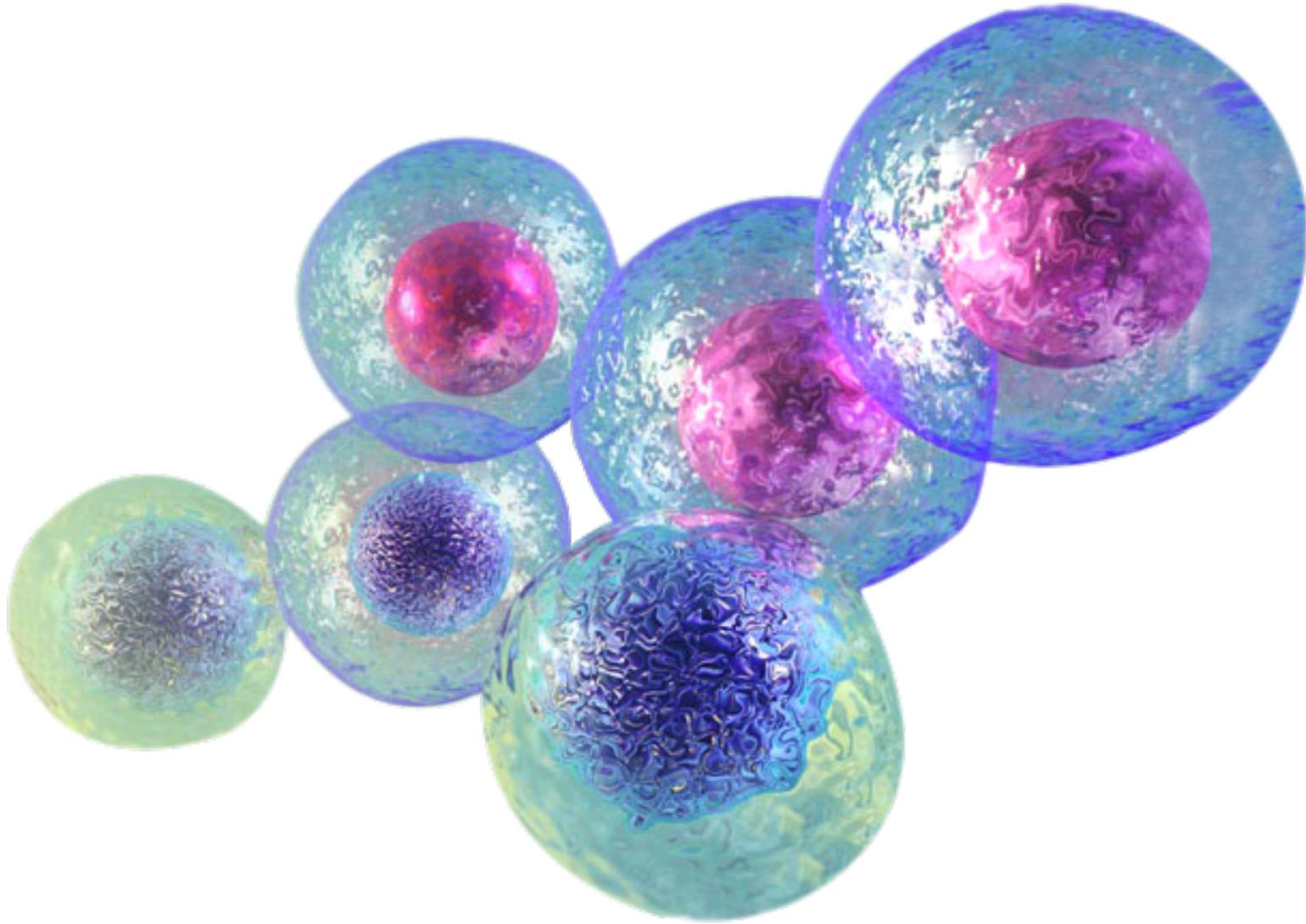


ARIHARASUDHAN'S

# CELL BIOLOGY

தமிழ் - English



## அணிந்துரை

முதலில் இந்த அற்புதமான “CELL BIOLOGY”

என்ற படைப்பிற்குத் தம்பியின் வாழ்த்துகள். இந்த புத்தகத்திற்கு அணிந்துரை எழுதும் அளவுக்கு எனக்கு தகுதி இருக்கிறதா என்றால், சற்று இருக்கிறது என்றே நினைக்கிறேன். எல்லாம் 2, 3 வருட நீட் பயிற்சி தந்த அனுபவம். புத்தகத்தைப் பற்றிய கதைக்கு அப்பறம் வருவோம். அதுக்கு முன்னாடி, ஆசிரியரைப் பற்றி சிலவிடயங்களைச் சொல்லியாக வேண்டும். என்னதான் ஒரே ஊர்க்காரனா இருந்தாலும் இரண்டு பேரும் சந்திக்க வாய்ப்பு கிடைத்தது 5, 6 வருடங்களுக்கு முன் முகநூலில் தான். அன்று தொடங்கிய நட்பு இன்றும் தொடர்கிறது.

என்றும் தொடரும். இவ்வருடத்தில், அரியின் வாழ்க்கையில் பல முக்கியமான நிகழ்வுகளைப் பார்க்கிறேன். அந்த நிகழ்வுகள் அவனுக்கு எந்த அளவு மகிழ்ச்சியை தந்திருக்குமோ அதைவிட ஒருபடி மேல் நான் மகிழ்ந்திருக்கிறேன். ஆம்! நம்ம கூட்டத்தில் ஒருத்தன் எங்கயோ ஒரு தென்கோடி கிராமத்துல் இருந்து வந்து, அத்தனை கடனமான சூழ்நிலைகளும் கடந்து தனது கிராமத்தின் “முதல் SOFTWARE ENGINEER”-ஆக வளர்ந்து நிற்கும் போது தோழனாய் மகிழ்வது இயல்பு தானே.. அண்ணன் வயது இருந்தாலும் நானும் அரியும் மொழி, சமயம், அறிவியல் என்று பேசாத் தலைப்புகள் இல்லை. அரி நல்ல மென்பொறியாளர் என்பதற்கு மேல் நல்ல மொழி ஆய்வாளரும் கூட.

கிரேக்கம், இலத்தீன் போன்ற மொழிகளில் தமிழின் சாயல் இருப்பது, கிரேக்க நாட்டுக்கடவுளர்கள் நம் தமிழ் கடவுளர்களை ஒத்து இருப்பது எல்லாம் அரிமிக நுணுக்கமாக ஆராய்ந்து சொல்லும்போது வியந்ததும் உண்டு. கடந்த 2.5 வருடங்களுக்கு மேல்

WhatsApp-ல் பொதுஅறிவு என்ற தலைப்பில் தவறாமல் தினமும் காலையில் 5 தகவல்களை அனுப்புவார். அதுவும் என்னவிடயம் தற்போது பேசுபொருளாக இருக்கிறதோ அதைப் பற்றியதாகவே இருக்கும். அவ்வளவு வேலைகளுக்கும் இடையில் இதெல்லாம்... அதுவும் இத்தனை வருடங்கள் மற்றவர்களுக்கு சாத்தியம் இல்லாத காரியம்! அந்த பொதுஅறிவுத் தகவல்கள் தான் இந்தப் புத்தகம் உருவாகக் காரணமாக அமைந்தது என்று நினைக்கிறேன். சரி. இப்போது

புத்தகத்தைப் பற்றிய கதைக்கு வருவோம்... அதான்  
எத்தனையோ புத்தகங்கள் இருக்கே. இதுல என்ன  
அப்படி பெரிய வித்தியாசம் என்று கேட்டால்,  
வித்தியாசம் கண்டிப்பாக இருக்கிறது. ஒரு  
வாத்தியார் சொல்லித்தருவதற்கும், நண்பன்  
சொல்லிக் தருவதற்கும் இருக்கும் வித்தியாசம்  
தான் அது. இந்த புத்தகத்தைப் பற்றி சொல்ல  
வேண்டியவை அதிகம். அதில் எனக்கு மிகவும்  
பிடித்த விடயம் தமிழ் – ஆங்கிலம் என  
இருமொழியிலும் புத்தகம் அமைத்தது தான். என்ன  
தான் தமிழ், தமிழ்வழி கல்வி என்று பேசினாலும்  
அதோடு சேர்ந்து துறை சார்ந்த வார்த்தைகளை  
ஆங்கிலத்தில் தெரிந்து வைத்திருப்பது காலத்தின்  
கட்டாயம். இது பள்ளிக்கல்வி முழுதும் தமிழில் கற்ற  
தமிழ்வழி மாணவனாய் நீட் தேர்வுக்குத்

தயாராகும்போது நான் பெற்ற அனுபவம். அந்த வகையில் இது தமிழ்வழி மாணவர்களுக்கு பேருதவியாக இருக்கும். கொசறு செய்தியாக ஒரு ஒரு தலைப்பு, இறுதியில் அது சார்ந்த நீட் கேள்விகள் வைத்தது இன்னும் சிறப்பு. எல்லாத் தலைப்புகளிலும் அதை எளிதாகப் புரிந்து கொள்ள திரைப்பட வசனங்களையும் பாடல்களையும் சேர்த்துள்ளது ஆழமாக அந்த தலைப்புகளைப் புரிந்து கொள்ள உதவும். அதிலும் ATP குறித்த விளக்கம் அதை என்றும் மனதில் நிறுத்தும். உயிரியல் மாணவர்கள் கூட பெரும்பாலும் அறிந்திராத “**MITOCHONDRIA APOPTOSIS**”, **MATERNAL DNA பற்றிப் பேசியுள்ளது,** **MITOCHONDRIA பற்றிய வழக்கமான புரிதலைத் தாண்டி அதன் புதிய புதிய பரிமாணங்களை அறியச்**

செய்து அவர்கள் அறிவு வானை விரிவுப்படுத்தும்.

மேலும் “DNA REPLICATION” இயல்பாக

மாணவர்கள் படிப்பதற்கு சிரமப்படும் பகுதி. ஆனால்

அறியோ சுவாரசியமான மொழிநடை, பாடல் வரிகள்

பயன்படுத்தி மூங்கில், பனங்கம்பு கொண்டு DNA

STRANDS அமைத்து, மல்லி, கனகாம்பரம்

கொண்டு DNA வில் மாலையே கட்டி முடித்து

விட்டார். “PUMP” என்ற வார்த்தைக்கு “எக்கி”

என்ற வார்த்தையைத் தேர்ந்தெடுத்து மிகப்

பொருத்தம் . பல ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு

முற்பட்டது அந்த வார்த்தை. பரிபாடலில்

பயன்படுத்தப்பட்ட சொல்லாடல் அது. அதனை

எளியத் தமிழ் வார்த்தைகளோடு பயன்படுத்தியது

மிகவும் மகிழ்ச்சி.

மொத்தத்தில் இந்நால் செல் குறித்து அறிவின் CAPSULE! எப்படி கோல்கை உறுப்புகள் புரதத்தைப் பெற்று சர்க்கரை மூலக்கூறுகளை சேர்த்து அதை உறுமாற்றி ஒரு கேப்ஸூலாகத் தருகின்றனவோ, அது போலவே தான் பெற்ற அறிவியல் அறிவில் தன்னுடைய கற்பனையும் சேர்த்து மாணவர்கள் பயன்பெறும் வகையில் ஒரு CAPSULE-லாக தந்துள்ளார். அறிந்தோர் அறிவை விரிவுப்படுத்தவும், அறியாதோர் அறிந்து கொள்ளவும் பயன்படுத்திக்கொள்ளவும். இன்னும் வாழ்வில் உயர்ந்து, நினைத்தவைப் பெற்று (?) தம்பிகளுக்கு முன்னுதாரணமாய் அமைய வாழ்த்துகளும் பாராட்டுகளும்....!!

சூரிய சுமார், காவல்கிணறு

# உள்ளடக்கம்

## 1. செல் உள்ளமைப்பியல்

செல்சவ்வு - சைட்டோபிளாசம் - உட்கரு -  
எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைப்பின்னல் - கோல்கை  
உறுப்புகள் - மைட்டோகாண்ட்ரியா - லைசோசோம் -  
பெராக்ஸிசோம் - சென்ட்ரோசோம்

## 2. செல் போக்குவரத்து

வரையறை - செயலுடைய போக்குவரத்து -  
செயலற்ற போக்குவரத்து - பயன்கள் - நுண்  
அமைப்புகள் - சோடியம் பொட்டாசியம் எக்கி

## 3. செல் சூழ்சி

INTERPHASE – MITOSIS – MEIOSIS(I) -  
MEIOSIS (II) - செல் சூழ்சி சீரமைப்புக்குத்தல்

## **4. மரபணுக்கள்**

DNA மூலக்கூறு - DNA பிரதியெடுத்தல் - DNA நோதிகள் - DNA Proof-Reading - RNA மூலக்கூறு - RNA-யின் வகைகள் - RNA Processing - மரபு சங்கேதம் - மரபணு திரிவு

## **5. செல் சமிக்ஞை**

Ligands மற்றும் Receptors - சமிக்ஞை கடத்துப்பாதை

## **6. ஓளிச்சேர்க்கை**

குளோரோஃபில் - குளோரோபிளாஸ்ட் - ஓளிவினை - இருள்வினை

## **7. செல் பரிணமித்தல்**

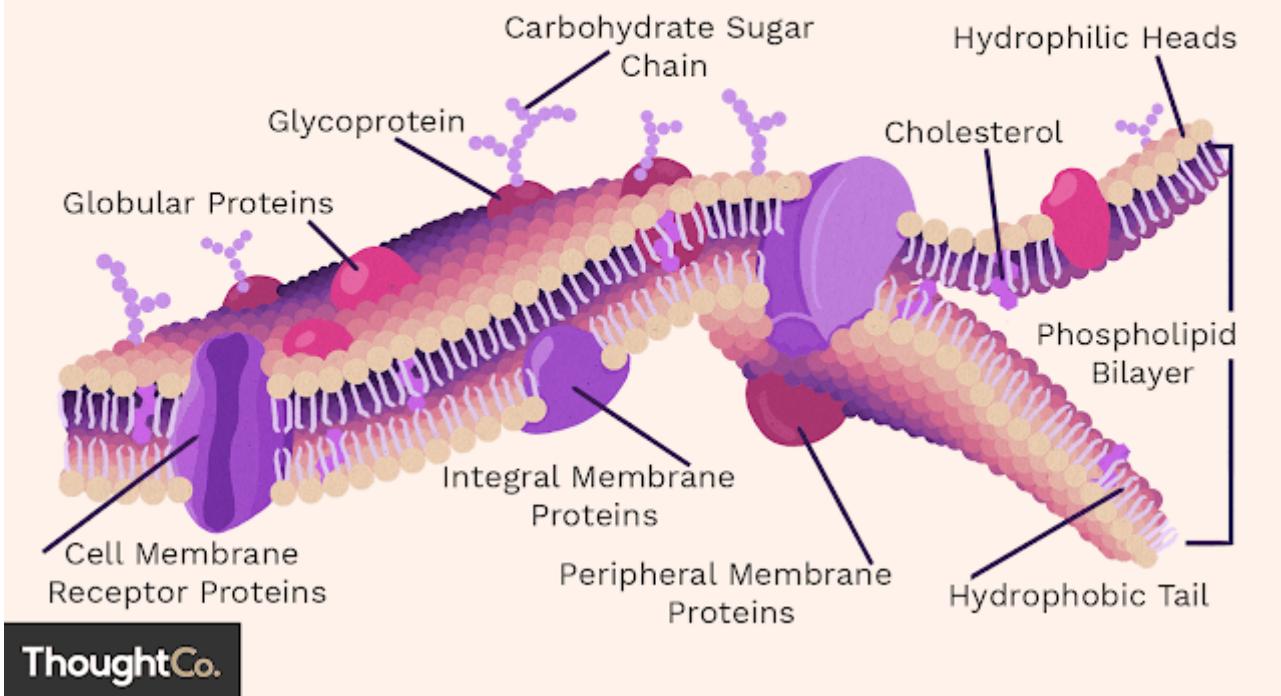
சிலியா மற்றும் ஃப்ளாஜெல்லா - மைக்ரோவில்லி - சந்திப்புகள் - டெஸ்மாசோம்கள்

କେଲ୍ ଉଚ୍ଚାରମ୍ପିଯାଳ୍

**CELL STRUCTURE**

# 1. செல்சவ்வு (Plasma Membrane)

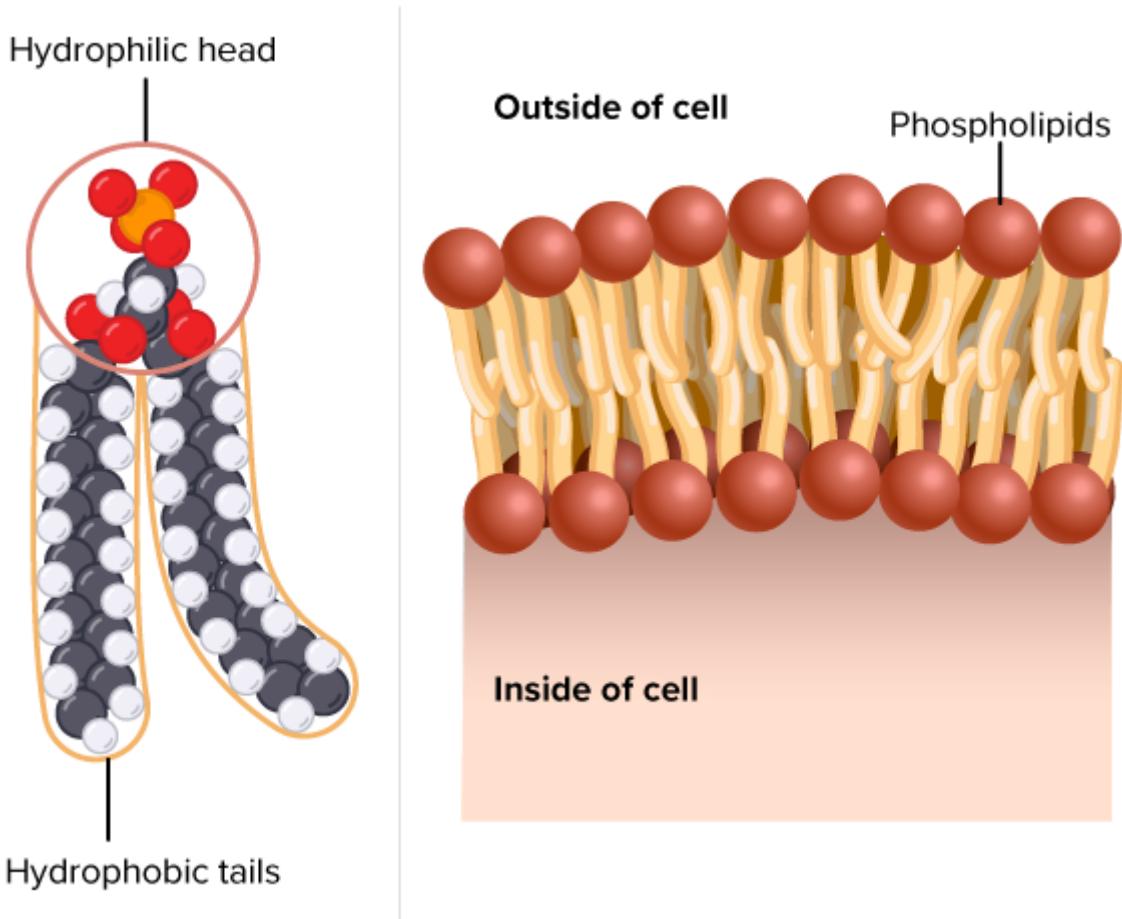
## Cell Membrane Structure



செல்சவ்வுக்கு, பாஸ்போலிபிட் பை லேயர் என பெயர். பாஸ்போலிபிட் பை லேயர் என்பது கொழுப்பினால் ஆன அடுக்கு ஆகும். இந்த அடுக்கில் புறதும் புதைக்கப்பட்டிருக்கும். செல்லுக்குள் நுழைவனவற்றை நிர்வகிக்கும் பொறுப்பு செல்சவ்வினது. The cell membrane is the outermost boundary of the cell. It is composed of a phospholipid bilayer with embedded proteins. It regulates the passage of substances in and out of the cell, controlling what enters and exits.

## அதென்ன பாஸ்போலிபிட் பை லேயர்?

லிபிட் என்பது கொழுப்பைக் குறிக்கும் சொல். இந்த கொழுப்பு மூலக்கூறு இரண்டு அடுக்குகளை உடையது. அதனால் இது பை லேயர் எனப்படுகிறது.

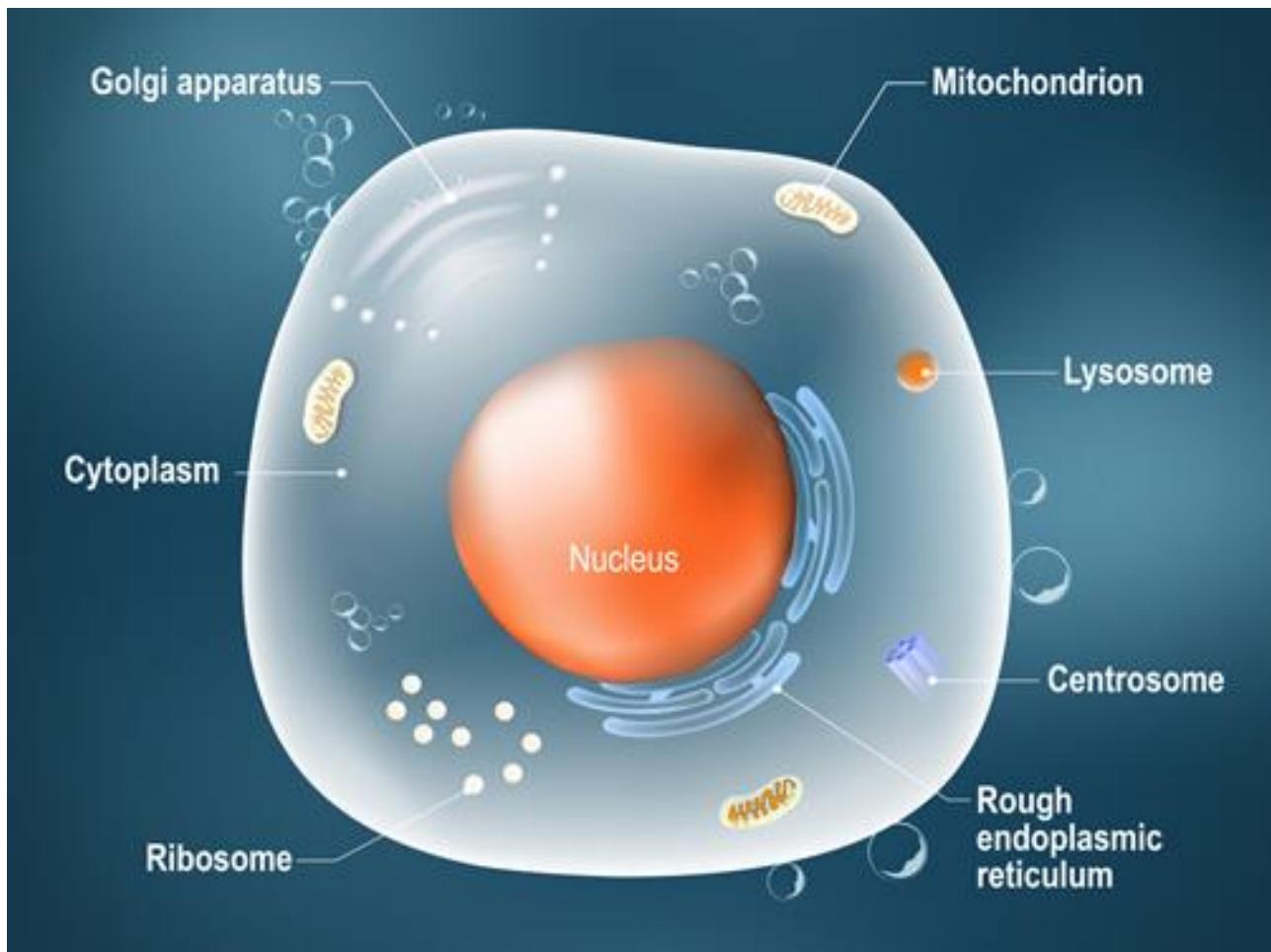


## இரண்டு அடுக்குகள்

பாஸ்போலிபிட் என்ற மூலக்கூறுக்கு அதன் அமைப்பில் தலையும் வாலும் உண்டு. இவற்றின் தலை, நீரை கவரும் (**Hydrophilic**). இவற்றின் வால், நீரை விலக்கும் (**Hydrophobic**).

