

ARIHARASUDHAN'S

GENETICS EVOLUTION

தமிழ் - English



அறி(ரி)முகம்

மரபியல் என்பது, தோண்ட தோண்ட சுரக்கும் பாலூற்றினை போல, கற்க கற்க ஆவல் பெருக்கும் இயல் ஆகும்.

பிறநாட்டு நல்லறிஞர் சாத்திரங்கள்
 தமிழ்மொழியிற் பெயர்த்தல் வேண்டும்;
 இவாத புகழுடைய புதுநால்கள்
 தமிழ்மொழியில் இயற்றல் வேண்டும்;
 மறைவாக நமக்குள்ளே பழங்கதைகள்
 சொல்வதிலோர் மகிமை இல்லை;

பெருங்கவியின் இந்த வரிகளை மெய்மைப்படுத்துவது ஒவ்வொரு தமிழ் உறவுகளின் கடமை... அவ்வண்ணமே இவ்வெண்ணமும்... மரபியலில் அடிப்படை கருத்துக்களையும் கொள்கைகளையும் சாரம் குன்றாமல் தமிழ் மற்றும் ஆங்கில வடிவில் இந்நூல் தாங்கி நிற்கிறது. என்போன்ற அறிவியல் நாட்டம் உள்ளோர்க்கு இது ஒரு சிறு விழுந்தாகட்டும்.

മരപിയൽ തൊട്ട്‌വോമ്പ്...

உள்ளடக்கம்

அடிப்படைகள் & மெண்டல் விதிகள்

அல்லீல்களின் வகைகள்

DNA மூலக்கூறு

DNA பிரதியாதல்

RNA மூலக்கூறு

ஜீன் வெளிப்பாடு

குளோனிங்

பரிணாமம்

ஒப்பீடு அமைப்பியல்

இயற்கை தேர்வு கொள்கை

மரபு சறுக்கம் மற்றும் ஜீன் ஓட்டம்

சிற்றினமாதல்

ஹோமினிடுகள்

Traits

மரபுரீதியாக கடத்தப்படும் பண்புகள்தான் Traits எனப்படுகின்றன. உதாரணமாக, கண் விழியின் நிறம், முடி அமைவு, உயரம் முதலானவை மரபுரீதியாக கடத்தப்படுவதே... இவை யாவும் Traits தான். A "trait" in genetics and biology refers to a specific characteristic or feature of an organism, such as eye color or hair texture, which is determined by the combination of alleles (gene variants) inherited from one's parents.

மெண்டல் விதிகள்

Traits, ஒரு தலைமுறையிலுருந்து மற்றொரு தலைமுறைக்கு கடத்தப்படுவதை விவரிக்கும் விதிகள். Mendelian genetics is based on the principles discovered by Gregor Mendel and focuses on the inheritance of traits from one generation to the next.

ஜீனாடெப்

ஜீன் என்பது மரபுவிதியை தன்னகத்தே வைத்திருக்கும் DNA துண்டம். ஒருவருடைய கண்ணின் நிறம் இன்னதாக இருக்கவேண்டும் என நிர்ணயிப்பது இந்த விதிதான். அல்லேல் என்பது ஒரே ஜீனின் விதவித தோற்றங்கள். அதாவது, ஒரு ஜீனானது கண்ணின் நிறம் உளதாவாக இருக்கக்கடவட்டும் என விதிக்கும். மற்றொன்றோ, பச்சை மீதுதான் என் இச்சை என புதிய விதிவகுக்கும். இவைதான் அல்லீல்கள். இரண்டும் நிறத்திற்கான ஜீன்கள்! ஆனால், வேறுவேறு விதமாக நிறத்தை நிர்ணயிக்கின்றன. ஜீனாடெப் என்பது, இந்த அல்லீல்களின் கொசுப்பு. அல்லீல்களை ஒருசேர கொண்டிருப்பதுதான் Genotype!

Genotype refers to the genetic makeup of an organism or an individual with respect to a specific trait or a set of traits. It consists of the alleles, or variations of genes, that an individual possesses for a particular characteristic.

Genotype Notation

Genotype, பொதுவாக ஆங்கில எழுத்துக்களால் குறிக்கப்படும். Aa என குறித்து, A -யை ஒதா நிற கண்விழிக்கான அல்லீல் எனலாம். a -யை பச்சை நிற கண்விழிக்கான அல்லீல் எனலாம். When we represent the genotype of an individual, we use letters to denote the alleles they carry for a specific trait. Aa Genotype: The letter "A" represents one allele for the eye color trait. The letter "a" represents another allele for the same eye color trait. In this case, "A" and "a" are different forms of the same gene that determine eye color.

Phenotype

லீனின் மரபுவிதிகள் வெளிப்படுவதுதான் Phenotype. ஜீனாடைப்புகளுக்கூடான கலப்புதான் Phenotype-ஐ கொண்டும். இரத்தினச்சுருக்கமாகவென்றால், கண்ணுக்கு புலப்படும் மரபு வெளிப்பாடு! Phenotype refers to the observable physical or biochemical characteristics of an organism. It includes all the traits and features that you can see,

measure, or detect in an individual. These traits are the result of the interaction between an organism's genotype (its genetic makeup) and its environment. For example, the color of a person's eyes, their height, or the presence of certain diseases are all aspects of an organism's phenotype. It is what you can visually or physically observe in an individual, in contrast to their genotype, which is the genetic information or the combination of alleles they carry.

அல்லீல்களின் இரண்டு வகைகள் : ஒங்கு அல்லீல் மற்றும் ஒடுங்கு அல்லீல். Dominant and recessive alleles are terms used in genetics to describe the interactions between different forms of a gene (alleles) and how they influence the expression of a specific trait. They are typically notated using letters.

ஒங்கு (Dominant) அல்லீஸ்

பெரிய எழுத்தால் இது குறிக்கப்படும். அதாவது, Aa என்பதில் A என்பது ஒங்கு அல்லீஸ். சரி... Aa என்றால் என்ன? ஒரு ஜீனாடைப் தானே!? ஒரு ஜீனாடைப்பில் ஒங்கு அல்லீஸ் இருந்தால், வெளிப்படும் மரபு பண்பு ஒங்கு அல்லீஸினதுதான். உதாரணமாக, A என்பது ஊதா நிற கண்விழிக்கும், a என்பது பச்சை நிற கண்விழிக்குமான அல்லீஸ்கள் என்போம். அல்லீஸ்களை ஒருசேர கூறுவதுதானே ஜீனாடைப்... Aa என்ற ஜீனாடைப், ஒங்கு அல்லீஸின் பண்பாகிய, ஊதா கருவிழியை வெளிப்படுத்தும். **Genotype**-ல் எது ஒங்கு அல்லீஸோ, **Phenotype**-ல் அதுவே வெளிப்படும். A dominant allele is one that, when present in an individual's genotype, will mask the effect of the corresponding recessive allele. In other words, the dominant allele's trait will be expressed in the individual's phenotype. Dominant alleles are usually represented by uppercase letters, such as "A."

ஒடுங்கு (Recessive) அல்லீஸ்

சிறிய எழுத்தால் இது குறிக்கப்படும். அதாவது, Aa என்பதில் a என்பது ஒடுங்கு அல்லீஸ். ஒரு ஜீனாடெப்பில் இரண்டுமே ஒடுங்கு அல்லீஸ்களாக இருந்தாலேயாழிய, வெளிப்படும் மரபு பண்பு ஒங்கு அல்லீஸினதுதான்!

Aa - ஒங்கு பண்பு (ஊதா கருவிழி)

aA - ஒங்கு பண்பு (ஊதா கருவிழி)

AA - ஒங்கு பண்பு (ஊதா கருவிழி)

aa - ஒடுங்கு பண்பு (பச்சை கருவிழி)

A recessive allele is one that is only expressed in an individual's phenotype when it is present in a homozygous state (both alleles are recessive) or when no dominant allele is present. Recessive alleles are typically represented by lowercase letters, such as "a."

Codominant Alleles

இது வழக்கத்திற்கு மாறானது! ஒரு ஜீனாடைப்பிலுள்ள எல்லா அல்லீஸ்களின் பண்பும், ஒங்கு பண்பாகயிருந்து ஃபீனாடைப்பில் வெளிப்பட்டுவிடும். AB என்ற ஒரு ஜீனாடைப்பில், A ஊதாநிற கண்விழிக்கும், B நீலநிற கண்விழிக்குமான அல்லீஸ்கள் என்றால், AB-யால் வெளிப்படும் ஃபீனாடைப்பில், இரண்டு பண்புகளும் கலந்தவாறு காணப்படும்! இரண்டு அல்லீஸ்களும் இங்கே ஒங்குபண்புடையவைதான்.

In codominance, both alleles are equally expressed in the heterozygous individual. Using "AB" as an example, if "A" represents a violet eye allele and "B" represents a blue eye allele, an individual with the "AB" genotype would have eyes that are a mixture of violet and blue. This means both "A" and "B" alleles are fully expressed in the phenotype, resulting in a unique eye color.

Incomplete Dominant Allele

இதுவும் வழக்கத்திற்கு மாறானது! ஒரு ஜோடைப்பில், ஒங்கு அல்லீஸ் அரைகுறை ஒங்கு பண்புடையதாகயிருக்கும் விநோத நிலை இது. Aa-யில், A சிவப்பு நிற கண்விழிக்கும், a வெண்ணிற கண்விழிக்குமான அல்லீஸ்கள் எனில், ஃபோடோடைப்பில், இரண்டு பண்புகளும் வெளிப்படும். ஒரு கண்விழி சிவப்பாகவும் மற்றொன்று வெள்ளையாகவும் வெளிப்படுமா என கேட்கவேண்டாம்! ஒரு கூடை Sunlight! ஒரு கூடை Moonlight! என்பதை போல, கொஞ்சம் ஒங்குபண்பும் கொஞ்சம் ஒடுங்குபண்பும் வெளிப்படும்! அதாவது, சிவப்பு + வெள்ளை = இளஞ்சிவப்பு நிற கண்விழிகள். In incomplete dominance, neither allele is completely dominant, and the heterozygous individual displays an intermediate or blended phenotype. Using "Aa" as an example, if "A" represents a red eye allele and "a" represents a white eye allele, an individual with the "Aa" genotype would have pink eyes. In this case, the phenotype is a

mixture or blend of the two alleles, resulting in a new trait (pink eye color) that is different from the traits associated with either allele.

ஹோமாசெகஸ் அல்லீல்கள்

இரு ஜினோடைப்பில் உள்ள அல்லீல்கள் இரண்டும் ஒரே வகையானவை. அதாவது, இரண்டுமே ஒங்குப் பண்போடு இருக்கலாம் அல்லது இரண்டுமே ஒடுங்குப் பண்போடு இருக்கலாம். உதாரணம் : BB, Bb

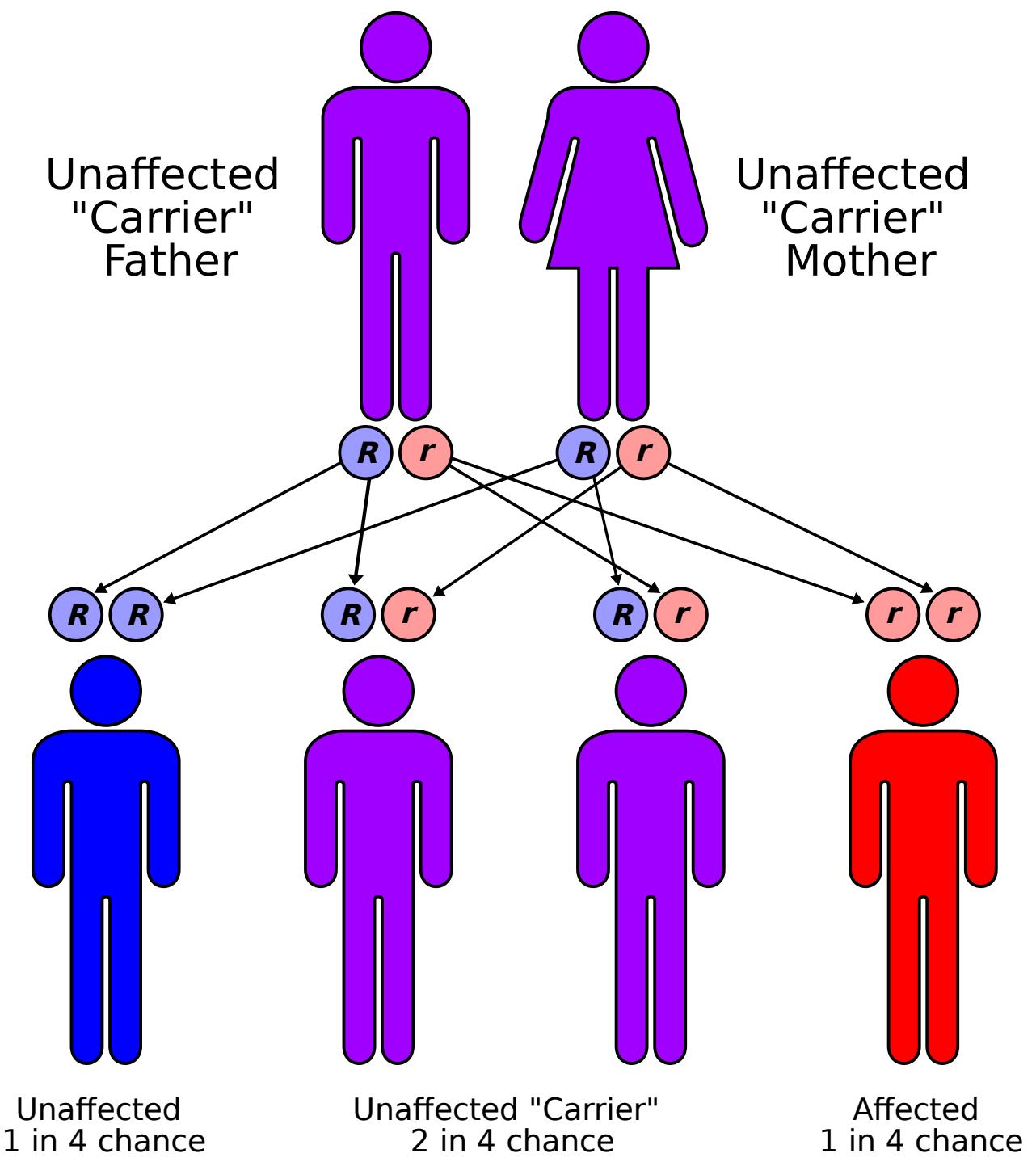
ஹெட்டரோசெகஸ் அல்லீல்கள்

இரு ஜினோடைப்பில் உள்ள அல்லீல்கள் இரண்டும் வேறுவேறு வகையானவை. ஒர் ஒங்கு அல்லீலும் ஒர் ஒடுங்கு அல்லீலும் காணப்படுவதுதான் இது. உதாரணம் : Bb, bB. Individuals can have homozygous alleles (two of the same, e.g., BB or bb) or heterozygous alleles (two different, e.g., Bb).

மெண்டலின் பிரிதல் விதி

ஒருவரிடம், ஒரு குறிப்பிட்ட மரபு பண்பு, இரண்டு அல்லீஸ்களால் குறிக்கப்படும். (Blue Eyes : Bb) இந்த அல்லீஸ் ஜோடியிலுள்ள ஒவ்வொரு அல்லீஸும், பெற்றோரிடமிருந்து பெறப்பட்டிருக்கும். (B from Mother and b from Father). அதாவது, இனச்செல்கள் (அண்ட மற்றும் விந்து செல்கள்) ஒன்றிணையும்போது, பெற்றோர்களிடமுள்ள அல்லீஸ் ஜோடிகள் பிரிந்து, இருவரிடமிருந்தும் ஒன்று மட்டும் புதிதாக உருவாகும் உயிரில் இடம்பெறும். தாயிடம் BB என்ற ஜீனோடைப் போம். தந்தையிடம் bb என்ற ஜீனோடைப் போம். இருவரிடமும் நீலங்கிற கண்ணிமைக்கான ஜீனோடைப்புகள்தான் உள்ளன. இனச்செல்கள் ஒன்றிணையும்போது, தாயின் ஜீனோடைப்பிலிருந்து ஒரு ஜீனும் (B), தந்தையின் ஜீனோடைப்பிலுருந்து ஒரு ஜீனுமாக (b), புதியதொரு ஜீனோடைப், குழந்தையில் உருவாகும் (Bb). According to the Law of Segregation, an individual organism possesses two alleles for a particular trait, one inherited from each parent. These alleles segregate or separate during the

formation of gametes (sperm and egg cells). As a result, each gamete carries only one allele for a specific trait. To illustrate this law, let's consider a specific example. Suppose an individual has a pair of alleles for eye color, one inherited from the mother and one from the father. If the mother has a brown eye allele (B) and a blue eye allele (b), and the father has two blue eye alleles (bb), their offspring will inherit one allele from each parent. During the formation of gametes (sperm and egg cells), the alleles segregate so that each gamete carries only one allele. Therefore, the possible combinations of alleles in the offspring's gametes are B or b. When these gametes combine during fertilization, the resulting offspring will have a combination of two alleles, determining their eye color.



