அலகு 1

# செல் சவ்வு

S. J. சிங்கர் மற்றும் G.L. நிக்கல்சன்

செல் சவ்வின் அமைப்பை விளக்குவதற்காக, முதன் முதலில் , S.J சிங்கர் (அமெரிக்க செல் உயிரியலாளர்) மற்றும் G L. நிக்கல்சன் (அமெரிக்க உயிர்வேதியியலாளர்) ஆகியோரால், 1972 ஆம் ஆண்டு "நீர்ம மொசைக் அமைப்பு மாதிரி" முன்மொழியப்பட்டது. அவர்கள், செல் உயிரியல் சஞ்சிகையில் (cell biology journal) " "செல் சவ்வின் அமைப்பு" எனும் தலைப்பில் ஆய்வுக் கட்டுரை வெளியிட்டனர். இந்த அமைப்பு மாதிரியின்படி, செல் சவ்வானது இரண்டு பாஸ்போலிப்பிடு அடுக்குகளை கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொரு பாஸ்போலிப்பிடு மேக்ரோமூலக்கூறும் தனக்குள்ளே ஒரு நீர்விரும்பும் தலைப்பகுதியையும், நீர் வெறுக்கும் வால்பகுதியையும் பெற்றுள்ளது. நீர்விரும்பும் தலைப்பகுதிகள் நீரை நோக்கி கவரப்படுகின்றன, ஆனால் நீர் வெறுக்கும் வால்பகுதிகள் நீரால் விலக்கப்படுகிறன. இந்த கவர்தல் மற்றும் விலக்குதல் நிகழ்வுகள், லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கிற்கு நிலைப்புத் தன்மையை தருகின்றன.

## கற்றலின் நோக்கங்கள் :

இந்த பாடப்பிரிவை கற்றறிந்த பின்னர் மாணவர்கள் கீழ்க்கண்டவற்றை புரிந்துகொள்ள முடியும்

- ஒரு உயிரியல் செல் சவ்வின் அமைப்பு மற்றும் அதன் இயைபை விவரித்தல்.
- உயிரியல் சவ்வு அமைப்பு மாதிரிகளை விளக்குதல்.
- சவ்வின் ஊடாக சேர்மங்கள் கடத்தப்படுதலை விளக்குதல்.
- சவ்வின் பண்புகளை ஆய்ந்தறிதல்.
- பல்வேறு தாங்கல் கரைசல் அமைப்புகள் மற்றும் அவற்றின் செயல்பாடுகளை விளக்குதல்.

## பாட அறிமுகம்

சவ்வுகள் என்றழைக்கப்படும் ஒருதளத்தில் அமைந்த இடைப்பொதிவுகளை சார்ந்தே செல்லின் உயிர்வாழ்தல் அமைந்துள்ளது. இவை, புறச்சூழலிருந்து செல்களை தனிமைப்படுத்தி பாதுகாக்கின்றன. பொதுவாக இந்த சவ்வுகள், பெரிய மூலக்கூறுகளை தன்வழியே நுழைய அனுமதிப்பதில்லை. ஆனால் சில மூலக்கூறுகள் நுழைந்து செல்ல வசதி ஏற்படுத்தித் தந்து நீர்ச்சமநிலையை பராமரிக்க உதவிபுரிகின்றன.

சவ்வுகள் என்பவை, புரதங்கள் புதைந்துள்ள இரண்டு லிப்பிடு அடுக்குகளால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. செல்லின் வெளிப்புற நீர்ப்பகுதியை நோக்கிய முனைவு தொகுதி மற்றும் செல்லின் உட்புறத்தை நோக்கிய ஹைட்ரோகார்பன்களை கொண்ட வால்பகுதி என இருபரிமாண கூறுகளாக சவ்வுகள் செயல்படுகின்றன. முழுச் செல்லையும் சூழ்ந்துள்ள சவ்வானது, வெளிப்புறச் சூழலிருந்து செல்லை பாதுகாக்கும் தடுப்பானாக செயல்படுகிறது. ஒவ்வொரு உள்ளுறுப்பைச் சுற்றியும் அமைந்துள்ள சவ்வானது அந்த உள்ளுறுப்பின் சிறப்புவாய்ந்த உயிர்வேதிவினைகளுக்கு தகுந்த உட்சூழலை உருவாக்கி தந்து, செல்லுக்கு உயிரூட்டுகிறது.

