

**Тема: Происхождение человека.**

**Тема урока: § 62. Ближайшие «родственники» человека среди животных. (учебник биология 10-11 класс, автор Д.К.Беляев, стр.216-223)**

**Задание:** 1. Прочитать материал.

2. Выполнить конспект

3. Ответить на вопросы в конце параграфа (стр.222-223).

**Выполненную работу предоставить мне на электронную почту [vg.shadrin@mail.ru](mailto:vg.shadrin@mail.ru)**

## **Глава XIV. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА**

Все современные люди принадлежат к одному биологическому виду *Homo sapiens* — человек разумный. Из полутора миллионов видов животных, известных науке, только человеку присущи во всей полноте такие свойства, как сознание, речь, абстрактное мышление. Развитие этих свойств человеческой психики в сочетании с трудовой деятельностью способствовало возрастанию роли социальных отношений в эволюции человека, обеспечивших ему экологическое превосходство над всеми живыми существами, способность заселить практически все регионы Земли и выйти в Космос.

Осознавая свою уникальность, люди издавна пытались объяснить свое происхождение. Эти попытки породили множество легенд, верований и сказаний. Развитие науки, ископаемые останки, обнаруженные за последнее столетие, позволили ответить на многие вопросы, касающиеся происхождения человека. Сегодня известно, как выглядели предки человека, где и когда они впервые появились, в каком направлении эволюционировали. Тем не менее многое в истории возникновения и эволюции человека остается неясным.

Приступая к научному объяснению происхождения человека, следует помнить, что любой биологический вид является по-своему уникальным. Степень уникальности вида определяется тем, насколько сходны с данным видом его ближайшие родственники из числа ныне живущих организмов, тем, какое количество родственных форм вымерло ранее, а также тем, насколько уникальными были процессы, имевшие место в эволюции данного вида.

### **§ 62. Ближайшие «родственники» человека среди животных**

Молекулярные, цитогенетические и сравнительно-анатомические исследования показывают, что в современной природе наиболее близкими человеку являются два вида шимпанзе. Далее в этой системе родства следуют горилла и орангутан. По критериям зоологической систематики человека и перечисленных человекообразных обезьян относят к отряду приматов.

**Состав отряда приматов.** Отряд приматов (от лат. «примус» — первый, главнейший) выделен в 1758 г. К. Линнеем. Им же предложено название вида *Homo sapiens*.

Отряд приматов включает около 200 видов, распространенных преимущественно в тропических и субтропических лесах. В отряде выделяют подотряд полуобезьян и подотряд настоящих обезьян. Последний представлен двумя географически изолированными группами (секциями). Это широконосые обезьяны Центральной и Южной Америки и узконосые обезьяны Африки и Азии.

Среди узконосых обезьян выделяют надсемейство гоминоидов, которое представлено тремя семействами. В семейство малых человекообразных обезьян объединяют гиббонов и сиамангов. К семейству крупных человекообразных обезьян относят азиатских орангутанов, африканских гориллу и шимпанзе. Род шимпанзе включает два вида: обыкновенный и карликовый шимпанзе. Третье семейство — семейство гоминоид — в настоящее время представлено единственным видом человек разумный. К этому же семейству относят всех вымерших прямоходящих предшественников человека.

**Данные сравнительной анатомии.** Во внешнем облике, в строении и расположении внутренних органов человека и человекообразных обезьян много общего. Имеющиеся анатомические различия между этими организмами менее значительны, чем между человекообразными и остальными обезьянами, и связаны они прежде всего с разницей в способе передвижения.

Из всех ныне живущих приматов только человек передвигается на двух конечностях, сохраняя при этом вертикальное положение тела. Шимпанзе и горилла, находясь на земле, передвигаются на четырех конечностях. С определенной целью шимпанзе способен пройти на двух ногах несколько десятков метров, но строение таза и расположение тазовой мускулатуры заставляют его вернуться к обычному способу передвижения.

