

செல் மற்றும் நுண்கூறு உயிரியியல்

அலகு - II

பிளாஸ்மா படலம் – அமைப்பு,  
வேதிக்கூட்டமைவு மற்றும் மாதிரிகள்

முனைவர் ச. அருள்ஜோதிசெல்வி  
உதவி பேராசிரியர்  
விலங்கியல் துறை  
பெரியார் அரசு கலைக்கல்லூரி

21.08.2020

# சைட்டோபிளாசம் (Cytoplasm)

செல்லின், பிளாஸ்மா படலத்திற்கும், உட்கரு படலத்திற்கும் இடைப்பட்ட பகுதி சைட்டோபிளாசம் எனப்படுகின்றது. எல்லா உயிர்சக்தி, மற்றும் உயிர்ப்பொருள் உருவாக்கச் செயல்களுக்கும் இருப்பிடமாக இருப்பதால் சைட்டோபிளாசம் செல்லின் மிக முக்கிய பகுதியாகின்றது. இது இடையீட்டுப்பொருள் (matrix), மற்றும் உள்ளுறுப்புக்கள் (organelles) ஆகிய இரு தெளிவான அமைப்புக்களைக் கொண்டிருக்கின்றன.

## இடையீட்டுப் பொருள்

சைட்டோபிளாசத்தினின்று எல்லா செல்லுள் உறுப்புகளும் நீக்கப்பட்ட பின் ஒரு ஒளி ஊடுருவுந்திறன் கொண்ட, சீரான கூழ்மத் திரவம் எஞ்சுகின்றது. இது இடையீட்டுப் பொருள் எனப்படுகின்றது. பர்கன்ஜி (1840) இதனை புரோட்டோபிளாசம் என்றழைத்தார். இவ்விடையீட்டுப் பொருள், அடிப்படை சைட்டோபிளாசம், ஹையலோபிளாசம், சைனோபிளாசம் ஆகிய பல பெயர்களில் அழைக்கப்படுகின்றது.

சைட்டோபிளாசத்தின் இடையீட்டுப் பொருள் பலவித கனிம, கரிம மூலக்கூறுகள், நொதிகள் இவற்றால் ஆனது. இவற்றின் இயற்பிய, வேதிய பண்புகள் புரோட்டோபிளாசம் என்னும் அத்தியாயத்தில் தெளிவாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

## பிளாஸ்மா படலம்

1. வேதிக்கூட்டமைவு
2. அமைப்பு
3. அமைப்பினை விளக்கும் மாதிரிகள்
4. நுண் அமைப்பு

# பிளாஸ்மா படலம்

ஒவ்வொரு உயிருள்ள செல்லும் ஒரு மிக மெல்லிய (70 – 100 Å கனமுள்ள) மீள்விசை கொண்ட, ஒரு பக்கக் கசிவு டைய, லைப்போ புரோட்டீனாலான உயிருள்ள படலத்தினால் சூழப்பட்டுள்ளது. இப்படலம், செல் புரோட்டோபிளாசத்தை புற சூழ்நிலையினின்றும் பிரிக்கின்றது. இப்படலம் சைட்டோபிளாசப் படலம், செல் படலம், பிளாஸ்மாலெம்மா, பிளாஸ்மா படலம் எனப் பலவாறு அழைக்கப்படுகின்றது. பிளாஸ்மா படலம் செல்லில் நடைபெறும். உட்கிரகித்தல், சுரத்தல், திரவக் கடத்தல் போன்ற செயல்களில் முக்கிய பங்கேற்கின்றது.

## பிளாஸ்மா படலத்தின் வேதிக் கூட்டமைவு

பிளாஸ்மா படலத்தில் அதிக அளவு புரோட்டீனும், கொழுப்பும், சிறிதளவு (1-5% ) ஆலிகோசாக்கரைட்களும், சியலிக் அமிலமும் காணப்படுகின்றன. ஆலிகோசாக்கரைட்கள் கொழுப்புகளோடு இணைந்து கிளைக்கோலிப்பிட்களாகவும் அல்லது புரோட்டீன்களோடு இணைந்து கிளைக்கோபுரோட்டீன்களாகவும் காணப்படுகின்றன. சில செல்லுறுப்புக்களின் படலங்களில் DNAயும் RNAயும் இருக்கின்றன.

புரோட்டீன்கள் பிளாஸ்மா படலத்தில் மூன்றுவகை புரோட்டீன்களாக இருக்கின்றன. அவை:

1. அமைப்புப் புரோட்டீன்கள் (Structural proteins) — இவை பிளாஸ்மா படலத்தின் முதுகெலும்பு போன்றவை. இவை கிரியா ஊக்கிப் பண்பற்றவை. இவை இரு வகைப்படுகின்றன ;

(a) வெளிப்புற புரோட்டீன்கள் (Peripheral proteins) மற்றும்

(b) இணைந்த (Integral) புரோட்டீன்கள். வெளிப்புற புரோட்டீன்கள் பிளாஸ்மா படலத்தின் மேற்பரப்பில் அமைந்துள்ளன. இதனை எளிதில் பிரித்து விடலாம். இவை கொழுப்புக்களற்றும் திரவங்களில் கரையுந் திறனுடையதாகவும் உள்ளன. குருதிச் சிவப்பணுக்களில் உள்ள ஸ்பெக்ட்ரின் (Spectrin), மைட்டோகான்ட்ரியாவில் உள்ள ATP யேஸ், சைட்டோகுரோம் - C, எலக்ட்ரோபளக்ஸ் படலங்களில் உள்ள ஆசிட்டைல்கோலின் எஸ்டரேஸ் ஆகியவை வெளிப்புற அல்லது புறப்புறப்பு புரோட்டீன்கள் ஆகும்.

