

Лекція 13

Тема лекції: «Еволюція розвитку людини на планеті Земля»

План лекції

1. Антропогенез як процес виділення людини із світу тварин.
2. Рушійні сили антропогенезу: соціальні і біологічні фактори.
3. Основні етапи еволюції людини.

Література

1. Польський Б. М., Торяник В. М. Основи біології: Різноманітність життя на доорганізмених рівнях. К.: Універсальна книга. 2023. 286 с.
2. Вигера С. М., Ключевич М. М., Ковальчук Р. Л. Обґрунтування новітньої методології забезпечення здоров'я фітоценозів. Moderní aspekty vědy: XLVII. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. Р. 166–175.
3. Вигера С., Ключевич М. Трофологія : посібник. /за редакцією С. Вигери. Київ : ЦП «Компринт», 2022. 186 с.
4. Біологія: навчальний посібник / Р.В. Шаламов, В.І. Підгірний, Ю.В. Дмитрієв, Д.В. Леонт'єв. К. Х.: Веста, 2012. 304 с.
5. Дербеньова А. Г. Загальна біологія: Навч. посібник / А. Г. Дербеньова, Р. В. Шаламов Х.: Світ дитинства, 1998. 264 с.
6. Польський Б.Т. Основи біології: Різноманітність життя на доорганізмених рівнях: навчальний посібник / Б.М. Польський, В.М. Торяник. Суми : Університетська книга, 2009. 288 с.
7. Біотехнологія рослин : [навчальний посібник] / Т.М.Сатарова, О.С.Абраїмова, А.І.Вінніков, А.В.Черенков. Дніпропетровськ : Адверта, 2016. 136 с.
8. Мотузний В.О. Біологія : навч. посіб./ За ред. О.В. Костильова. 2-ге видання. К.: Світ успіху, 2013. 752 с.
<https://www.microscopemaster.com/cell-biology.html>
<https://nautilus.com.ua/ebook/molekulyarna-biolohiya>
<http://biology.org.ua/index.php?subj=main&lang=ukr&chapter=lib>
<https://www.nature.com/scitable/topic/cell-biology-13906536/>

Зміст лекції

1. Антропогенез як процес виділення людини із світу тварин.

Вид –Людина розумна (Homo sapiens).

Рід – Людина

Родина – Гамініди

Ряд – Примати

Клас – Ссавці.

Антропогенез - процес виділення людини зі світу тварин. Він пройшов три основні стадії:

- час послідовного існування антропоїдних предків людини,
- час найдавніших людей (архантропів),
- час сучасних людей (неоантропів).

На перших етапах антропогенезу руки наших предків могли виконати лише найпростіші дії - схопити палицю, кинути камінь тощо. Це можуть робити і нинішні мавпи, але при цьому вони однаковою мірою використовують як передні, так і задні кінцівки. У предків людини, які переважно використовували передні кінцівки, виникали і поступово поглиблювались зміни в їхній будові. Це виявилось насамперед у тому, що великий палець почав протистояти іншим. Зміни в будові руки сприяли появі можливостей виготовлення простих знарядь праці.

Ф. Енгельс підкреслював, що шлях від використання необробленого каменя до виготовлення найнезграбнішого знаряддя із каменя був дуже довгим. За сучасними даними тривалість цього періоду становить сотні тисяч років. Поступово виготовлене знаряддя праці вдосконалювалось все з більшою швидкістю.

Одночасно і рука людини, яка створювала знаряддя, набувала дедалі більшої спритності і гнучкості. Ф. Енгельс писав, що рука - це не лише орган для виготовлення знарядь, а й сама є продуктом праці. Одночасно з розвитком руки розвивався й ускладнювався головний мозок предків людини, оскільки перш ніж створити найпростішу кам'яну сокиру, необхідно було її собі уявити, створити її образ.

Людиноподібні предки людей жили стадами, тому праця з самого початку мала суспільний характер. Перші знаряддя праці використовувались для полювання і захисту. Колективне полювання і захист сприяли згуртуванню окремих індивідуумів і переходу від стада до людського племені. Зародився процес навчання молодших членів цього племені виготовленню знарядь праці, правилам полювання. З розвитком трудових процесів посилювались взаємна підтримка і допомога.

