро начнут сгибаться и разгибаться, а рот будет совершать сосательные движения.



13 неделя беременности

В 13 недель беременности на малюсеньких пальчиках появились отпечатки пальцев, вены и органы хорошо просматриваются через пока еще очень тонкую кожу, а тельце начинает догонять по размерам голову (которая теперь составляет только треть общего размера). Если будет девочка, в ее яичниках уже появилось более 2 миллионов яйцеклеток.



14 неделя беременности

С 14 недели беременности ребенок умеет жмуриться, хмуриться, гримасничать, писать и, возможно, сосать свой пальчик. Почки производят мочу, которой он мочится в околоплодную жидкость. Малыш подрос – длина от макушки до копчика составляет 8-8,9 см.



15 неделя беременности

Малыш достиг примерно 9,3-10,4 см в длину от макушки до копчика. Он тренируется в дыхании, втягивая околоплодные воды (амниотическую жидкость) в легкие и выталкивая ее из легких назад. Околоплодные воды «обновляются» 8 – 10 раз в сутки! Это позволяет поддерживать их стерильность при сохранении нужного химического состава (соотношения воды, минералов и органических веществ).



17 неделя беременности

В 17 недель беременности малыш весит около 100 гр., а его рост от макушки до копчика равняется 11-12 см. У него уже развиты все суставы, а скелет, до этого больше напоминающий хрящ, костенеет. Улучшается слух. Пуповина, соединяющая его с плацентой, становится толще и крепче.



18 неделя беременности

Ребенок занят постоянными копошениями, которые мать уже начинает чувствовать все чаще и чаще. Сквозь тонкую кожу видны сосудики, а уши заняли свою конечную позицию и оттопырились



19 неделя беременности

Руки и ноги пропорциональны друг другу и остальному телу. Почки продолжают производить мочу, а голова начинает покрываться волосиками. В 19 недель беременности настал критический момент для развития пяти основных чувств: мозг малыша определяет специальные области, которые будут отвечать за обоняние, вкус, слух, зрение и осязание.



21 неделя беременности

Вес ребенка сейчас составляет где-то 300-370 гр. Полностью оформились бровки и веки. И в 21 неделю беременности мать чувствует его движения.



24 неделя беременности

За 24 неделю беременности плод весит до 600 гр. У него уже довольно длинная 30 см, но худая фигура. Все оставшееся время он будет заниматься набором подкожного жира.



26 неделя беременности

Ребенок подрос до 32,5 см и прибавил в весе до 800-900 гр. Малыш все лучше различает звуки. Легкие развиваются и он продолжает делать небольшие вдохи околоплодной жидкости, готовясь к своему первому вдоху воздуха.



28 неделя беременности

В 28 недель беременности он моргает глазками, на которых видны реснички! С развитием зрения малыш уже может видеть свет просвечивающий через живот. В мозге развиваются миллиарды нейронов (до этого времени мозг плода был гладким, к 28-й неделе на нем начинают появляться характерные борозды и извилины), увеличивается и масса мозга, а тельце обзаводится подкожным жирком, готовясь к жизни снаружи.



32 неделя беременности

1,8 кг. и 42 см.! С личика малыша исчезло большинство морщин. У него есть полноценные ногти на ногах, руках и настоящие волосы, или по крайней мере заметный пушок. Кожа к 32 неделям беременности становится мягкой и гладкой, а конечности более пухленькими.



37 неделя беременности

Доношенными считаются детки, родившиеся в промежутке 37-42 недель.

Родившиеся раньше 37 недель – недоношенными, а позже 42 – переносными.



38 неделя беременности

Ребенок прибавляет в весе в среднем около 28 – 30 граммов в день. Он весит 3,1 кг, а рост достиг 47 см. Органы и системы готовы для жизни снаружи.



Критические периоды развития человека в эмбриогенезе.

Эмплантация зародыша в стенку матки (6-7 сутки)

4-8 неделя – период закладки основных органов и систем

15-20 неделя – ускоряется рост головного мозга.

20-24 неделя – дифференцировка полового аппарата и зародышевых основных функциональных систем.