எஸ்டரேஸ் ஆகியவை வெளிப்புற அல்லது புறப்பரப்பு புரோட்டீன்கள் ஆகும்.

2. நொதிகள் (enzymes) – செயல் மிகு கடத்தல் (active-transport) நடக்கும் எல்லா செல்களிலும் பிளாஸ்மா படலத்தின் மேற்பரப்பில் நொதிகள் காணப்படுகின்றன. இவை கிரியா ஊக்கிச் செயல் புரியும் புரோட்டீன்கள். எண்டோபிளாச வலை மைட்டோ காண்ட்ரியா, பிளாஸ்மா படலம் ஆகியவை பல நொதிகளைக் கொண்டுள்ளன. நொதிகளின் அமைப்பு படலத்திற்குப் படலம் வேறுபடுகின்றது.

3. கொண்டு செல்லும் புரோட்டீன்கள் (Carrier proteins) அல்லது பெர்மியேஸ்கள் (permeases), - இவை பொருட்களை அடர்வு சரிவுவாட்ட விகிதத்திற்கெதிராக (Concentration gradient) படலத்தினூடே கடத்துகின்றன.

கொழுப்புக்கள் - பிளாஸ்மா படலத்தில் 20% முதல் 70% கொழுப்பு காணப்படுகின்றது. லிசிதின் என்னும் பாஸ்போலிபிடும், கோலிஸ்டரால் என்னும் ஸ்ட்ராய்டு கூட்டுப் பொருளும் பிளாஸ்மா படலத்தின் பொதுவான கொழுப்புக்கள். பாஸ்போலிப்பிட்கள்; நியூட்ரல் பாஸ்போலிப்பிட்கள், அமில பாஸ்போலிப்பிட்கள் என இருவகைப்படுகின்றன. நரம்புகளிலும் மூளையிலும் காணப்படுகின்ற மையலின் படலத்தில்; லிசிதின், கோலிஸ்ட்ரால், ஸபின்ஜோமையலின், செரிப்ரோசைட் ஆகிய கொழுப்புக்கள் இருக்கின்றன.

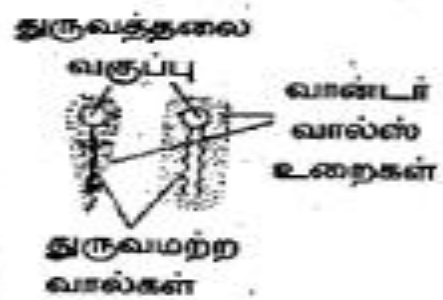
## பிளாஸ்மா படலத்தின் அமைப்பு

பிளாஸ்மா படலத்தில் அமைப்பைப் பற்றி அறிந்து கொள்ள கீழ்வரும் அமைப்புக்களை அறிந்து கொள்ள வேண்டும்.

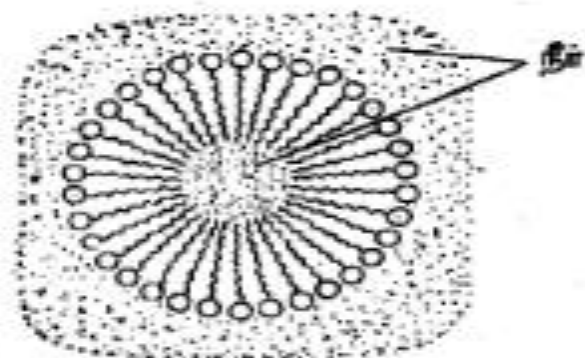
**ஆம்ஃபிபாத்திக் மூலக்கூறுகள் (Amphipathic molecules)** - இவை ஒரு முனையில் நீரை விரும்பும் துருவ வகுப்பையும் (hydrophilic polar group) மறுமுனையில் நீரை வெறுக்கும் துருவமற்ற வகுப்பையும் (Hydrophobic nonpolar group) கொண்ட மூலக்கூறுகள். எ.கா. சோப்புக்கள், பாஸ்போலிப்பிட்கள், பித்த உப்புக்கள்.

**மைசெல், இருபடலம், மற்றும் லைப்போசோம் (micelle, bilayer and liposome)** - சோப்புக்கள், பாஸ்போலிப்பிட்கள் மற்றும் பித்த உப்புக்கள் போன்ற ஆம்ஃபிபாத்திக் மூலக்கூறுகள், மிகவும் நீர்த்த திரவங்களில் இருக்கும் பொழுது தனித்தனியான துகள்களாகப் பரவிக் கிடக்கின்றன. ஆனால் ஒரு குறிப்பிட்ட அடர்வுக்கு மேல் அநேக ஆம்ஃபிபாத்திக் மூலக்கூறுகள் சேர்ந்து தொகுப்பாகவோ, ஒரு ஒற்றைப் படலமாகவோ (monolayer), மைசெல்களாகவோ (micelle) இருபடலமாகவோ (bilayer) அல்லது லைப்போசோம்களாகவோ (liposomes) அமைந்து கொள்கின்றன. இவற்றின் துருவ வகுப்புக்கள், நீர்