Спільне полювання, підтримування вогню, виготовлення знарядь праці зумовили необхідність спілкування членів одного з одним. Спочатку це

здійснювалось за допомогою жестів і окремих звуків. Однак з ускладненням трудових процесів таких простих сигналів для підтримання зв'язку між окремими членами племені стало недостатньо.

Поступово почала розвиватись членороздільна мова, яка значною мірою впливала на подальший розвиток головного мозку, на процеси мислення. На її основі розвинулась друга сигнальна система, здатна створювати поняття, образи. Тому вища нервова діяльність предка сучасної людини вже на ранніх етапах розвитку відрізнялася від нервової діяльності тварин.

Мова - це не тільки спосіб передачі інформації від однієї людини до іншої, а й засіб передавання досвіду одного покоління наступному. В результаті у людей крім генетичної з'являється ще й соціальна інформація про досвід, нагромаджений упродовж тисячоліть. Від одного покоління людей до іншого вона передається за допомогою писемності і творів мистецтва.

Роль біологічних факторів (мінливість, природний добір) на цьому етапі еволюції людини значно послабилась, і дедалі більшого значення почали набувати соціальні фактори. Спільне полювання членів племені, добування їжі, захист від хижаків, а також спільна праця під час виготовлення знарядь зближували людей і сприяли формуванню людського суспільства.

Велику роль у цьому відіграло використання вогню, а також одомашнення тварин. Праця людей ставала дедалі різноманітнішою і все більш спеціалізованою. Виникли землеробство і тваринництво. Все це сприяло зародженню мистецтв, розвитку торгівлі, різних ремесел. З племен первісних людей утворювались нації, держави.

Сучасна людина підпорядкована суспільним (соціальним) законам і розвиток соціальних відносин визначає розвиток особистості людини.

2. Рушійні сили антропогенезу: соціальні і біологічні фактори.

Поява сучасної людини як біологічного виду якісно відрізняється від процесів виникнення нових видів у тварин. Найважливіша відмінність полягає в тому, що еволюція людини відбувалась під впливом не тільки біологічних, а й соціальних факторів. На ранніх етапах антропогенезу в еволюції давніх людей провідну роль відігравали біологічні фактори - мінливість і природний добір. Проте вже на цих етапах добір відбувався не тільки за фізичними показниками (сила, витривалість), а й за рівнем розумового розвитку (вміння виготовляти знаряддя праці, використовувати їх, здатність до спілкування з іншими членами племені, навички до колективних дій тощо). Отже, вже в цю епоху добір сприяв виживанню особин з вираженими соціальними рисами.

У міру вдосконалення трудової діяльності і мови наших предків ця спрямованість добору посилювалась. Особини, більш здібні до винайдення

нових знарядь, до навчання й аналізу обставин, гинули рідше. В процесі еволюції люди почали створювати штучне середовище життя - опалювані житла, одяг, запаси продуктів, тому залежність людей від несприятливих факторів поступово почала зменшуватись, що супроводжувалось і скороченням функцій добору.

З виникненням на Землі людини розумної (близько 50 тис. років тому) її еволюція як біологічного виду припинилась. Змінилась і форма природного добору у людей - із рушійного він перетворився на стабілізаційний. Нині дія добору спрямована на збереження існуючих генетичних характеристик людей та елімінацію індивідуумів з несприятливими генотипами. Найчастіше це виявляється в ранній період розвитку у вигляді мертво-народження і ранньої дитячої смертності.

У міру зменшення ролі в еволюції людини біологічних факторів різко зросло значення соціальних. Здатність до трудової діяльності, абстрактного мислення і членороздільної мови з'явилися і вдосконалювались як специфічна якість людини розумної в результаті впливу колективного способу життя на багато поколінь наших предків (тобто сформувались у філогенезі). Проте ці якості не закріпились у генотипі і в кожній сучасній людині вони формуються в прогресі її індивідуального розвитку (онтогенезу) тільки під впливом виховання і навчання. У соціальній еволюції людини велику роль відіграла поява альтруїстичних тенденцій - турбота про стариків, жінок і дітей, зменшення агресивності при зустрічах з представниками інших племен. Це сприяло розширенню інтелекту людини.

Провідна роль законів суспільного життя в соціальному прогресі людства. Вже на ранніх етапах антропогенезу спільна праця членів племені у разі добування їжі, виготовлення знарядь, захисту від хижаків сприяли формуванню людського суспільства. Велику роль відіграли використання вогню та одомашнення тварин.