மெண்டலின் சார்பிலா கலப்புவிதி

இரு மரபு பண்பு கடத்தப்படுவதை மற்றொரு மரபு பண்பு கடத்தப்படுவது பாதிப்பதில்லை.

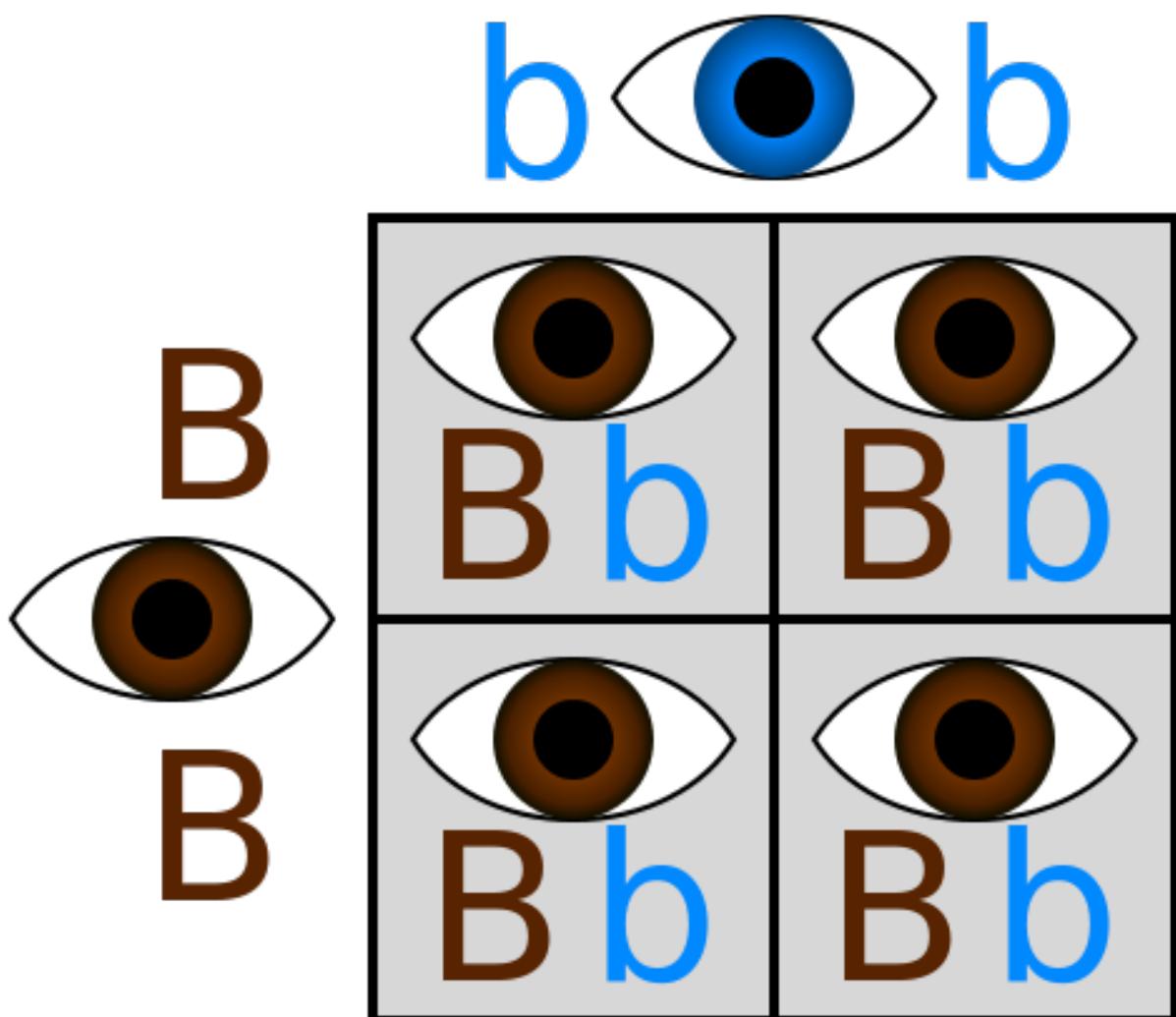
உதாரணமாக, செடியின் மலரின் நிறத்துக்கான ஜீன்கள் கடத்தப்படுவதை, செடிதரும் விதைகளின் அளவுக்கான மரபு பண்பு கடத்தல் பாதிக்காது!

Consider two genes, one controlling flower color (R/red or r/white) and another controlling seed shape (S/smooth or s/wrinkled). According to the Law of Independent Assortment, the inheritance of flower color does not influence the inheritance of seed shape. The combinations of alleles (genotypes) for these two traits can occur independently in the offspring.

புன்னட் கட்டம்

தாய், தகப்பனிடமுள்ள ஜீனோடைப்புகளை பொறுத்து, உருவாகும் சந்ததியிடம் என்ன ஜீனோடைப் பிருக்கும் என நிர்ணயிக்க உதவும் எனிய கட்டமே புன்னட் கட்டம்!

தாய், தகப்பனின் ஜீனோடைப்பை அறிந்தால், குழந்தையிடம் இருக்கும் ஜீனோடைப்புகளுக்கான வாய்ப்புகளை அறியமுடியும். ஒர் உதாரணமாக, Bb என்பது தந்தையிடமுள்ள ஜீனோடைப் பெற்றும் bb என்பது தாயிடமுள்ள ஜீனோடைப் பெற்றும். B என்ற ஒங்குபண்பு, பழுப்புநிற கண்ணிமைக்கானது என்றும், b என்ற ஒடுங்குபண்பு, நீலநிற கண்ணிமைக்கானது என்றும் கொள்வோம். இவற்றால் உருவாகும் வரிசைமாற்றியங்கள் யாவை?



Bb and bB : பழுப்பு, bb : நீலம்! இவற்றையே ஒழுங்குற கட்டம் கட்டினால் அழகுதானே? A Punnett square is a visual tool used to predict the possible genetic outcomes of a cross between two individuals. It helps determine the probability of different genotypes in the offspring.

மெண்டலின் மரபு கடத்தல்

மெண்டலின் மரபு கடத்தல் படி ஒரு சுறிப்பிட்ட மரபுபண்பை நிர்ணயிப்பது "ஒரே ஒரு ஜீன் மட்டுமே!". இதைக்கான், ஒற்றை ஜீன் மரபுக்கடத்தல் என்பது.

Trait: Eye color (Brown, Blue)

Gene: A single gene (let's call it E) with two alleles: E (Brown) and e (Blue).

Genotypes: Brown-eyed individual: EE or Ee

Blue-eyed individual: ee

Monogenic inheritance involves the transmission of traits that are controlled by a single gene. In this pattern, the trait is typically determined by two alleles of that

gene, resulting in distinct phenotypic categories. The alleles follow Mendelian patterns, such as dominant-recessive or codominant, leading to clear expressions of the trait. Examples of monogenic traits include Mendel's classic pea plant characteristics, such as seed color (yellow or green) or flower color (purple or white). Individuals with different genotypes for the single gene exhibit visibly different phenotypes based on the dominance relationships between the alleles.

விரும்பத்தகுந்த அல்லீல்கள்

இலையில் வாழும் ஒரு பூச்சி கூட்டத்தை கருதுவோம். (அந்த பூச்சிக்கு “பகபகா” என பெயர்) இவற்றின் உடல்நிறம் பச்சையாகயிருந்தால், இலைகளோடு இலையாக மறைந்து, மற்ற பூச்சியுண்ணிகளிடமிருந்து தப்ப வழிவகையுண்டு. G என்பது, பச்சை நிறத்திற்கான ஜீன். இதன் இன்னுமொரு அல்லீலாக, g என்பது இருக்கட்டும். இது பழுப்பு நிறத்திற்கான ஜீன். எது விரும்பத்தக்கது? G தானே?

அதுதானே பச்சைமேனிக்கு வித்திடும்? அதுதானே மற்ற உயிர்களிடமிருந்து பூச்சிகளின் உடலை மாய்ப்பசுமையாக்கும்? ஒரு குறிப்பிட்ட மரபு பண்பு நன்மை பயக்கும் எனில், அதற்கு மூலமான அல்லீஸ்தான், விரும்பத்தக்கது!

Favorable alleles are those genetic variants that provide an advantage to an organism in a particular environment. Let's assume Insect A possesses an allele that results in a green coloration of its exoskeleton. This green coloration helps Insect A blend seamlessly with the surrounding green vegetation, making it difficult for predators to spot. As a result, Insect A has a higher chance of surviving to reproductive age and passing on its favorable allele to the next generation.



விரும்பத்தகாத அல்லீஸ்கள்

ஒரு குறிப்பிட்ட மரபு பண்பு தீமை பயக்கும் எனில், அதற்கு மூலமான அல்லீஸ்தான், விரும்பத்தகாதது! நமது பகபகா உதாரணத்தில், ஓ எனும் அல்லீஸ் விரும்பத்தகாதது! பச்சை இலைகளுக்குடே பொட்டாக தெரியும் பழுப்புநிறம், எனிதில் பூச்சிகளை பறவைகளின் கண்ணில் பட்ச்செய்யும்! Non-favorable alleles are genetic variants that may be disadvantageous in a given environment. Insect B lacks the allele responsible for green coloration and may have a color that stands out in the green environment. Insect B is more visible to predators due to its contrasting color, making it an easier target. As a result, Insect B may have a lower chance of survival, reducing its likelihood of passing on its alleles to the next generation.

பல ஜீன் மரபுகடத்தல்

ஒரு குறிப்பிட்ட மரபுபண்பை, பல ஜீன்கள் நிர்ணயிக்கும் என்பதுதான், பல ஜீன் மரபுகடத்தல் கொள்கை. இது, மெண்டலின் கொள்கைக்கு எதிரானது என, பெயரை பார்த்தாலே விளங்கும். மனிதனின் உயரத்தை, பல ஜீன்கள் நிர்ணயிக்கும். Polygenic inheritance involves the transmission of traits that are controlled by multiple genes.

Trait: Human height

Genes: Multiple genes (let's simplify to three genes, A, B, and C), each with two alleles contributing to height.

Genotypes:

Tall individual: AABBCC or AABBCc, etc.
(favorable alleles from all three genes)

Average height individual: AaBbCc, AaBbCC,
etc. (a mix of favorable and unfavorable
alleles)

Short individual: aaBBcc or aaBbCc, etc.
(unfavorable alleles from all three genes)

DNA மூலக்கூறின் அமைப்பு

யொக்ஸிரிபோ நியூக்ஸிக் அமிலம்! அது தான் அவனோட விரிவு! ஒரு நீண்டுபோன ஏணிய ஒரு திருக்கு திருக்குனா வர்ற வடிவம் அவனோடது! Double Helix Structure அப்னே சொன்னா அவனுக்கு கொஞ்சம் கெளரவம்! DNA stands for Deoxyribonucleic Acid. It's a long molecule that carries genetic information in all living organisms. DNA has a double-helix structure, resembling a twisted ladder.

Rungs : DNA-யின் ஏணிபோன்ற அமைப்பில் காணப்படும் படிபோன்ற அமைப்புகளுக்கு Rungs என்ன பெயர். Rung என்பது பொதுவாக ஆங்கிலத்தில், ஏணியின் படி என பொருள். In the context of DNA's structure, a "rung" refers to one of the steps or crossbars in the DNA double helix.

நியூக்ஸியோடைடு : இவையே DNA மற்றும் RNA-யின் அடிப்படை மூலக்கூறுகள். அதாவது, இவையெல்லாம் ஒன்றுசேர உருவாவதுதான் DNA-

യും RNA-യും! A nucleotide is the basic building block of nucleic acids, such as DNA (deoxyribonucleic acid) and RNA (ribonucleic acid). Nucleotides are essential for carrying and transferring genetic information in living organisms. ഒരു നിധുക്കിയോടെ മൂലക്കൂർഖില് പാസ്പേറ്റ് തൊകുതി, ചർക്കരൈ തൊകുതി & നൈട്രജൻ കാരത്തൊകുതി പോൺ്റവൈ കാണപ്പെടുമ്. ഇന്ത PSN Group of Genetic Formation-താன് എല്ലാമേ! PSN Stands for Phosphate, Sugar, Nitrogenous Base Groups. A nucleotide consists of A phosphate group, A deoxyribose sugar molecule One of four nitrogenous bases: adenine (A), thymine (T), cytosine (C), or guanine (G).

Rung അമെപ്പു : ഒരു ഭോഴി നിധുക്കിയോടെ, ഒൺറോടെണ്റു കൈകോർത്ത അമെപ്പൈയുടെയതു.... Each "rung" of the ladder consists of two nucleotides paired together.

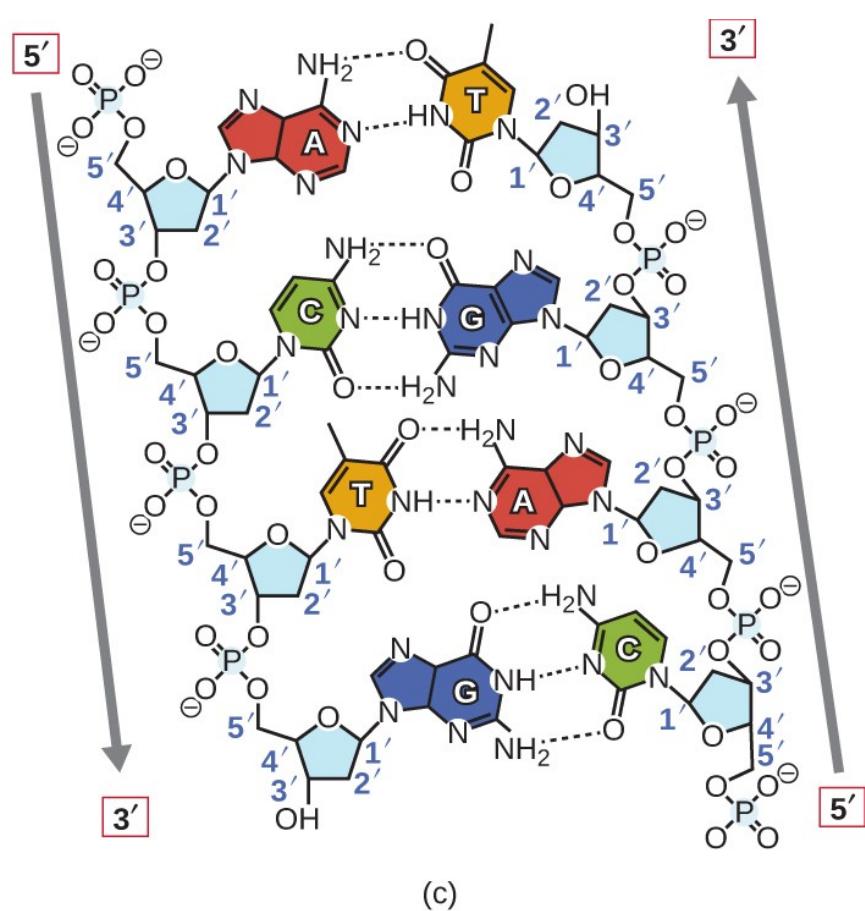
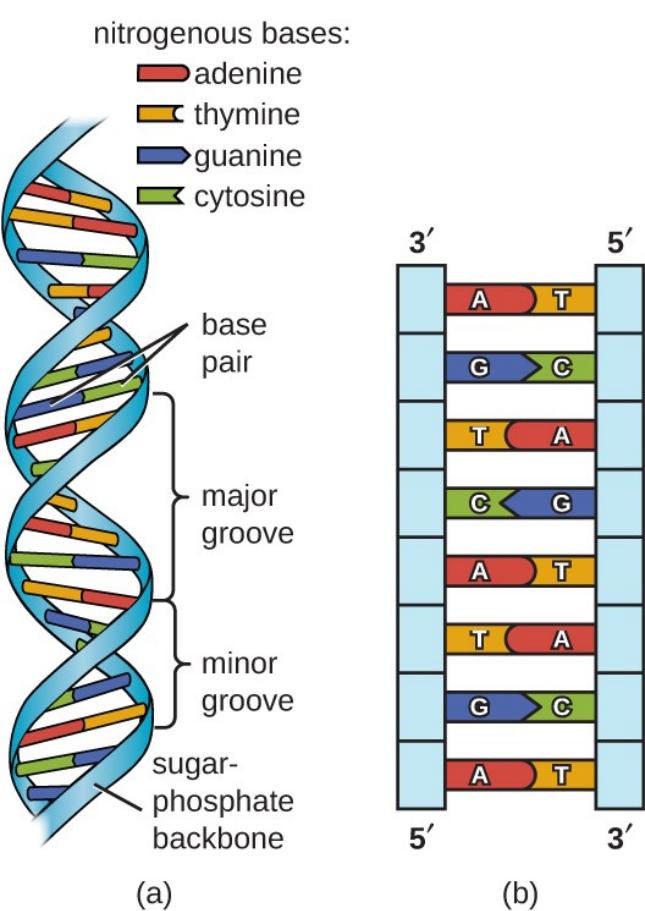
DNA மூலக்கூறின் ஒரு Rung அமைப்பில் அமையப்பெற்ற நெட்ரஜன் காரத்தொகுதியிலுள்ள காரங்கள் : அடினன் - தைமைன் - சைட்டோசன் - சுவானென் போன்றவை. The four nitrogenous bases are adenine (A), thymine (T), cytosine (C), and guanine (G).