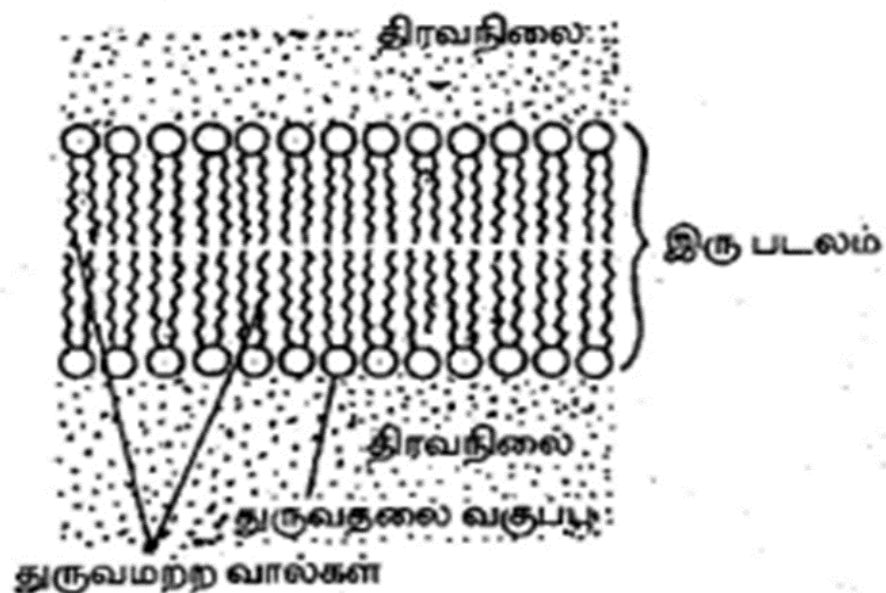




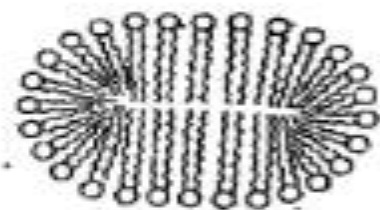
1. ஆம்ஃபிபாத்திக் மூலக்கூறுகள்



2. நீர் திறைந்த வட்டவடிவ மை செல்



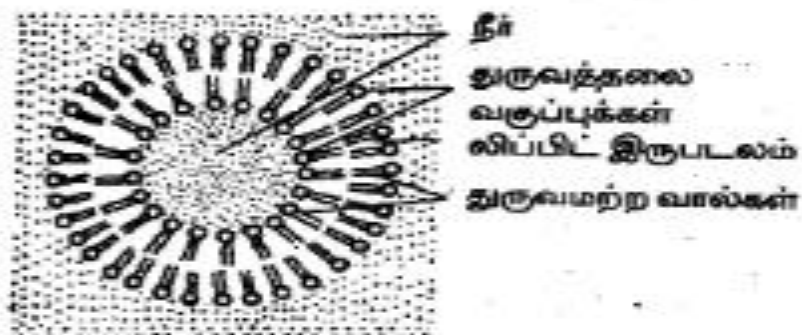
6. திரவ ஊடகத்தில் லிப்பிட் இருபடலம்



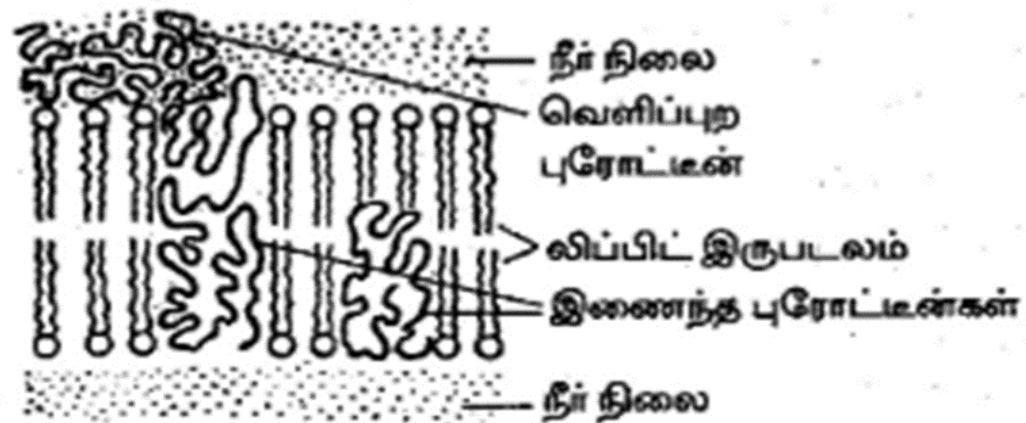
3. தட்டு வடிவ மை செல்



4. தலைகீழ் மை செல்



5. ஒற்றை லாமெல்லா அலப்போசோம்



7. ஒரு படலத்தில் லிப்பிட் இருபடலம்

மூலக்கூறுகளோடு தொடர்பு கொண்டதாகவும், துருவமற்ற வகுப்புகள் நீர் மூலக்கூறுகள் இல்லாத பகுதியிலும் அமைகின்றன.