வெளி அடுக்கில் இவற்றின் தலை தென்படும். எனவே வெளி அடுக்கு நீரை கவரும். உள் அடுக்கில் இவற்றின் வால் தென்படும். அது நீரை விலக்கும். The cell membrane is composed of two layers of these phospholipid molecules arranged in a specific way. The arrangement is such that the hydrophilic heads face outward towards the aqueous (water-based) environment both inside and outside the cell, while the hydrophobic tails are oriented inward, away from water.

## 2. கெட்டோபிளாசம் (Cytoplasm)



செல்லின் உட்பகுதியில் உள்ள ஜெல்லி போன்ற நீர்மத்திற்கு பெயர், கெட்டோபிளாசம். இங்குதான் பல செல் நுண்ணுறுப்புகள் காணப்பெறும். Cyto என்பது செல்லைக் குறிக்கும் சொல். Cytology என்றால் செல்லியல். The cytoplasm is a jelly-like substance that fills the cell's interior. It contains various organelles and is where many cellular processes occur.

## அக்வாபோரின்ஸ் (Aquaporins)

அக்வா என்பது நீரைக்குறிக்கும் சொல். போரின்ஸ் என்பது துளையுடையவை என்றாகும். போர்த்துளையிடுவது போலதான். இவை, பாஸ்போலிபிட் பை லேயர் என்று ஊராரால் அறியப்படும் செல்லின் புற அடுக்கில் காணப்படும் நுண்செல்கள். இவற்றின் வழியாகத்தான் நீர் செல்லினால் செல்லுவதும் வெளியேறுவதும்! Aquaporins are a class of membrane proteins that facilitate the transport of water molecules across cell membranes.

## செட்டோசோல் (Cytosol)

செல்லினால் நிரம்பியுள்ள செட்டோபிளாசத்தின் முக்கியமான அங்கம் செட்டோசோல். செட்டோபிளாசம் முழுமையான நீர்மம் அல்ல. அது நீர்மமும் திண்மமும் சேர்ந்த ஜெல் நிலைமத்தை உடையது. அதில் திரவநிலையில் உள்ளதைத்தான் செட்டோசோல் என்பர். Cytosol specifically refers to the aqueous component of the cytoplasm, where many metabolic reactions occur. Cytosol is the "liquid" part of the cytoplasm.

## செட்டோஸ்கெலிட்டன் (Cytoskeleton)

ஒரு செல்லின் செட்டோபிளாசுத்தில் புரதத்தால் ஆன நுண்ணிய வலை அமைப்புகள் காணப்படும். இவை, அந்த செல்லுக்கு அமைப்பை தருபவை. நம்மிலிருந்து நம் எலும்புக்கூட்டை நீக்கினால் நாமும் நக்கையாட்டம் நகரவேண்டியதுதான். நமக்கு எப்படி எலும்புக்கூடு ஓர் அமைப்பினை அளிக்கிறதோ அதுபோலவே செல்லின் அமைப்பினை செல் எலும்புக்கூடு தீர்மானிக்கிறது. The cytoplasm contains a network of protein filaments known as the cytoskeleton. This network includes microfilaments, microtubules, and intermediate filaments. The cytoskeleton provides structural support to the cell, helps maintain its shape, and is involved in cell division and intracellular transport.

## அமிபாய்டு நகர்ச்சி

அமிபா என்பது எந்த உருவுக்கும் மாறும் "ஒரு செல் உயிரினம்". "அல்லீப்ரா இவன் தேகம்! அமிபாவாய் உருமாறும்!" என்பது திரைப்பாடல் வரி! அமிபாய்டு நகர்ச்சி என்பது செல்லின் உருவம் எப்படி வேண்டுமானாலும் மாறும் இயல்பு. இதற்கு செட்டோபிளாசம் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. இது எல்லா செல்களினாலும் சாத்தியம் ஆகாது. இரத்த வெள்ளையனுக்கள் இதற்கு சிறந்த உதாரணம். கையில் ஓரிடத்தில் அடிப்படையிட்டது என்றால் அங்கு வெள்ளையனுக்கள் சென்றாகவேண்டும். அயல் பொருட்கள் உள்நுழைவதை தடுத்தாகவேண்டும்! உள்நுழைந்தவற்றை அழித்தாகவேண்டும்! அப்படியென்றால் இரத்த வெள்ளையனுக்கள் வேகமாக செல்லவேண்டும்! "குறுக்க இந்த கெளசிக் வந்தா?" என்று பல திசுக்கள் முகங்காட்டும். அவற்றிற்கூடே புகுந்து ஓடி வரவேண்டும். அப்படியென்றால் உருவத்தை அதற்கு ஏற்றார்போல் குறுக்கி பெருக்கினால் மட்டுமே முடியும்.

இருத்த வெள்ளையனுக்களின் சைட்டோபிளாசம் அதற்கேற்றார் போல குறுக்கி பெருக்கி நகரச்செய்யும். இதுவே அமிபாய்டு நகர்ச்சி! In some cells, particularly in certain white blood cells, cytoplasm plays a role in amoeboid movement. This movement allows cells to change shape and move through tissues to reach sites of infection or injury.

## Cytoplasmic Streaming

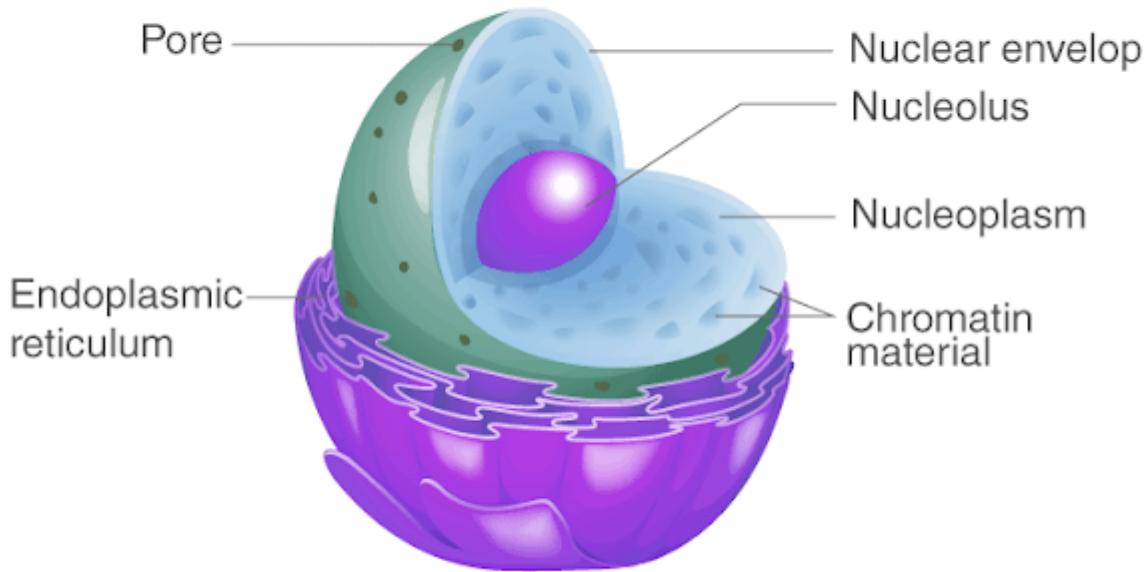
Streaming என்றால் (நீர்) பாயுதல் என பொருள். செல்லினுள் உள்ள சைட்டோபிளாசம் ஓரிடத்தில் நில்லாமல் அங்குமின்கும் சுழன்றுகொண்டு வரும். ஏன்? ஏன்? ஏன்? செல்லின் அனைத்து பகுதிக்கும் நீர் செல்லவேண்டும். தாதுக்கள் செல்லவேண்டும். அதுக்கு? ஒவ்வொரு உறுப்புகளாக பரிமாறிக்கொண்டிருந்தால் என்னைக்கு பந்தி முடியும்? அதனால் ஒரு கலக்கு கலக்கி, "எல்லாரும் எல்லாமும் பெறவேண்டும்! இங்கு இல்லாமை என்கின்ற நிலைவேண்டும்!" என அனைவரையும்

(அனைத்து செல் நுண்ணுறுப்புகளையும்) அடையும் வண்ணம் நடைபெறுவதுதான் செட்டோபிளாச் சுழல். ஒவ்வொருவராய் கணக்குப்பார்த்து கொடுத்துக் கொண்டிருந்தால் என்னைக்கு Climax வருவது என்று, துணிவு படத்தில், ஒரு பெரிய குழாயின் மூலம் தண்ணீரை அடிப்பதுபோல பணத்தை நாலாபறமும் வீச்சுசெய்வார் அந்த படத்தின் கொள்ளைக்கார ஹீரோ.

Cytoplasmic streaming helps distribute nutrients, water, and other essential substances evenly throughout the cell. This ensures that all parts of the cell receive the necessary materials for growth and metabolism. Cytoplasmic Streaming, ஒரு சூழ்சி போல நடைபெறும். குறிப்பிட்ட நேரம் ஒரு திசையிலும் பின்னர் பிரிதொரு திசையிலும் சூழலும். Cytoplasmic streaming occurs in a cyclical or circular manner. The cytoplasm moves in one direction for a period, and then it reverses its flow, creating a continuous, circular motion.

### 3. ഉടക്കു (Nucleus)

## Nucleus



ചെല്ലിനും ഇരുക്കുമ്പ് ഉടക്കു കോണവഴിവും ഉത്തേയതു. പുരത്തിലിരുന്തു ചെല്ലിനും നീര് വരുവதற്കു എപ്പഴി അക്വാപോറിൻസ് എന്പ്പട്ടം നുണ്ണതുണ്ടാകൾ ഉള്ളവകിന്റെനാഭോ, അതുപോലാഭോ ചെല്ലിനും ഇരുക്കുമ്പ് നീര് ഉടക്കുവിനും വരവും പല Nucleopores എന്പ്പട്ടം നുണ്ണതുണ്ടാകൾ ഉള്ളവകിന്റെനാ. വെള്ളമനേ നീര് മട്ടുമിന്റെ മൂലക്കൂർക്കളുംകൂട്ട് ഉൾനുമുയ്യ ഇവെ വല്ലിവകുക്കിന്റെനാ. The nucleus is typically spherical and has a double-membrane structure called the nuclear envelope.

This envelope has pores that allow the exchange of materials between the nucleus and the rest of the cell

NEET : What is the primary function of the nuclear pores in the nuclear envelope?

- A) Regulation of nuclear size
- B) Protection of DNA
- C) Facilitation of the movement of molecules in and out of the nucleus
- D) Synthesis of RNA

## NUCLEOPLASM

செல்லின் உட்கருவினுள் உள்ள அரைநீர்மநிலையில் உள்ள பொருள் நியூக்ஸியோபிளாசம். செல்லினுள் இருப்பது கைட்டோபிளாசம்! அந்த கைட்டோபிளாசத்தில் பெரும்பாலும் நீர்மமாய் உள்ளது கைட்டோசோல் என்றும் அறிந்தோம்! Inside the nucleus is a semi-fluid substance called nucleoplasm.

## NUCLEOLI

செல்லின் உட்கருவினுள் வெளியடுக்கு எதுவும் இல்லாமல் (Membraneless) ஒன்று அல்லது இரண்டு என்ற எண்ணிக்கையில் காணப்படும் வட்டவடிவ அமைப்புகள் நியூக்ஸியோளி. இந்த நியூக்ஸியோளிதான் ரிபோசோம்களை உற்பத்தி செய்யும். அந்த ரிபோசோம்கள்தான் புரதத்தை உற்பத்தி செய்யும். Nucleoli are small, round, membrane-less structures found inside the cell nucleus. They play a crucial role in the production of ribosomes, which are essential for protein synthesis.

## CHROMATIN

செல்லின் உட்கருவில் DNA-யோடு புரதம் பின்னி பின்னைந்து காணப்படும் அமைப்பு குரோமட்டின் வலைப்பின்னல். Chromatin is a complex of DNA and proteins found inside the nucleus of eukaryotic cells. It's the material that makes up chromosomes.

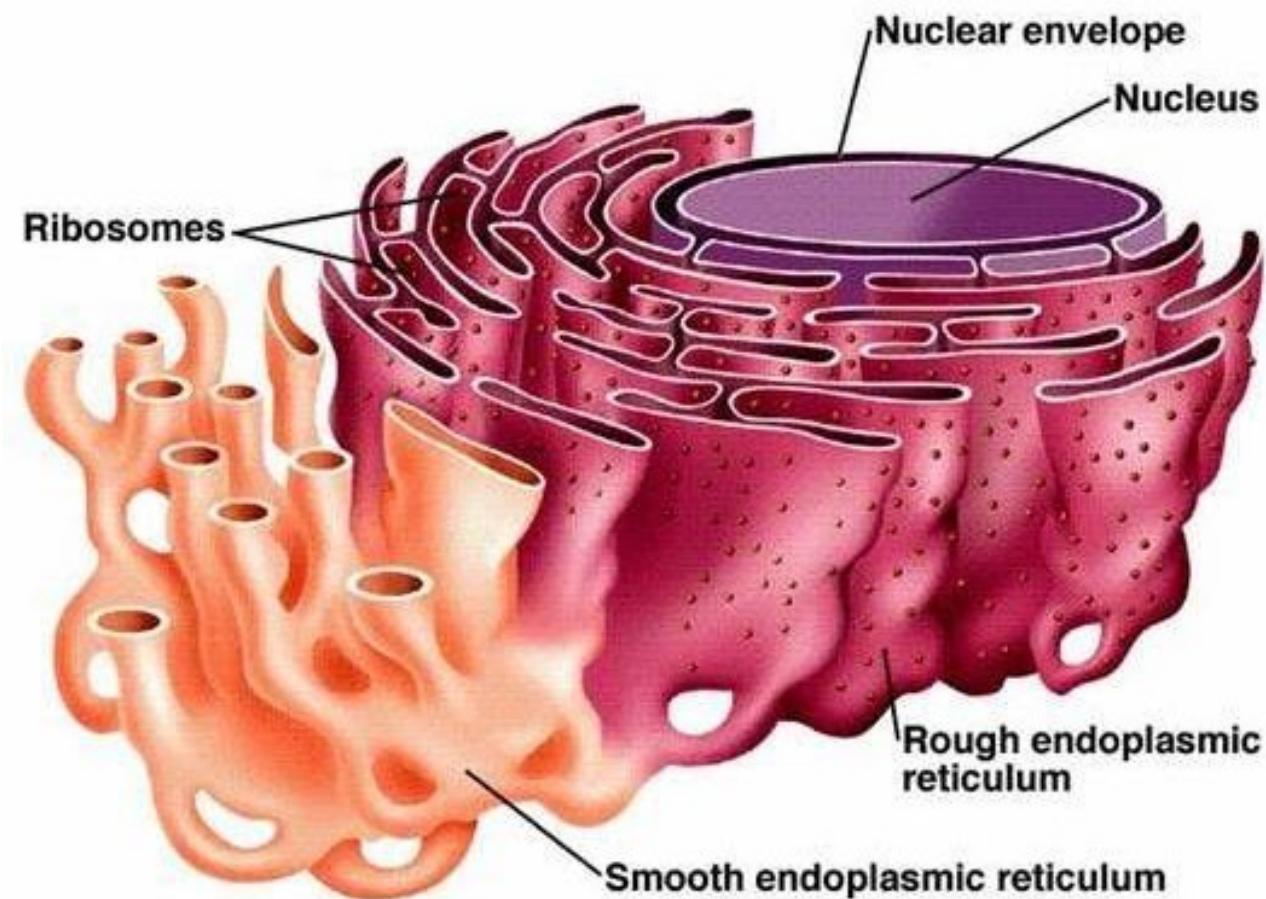
**NEET** : Which of the following components is found within the nucleus and contains the genetic material of the cell?

- A) Mitochondria
- B) Golgi apparatus
- C) Endoplasmic reticulum
- D) Chromatin

## **DNA IN NUCLEUS**

ஒரு செல்லில், DNA உட்கருவில் இருக்கும். The nucleus is often referred to as the control center of the cell, and it contains the cell's genetic material, which is in the form of DNA (deoxyribonucleic acid). The DNA in the nucleus carries the genetic instructions that are necessary for the cell's growth, development, and functioning.

#### 4. എൻടോപിളാസ്മിക് വലൈപ്പിൻ്റൽ (ER)



എൻടോപിളാസ്മിക് എൻ്റൂൾ "കൈട്ടോപിളാസ്മിക് തീർക്കു ഉണ്ട് വകിപ്പവേണേ!" എൻ്റു പൊന്തും. എൻടോ എൻ്റൂൾ ഉണ്ടോ എന്ന പൊന്തും. ഇതു ഒരു വലൈപ്പിൻ്റൽ (Reticulum : Latin) അമെപ്പു. The name Endoplasmic Reticulum is derived from its characteristics: Endoplasmic signifies that it is located within the cell, specifically within the cytoplasm. Reticulum describes its network-like structure, composed of interconnected

tubules and sacs. கடலோரம் கிடக்கும் மீன்வலைகளை நோட்டமிட்டால் அதில் மீன் கொக்கிகளும் மிதவைகளும் ஆங்காங்கே காணப்படும். அதுபோலவே எண்டோபிளாச வலைப்பின்னலிலும் சில அமைப்புகள் ஆங்காங்கே காணப்படுகின்றன. அவை நுண்குழாய்களும் (Tubules) நுண்பைகளும் (இவை சிஸ்ட்ரேனை : Cisternae எனப்படும்)! The Endoplasmic Reticulum (ER) is a membrane-bound organelle within eukaryotic cells consisting of a network of tubules and flattened sacs known as cisternae. These tubules and sacs are responsible for various essential cellular functions.

### இரண்டு வகைகள்

1. கடினமான வலை (Rough ER)
2. மிருதுவான வலை (Smooth ER)

ER என்பது Endoplasmic Reticulum என்பதன் சுருக்கம்.

## கடினமான எண்டோபிளாச் வலை

இந்த வலையில் பல ரிபோசோம்கள் காணப்படும். இவையே இந்த வலையை கந்தலான (Rough) அமைவைப் பெறவேப்பதை. இவை கல்லீரல் செல்களில் (Liver Cells) அதிகமாக காணப்படுகின்றன. ஆனால், கல்லீரலுக்கு ஒன்றென்றால் முன்வருவது Smooth ER தான்! ஏன்? ஏன்? ஏன்? பீட்ச கொஞ்சம் கடினமா இருக்கனுமோலையோ... உட்கருவினுள் இருக்கும் நியூக்ஸியோளியில் பிறக்கும் ரிபோசோம்கள், எண்டோபிளாச் வலைப்பின்னலுக்கு அனுப்பிவைக்கப்படுகின்றன. ரிபோசோம்கள் தன் பற்பரப்பில் வந்து ஓட்டியதும், எண்டோபிளாச் வலைப்பின்னல் Rough-ஆக மாறுகிறது. ரிபோசோம்கள், எண்டோபிளாச் வலைப்பின்னலில் தங்குகின்றன என்றால், கடினமான எண்டோபிளாச் வலைப்பின்னலில் என்ன நடக்கும்? புரத உற்பத்தி தானே!

The Rough ER earns its name due to its rough appearance, which results from the presence of ribosomes studding its surface. Its primary function revolves around protein synthesis. Ribosomes on the Rough ER synthesize proteins that may either be secreted from the cell or integrated into cell membranes. Additionally, this organelle plays a vital role in protein modification, ensuring that newly synthesized proteins are correctly folded and may undergo post-translational modifications, like glycosylation.

**NEET : Which type of Endoplasmic Reticulum is primarily involved in protein synthesis, and what is the key structural difference that gives it its name?**

- a) Rough ER; Ribosomes on its surface
- b) Smooth ER; Presence of lipid bilayers
- c) Rough ER; Presence of lipid bilayers
- d) Smooth ER; Ribosomes on its surface

**Answer:** a) Rough ER; Ribosomes on its surface

## மிருதுவான எண்டோபிளாச் வலை

இந்த வலைப்பின்னலில் எந்த ரிபோசோம்களும் காணப்படாது. இதில் கொழுப்பு உற்பத்தி நடக்கும். மேலும், கல்லீரலில் உள்ள நச்சு பொருட்களை நொதிகளின் செயல்பாட்டால் (Enzymatic Actions) அகற்றுவதும் இங்கேதான். நாம் உண்ணும் உணவில் எள்ளாவும் நச்சு இருக்கலாம். அதை சரிசெய்வது மிருதுவான எண்டோபிளாச் வலைதான். மேலும், கால்சியம் இங்கு சேகரமாகிறது. Smooth ஆக இருந்தால் பல விடயங்களை பண்ணலாம் என்பது முடிவு! கல்லீரலில் அதிக நச்சு சேர்ந்தாலோ இல்லை நோய்வாய்ப்பட்டாலோ மிருதுவான வலையால் தாங்கமுடியாமல் போகும் நிலைக்கு, ER Stress என்று பெயர் (Smooth ER be like : நானும் எவ்னவுநேரம்தான் வலிக்காத மாரியே நடிக்கிறது....) Smooth ER lacks ribosomes, giving it a smooth appearance. Its functions encompass lipid synthesis, detoxification of drugs and toxins (especially in the liver), and the storage of calcium ions essential for various cellular processes.

While the Rough ER specializes in protein-related activities, the Smooth ER primarily focuses on lipid synthesis, detoxification, and calcium storage, collectively contributing to the proper functioning of eukaryotic cells.

NEET : What is the main function of the Smooth Endoplasmic Reticulum (Smooth ER) in liver cells, and how does it achieve this function?