Rung அமைப்பில் என்னதான் இருக்கும்?

ஒரு Rung அமைப்பை எடுத்துக்கொண்டால், அதில் ஒரு ஜோடி நியூக்ளியோடைடு மூலக்கூறுகள், கைகோர்த்து கொண்டிருப்பதாக பேச்சு. இந்த கைகோர்த்தல் என்பது, ஒரு நெட்ரஜன் காரம் மற்றொரு ஏற்ற நெட்ரஜன் காரத்தோடு ஏற்படுத்தும் பிணைப்பு ஆகும். இந்த பிணைப்புதான், Rung! Each rung of the DNA ladder is made up of two nitrogenous bases that are paired together.

DNA Strand : ஏணிப்படியை மனதில் இருத்துக. இரண்டு நீளமான மூங்கில் கம்புகளை, சிறு சிறு பனங்கம்புகளால் ஆன படிகளினால் ஒன்றினைக்க ஏணி கிடைத்திடும். இதை திருக்கினால், DNA-யின் அமைப்பு வந்திடும். இதில், நீண்டு

காண்படும் அந்த இரு மூங்கில் கம்புகள் போன்ற அமைப்புகள்தான் **Strands!** படிகள் போன்ற அமைப்புகளை **Rungs** என்றோம். In the context of DNA, a "strand" refers to one of the two long, chain-like molecules that make up the structure of DNA. DNA is typically described as a double-stranded molecule, and each of these strands is composed of a sequence of nucleotides.



இரு நெட்ரஜன் காரமானது, குறிப்பிட்ட, அதற்கேற்ற பிரிதொரு நெட்ரஜன் காரத்துடன் மட்டுமே கைகோர்க்கும். இன்னார், இன்னார் வீட்லதான் பொண்ணு எடுக்கணுங்ற கதமாதிரி! அடினைன், தைமைனோடு மட்டுமும், குவானைன், சைட்டோசைனோடு மட்டுமுந்தான் கைகோர்க்கும்! இதற்கு, ஜோடியிறு விதிகள் (Pairing Rules) என பெயர். Specifically, a rung of DNA consists of a pair of nitrogenous bases, and these bases follow the base-pairing rules: Adenine (A) always pairs with Thymine (T) in DNA. Cytosine (C) always pairs with Guanine (G) in DNA.

மல்லிப்புவை திசைக்கொன்றென இரு திசையிலும் வைத்து, அதனையுடுத்து கனகாம்பரத்தையும் திசைக்கொன்றென இரு திசையிலும் வைத்து கட்டப்படும் எனிய அழுகிய மாலை போன்றது DNA!

இங்கு மல்லி-கனகாம்பரத்திற்கு பதிலாக Adenine, Thymine, Guanine மற்றும் Cytosine. இவ்வாறு, இன்னார் இன்னாரோடுதான் கைகோர்ப்பார் என அமையும் இந்த அமைவுமுறைதான், மரபு பண்பின் நிரல் (Code)!

இந்த நிரல் Execute ஆகுவதனால்தான் நம்மில் மரபுபண்புகள் வெளிப்படுகின்றன. The specific pattern of nitrogenous bases in DNA is essential because it serves as the code for genetic information, guides the synthesis of proteins, ensures replication accuracy, contributes to genetic diversity, and is the basis of inheritance in all living organisms.

DNA பிரதியெடுத்தல் (Replication)

ஒரு செல் பிரிவடைவதற்கு முன்னதாக அதனுள் இருக்கும் DNA-ஐ போலவே, மற்றொரு DNA-ஐ உருவாக்குவதுதான் DNA பிரதியெடுத்தல் ஆகும். DNA replication is the process by which a cell makes an identical copy of its DNA before cell division.

புதிதாக பிரதியான DNA : புதிதாக பிரதியான DNA, ஒரு கூடை Sunlight! ஒரு கூடை Moonlight!" என்பதுபோல, ஒரு Strand பெற்றோர் DNA-யடையதாகவும், ஒரு Strand புதிதாக உருவானதாகவும் இருக்கும். இதற்கு, அரை பழைய நிலை (Semi-Conservative Model) என பெயர். DNA Replication follows a semi-

conservative model, meaning each newly formed DNA molecule contains one original strand (parental) and one newly synthesized strand (daughter).

DNA பிரதியாக்கத்தின் மூன்று படிகள்

துவக்கம் : திருக்கி கட்டப்பட்ட DNA, ஒரு புள்ளியில் அவிழும். நீட்சி : அவிழ்ந்த பகுதியில் புதிய Strands உருவாகி நீட்டப்படும். முடித்தல் : முழு DNA-யும் உருவாக்கப்படும்.

Initiation: DNA unwinds at the origin of replication, creating a replication bubble.

Elongation: Enzymes called DNA polymerases add complementary nucleotides to the growing daughter strands. Termination: The process ends when the entire DNA molecule is copied.

CELL CYCLE

இரு செல்லானது, பிரிவடைந்து புது செல்களாக மாறும். புதிதாக பிரி(ந)ந்த செல்கள் மென்மேலும் பிரிந்து புதிய செல்கள் உண்டாகும். இது, ஒரு சூழ்சிபோல நடைபெறும். இதையே, நாம் செல் சூழ்சி என்கிறோம். *The cell cycle is a series of events that occur in a cell's life, leading to its division into two daughter cells.*

INTERPHASE

இரு செல் இரண்டாக பிரியும் பட்சத்தில், அதன் அளவு அதற்கேற்றார்போல் பெரிதாகவேண்டும். மேலும், அதனுள்ளிருக்கும் DNA யும் இரட்டிப்பாகவேண்டும். இவ்வாறு, அளவில் பெருத்தல், DNA இரட்டிப்பாதல் என ஒரு செல், தன்னை தயார்படுத்தும் இந்த நிலைக்கு, *Interphase* என பெயர். *Interphase is the phase in which the cell prepares for division by growing, replicating its DNA, and ensuring all necessary components are in place.*

Interphase நிலையின் முதல் துணைநிலை : G1 நிலை : இந்த நிலையில்தான், செல் அளவில் பெரிதாகும். DNA இரட்டப்பாகவுக்கான ஆற்றல் திரட்டப்படும். During G1 phase, the cell has recently divided or is preparing to divide. The cell grows in size, synthesizes proteins, and performs its normal functions. It accumulates the necessary resources, such as energy and raw materials, for the upcoming DNA replication in the S phase. This phase is also a checkpoint where the cell assesses its readiness for DNA replication. If conditions are favorable and the cell is healthy, it proceeds to the S phase.

Interphase நிலையின் இரண்டாம் துணைநிலை : S நிலை : **Synthesis** நிலை எனப்படும் இந்த S நிலையில்தான் DNA இரட்டப்பாகும். The S phase is a critical part of interphase. DNA replication occurs during this phase. The cell's genetic material, consisting of chromosomes, is duplicated. Each

chromosome is replicated to form two identical sister chromatids. By the end of the S phase, the cell has twice the amount of DNA it had at the beginning of interphase.

Interphase நிலையின் மூன்றாம் துணைநிலை : G2 நிலை : இதுவரை நடந்தவற்றில் பிழை உள்ளதா என ஆராய்வதுதான் இந்த நிலை. In G2 phase, the cell continues to grow and prepare for cell division, particularly mitosis or meiosis. It checks for errors in DNA replication. If any problems are detected, the cell will attempt to repair the DNA before proceeding to division.

MITOSIS

செல் சூழ்சியில் Interphase முடிந்ததும் அடுத்தநிலை, மைட்டாஸிஸ் (Mitosis) நிலை. இந்த நிலைதான், உடல் வளர்ச்சி, திசை மீட்டுரவாக்கம் முதலானவற்றிற்கு வழிவகுக்கும்.

Mitosis is a process of cell division that results in the formation of two identical daughter cells, each with the same number of chromosomes as the parent cell. This process is essential for growth, tissue repair, and the maintenance of a constant cell population in multicellular organisms.

புரோஃபேஸ் : DNA-யும், புரதமும் ஒன்றாக சேர்ந்த அமைப்பு, குரோமட்டிடு எனப்படும். பல குரோமட்டிடுகள் ஒன்று சேர்ந்த அமைப்பு, குரோமோசோம் எனப்படும். மனிதனில், ஒரு செல்லுக்கு, 46 குரோமோசோம்கள் இருக்கும். Each human cell typically contains 46 chromosomes, organized as 23 pairs. These pairs consist of one chromosome inherited from the individual's biological mother and one from their biological father. புரோஃபேஸின்போது, இரண்டு ஒன்று போன்ற குரோமட்டிடுகள் ஒன்றுசேர்ந்து குரோமோசோமை உருவாக்கும். இந்த குரோமட்டிட் ஜோடி, நீர் நிரப்பப்பட்ட, சுருக்காய் பலுனில், நடுவில் ரப்பரால்

இறுக்கியதுபோன்ற தோற்றுமுடையது. அந்த ரப்பர் இடப்பட்ட நடுப்பகுதியை, சென்ட்ரோமியர் என்பர். உட்கரு உடைந்து, அதனுள்ளிருக்கும் குரோமோசோம்கள், செல்லின் பிற பகுதிகளுக்கு பரவும் நிலையை புரோ மெட்டாஃபேஸ் என்பர். During prophase, the chromatin (a complex of DNA and proteins) condenses into visible structures called chromosomes. Each chromosome consists of two identical sister chromatids, which are held together at a region called the centromere. The nuclear envelope begins to break down, allowing the contents of the nucleus to mix with the rest of the cell.

மெட்டாஃபேஸ் : இந்த நிலையில்தான், உட்கரு உடைந்து செல்லினுள் உலவும் குரோமோசோம்கள் அடுக்கப்படும். அங்கங்கு அலைந்துதிரியும் குரோமோசோம்கள், செல்லின் நடுப்பகுதியில் அடுக்கப்படும். இவ்வாறு அடுக்கப்பட, ஒரு சுவாரசியமான கூத்தே செல்லினுள் நடைபெறும். குரோமோசோம்களின் நடுப்பகுதியான

சென்ட்ரோமியர், ஸ்பின்டிள் நார்களில் இணைக்கப்படும். இந்த ஸ்பின்டிள் நார்கள் என்பதை, செல்லின் ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதியில் நீட்டிக்கட்டப்பட்ட அமைப்பைப் பெற்றிருக்கும். இந்த ஸ்பின்டிள் நார்கள், ஒரு வித அதிர்வுகளோடு அசையும். இந்த அதிர்வின் இறுதியில், குரோமோசோம்கள் யாவும், நட்டநடுவில்! Metaphase is a crucial stage in mitosis where chromosomes, each composed of two sister chromatids, align precisely at the cell's metaphase plate, ensuring that each daughter cell will receive an identical set of chromosomes. This alignment is achieved through the attachment of spindle fibers to the centromeres of the chromosomes, guaranteeing the equal distribution of genetic material during the subsequent phase, anaphase, and ultimately contributing to the faithful replication of the parent cell.

அனாஃபேஸ் : இந்த நிலையில், நடுவில் ரப்பர் இடப்பட்ட சுரைக்காய் பலுன்களாகிய குரோமோசோம்களின் நடுப்பகுதியாகிய சென்ட்ரோமியரில் பிளவு ஏற்பட்டு, மாற்றான் சூழியாக்கள் இரண்டாவதுபோல, குரோமோசோம்கள் இரண்டாகும். ஸ்பின்டிள் நார்கள், எதிரெதிர் திசைகளில் இழுக்கப்படும். எனவே, இரண்டு பக்கங்களிலும், சமமான எண்ணிக்கையில் குரோமோசோம்கள் சேர்க்கப்படும். Anaphase is characterized by the separation of sister chromatids. The centromere of each chromosome divides, allowing the spindle fibers to pull the sister chromatids apart. As a result, identical sets of chromosomes are pulled toward opposite poles of the cell.

டெலோஃபேஸ் : இந்த நிலையில், நுண்ணிய ஸ்பின்டிள் நார்கள் மறையும். செல் பிரியும். இரண்டு குழுக்களாக பிரிந்து நிற்கும் குரோமோசோம்களை, புதிய உட்கரு கவசம் சூழும். குரோமோசோம்கள், மீண்டும் குரோமட்டிடுகளாக உடையும். தனி செல்கள், சைட்டோகெனசிஸ் எனப்படும் இறுதி நிலையில் உண்டாகும். Telophase marks the near completion of mitosis. Two distinct nuclei begin to form around the separated sets of chromosomes. The chromosomes begin to decondense back into chromatin. A new nuclear envelope forms around each set of chromosomes. Cytokinesis is the final step of cell division, occurring concurrently with late telophase.

MEIOSIS

செல் சுழற்சியில் பாலினப்பெருக்க செல்களில் நடைபெறும் விசேசமான செல் பிரிதல் நிலை, மியாசிஸ் நிலை. பாலின பெருக்க செல்களாகிய விந்து மற்றும் அண்ட செல்களில் மியாசிஸ் பிரிதல் தான் நடைபெறும். மைட்டாசிலில் செல் பிரிந்து இரண்டு குழந்தை செல்கள்தான் உருவாகும். ஆனால் மியாசிலில், நான்கு குழந்தை செல்கள் உருவாகும். மைட்டாஸில் உருவாகும் குழந்தை செல்களிடம், பெற்றோர் செல்லில் இருந்த எண்ணிக்கையிலேயே குரோமோசோம்கள் காணப்படும் (இரட்டப்பாகி பிரிவதால்). மியாசிலோ, குழந்தை செல்களிடம், பாதி எண்ணிக்கையில்தான் குரோமோசோம்கள் காணப்படும்.

Meiosis is a specialized form of cell division that occurs in the cells responsible for sexual reproduction, such as the formation of sperm cells (in males) and egg cells (in females). Unlike mitosis, which results in two genetically identical daughter cells, meiosis produces four non-identical

daughter cells, each with half the number of chromosomes as the parent cell. This reduction in chromosome number is essential for sexual reproduction and genetic diversity. Meiosis செல் பிரிதலின் இரண்டு நிலைகள் மியாசிஸ் I மற்றும் மியாசிஸ் II. Meiosis consists of two main divisions: meiosis I and meiosis II.

ஜீன்

ஜீன் என்பது, ஒரு குறிப்பிட்ட மரபு பண்பை வைத்திருக்கும் பெட்டகம் எனலாம். இவை, DNA-யில் காணப்படும் நுண் துண்டங்கள். உதாரணமாக, ஒரு மீனின் நிறத்திற்கான மரபு பொருளை ஒரு ஜீன் வைத்திருக்கலாம். மற்றொரு ஜீனோ, அதன் துடுப்பு எவ்வளவு நீளம் இருக்கவேண்டும் என்பதற்கான மரபு பொருளை வைத்திருக்கலாம். Genes are segments of DNA that contain instructions for building and maintaining an organism. In a fish, one gene might carry the instructions for producing the pigment responsible for the fish's coloration, while another gene

might provide instructions for the development of its gills.