З виникненням суспільства в процесі еволюції людини настав момент, коли вона з біологічної істоти перетворилася на істоту соціальну. При цьому, не втративши своєї біологічної природи, людина почала підкорятися законам нової форми руху матерії - соціальної.

На кожному етапі історичного розвитку суспільства виробництво необхідних для життя людини знарядь праці, а також житла, одягу, їжі має свої особливості. Проте загальна тенденція полягає в тому, що в міру розвитку суспільства знаряддя праці вдосконалюються - від примітивних кам'яних сокир до дуже складних сучасних механізмів. Однак на всіх етапах виробництво мало суспільний характер. У ньому брала участь більшість людей, воно включало два види відносин - людини до природи (продуктивні

сили) і людей між собою (виробничі відносини). Отже, економічні закони суспільного життя зумовлюють соціальний прогрес людства, а він, у свою чергу, по-різному впливає на особистість людини.

У міру розвитку людське суспільство все більше впливає на навколишнє середовище. Взаємодія людини і середовища її життя нині є важливою екологічною проблемою. Бурхливий розвиток виробництва досяг такої стадії, коли реальною стала загроза існуванню людини як біологічного виду внаслідок виснаження природних ресурсів і небезпечного для життя забруднення середовища. Тільки термінові заходи стосовно раціонального використання природних ресурсів та ведення народного господарства допоможуть вирішити ці проблеми.

3. Основні етапи еволюції людини.

Людина і сучасні людиноподібні мавпи подібні між собою не лише за своїми морфологічними і фізіологічними особливостями, а й є близькими родичами. Вони утворюють дві різні гілки одного стовбура, тобто походять від одного., спільного предка. Такими предками були давні, вимерлі кілька мільйонів років тому, невеликі (завбільшки з собаку середнього розміру) мавпи, яких назвали проплівпїтеками, їхньою батьківщиною була північно-східна частина Африки. Жили вони на деревах, харчувались рослинною їжею.

Від цих мавп еволюція пішла в різних напрямках. Внаслідок дивергенції утворилися предки сучасних людиноподібних мавп - орангутангів і гібонів, а також дріопітеків (деревні мавпи). Можливо, що дріопітеки дали декілька гілок викопних форм, у тому числі дуже великих (до 2,5 м заввишки) людиноподібних істот - гігантопітеків (див. схему родоводу людини).

Схема родоводу людини



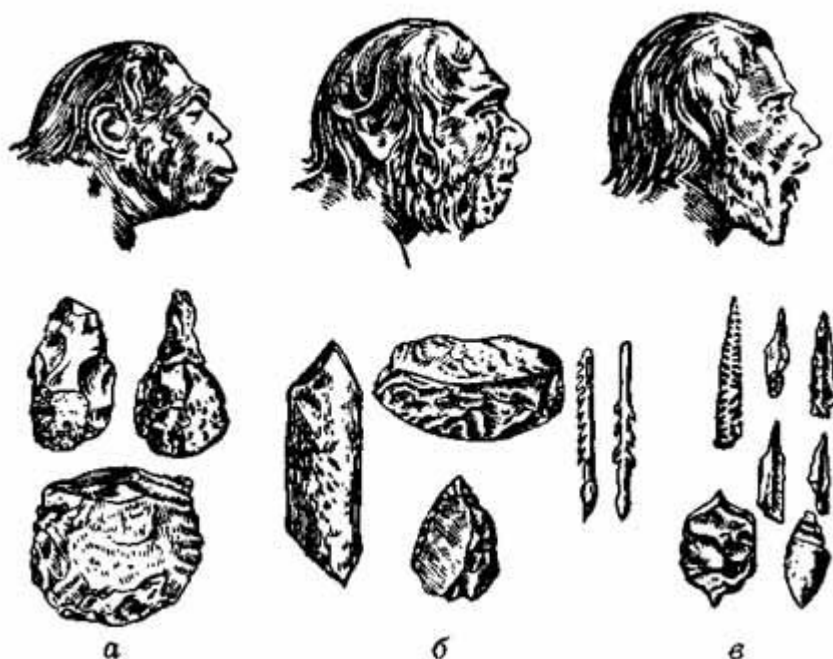
Один з видів дріопітеків був, мабуть, тією гілкою, з якої починається розвиток предків сучасної людини. Ця форма шляхом дивергенції утворила велике число видів австралопітеків, які жили у Східній і Південній Африці. Ці мавпи жили на рівнинах, для пересування використовували в основному задні кінцівки, тобто були прямо-ходячими. Зріст їх досягав 120-140 см, об'єм черепа - близько 500 см³. Найдавніші австралопітеки жили близько 6 млн. років тому. Знарядь праці в австралопітеків ще не було. Очевидно, для захисту і нападу вони використовували лише каміння і палиці, як це роблять і сучасні мавпи.