- a) Protein synthesis by ribosomes
- b) Lipid synthesis and detoxification; Enzymatic reactions
- c) Carbohydrate metabolism; Storage of glucose
- d) DNA replication; Chromosome organization

Answer: b) Lipid synthesis and detoxification; Enzymatic reactions

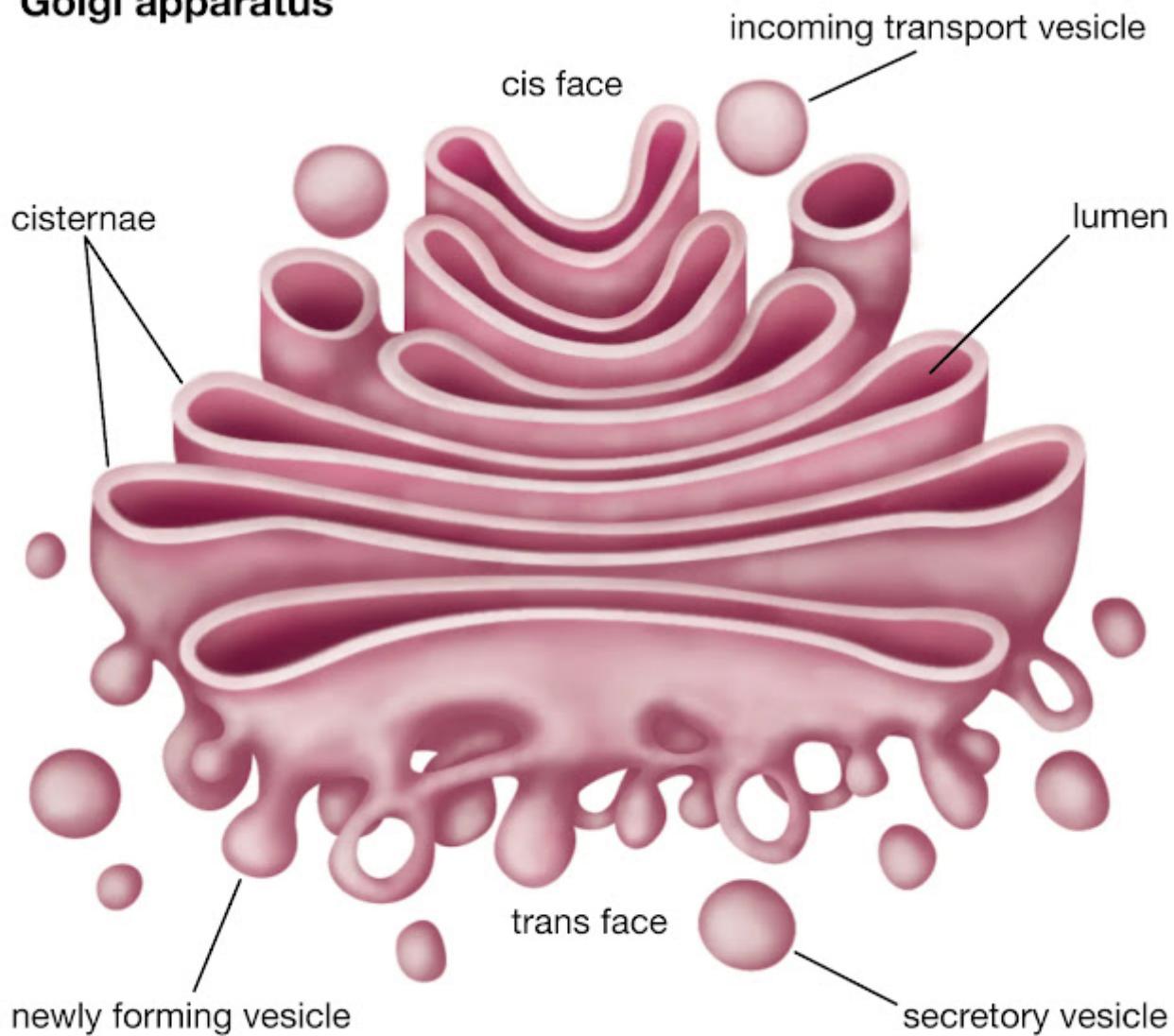
NEET : In certain liver diseases, the Smooth Endoplasmic Reticulum (Smooth ER) can become overwhelmed and less efficient at detoxifying drugs and toxins. What is the term for this condition, and how might it affect an individual's health?

- a) ER Overload; Improved drug metabolism
- b) ER Overdrive; Decreased drug metabolism
- c) ER Stress; Increased drug tolerance
- d) ER Boost; Enhanced drug excretion

Answer: c) ER Stress; Increased drug tolerance

## 5. കോൽക്ക ഉറപ്പുകൾ (Golgi Apparatus)

Golgi apparatus



© Encyclopædia Britannica, Inc.

ചെല്ലിന്റെ ഇരുക്കുമ്പ് കോൽക്ക ഉറപ്പുകൾ ഉടക്കുവിറ്റു അരുകേ, ഒൺ്റൻ മീതു ഒൺ്റു അടുക്കിവൈക്കപ്പട്ട നെന്നുപോன പെക്കണ്ണ പോൺ രൂ കാണപ്പടുമ്പ് ചെല്ല നുണ്ണുരുപ്പുകൾ. അന്ത നെന്നുപോന പെക്കു ചിസ്ടർ നേ എ പെയർ. ഇതുപോൺ ചിസ്ടർ നേ - പെ അമെപ്പുകൾ എൻടോപിളാസ വലൈയിലുമ്പ് കാണപ്പടുകൊണ്ടുനാ എ

அறிந்தோம். The Golgi Apparatus consists of a series of flattened membrane-bound sacs called cisternae. These cisternae are stacked on top of each other, resembling a stack of pancakes. It is typically located near the nucleus and is a part of the endomembrane system of the cell.

### கோல்கை உறுப்புகளின் பணி

எண்டோபிளாச் வலைப்பின்னலில் மிருதுவான ரகத்தில் கொழுப்பும், கடினமான ரகத்தில் புரதமும் உற்பத்தியாவதை அறிந்தோம். அந்த கொழுப்புகளையும் புரதங்களையும் அடுக்குதல் (Sorting) மற்றும் மாற்றம் (Modification) போன்றவை கோல்கை உறுப்புகளின் பணிகள். மேலும், கழிவுகளை தகர்த்துத்திரியும் வைசோசோம்களும் இங்கே பிறக்கின்றன. One of its primary functions is to modify, sort, and package proteins and lipids that are synthesized in the endoplasmic reticulum (ER). This modification can include adding or removing specific chemical groups or tags.

**NEET : Which of the following statements about the Golgi Apparatus is correct?**

- A. It is involved in protein synthesis.
  - B. It is responsible for detoxifying the cell.
  - C. It modifies, sorts, and packages proteins and lipids.
  - D. It stores genetic information in the form of DNA.
- Answer: C. It modifies, sorts, and packages proteins and lipids.

## **மாற்றம் (Modification)**

கொழுப்பாகயிருந்தாலும் சரி! புரதமாகயிருந்தாலும் சரி! ஒரு பணியில் அமர்த்தப்படும்போது அதற்கான மாறுதல்கள் தேவை! உதாரணமாக, ஃபைப்ரினோஜன் (Fibrinogen) என்பது இரத்தத்தில் உள்ள புரதம். இது ஃபைப்ரினாக மாற்றம் அடைந்தால்தான், இரத்தம் உறைதலில் பயன்தரமுடியும். இந்த மாற்றத்திற்கு, கோல்கை உறுப்புகள் காரணகர்த்தாவாகின்றன. இவை சில நூதிகளின் (Enzymes) உதவியால் புரதம் அல்லது கொழுப்பின் வேதிய அமைப்பை மாற்றி, ஒட்டுமொத்தமாக புதிதொன்றாக மாற்றுகின்றன. மேலும் பொதுவாக, எல்லா புரதம் மற்றும் கொழுப்பு மூலக்கூறுகளோடு இவை எள்ளளவு சர்க்கரையை சேர்க்கும். இந்த நிகழ்வு, கிளைக்கோசிலேஷன் எனப்படும். இதுவும் மாற்றமே!

ஒருவர் இயந்திரவியல் பொறியாளராகவோ, கட்டட பொறியாளராகவோ, கணினி பொறியாளராகவோ அல்லது மின்னணு பொறியாளராகவோ புதிதாக ஒரு நிறுவனத்தில் சேர்ந்தால், அதற்கு ஏற்றவாறு அவர் மாற்றப்படவேண்டும்.

"ஏட்டுச்சுரைக்காய்

கறிக்குதவாது" என்பார்கள். என்னதான் புத்தக கல்வி, புத்தியில் புகுந்திருந்தாலும், பட்டறிவு எனும் புதுமாற்றம் ஒருவரை பளிச்சென்றாக்கும்! மாற்றம் என்பது தேவை! Fibrinogen is a soluble protein present in blood plasma. In its unmodified form, it's unable to participate in blood clotting effectively.

**NEET :** During the modification of proteins in the Golgi Apparatus, what common post-translational modification often occurs?

- A. Phosphorylation
- B. Glycosylation
- C. Deamination
- D. DNA replication

Answer: B. Glycosylation

## அடுக்குதல் (Sorting)

அடுக்குதல் என்பது இந்த புரதம்/கொழுப்பு இந்த இடத்திற்குதான் செல்லவேண்டும் என நிர்ணயித்தலே! இது மாற்றத்தை தொடர்ந்து நிகழும். ஃபெப்ரினோஜன், ஃபெப்ரினாக மாற்றப்பட்டால், கோல்கை உறுப்பு அது எங்கு செல்லவேண்டும் என நிர்ணயித்து, அங்கே (அடிப்டு இரத்தம் வெளியேறும் பகுதி) அனுப்ப விஷையும். Sorting within the Golgi Apparatus refers to the process of determining where molecules should go next in the cell.

## கோல்கை உறுப்புகளின் இரண்டு முகங்கள்

முகங்கள் என்பதை, கோல்கை உறுப்பினுள் செல்லும் பாதையையும், அதைவிடுத்து வெளியேறும் பாதையையும் குறிக்கும். உள்ளே செல்லும் பாதை, Cis Face என்றும் வெளியே செல்லும் பாதை, Trans Face என்றும் அறியப்படும். Cis வழியே நூம் உள்ளே சென்றோம் என்றால் நுழைவில் சில மாற்றங்களை செய்து, நுழைவு மருத்துவராகவோ, பொறியாளராகவோ அடுக்கி, Trans வழியே வெளியே தள்ளிவிடும் கோல்கை உறுப்புகள்!

மாற்றங்கண்டு அடுக்கப்பட்டு வெளியேறும் புரதம் அல்லது கொழுப்புகள், சிறு பொட்டலம்போல ஆக்கப்பட்டுதான் வெளியேறுமாம். அந்த பொட்டலங்களுக்கு **Secretary Vesicles** என பெயர். The Golgi Apparatus has two distinct faces: the cis face (receiving side) and the trans face (shipping side). Molecules enter through the cis face and exit from the trans face after processing. Once molecules are properly processed and sorted within the Golgi, they are packaged into vesicles known as secretory vesicles. These vesicles can fuse with the cell membrane to release their contents outside the cell.

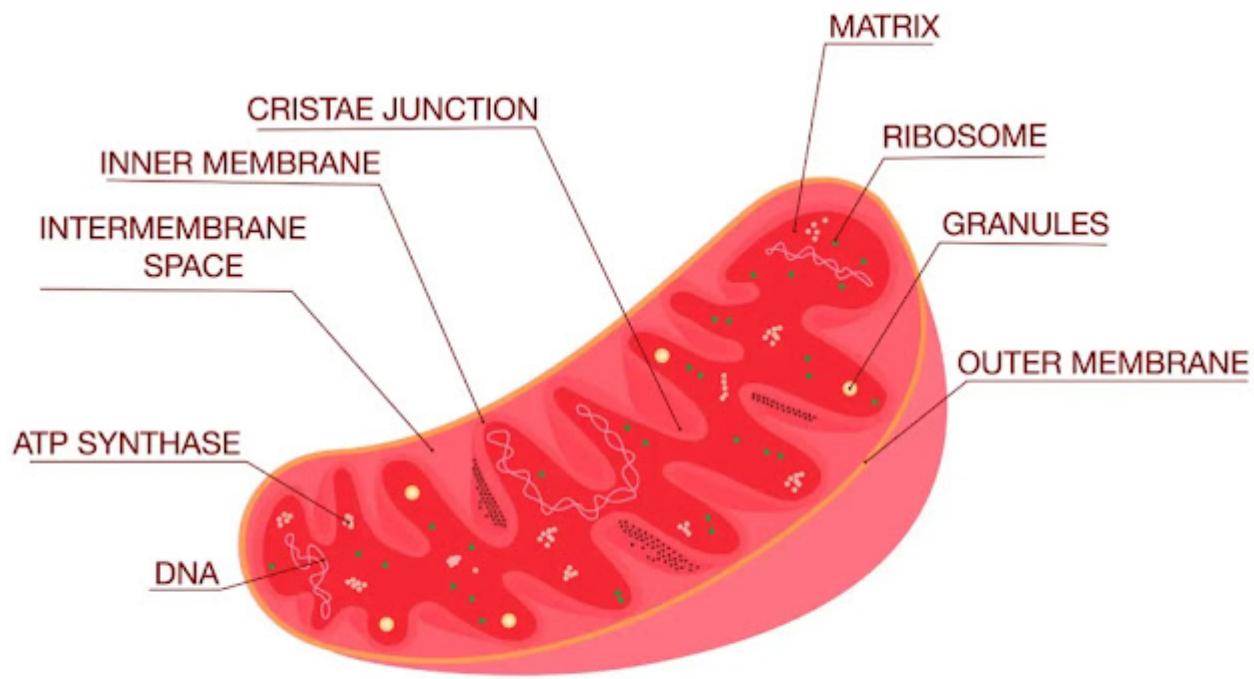
**NEET : What is the primary function of the trans face of the Golgi Apparatus?**

- A. Receiving molecules from the endoplasmic reticulum.
- B. Sorting and directing molecules to their final destinations.
- C. Adding sugar molecules to proteins.
- D. Detoxifying the cell.

**Answer:** B. Sorting and directing molecules to their final destinations.

## 6. மைட்டோகாண்ட்ரியா

# MITOCHONDRIA



செல்லினுள் காணப்படும் நுண்ணூறுப்புகள்

Mitochondria are membrane-bound organelles found in eukaryotic cells, known as the "powerhouses" of the cell due to their critical role in energy production.

ஆற்றல் தயாரிக்கும் மைட்டோகாண்ட்ரியா.

**NEET :** Which organelle is often referred to as the "powerhouse" of the cell due to its role in ATP production?

**Answer :** Mitochondria

## மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் அமைப்பு

இரண்டு படலங்களால் சூழப்பட்டிருக்கும் மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உள்ளடுக்கினுள் கிரிஸ்டே (Cristae) எனப்படும் மடிப்புகள் காணப்படும். இவை, மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் பரப்பினை அதிகரித்து ஆற்றல் உற்பத்தியில் முக்கிய பங்கு ஆற்றுபவை. Mitochondria have a double membrane structure - an outer mitochondrial membrane and an inner mitochondrial membrane. The inner membrane contains folds called cristae, which increase the surface area for chemical reactions.

**NEET :** Which component of the mitochondria is responsible for increasing the surface area and is involved in ATP synthesis?

- A) Outer Membrane
- B) Inner Membrane
- C) Cristae
- D) Matrix

**Answer :** C) Cristae

## ஆற்றல் மூலக்கூறுகள்

மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் உருவாகும் ஆற்றல் மூலக்கூறுகள் ATP எனப்படும் Adenosine Triphosphates. இவற்றை, செல்லின் ஆற்றல் நாணயங்கள் என்றும் அழைப்பதுண்டு. ஒரு ஐந்து ரூபாய் நாணயம் இருந்தால், எப்படி நம்மால் இஞ்சிமரப்பா வாங்கமுடியுமோ, அதுபோல ஓர் ATP மூலக்கூறு இருந்தால் அதற்கேற்ற அளவு ஆற்றல் செல்லில் உருவாகும். செல்கவாசம் என்று ஒன்று உண்டு! "செல்லுக்கு ஒரு முக்கு உண்டு... அதன் மூலம் சவாசிக்கும்" என எண்ணவேண்டாம். இது சற்று வித்தியாசமான சவாசம். இது மூன்று படியாக நடைபெறும். முதற்படியாக, கிளைக்கோலிசிஸ் எனும் நிகழ்வு. இது, செல்லின் உட்பகுதியில் சைட்டோபிளாசத்தில் வைத்து நடைபெறும். இதில் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு உடைக்கப்பட்டு, பைருவேட் (Pyruvate) மூலக்கூறுகளாக மாறி, சிறிதனவு ATP-யும், NADH (Nicotinamide Adenine Dinucleotide)-ம் உருவாகும். இந்த NADH என்பதும் ஓர் ஆற்றல் மூலக்கூறுதான். இது, ATP-

யை விட, சற்று அதிக ஆற்றல் உடையது. அதாவது, ATP ஐந்து ரூபாய் நாணயம் எனில், இது பத்து ரூபாய் நாணயம். இரண்டாம் படிக்கு, Krebs Cycle என பெயர். இது மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் எலும்புக்கூட்டுல் (Matrix) நடைபெறும். இதில், கிளைக்கோவிசிலில் உண்டான பைராவேட்டுகள் மேலும் உடைக்கப்பட்டு, இன்னும் கொஞ்சம் ATP, NADH உடன், புதிதாக FADH<sub>2</sub> (Flavin Adenine Dinucleotide)-ம் சேர்ந்து உருவாகும். இந்த புது மூலக்கூறு, முந்தைய இரண்டைவிட அதிக ஆற்றல் உடைய இருபது ரூபாய் நாணயம். மூன்றாவது படியாக, எலக்ட்ரான் நகர்வு சூழல் (Electron Transport Cycle) நடைபெறும். இறுதி Episode-ல், ஓன்டுவிடம் மந்திரக்கற்களை தூக்கிப்போடும் Super Team போல, FADH<sub>2</sub> மற்றும் NADH மூலக்கூறுகள் தங்கள், எலக்ட்ரான்கள் தூக்கி, Krebs Cycle-ல் வீசும். அவ்வாறு, எலக்ட்ரான் நகருகையில் புரோட்டான்கள் உந்தி தள்ளப்படும். அவை மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் எலும்புக்கூட்டை அடையும்போது அதிக அளவில் ATP மூலக்கூறுகள்

ഉരുവാകുമ். Cellular respiration is a fundamental biological process that takes place in cells to produce energy in the form of adenosine triphosphate (ATP). It's the process by which cells extract energy from organic molecules, typically glucose, and convert it into a form that can be used to power various cellular activities. There are three main stages of cellular respiration:

**Glycolysis:** This is the first step of cellular respiration, and it takes place in the cytoplasm of the cell. During glycolysis, a molecule of glucose is broken down into two molecules of pyruvate, producing a small amount of ATP and NADH (a molecule that carries energy). Glycolysis does not require oxygen and is considered anaerobic.

**Krebs Cycle (Citric Acid Cycle):** The Krebs cycle occurs in the mitochondria's matrix (the innermost compartment).

Each pyruvate produced in glycolysis is further broken down in the Krebs cycle. This cycle generates more ATP, NADH, and FADH<sub>2</sub> (another energy-carrying molecule).

**Electron Transport Chain (ETC):** The ETC takes place in the inner mitochondrial membrane. NADH and FADH<sub>2</sub> produced in glycolysis and the Krebs cycle donate electrons to the ETC. As electrons move through the chain, energy is gradually released, and this energy is used to pump protons (H<sup>+</sup> ions) across the inner mitochondrial membrane. The flow of protons back into the mitochondrial matrix through ATP synthase generates a large amount of ATP.

## கேவையற்ற செல்களை திட்டமிட்டு நீக்குவதில் மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் பங்கு

மைட்டோகாண்ட்ரியாவை, ஆற்றல் மையமாக மட்டும் தான் இந்த எட்டுப்பட்டியும் பெரும்பாலும் அறிந்திருக்கும். ஆனால், அதனால் கேவையற்ற செல்களை Eliminate செய்யவும் முடியும். இதற்கு, செல்லை குறுக்குதல், DNA-வை துண்டாக்குதல் முதலானவை அடிப்படை செயல்கள். ஒரு செல், இறக்கவேண்டும் என்றால், அதிலுள்ள DNA-வை துண்டாக்குதல், அதை குறுக்குதல் முதலானவை நடைபெறவேண்டும்.

முதன்முதலாக,

மைட்டோகாண்ட்ரியாதான் எனப்படும் மூலக்கூறை சைட்டோகுரோம் C எனப்படும் மூலக்கூறை வெளிவிடும். அது சைட்டோபிளாச்திலுள்ள புரத்தோடு சேர்ந்து அபாப்டோசோமை உருவாக்கும். இந்த அபாப்டோசோம், கேஸ்பேஸஸ் எனும் நொதிகளை இயக்குகின்றன. இவை புரோட்டைசுகள் (Protease). எப்படி ஈசுவரன் அழிலிப்பவரோ, அதுபோலவே புரோட்டைசுகளும் அழிப்பவைதான். புரோட்டைகளை அழிப்பவை! இவை செல்லின் புரதங்களை வெட்டி

கொல்லுகின்றன. புரதம் வெட்டப்படும்போது, செல் சுருங்கி, DNA துண்டாக்கமடைந்து, செல் இறக்கிறது. இவ்வாறு திட்டமிட்டு நடைபெறும் செல்சாவிற்கு அடாப்டாவிஸ் என பெயர். திட்டமிடாமல், கையிலோ காலிலோ அடிப்பட்டு அதன்மூலம், அந்த இடத்தில் நடைபெறும் செல்சாவிற்கு, நிக்ரோவிஸ் (Necrosis) என பெயர். Mitochondria play a critical role in apoptosis by releasing specific proteins, including cytochrome c, into the cytoplasm. This release is controlled by the mitochondrial outer membrane permeabilization (MOMP) process. Once in the cytoplasm, cytochrome c activates a cascade of protein enzymes called caspases, which ultimately lead to the destruction of the cell. This process is tightly regulated and serves as a key mechanism for programmed cell death, ensuring that damaged or unwanted cells are eliminated without causing harm to neighboring tissues.

**NEET** : Which cellular process involves the release of proteins from mitochondria, such as cytochrome c, triggering programmed cell death?

**Answer:** Apoptosis

## **MATERNAL INHERITANCE**

ஒரு மனிதரின் செல்களில் உள்ள, மைட்டோகாண்ட்ரிய பி.ஏ.எ. அவரது தாயின் மூலமாக அவருக்கு கிடைக்கப்பெறுகின்றன. அதாவது, மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் DNA, தாயின் மூலமாகத்தான் சேய்க்கு கிடைக்கும். தாயின் DNA என்பதனால் இது, Maternal Inheritance எனப்படுகிறது.