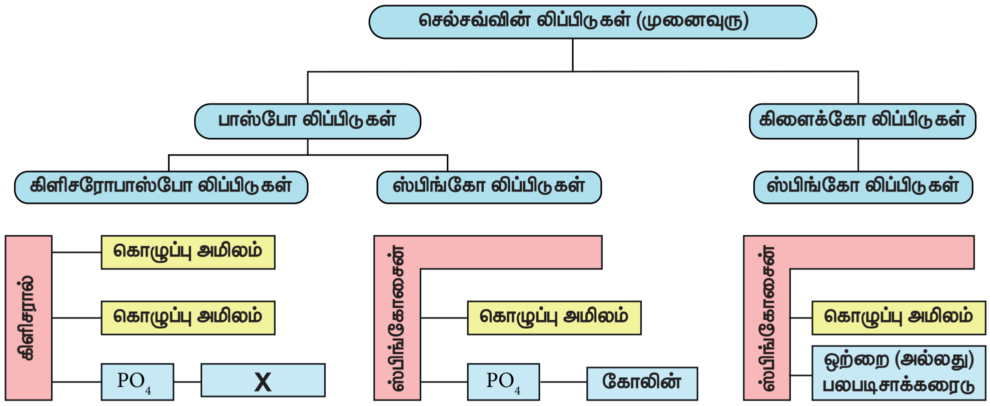
தற்போது நாம் கொண்டுள்ள, சவ்வுகள் பற்றிய அறிவானது 1855 ஆம் ஆண்டில் E.கோலி கண்டறியப்பட்டதிலிருந்து தொடங்கியது. சவ்வுகள் என்பவை லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கை கொண்டுள்ளன என்பதை அது விளக்கியது. தொடர்ந்து வந்த நூற்றாண்டில், உயிரியல் வல்லுநர்கள் மற்றும் X–கதிர் வல்லுநர்களின் கருத்துப்படி, சவ்வுகள் என்பவை மேற்பரப்பில் புரதப் பூச்சு பூசப்பட்ட, சவ்வினுள் பொதிந்த அல்லது மிதக்கும் அல்லது லிப்பிடு நங்கூரங்களுடன் படர்ந்த அமைப்புகளாகும்.

பின்வரும் பாடப்பகுதியை கற்பதன் மூலம் சவ்வின் அமைப்பு மற்றும் இயைபைப் பற்றிய முழுமையான அறிவை பெறலாம்.

## 1.1. வேதி இயைபு

### 1.1.1. லிப்பிடு

சவ்வு கட்டமைப்பானது, லிப்பிடுகளில், நங்கூரமிடப்படும் புரதங்களால் உருவாக்கப்படுகிறது என்பது பாட அறிமுகப் பகுதியிலிருந்து தெளிவாகிறது. லிப்பிடு மூலக்கூறுகளின் உருவளவு 1000 டால்டனை விட குறைவாக உள்ளது. இவை அலிஃபாடிக் / அரோமேட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களைக் கொண்டுள்ளன. சவ்வின் இரட்டை அடுக்கு அமைப்பானது பல்வேறு வகை லிப்பிடுகளால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.




X என்பதற்க்கு – அட்டவணை 1ஐ உற்று நோக்குக

படம் 1.1 லிப்பிடுகளால் உருவாக்கப்பட்ட இரட்டை அடுக்கு சவ்வமைப்பு



XII U1 Cell Membrane.indd 2 4/22/2020 11:25:53 AM

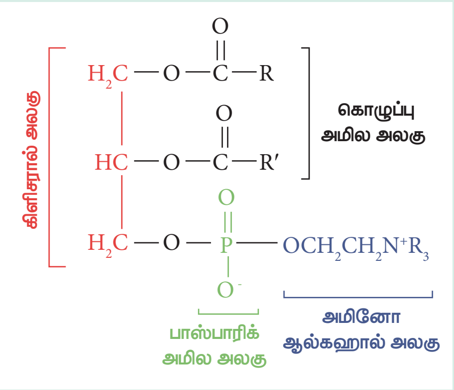
**பாஸ்போகிளிசரைடுகள்:**

பாஸ்போகிளிசரைடுகள், பாஸ்பேட்டை கொண்டிருப்பதால் கிளிசரால்பாஸ்போலிப்பிடுகள் எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. அவை சவ்வின், லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கின் முக்கிய பகுதிக்கூறுகளாகும். பாஸ்போகிளிசரைடுகள் மூன்று கூறுகளை கொண்டுள்ளன.

(i) கிளிசராலிலுள்ள மூன்று கார்பன்களைக் (C1, C2, C3) கொண்ட சங்கிலி,

(ii) C1 மற்றும் C2 உடன் எஸ்டராக்கப்பட்டுள்ள 2 நீண்டசங்கிலி கொழுப்பு அமிலங்கள்.

(iii)கிளிசராலின் C3 உடன் எஸ்டராக்கப்பட்டுள்ள பாஸ்பாரிக் அமிலம்.