С развитием прямохождения у человека изменились функции тазовой мускулатуры. Те мышцы таза, которые у обезьян приводят в движение тазобедренный сустав, у человека выполняют функцию удержания туловища в выпрямленном положении во время движения. Изменение функций мышц повлекло изменения в строении таза. Сократились расстояния, на протяжении которых мышцы совершают работу. Это стало возможным благодаря повороту подвздошных костей таза, происходившему по мере совершенствования прямохождения (рис. 90, А). В результате таз современного человека имеет чашеобразную форму. Большая часть внутренних органов располагается между подвздошными костями таза. Туловище стало короче, а центр масс приблизился к тазобедренным суставам. Нагрузка на мышцы таза уменьшилась.

В связи с прямохождением таз человека превратился в опору для позвоночника, который стал более массивным в своей нижней части и приобрел S-образный изгиб. Большое затылочное отверстие переместилось в нижнюю часть черепа. Изменились пропорции конеч-



Рис. 90. Отличия в строении тела человека и шимпанзе. А — поворот подвздошных костей таза; Б — изменения в строении кисти (1) и стопы (2, 3); В — изменения размеров и строения мозга

ностей. Стопа утратила хватательную способность. Кисть, напротив, стала более развитой, чем у обезьян (рис. 90, Б). Вслед за изменениями скелета изменилось положение внутренних органов.

Более развитый интеллект человека, различия в используемой пище обуславливают различия в размерах и пропорциях черепа, мозга, челюстей и зубов человека и обезьян. В ходе эволюции челюсти человека окончательно утратили хватательную функцию, стали короче и слабее. Клыки и коренные зубы уменьшились в размерах. Исчезли надглазничные валики и костные черепные гребни, к которым у обезьян крепятся мощные челюстные мышцы.

Мозг и черепная коробка человека в 2—2,5 раза больше, чем у человекообразных обезьян (рис. 90, В). Мозг человека более высокоорганизован. Его более крупные лобные, теменные и височные доли совместно осуществляют функции мышления, управления поведением и членораздельной речью.

**Поведение приматов.** Поведению обезьян свойственны специфические черты, сходные с такими особенностями поведения человека,

как сложная социальная структура групп, способность к использованию орудий труда.

Большинство видов обезьян живут группами. Для групп характерна иерархия — система взаимоотношений, при которой одни особи доминируют (господствуют) над другими, те, в свою очередь, могут доминировать над третьими и т. д. Обезьянам присущи кооперативные действия (защита, взаимопомощь), иногда наблюдается довольно высокий уровень организации охоты.

В пределах группы обезьяны испытывают сильную привязанность друг к другу. Несмотря на отсутствие у обезьян членораздельной речи, они могут приветствовать и подбадривать друг друга, проявлять почтительность или агрессивность. При этом обезьяны пользуются разнообразной мимикой, жестами, позами, звуками, выражающими их эмоции. У некоторых стадных обезьян существует более 20 звуковых сигналов с вполне определенным значением.

Голосовой аппарат обезьян не приспособлен для тех разнообразных звуков, которые свойственны человеку. Главным отличием звуковых сигналов обезьян от человеческой речи является то, что они всегда связаны с конкретной ситуацией. Человеческая же речь позволяет передать сообщение о том, чего в данной ситуации нет.

У млекопитающих в целом навыки формируются путем выработки условных рефлексов, подражания, а также путем проб и ошибок. Поведение же приматов основано не столько на инстинктах, сколько на приобретенных в группе навыках. Человекообразные обезьяны способны решать задачи без предварительных пробных манипуляций. Известен случай, когда шимпанзе, сидя в клетке, догадался вставить одна в другую две палочки, чтобы придвинуть к себе лежащий за пределами клетки банан. Новые приемы обращения с различными предметами довольно быстро перенимаются другими обезьянами и становятся чертой группового поведения. В стаде японских макак после того, как одна из самок стала перед едой ополаскивать в воде корнеплоды, этот прием довольно быстро распространился среди других особей.

Обезьяны часто используют природные предметы для «потребительских» целей. Ч. Дарвин наблюдал, как старая беззубая самка шимпанзе использовала камень для дробления пищи. Она тщательно прятала камень после применения и никого к нему не подпускала.