**NEET** : How is mitochondrial DNA (mtDNA) primarily inherited in humans?

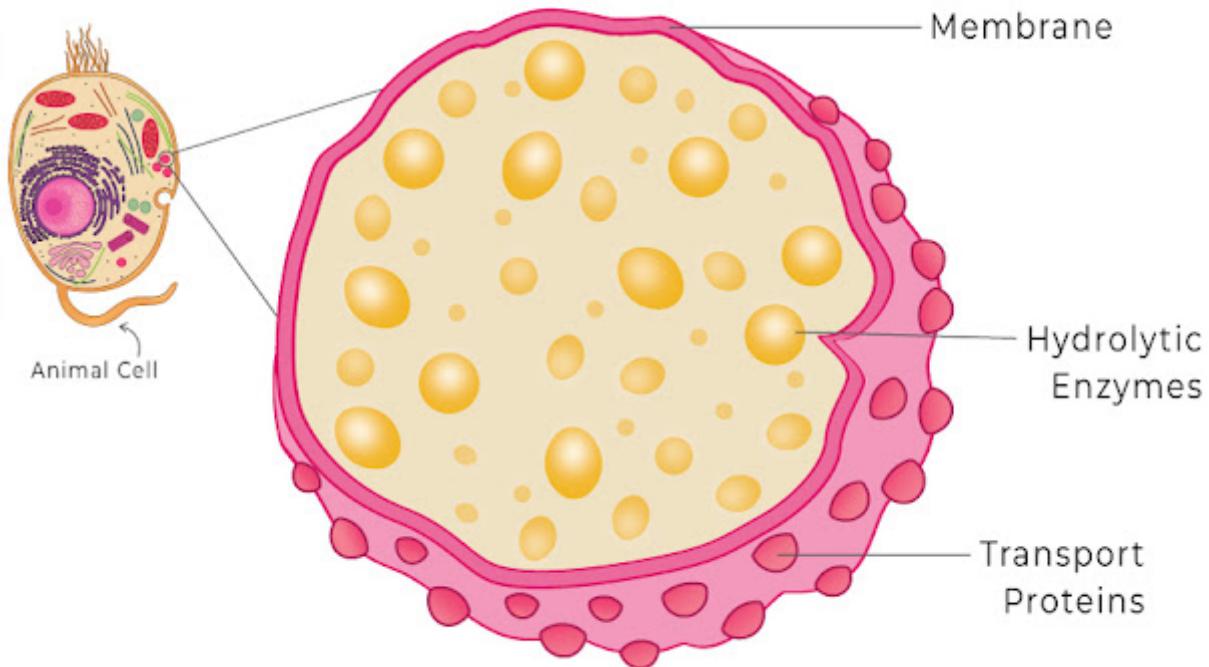
- A) Paternal Inheritance
- B) Random Inheritance
- C) Maternal Inheritance
- D) Sibling Inheritance

**Answer:** C) Maternal Inheritance

## 7. ലൈസോസോമ്

### Lysosome

ScienceFacts.net



ചെല്ലിന്റെ കാൻപ്പട്ടുമെ കമ്പിവു നീക്കമുണ്ടാക്കുന്നതുമെ ചെല്ലിൽ സ്ഥിതിയിലുണ്ട്. പാരിസ്ഥിതിക വ്യവസ്ഥയിൽ നൂറ്റാണ്ടുകളാണ് ലൈസോസോമുകൾ. Lysosomes are membrane-bound organelles found in eukaryotic cells, and they play a crucial role in cellular digestion and waste removal. Lysosomes contain various enzymes that break down dead cells and cellular debris. They also play a role in the recycling of materials within the cell. The diagram shows a lysosome with a pink membrane and a light-colored interior filled with small, yellowish vesicles. The vesicles represent the hydrolytic enzymes that break down waste products. The membrane is labeled 'Membrane' and 'Transport Proteins'. A small inset on the left shows a cross-section of an animal cell with various organelles like the nucleus, endoplasmic reticulum, and mitochondria.

**NEET :** Which of the following best describes the function of lysosomes in a cell?

**Answer :** Cellular digestion and waste removal

### செல்லின் வயிறு

லைசோசோமினுள் இருக்கும் நூதிகள், புரதம், கொழுப்பு முதலானவற்றை செரிக்கும் தன்மையுடையவை. எனவே, லைசோசோம் செல்லின் வயிறு எனப்படுகிறது. Lysosomes are often referred to as the "cell's stomach" because they contain enzymes capable of breaking down various biological molecules. They can digest proteins, lipids, carbohydrates, and nucleic acids.

### ஆட்டோஃபேகி

செல்லினுள் தேவையற்ற மூலக்கூறுகள் சேரும்போது, அவற்றை நீக்குவதற்கு நடைபெறும் செயல்தான் ஆட்டோஃபேகி. இதை, நடத்துவதே லைசோசோம் தான்! Lysosomes are responsible for degrading and recycling cellular waste materials, damaged

organelles, and foreign substances. This process is called autophagy.

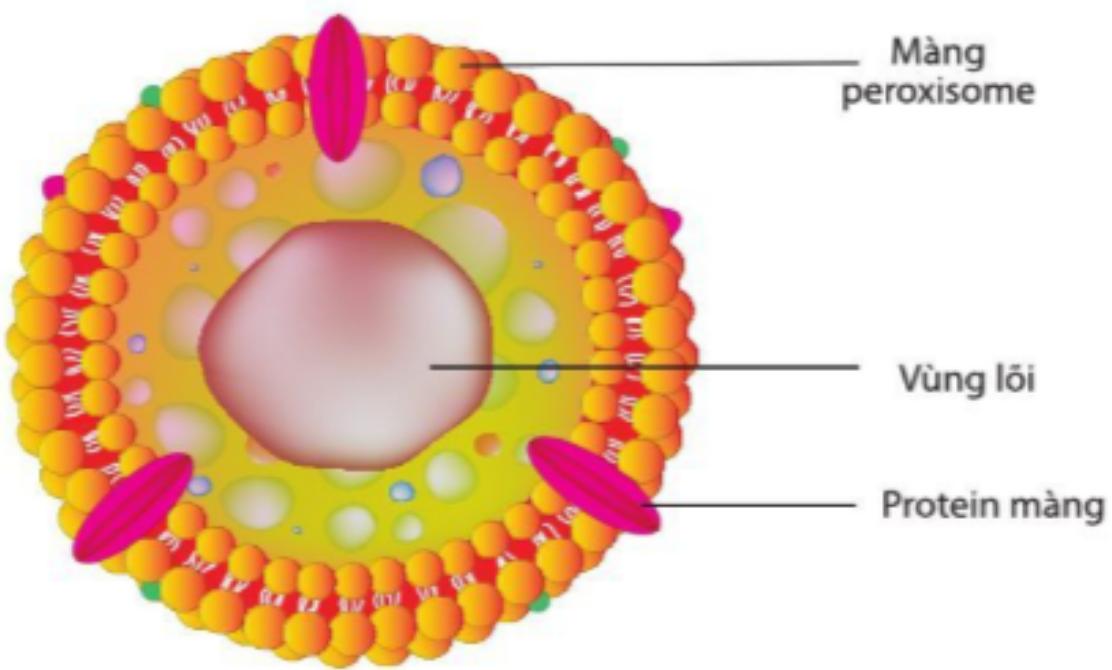
### லைசோசோமினுள் இருக்கும் நொதிகள்

லைசோசோமினுள் இருக்கும் நொதிகள், நீராற்பகுப்பு தன்மை உடையவை. அதாவது, அவை நீரைக் கொண்டு தேவையற்ற மூலக்கூறுகளை உடைத்து வெட்டித்தன்றும் தன்மையுடையவை. மேலும், இவை அமிலத்தன்மை உடையவை. Hydrolytic enzymes within lysosomes help break down macromolecules such as proteins, lipids, carbohydrates, and nucleic acids into their respective building blocks (amino acids, fatty acids, sugars, and nucleotides) by adding water molecules to cleave the bonds between these smaller units.

**NEET :** What is the primary pH condition within a lysosome for its enzymes to be active?

**Answer :** Acidic pH (pH below 7)

## 8. Peroxisomes



செல்லினுள் காணப்படும் பெராக்ஸிசோம்களின் பணி கொழுப்பு மூலக்கூறுகளை உடைத்தல் மற்றும் வைத்திரணன் பெராக்ஸைடு முதலான தீங்கு விளைவிக்கும் பொருட்களை தகர்த்தல். The primary function of peroxisomes in a cell is to break down fatty acids through beta-oxidation and to detoxify harmful substances, especially hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ).

## CATALASE

பெராக்ஸிசோமில் உள்ள கேட்டலேஸ் நூதி தைட்ரஜன் பெராக்ஸைடை உடைத்து நீர் மற்றும் ஆக்ஸிஜனாக மாற்றுகிறது. The enzyme responsible for breaking down hydrogen peroxide in peroxisomes is called catalase.

## ABUNDANCE

கல்லீரல் மற்றும் சிறுநீரக செல்களில் பெராக்ஸிசோம்கள் அதிகமாக காணப்படுகின்றன. அங்கு நுழையும் நச்சு பொருட்களை வெற்று பொருட்களாக்குகின்றன. Peroxisomes are particularly abundant in liver and kidney cells due to their role in detoxification. They are also essential for the maintenance of lipid balance and cellular health.

## PLASMALOGENS

ஒவ்வொரு செல் நுண்ணுறுப்புகளும் பிளாஸ்மா எனும் புற அடுக்கு அல்லது படலத்தை கொண்டிருக்கும்.

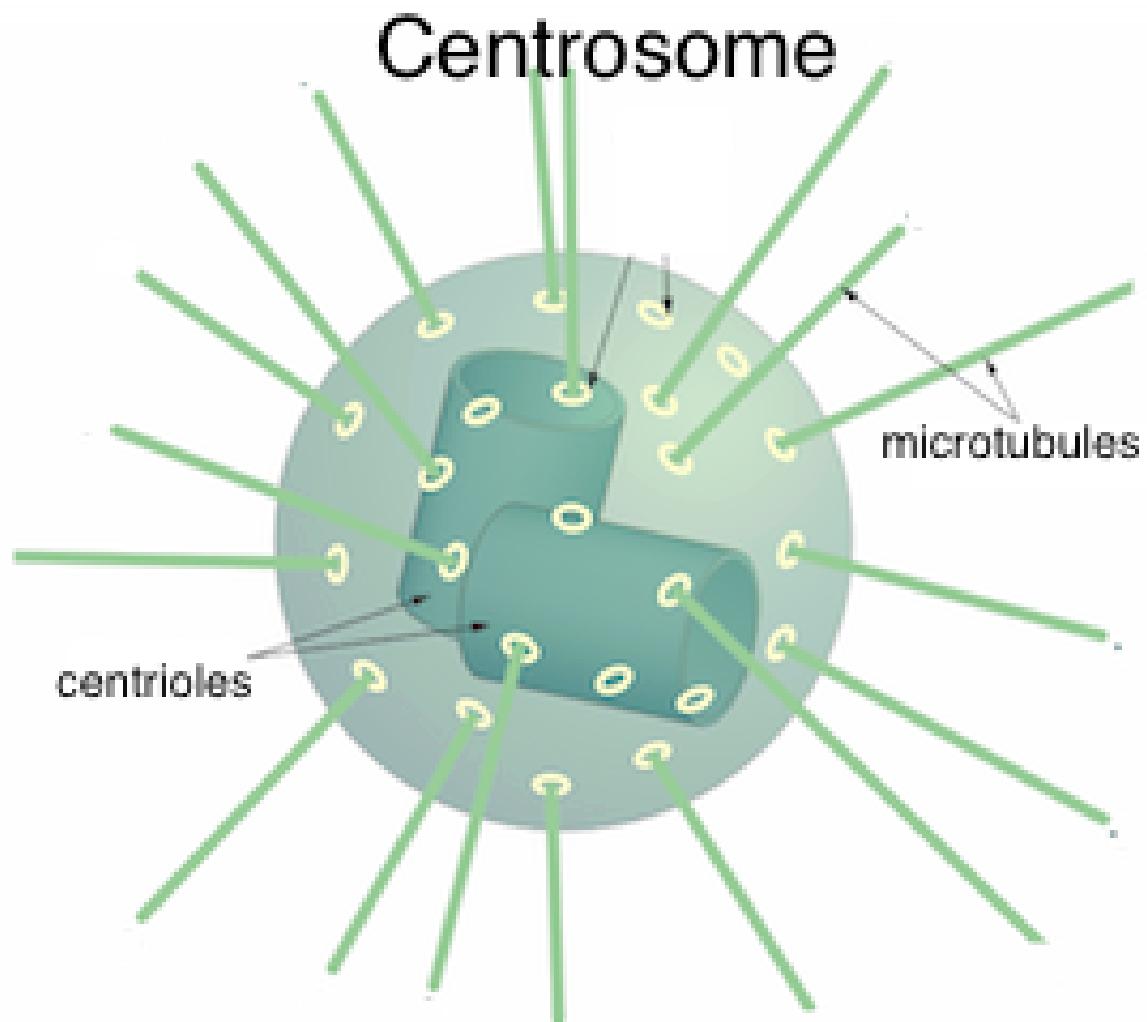
அது, நீர்மத்தன்மையோடும், முழுமையாகவும் இருத்தல் வேண்டும். இவ்வாறு, செல் படலத்தை நீர்மத்தன்மையோடும் முழுமையாகவும் வைத்திருக்க உதவும் கொழுப்புதான் பிளாஸ்மோலைன். இது, பெராக்ஸிசோம்களில்தான் உற்பத்தியாகும்.

Plasmalogens are important lipid molecules synthesized in peroxisomes. They play a role in maintaining cell membrane integrity and fluidity.

## ATP PRODUCTION

பெராக்ஸிசோம்கள், பொதுவாக கொழுப்பை உடைப்பவை. அவ்வாறு கொழுப்பு மூலக்கூறுகள் உடைபடும்போது, ஆற்றல் ATP மூலக்கூறுகள் கோன்றும். மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் அளவிற்கு இல்லையென்றாலும், ஓரளவு ஆற்றல் மூலக்கூறுகள் கோன்றும்.

## 9. ചെന്റ്രോസോമ്കൾ



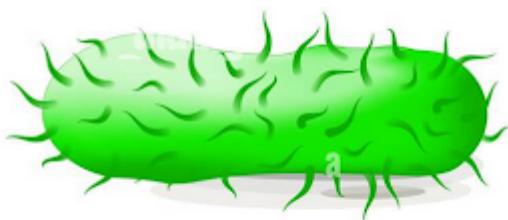
ചെല്ല പിരിത്തിലെ മുക്കിയ പങ്കാർത്ഥമുണ്ട് ചെന്റ്രോസോമ്കൾ. A centrosome is a vital cellular structure found in animal cells. It plays a crucial role in cell division, particularly in organizing the microtubules that make up the cell's cytoskeleton.

## CENTRIOLES

ஒவ்வொரு சென்ட்ரியோல்கள் எனும் இரு குழல் அமைப்புகள் காணப்படும். இந்த சென்ட்ரியோல்கள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக காணப்படும். A centrosome consists of two centrioles, which are cylindrical structures made up of microtubules. These centrioles are positioned at right angles to each other within the centrosome.

## CILIA - FLAGELLA CREATION

சிலியா மற்றும் ஃப்ளாஜேல்லா உருவாக்கத்தில் பங்குபெறும் செல் நுண்ணுறுப்புகள் சென்ட்ரோசோம்களின் சென்ட்ரியோல்கள். In certain cells, centrosomes are associated with the formation of cilia and flagella, which are involved in cell motility and the movement of substances over the cell surface.



### CILIA

Cilia are short, hair like appendages extending from the surface of a living cell



### FLAGELLA

Flagella are long, threadlike appendages on the surface of a living cell

சிலியா மற்றும் ஃப்ளாஸ்டெல்லா என்பவை செல்லின்மேல் காணப்படும் மயிரிழை போன்ற அமைப்புகள். சிலியாவும் ஃப்ளாஸ்டெல்லாவும் பார்ப்பதற்கு ஒரே மாதிரி தோன்றினாலும் அவற்றின் உயரம், எண்ணிக்கை மற்றும் செயல்பாட்டை வைத்து வகைபடுத்திவிடலாம். செல்லின் புறப்பரப்பில் காணப்படும் சிலியாக்கள், செல்லின் மீது ஏதாவது நுண்மூலக்கூறுகளோ, அயல் பொருட்களோ வந்து ஒட்டும்போது அவற்றை தூர தள்ளுகின்றன. இதயம் தூடிப்பதுபோல இவை தூடிக்கும் இயல்புடையவை. இந்த தூடிப்பு, மாசுக்கள் அண்டும்போது, "தொடாதேள்" என்று விரட்டுவதற்காகத்தான்! ஃப்ளாஸ்டெல்லா என்பது சிலியாவைவிட சற்று உயரம் அதிகமுடைய மயிரிழை அமைப்பு. இது ஒரு செல்லை உந்தி தள்ளும் இயல்புடையது.

உதாரணமாக, மனிதனின் விந்தனை செல்களை அதில் அமையப்பெற்றிருக்கும் ஃப்ளாஜேல்லா அமைப்புகள்தான் அண்டக்கருவை நோக்கி உந்தித்தன்னும். Cilia are short, hair-like structures that protrude from the cell surface. They are typically present in large numbers on the cell's surface. Cilia are primarily involved in moving fluids or substances along the cell surface. They beat in coordinated, rhythmic motions, creating a sweeping or wavelike movement. This movement is important for processes like moving mucus out of the respiratory tract or propelling single-celled organisms through liquid environments. Cilia are commonly found in the respiratory tract, where they help remove dust and debris, as well as in the female reproductive tract to move eggs and in the fallopian tubes to move the fertilized egg toward the uterus. Flagella are longer and less numerous than cilia. Typically, cells have only one or a few flagella. They have a whip-like structure and extend from the cell surface. Flagella are primarily involved in cell propulsion.

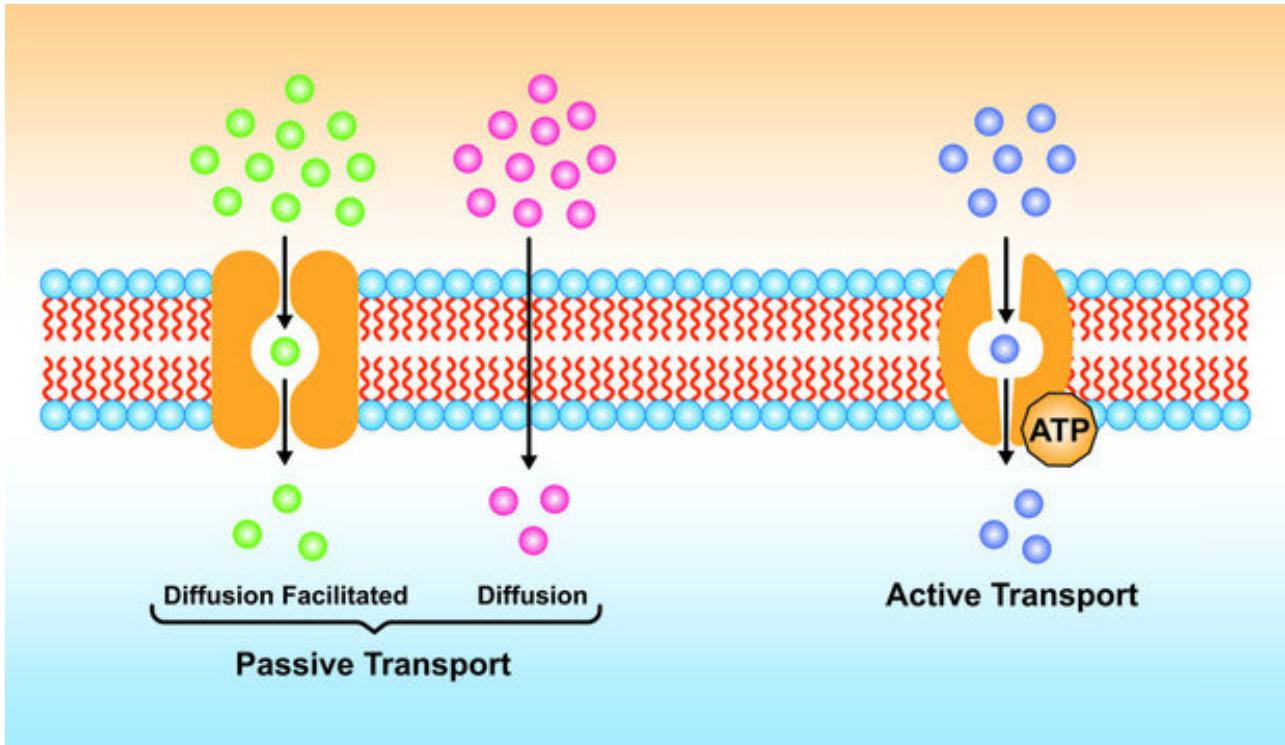
They move in a whip-like manner, generating a twisting motion that propels the cell forward. Flagella are found in some single-celled organisms, such as sperm cells, where they enable the sperm to swim. Flagella can be found in various organisms, including sperm cells, some algae, and certain bacteria. In the case of sperm, the flagellum helps the sperm cell swim toward the egg for fertilization.

ஃப்ளாஜெல்லா அமைப்புகள் பெரும்பாலும் ஒரு செல் உயிர்களிடம் காணப்படுகின்றன. Flagella are commonly found in single-celled organisms like sperm cells in animals and certain types of algae. They are crucial for the movement of these organisms, allowing them to swim and navigate through their environments.

செல் போக்குவரத்து

**CELL TRANSPORT**

## செல் போக்குவரத்து



செல்லின் உள்ளிருந்து வெளியேயும், வெளியிலிருந்து உள்ளேயும் மூலக்கூறுகள் செல்லும் நிகழ்வுதான் செல் போக்குவரத்து. ஒரு செல்லின் இயக்கத்திற்கு இது அவசியம். Cellular transport refers to the movement of substances in and out of cells, which is essential for maintaining cell function.

### செல் போக்குவரத்திலுள்ள இரண்டு வகைகள்

1. செயலுடைய போக்குவரத்து (Active Transport)
2. செயலற்ற போக்குவரத்து (Passive Transport)

The two main types of cellular transport are Passive Transport and Active Transport.

### செயலுடைய போக்குவரத்து

செல்லினுள் குறைந்த அப்ர்த்தி உள்ள இடத்திலிருந்து அதிக அப்ர்த்தி உள்ள இடத்திற்கு மூலக்கூறுகளை (இரும்பு மூலக்கூறுகள்) நகர்த்துகல். இதற்கு அதிக ஆற்றல் கேவை.

Active Transport is a biological process that moves molecules or ions across a cell membrane against their concentration gradient, which means it moves substances from an area of lower concentration to an area of higher concentration. This process requires the expenditure of energy, usually in the form of adenosine triphosphate (ATP), to transport molecules or ions through specialized proteins called pumps or transporters. Active transport is essential for maintaining specific concentrations of ions and molecules within cells.