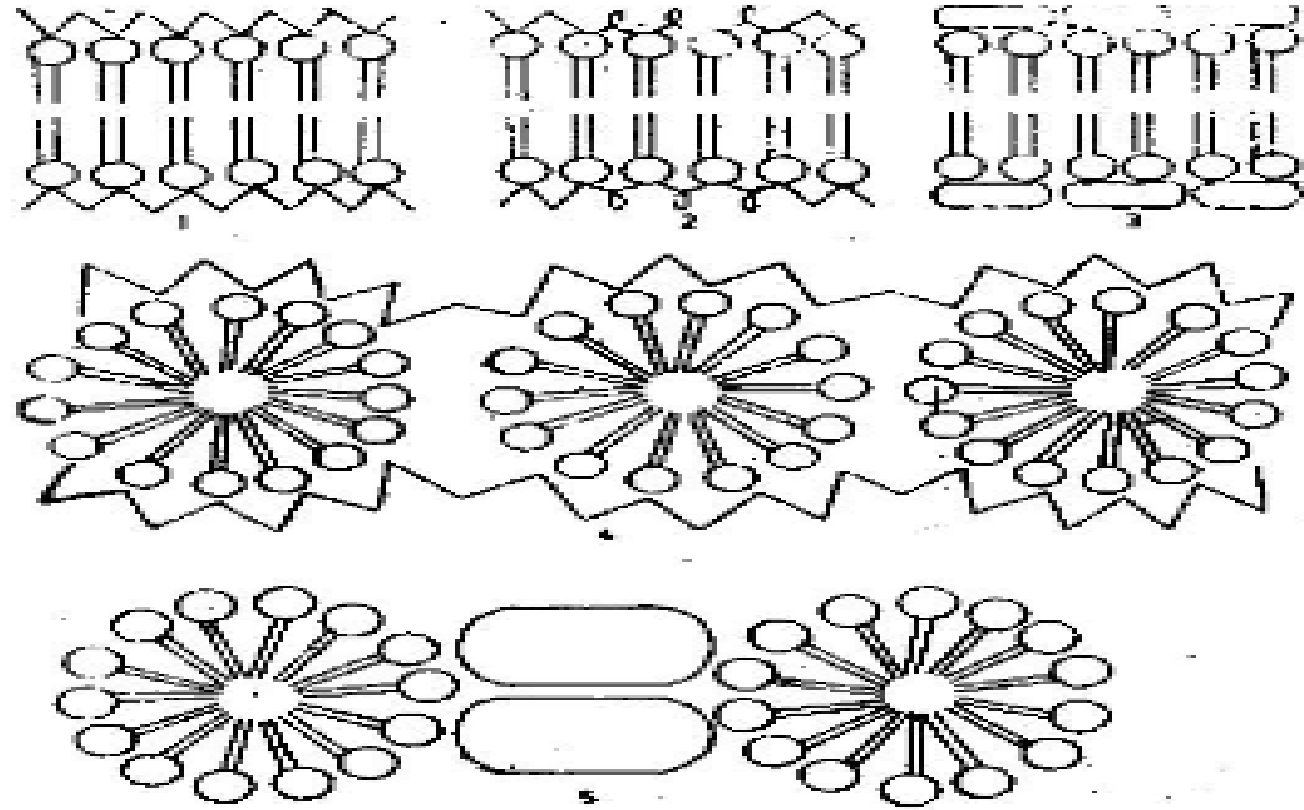
பிளாஸ்மா படலத்தின் இயற்பிய மற்றும் உயிரிய அமைப்பினை விளக்கப் பலக் கோட்பாடுகள் கூறப்பட்டுள்ளன. அவை:

1. இருபடலக் கோட்பாடு (bilayer model)
2. மைசிலார் அல்லது துணை அடிப்படைக் கூறு கோட்பாடு (micellar or sub-unit model)
3. ஒருமைப் படலக் கோட்பாடு (unit membrane model)
4. திரவமோசையிக் கோட்பாடு (Fluid Mosaic model)
5. புரோட்டீன் படிகக் கோட்பாடு (Protein crystal model)
1. இரட்டைப் படலக் கோட்பாடு (Bilayer model)

1. இரு படலக் கோட்பாடு (Bilayer model) - உயிரியப் படலங்களான பிளாஸ்மா படலம், மற்றும் மைட்டோகாண்ட்ரியா, எண்டோபிளாச வலை, உட்கரு ஆகி செல்லுள் உறுப்புக்களின் படலங்கள் யாவும், மெல்லியதாகவும், தொடர்ச்சியானதாகவும் அரை இரவநிலையில் உள்ளதாகவும், 6 முதல் 10 nm களமுள்ளதாகவும் இருக்கின்றன.

பாஸ்போலிப்பிடிகள் மற்றும் ஸ்பின்னோலிப்பிடிகள் போன்ற ஆம்ஃபிபாத்திக் மூலக்கூறுகள் இரு, துருவமற்ற வால்களையும், தங்களைச் சூழ்ந்து ஒரு நீள்சதுர வான் டெர் வால்ஸ் (Van der Waals) உறையையும் கொண்டிருக்கின்றன. இவை அதிக அளவில் இருக்கும் பொழுது இருபடலமாக அமைகின்றன. ஒரு இருபடலம், ஆம்ஃபிபாத்திக் மூலக்கூறுகளினாலான இரு ஒற்றைப் படலங்களாகும். இது 6 முதல் 10 nm களமுள்ளதாக இருக்கின்றது. ஒவ்வொரு ஒற்றைப் படலத்தில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் துருவ தலை - வகுப்புக்கள் (polar-head groups) நீர் பகுதியை நோக்கி அமைந்திருக்கின்றன. துருவமற்ற வால்-பகுதிகள் (non-polar tails) நீர் இல்லாத பகுதியை நோக்கி அமைகின்றன.

இருபடலக் கோட்பாடு பிளாஸ்மா படலத்தில் புரோட்டீனும் கொழுப்பும் அடுக்கடுக்காக அமைந்துள்ளன எனக் கூறுகின்றது.