ஜீனோம்

எல்லா ஜீன்களையும் சேர்த்து ஜீனோம் என்பது வழிமை. A genome is the complete set of an organism's genetic material, which includes all of its genes.

அல்லீஸ்

இரு ஜீன், மீனின் வால் சற்று நீளமானதாகயிருக்கும் வண்ணம் மரபுபொருளை வைத்திருக்கும். மற்றொன்றோ, கட்டையாகயிருப்பதற்கான மரபுபொருளைக் கொண்டிருக்கும். இரண்டும் மீன் வாலின் நீளத்திற்கான மரபுபொருளை வைத்திருந்தும், ஒன்றுக்கொன்று மாறுபடுகின்றன. அதாவது, ரகம் ரகமாக (Versions) உள்ளன. இவற்றையே, அல்லீஸ்கள் என்பர்.

Alleles are different versions or variants of a gene. Let's say there's a gene in a fish that determines its fin shape. There might be two alleles of this gene: one that results in a fish having long, pointed fins and another that results in short, rounded fins. These are two different alleles of the same gene that lead to variations in the fish's fin shape.

ഹോമോലാക്സ് കുറോമോസോമ്കൾ

ഹോമോലാക്സ് കുറോമോസോമ്കൾ എൻപ്പട്ടുബന്ധവും ഒരേ വകെ ജീന്കളിൽ വെവ്വേറു അല്ലെല്ക്കളാക്കുന്നതു കുറോമോസോമ്കൾ.

Homologous chromosomes are a pair of chromosomes found in diploid organisms, like humans, that carry the same genes but may have different alleles (variants) of those genes. These chromosomes are similar in size, shape, and gene content. One homologous chromosome in the pair comes from the organism's mother, and the other comes from the organism's father.

Meiosis I-ன் முதல் நிலை : Prophase I

இந்த நிலையில், உட்கருவினுள், ஹோமோலாகஸ் குரோமோசோம்கள் ஜோடியாகின்றன. அதாவது, ஒரு குரோமோசோம், மீனின் வால் நீளம் கட்டையாகயிருக்கவும், பிரிதொன்று, நீளமானதாகயிருக்கவுமான மரபுபொருளைக் கொண்டிருக்கலாம். அதாவது, அல்லீஸ்களாகயிருக்கலாம்!

இவ்வாறு அல்லீஸ் ஜோடிகள் உருவாவதை, Synapsis என்பர். இப்படி ஜோடிகள் உருவாகும்போது, அவற்றினுள்ள மரபு பொருட்கள் ஒன்றாக கலக்க வாய்ப்புள்ளது. அவ்வாறு கலக்கும் செயலுக்கு, Crossing Over என பெயர். இப்படி கலந்தால், புதிய மரபு பண்புகள் தோன்றும். அதாவது, நெட்டையாகவுமல்லாமல் குட்டையாகவுமல்லாமல் புதிய நீளத்தில் வாலுடைய மீன் கோண்றலாம். கடைசியாக, உட்கரு வெடித்து, உள்ளேயுள்ள ஜோடிகள் செல்லினுள் வலம் வரும். சுரைக்காய் பலூனின் நடுவில் ரப்பர் இடப்பட்ட அமைப்பில்தான் இவையும் இருக்கும். ரப்பர் இடப்பட்ட பகுதி, சென்ட்ரோமியர் எனப்படும். This is the longest and most complex phase of meiosis. During this stage, homologous

chromosomes (chromosomes with similar genes but potentially different variants or alleles) pair up in a process called synapsis. This pairing forms structures called tetrads. Genetic recombination, or crossing-over, can occur between chromatids of homologous chromosomes, leading to genetic diversity. At the end of prophase I, the nuclear envelope breaks down.

Meiosis I-ன் II நிலை : Metaphase I

இந்நிலையில், ஹோமோலாகஸ் குரோமோசோம் ஜோடிகள், மெட்டாஃபேஸ் தட்டு எனப்படும் அமைப்பில் அடுக்கப்படுகின்றன. மைட்டாவிளில் இருந்ததுபோலவே, இங்கும் ஸ்பின்டிள் நார்கள்தான் இந்த ஜோடிகளை நட்டநடுவில் கொண்ர்கின்றன. The tetrads align at the cell's equatorial plane, known as the metaphase plate. Unlike mitosis, where individual chromosomes align, here, homologous chromosomes are paired.

Meiosis I-ன் முன்றாம் நிலை : Anaphase I

ஜோடிகள் பிரிக்கப்படவேண்டிய நேரம் நெருங்கிவிட்டது. சென்ட்ரோமியரில் கீறல் ஏற்பட, ஜோடிகள் வடக்கலை, தென்கலை என்பது போல, இரு குழுக்களாக பிரிகின்றன. Homologous chromosomes are pulled apart and move to opposite poles of the cell. Each resulting cell now has a unique combination of genetic material due to crossing-over.

Meiosis I-ன் நான்காம் நிலை : Telophase I

இப்போது, பிரிந்துபோய் தனித்து நிற்கும் ஜோடிகளை உட்கரு கவசம் மூடிடும். செட்டோகெனெலிஸ் நிலையில், இந்த இரண்டு கவசஞ்சூழ்ந்த அமைப்புகளும், தனி செல்களாக மாறி வெளிவருகின்றன. இதில், நினைவில் கொள்ளவேண்டியது, சூரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையைத்தான். மைட்டாசிலிலோ, அவை இரட்டிப்பாக்கி பிரிக்கப்பட்டன. எனவே, குழந்தை செல்களிடமும் சம எண்ணிக்கையில் சூரோமோசோம்கள் இருந்திருக்கும்.

ஆனால் மியாசிலிலோ, ஜோடிகள் அப்படியே பிரிக்கப்படுகின்றன. அப்படியென்றால், குழந்தை செல்களிடம் பாதி எண்ணிக்கையில்தான் குரோமோசோம்கள் காணப்படும். இதை, ஹப்ளாய்டு என்பர். The cell undergoes cytokinesis, splitting into two daughter cells. Each daughter cell is haploid, meaning it has half the number of chromosomes as the original cell. However, each chromosome is still composed of two sister chromatids.

Meiosis (II)

மியாசிஸ் செல் பிரிதலின் இரண்டாம் நிலை மியாசிஸ் II.

ஹப்ளாய்டு : பொதுவாக ஒரு உயிரினத்தின் உடலில் காணப்படும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையில் பாதியை மட்டுமே கொண்டிருக்கும் செல்கள். மியாசிலில் உருவாகும் செல்களில், குரோமோசோம் எண்ணிக்கை பாதியாக குறையக்கண்டோம்!

அவை, ஹெப்ளாய்டுகள் தான்! Haploid refers to a cell or organism that has a single set of chromosomes (n). In humans, the haploid number is 23. This means that gametes, like sperm and eggs, have 23 chromosomes each. Haploid cells are produced through meiosis, where the chromosome number is reduced by half.

டிப்ளாய்டு : இரட்டைப்படை எண்ணிக்கையில் சூரோமோசோம்களை கொண்டிருக்கும் செல்கள். Diploid refers to a cell or organism that has two sets of chromosomes ($2n$). In humans, the diploid number is 46, as most of our somatic cells have 46 chromosomes (23 pairs). Diploid cells have two homologous copies of each chromosome, one inherited from each parent.

கேமேட் : இனப்பெருக்க செல்களுக்கு, பொதுவாக கேமேட் என பெயர். இவை, ஹெப்ளாய்டுகள்! மியாசிலில்தானே உருவாகின்றன?! Gametes are specialized sex cells involved in sexual reproduction. In humans, the two primary

types of gametes are sperm (produced by males) and eggs or ova (produced by females). Gametes are haploid, meaning they have half the chromosome number of somatic cells (body cells).

சைக்கோட் : ஹெப்ளாய்டுகளாக இருக்கும் எதிரெதிர் பாலின இனப்பெருக்க செல்கள், ஒன்று சேருகையில் டிப்ளாய்டுகளாகின்றன. இவையே, சைக்கோட்டுகள்! A zygote is a cell formed by the fusion of two gametes during fertilization. It represents the first cell of a new individual in sexually reproducing organisms. The zygote is diploid because it contains one set of chromosomes from each parent, resulting in a complete set of chromosomes (46 in humans).

മിയാസിസ് II-ന്റെ മുതൽ നിലൈ : പുരോംപേസ് II

മിയാസിസ് ഒൻറില്, പുതിയ ഹൈപ്പണായ്ട്ടു ചെല്കൾ ഉടുവാനതെക്ക് കന്നടോമ്. ഇവർ റിലുൺ കുറോമോസോമ്കൾ, റോഡിയാൻ കുറോമട്ടു അമൈപ്പുകൾക്ക് കൊണ്ടിരുക്കുമ് എന്ന അനിന്ത്യോമ്. മേലുമ്, അവൈ നടുവേ ചെന്റ്രോമിയറില് കട്ടപ്പട്ടിലെ എൻ്റ്രൂമ് കന്നടോമ്. പുരോംപേസ് ഇരണ്ടില് പുതിയാക ഉടുവാൻ ഇന്ത ചെല്കൾിന് ഉടക്രുക്കൾ വെച്ചുള്ളൂ, ഉംഗോധുൺ കുറോമോസോമ്കൾ, ചെല്ലിന് കൈട്ടോപിണാസത്തില് വലമ് വരുകിന്നുണ്ട്. The cells produced during meiosis I enter prophase II, where the nuclear envelope may break down again, chromosomes condense, and spindle fibers form.

മിയാസിസ് II-ന്റെ ഇരണ്ടാമു നിലൈ : മെട്ടാംപേസ് II

ഇതില്, വയുക്കമ്പോല കുറോമോസോമ്കൾ ചെല്ലിന് നട്ടനട്ടുവില് അടുക്കപ്പട്ടുകിന്നുണ്ട്. Chromosomes align at the cell's equatorial plane, similar to metaphase in mitosis. Importantly, each chromosome now consists of two sister chromatids.

மியாசிஸ் II-ன் மூன்றாம் நிலை : அனாஃபேஸ் II

இந்நிலையில், அடுக்கப்பட்ட குரோமோசோம்கள், இரு திசையிலும், ஸ்பின்டிள்ஸ் நார்களோடு இழுக்கப்படும் என அறிந்துள்ளோம். The sister chromatids are pulled apart by the spindle fibers and move toward opposite poles of the cell.

மியாசிஸ் II-ன் நான்காம் நிலை : டெலோஃபேஸ் II

உட்கரு கவசம், உண்டான குழுக்களை சூழும் நிலை இது! Nuclear envelopes form around the separated chromatids, resulting in the formation of four distinct haploid daughter cells, each with a unique combination of genetic material.

மியாசிஸ் II-ல் என்னதான் நடக்கிறது?

மியாசிஸின் முதல்நிலையில் உருவாகும் இரண்டு பகுது ஹேப்ளாய்டு செல்களையும், அவற்றின் ஜோடி குரோமட்டிடுகளை மேலும் பகர்த்து, ஒன்றுக்கொன்று மரபுரீதியில் மாறுபடும் நான்கு பகுது செல்களை உருவாக்குதல். Meiosis II occurs as the second stage of meiosis, a specialized

form of cell division that is crucial for the formation of haploid gametes (sperm and egg cells) in sexually reproducing organisms. The primary purpose of meiosis II is to further reduce the chromosome number, ensuring that the resulting gametes are haploid and genetically diverse. Meiosis I, the first stage of meiosis, separates homologous chromosomes, reducing the chromosome number from diploid ($2n$) to haploid (n) in two daughter cells. These haploid cells each have one set of chromosomes, but they are still composed of pairs of sister chromatids held together by centromeres. The next step is to separate these sister chromatids, which are genetically identical copies of each chromosome. Meiosis II accomplishes this separation.

THE RNA

Ribo Nucleic Acid எனப்படும் RNA-யின் வடிவம், DNA-யின் வடிவம் பரீட்சயமான அளவுக்கு பரவலாக மனத்தில் இருக்கப்படவில்லை. DNA-யில் எப்படி Strand உள்ளதோ, அதுபோலதான் RNA-யிலும்.... ஆனால், ஒரு சிறு வேறுபாடு என்னவென்றால், DNA-யில் இரண்டு Strands இருக்கும்! RNA-யிலோ, ஒரு Strand தான்! WhatsApp-ல் கூட, DNA-க்கு இருப்பதை போல், RNA-க்கு Emoji இல்லை. “கண்ணனுக்கு கோயில் உண்டு... கர்ணனுக்கு ஏனில்லை...” என்ற பாடல் வரிதான் நியாபகம் வருகிறது...Unlike DNA, which consists of two complementary strands, RNA is typically single-stranded. This single-stranded structure allows it to fold into complex and diverse shapes.

RNA-யின் நியூக்ஸியோடைடு

RNA-யும், DNA-ஐ போலவே, நியூக்ஸியோடைடுகளால் ஆன மூலக்கூறுதான். DNA-யின் நியூக்ஸியோடைடுகளில், சர்க்கரை, பாஸ்பேட் மற்றும் நெட்ரஜன் கார தொகுதிகள் இருக்கக்கண்டோம். DNA-யின் சர்க்கரை

மூலக்கூறு என்பது, ஒரு ஆக்சிஜன் அணுவை இழந்து காணப்படும் ரிபோஸ் சர்க்கரையாகும். அதாவது, Deoxyribose சர்க்கரை ஆகும். RNA-யின் சர்க்கரை மூலக்கூறு என்பது, ஒரு ஆக்சிஜன் அணுவோடு சேர்ந்து காணப்படும் ரிபோஸ் சர்க்கரையாகும். The primary difference between ribose sugar and deoxyribose sugar lies in a single oxygen atom. Ribose, found in RNA, contains a hydroxyl group (-OH) at the 2' carbon position, while deoxyribose, found in DNA, lacks this oxygen, making it deoxyribose.

பொதுவாக, ரிபோஸ் சர்க்கரையில் ஐந்து கார்பன் மூலக்கூறுகள் காணப்படும். 5' to 3' மற்றும் 3' to 5' என்று இரு புதிய திசைகளையே இவற்றைக் கொண்டு வரையறுத்தோமே... Ribose, which is the sugar found in RNA (Ribonucleic Acid), has five carbon atoms in its structure. This five-carbon sugar is an essential component of RNA nucleotides and forms the backbone of the RNA molecule.

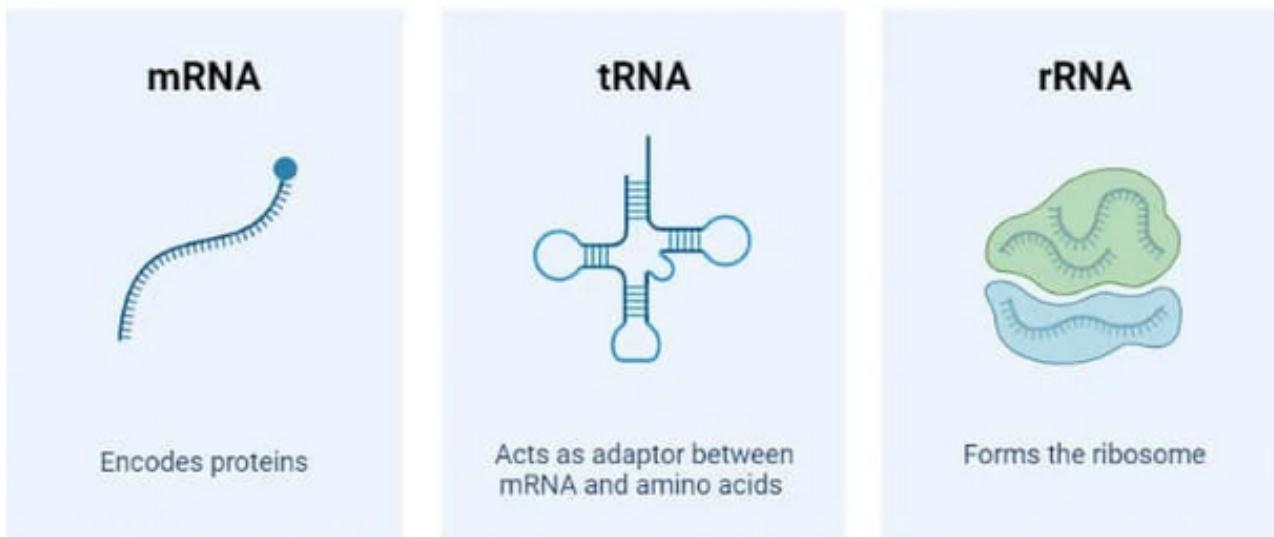
RNA-யின் பயன்

புரத உருவாக்கத்தை நிர்ணயித்தல் & நோய்தடுப்பில் ஜீன்களை பெரும்பங்கு வகிக்கச் செய்தல். RNA, or Ribonucleic Acid, is like a molecular instruction manual within our cells. It helps make proteins, which are essential for the body. It's also involved in controlling how genes work and even acts as a tool in research to understand diseases and develop vaccines.