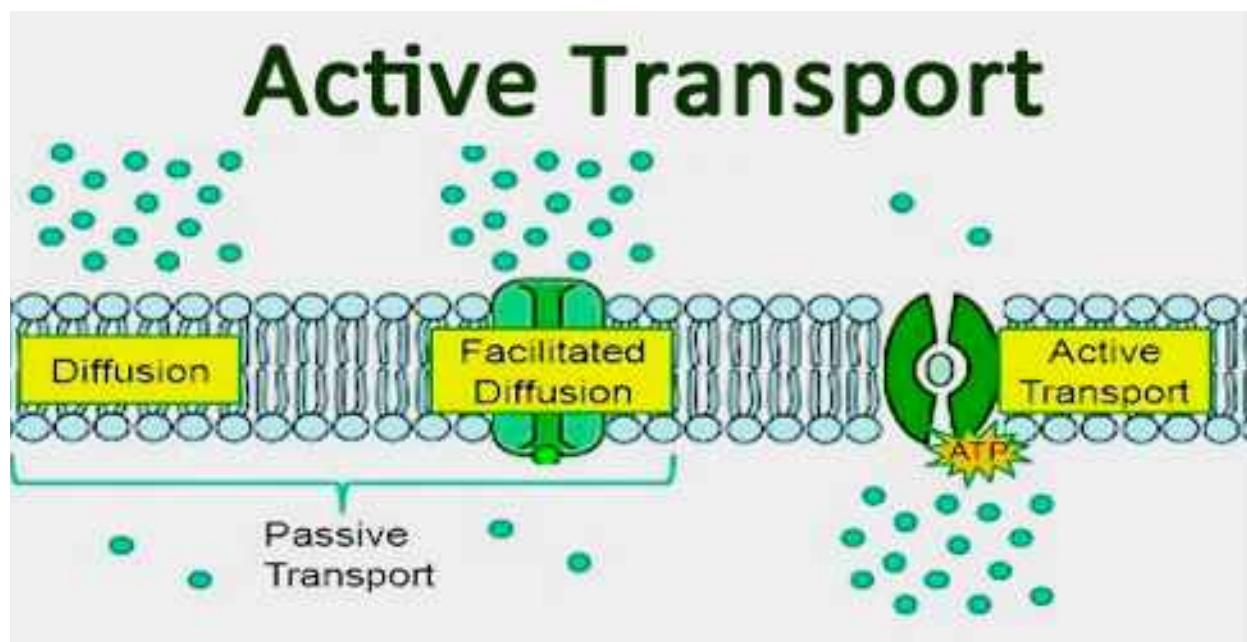
## செயலற்ற போக்குவரத்து

சமநிலை தோன்றும்வரை, செல்லினுள் இருக்கும் மூலக்கூறுகள், அதிக அடர்த்தி நிறைந்த பகுதியிலிருந்து, குறைந்த அடர்த்தி உள்ள பகுதியை நோக்கி நகருதல். இதற்கு ஆற்றல் தேவையில்லை. அழுத்தமே போதும்! Passive transport depends on the concentration gradient of the substance being transported. Substances move from areas of higher concentration to areas of lower concentration until equilibrium is reached. Unlike active transport, which requires energy (usually in the form of ATP), passive transport does not require the cell to expend energy.

## செல் போக்குவரத்தின் பயன்கள்

ஆக்சிஜன், குளுக்கோஸ் மற்றும் அமினோ அமிலங்கள் முதலான தேவையான மூலக்கூறுகளை உள்ளிடுத்தல். தேவையற்ற கழிவு பொருட்களை வெளியே தள்ளுதல். அத்தியாவசிய மூலக்கூறுகளை சமநிலையில் வைத்திருத்தல்.

Cells need nutrients, such as glucose and amino acids, as well as oxygen for energy production. Transport mechanisms allow these essential substances to enter cells. Cells produce waste products like carbon dioxide and metabolic byproducts. Cellular transport enables the removal of these waste materials from cells. Cells must regulate the balance of ions (e.g., sodium, potassium, calcium) and molecules (e.g., water) to maintain the right conditions for cellular processes. Transport proteins help achieve this balance.



அடர்த்தி குறைந்த பகுதியிலிருந்து அடர்த்தி நிறைந்த பகுதிக்கு மூலக்கூறுகள் நகர்த்தப்படுவதைத்தான் செயலுள்ள போக்குவரத்து என்கிறோம். இதற்கு அதிக ஆற்றலும் தேவை. ஆற்றின் போக்கிற்கு எதிராக நீங்குவதற்கு எப்படி ஆற்றல் தேவையோ, அப்படிதான் இதுவும். செயலுடைய போக்குவரத்திற்கு, ATP மூலக்கூறுகளினால் ஆற்றல் கிட்டும். (Active transport is a crucial cellular process that moves substances against their concentration gradient, from an area of lower concentration to an area of higher concentration. This process requires energy in the form of adenosine triphosphate (ATP) to pump substances across the cell membrane.)

**NEET :** Which cellular process requires energy to move molecules against their concentration gradient?

**Answer :** Active transport

## நுண் அமைப்புகள்

புரத எக்கிகள் (Protein Pumps) எனும் நுண் அமைப்புகள் செல்சவ்வில் புதைக்கப்பட்டு காணப்படும். இவைதான் செல்லின் உள்ளும் வெளியும் செல்லும் மூலக்கூறுகளை வெளியே

தள்ளுவதும் உள்ளே எக்கி இழப்பதும்! இவையே, செயலுடைய போக்குவரத்திற்கு உதவுபவை. இவற்றிற்கான ஆற்றலைதான், ATP மூலக்கூறுகள் வழங்குகின்றன. (Active transport relies on specialized protein pumps embedded in the cell membrane. These pumps act as molecular machines that facilitate the movement of specific substances.)

**NEET :** What is the primary source of energy used in active transport?

**Answer :** Adenosine triphosphate (ATP)

## புரத எக்கிகள்

புரத எக்கிகள், மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கவாறு இயங்குபவை. உதாரணமாக, சோடியம் பொட்டாசியம் எக்கி, சோடியத்தை வெளியே தள்ளுவதும், பொட்டாசியத்தை உள்ளே இழப்பதுமாக செயல்படும் தன்மையுடையது. இது, வேறு மூலக்கூறுகளை சீண்டுவதில்லை. (Each active transport pump is specific to the substance it transports. For example, the sodium-potassium pump ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$  pump) is responsible for moving sodium ions ( $\text{Na}^+$ ) out of the cell and potassium ions ( $\text{K}^+$ ) into the cell.)

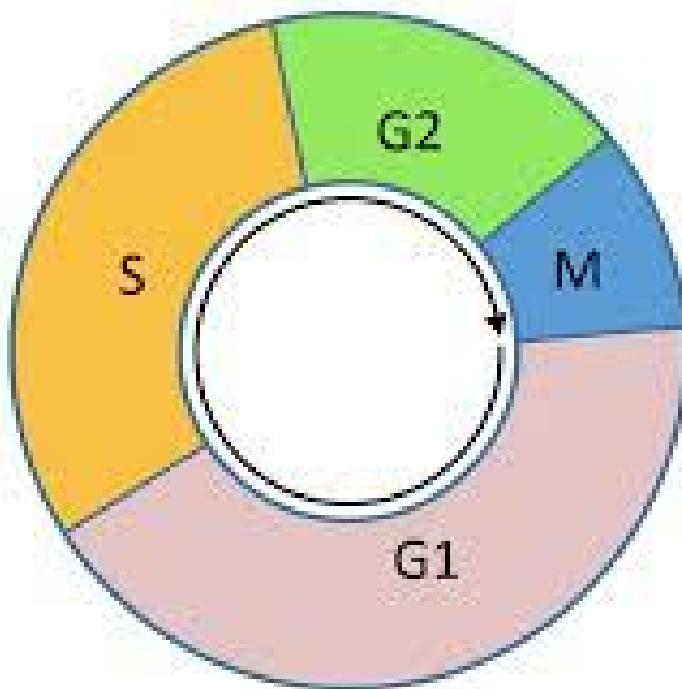
## சோடியம் பொட்டாசியம் எக்கி

சோடியம் பொட்டாசியம் எக்கியினால்தான், நம்மால் நரம்புசார் உணர்வுகளை அறியமுடிகிறது. இதுவே, தசை சுருக்கத்திற்கும் காரணமாகிறது. ஒட்டுமொத்தமாக, செயலுள்ள போக்குவரத்து நடைபெறுவதால்தான், உடற்சமநிலை (Homeostasis) பேணப்படுகிறது. (The sodium-potassium pump is one of the most well-known examples of active transport. It helps maintain the cell's resting membrane potential and is essential for nerve impulse transmission and muscle contraction.) சோடியம் பொட்டாசியம் எக்கியில் ஒரு முறைக்கு மூன்று சோடியம் மூலக்கூறுகள் வெளியேயும், இரண்டு பொட்டாசியம் மூலக்கூறு உள்ளேயும் செல்கின்றன. (In this pump, three sodium ions are actively transported out of the cell, while two potassium ions are actively transported into the cell for every cycle. ATP provides the energy needed for this process. ATP is hydrolyzed (broken down) to ADP (adenosine diphosphate) during this energy-consuming step.)

செல் சுழற்சி

**CELL CYCLE**

# செல் சூழ்சி (INTERPHASE)



G1 - Growth

S - DNA synthesis

G2 - Growth and preparation for mitosis

M - Mitosis  
(cell division)

இரு செல்லானது, பிரிவடைந்து புது செல்களாக மாறும். புதிதாக பிரி(ற)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.)

## 1. INTERPHASE

இரு செல் இரண்டாக பிரியும் பட்சத்தில், அதன் அளவு அதற்கேற்றார்போல் பெரிதாகவேண்டும். மேலும், அதனுள்ளிருக்கும் DNA யும் இரட்டிப்பாகவேண்டும்.

இவ்வாறு, அளவில் பெருத்தல், DNA இரட்டிப்பாகல் 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 இரட்டிப்பாகலுக்கான 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. 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.

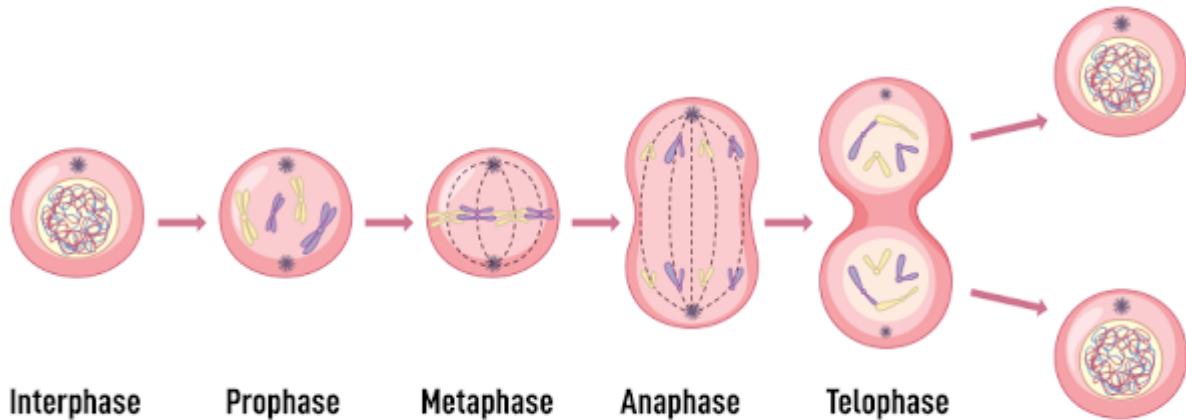
## **Interphase நிலையின் இரண்டாம் துணைநிலை:**

**S நிலை :** Synthesis நிலை எனப்படும் இந்த S நிலையில்தான் DNA இரட்டிப்பாகும். 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.

## 2. MITOSIS



செல் சுழற்சியில் **Interphase** முடிந்ததும் அடுத்தநிலை, மைட்டாஸிஸ் (Mitosis) நிலை. இந்த நிலைதான், உடல் வளர்ச்சி, திசு மீட்டுருவாக்கம் 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.

### **Mitosis-ன் முதல் துணை நிலை : 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.

புரோஸ்பெலின்போது, இரண்டு "ஒன்று போன்ற குரோமட்டிடுகள்" ஒன்றுசேர்ந்து குரோமோசோமை உருவாக்கும். இந்த குரோமட்டிட் ஜோடி, நீர் நிரப்பப்பட்ட, சுரக்காய் பலுனில், நடுவில் ரப்பரால் இறுக்கியதுபோன்ற தோற்றமுடையது. அந்த ரப்பர் இடப்பட்ட நடுப்பகுதியை, சென்ட்ரோமியர் என்பர்.

உட்கரு உடைந்து, அதனுள்ளிருக்கும் குரோமோசோம்கள், செல்லின் பிற பகுதிகளுக்கு பரவும் நிலையை புரோ மெட்டாஸ்பேஸ் 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.

## Mitosis-ன் 2ம் துணை நிலை: 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.

## **Mitosis-ன் முன்றாம் துணை நிலை : அனாஃபேஸ்**

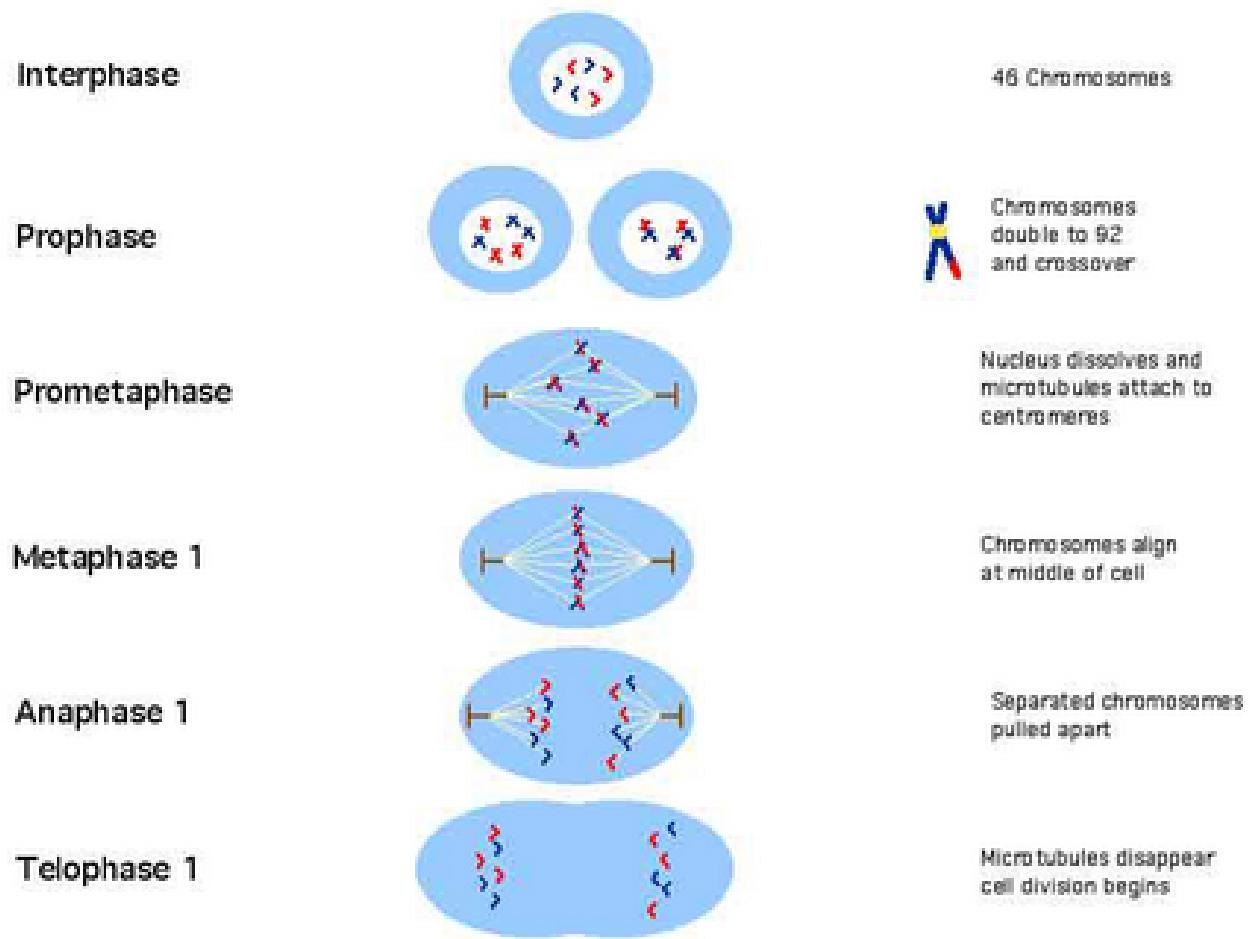
இந்த நிலையில், நடுவில் ரப்பர் இடப்பட்ட சுரக்காய் பலுள்களாகிய குரோமோசோம்களின் நடுப்பகுதியாகிய சென்ட்ரோமியரில் பிளவு ஏற்பட்டு, மாற்றான் சூரியாக்கள் இரண்டாவதுபோல, குரோமோசோம்கள் இரண்டாகும். ஸ்பின்டிள் நார்கள், எதிரெதிர் திசைகளில் இழுக்கப்படும். எனவே, இரண்டு பக்கங்களிலும், சமமான எண்ணிக்கையில் குரோமோசோம்கள் 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.

## **Mitosis-ன் நான்காம் துணை நிலை: டெலோஃபேஸ்**

இந்த நிலையில், நுண்ணிய ஸ்பின்டீள் நார்கள் மறையும். செல் பிரியும். இரண்டு குழுக்களாக பிரிந்து நிற்கும் குரோமோசோம்களை, புதிய உட்கரு கவசம் கூழும். 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.

### 3. MEIOSIS (I)



செல் சுழற்சியில் பாலினப்பெருக்க செல்களில் நடைபெறும் விசேசமான செல் பிரிதல் நிலை, மியாசிஸ் நிலை. பாலின பெருக்க செல்களாகிய விந்து மற்றும் அண்ட செல்களில் மியாசிஸ் பிரிதல் தான் நடைபெறும். மைட்டாசிஸில் செல் பிரிந்து இரண்டு குழந்தை செல்கள்தான் உருவாகும். ஆனால் மியாசிஸில், நான்கு குழந்தை செல்கள் உருவாகும். மைட்டாஸில் உருவாகும் குழந்தை செல்களிடம், பெற்றோர் செல்லில் இருந்த

எண்ணிக்கையிலேயே குரோமோசோம்கள் காணப்படும் (இரட்டிப்பாகி பிரிவதால்). மியாசிலிலோ, 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 வழகை. A genome is the complete set of an organism's genetic material, which includes all of its genes.

**அல்லீஸ் :** ஒரு ஜீன், மீனின் வால் சற்று நீளமானதாகயிருக்கும் வண்ணம் மரபுபொருளை வைத்திருக்கும். கட்டையாகயிருப்பதற்கான கொண்டிருக்கும். இரண்டும் நீளத்திற்கான மரபுபொருளை 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.

## ஹோமோலாக்ஸ் குரோமோசோம்கள்

ஹோமோலாக்ஸ் குரோமோசோம்கள் எனப்படுபவை ஒரே வகை ஜின்களின் வெவ்வேறு அல்லீ்களைக் கொண்டிருக்கும். 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, ஹோமோலாக்ஸ் குரோமோசோம்கள் ஜோடியாகின்றன. அதாவது, ஒரு குரோமோசோம், மீனின் வால் நீளம் கட்டையாகயிருக்கவும், நீளமானதாகயிருக்கவுமான 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 சுட்டையாகவுமல்லாமல் புதிய நீளத்தில் வாலுடைய மீன் தோன்றலாம். கடைசியாக, உட்கரு வெடித்து, உள்ளேயுள்ள ஜோடிகள் செல்லினுள் வலம் வரும். சரைக்காய் பலுனின் 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 2ம் நிலை : Metaphase I**

இந்நிலையில், ஹோமோலாகஸ் குரோமோசோம் ஜோடிகள், மெட்டாஃபேஸ் தட்டு எனப்படும் அமைப்பில் அடுக்கப்படுகின்றன. மைட்டாஸிலில் 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 மூன்றாம் நிலை : Anaphase I**

ஜோடிகள் பிரிக்கப்படவேண்டிய நேரம் நெருந்கிவிட்டது. சென்ட்ரோமியரில் கீறல் ஏற்பட, ஜோடிகள் வடகலை, தென்கலை என்பது போல, இரு சூழுக்களாக 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.

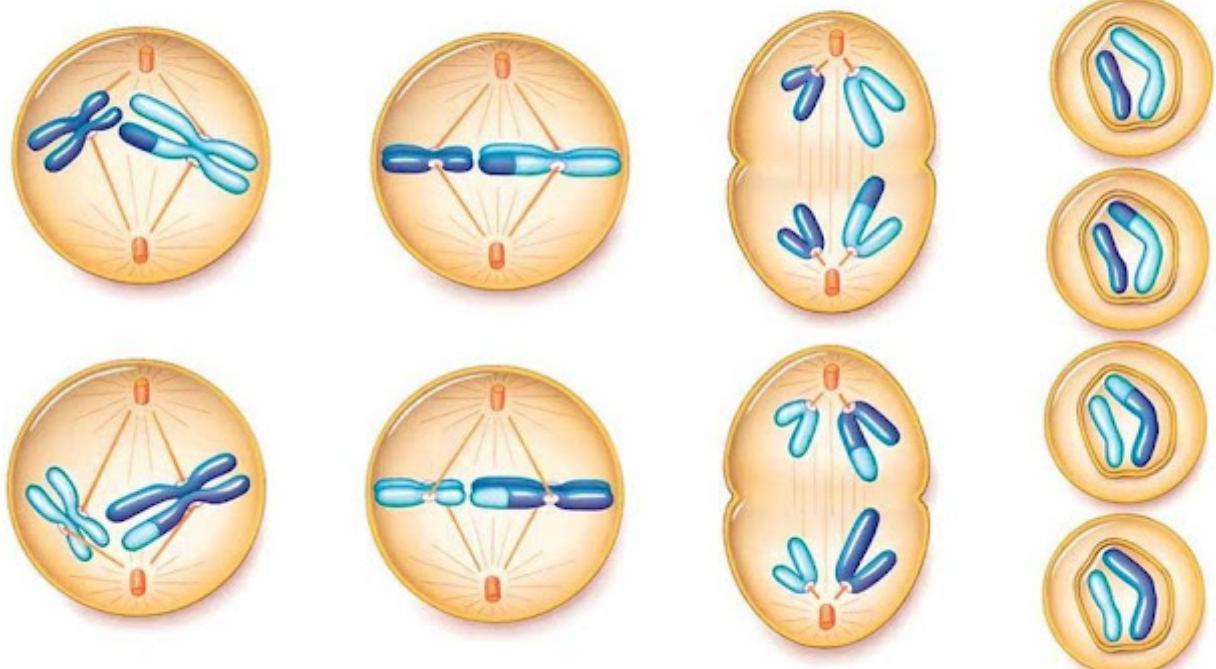
## **Meiosis I-ன் நான்காம் நிலை : Telophase I**

இப்போது, பிரிந்துபோய் தனித்து நிற்கும் ஜோடிகளை உட்கரு கவசம் மூடும். செட்டோகெனிலிஸ் நிலையில், இந்த இரண்டு கவசஞ்சுழுந்த அமைப்புகளும், தனி செல்களாக மாறி வெளிவருகின்றன. இதில், நினைவில் கொள்ளவேண்டியது, குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையைத்தான். மைட்டாசிலிலோ, அவை இரட்டிப்பாக்கி பிரிக்கப்பட்டன. எனவே, குழந்தை செல்களிடமும் சம எண்ணிக்கையில் குரோமோசோம்கள் இருந்திருக்கும். ஆனால் மியாசிலிலோ, ஜோடிகள் அப்படியே பிரிக்கப்படுகின்றன. அப்படியென்றால், குழந்தை செல்களிடம் பாதி எண்ணிக்கையில்தான் குரோமோசோம்கள் காணப்படும். இதை, ஹாப்ளாய்டு 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.