பிளாஸ்மா படலத்தின் மூலக்கூறுகளின் அமைப்பு மாதிரிகள்

- 1,2,3 - கொழுப்பு இருபடல அமைப்பு புரதத்தோடு உள்ள அமைப்பு,  
 4- கொழுப்புமெசிகில்கள் உருண்டை புரதத்தோடு உள்ள அமைப்பு.  
 5- கொழுப்புமெசிகில்கள்

புரோட்டின் - கொழுப்பு - புரோட்டின் இடையுக்கு  
துக் கோட்பாடு (Sandwich model)

டேனியேலி மற்றும் ஹார்வி (1935) என்பவர்கள் செவ்வளவில் மேற்பரப்பிழுவிசை குறைவாக இருப்பதையும், நீரில் கரையும் பொருட்கள் பிளாஸ்மா படலத்தினூடே செல்வதையும் அறிந்து பிளாஸ்மா படலத்தில் புரோட்டீன்களும் இருக்கின்றன என்று கூறினர். இவர்கள் கூற்றுப்படி கொழுப்பு மூலக்கூறுகளினாலான இருபடலங்கள் இருக்கின்றன. இம்மூலக்கூறுகளின் துருவ வகுப்புக்கள் படலங்களின் வெளிப்புறத்தில் அமைந்துள்ளன. இத்துருவ வகுப்புகளோடு புரோட்டீன் மூலக்கூறுகள் இணைந்துள்ளன. இதனால் பிளாஸ்மா படலத்தில் புரோட்டீன் - கொழுப்பு - புரோட்டீன் அமைப்புக் காணப்படுகின்றது.

## 2. மைசிலார் கோட்பாடு

ஹில்லிபர் மற்றும் ஹாஃப்மன் (1953) என்பவர்கள் பிளாஸ்மா படலம் அடுக்கடுக்காக அமையவில்லை என்றும் மைசில்கள் எனப்படும் உருண்டையான 47-70 Å விட்டமுடைய துணை அடிப்படைக் கூறுகள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டி உருவானது என்றும் கூறுகின்றார்கள். ஒவ்வொரு அடிப்படைக்கூறும் (unit) கொழுப்பாலான மையப்பகுதியையும் அதனைச் சுற்றி நீரில் கரையும் (hydrophilic) துருவ வகுப்புகளால் ஆன பகுதியையும் கொண்டிருக்கின்றது. பிளாஸ்மா படலத்தின் புரோட்டின் கூறுகள், கொழுப்பு மைசில்களின் இருபக்கங்களிலும் ஒரே அடுக்குப் படலமாக (monolayer) அமைந்துள்ளன. உருண்டையான மைசில்களின் இடையே காணப்படும் இடைவெளிகள், நீர்நிறைந்த 4 Å அளவுடைய விட்டங்கள் கொண்ட துளைகளாக இருக்கின்றன, இத்துளைகளின் ஒரு பகுதி மைசில்களின் துருவ வகுப்புகளினாலும், ஒருபகுதி புரோட்டின் மூலக்கூறுகளின் துருவ வகுப்புகளினாலும் சூழப்பட்டுள்ளன.

### 3. ஒருமைப் படல கோட்பாடு (The unit membrane hypothesis)

இராபர்ட்சன் (1959) என்பவர், புரோகேரியாட்டிக், யூகேரியாட்டிக் செல்களின் பிளாஸ்மா படலங்கள், மற்றும் யூகேரியாட்டிக் செல்களின் செல்லுள் படலங்கள் ஆகியவற்றை எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் மூலம் ஆராய்ந்து கீழ்வரும் அமைப்புக்களைக் கண்டார்.

1. எல்லாப் படலங்களும் மூன்று துணைப்படலங்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. அளவில் 7.5 முதல் 10.0 nm கனமுள்ளவை ஆகிய இருக்கின்றன.

2. எல்லாப் படலங்களும் 2.0 முதல் 2.5 nm கனமுள்ள இரு கருமையான எலக்ட்ரான் அடர்ந்த பகுதியையும், இவ்விரு பகுதி களுக்கிடையே 3, 5 முதல் 5.0 nm கனமுள்ள எலக்ட்ரான் அடர்த்தியற்ற பகுதியையும் கொண்டிருக்கின்றன.

இராபர்ட்சன் இவ்வமைப்பினை "ஒருமைப் படலம்" (unit membrane) என்றழைத்தார். இவர் கோட்பாட்டின்படி செல்லிலுள்ள எல்லா படலங்களும் புரோட்டின் - கொழுப்பு - புரோட்டின் இவற்றால் ஆனவை. கொழுப்பு மூலக்கூறுகள் இணைசங்கிலி போன்று இரு அடுக்குகளாக அமைந்துள்ளன. இரு அடுக்கிலும் உள்ள கொழுப்பு மூலக்கூறுகள் கூடும் இடத்திற்கு நீர் கவரும் முனை (hydrophilic) என்றும் வெளிப்புறம் நோக்கி அமைந்துள்ள முனைக்கு நீர் வெறுக்கும் முனை (hydrophobic) என்றும் பெயர். நீர் கவரும் முனைகளுடன் புரோட்டின் இணைக்கப்பட்டு இருக்கின்றது.

#### 4. திரவ மோசேயிக் கோட்பாடு (Fluid mosaic model)

திரவ மோசேயிக் கோட்பாட்டினை சிங்கர் மற்றும் நிக் கல்சன் (1972) என்பவர்கள் விளக்கினார்கள். இக்கோட்பாட்டின் படி பிளாஸ்மா படலம், ஒரு தொடர்ச்சியான அரை திரவ நிலையில் (quasi fluid) உள்ள லிப்பிட் இரு படலம். பாஸ்போலிப்பிட்கள் மற்றும் கிளைக்கோலிப்பிட்கள் போன்ற ஆம்ஃபிபாதிக்க லிப்பிட்களால் உருவான, இரு ஒற்றைப் படலங்களைக் கொண்டிருக்கின்றது.