நைட்ரஜன் காரங்கள்

DNA-யில் உள்ளதுபோலவே தான் RNA-யின் நைட்ரஜன் காரங்களும்! ஒரு வேறுபாடு என்னவென்றால், தைமைனுக்குப் பதிலாக, RNA-யில் யூராசில் உள்ளது. RNA uses four nitrogenous bases, which are the same as in DNA but with one difference: in RNA, uracil (U) replaces thymine (T).

RNA-யின் வகைகள் : mRNA, tRNA, rRNA



(a) **mRNA** : mRNA என்பது தூது RNA (Messenger RNA). செல்லில் புரதம் தயாரிக்கப்படுகிறது எனில், அது சாதாரணமாக நடைபெறும் காரியம் அன்று! அது, மரபு விதிகளின்படி நடைபெறும் காரியமாக்கும்! “இன்னார் மகனுக்கு புரத உற்பத்தி இப்படிதான் நடைபெறவேண்டும்” என்பதுதான் மரபுவிதி! இந்த மரபுவிதியை DNA-தான் வைத்திருக்கும்! புரத உற்பத்தியோ, ரிபோசோமில் நடைபெறக்கண்டோம்... மரபு தகவல், ரிபோசோமுக்கு வந்தால்தானே, அதன்படி புரதம் உற்பத்தி செய்யப்படும்?

அவ்வாறு, மரபு தகவல்களை கடத்திச்சென்று, ரிபோசோமில் விடுவதுதான் தூது RNA!

Messenger RNA (mRNA) is a key molecule in the process of gene expression. It serves as a temporary copy of genetic information, transcribed from DNA in the nucleus of eukaryotic cells. This single-stranded RNA molecule carries the instructions for protein synthesis.

(b) tRNA : tRNA என்பது மாற்ற ராகிடீன் (Transfer RNA) ஆகும். ரிபோசோமுக்கு எடுத்துவரப்பட்ட மரபுதகவல்களானவை, ரிபோசோமுக்கு புரியும் வடிவில் இருத்தல் அவசியம்... ரிபோசோமோ, புரத தலைநகரம்... அங்கு அமினோ அமிலங்களே அடிப்படை மூலக்கூறுகள். எனவே, மரபுதகவல்களை, அமினோ அமில மூலக்கூறுகளாக மாற்றுவது, மாற்ற ராகிடீன் tRNA ensures that the factory assembles the product (protein) correctly by providing the right parts (amino acids) for each step in the assembly process.

It's like a language translator for protein production in the cell.

(c) rRNA : rRNA என்பது, ரிபோசோமல் RNA ஆகும். ரிபோசோமுக்கு உள்ளே, புரத உற்பத்தி நடைபெற ஆகவேண்டிய காரியங்களுக்கு காரணகர்த்தாவாக இருப்பது rRNA தான்! தகுந்த அமினோ அமிலங்களை ஒன்றாய் வைத்து கைத்து, புரத உற்பத்தியில் ஈடுபடுவது, rRNA தான்! Within the ribosome, the rRNA molecules direct the catalytic steps of protein synthesis - the stitching together of amino acids to make a protein molecule. In fact, rRNA is sometimes called a ribozyme or catalytic RNA to reflect this function.

ஜீன் வெளிப்பாடு (Gene Expression)

DNA மூலக்கூறின், ஜீனில் இருக்கும் மரபுவிதிகளைக் கொண்டு, புரதங்களை உருவாக்குதல்! அதாவது, மரபு பண்பை தன்னகத்தேயுடைய புரதங்களை உருவாக்குதல்! இதனால், மரபு பண்பு, உருவாக்கப்பட்ட புரதங்களில் வெளிப்படும்...

Gene expression refers to the process by which information encoded in a gene is used to produce a functional gene product, which is typically a protein. It involves the conversion of the genetic information stored in DNA into a biologically active product.

படியெடுத்தல் (Transcription)

ஜீன் வெளிப்பாட்டின் முதல் படியாக, ஜீனில் இருக்கும் மரபு தகவல்கள் / விதிகள், ஒரு RNA-க்கு படியாக்கம் (Copying) செய்யப்படும். இந்த தகவல்களை எங்கு எடுத்துச்செல்லும்? ரிபோசோமுக்கு தானே? அங்குதானே புரதம் உற்பத்தியாகும்? ஜீனின் மரபு தகவல்களை, ரிபோசோமுக்கு எடுத்துச்செல்லும் இந்த RNA தான், mRNA என்ற தூது RNA என அறிந்தோம்! In the first step of gene expression, the information in a gene, which is located on the DNA molecule, is copied into a complementary RNA molecule.

This process is called transcription and results in the formation of a molecule known as messenger RNA (mRNA). mRNA serves as a temporary copy of the genetic information.

mRNA-யின் Introns மற்றும் Exons

Exons என்பதை, Coding Regions! அதாவது, இந்த பகுதிகளில்தான் அமினோ அமிலங்கள் எப்படி அடுக்கப்படவேண்டும் என்ற Coding Information நிரம்பியிருக்கும். மாறாக, Introns என்பதை Non Coding Regions! இவற்றில் Coding Information ஏதுமிருப்பதில்லை... In the DNA molecule, coding regions, or exons, contain the genetic instructions required for protein synthesis. These sequences are transcribed into messenger RNA (mRNA) during gene expression. In contrast, non-coding regions, known as introns, do not code for proteins and are initially transcribed into pre-mRNA. mRNA-யில், எந்த Coding

தகவலையும் கொண்டிராத இந்துகள், புறந்தள்ளப்பட்டு, Coding தகவல்களையுடைய, Exons மட்டும் ஒன்றாக்கப்படும். அதாவது, ரிபோசோமுக்கு போகும் mRNA, Exons-ஐ மட்டுமே கொண்டிருக்கும். Introns are later removed through a process called splicing, leaving only the exons in the mature mRNA. While introns do not contribute to protein formation, they can play roles in gene regulation and alternative splicing, adding complexity and versatility to gene expression.

DNA மீன்டினைவு தொழில்நுட்பம்

வெவ்வேறு வகையான DNA துண்டங்களை ஒன்றாக்கி புதிய ஜீன் அமைவுகளை உருவாக்கும் ஒரு சுவாரசியமான தொழில்நுட்பம் இது. வெவ்வேறு வகை என்பது, வெவ்வேறு உயிரினங்களாக கூட இருக்கலாம்.

Recombinant DNA technology involves manipulating DNA to create new combinations of genes, often by combining DNA from different sources.

DNA மீள்கிணவு நுட்பத்தின் முதலாம் படி வெவ்வேறு வகையான DNA துண்டங்களை கைகொள்ளல் வேண்டும். உதாரணமாக, ஓர் ஒளிரும் நுங்குமீனின் (Jellyfish) DNA-யின் ஒரு துண்ட்தை, எடுத்து கொள்ளலாம். நுங்குமீனின் DNA-யின் ஒரு பகுதி மட்டும், ரெஸ்ட்ரிக்ஷன் நோதியின் மூலம் தனித்தெடுக்கப்படும். இந்த நோதியைக் கொண்டு வெட்டினால், வெட்டப்பட்ட துண்டங்களின் இரு முடிவுகளிலும் ஒட்டும் தன்மை இருக்கும். எனவே, பிரிதொரு DNA துண்ட்கோடு எளிதில் ஒட்டிவிடலாம். The process begins by isolating DNA from two different sources. These sources could be organisms, and the DNA could contain specific genes of interest. Enzymes called restriction enzymes are used to cut the DNA at specific points. These enzymes recognize specific

DNA sequences, creating "sticky ends" that can later be joined to other pieces of DNA...

பிளாஸ்மீட் : பாக்ஷரியா முதலானவற்றில்
காணப்படும் சிறிய வட்டவடிவ DNA

DNA മീൻഇന്നൈവു നൂട്ടപക്തിയിൽ ഇരണ്ടാമ് പാടി ഇരണ്ടാമ് പാട്യാക, വെട്ടി കൊണ്റരപ്പട്ട **DNA** തുണ്ടമാനതു, ഒരു കൃത്തിയില് (**Vector**) എടുക്കു ചെല്ലപ്പടവേண്ടുമ്. അതാവതു, ഓണിരുമ് നുംകുമ്മീനിൻ്ന് **DNA** തുണ്ടമാനതു, കെന്നെടു മീനിൻ്ന് കരുമുട്ടൈയില് ചേർക്കുപ്പടവേண്ടുമ് എന്ന കൊள്വോമ്. കെന്നെടുമീനിൻ്ന് കരുമുട്ടൈയിനും എടുക്കുചെല്ലവേண്ടുമെല്ലവാ? അതற്കു നമക്കു ഒരു കൃത്തി തേവെ. ഒരു പാക്ഷരിയാ അല്ലതു വൈരാസിൻ്ന് **DNA** ഇതற്കു ഉകൊള്ളു. അതൻ **DNA**-യില് ഒരു ചിരിയ വെട്ടൈ ഏറ്പബുക്തി, അതോടു നുംകുമ്മീനിൻ്ന് **DNA** തുണ്ടമ് ഓട്ടപ്പട്ടുമ്. ഇവ്വാறു കൃത്തിയാക പയന്നപട്ടുവെതു, പിണാസ്മിട് താൻ!

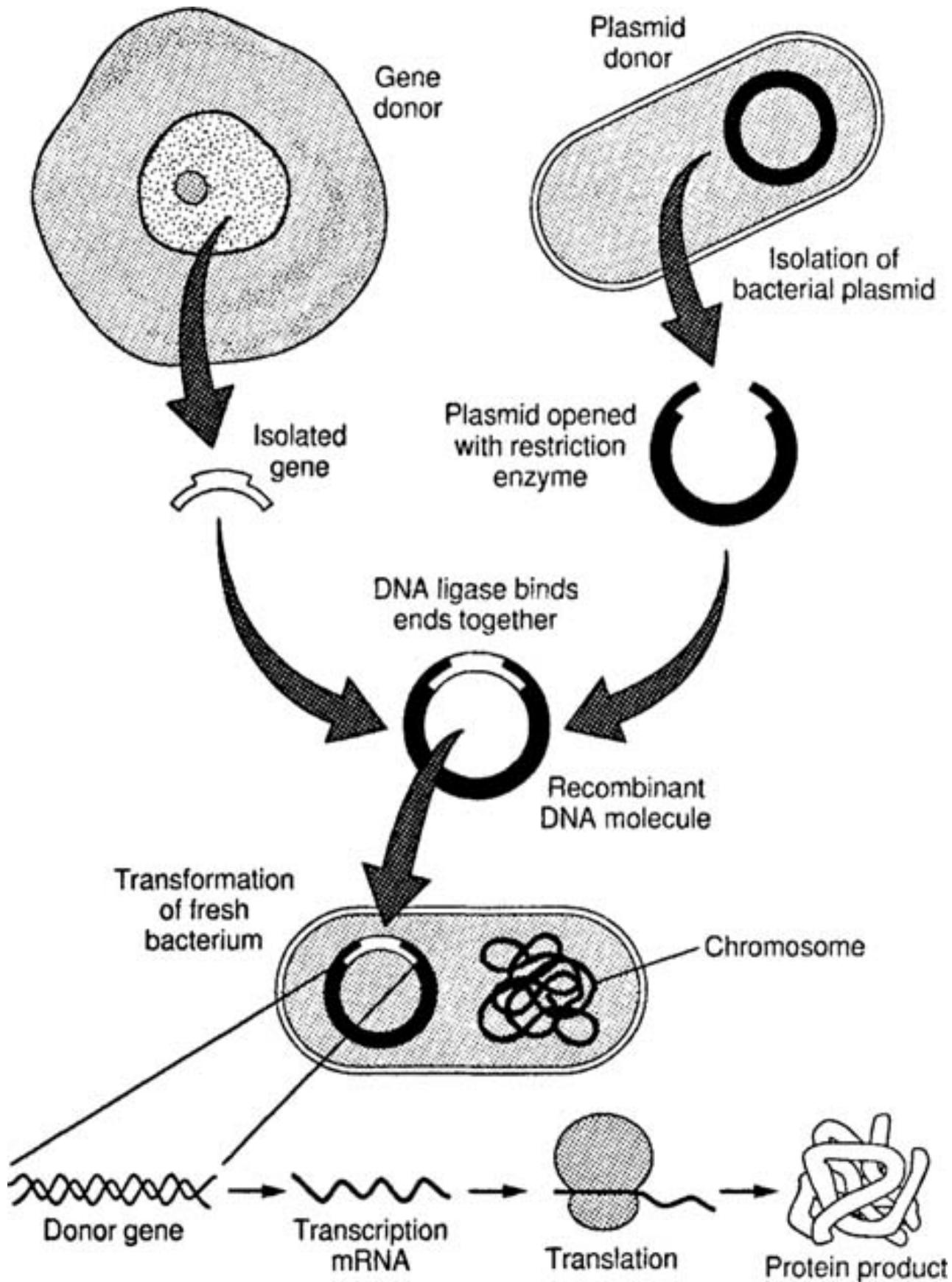
A vector, often a plasmid (small, circular DNA in bacteria) or a virus, is used to carry the desired gene into the target organism.

The vector is also cut using the same restriction enzymes to create compatible ends. The cut DNA from the source organism, containing the desired gene, is combined with the cut vector. DNA ligase is used to join the DNA fragments, creating a recombinant DNA molecule.

DNA மீள்கிணவு நுட்பத்தின் மூன்றாம் படி கடத்தியில் வைக்கப்பட்ட DNA துண்டம், ஒம்புயிரியினுள் (கெண்டை மீனின் கருமுட்டை) செலுத்தப்படும். ஒம்புயிரி, புதிய DNA பண்பையும், தனது சொந்த DNA பண்பையும் வெளிப்படுத்தும். அதாவது, கெண்டை மீனின் குஞ்சுகள், நூங்குமீனின் ஒளிரும் தன்மையை பெறலாம்!

The recombinant DNA is introduced into a host organism, often a bacterium or yeast. The host organism then replicates the recombinant DNA along with its own DNA. The host organism starts producing the protein encoded by the inserted gene.

This can have various applications, such as producing human insulin in bacteria.



കുലോനിന്റ്

ഒരു ഉമ്പിറിയിൽനാളേ പോലേവേ മരപുരീതിയില്ലെങ്കിൽ ഒക്തു മർഹോരു ഉമ്പിറിനത്തെ ചെയ്യുകയാക്കുന്നതു സ്വന്തമായി ഉന്നവാക്കുമ്പോൾ കുലോനിന്റ്. Cloning is a process in which an organism or a group of cells is produced that is genetically identical to another organism.

കുലോനിന്റെ കിൻ്റെ ഇരண്ടു വകുകകൾ

Reproductive Cloning (മുമ്പു ഉമ്പിറിനത്തെയും ഉന്നവാക്കുമ്പോൾ കുലോനിന്റ്)

Therapeutic Cloning (മുമ്പു ഉമ്പിറിനത്തെയും അല്ലാമല്ലെങ്കിൽ കുറിപ്പിട്ടു തിക്കുക്കണായോ, ചെല്കണായോ മട്ടുമോ ഉന്നവാക്കുകയാണ്)

[Reproductive Cloning involves creating an organism that is a genetic copy of another. In animals, this is typically done by somatic cell nuclear transfer. Therapeutic Cloning aims to produce embryonic stem cells for medical use. The cloned embryos are not implanted for development into a full organism but are used to harvest stem cells.]