## 4. MEIOSIS (II)

### Meiosis II - Stages



Prophase II

Metaphase II

Anaphase II

Telophase II

**ஹெப்ளாய்டு :** பொதுவாக ஒரு உயிரினத்தின் உடலில் காணப்படும் குறோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையில் பாதியை மட்டுமே கொண்டிருக்கும் செல்கள். மியாசிலில் உருவாகும் செல்களில், குறோமோசோம் எண்ணிக்கை பாதியாக

குறையக்கண்டோம்! அவை, ஹேப்ளாய்டுகள்தான்! 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 குரோமோசோம்களை 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, ஹேப்ளாய்டுகள்! 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. இவை, 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).

## மியாசிஸ் II-ன் முதல் நிலை : புரோஃபேஸ் II

மியாசிஸ் ஒன்றில், புதிய ஹெப்ளாய்டு செல்கள் உருவானதைக் கண்டோம்.

இவற்றிலுள்ள குரோமோசோம்கள், ஜோடியான குரோமட்டிடு அமைப்புகளைக் கொண்டிருக்கும் என அறிந்தோம். மேலும், அவை நடுவே சென்ட்ரோமியரில் கட்டப்பட்டிடுள்ளன என்றும் கண்டோம். புரோஃபேஸ் இரண்டில் புதிதாக உருவான இந்த செல்களின் உட்கருக்கள் வெடித்து, உள்ளேயுள்ள குரோமோசோம்கள், செல்லின் கைட்டோபிளாசுத்தில் வலம் வருகின்றன. The cells produced during meiosis I enter prophase II, where the nuclear envelope may break down again, chromosomes condense, and spindle fibers form.

## மியாசிஸ் II-ன் இரண்டாம் நிலை : மெட்டாஃபேஸ் II

இதில், வழக்கம்போல குரோமோசோம்கள் செல்லின் நட்டநடுவில் அடுக்கப்படுகின்றன. 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, ஸ்பின்டிள் 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.

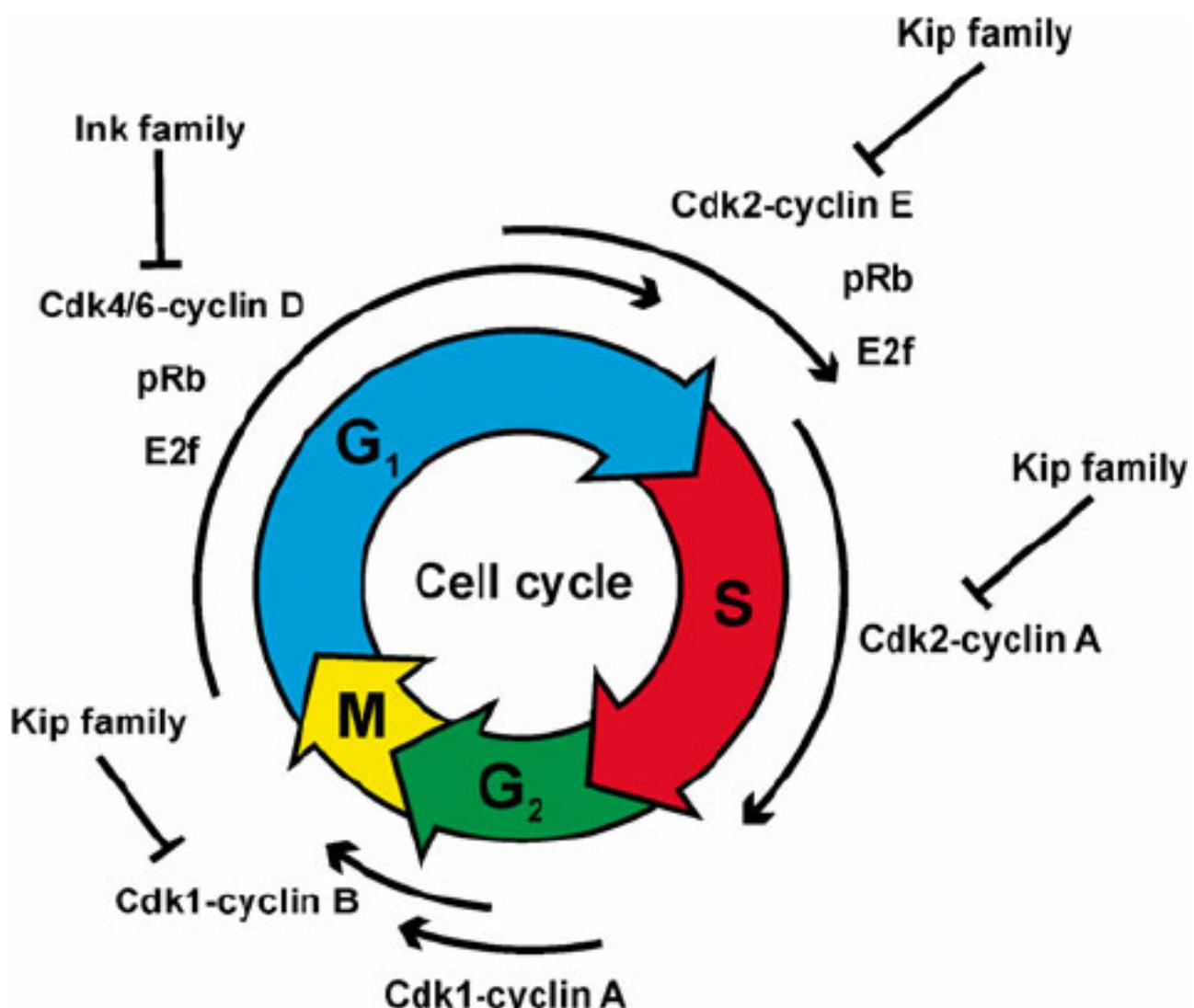
## மியாசிஸ் II-ல் என்னதான் நடக்கிறது?

மியாசிஸின் முதல்நிலையில் உருவாகும் இரண்டு புது ஹேப்ளாய்டு செல்களையும், அவற்றின் ஜோடி குரோமட்டிடுகளை மேலும் பகர்த்து, ஒன்றுக்கொன்று மரபுரீதியில் மாறுபடும் நான்கு புது 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.

## செல் சூழ்சி சீரமைபடுத்தல்

செல் எப்போது பிரியவேண்டும்... எப்போது பிரியக்கூடாது என சீரமைபடுத்தும் நிகழ்வு. The cell cycle is the series of events that a cell goes through to divide and produce new cells. Proper regulation of the cell cycle is crucial.



## செல் சுழற்சி சீரமைப்புத்திலில் Checkpoints

ஒவ்வொரு நிலை முடியும்போதும், எல்லாம் சரியாக நடந்துள்ளதா என ஊர்ணிதப்படுத்தும், இடை நிலைகள். The cell cycle is regulated at specific checkpoints where the cell assesses whether conditions are suitable for progression. G1 Checkpoint occurs at the end of the G1 phase. The cell checks for DNA damage and the availability of essential nutrients. If conditions are favorable, the cell proceeds to replicate its DNA. G2 Checkpoint occurs at the end of the G2 phase, just before mitosis. The cell checks if DNA replication is complete and if there are any DNA errors. If all is well, the cell enters mitosis. Mitotic Checkpoint ensures that all chromosomes are properly aligned on the spindle fibers during metaphase. If not, cell division is delayed until the issue is resolved.

## புற்றுநோய்

செல் சூழ்சியை சீர்ப்படுத்தும் ஜீன்களில் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டால், கட்டடங்கா அளவில் செல்பிரிதல் ஏற்படும். அதாவது, புற்றுநோய்க்கு வித்திடும். Cancer often involves mutations in genes responsible for cell cycle regulation. These mutations can lead to uncontrolled cell division and tumor formation.

## கேவையற்ற நேரங்களில் செல் பிரிதல்

CDK எனப்படுவை, Cyclin Dependent Kinases ஆகும். இவை செயல்படுத்தப்படுவதன் மூலமாக, செல் பிரிதல் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதற்கு, Cyclin எனப்படும் பொருள் கேவை. இந்த Cyclin தனது அளவில், கூடியும் குறைந்தும் காணப்படும். அவ்வாறு Cyclin-ல் ஏற்படும் மாற்றங்கள், CDK-ஐத் தூண்டுகின்றன. Activation of CDKs is tightly controlled by the presence of their regulatory partners, cyclins. Cyclin levels rise and fall in a cyclical manner, and their binding to CDKs activates them.

This ensures that CDKs are only active when needed, preventing cells from dividing uncontrollably. ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில், DNA சிதைவு இருந்ததென்றால், செல் சூழ்சியையே சற்று நேரம் நிறுத்தி, அந்த DNA-யை சரி செய்யவோ, அறவே அகற்றவோ விழையும் புரதம் p53. Proteins like p53 can halt the cell cycle in response to DNA damage, allowing time for repair.

മരുപദ്മങ്കർക്കள്

**GENETICULES**

# 1. THE DNA

**DNA மூலக்கூறின் அமைப்பு:** மயாக்ஸிரிபோ நியூக்ஸிக் அமிலம்! அது தான் அவனோட விரிவு! ஒரு நீண்டுபோன ஏணிய ஒரு திருக்கு திருக்குனா வர்ற வடிவம் அவனோடது! Double Helix Structure அப்னே சொன்னா அவனுக்கு கொஞ்சம் கெளரவும்! 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-யும் RNA-யும்!

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.

ஒரு நியூக்ளியோடைடு மூலக்கூறில் பாஸ்பேட் தொகுதி, சர்க்கரை தொகுதி & நைட்ரஜன் காரத்தொகுதி போன்றவை காணப்படும். இந்த PSN Group of Genetic Formation-தான் எல்லாமே!

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 அமைப்பு :** ஒரு ஜோடி நியூக்ளியோடைடு, ஒன்றோடொன்று கைகோர்த்த அமைப்பையுடையது

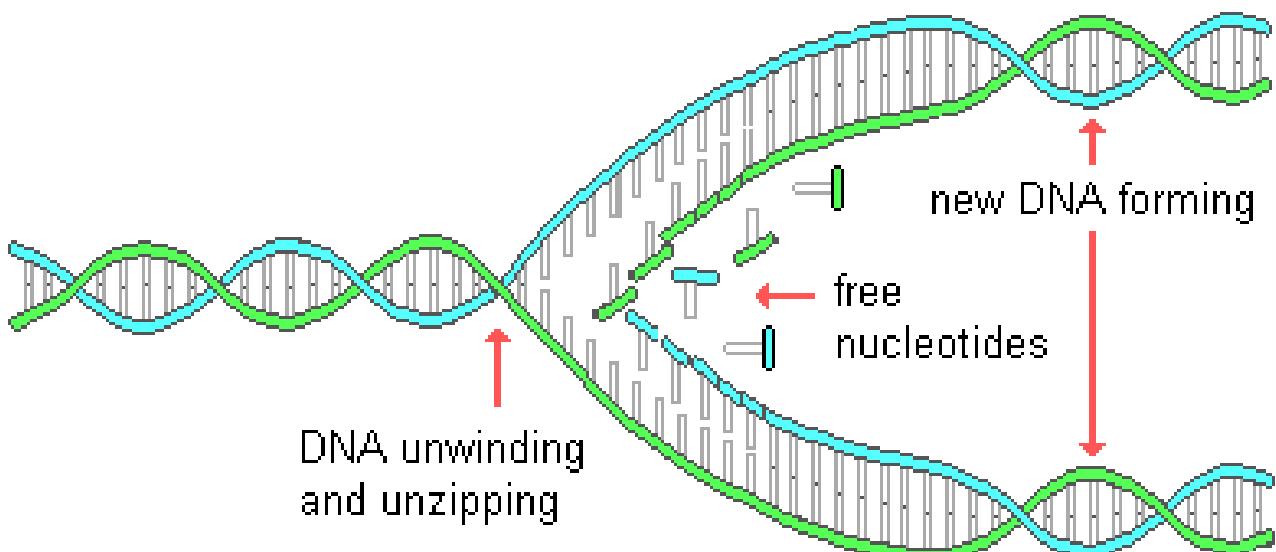
Each "rung" of the ladder consists of two nucleotides paired together.

**Rung** அமைப்பில் அமையப்பெற்ற நெட்ரஜன் காரத்தோகுதியிலுள்ள காரங்கள் : அடினைன் - தைமைன் - சைட்டோசைன் - குவானைன் 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 ஒன்றிணைக்க ஏணி கிடைத்திடும். இதை திருக்கினால், DNA-யின் அமைப்பு வந்திடும். இதில், நீண்டு காணப்படும் 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.



## நெட்ரஜன் காரங்களின் இணைவில் உள்ள சுறுப்பிடுந்தன்மை

ஒரு நெட்ரஜன் காரமானது, சுறுப்பிட்ட, அதற்கேற்ற பிரிதொரு நெட்ரஜன் காரத்துடன் மட்டுமே கைகோர்க்கும். இன்னார், இன்னார் வீட்லதான் பொன்னு எடுக்கனுங்ற கதமாதிரி! அடினைன், தைமைனோடு மட்டுமும், சுவானைன், சைட்டோசைனோடு மட்டுமுந்தான் கைகோர்க்கும்! இதற்கு, ஜோடியறு 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.

## நெட்ரஜன் காரங்களின் அமைவுமுறையின் முக்கியத்துவம் :

மல்லிப்புவை திசைக்கொன்றென இரு திசையிலும் வைத்து, அதனையடுக்கு கனகாம்பரத்தையும் திசைக்கொன்றென இரு திசையிலும் வைத்து கட்டப்படும் எனிய அழகிய மாலை போன்றது DNA!

இங்கு மல்லி-கனகாம்பரத்திற்கு பகுவாக Adenine, Thymine, Guanine மற்றும் Cytosine. இவ்வாறு, இன்னார் இன்னாரோடுதான் கைகோர்ப்பார் என அமையும் இந்த அமைவுமுறைதான், மறுபு 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-யுடையதாகவும், ஒரு Strand புதிதாக உருவானதாகவும் இருக்கும். இதற்கு, அரை பழைமை 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 :**

1. துவக்கம் (Initiation)
2. நீட்சி (Elongation)
3. முடித்தல் (Termination)

**துவக்கம் :** திருக்கி கட்டப்பட்ட DNA, ஒரு புள்ளியில் அவிழும்.

**நீட்சி :** அவிழுங்க பகுதியில் புதிய Strands உருவாகி நீட்டப்படும்.

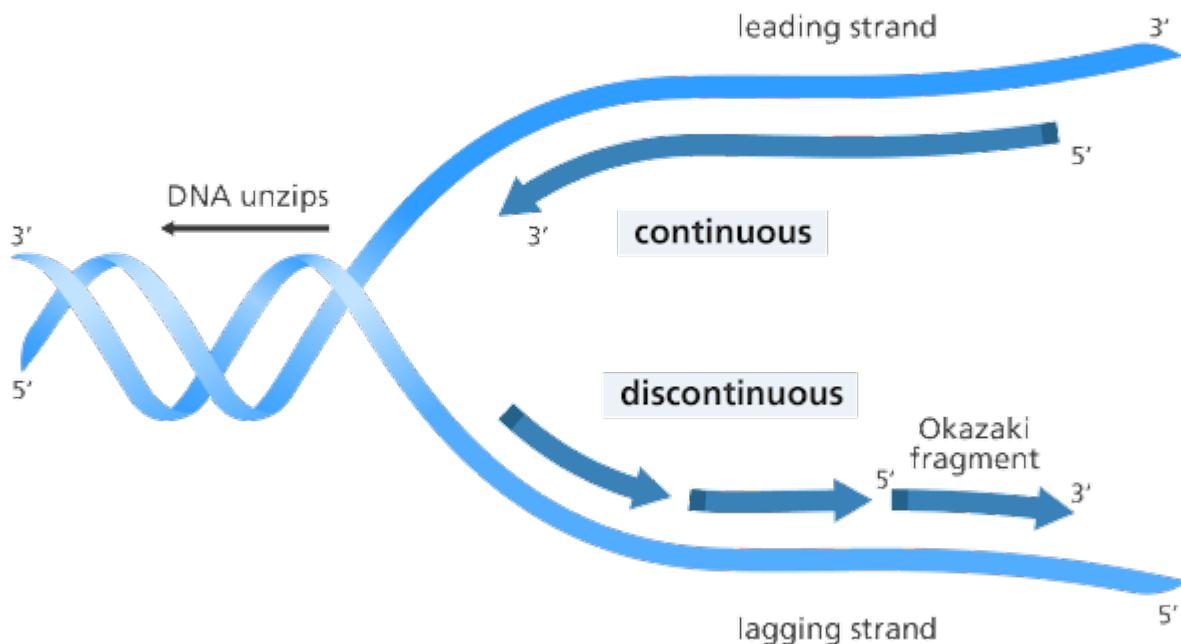
**முடித்தல் :** முழு DNA-யும் உருவாக்கப்படும்.

**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.

DNA replication fork



## DNA-யின் இரண்டு Strands

Anti-Parallel Direction! அதாவது, ஒரு Strand மேல்நோக்கி சென்றால், மற்றொன்று கீழ்நோக்கி செல்லும். Antiparallel strands in DNA refer to the unique arrangement of the two DNA strands within the double helix, where one strand runs in the 5' to 3' direction while the other runs in the opposite 3' to 5' direction. This arrangement is crucial for complementary base pairing, with adenine (A) always bonding with thymine (T) and cytosine (C) bonding with guanine (G).

5' to 3' எனும் திசையில் செல்லும் DNA Strand :

முன்னோடும் Strand (Leading Strand)

3' to 5' எனும் திசையில் செல்லும் DNA Strand :

பின்தங்கிய Strand (Lagging Strand)

## பாலிமரேஸ்

DNA என்பதே பல நியுக்ளியோடைடுகள் சேர்ந்ததுதான் என அறிவோம். இந்த பாலிமரேசுதான், DNA வெட்டப்பட்ட இடத்தில் புது நியுக்ளியோடைடுகளை சேர்க்கும். DNA polymerases are enzymes responsible for synthesizing new DNA strands during DNA replication and various DNA repair processes. They play a crucial role in replicating the genetic material accurately. பாலிமரேஸ் 5' to 3' எனும் திசையில் (Leading Strand-ன் திசை) மட்டுமே நியுக்ளியோடைடுகளை சேர்க்கும் இயல்புடையது. ஒரு நியுக்ளியோடைடு என்பது, சர்க்கரை, பாஸ்பேட் மற்றும் நைட்ரஜன் அடங்கியது என்றறிந்தோம். இதில், சர்க்கரை மூலக்கூறிலுள்ள ஐந்தாவது கார்பனிலிருந்து, மூன்றாவது கார்பனை நோக்கிய திசையே, 5' to 3' என்பது. மூன்றாவது கார்பனிலிருந்து, ஐந்தாவது கார்பனை நோக்கிய திசையே, 3' to 5' என்பது.

இரு DNA நகலாக்கம் செய்யப்படும்போது, முன்னொடும்(Leading) Strand மட்டுமே தொடர்ச்சியாக உருவாக்கப்படுகிறது. In the DNA double helix, one strand runs in the 5' to 3' direction (the leading strand), while the complementary strand runs in the 3' to 5' direction (the lagging strand). This antiparallel orientation means that DNA polymerases can synthesize the leading strand continuously by adding nucleotides in the 5' to 3' direction along the template strand.

**எதனால் முன்னொடும் Strand மட்டும் தொடர்ந்து உருவாக்கப்படுகிறது?**

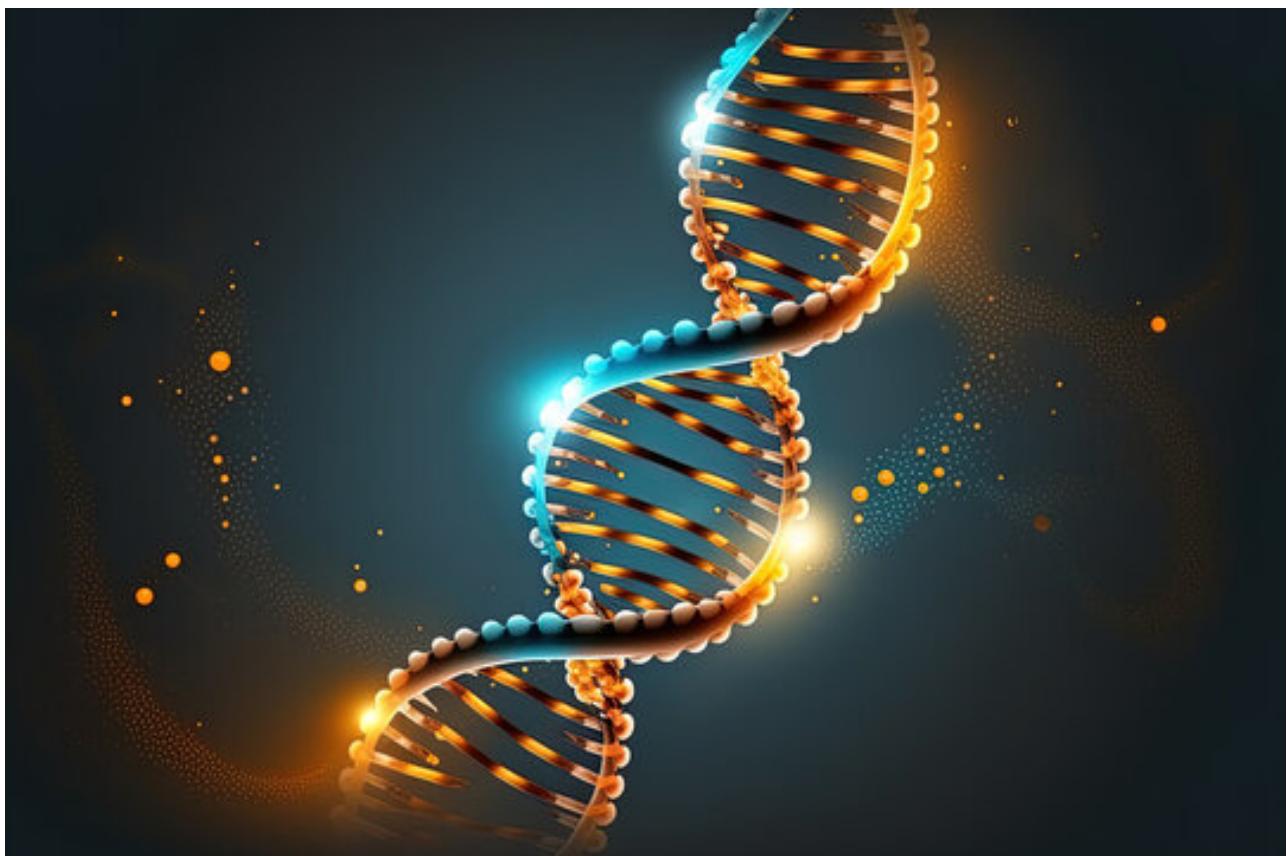
இரு Strand-ஐ உருவாக்குவது, பாலிமரேசு எனும் நொதியெனக்கண்டோம். இந்த நொதியானது, 5' To 3' எனும் திசையில் மட்டுமே நியுக்ஸியோடைடுகளை சேர்க்கும் தன்மையுடையது. இந்த திசையானது, முன்னொடும் Strand-ன் திசை. எனவே, முன்னொடும் Strand மட்டுமே தொடர்ச்சியாக உருவாக்கப்படுகிறது.