இந்த லிப்பிட் இரு படலத்தில், பல உருண்டை புரோட்டீன் (globular protein) மூலக்கூறுகள் தொடர்ச்சியற்று மோசேயிக் அமைப்பில் புதைந்து கிடக்கின்றன. இவை, லிப்பிட் படலத்தின் தொடர்ச்சியைச் சில இடங்களில் குறுக்கிடுகின்றன.

இப்படல புரோட்டீன் மூலக்கூறுகளில் சில லிப்பிட் இரு படலத்தில் முழுமையாகப் புதைந்து, படலத்தின் உள் மற்றும் வெளிப்பரப்புகளில் தெரியுமாறு அமைந்திருக்கின்றன. இவை குறுக்குப்படல இணைந்த புரோட்டீன்கள் (transmembrane integral proteins) எனப்படுகின்றன. சில புரோட்டீன் மூலக்கூறுகள் லிப்பிட் இருபடலத்தில் பாதுயளவு மட்டுமே பதிந்து ஏதேனும் ஒரு பரப்பில் மட்டுமே தெரிகின்றன. இவை



பாதியளவு பதிந்துள்ள இணைந்த புரோட்டீன்கள் (non-spanning integral proteins) எனப்படுகின்றன. இவ்விரு வகையுடைய புரோட்டீன் மூலக்கூறுகள் தவிர, சில புரோட்டீன் மூலக்கூறுகள் படலத்தில் பதியாமல் மேல் வாரியாக ஒட்டிக் கொண்டு காணப்படுகின்றன. இவை புறப்பரப்பு அல்லது வெளிப்புற புரோட்டீன்கள் (Peripheral proteins) எனப்படுகின்றன.

லிப்பிட் மற்றும் புரோட்டீன் விகிதம் 1: 0.85 முதல் 1: 1 வரை வேறுபடுகின்றது. மொத்தப் படல புரோட்டீனில் இணைந்த புரோட்டீன்கள் 70% ம், வெளிப்புறப் புரோட்டீன்கள் 30% ம் இருக்கின்றன. உயிரியப் படலங்களின் மொத்த ஆகக்கூறில் 4 முதல் 8% ஆலிகோசாக்கரைட்களாக இருக்கின்றன.

**திரவ மோசேயிக் கோட்பாட்டின் படி:**

1. பிளாஸ்மா படலத்தில் லிப்பிட் மற்றும் இன்டிகரல் அல்லது இணைந்த புரோட்டீன்கள் (integral proteins) ஒரு மோசேயிக் அமைப்பில் அமைந்திருக்கின்றன.
2. உயிரியப் படலங்கள் யாவும் அரை திரவ நிலையில் உள்ள அமைப்புக்கள். இவற்றினுள் அமைந்துள்ள லிப்பிட் மற்றும் இணைந்த புரோட்டீன்கள், லிப்பிட் இருபடலத்தின் (lipid bilayer) உள்ளே இடப்பெயர்ச்சி செய்ய இயலுகின்றது.

3. படலத்தின் ஆக்கக் கூறுகள் அந்தந்த இடத்தில், நான்-வாலன்ட் (non-covalent) செயலெதிர்த் செயல்களினால் (relations) நிலையாக ஐவுக்கப்பட்டிருப்பதினால், இவ்விட பெயர்ச்சி நடைபெறுவது சாதகமாகின்றது.
4. பிளாஸ்மா படலத்தில், லிப்பிட்கள் மட்டுமல்லாது பல இடிகரல் அல்லது இணைந்த புரோட்டீன்களும், கிளைக்கோ புரோட்டீன்களும் ஆம்ஃபிபாத்திக் மூலக்கூறுகளாக இருக்கின்றன.
5. ஆம்ஃபிபாத்திக் இன்டிகரல் புரோட்டீன்கள் தங்கள் துருவப் பகுதிகள் படலத்தின் மேற்பரப்பில் வெளியே நீட்டிக் கொண்டும், துருவமற்ற பகுதிகள் படலத்தின் உட்புற பகுதியில் உள்ள நீரை வெறுக்கும் பகுதியில் (hydrophobic) பதிந்து இருக்கும் வகையில் அமைந்திருக்கின்றன.

சிங்கர் மற்றும் நிக்கல்சன் ஆகியோர், பிளாஸ்மா படலத்தின் கீழ்வரும் படல புரோட்டீன்கள் இருப்பதைக் கண்டறிந்து விளக்கியுள்ளனர்.

**எண்டோபுரோட்டீன்கள் (Endoproteins) அல்லது உட்புறப் புரோட்டீன்கள்**

சைட்டோபிளாசுத்தின் உட்பக்கத்தினுள் வெளிப்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் படலப் புரோட்டீன்கள் எண்டோ புரோட்டீன்கள் அல்லது உட்புறப் புரோட்டீன்கள் எனப்படுகின்றன. இவை தாங்கள் இருக்கும் செல்லில் உள்ள தனித்த அல்லது எண்டோபிளாசு வலையேடு பிணைந்திருக்கின்ற ரைபோசோம்களினால் உருவாக்கப்படுகின்றன.

**எக்டோபுரோட்டீன்கள் (Ectoproteins) அல்லது வெளிப்புறப் புரோட்டீன்கள்** – பிளாஸ்மா படலத்தின் வெளிப்புறத்தில் வெளிப்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் புரோட்டீன்கள் எக்டோ புரோட்டீன்கள் எனப்படுகின்றன. இவை எண்டோபிளாசு வலையேடு பிணைந்திருக்கின்ற ரைபோசோம்களினால் உருவாக்கப்படுகின்றன.