Reproductive Cloning

Somatic Cell Nuclear Transfer என்பது ஒரு நுணுக்கமான ஆவலூட்டும் செயல்முறை. Somatic என்பது இனச்செல்களாகிய, விந்து மற்றும் அண்டசெல்களை தவிர்த்து, எஞ்சியுள்ள ஏனைய செல்களைக் குறிக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரினத்திடமிருந்து, அத்தகைய செல் தெரிவுசெய்யப்படும். அதே உயிரினத்தின் பெண் இனத்திலிருந்து கருமுட்டை செல் தெரிவாகும். அவ்வாறு தெரிவுசெய்யப்பட்ட கருமுட்டை செல்லின் உட்கரு நீக்கப்படும். உட்கரு நீக்கப்பட்ட கருமுட்டை செல்லினுள், ஆணிடமிருந்து தெரிவான உடலச்செல்லின் (Somatic Cell) உட்கரு இடப்படும். செல் பிரிதல், செயற்கையாக தூண்டப்படும். ஓரளவு, கருவளர்ச்சியடைகையில், ஒரு வளர்ப்புத்தாயின் உடலில் அது இடப்படும். டாலி என்ற செம்மறி ஆடு இவ்வாறுதான் குளோனிங் முறையில் உருவாக்கப்பட்டது. Somatic Cell Nuclear Transfer (SCNT) is a cloning technique that involves transferring the nucleus of a somatic cell (any cell in the body other than a sperm or egg cell) into an

enucleated egg cell. Somatic Cell refers to any cell in the body, excluding reproductive cells (sperm and egg cells). Somatic cells are diploid, containing the full set of chromosomes. Nuclear Transfer involves transferring the nucleus of a somatic cell, which contains the DNA, into another cell. A somatic cell is chosen as the donor cell. This cell could be taken from various tissues, depending on the organism being cloned. An egg cell (ova) is obtained from a female donor. The nucleus of this egg cell is removed, creating an enucleated egg. The nucleus of the somatic cell is extracted and inserted into the enucleated egg cell. This reconstructed egg now contains the genetic material of the donor somatic cell. The reconstructed egg is treated to stimulate cell division, typically using electrical or chemical methods. Once the cells divide and form an early-stage embryo, it can be implanted into a surrogate mother for

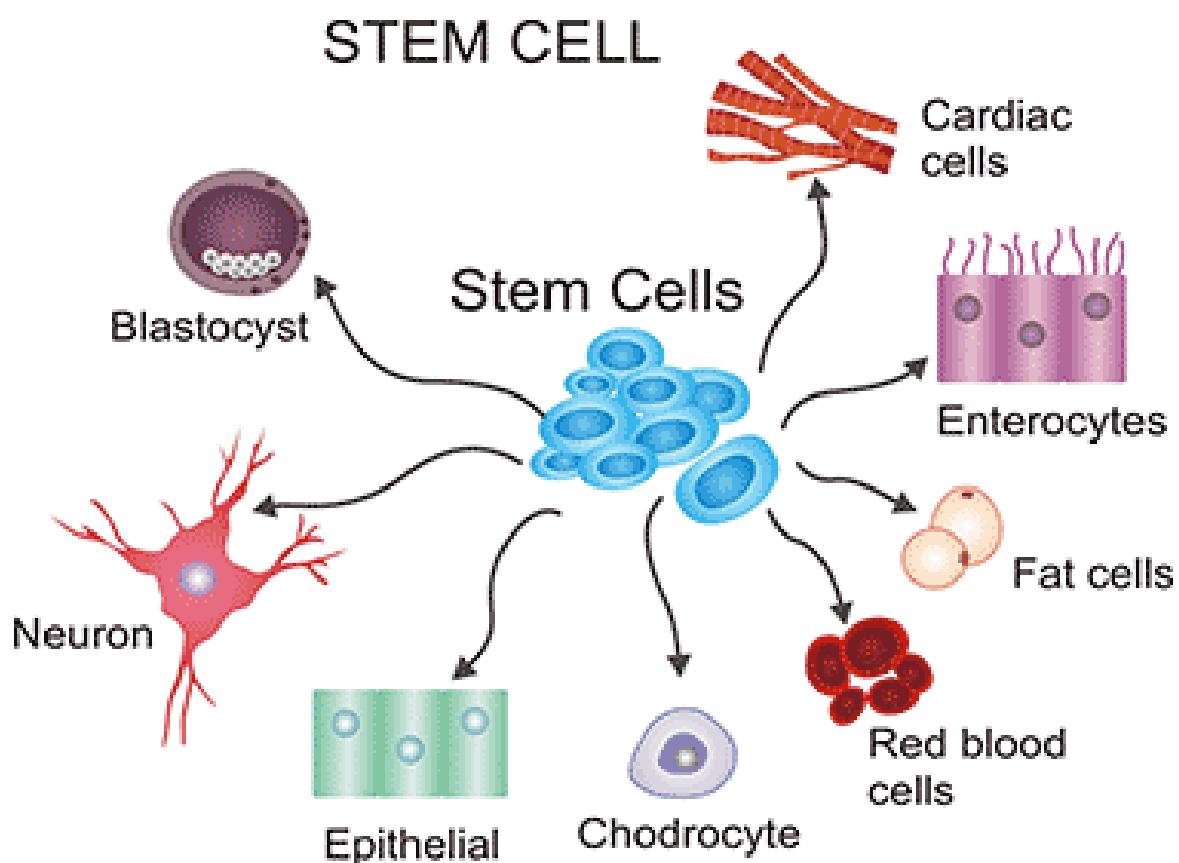
further development. In the case of Dolly, the famous cloned sheep, a mammary gland cell was taken from an adult sheep (the somatic cell donor). The nucleus of this cell was then transferred into an enucleated egg cell. The reconstructed egg was stimulated to divide and develop into an embryo, which was implanted into a surrogate ewe. Dolly was born as a genetically identical copy of the sheep that provided the somatic cell.

Stem Cells

கருத்திரிக்கும் போது தாய்க்கும் குழந்தைக்கும் இடையில் பாலத்தை உண்டாக்குவது தொப்புள் கொடி. இந்த தொப்புள் கொடி மூலமாகத்தான் குழந்தைக்கு தேவையான அனைத்து சத்துக்களும் ஆகாரங்களும் செல்கின்றன. இதில் குழந்தையின் இரத்தம் (80 மி.லி. அளவு) தொப்புள் கொடியில் இருக்கும். குழந்தை பிறந்ததும் தொப்புள் கொடியை வெட்டி விடுவோம். இதில் இருக்கும் கெட்டியான திசுக்கள், கொடியின்

கெட்டி பகுதி இரண்டிலும் குருத்தனுக்கள் (Stem Cells) இருக்கும். நமது உடலில் மொத்தம் 200 வகையான செல்கள் உள்ளன. குழந்தை பிறந்ததும் வெளியேறும் முதல் இரத்தத்தில் எல்லா வகையான செல்களும் உள்ளன. இந்த குருத்தனுக்களை சேமித்தாலே குழந்தையின் வாழ்நாளில் உடலில் எந்த உறுப்பில் குறைபாடு நேர்ந்தாலும் அதை சரிசெய்ய முடியும். இது குறித்து உலக அளவில் நடந்த அராய்ச்சியில் ஒப்பு கொண்டாலும், இன்னும் கூட இதற்கான அராய்ச்சிகள் தொடர்ந்து கொண்டு தான் இருக்கின்றன. ஓரிடத்தில் திசைவை மீட்டுருவாக்கம் செய்ய இந்த செல்கள் பெரிதும் உதவுகின்றன. Stem cells are undifferentiated cells with the unique ability to develop into various specialized cell types. They can be classified into embryonic stem cells (derived from embryos) and adult or somatic stem cells (found in various tissues). To preserve stem cells, methods like cord blood banking or isolating them from tissues are employed. Stem cells play a crucial role in regenerative medicine, offering the

potential to repair or replace damaged tissues. They are beneficial against diseases or injuries by promoting tissue regeneration. Transplanted stem cells can differentiate into specific cell types, aiding in the treatment of conditions such as leukemia, spinal cord injuries, and degenerative disorders. Harnessing the regenerative power of stem cells holds promise for advancing medical therapies.



Therapeutic Cloning

Reproductive Cloning പോലവേതാൻ ഇതുവുമ്! ആനാൽ, ഇങ്കു കുറിക്കോണാക ഇരുപ്പതു മുഴു ഉയിരി അല്ല! പെട്ടുപാളുമ் സ്റ്റെമ്പ് ചെല്കൾതാൻ. കുറു ഉരുവാക്കൈയില് ഉരുവാകുമ്പ് സ്റ്റെമ്പ് ചെല്കളുക്കാക്കവേ ഇന്ത കുണ്ണാനിന് മുരൈ പെട്ടുപാളുമ് ഉപയോകിക്കപ്പെടുകിരതു.

Therapeutic cloning involves taking a somatic cell from an individual, transferring its nucleus into an enucleated egg cell, and stimulating the resulting embryo to develop only to the early stage. The embryonic stem cells derived from this process can be harvested and utilized for medical purposes, such as generating tissues or cells to treat diseases in the same individual. Unlike reproductive cloning, therapeutic cloning does not aim to create a fully developed organism but focuses on harnessing the regenerative potential of embryonic stem cells for therapeutic applications.

பரிணாமம்

காலம் செல்ல செல்ல, சிறு சிறு மரபு மாற்றங்கள் ஒர் உயிரியிடம் ஏற்படும். இந்த நுண்மாற்றங்கள், அந்த உயிரிடம் பல மாற்றங்களை உண்டுபண்ணும். இதுவே, பரிணாமம் எனப்படுகிறது. Evolution is the process by which species of living organisms change over time through the gradual accumulation of small genetic variations. It is the fundamental concept that underlies the diversity of life on Earth.

படிவங்கள்

படிவங்கள், தொல்காலத்தில் வாழ்ந்து வீழ்ந்த உயிர்கள் விட்டுச்சென்ற எச்சங்களாகும். இவற்றை நோக்குவதன் மூலம், எவ்வாறு ஒர் உயிர் பரிணமித்துள்ளது என அறியலாம். Fossils are the preserved remains or traces of organisms from the past. They provide valuable evidence of life that existed on Earth millions or even billions of years ago.

படிவங்களின் இரண்டு வகைகள்

உட்படிவம் : உயிரினத்தின் எலும்பு, நகம், பல முதலான உடல் தொடர்பான எச்சங்கள்

தடயப்படிவம் : விலங்குகளால் உண்டான தடயங்கள்
(உதாரணம் : காலடித்தடம்)

Body Fossils are the actual remains of the organism, such as bones, teeth, or shells.
Trace Fossils are the indirect evidence, like footprints, burrows, or imprints of leaves.

படிவங்கள் உருவாதல்

பல நுணுக்கமான முறைகளில் படிவங்கள் உருவானாலும், மிக முக்கியமானவை மூன்றே முறைகள் தான்! தாதுவாக்கம்! கரியாக்கம்! உறைந்துபோதல்! தாதுவாக்கத்தில், மாண்ட ஓர் உயிரின் உடலிலுள்ள கரிமத்தை, பல தாதுக்கள் பதிலீடு செய்கையில், அந்த உயிரினத்தின் எச்சம் பாறைபோல் இறுகுகிறது. கரியாக்கத்தில், உயிரின் உடலிலுள்ள கரி மட்டும் எஞ்சிநின்று படிவமாகிறது. உறைந்துபோதலில், மாண்ட உயிரானது பனிக்கட்டியால் சூழப்பட்டு பல காலம் நிலைத்திருக்கும்.

Mineralization occurs when minerals replace the organic material of an organism, turning it into a rock-like substance. Carbonization leaves a carbon residue of the organism, often found in plant fossils. In Freezing, Organisms are preserved in ice, like mammoths found in Siberia.

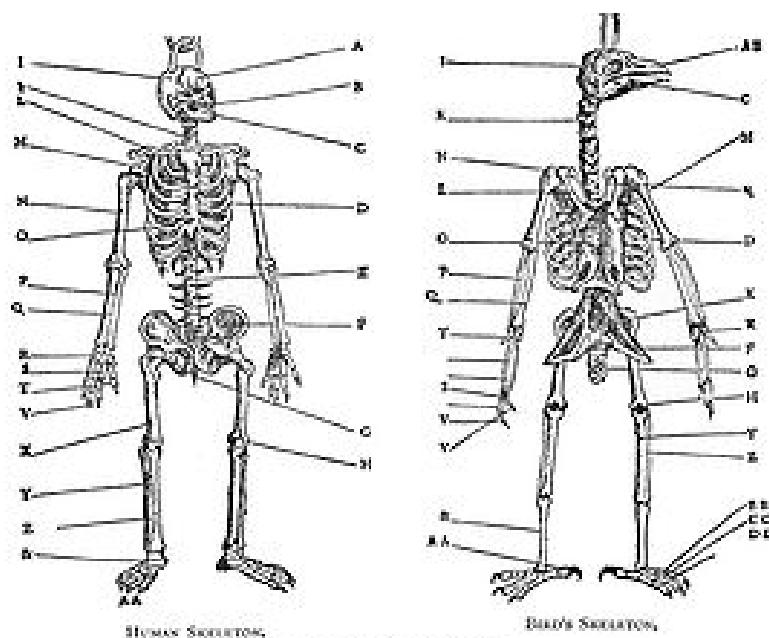
இராட்சத் பல்லிகளின் புதைபடிவங்கள் அதிகம் கிடைத்துள்ள நாடாக கூறப்படுவது அர்ஜென்டினா. One of the largest and most famous dinosaur fossil discoveries was made in the Patagonian region of Argentina. The site is known as the "Candeleros Formation" in the Neuquén Province. This region has yielded numerous dinosaur fossils, including some of the largest dinosaur species ever discovered.

ஒப்பீடு அமைப்பியல் (Comparative Anatomy)

பலதரப்பட்ட உயிர்களின், அமைப்பில் காணப்படும் வேறுபாடுகளை தொடர்புபடுத்தி கற்கும் ஒரு மரபியலின் உபயியலே ஒப்பீடு அமைப்பியல். இதற்கு ஓர் உதாரணமாக, சூரியனின் வாயை நாம் நம்முடைய வாயோடு ஒப்பிடலாம். “நம்முடைய” என கூறியது இரண்டு வார்த்தைகளையும் பிரித்துக்காட்ட மட்டும் தான்! நாமும் முதனிகள் (Primates) வகுப்பில் உள்ள சூரியனுக்கானதான்! நமது தாடை சூரியனின் உப்பிய வாயில் உள்ள தாடையை விட சிறியது. இந்த அமைப்பை நாம் ஒப்பீடு செய்கையில் விளங்குவது இதுதான். நாம் நெருப்பில் வெந்த பண்டங்களை உண்பதால், பரிணாம கால ஒட்டத்தில் தாடைகளுக்கான வேலையை சூரியத்துள்ளோம். சூரியனுக்கான தாடைகளை அதிகமாக பயன்படுத்துவதனால், அவற்றின் தாடை அகலமாயுள்ளது. Comparative anatomy is the study of similarities and differences in the anatomy (structure) of different organisms. It involves examining the body structures of various species.

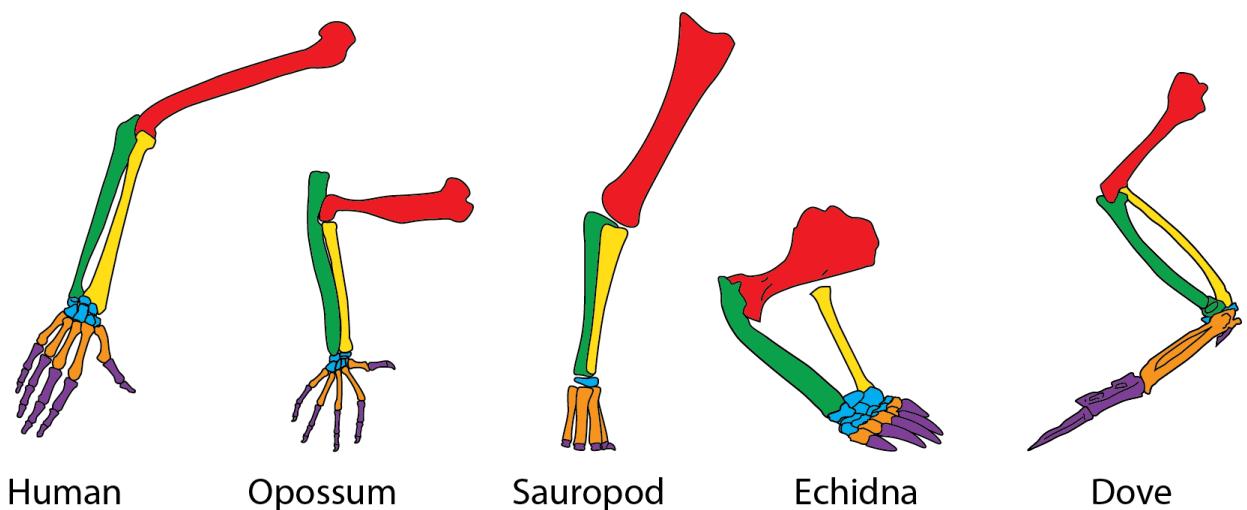
ஓரினத்தில் ஒத்த அமைப்புகள் ஒரே பரிணாம தொடக்கத்தை உடைய, ஆனால் வெவ்வேறு உயிர்களில் வெவ்வேறு செயல்பாட்டிற்கு பயன்படும் அமைப்புகள். உதாரணமாக, முன்னங்கால்களை கூறலாம். நம்மிடமும் சில குரங்குகளிடமும் இவை கைகளாக உள்ளன. (குரங்குகளும், மனிதர்களும் ஒரே பரிணாம தொடக்கத்தை உடைய விளங்குகள்)

Homologous Structures are the structures that have a common evolutionary origin but may serve different functions in different species. Example: The forelimbs of vertebrates, such as humans, bats, and whales, have similar bone structures, indicating a common ancestor.