Близько 3 млн. років тому у Східній Африці жили великі мавпоподібні істоти, які нагадували австралопітеків, рештки їх було виявлено у Східній Африці, в Кенії на березі озера Рудольфа. Об'єм головного мозку цих істот досягав 800 см³. Поряд з рештками їхніх скелетів було виявлено примітивні кам'яні знаряддя. Важко сказати, чи були ці істоти вже людьми, чи належали до австралопітеків.

Наявність примітивних знарядь, виготовлених із гальки, оброблених ударами об іншу гальку, дає підставу вважати їх "людьми з озера Рудольфа" (термін Р. Лікі) і відносити до I етапу становлення людини.

Цей I етап було названо найдавнішими людьми, або архантропами. До нього відносять багато різноманітних знахідок скелетів. Зокрема, в Африці (олдувайський пітекантроп), в Азії (яванський пітекантроп і синантроп), в Європі (гейдельберзька людина). Жили вони в різний час: найдавніші - понад 1 млн. років тому, "молодші" - 400 тис. років тому.

Всі ці знахідки об'єднують в одну групу Іза трьома ознаками: об'єм головного мозку в межах 1000 см³ і лише у синантропів дещо більший - 1100 см³; відсутність членороздільної мови, про що свідчить відсутність валика на підборідді; наявність найпримітивніших кам'яних знарядь - скребків, наконечників, сокир.



Мал. 2. Виявлені предки людини та їхні знаряддя праці:
а — синантроп; б — неандерталець; в — кроманьйонець

Тільки найпрогресивніші з них - синантропи - користувались вогнем, що підтверджують багатометрові шари попелу, знайдені у місцях стоянок.

II етап - давні люди, або палеоантропи, були значно поширені на території Європи, Азії та Африки. Найдавніші з них з'явилися понад 250 тис. років тому, останні зникли близько 40 тис. років тому. Давні люди мали зріст 150-160 см, об'єм головного мозку $\sim 1300-1600 \text{ см}^3$ (близький до об'єму мозку сучасної людини). Проте череп давніх людей характеризувався розвитком надбрівних дуг, дуже розвиненою нижньою щелепою. Найвідоміші знахідки, зроблені в Європі, було названо неандертальцями (за назвою долини Неандерталь поблизу м. Дюссельдорфа в Німеччині).

На дій стадії розвитку давні люди постійно користувались вогнем, причому вже вміли добувати його з використанням каміння. Ретельно обробляли кам'яне знаряддя, крім кам'яного використовували і зроблене з кісток. Знахідки кісткових голок свідчать про наявність одягу із шкур тварин. Характерно, що на цій стадії розвитку у давніх людей вже існувало поховання вмерлих, яке, ймовірно, супроводжувалось певними ритуалами.

III етап еволюції людини - перші сучасні люди, або неоантропи. З'явилися вони близько 40 тис. років тому і належали вже до виду *Homo sapiens* - людина розумна. Об'єм головного мозку у них був таким самим, як і в наших сучасників – $1500-1600 \text{ см}^3$, зріст – 170-180 см. Рештки неоантропів було знайдено в різних місцях земної кулі.