DNA polymerases, the enzymes responsible for adding new nucleotides during replication, can only extend a DNA strand in the 5' to 3' direction. This means they can easily synthesize the leading strand by moving in the same direction as the replication fork.

## அப்படியென்றால் பின்தங்கிய (Lagging) Strand உருவாக்கப்படுமா?

3' To 5' என்ற திசையை பெற்றிருப்பதால், இதில் முழுவதுமாக நியூக்ளியோடைடுகள் சேராமல், விட்டு விட்டு துண்டங்களாக மட்டுமே சேர்க்கப்படும். இந்த துண்டங்கள், ஒகசாகி துண்டங்கள் எனப்படும். On the lagging strand, the DNA polymerase encounters a challenge. It cannot synthesize DNA continuously in the 3' to 5' direction because the template strand is oriented in the 5' to 3' direction. To overcome this, the DNA polymerase synthesizes short fragments of DNA in the 3' to 5' direction, creating Okazaki fragments.

Lagging Strand துண்டுதுண்டாக மட்டுமே உருவாக்கப்பட்டாலும், DNA-ன் இரண்டு Strand-களும் தொடர்ச்சியாகயிருக்க காரணம் : ஒகசாகி துண்டங்களை ஒட்டுவதற்கு, லைகேசு என்று ஒருவன் உண்டு. இந்த நொதிதான், Lagging Strand-ன் ஒகசாகி துண்டங்களை ஒன்றாக ஒட்டுவது! Once the Okazaki fragments are synthesized, DNA ligase comes into play. It seals the gaps between the fragments by forming covalent bonds between adjacent nucleotides, creating a continuous lagging strand.



## **DNA-ன் இட்டைச்சுருளை அவிழ்த்து தனி தனி Strand-களாக்கும் நொதி : ஹெலிகேஸ்**

ATP சக்தியினால் Strand-களில் உள்ள பிணைப்புகளை (Rungs) உடைத்து, ஒற்றை Strand-ஐ சுற்றி வந்து Double Helix-ஆகயிருப்பதை, அவிழ்த்திடுமாம் ஹெலிகேஸ்! அதாவது, ஏணிப்படியின் ஒரு காலை மட்டும் சுற்றிவருவது... ஆற்றலைக்கொண்டு ஒவ்வொரு Rung-ஆக உடைத்துக்கொண்டேபோவது...

**DNA to Helicase :** சுத்தி சுத்தி வந்தீக... என்ன தக்த தனியா பிரிச்சீக... The DNA double helix is held together by hydrogen bonds between complementary base pairs (A-T and C-G). Helicase uses energy from ATP (adenosine triphosphate) to disrupt these hydrogen bonds. After breaking the hydrogen bonds, helicase starts to rotate or spin around the DNA strand to which it's bound. This rotation creates tension in the DNA molecule, causing the double helix to unwind.

**DNA பிரதியாக்கத்தின் தொடக்கப்புள்ளியை ஏற்படுத்தும் நோதி : RNA பிரைமேஸ்**

“இந்த இடத்தில் கிழியுங்கள்” என, RNA Primer-ஐ DNA-யின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் SKETCH MARK போல வைக்குமாம் பிரைமேஸ். DNA Primase synthesizes RNA primers that provide a starting point for DNA polymerases.

**பிரிக்கப்பட்ட DNA Strand-ல் புதிதாக நியூக்ளியோடைடுகளை சேர்த்து DNA பிரதியை உருவாக்க வழிவகை செய்யும் நோதி : DNA பாலிமரேஸ்**

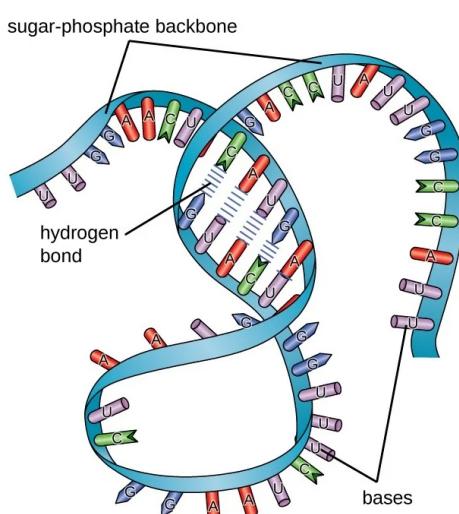
DNA Polymerase adds nucleotides to the growing DNA strand. Lagging Strand, தொடர்ச்சியாகவல்லாமல் துண்டங்களாக மட்டுமே உருவாக்கப்படுவதாக கண்டோம். இந்த துண்டங்களை ஒட்டி, Lagging Strand-ஐயும் தொடர்ச்சியாக மாற்றும் நோதி : DNA கைக்கேஸ் (DNA Ligase joins Okazaki fragments on the lagging strand.)

## DNA Proof-Reading

புது நியூக்ஸியோடைடுகளை சேர்க்கும் பொறுப்பு பாலிமரேசடையதெனக் கண்டோம். இந்த பாலிமரேஸ், வெறுமனே நியூக்ஸியோடைடுகளை சேர்த்துக்கொண்டேபோகாமல், இதுவரை தாம் சேர்த்த நியூக்ஸியோடைடுகள் நேர்த்தியாக சேர்ந்துள்ளனவா என கண்காணிப்பும் செய்யும். நேர்த்தி என்பது, ஜோடியறு விதிகட்கு இணங்குவதுதான்! அதாவது, Adenine, Thiamine-ஒடும், Cytosine, Quanine-ஒடுந்தான் கைகோர்த்தாகவேண்டும். இதில் பிழைகள் இருந்தால், ஆக்கமுர்த்தியாக இருந்த பாலிமரேஸ், சங்காரமுர்த்தியாக மாறி, நேர்த்தியற்ற நியூக்ஸியோடைடுகளை நீக்கும்! As DNA polymerase adds each new nucleotide to the growing strand, it briefly checks if the newly added nucleotide forms the correct base pair with the template strand. For example, if the template strand has an adenine (A), DNA polymerase should add a thymine (T) to the new strand. If a mistake is made, and an incorrect nucleotide is added, DNA polymerase has a built-in proofreading function. It can recognize the mismatched base pair and remove the incorrect nucleotide.

## 2. THE RNA

Ribo Nucleic Acid எனப்படும் RNA-யின் வடிவம், DNA-யின் வடிவம் பரீட்சயமான அளவுக்கு பரவலாக மனத்தில் இருத்தப்படவில்லை. 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 நியூக்ளியோடைடு**

RNA-யும், DNA-ஐ போலவே, நியூக்ளியோடைடுகளால் ஆன மூலக்கூறுதான். DNA-யின் நியூக்ளியோடைடுகளில், சர்க்கரை, பாஸ்பேட் மற்றும் நைட்ரஜன் 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 ஜந்து 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.

## நெட்ரஜன் காரங்கள்

DNA-யில் உள்ளதுபோலவே தான் RNA-யின் நெட்ரஜன் 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 தாது 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 ராணு இரண்டு மூலக்கூறுகளை ஒன்றிணைத்து விடுவதுதான் தாது tRNA (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 ராணு 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 பண்டை 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 Introns, புறந்தன்னப்பட்டு, Coding தகவல்களையடைய, 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.

## புரத உற்பத்தியில் tRNA

RNA அருகே வந்துநிற்கும் mRNA, Coding தகவல்களை கொண்டிருக்கும். அதிலுள்ள அந்த தகவல்கள், மூன்று மூன்று நியூக்லியோடைடுகளாக ரிபோசோமால் ஏற்கப்படும். இந்த மூவரணிக்கு Codon (கோடான்) என பெயர். இந்த Codons-தான், அமினோ அமிலங்களாக அடுக்கப்பட்டு புரதமாக உருவெடுக்கும். tRNA தான் சரியான அமினோ அமிலங்களை உரிய இடஞ்சேர்க்கும். The mature mRNA leaves the cell's nucleus and enters the cytoplasm, where it interacts with ribosomes. During translation, the information in mRNA is read in groups of three nucleotides called codons. Each codon corresponds to a specific amino acid. Transfer RNA (tRNA) molecules bring the correct amino acids to the ribosome, where a protein is synthesized according to the sequence of codons in the mRNA. The ribosome "translates" the mRNA code into a sequence of amino acids, ultimately

leading to the formation of a specific protein. This protein can have various functions in the cell and plays a critical role in the organism's biology.

## Pre mRNA

Pre mRNA என்பது எந்த மாற்றங்களுமடையாத பச்சையான mRNA. அதாவது, அதன் எந்த அமைப்புகளும் மாற்றப்படாமல் இருக்கும். உதாரணமாக, Introns மற்றும் Exons, அப்படியே இருக்கும்! Pre mRNA, short for precursor messenger RNA, is the initial transcript produced during transcription in eukaryotic cells. It contains both exons (coding regions) and introns (non-coding regions). To become functional mRNA, Pre mRNA undergoes a process called RNA splicing, where introns are removed, and exons are joined together.

## Mature mRNA

இரு Pre mRNA-ஐ, அப்படியே ஒரு ரிபோசோமால் ஏற்கமுடியாது. எனவே, pre-mRNA சில பல மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகிறது. Splicing, Capping, Polyadenylation முதலானவை அத்தகைய மாற்றங்கள். இவ்வாறு மாற்றங்கண்ட Pre mRNA, Mature mRNA ஆக மாறுகிறது. Mature mRNA, also known as processed mRNA, is the final functional form of messenger RNA essential for protein synthesis. It is achieved through post-transcriptional modifications, including capping at the 5' end, polyadenylation at the 3' end, and splicing to remove introns and join exons. This matured mRNA contains the coding information necessary for ribosomes to initiate translation and synthesize proteins, playing a critical role in gene expression and cellular functions.

## Capping

Pre mRNA-வின், 5' முடிவில், மாற்றப்பட்ட குவானோசைன் நியூக்ஸியோடைடை சேர்த்தல். இதனால், பல பயன்கள் கிட்டுமாம். Capping, a crucial step in RNA processing, involves the addition of a modified guanosine nucleotide, known as a 5' cap, to the 5' end of pre-mRNA molecules. This 5' cap serves multiple vital functions: it facilitates the initiation of translation by aiding the ribosome in locating the start codon, protects the mRNA from degradation by exonucleases, and plays a role in the export of mRNA from the nucleus to the cytoplasm.

## PolyAdenylation

Pre mRNA-வின், 3' முடிவில், நீண்ட அடினன் நியூக்ஸியோடைடு சங்கிலியை சேர்த்தல். இதனாலும், பல பயன்கள் கிட்டுமாம். Polyadenylation is a crucial post-transcriptional modification in the maturation of messenger RNA (mRNA).

It involves the addition of a long chain of adenine nucleotides (A) to the 3' end of the pre-mRNA molecule, creating what is known as the poly-A tail.

## Splicing

mRNA-யில், எந்த Coding தகவலையும் கொண்டிராத Introns, பறந்தள்ளப்பட்டு, Coding தகவல்களையுடைய, Exons மட்டும் ஒன்றாக்கப்படும் என அறிந்தோம். இதுவே, Splicing! Splicing is a crucial step in the maturation of mRNA, where non-coding regions called introns are removed, and coding regions called exons are joined together. This process ensures that the mature mRNA contains only the continuous coding information necessary for protein synthesis. In essence, splicing is like editing the pre-mRNA transcript to eliminate unnecessary portions, allowing the mRNA to carry only the genetic instructions needed for the production of proteins.

This streamlined and edited mRNA is then ready for translation by ribosomes in the cytoplasm.

## Gene Regulation

Regulation என்றாலே முறைமைபடுத்துதல்தான்! எப்போது இந்த ஜீன்கள் இயக்கத்திலிருக்கவேண்டும்? எப்போது இந்த ஜீன்கள் இயக்கமற்று இருக்கவேண்டும் என்பதையெல்லாம் நிர்ணயிப்பதுதான் இந்த Regulation! குறள்வழி சொல்வதென்றால் காலமும் ஞாலமும் கருதி செயல்தான்... உதாரணமாக, ஒரு பல்லியின் வால் விழுந்துவிட்டால், அவ்விடத்தில் அந்த வாலை மீண்டும் முளைக்கச் செய்யும் ஜீன்கள் இயக்கப்படும். வால் முளைத்ததும் அவை அறவே இயக்கமற்றுப்போகும். இவ்வாறு, இன்ன நேரத்தில் இன்ன இடத்தில் ஜீன்கள் இயக்கப்பட்டும் இயக்கம் தடுக்கப்பட்டும் இருக்க காரணமே Regulation தான்! Gene regulation refers to the mechanisms and processes by which a cell controls the expression of its genes. It is essential for ensuring that genes are turned on (expressed) or off (repressed) at the right time and in the right context.

Gene regulation is crucial for maintaining the proper functioning of an organism and responding to changing environmental conditions.

## Transcriptional Regulation

Transcription என்றாலே, DNA-யின் மரபு தகவல்கள் mRNA-க்குள் வந்து எடுத்துசெல்லப்படும் கதை என அறிவோம். இந்த Transcription-க்கும் ஒரு முறைமை வேண்டுமல்லவா? முறைமை இல்லாமல் Transcription நடந்தால், பெரும்பிழையாகிவிடும்! உதாரணமாக, ஹீமோகுளோபினை நாம் அறிவோம். இது, இரத்த சிவப்பணுக்களில் இருப்பது! இதற்கான மரபுதகவல்களை DNA-யிலிருந்து எடுத்து, இரத்த வெள்ளையணுக்களில் கொண்டுவிட்டுவிட்டால் ஜெகஜோதிதானே?! Transcriptional

Regulation involves the control of the initiation of transcription, where a gene's DNA is transcribed into messenger RNA (mRNA). Transcription factors and regulatory sequences on DNA play a significant role in this process.

## Translation Regulation

செட்டோபிளாசத்தை வந்தடையும் mRNA-க்களில் உள்ள மரபு தகவல்களை, ரிபோசோமுக்கு புரியும் வண்ணம் மாற்றுவது Translation! இந்த Translation நடைபெறுவதிலும் முறைமை வேண்டும்... சும்மா சும்மாலாம் இல்லாத பொல்லாதத தீட்டு பண்ணிக்கிட்டிருக்கப்படாது... Once mRNA is in the cytoplasm, it can be controlled at the level of translation. This ensures that the mRNA is translated into protein only when needed.

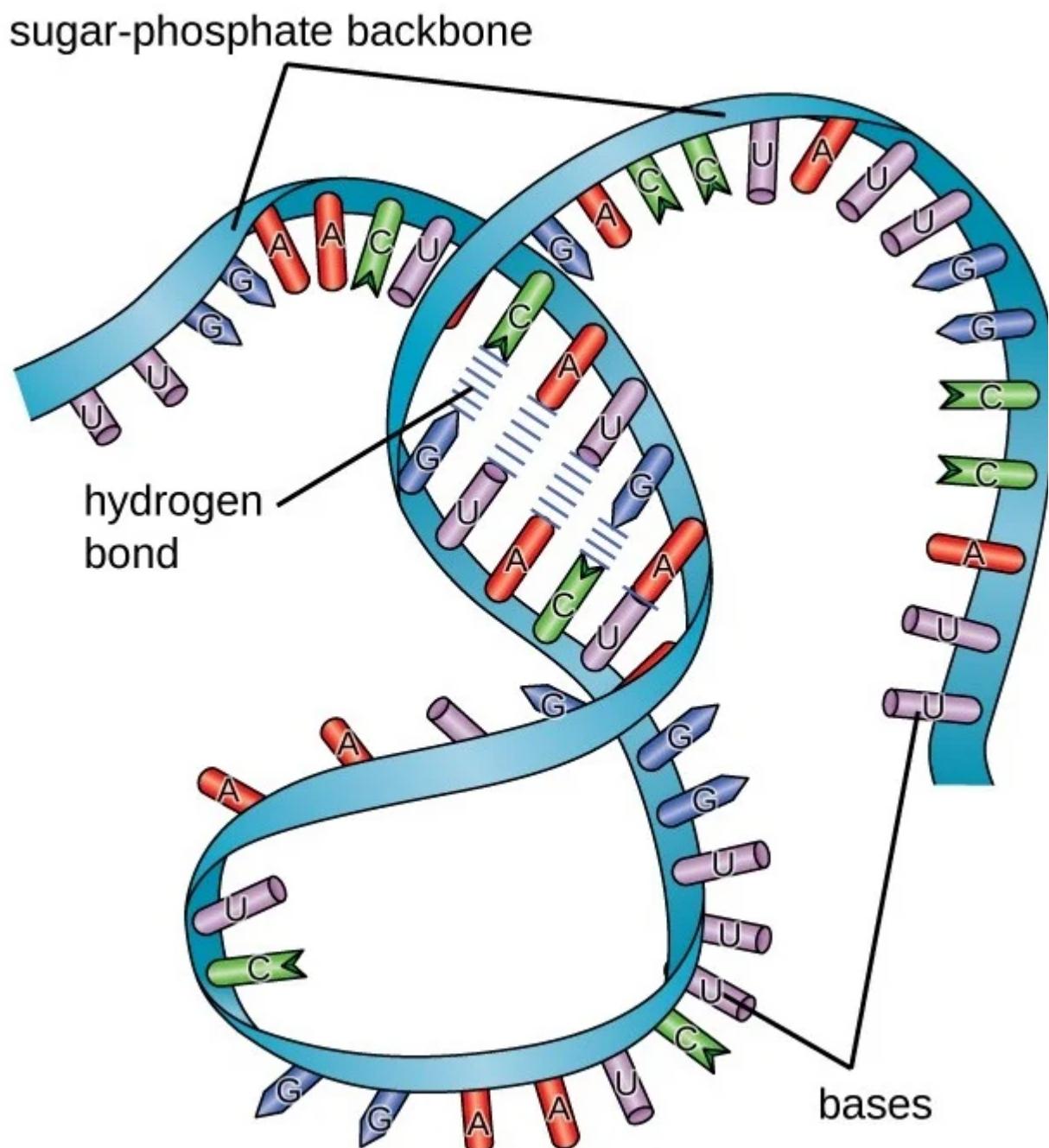
**MiRNA :** Translation Regulation நடக்க காரணகர்த்தாவாகயிருப்பதே இந்த Micro RNA தான்! mRNA-யோடு ஒட்டுக்கொண்டு, Translation காலமும் ஞாலமும் கருதி நடைபெற இதுதான் வழிவகுக்கும். MiRNAs can bind to specific messenger RNAs (mRNAs) and influence their stability and translation.

**பாலிசோம் :** ஒரு Strand தானே RNA-யிடம் உள்ளதென நாம் எளிதாக எடை போட்டுவிடக்கூடாது... இந்த ஒரு Strand பல Strand-களோடு ஒட்டியவாறு சிக்கலான பெரும் அமைப்பை ஏற்படுத்திமே... இந்த அமைப்புதான், பாலிசோம்.

NEET : A single strand of mRNA attached to complex of ribosomes is called

- (a) Okazaki fragments
- (b) polymer
- (c) polysome
- (d) polypeptide

Answer: (c) Polysome



## மரபு சங்கேதம் (Genetic Code)

புரதம் அமினோ அமிலங்களால் ஆனது. Proteins are composed of amino acids, which are the building blocks of these macromolecules. புரதங்களில் இருபது விதமான அமினோ அமிலங்கள் காணப்படும். There are 20 different types of amino acids that can be found in proteins. புரதத்திலுள்ள அமினோ அமிலங்கள் பெப்டைடு இணைப்புகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. Amino acids are linked together by peptide bonds. அமினோ அமிலத்தில், அமினோ தொகுதி ஒன்று (-NH<sub>2</sub>), கார்பாக்சில் தொகுதி ஒன்று (-COOH) மற்றும் ஒரு R தொகுதியுமாக மூன்று தொகுதிகள் காணப்படும். இந்த R தொகுதி மாற்றத்தக்கது. இந்த மாற்றத்தை வைத்து தான், 20 வகையான அமினோ அமிலங்கள் என்ற வகைப்பாடு! Each amino acid has a common structure, which includes an amino group (-NH<sub>2</sub>), a carboxyl group (-COOH), a hydrogen atom, and a unique side chain (R-group). It's the side chain that differentiates one amino acid from another.

பெப்டைடு பின்னைப்பு என்பது, ஒரு அமினோ அமிலத்தின் அமினோ தொகுதியையும் (-NH<sub>2</sub>) மற்றொரு அமினோ அமிலத்தின் கார்பாக்சில் தொகுதியையும் (-COOH) இணைக்கும் வண்ணமுள்ளது... A peptide bond is a covalent bond formed between the amino group of one amino acid and the carboxyl group of another amino acid. This bond creates a chain of amino acids in the protein. DNA-யில் இருக்கும் மரபு தகவல்களை வைத்து, அப்படியே புரதமாக்கிவிடமுடியாது. புரதம் என்பது அமினோ அமிலங்கள், பெப்டைடு பின்னைப்பால் ஒன்றையொன்று பற்றிக்கொண்டிருக்கும் அமைப்பல்லவே! மரபு சங்கேதம் என்பது விதிமுறைகள்! அந்த விதிமுறைகளின்படிதான், புரதத்திலுள்ள அமினோ அமிலங்கள் அடுக்கப்பட்டிருக்கும்! The genetic code is a set of rules that govern how information in the DNA or RNA sequence is translated into the amino acid sequence of a protein.

**Codons :** முன்பே நாம் இவற்றை அறிந்துள்ளோம். mRNA-யால் சுமந்துவரப்படும் மரபுதகவல்கள், மூன்று மூன்று நியூக்லியோடைடு காரங்களாக ரிபோசோமால் ஏற்கப்படும் என்று! இந்த மூன்று நியூக்லியோடைடு காரங்களைதான் பொதுவாக Codons என்கிறோம். Codons are the three-nucleotide sequences found in mRNA (messenger RNA) that code for specific amino acids or signal the start or termination of protein synthesis during translation.

**Codons-ன் அமைப்பு:** RNA-ன் ஒரு நியூக்லியோடைடு மூலக்கூறு என்பது, அடினைன், குவானைன், சைட்டோசைன் மற்றும் யூராசில் முதலான நான்கு நியூக்லியோடைடு காரங்களையுடையது என அறிவோம். இவற்றில் ஏதேனும் மூன்று சேர்ந்து காணப்படுவதுதான் Codons... அதாவது, AUG என்ற Codon-ல், அடினைன், யூராசில் மற்றும் குவானைன் முதலானவை இருக்கும். 4 காரங்கள் உள்ளன. இவற்றை எப்படி வேண்டுமானாலும் மூன்று மூன்றாக அடுக்கலாம் என்றால், எத்தனை விதமான Codons கிடைக்கும்? ஆக கணக்குப்போட்டு பாருங்க! 64 தானே... .