Неизвестно ни одного случая, когда бы обезьяна попыталась усовершенствовать один природный предмет с помощью другого. Поэтому процесс использования обезьянами природных предметов для удовлетворения своих потребностей принято называть предметной деятельностью. Орудийная деятельность подразумевает изготовление одних орудий труда с помощью других. Неспособны, по-видимому, обезьяны и целенаправленно обучать других каким-либо действиям. Эти действия свойственны только человеку.

**Цитогенетические данные.** Диплоидное число хромосом у всех крупных человекообразных обезьян равно 48. У человека диплоид-

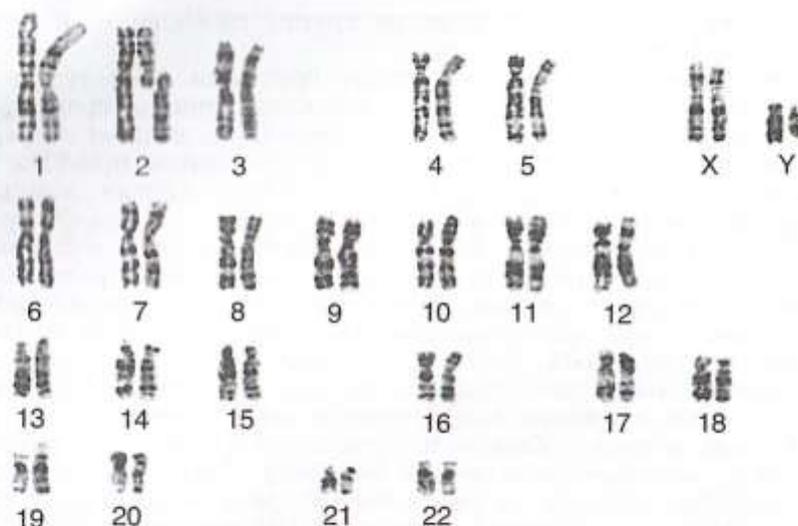


Рис. 91. Хромосомы человека и шимпанзе.  
В каждой паре *слева* — хромосома человека, *справа* — шимпанзе

ный набор представлен 46 хромосомами. Два плеча второй хромосомы человека соответствуют двум разным хромосомам обезьян (12-й и 13-й у шимпанзе, 13-й и 14-й у гориллы и орангутана). Вторая хромосома человека возникла в ходе эволюции в результате слияния двух негомологичных хромосом, имевшихся у общего предка человека и человекообразных обезьян и сохранившихся у последних вплоть до настоящего времени. Другие различия кариотипов касаются структуры отдельных хромосом и обусловлены главным образом произошедшими инверсиями их участков (рис. 91).

**Данные молекулярной биологии.** Последовательности аминокислот многих гомологичных белков человека и шимпанзе сходны более чем на 99%. Следствием этого являются близость групп крови, взаимозаменяемость многих белков (например, гормонов), сходные заболевания.

Важным открытием в области молекулярной биологии явилось установление постоянства скорости эволюции некоторых белков. Говоря об эволюции белка, подразумевают замены одних нуклеотидов на другие в гене, кодирующем этот белок. Скорость эволюции белка выражается в числе нуклеотидных замен, происходящих за единицу времени (млн лет). Если функция белка является очень специфичной и давно сложившейся, то такой белок эволюционирует в разных филогенетических линиях организмов приблизительно с постоянной скоростью. Этот факт позволяет оценить степень родства, а также установить последовательность и время дивергенции биологических видов. Примером таких белков служат белки — переносчи-

ки электронов в митохондриях,  $\alpha$ - и  $\beta$ -цепи гемоглобина (см. также § 43).

Сравнение генов глобинов человекообразных обезьян и человека выявило наибольшее различие (3,5%) между ДНК орангутана, с одной стороны, и ДНК гориллы, шимпанзе и человека — с другой. Несколько меньшее различие (1,8%) установлено для генов глобинов гориллы в сравнении с генами глобинов шимпанзе и человека. Наименьшее различие в указанных генах (1,6%) обнаружено у человека и шимпанзе.