**இன்டிகரல் அல்லது இணைந்த புரோட்டீன்கள் (Integral proteins)** – இவை உள்ளமைந்த (intrinsic) புரோட்டீன்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. பிளாஸ்மா படலத்தின், லிப்பிட் இருபடலத்தின் உட்பகுதியில் எளிதில் விடுபட இயலாதவாறு ஆழமாகவும் அழுத்தமாகவும் அமைந்துள்ள புரோட்டீன்கள், இன்டிகரல் அல்லது இணைந்த புரோட்டீன்கள் எனப்படுகின்றன. இவை இருவகைப்படுகின்றன.

(a) **குறுக்குப் படல இன்டிகரல் புரோட்டீன்கள் (Trans-membrane integral proteins)** - இவை லிப்பிட் இரு படலத்தில் முழுமையாகப் புதைந்து படலத்தின் உள் மற்றும் வெளிப் பரப்புக்களின் மேல் தெரியுமாறு வெளிப்பட்டு அமைந்துருக்கின்றன.

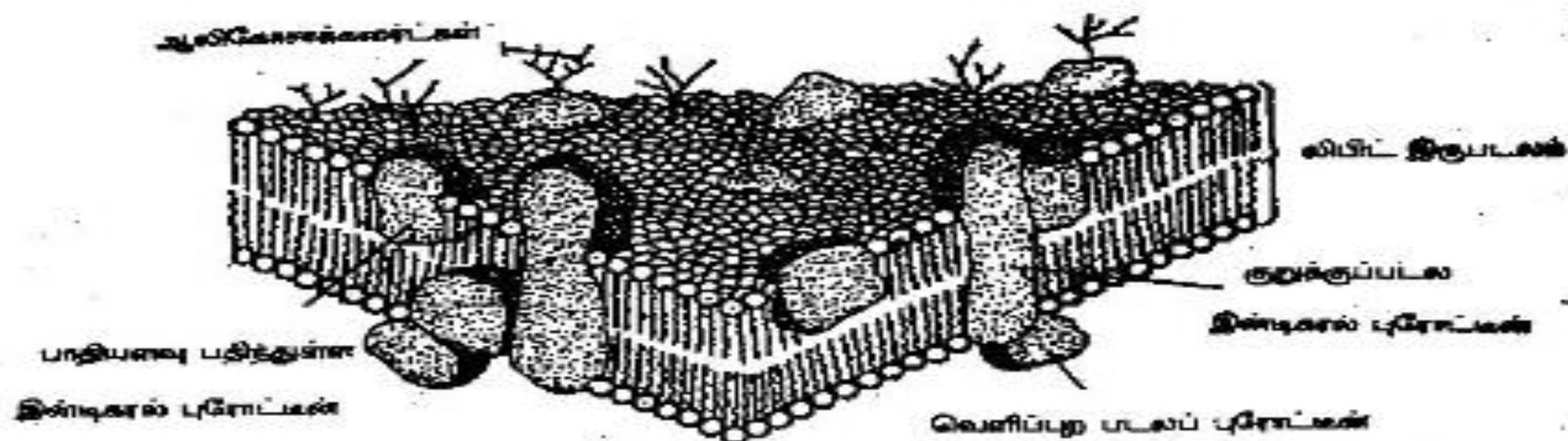
(b) **பாதியளவு பதிந்துள்ள இன்டிகரல் புரோட்டீன்கள் (non spanning integral proteins)** - இவை லிப்பிட் இரு படலத்தில் பாதியளவு மட்டுமே பதிந்து ஏதேனும் ஒரு பரப்பில் மட்டுமே வெளிப்பட்டுத் தெரிக்கின்றன.

இன்டிகரல் புரோட்டீன்களை பிளாஸ்மா படலத்திலிருந்து விடுவிக்க, நீரை வெறுக்கும் துருவமற்ற பிணைப்புக்களை உடைக்கும் திறன் கொண்ட டீட்டர்ஜென்ட்கள் மற்றும் கரிமக்கரைப்பான்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அநேக படலத்தோடு பிணைந்துள்ள நொதிகள், ஆன்டிஜென்கள் மற்றும் ஹார்மோன்கள், இன்டிகரல் புரோட்டீன்களாய் இருக்கின்றன.

## வெளிப்புறப் படலப் புரோட்டீன் (peripheral membrane protein)

இவை, லிப்பிட் இரு படலத்திற்கு வெளியே நீட்டிப்பு கொண்டிருக்கும் இணை புரோட்டீன்களின் துருவ பக்கச் சங்கிலியோடு தளர்ச்சியாகப் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும் புரோட்டீன்கள். இவை லிப்பிட் இரு படலத்தினுள் பதிவதில்லை.



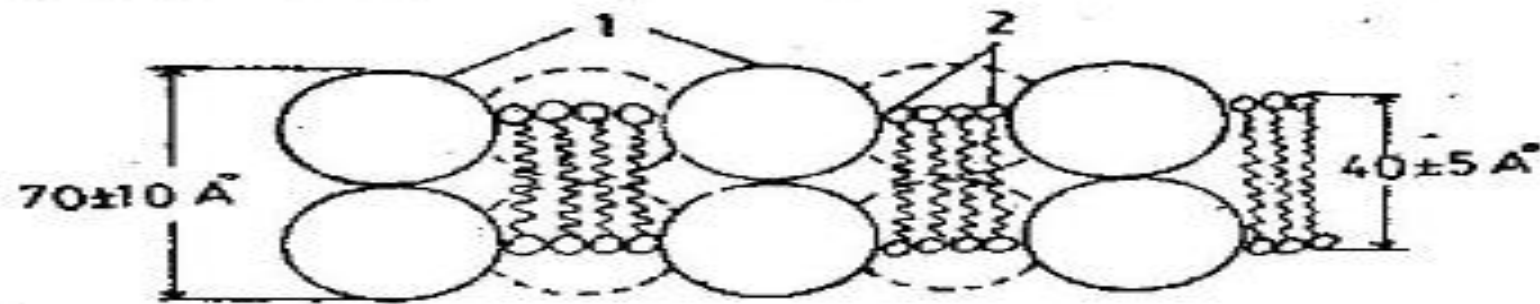
படம் - பிளாஸ்மா படலத்தின் திரவ மோசையிக் மாதிரி  
(Fluid mosaic model of plasma membrane)

திரவ மோசையிக் கோட்பாடு தற்போது எல்லோராலும் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டிருக்கின்றது.