Найвідоміші знахідки зроблено у Франції поблизу містечка Кроманьйон - кроманьйонці. Цей етап характеризується трьома основними особливостями:

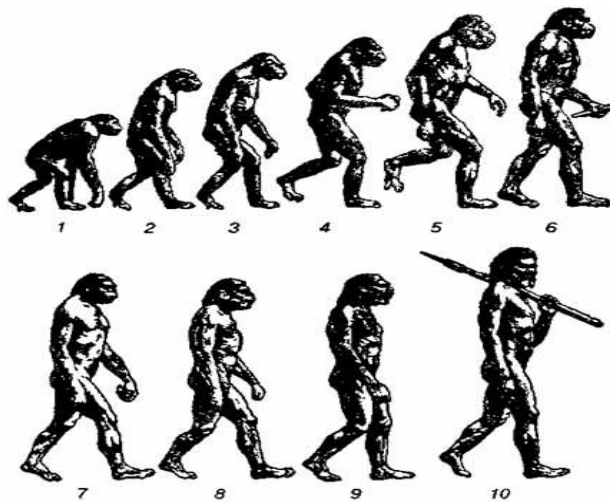
припиненням біологічної і початком соціальної еволюції; формуванням основних рас; високим рівнем розвитку культури (оброблялися не лише кам'яні знаряддя праці, а й виготовлялися прикраси, кам'яні фігури, малюнки). Все це свідчить про появу на цій стадії абстрактного мислення.

Така загальна схема антропогенезу.

В еволюції людини було багато бічних гілок, які закінчувались повним вимиранням. В один і той самий час могли жити різні групи Архантропів, причому сильніші і більш розвинені форми могли знищувати відсталі у своєму розвитку. Велику роль в еволюції предків людини відіграло харчування м'ясом, оскільки полювання на дичину стимулювало добір, а висока енергетична цінність м'яса давала змогу рідше їсти.

З розвитком соціальних відносин почала розвиватися турбота про літніх людей як носіїв соціальної корисної інформації. У неоантропів почали виявлятися альтруїстичні схильності, які забезпечували переваги їхнього володаря в умовах життя в суспільстві.

Значним досягненням людини розумної було приручення (одомашнення) тварин і перехід до культивування рослин. Це був найважливіший крок на шляху вивільнення людини від повної залежності від випадкової удачі в пошуках їжі. В результаті розвитку мислення людина почала глибоко розуміти природу і впливати на неї. Саме людину розумну можна визначити як "матерію, яка пізнає саму себе".



Мал. Ряд форм, що відображають етапи розвитку людини:

1 — дріопітек; 2 — оріопітек; 3 — рамапітек; 4 — ранній австралопітек; 5 — парантроп; 6 — пізній австралопітек; 7 — людина уміла; 8 — архантроп; 9 — пізній неандерталець; 10 — кроманьйонець (людина розумна).

До невирішених проблем антропогенезу відносяться загадкові причини втрати людьми волосяного покриву, хоча навіть у тропіках по ночах холодно й усі мавпи зберігають вовну.

Залишаються непоясненими шапка волосся на голові людини, виступ уперед підборіддя і носа з поверненими чомусь униз ніздрями; функціональні причини розходжень між зубами людини й інших приматів, хоча усі вони вважаються в харчуванні однаково всеїдними, генетично неймовірна швидкість (як звичайно думають, за 4-5 тисячоріч) перетворення пітекантропа в сучасну людину (*Homo Sapiens*) і багато чого іншого.

Інтелект

Інтелект складається з декількох різних розумових здатностей: здатності до рішення завдань, здатності до механічного запам'ятовування, до навчання, спілкуванню й т. п. чи Можна пояснити розвиток людського інтелекту добром якогось одного типу? Нам варто розглянути можливість розвитку одних аспектів цієї складної ознаки в результаті індивідуального добору, а деяких інших його аспектів - у результаті соціально-групового добору.

Деякі компоненти інтелекту приматів дають перевага головним образам окремої особини і її нащадків. Це ставиться до здатності засвоювати досвід, до пам'яті, до здатності пророкувати результати тих або інших дій і до вміння користуватися знаряддями. Розвиток таких доданків інтелекту в процесі еволюції можна значною мірою віднести за рахунок індивідуального добору.

Переваги, що доставляються іншими компонентами інтелекту, проявляються на рівні співтовариства. До таких компонентів ставляться вміння користуватися язиком для координації діяльності групи й навчання молодих особин. Цілком можливо, що розумові здатності такого роду виробляються головним чином за рахунок соціально-групового добору. Отже, логічно виправдано припустити, що інтелект приматів, створювався в результаті сполучення індивідуального й соціально-групового добору.