По результатам сравнения глобиновых генов построено филогенетическое древо гоминоидов (рис. 92). Согласно этому древу, отделение человеческой линии эволюции от линии африканских чело-

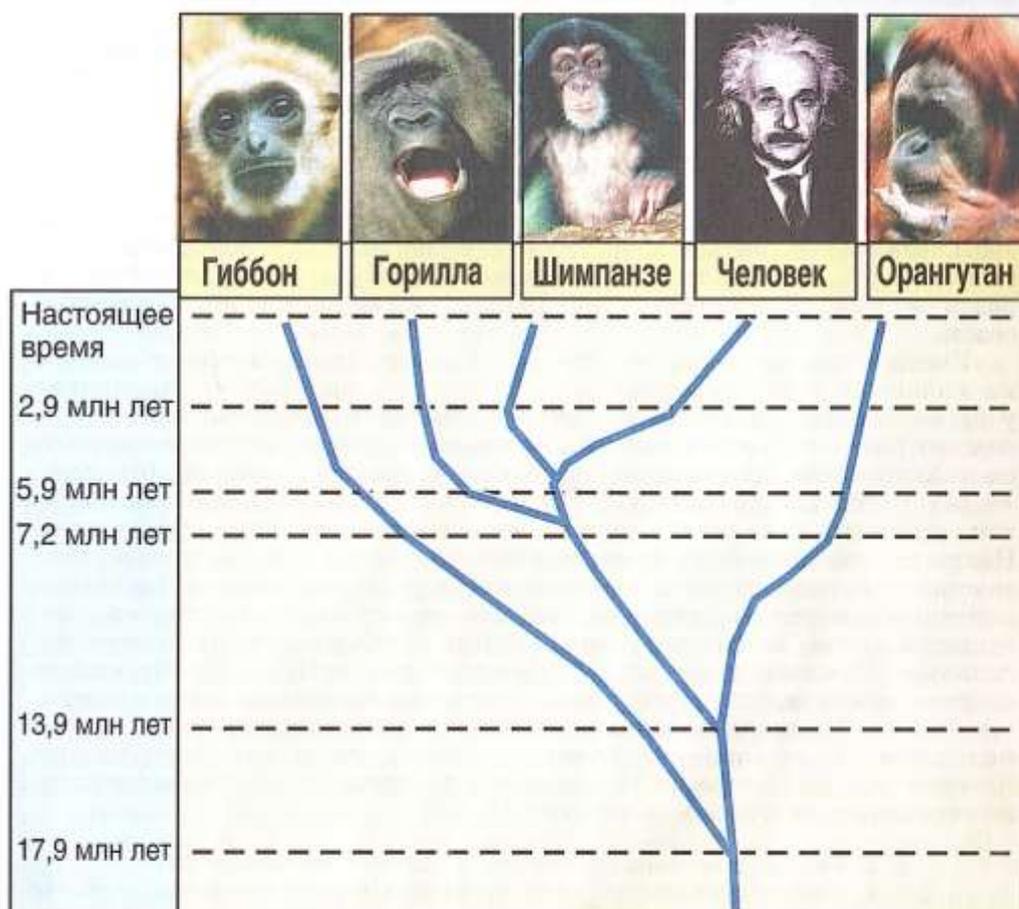


Рис. 92. Филогенетическое древо гоминоидов, основанное на структуре глобиновых генов

векообразных обезьян должно было произойти 6—8 млн лет назад.

Таким образом, дивергенция человека и человекообразных обезьян на молекулярном и хромосомном уровнях выражена очень слабо. Если руководствоваться только молекулярно-биологическими и цитогенетическими данными, то человека и шимпанзе можно считать представителями одного рода. Тем не менее огромные различия в поведении и деятельности, а также существующие морфологические различия заставили систематиков отнести человека и человекообразных обезьян не только к разным родам, но и к разным семействам. По-видимому, за те примерно 6—8 млн лет, которые прошли с момента дивергенции этих видов, человек эволюционировал чрезвычайно быстро в отношении морфологии и поведения, тогда как его молекулярная эволюция шла обычными темпами.