## 5. புரோட்டின் படிகக் கோட்பாடு (Protein crystal model)

டேவிட் சிரீன் என்பவரும், அவர் உடன் ஆராய்ச்சியாளர் களும் புரோட்டின் படிகக் கோட்பாட்டினைக் கூறினர். இக் கோட்பாட்டின்படி படல புரோட்டின் மூலக்கூறுகள் இணைந்து, 3.0 முதல் 4.0 nm விட்டமுடைய உருண்டைப் புரோட்டின்களாலான இரு அடுக்களாக உருவாகியுள்ளன. இவ் உருண்டை புரோட்டின்கள் பரந்த இடைவெளிகளைக் கொண்டு அமைந்துள்ளன.



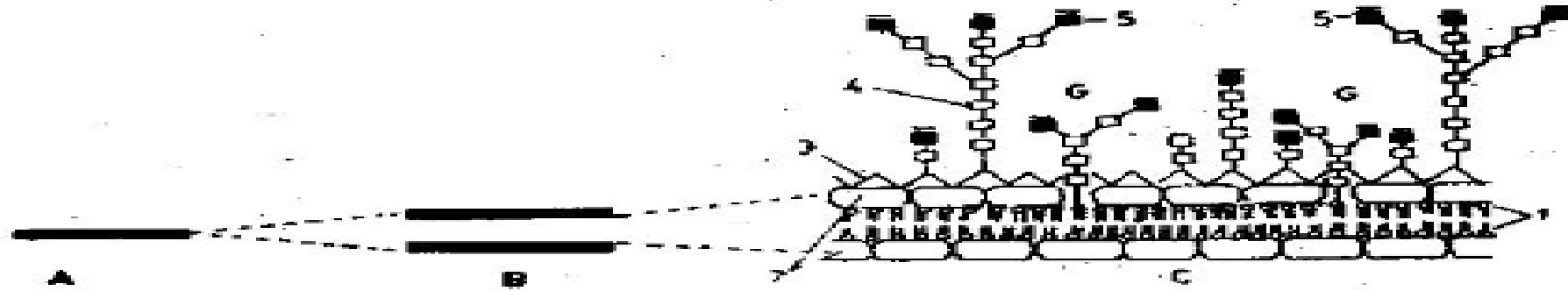
படம் 28 புரோட்டின் படிக மாதிரி

1. புரோட்டின் மூலக்கூறுகள்; 2. பாஸ்போலிப்பிட் மூலக்கூறுகள்

இப்புரோட்டின் அடுக்கின் மேற்பரப்பில் துருவ முனைகள் கொண்ட மற்றும் துருவ முனைகளற்ற பகுதிகள் தெளிவாகக் காணப்படுகின்றன. துருவ முனையற்ற பகுதிகள் நீர் வெறுக்கும் பண்புடையவனவாக இருக்கின்றன. இவை பாஸ்போலிப்பிட் மூலக்கூறுகளின் துருவமற்ற வகுப்புக்களோடு இணைந்து உருண்டை புரோட்டின் கூறுகளுக்கிடையே காணப்படும் இடைவெளிகளை நிரப்புகின்றன. பாஸ்போலிப்பிட் மூலக்கூறுகளின் துருவ முனைகள் படலத்தின் மேற்பரப்பில் இருக்கின்றன.

## பிளாஸ்மா படலத்தின் துண் அமைப்பு

எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் பிளாஸ்மா படலம் 75 Å கன முள்ள மூன்று அடுக்குகள் கொண்ட படலமாகத் தோன்றுகின்றது என்று இராபர்ட்சன் (1959) கூறுகின்றார். இம்மூன்று அடுக்குகளில் இரண்டு அடுக்குகள் அடர்ந்த 25 Å கனமுள்ள வெளியடுக்குகள், இவற்றின் நடுவே அடர்த்தி குன்றி ஆனால் 25 Å கனமுள்ள



## படம் 29 பிளாஸ்மா படலத்தின் அமைப்பு

- (a) எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் குறைந்த உருப்பெருக்கத்தில் தோற்றம்  
 (b) எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் உயர்ந்த உருப்பெருக்கத்தில்  
 (c) கொழுப்பு, புரோட்டீன் ஆலிகோசாக்கரைடு மூலக்கூறுகள் பிளாஸ்மா படலத்தின் அடுக்கமைந்த தோற்றம்.

1. கொழுப்புப் படலங்கள்
2. புரோட்டீன் படலங்கள்
3. கிளைக்கோப் புரோட்டீன் முதுகெலும்பு
4. ஆலிகோசாக்கரைடு சங்கிலி
5. சியலிக் அமில முனைகள்

இடை அடுக்கு அமைந்துள்ளது. அடர்ந்த புற அடுக்குகள் புரோட்டீன் படலங்களையும், நடுவே உள்ள அடர்த்தி குறைந்த அடுக்கு