Здатність приматів до навчання залежить від тривалості тих стадій індивідуального розвитку, які передують досягненню зрілості. Порівняльні дані про тривалість цих стадій показують, що період, протягом якого може відбуватися навчання, зростає від нижчих приматів до вищого. Швидкість індивідуального розвитку являє собою генетично детермінована ознака. Таким чином, природний добір можна вважати рушійною силою цього еволюційного напрямку. Крім того, оскільки навчання в приматів - процес суспільний, соціально-груповий добір, імовірно, відігравав більшу роль у створенні таких швидкостей розвитку, які б сприяли більшим можливостям для навчання.

Соціально-груповий добір, цілком ймовірно, підвищував рівень розвитку інтелекту у всіх лініях приматів, ведучих суспільний спосіб життя. Однак у людини цей напрямок, мабуть, просунулося далі, ніж в інших приматів. Бути може, особливі біологічні й соціальні фактори, описані в попередніх главах, - пересування на двох ногах, використання рук і т. п. -

створили основу для взаємодії й механізмів зворотного зв'язку між біологічними, соціальними й культурними факторами, що привело до розвитку інтелекту людини до набагато більше високого рівня.

Міжвидовий добір

В еволюції антропоїдів брав участь очевидно, ще один спосіб надіндивідуального добору - міжвидовий добір, що веде до заміщення видів. Ранні види *Homo* (*H. habilis erectus*) і *Australopithecus robustus* співіснували в Південній Африці (Klein, 1977). Можливо, що ці два види прямо або принаймні побічно конкурували за їжу або за кормові ділянки. *Australopithecus* вимер, а *Homo* вижив і зайняв домінуюче положення в адаптивній зоні антропоїдів. В *Homo* мозок були крупніше й кам'яні знаряддя, що виготовлялися їм, були краще, ніж в *Australopithecus*. Ці два фактори, імовірно, визначали (у числі інших) процес міжвидового добору.

Міжвидовий добір в антропоїдів відрізняється від міжвидового добору в більшості тварин тим, що він зчеплений із груповим добром. Змагання відбувалося між співтовариствами ранніх *Homo* і конкуруючими групами австралопітеків (*A. robustus*). Оскільки ефективними одиницями розмноження в конкуруючих видів були співтовариства, міжвидовий добір прийняв особливу форму - форму міжвидового групового добору.

Механізми культурної еволюції

Прийнято вважати, що культурна еволюція відбувається шляхом поступового нагромадження культурної спадщини. Спочатку відбувається придбання корисних знань, потім ці знання включаються в загальну масу знань даного співтовариства, після чого передаються наступним поколінням шляхом навчання. Кожне наступне покоління додає до цього запасу знань те, що йому вдається відкрити самому, і такі нові знання передаються далі тим же шляхом. А, отже, культурна спадщина носить кумулятивний характер.

Безсумнівно, певною мірою культурна еволюція протікає саме в такий спосіб. Але чи відбувається вона тільки так, чи завжди вона треба настільки прямими шляхами? Ознайомлення з історією показує, що немає. Наші нинішні погляди на культурну еволюцію носять настільки ж загальний характер і настільки ж мрячні, як сучасні подання про роль природного добору в еволюції людини, і, подібно останнім, мають потребу в критичній переоцінці.

Повернемося знову до величини групи. Груповий добір, діючи на генетично обумовлені розходження між групами відносно терпимості самців друг до друга, міг привести до збільшення групи до рівня череди багатьох самців або групи. Такого рівня досягають співтовариства в деяких примітивних антропоїдів і інших приматів. Однак тенденція до збільшення розмірів співтовариства і його складностей, мабуть, тривала в доісторичну й

історичну епоху. Групи зливалися в племена, а племена - у клани й держави. Держави збільшувалися в розмірах, перетворюючись із держав-міст у малі, а потім і більші національні держави.

Ступінь терпимості самців друг до друга не має ніякого відношення до цих пізніх стадій еволюції в напрямку збільшення розмірів групи. Терпимість чоловіків друг до друга в жителів США й Нідерландів не різниться помітним образом. Але зате війни між племенами й між народами повинні були сильно залежати від тенденції до збільшення групи. Аж до відомого рівня більше численні племена або народи в середньому, за інших рівних умов, перемагають у війнах з більше нечисленними племенами або народами.