**Данные биологии развития.** У детенышей шимпанзе есть признаки, свойственные человеку. С возрастом эти признаки у шимпанзе утрачиваются. Как и у людей, у детенышей шимпанзе тело покрыто редкими волосами. У них относительно крупный мозг (в сравнении с массой тела), защищенный выпуклым черепом. Кости черепа тонкие, не имеют сильно выраженных надглазничных валиков и затылочных гребней. Челюсти в меньшей степени выступают вперед, зубы небольшие. Затылочное отверстие расположено под средней частью черепа. Детеныши шимпанзе в возрасте до 3 лет способны гораздо лучше передвигаться на задних конечностях, чем взрослые особи.

Ученые считают, что многие морфологические признаки человека являются результатом сохранения у него признаков, имевшихся у детенышей его обезьяньих предков. Явление сохранения во взрослом возрасте тех особенностей, которые у других видов встречаются только среди детенышей, получило название *неотении* (от греч. «неос» — новый и «тейно» — растягиваю, удлиняю). Эволюция путем удлинения периода детства свойственна многим организмам. Неотения, по-видимому, позволяет избавиться от идиоадаптаций, оказавшихся невыгодными в изменившихся условиях среды. Изменение длительности разных стадий развития может быть обусловлено мутациями генов, контролирующих темпы роста различных систем организма. У млекопитающих это могут быть гены, контролирующие синтез гормонов, стимулирующих рост организма, половое созревание и т. п. Немногочисленные мутации в регуляторных участках таких генов могут привести к очень существенным морфологическим изменениям при сохранении большого сходства видов на молекулярно-генетическом уровне (вспомните § 45).

- 1. Каково положение человека в системе живого мира?
- 2. Какие современные виды животных филогенетически наиболее близки человеку? Приведите доказательства из разных разделов биологии.
- 3. Назовите принципиальные отличия человека от ближайших ему видов.

- ▶ 4. Крайне слабая дивергенция человека и африканских человекообразных обезьян на молекулярном и хромосомном уровнях позволяет считать человека и шимпанзе представителями одного рода, но существующие морфологические и поведенческие различия вынуждают систематиков относить человека и человекообразных обезьян к разным семействам. Дайте объяснение этой ситуации.
- ▶ 5. Подумайте, какие преимущества дает эволюция по пути неотении для развития головного мозга.

### § 63. Основные этапы эволюции приматов

Основным источником знаний о предках того или иного вида являются ископаемые останки организмов. Обнаруженные окаменелости гоминид существенно прояснили родословную человека и позволили ответить на вопросы, где, когда и от кого произошел человек.

**Методы познания истории человечества.** Останки организма сохраняются наилучшим образом в том случае, если захоронение следовало сразу за гибелью организма. Со временем белок костей замещается растворенными в воде минералами, содержащими кальций и кремний. Кости становятся более прочными, превращаются в окаменелости. По найденным фрагментам костей ученые воссоздают внешний облик ископаемого существа, восстанавливая сначала скелет, затем утраченные мягкие ткани тела.

Большое значение для реконструкции линий эволюционного развития организмов имеет возраст найденных окаменелостей. Для определения возраста чаще всего используют методы, основанные на измерении радиоактивности ископаемых останков.

Для оценки времени дивергенции видов и других таксонов наряду с палеонтологическими данными используют результаты молекулярных исследований. С этой целью сравнивают как ДНК ныне живущих организмов, так и фрагменты ДНК, которые удается выделить из найденных окаменелостей.

Много сведений о предках человека можно получить, изучая предметы, сопутствующие окаменелостям, следы материальной культуры. Орудия труда, остатки жилищ, кости животных на стоянках древних охотников, украшения, наскальные рисунки — все это может рассказать о жизни и внутреннем мире доисторических людей.

**Основные этапы эволюции приматов.** Первые полуобезьяны появились в Северной Америке и Евразии, составлявших 70 млн лет назад единый континент. Их вероятным предком считается небольшое ископаемое насекомоядное животное, которое перешло к жизни на деревьях. Потомками их являются современные долгопяты. От этих животных около 40 млн лет назад произошли настоящие обезьяны.

Самые древние окаменелости (в основном это фрагменты черепов), относимые к эволюционной линии гоминоидов, были обнаружены в Восточной Африке. Их возраст около 25 млн лет. Отправной точкой на пути, ведущем к современным человекообразным обезьянам и че-