ஒத்த அமைப்புகள்

இவை, வெவ்வேறு பரிணாம தொடக்கத்தையுடைய உயிரினங்களில் காணப்படும் ஒத்த அமைப்புகள். உதாரணமாக, புலியின் பரிணாம தொடக்கம் வேறு! மனிதனின் பரிணாம தொடக்கம் வேறு! ஆனால், இரண்டு விலங்குகளுக்கும் முன்னங்கால்கள் உள்ளன. ஒன்றிடம் கூரிய நகத்துடன், தரையை இறுக்கி, தசையை கிழிக்கும் வண்ணமும், மற்றொன்றிடம் மெகந்தி போடப்பட்டு, வண்ண வண்ணமாக நகப்பூச்சு பூசியபடியும் உள்ளது (கைகள்). Analogous structures are body parts that serve a similar function but have different origins or evolutionary backgrounds.

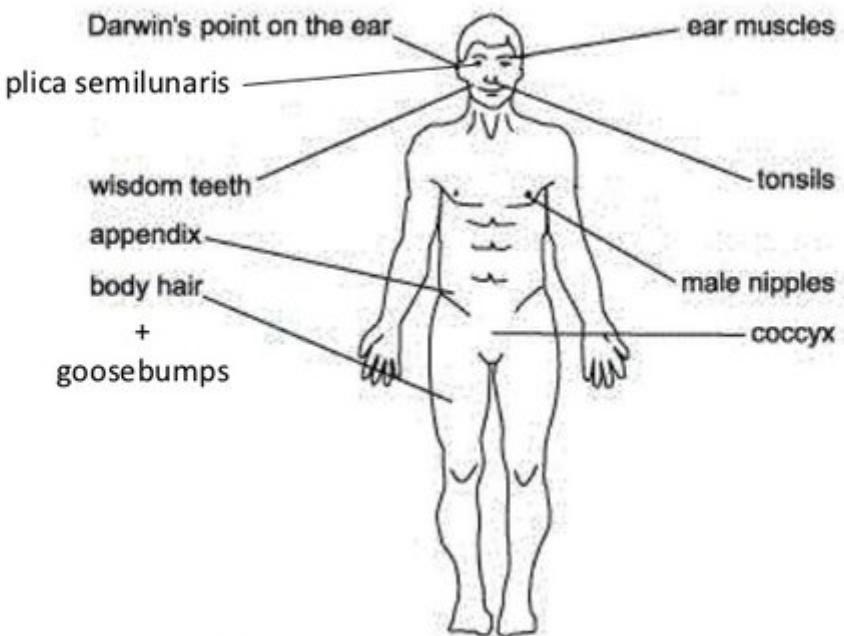


பயனின்றி எஞ்சும் அமைப்புகள் சில உயிரினங்களிடம், பயனில்லாமல் இருக்கும் உறுப்புகள் அப்படியே எஞ்சுகின்றன. உதாரணமாக, பென்குயினின் இறக்கைகளை கூறலாம். நடக்கவே தத்தளிக்கும் கோவாலு பறக்கவா போறாரு? அதுபோலவேதான், பாம்புகளின் வயிற்றுப்பகுதியில் எஞ்சியிருக்கும் சிறு கால் எலும்புகளும்! ஒரு காலத்தில், கால் உடைய முன்னோர்கள் பாம்பிற்கு இருந்திருக்கலாம். அவை, காலை அதிகமாக பயன்படுத்தாததால், கால்போனபோக்கில் போகாமல், வயிறுபோனபோக்கில் செல்ல செல்ல காலப்போக்கில் காலும் போச்சு! பாம்பு தீமை செய்ததால் அதன் கால்களை அது இழுக்க நேரிட்டது என்ற புனித மூடநம்பிக்கையை, ஒரு புனித குப்பைத்தொட்டியில் போட்டு மூடுவிடுங்கள் Please! Vestigial structures are like remnants of once-functional body parts that have lost their original purpose through evolution. In humans, the appendix, once possibly aiding in digestion, is now considered vestigial. Similarly, whales have small pelvic bones, remnants of land-

dwelling ancestors, and flightless birds like ostriches possess wings too small for flying. Snakes exhibit vestigial leg bones, reflecting their ancestral limb structure. These structures, though no longer serving their original functions, offer valuable insights into an organism's evolutionary history, highlighting the gradual changes that have shaped life over time.

Comparative Anatomy

Vestigial Structures on Humans



These structures are generally thought to be vestigial structures. Some of these structures may still have some function, but their primary function has been lost.

கரு தொட்ரியல் மற்றும் செயல்பாட்டு தொட்ரியல் ஒரு குடும்பத்தை சார்ந்த பல வகையான உயிர்களுக்கு, கருநிலையில் ஒரே மாதிரியான அமைப்புதான் இருக்குமாம். முதுகெலும்பு உடைய அனைத்து உயிரினங்களும், கருவில் இருக்கையில் ஒத்த அமைப்பை பெற்றிருப்பது ஓர் உதாரணம். இவ்வாறு, கருவில் இருக்கும் உயிர்களின் ஒற்றுமை வேற்றுமையின் படிப்பியலே, கரு தொட்ரியல். செயல்பாட்டு தொட்ரியல் என்பது, எப்படி இரு வேறு உயிர்களின் உடற்பண்புகள் செயல்படுகின்றன என ஆராயும் இயல். உதாரணமாக, மனிதன் மற்றும் மாட்டின் செரிமான மண்டலத்தின் இயக்கத்தை ஒப்பிடல். Embryological comparisons involve studying the developmental stages of embryos in different species to identify shared patterns and variations, offering insights into evolutionary relationships. This analysis often reveals common ancestry and helps researchers understand the underlying genetic and morphological changes over time. On the other hand, functional anatomy focuses on how specific

anatomical structures contribute to an organism's overall function and survival. By comparing the functional adaptations of various species, scientists gain a deeper understanding of how evolutionary pressures have shaped the diversity of life, highlighting the intricate relationship between form and function in the natural world.

இயற்கை தேர்வு கொள்கை

இயற்கை தேர்வு கொள்கையினை வெளியிடவேர் சார்லஸ் டார்வின். Natural selection is a fundamental concept in the theory of evolution proposed by Charles Darwin.

இயற்கை தேர்வு கொள்கையின் ஆதார கோட்பாடு உகந்த தகவமைப்புகளை பெற்ற உயிரினங்கள் மறு தலைமுறைக்கு கடத்தப்படும்! மற்றவை மறையும்! Organisms with advantageous traits are more likely to survive and reproduce, passing on their traits to offspring.

இயற்கை தேர்வு கொள்கையின்படி மரபு கடத்தல் பயன்தரும் மரபு பண்புகள் மட்டுமே அடுத்த தலைமுறைக்கு கடத்தப்படும்! Traits that contribute to an organism's success in surviving and reproducing are often passed on to the next generation.

நிலைத்திருக்க திண்டாடுதல்
ஒர் உயிரினம் அதிகமாக, சுற்றுச்சூழலால்
சமாளிக்கமுடியாத அளவுக்கு தன் இனத்தை
பெருக்கினால், நிலைத்திருக்கவே
திண்டாடவேண்டிய நிலை வந்திடும்! Populations
often produce more offspring than the
environment can support. This leads to
competition for resources, creating a
struggle for existence.

தகுந்தலை தப்பி பிழைத்தல்
கால ஓட்டத்துக்கு ஏற்றவாறு தன்
தகவமைப்புகளை மாற்றி நிலைப்பவையே தப்பி
உயிர்பிழைக்கும்! மற்றலை மறைந்திடும்!
Individuals with traits that enhance their
survival and reproduction in a given
environment are more likely to survive and
pass on their genes to the next generation.
This is often referred to as "survival of the
fittest."

மரபு சறுக்கம்

மரபு சறுக்கம் என்பது, ஒரு குறிப்பிட்ட உயிர்குலத்தின் அல்லீல்களின் எண்ணிக்கையில் எதிர்பாராதவிதமாக ஏற்படும் ஏற்ற இறக்கத்தை குறிக்கும். Genetic drift is a mechanism of evolution that occurs due to random changes in the gene pool of a population over time. It's particularly influential in small populations. Genetic drift refers to the random fluctuations in the frequency of alleles (different versions of a gene) in a population over generations. Unlike natural selection, which is driven by the fitness of traits, genetic drift is a stochastic process.

மரபு சறுக்கம் முழுதும் முன்னறுதி செய்யப்படாத ஒன்று. ஓர் இயற்கை பேரிடர் கூட, மரபு சறுக்கத்திற்கு வித்திடலாம். Genetic drift is driven by chance events, such as the disproportionate survival and reproduction of individuals by random luck rather than their inherent traits. Its effects are more pronounced in small populations where

chance events can have a significant impact on allele frequencies. மரபு சறுக்கம், நீல நிற இறகுகளையுடைய பறவைகளின் அல்லீஸ்களை அதிகமாகவும், செந்திற இறகுடையவற்றின் அல்லீஸ்களை வெகுவாக குறைத்தும் விட்டதென்றால், நீல நிற இறகுடையவை பன்மடங்கு பெருகி இறுதியில் அவற்றின் அல்லீஸ்கள் மட்டுமே அதிகமாயிருக்கும். Genetic drift can lead to the fixation of certain alleles, meaning that the entire population ends up with only one version of a particular gene, resulting in a loss of genetic diversity.

Bottleneck Effect

ஏதோ ஒரு காரணியால், ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரினத்தின் தொகை குறைந்துபோகிறது என்றும், அவ்வாறு தப்பிய உயிர்கள் நீலநிற இறகுக்கான அல்லீஸ்களையுடையவை என்றால் என்ன ஆகும்? நீலமே இனி தொடரும்! இதுவே Bottleneck! Imagine a population of a certain species that faces a natural disaster, such as a wildfire or a disease outbreak,

drastically reducing its size. The surviving individuals may not represent the original diversity of the population. If, by chance, the surviving individuals have a higher frequency of a particular allele for a trait, that allele may become dominant in the population. The overall genetic diversity of the population is significantly reduced due to the bottleneck.

Founders Effect

செந்நிற இறகுகளுக்கான அல்லீல்களையடைய பறவைகள் அந்தமான் தீவில் குடியேறுகின்றன என்போம். அவற்றின் வழித்தோன்றல்களிடம் வெளிப்படுவது செந்நிற இறகுகளாகத்தானேயிருக்கும்? அதாவது, முதாதையின் பண்பு வழித்தோன்றலில் தென்படுவது வாடிக்கை. இதுவே Founders Effect! இங்கு, நீலம் மற்றும் சிவப்பு நிற இறகுகளையடைய இரண்டு பறவைகளும் ஒரே இனங்கள் என்பதை நினைவில் இருத்தவேண்டும்.

Consider a small group of individuals from a population that decides to migrate and establish a new colony in a different environment. This founding population is likely to have a limited representation of the genetic diversity found in the larger source population. As this new colony grows, the allele frequencies present in the founding group become more prevalent in the population. The genetic makeup of the new colony might differ from the original population, not because of natural selection but due to the chance composition of the founders.

ஜீன் ஓட்டம்

ஒரினக்தில் உள்ள வேறுபட்ட உயிரினங்களில் ஒன்றின் ஜீன் மற்றொன்றிற்கு வருவது ஜீன் ஓட்டம் ஆகும். Gene flow, also known as gene migration or allele flow, refers to the transfer of genetic material (genes) from one population to another within a species.

This movement of genes occurs through the migration of individuals or their gametes (sperm or eggs) between populations.

கெண்டை மீனை எடுத்துக்கொள்வோம். ஒரு கெண்டை மீன் சூட்டம் கடலில் வாழ்கிறது. மற்றொரு சூட்டம் குளத்தில் வாழ்கிறது. கடலில் வாழும் கெண்டைகளுக்கு, அடர்த்தி அதிகமான உப்பு நீரில் நீந்துவதற்கு ஏற்றார்போல, வன்மையான இறக்கைகள் இருக்கலாம். குளத்து கெண்டைகளுக்கோ, மென்மையான இறக்கைகள் இருக்கலாம். கோடை மழை, குளத்தை கடலோடு இணைத்துவிட்டால், கடலில் உள்ள கெண்டைகள் குளத்திற்கு வரலாம். கடலூரு மக்கள் குளத்தாருல பொன்னு எடுக்கறப்போ, புது வகையான ஜீன்களையுடைய கெண்டை மீன் தோன்றும். இறக்கைகள், வன்மைக்கும் மென்மைக்கும் இடைப்பட்டதாகவோ, அரைகுறை வன்மை அல்லது மென்மையுடையதாக சூட தோன்றலாம். Imagine there are two separate populations of a certain species of fish, one in a river and another in a nearby lake. These populations are initially isolated from each other. Now,

during a period of heavy rainfall, the river floods, creating a temporary connection between the river and the lake. Some fish from the river are carried into the lake, and vice versa, due to the increased water flow. Fish from the river move into the lake, and fish from the lake move into the river due to the temporary connection. The migrating fish carry their unique genetic material, including different alleles, to the population they move into. This introduces new genetic diversity to both the river and lake populations. The exchange of genes contributes to increased genetic diversity in both populations. The fish in the river now have some genetic traits from the lake, and vice versa.

சிற்றினமாதல் (Speciation)

இரு முன்னோரிலிருந்து பல புது இனங்கள் பரிணமித்தலே சிற்றினமாதலாகும். Speciation is the process by which new and distinct species arise from a common ancestor. It involves the evolution of reproductive barriers that result in the separation of once-interbreeding populations.

தனித்திருப்பதால் சிற்றினமாதல் ஒரே உயிரன குழுக்கள் வெவ்வேறு நிலப்பகுதிகளில் வசிக்கையில் ஒவ்வொன்றில் காணப்படும் சூழ்நிலை மாற்றங்கள் அவற்றை தனித்த சிற்றினங்களாக்கும். உதாரணமாக, ஆப்பிரிக்க யானையையும், ஆசிய யானையையும் கொள்ளலாம். Allopatric Speciation occurs when a population is geographically isolated into different regions. Over time, the separated groups undergo independent evolutionary changes due to different environmental pressures, leading to the development of distinct traits.

If, after a period of isolation, the two populations come back into contact, they may no longer be able to interbreed successfully due to the accumulated genetic differences, resulting in the formation of two separate species.

ஓரிடத்திலிருந்தும் சிற்றினமாகல் ஓரிடத்தில் தங்கியபோதும் புது சிற்றினங்கள் கோண்றக்கூடும். இவை, ஒரே உயிரின கூட்டத்துள் ஏற்படும் இனப்பெருக்க செயல்பாடுகளிலுள்ள மாற்றங்களால் ஏற்படுவது. இதையே இரண்டாக பிரிக்கலாம். கருவறவுக்கு முன்னர் (Prezygotic) மற்றும் கருவறவுக்கு பின்னர் (Postzygotic) என. In contrast to allopatric speciation, sympatric speciation occurs without geographical isolation. This process often involves the development of reproductive barriers within the same geographic area. These barriers can be prezygotic (before fertilization) or postzygotic (after

fertilization), preventing or reducing the likelihood of successful interbreeding.

Prezygotic Barriers: These prevent the formation of a zygote (fertilized egg).

Behavioral Isolation: Differences in mating behaviors.

Temporal Isolation: Breeding at different times. Mechanical Isolation: Incompatibility of reproductive organs.

Postzygotic Barriers: These occur after the formation of a zygote.

Hybrid Inviability: Developmental issues in the hybrid.

Hybrid Sterility: Hybrids are sterile and cannot reproduce.

Hybrid Breakdown: Hybrids are viable but produce weak or sterile offspring.