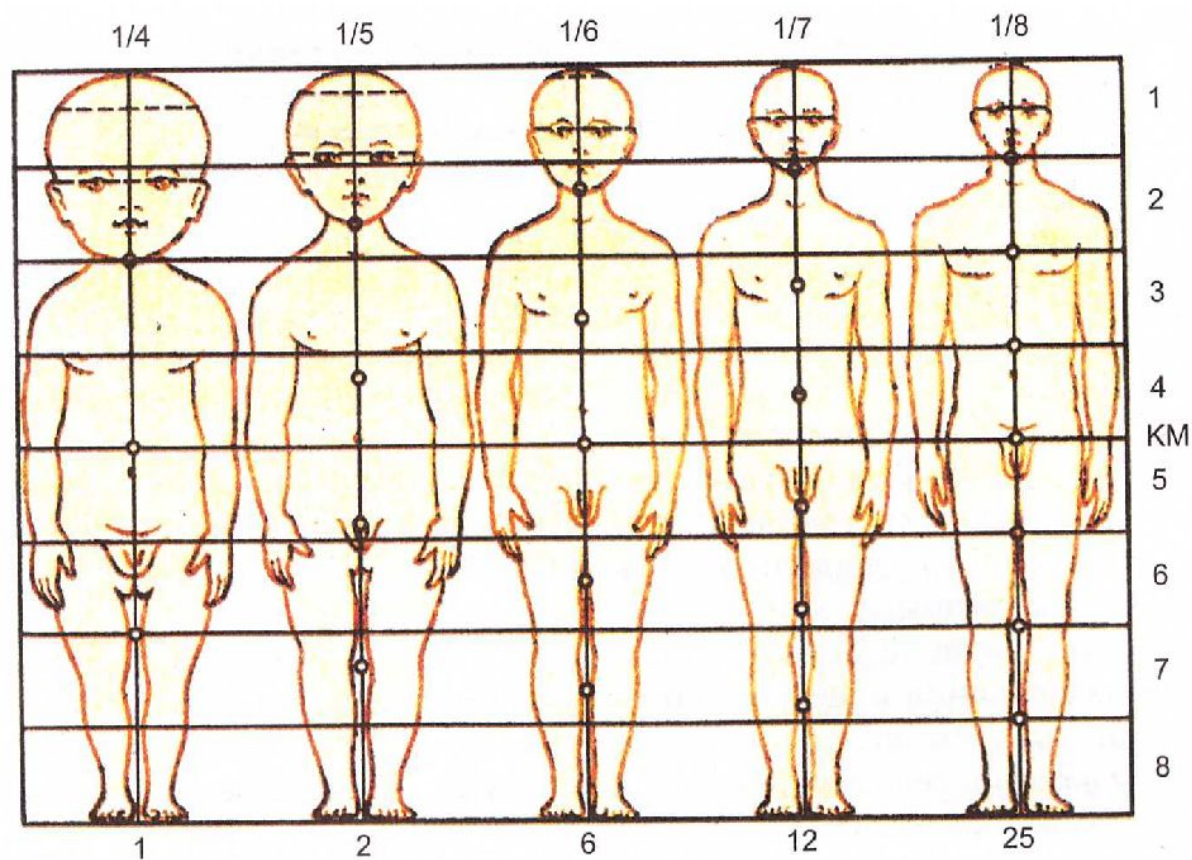


Рис. 4. Изменение пропорций тела человека в процессе роста
(по А. Андронеску, 1970):

КМ — средняя линия; по вертикальной оси справа цифрами показано соответствие отделов тела детей и взрослых, по верхней горизонтальной оси — отношение длины

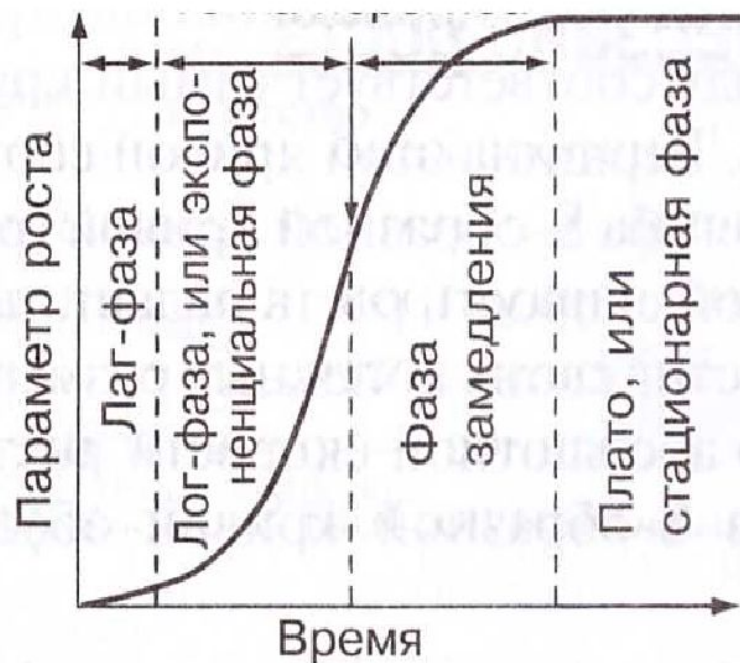


Рис. 22.2. Типичная S-образная кривая роста, на которой видны четыре характерные фазы роста и точка перегиба. В точке перегиба скорость роста достигает максимума.

Длина, масса и площадь поверхности тела в различные возрастные периоды постнатального онтогенеза человека (Никитюк Б. А., Чтецов В. П., 1990)

Показатели	Возрастной период (пол: м - мужской, ж - женский)											
	Новорожденные		10 лет		14 лет		18 лет		22 года		24-60 лет	
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
Длина тела, см	50,8	50,0	136,3	137,3	157,0	157,3	172,3	161,8	174,7	162,7	174,5	162,6
Масса тела, кг	3,5	3,4	32,9	31,8	46,1	49,1	67,6	56,8	71,8	57,3	71,7	56,7
Площадь поверхности тела, см ²	2200	2200	9610		12290		15850		17255		18000 1'6000	