4 (options for the first base) \* 4 (options for the second base) \* 4 (options for the third base) =  $4^3$  = 64. Each codon is made up of three nucleotide bases. There are a total of 64 possible codons because there are four different bases (A, U, G, and C), and each codon has three positions.

### புரத உற்பத்தியை தொடங்கும் **Codon: AUG**

Each codon corresponds to a specific amino acid. For example, the codon "AUG" codes for the amino acid methionine and also serves as the start codon, marking the beginning of protein synthesis.

### புரத உற்பத்தியை நிறுத்திவைக்கும் **Codons: UAG/UGA/UAA :**

In addition to codons that specify amino acids, there are three codons that serve as stop signals, indicating the end of translation. These are "UAA," "UAG," and "UGA." When a ribosome encounters one of these stop codons, protein synthesis terminates.

## மரபணு திரிவு (Mutation)

மரபணுத் திரிபு (அல்லது மரபணுச் சடுதிமாற்றம் அல்லது மரபணுத் திழர்மாற்றம் (Genetic mutation) என்பது மரபணுத்தொடரில் (DNA Sequence) ஏற்படும் சிறிய அல்லது பெரிய அளவிலான திரிபுகள் அல்லது மாற்றங்களைக் குறிக்கும். இது மரபணு விகாரம் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றது. DNA தொடரில் ஏற்படும் மாற்றங்கள், ஒர் உயிரின் மரபு பண்புகளை சுற்றே மாற்றும். உதாரணமாக, சாணக்கெண்டை (Climbing Gourami) என்று ஒரு மீன் வகையுண்டு. இந்த மீன்கள், மரங்களில் ஏறுபவை. இன்னமும் தெளிவாக சொன்னால், கிராமத்துப் பனைகளில் ஏறக்கண்டவை. அதனால்தான் அதற்கு அப்படி பெயர்போலும்... இந்த மீனின் DNA மாற்றமடைந்துவிட்டால், மரத்திலேறும் மரபு பண்பை அது இழுந்திடக்கூடும். சில மாற்றங்களோ, அவற்றிற்கு வேறு சில புதிய திறனை தரக்கூடும். ஒர் ஓட்டகச்சிவிங்கிக்கு மரம் ஏறும் திறன் கூட கிடைக்கலாம்.

**புள்ளி திரிவு (Point Mutation):** DNA மூலக்கூறின் ஒரேயொரு நியூக்லோடைடு காரத்தில் ஏற்படும் மாற்றம். Point Mutation involves changes in a single nucleotide base in the DNA.

### புள்ளிதிரிவின் மூன்று வகைகள்

பதிலீடு : ஒரு காரம் மற்றொன்றால் பதிலிடப்படும்  
திணிப்பு : புதியதாக ஒரு காரம் திணிக்கப்படும்  
நீக்கம் : ஒரு காரம் நீக்கப்படலாம்

Substitution: One base is replaced by another. Insertion: An extra base is inserted into the sequence. Deletion: A base is removed from the sequence.

**வரைநகர்வு சடுகுமாற்றம் (Frameshift Mutation):** ரிபோசோமால் ஏற்கப்படும் மூன்று நியூக்லோடைடுகளை ஒருங்கே கோடான் என அழைத்தோம். புதிதாக நியூக்லோடைடு சேர்க்கப்படும்போதோ, நீக்கப்படும்போதோ இந்த மூவரணி சற்று நகரலாம். அதாவது, ரிபோசோம் தவறான மூவரணியை ஏற்று புரத உற்பத்தியை தவறாக செய்திடலாம். இது பெரும் பாதிப்பு ஏற்படுத்தக்கூடும்.

Frameshift Mutations occur when the addition or deletion of nucleotides shifts the reading frame, leading to significant changes in the protein encoded by the gene.

**குரோமோசோம் சடுகிமாற்றம் (Chromosomal Mutation):** குரோமோசோமின் ஒரு பகுதியில் மாற்றம் ஏற்படலாம். ஒரு பகுதி நீங்கலாம்... சேரலாம்... பிரதியாகலாம்... இடம் மாறிக்கூட போகலாம்... Chromosomal Mutations involve larger segments of DNA or entire chromosomes.

ചെല്ല് സമിക്ക്രോ

**CELL SIGNALING**

## செல் சமிக்ஞை (Cell Signaling)

செல்கள் ஒன்றோடொன்று தொடர்புகொள்வது செல் சமிக்ஞையின் மூலமாகதான்... Cell signaling is a fundamental process in biology that allows cells to communicate with each other.

**Ligands:** ஒரு செல்லிலிருந்து இன்னொரு செல்லுக்கு தகவலை எடுத்துச்செல்லும் நுண்ணிய அமைப்புகள் இவை. இவை புரதமாகவோ, மூலக்கூறுகளாகவோ இருக்கலாம். Ligands are signaling molecules, which can be proteins, small molecules, or even gases. They bind to specific receptors on the target cell's surface.

**Receptors:**      **Ligands**      கொண்டுவந்த  
தகவல்களை செல்லினால் ஒரு பாதையை ஏற்படுத்தி  
எடுத்துச் செல்லும் நுண் அமைப்புகள். அந்த  
பாதையே, சமிக்ஞை கடத்தும் பாதை (Signal  
Transduction Path) எனப்படும். இந்த  
**Receptors,**      செல்லின்      புறப்பகுதியில்  
காணப்படுவது. Receptors are proteins on  
the cell's surface or inside the cell that  
bind to ligands. They are highly specific,  
and when a ligand binds to its receptor, it  
initiates a cellular response.

## **Ligands மற்றும் Receptors :: ஓர் உதாரணம்**

பறக்கும் மற்றும் பயமுறுத்தும் ஹார்மோனை அறிந்திருக்கலாம். ஓர் அதிர்ச்சியூட்டும் விடயத்தை கேள்விபடுகையில் இவை இயக்கப்படுவை... இவையே அட்ரீலனீன்கள் எனப்படும் எபிநெஃப்ரீன்கள்! இவை ஒருவகை Ligands தான்! அதிர்ச்சியடையும்போது, இவை இதயத்தை நோக்கி இரத்த ஓட்டத்தோடு சென்று, அங்குள்ள இதயச்செல்களின் புறப்பரப்பில் கொழுவிருக்கும் Receptors-களாகிய, Beta Adrenergic Receptors-ஐ சீண்டும். இவை, இதயச்செல்லுக்குள்ளாக ஒரு சமிக்ஞை கடத்துப்பாதையை ஏற்படுத்தி, அதிர்ச்சியை செல்களுக்கு தெரிவிக்கும். உடனே, இதயத்துடப்பு அதிகமாகும்.

In a "fight or flight" situation, such as when you're suddenly confronted with danger, your body releases epinephrine into the bloodstream. This is the ligand. Epinephrine circulates through your bloodstream and reaches different cells throughout your body. On the surface of target cells (e.g., heart muscle cells), there are adrenergic receptors, specifically beta-adrenergic receptors. These receptors are like locks, and epinephrine is the key that fits into these locks. When epinephrine binds to the beta-adrenergic receptor, it triggers a conformational change in the receptor.

This change activates the receptor. Activated receptors initiate a signal transduction pathway inside the cell. This pathway involves a series of protein interactions and can lead to various responses. In the case of epinephrine binding to beta-adrenergic receptors on heart muscle cells, the response is an increase in the rate and force of heart contractions. This prepares the body to respond quickly to the perceived threat. To prevent a continuous response, epinephrine is eventually removed from the receptor, and the receptor returns to its inactive state.

## சமிக்ஞை கடத்துப்பாதை

சமுத்திரத்தில் பாலம் கட்டும் கதைபோன்றது இது... இங்கு மிதக்கும் கற்கள் அல்லாமல் இரண்டாம் தாதுவர்கள் எனப்படும் நுண் மூலக்கூறுகள் இடம்பெறுகின்றன. அதாவது, புறப்பகுதியில்

Receptor-ஐடு ஒரு Ligand இணைந்ததும், அந்த தகவலை உள்ளேயுள்ள உட்கருவறைக்கு எடுத்துச்செல்ல அவை அனுமதிக்கப்படுவதில்லை.

மாறாக,	Second	Messengers
எனப்படுபவைதான்	எடுத்துச்செல்லும்	பணியை
காலங்காலமாக	செய்கின்றன.	அவை உள்ளே
செல்வதைதான்	பொதுவாக	சமிக்ஞை
கடத்துப்பாதை	என்பது... Second messengers	
play a vital role in signal transduction		
within cells. They are small molecules		
that transmit and amplify signals from		
the cell surface to the cellular interior.		

ക്രാംഗോൾഡ്

**PHOTOSYNTHESIS**

**ஒளிச்சேர்க்கை:** பசுந்தாவரங்களும், பாசிகளும், இன்னும் சில பாக்ஷியங்களும் ஒளி ஆற்றலையும் நீரையுங்கொண்டு தமக்கு தேவையான ஆற்றலை தாமே குளுக்கோஸ் வேதியமாக மாற்றி பெற்றுக்கொள்ளும் நிகழ்வு. Photosynthesis is the process by which green plants, algae, and some bacteria convert sunlight into chemical energy in the form of glucose.

ஒளிச்சேர்க்கையின்போது, ஒளியை ஏர்க்கும் பச்சை நிறமி, குளோரோஃபில். இந்த குளோரோஃபில்லிலேயே இரண்டு வகைகள் உண்டு. குளோரோஃபில் A மற்றும் குறோரோஃபில் B. A-யானது, நீலப்பசுந்நிறமுடையது. B-யானது, மஞ்சள் பச்சை நிறமுடையது. இவை, சூரிய நிறமாலையின் ஒவ்வொரு நிறத்தை உறிஞ்சும் தன்மையுடையவை. உதாரணமாக, A-யானது, நீலம்-ஊதா, சிவப்பு-இளஞ்சிவப்பு முதலான பகுதியிலுள்ள ஒளியை உறிஞ்சும் இயல்பினது.

B-யானது, நீலம் மற்றும் சிவப்பு பகுதியில் ஒளியுறிஞ்சும் இயல்வினது. என்னதான் இருந்தாலும் A-தான் முதன்மையானது. B ஒரு

உதவியாளராகவேதான் செயல்படும். Chlorophyll-a absorbs light most efficiently in the blue-violet and red-orange parts of the spectrum. Chlorophyll-b absorbs light most efficiently in the blue and red regions of the spectrum. This difference in absorption spectra allows plants to capture a broader range of light wavelengths for photosynthesis.

Chlorophyll-a is the main pigment that directly participates in the light-dependent reactions of photosynthesis. It

plays a central role in converting light energy into chemical energy. Chlorophyll-b acts as an accessory pigment, assisting chlorophyll-a by capturing light energy and transferring it to chlorophyll-a. It broadens the range of light wavelengths that can be utilized for photosynthesis. Chlorophyll-a appears blue-green. Chlorophyll-b appears yellow-green.

### **சுளோரோஃபில் A மற்றும் B**

இரண்டு நிறமிகளும் பாலிஃபைரின்கள். இது ஒரு வேதிய அமைப்பு. A-யானது, ஒரு மெத்தில் தொகுதியை (-CH<sub>3</sub>) பெற்றிருக்கும்.

B-யானது, மெத்திலுக்கு பதிலாக ஆல்டிஹைடு கொகுதியை (-CHO) பெற்றிருக்கும்.

Chlorophyll-a has a structure with a methyl group in its porphyrin ring. Chlorophyll-b differs from chlorophyll-a in one of its side groups, where it has an aldehyde group instead of a methyl group.

### சுளோரோபிளாஸ்ட்

பசுங்கணிகம் எனப்படும் இதில்தான் ஓளிச்சேர்க்கை அரங்கேறுகிறது. இதில்தான் பச்சையமணிகள் (Chlorophylls) ஒரு திரளாய் காணப்படும்.

Chloroplasts are the organelles where photosynthesis occurs, while chlorophyll is the pigment within chloroplasts that captures light energy, initiating the

process of photosynthesis. Both are essential for the plant's ability to convert sunlight into chemical energy.

**சுளோரோபிளாஸ்டில் காணப்படும் பகுதிகள்**  
தெலகாய்டு உறை, ஸ்ட்ரோமா மற்றும் கிரானா  
Chloroplasts contain several structures, including the thylakoid membrane, stroma, and grana.

### **தெலகாய்டு உறை**

தெலகாய்டு உறை என்பது, சப்பிய வடிவில் காணப்படும் நுண் பைகள். இவை, பசுங்கணிகத்துக்குள்ளே ஒன்றன் மீது ஒன்று அடுக்கியவாறு காணப்படுகின்றன. இவற்றில்தான் ஒளியை குறைக்கோஸாக மாற்றும் ஒளிவினை நடைபெறும். அதாவது, இவற்றில்தான் பச்சையநிறமிகள்/பச்சையமணிகள் காணப்படும்.

Thylakoids are flattened, membranous sacs or disks within the chloroplast. They are the site of the light-dependent reactions of photosynthesis, where the conversion of light energy into chemical energy occurs. Thylakoid membranes contain chlorophyll and other pigments that capture light energy.

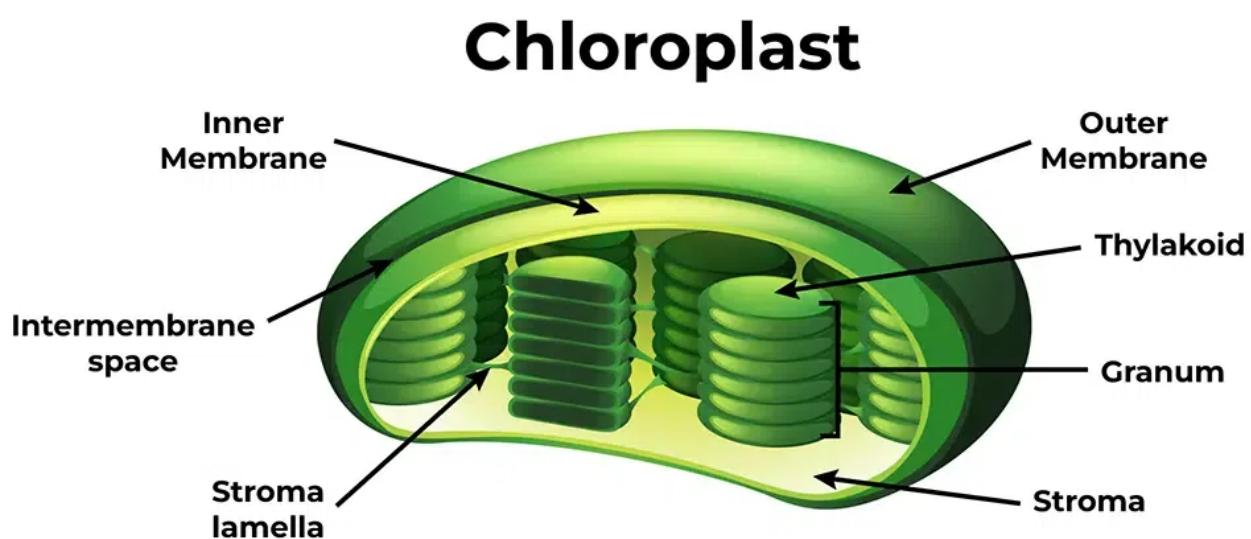
## கிரானா

தைலகாய்டு உறைகள், ஒன்றன் மீது ஒன்றென அடுக்கியவாறு இருப்பதாக மொழிந்தோம். அந்த அடுக்கிய அமைப்பைதான், கிரானா என்கிறோம். இவ்வாறு அடுக்கப்பட்ட அமைப்பை பெற்றிருப்பதனால், ஒளிச்சேர்க்கை சிறப்பாக நடைபெறுமாம். Grana (singular: granum) are stacks of thylakoid membranes within the chloroplast. They contain a high concentration of chlorophyll and other pigments, which are essential for capturing light energy. The arrangement of grana allows for efficient light

absorption and the organization of photosynthetic pigments.

### ஸ்ட்ரோமா

கிரானா வைக்கப்பட்டிருக்கும் நீர்ம பகுதியே ஸ்ட்ரோமா. Storm-இ நினைவில் வைக்கலாம். The stroma is the fluid-filled space surrounding the thylakoids within the chloroplast. It is the site where the dark reactions of photosynthesis, known as the Calvin Cycle, take place.



## ஒளிவினை (Light Reaction)

ஒளிவினையில், ஒளி ஏர்க்கப்பட்டு நீர் பகுந்து, வேதி மூலக்கூறுகளாகிய ATP மற்றும் NADPH-ஆக மாற்றப்படும். ஆக்சிஜனும் விளையும். அவ்வளவே!

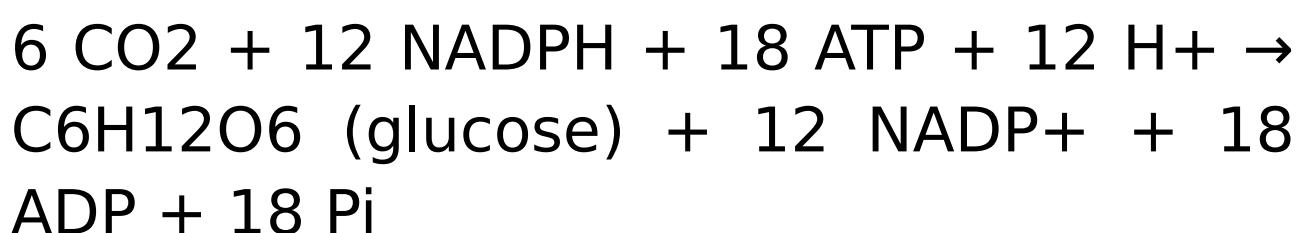
Light reactions capture light energy and convert it into chemical energy (ATP and NADPH)



## இருள்வினை (Dark Reaction)

இந்த வினையில்தான், உண்மையில் குளுக்கோஸ் உருவாகும். நாம் பொதுவாக ஒளிச்சேர்க்கை என கூறுவது இந்த இரண்டு வினைகளையும் ஒருசேர்த்துதான். ஒளிவினையில் உண்டான ஆற்றலைக்கொண்டு சுற்றுச்சூழலிலிருந்து கிடைக்கப்பட்ட கார்பன் டை ஆக்சைடு, தாவரத்திற்கு பயன்படும் வகையில் மாற்றப்படுகிறது (Inorganic To Organic). வெறும் கார்பன் டை ஆக்சைடை அப்படியே தாவரத்தால் பயன்படுத்தமுடியாது.

இவ்வாறு தாவரத்துக்கு ஏற்றவாறு மாற்றப்படுவதற்கு, Carbon Fixation என பெயர். மேலும், குளுக்கோஸம் உருவாகிறது. இந்த இருள்வினைக்கு கால்விள் சூழ்சி என்றும் பெயர். The Calvin Cycle uses carbon dioxide, ATP, and NADPH produced in the light reaction to synthesize glucose and regenerate the molecules required for further photosynthesis. The production of glucose and regeneration of ATP and NADPH are important outcomes of the dark reaction. It also performs Carbon Fixation. The primary purpose of the Calvin Cycle is to fix carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) from the atmosphere. This step is critical because it incorporates atmospheric carbon into organic compounds. This carbon fixation is the starting point for the synthesis of organic molecules like glucose.



செல் பரிணமிக்தல்

**CELL ADAPTATIONS**

**சிலியா மற்றும் ஃப்ளாலைல்லா :** ஏற்கெனவே நாம் இவற்றை ஆய்ந்துள்ளோம். சிலியா என்பது பனங்கொட்டையை நார் சூழ்ந்ததுபோல, செல்லை சூழ்ந்திருக்கும் மயிரிழை அமைப்புகள். செல்லின் பற்பறப்பில் ஏதேனும் ஒரு நுண்பொருள் நகரவும், சில சமயங்களில் செல்லே நகரவும் இவை துணைபுரிபவை. ஃப்ளாலைல்லா என்பதை, சாட்டை போன்றவை. இவை, விந்து செல்களின் வால் பகுதியில் காணப்படுபவை.

இவற்றைக்கொண்டுதான், அந்த செல்கள் நகர்கின்றன. Cilia are tiny, hair-like structures on the cell surface that are involved in the movement of certain cells or the movement of substances across the cell's surface. They're found in the respiratory tract to move mucus and trapped particles out of the lungs. Flagella are longer whip-like structures that also facilitate cell movement. They are typically found in cells like sperm, which use flagella to swim.

## மைக்ரோவில்லி

பெரிய கைக்கு மாவுப்பண்டம் அதிகங்கிடைக்குங்குற கத தான்... ஒரு சில செல்கள் தாதுக்களை உறிஞ்சுபவை. உதாரணமாக, சிறுகுடலில் உள்ள செல்கள், உண்ட உணவிலிருந்து தாதுக்களை உறிஞ்சாகவேண்டும். அவை சற்று அளவில் பெரிதாக இருப்பது ஏற்றது. ஆனால், மிகப்பெரியதாக இருப்பது ஏற்றதன்று. எனவே, அவற்றின் புறப்பரப்பில் இந்த மைக்ரோவில்லிகள் இடம்பெறுகின்றன. பல கோடி விரல்கள் வெளிநீண்டதைப்போல, சிறுகுடல் செல்களின் புறப்பரப்பில் இவை காணப்படுகின்றன. ஊட்ட தாதுக்களும் உறிஞ்ச ஏதுவாகின்றன. Microvilli are small, finger-like projections on the surface of certain cells, primarily in the small intestine. They increase the surface area of the cell's membrane, which is important for the absorption of nutrients.

## வலுத்த சந்திப்பு

இரண்டு செல்கள் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் அந்த சந்திப்பில், எந்த துளையுமில்லாமல் வலுத்த அமைப்பு இருப்பது, வலுத்த சந்திப்பு. அதாவது, ஒரு செல்லிலிருந்து மற்றொரு செல்லுக்குள் செல்ல வழியில்லை! Tight Junctions are seals between adjacent cells that prevent the leakage of extracellular fluids. They're essential in tissues like the intestines to maintain a barrier.

## இடைவெளியுள்ள சந்திப்பு

இரண்டு செல்களும் ஒன்றோடான்று தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் துளைகள் காணப்படும்! Gap junctions are channels between adjacent cells that allow for the passage of ions, signaling molecules, and small molecules. They play a role in communication between cells in tissues like the heart.

## டெஸ்மாசோம்கள்

குரோமோசோமும், ரிபோசோமும் மட்டுமே தெரிந்த நமக்கு, டெஸ்மாசோம் புதிதுதான். இவை, செல்சவ்வை விரிக்கும் சிக்கலான புரதங்கள். உதாரணமாக, இதயம் சுருங்கி விரியும் உறுப்பு! அதன் செல்களின் செல்சவர்களில், டெஸ்மாசோம் இல்லையென்றால்... . கண்ணாடி போல நூறுங்க வாய்ப்பிருக்கிறது... அப்போது கீழ்வரும் இந்த வரிகள் பொய்யாகும் : “ஒரு முகம் மறைய மறுமுகம் தெரிய கண்ணாடி இதயம் இல்லை! கடல் கை மூடி மறைவதில்லை!” Desmosomes are complex protein structures that span the cell membrane. They are primarily found in tissues that experience mechanical stress, such as the skin, heart muscle, and the cervix.

நோறு