У результаті ряду послідовних воєн дрібні суспільно-політичні одиниці звичайно перестають існувати як незалежні групи, зберігаючись у якій-небудь залежній формі - як колонія, однієї зі складових частин федерації або сателіта, тоді як більші групи стають незалежними політичними державами. Тенденція до збільшення розмірів групи певною мірою визначається виживанням самих великих груп.

Певною мірою, тому що надто більші політичні одиниці, прикладом яких служать імперії, не бувають довговічними й зрештою незмінно розпадаються на більше дрібні частини. Тенденція до збільшення розмірів груп піддається реверсії, особливо на своєму верхньому рівні. Збільшення розмірів проявляється більш виразно нижче цього рівня.

Тут ми маємо справу із соціальною тенденцією, обумовленою негенетичними розходженнями між конкуруючими групами. Негенетичні розходження в цій моделі стосуються розмірів груп. Однак можна уявити собі розходження між групами по інших ознаках культури - такі розходження, які в результаті ряду послідовних конкурентних між групових зіткнень могли б створити певний напрямок культурної еволюції.

Наприклад, деякі напрямки в розвитку техніки виникли, можливо, у результаті тривалої конкуренції між групами з різними технічними здатностями. Аналогічним образом могли б виникнути й ідеологічні тенденції. Неважко пророчити результати, до яких привели б у середньому численні зіткнення між групами, що вірять у помилкові упереджені думки, і групами з реалістичним і прагматичним підходом до проблем.

Ортодоксальний погляд на загальний процес культурної еволюції, що відбуває широким фронтом, вважається занадто спрощеним. Відповідно до альтернативної крапки зору, що заслуговують розгляди, культурна еволюція часто або звичайно являє собою продукт конкуренції між конфронтуючими одна іншою соціальними групами з різними культурами.

Взаємодії

Взаємодії між добором по морфологічним і морфо генетичним ознаках, з одного боку, і добором по соціальних ознаках - з іншої, являють собою істотний аспект еволюції людини.

Розходження між шимпанзе й людиною проявляються відносно здатності до мови. Частково ці розходження обумовлені голосовим апаратом людини, що здатний робити набагато більше численні й різноманітні звуки, чим аналогічний апарат шимпанзе або будь-яких інших приматів. Точність при обміні інформацією між членами даного співтовариства мала велике адаптивне значення для перших антропоїдів. Цієї переваги вони досягли, зокрема, шляхом добору на антропоїдну конфігурацію рота й гортані, що забезпечує здатність до мови.

Еволюція здатності до навчання спричинила ряд цікавих ускладнень. Збільшенню розмірів мозку понад деякі межі перешкоджала ширина родових шляхів, через які повинна пройти голівка дитини при пологах. Добір на високий інтелект вступив у протиріччя з добором на виживання жінки при пологах. Для того щоб вийти із цього тупика, знадобилися два компроміси.

Першим компромісом було розширення таза в жінки. Це спричинило втрату швидкості при бігу. Жінка бігає повільніше, ніж чоловік. У мавп такого полового диморфізму не спостерігається. Здатність до бігу була принесена в жертву, для того щоб жінка могла родити дітей з більше об'ємистим мозком.

Другий компроміс складався в зниженні швидкості розвитку мозку. У людини до моменту народження мозок ще не цілком сформований, немовля дитина зовсім безпомічна; розвиток мозку відбувається головним чином у період дитинства й дитинства. Люди в цьому віці помітно відрізняються від інших приматів, які в момент народження більше самостійні. Вторинним результатом цього другого компромісу було збільшення тривалості стадій індивідуального розвитку, що передують настанню зрілості.

Обоє компромісних рішення виниклої проблеми зменшили незалежність жінки. Вона виявилася обтяженої турботами про дитину протягом більше тривалого часу. А часткова втрата здатності до бігу скоротила її можливості повністю забезпечувати собі їжу за рахунок полювання й збільшила її залежність від чоловіка.

Ці ефекти третього порядку викликали в співтовариствах первісної людини ефекти четвертого порядку. Групі довелося брати на себе відому турботу про жінок і дітей. Тим самим причинно-наслідковий ланцюг замкнув. Добір на підвищення здатності до навчання - чорта, корисна для співтовариства при суспільному способі життя, - викликав різні морфологічні зміни, наслідком яких було ще більш тісно спаяне співтовариство.