ஹோமினிடுகள்

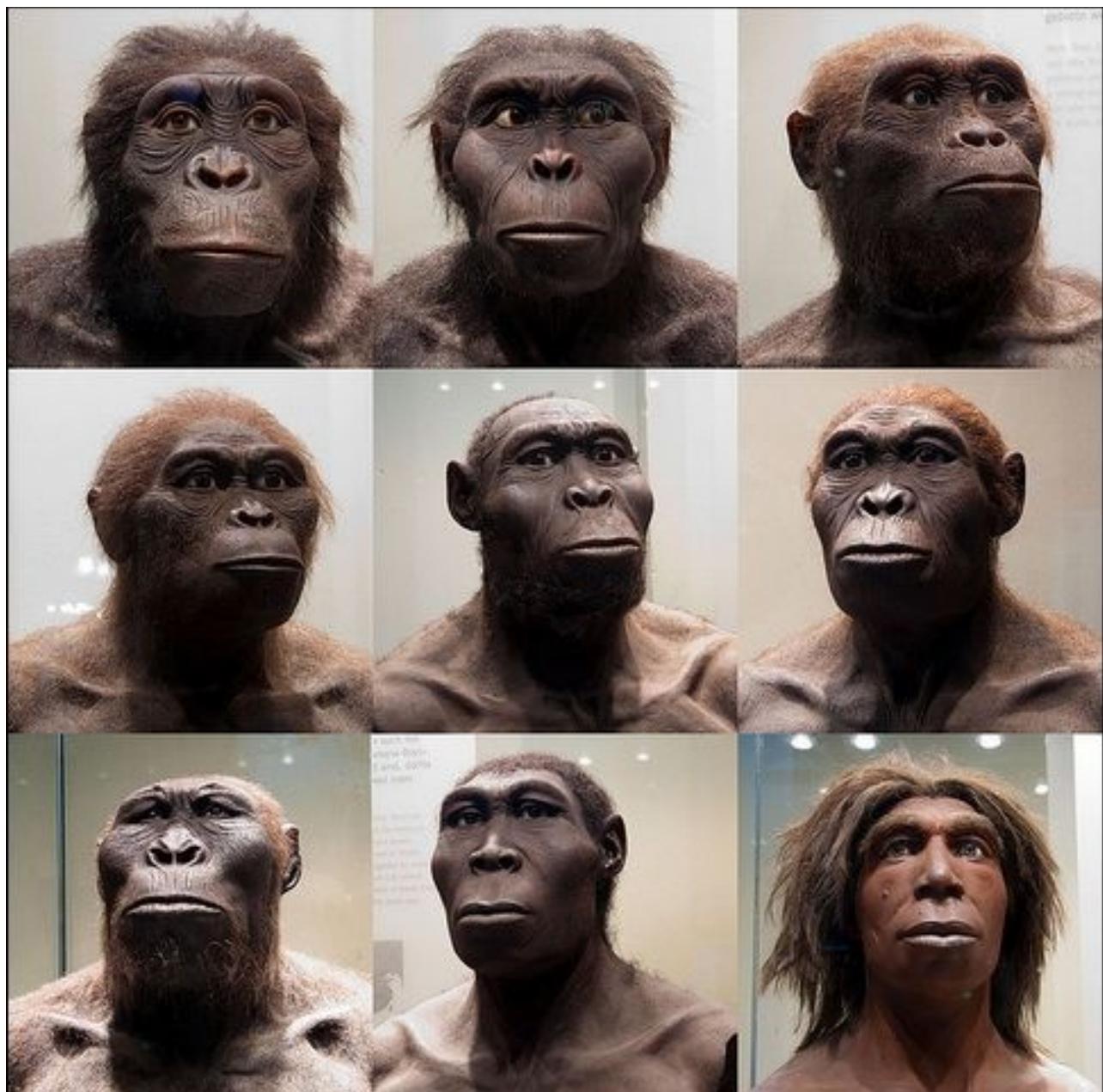
மனிதன் மற்றும் அவனோடு நெருங்கிய தொடர்புடைய பிற விலங்குகள் (மனித குரங்கு) ஹோமினிடுகள் வகுப்பில் வருகின்றன. Hominids belong to the family Hominidae, which includes great apes and their ancestors. The key members of this family are humans (*Homo sapiens*), chimpanzees (*Pan troglodytes*), bonobos (*Pan paniscus*), gorillas (*Gorilla gorilla*), and several extinct species.

Bipedalism : இரண்டு கால்களினாலும் நடக்க இயலும் தன்மை Bipedalism. Hominids are characterized by the ability to walk on two legs, or bipedalism. This is a significant adaptation that distinguishes them from other primates. ஹோமினிடுகளில் பெரிய மூளையை உடைய விலங்கு, மனிதன். Hominids, particularly humans, have relatively large brain sizes compared to other primates. This increased brain size is associated with

higher cognitive abilities. கருவிகளை பயன்படுத்த ஆரம்பித்த ஹோமினிடுகள் ஹோமோ ஹபிலிஸ். The name "Homo habilis" means "handy man," reflecting their association with the development and use of tools. While Homo habilis displayed some bipedal characteristics, they were not fully adapted to walking on two legs like later hominids.

முதன்முதலில் எழுந்து நின்று இரு கால்களால் நடக்க ஆரம்பித்த ஹோமினிடுகள் ஹோமோ ஏரக்டஸ். Homo erectus is characterized by a larger brain size than Homo habilis, marking a significant step in human evolution. They exhibited clear signs of bipedalism, indicating a more efficient mode of locomotion. இறந்தவர்களை புதைக்கும் பழக்கம் உடைய முதல் ஹோமினிடுகளாக அறியப்படுவர்கள் நியான்டர்தால் மனிதர்கள். Neanderthals are closely related to Homo sapiens, sharing a common ancestor. They lived in Europe and parts of Asia. Neanderthals had a robust build, adapted to

cold climates, and used tools. Evidence suggests they had symbolic thinking and burial practices, indicating a level of cultural sophistication. ஹோமினிடு குடும்பத்தில் அறிவுமிக்க சூட்டமாக கூறப்படுவது ஹோமோசேபியன்ஸ்.



Out of Africa Theory

முதல் மனிதன், ஆப்ரிக்காவில் பரிணமித்து பின்னர் அதை விடுத்து உலகெங்கும் பரவியதாக கூறும் கொள்கையே Out of Africa Theory. Out of Africa Theory suggests that Homo sapiens originated in Africa and then migrated and dispersed across the globe.

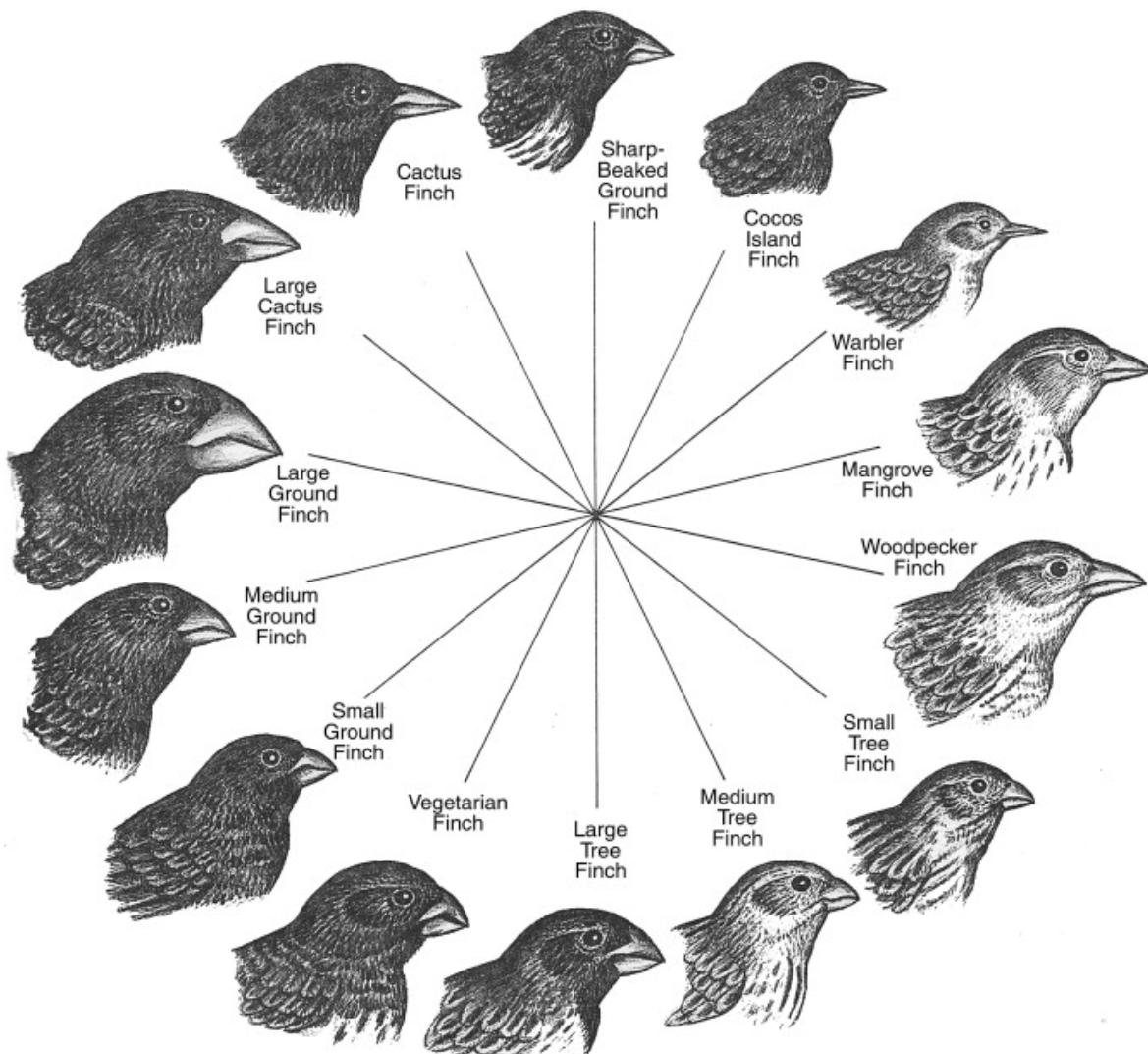
Multiregional Theory

உலகின் பல பகுதிகளில் தோன்றிய மனித இனம், ஜீன் ஓட்டத்தின் மூலமாக பலவாறு பரிணமித்திருக்கலாம் என்பது Multiregional Theory. Multiregional Theory proposes that Homo erectus, the precursor to Homo sapiens, evolved independently in different regions (Africa, Asia, Europe) and that gene flow occurred between these populations.

Adaptive Radiation

இரு முதாதையிலிருந்து, சூழ்நிலை மாற்றத்திற்கேற்ப மாற்றங்கொண்ட புது சிற்றினங்கள் தோன்றலாம். அவ்வாறு ஏற்படும் பரிணாமத்திற்கு, Adaptive Radiation என பெயர். Adaptive radiation refers to the evolutionary process in which a single ancestral species diversifies into a wide variety of forms, each adapted to a specific environment or ecological niche. This phenomenon often occurs when a population of organisms colonizes a new and diverse habitat, presenting various ecological opportunities. கேலோபேகஸ் தீவில் குடியேறிய Finches எனப்படும் சிட்டுக்கருவிகள், சூழ்நிலை மாற்றத்திற்கு ஏற்றவாறு பல சிற்றினங்களாக கிளைத்துள்ளன. A classic example of adaptive radiation is the finches on the Galápagos Islands.

A single ancestral finch species colonized the islands, and over time, they adapted to the various environmental conditions, resulting in different species with distinct beak shapes and feeding habits.

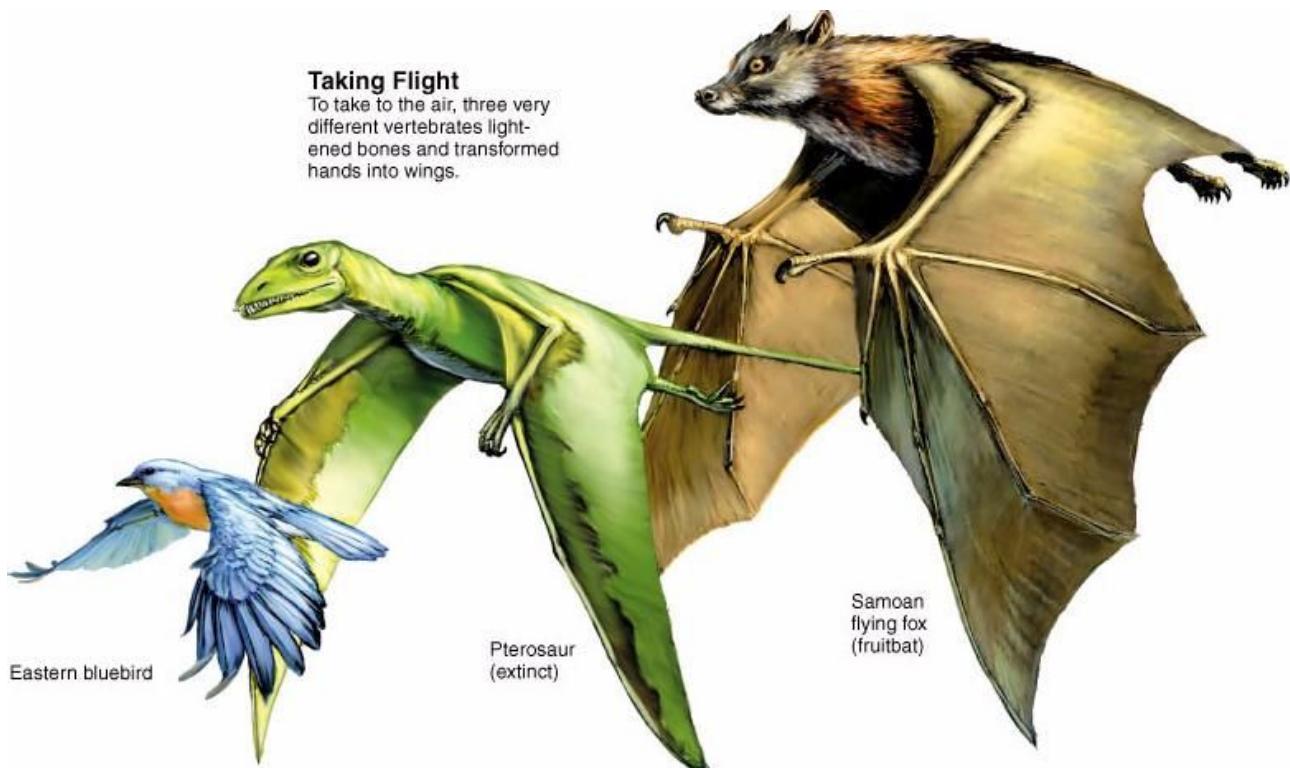


Convergent Evolution

ஒன்றுக்கொன்று சம்மந்தமேயில்லாத வேறுபட்ட உயிரினங்கள் ஒத்த சூழ்நிலையால் ஒரே மாதிரியான மரபு பண்புகளைப் பெறுவதுதான்

Convergent Evolution. Convergent evolution is a biological phenomenon where unrelated organisms develop similar traits or characteristics independently due to adapting to similar environmental challenges. Despite not sharing a recent common ancestor, these organisms evolve analogous features to meet similar ecological needs. வெளவால்களுக்கும், பச்சிகளுக்கும் பறக்கவேண்டிய ஒத்த சூழ்நிலை வரும்போது இரண்டும் ஒரே மாதிரியான மரபு பண்பாக, இறக்கைகளைப் பெறுகின்றன. இரண்டும் வேறு வேறு உயிரினங்கள். Bats (Mammals) and birds (Aves) are not closely related in terms of evolutionary history. However, both groups have developed wings as adaptations to their flying lifestyles. The wings of bats and birds have distinct

structural differences, with bats having flexible, membranous wings, while birds have rigid, feathered wings. In this case, the shared adaptation of wings for flight is a result of convergent evolution. The environments of both bats and birds presented a similar demand for efficient aerial mobility, leading to the independent evolution of analogous structures despite their evolutionary differences.



Creationism

பரிணாம கோட்பாடுகளை ஏற்காமல், அனைத்தும் இறைவனால் படைக்கப்பட்டது என நம்பும் கொள்கை. அவ்வாறு நம்புபவர்கள் **Creationists!**

People who reject the concept of evolution and believe in alternative explanations for the origin and diversity of life are often referred to as "creationists." Creationism is a belief system that generally involves the idea that life, or aspects of life, were created by a supernatural force, typically in accordance with a religious or mythological understanding.