**படம் 1.2. பாஸ்போகிளிசரைடுகளின் அமைப்பு**

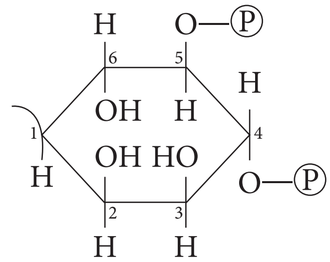
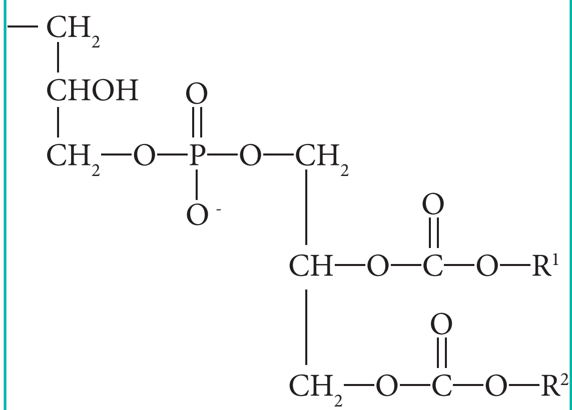
பாஸ்போகிளிசரைடுகள் ஈரியல்புத் தன்மை கொண்டவை (நீர் வெறுக்கும், நீர் விரும்பும் பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளன). சவ்விலுள்ள பாஸ்போகிளிசரைடுகள் தோராயமாக செவ்வக வடிவில் உள்ளன (படம்). கொழுப்பு அமிலங்கள் அலிஃபாடிக் தன்மையுடையவை, அவை இரட்டை பிணைப்புகளை கொண்டிருக்கலாம் அல்லது இல்லாமலும் இருக்கலாம் (C1 ல்) அல்லது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இரட்டை பிணைப்புகளைக் கொண்டிருக்கலாம் (C2 ல்).

**அட்டவணை 1: கிளிசரோபாஸ்போலிப்பிடுகளில் பொதுவாக காணப்படும் தலைப்பகுதிகள் மற்றும் அவற்றின் சிறப்புப்பண்புகள்**

| கிளிசரோபாஸ்போ லிப்பிடு பெயர் | X இன் பெயர் | X இன் வாய்ப்பாடு | நிகர மின்சுமை (PH =7 இல்) |
|---|---|---|---|
| பாஸ்பாடிடிக் அமிலம் | - | -H | -1 |
| பாஸ்படிடைல் எத்தனாலமீன் | எத்தனாலமீன் | $-CH_2-CH_2-\overset{+}{N}H_3$ | 0 |
| பாஸ்படிடைல் கோலின் | கோலின் | $-CH_2-CH_2-\overset{+}{N}(CH_3)_3$ | 0 |
| பாஸ்படிடைல் செரைன் | செரைன் | $-CH_2-CH(COO^-)-\overset{+}{N}H_3$ | -1 |
| பாஸ்படிடைல் கிளிசரால் | கிளிசரால் | $-CH_2-CH(OH)-CH_2-OH$ | -1 |



XII U1 Cell Membrane.indd 3 4/22/2020 11:25:54 AM

| | | | |
|---|---|---|---|
| பாஸ்படிடைல் ஐயனோசிடால் 4,5 பிஸ்பாஸ்பேட் | மயோ– ஐயனோசிடால் 4,5 பிஸ்பாஸ்பேட் |  | -4 |
| கார்டியோலிபின் | பாஸ்படிடைல் கிளிசரால் |  | -2 |

## கிளைக்கோலிப்பிடுகள்:

பெயரில் குறிப்பிட்டுள்ளவாறே கிளைக்கோலிப்பிடுகள் எனபவை சர்க்கரைகளைக் கொண்டுள்ள லிப்பிடுகளாகும். இந்த சர்க்கரை அலகுகள் எப்பொழுதும் சவ்வின் மேற்பகுதியிலேயே அமைந்துள்ளன. மூன்று வகையான கிளைக்கோலிப்பிடுகள் உள்ளன.

(i) ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள்

(ii) கிளிசரால்கிளைக்கோலிப்பிடுகள்: இவற்றில் உள்ள சர்க்கரை அலகுகள் ட்ரைகிளிசரைடுகளின் C3 இல் உள்ள ஹைட்ராக்ஸில் தொகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

(iii) கிளைக்கோசில் பாஸ்போடிடைல் ஐனோசிடால் (GPI): இந்த GPI ஆனது பிளாஸ்மா சவ்வின் வெளிப்பகுதியின் இலை அமைப்புடன், புரதங்களை நிலைநிறுத்துகின்றன. ஒரு புரதத்தின் C- முனைப் பெறுதியானது, பாஸ்போஐனோசிடாலுடன் சர்க்கரை (மேன்னோஸ் மற்றும் குளுக்கோசமின்) முதுகெலும்பினால் இணைக்கப்பட்டுள்ள எத்தனாலமினின் அமினோ தொகுதியுடன் அமைடு பிணைப்புகளால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது.

## ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள்

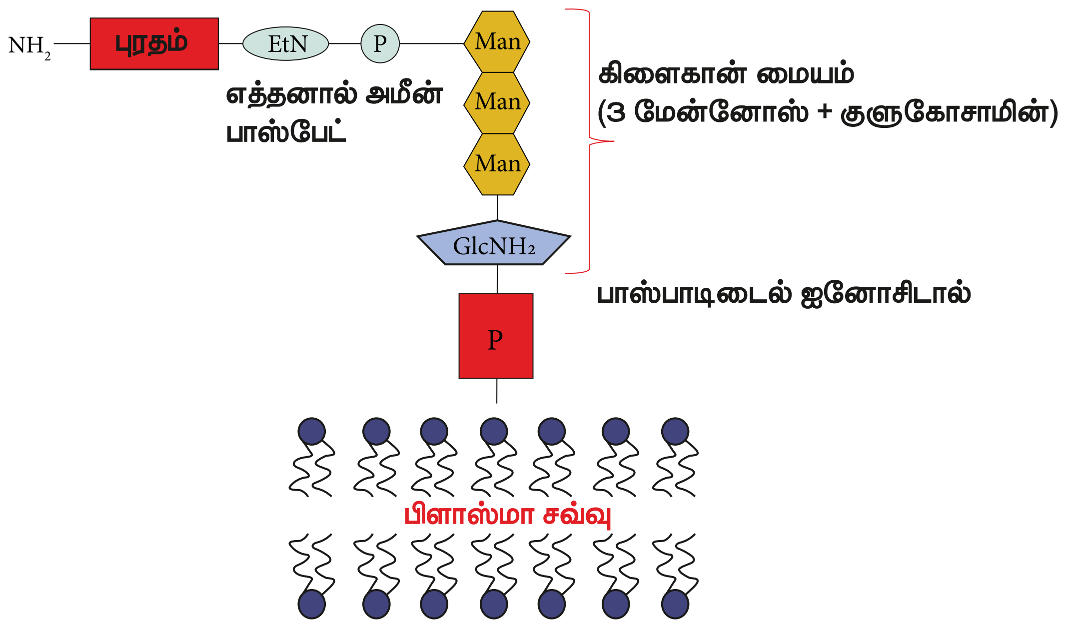
ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகளில் உள்ள நீர் வெறுக்கும் பகுதியானது பொதுவாக 18 கார்பன்களைக் கொண்ட நீண்ட சங்கிலி ஸ்பிங்கோ காரத்தை கொண்டுள்ளது. இது கொழுப்பு அமிலத்தின் அசைல் தொகுதியுடன் அமைடு பிணைப்பின் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. C1 உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள முனைவுற்ற தலைப்பகுதி (X) ஆனது தாய்ச் சேர்மமான செராமைடில் X=H என அமையப்பெற்றுள்ளது.

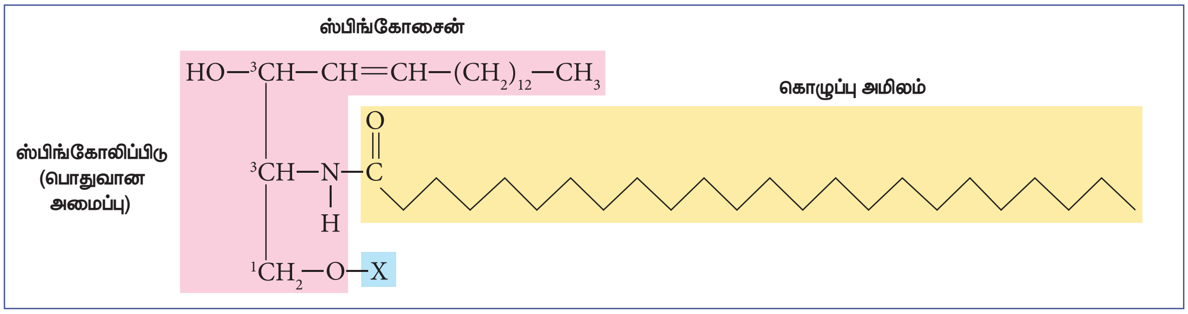
உயிரியல் சவ்வில், சர்க்கரைகள் மூலக்கூறை கொண்டுள்ள ஸ்பிங்கோலிப்பிடு கூறுகள் கிளைக்கோலிப்பிடுகள் என குறிப்பிடப்படுகின்றன. இந்த லிப்பிடுகள், $C_1$ உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள முனைவுற்ற தலைப்பகுதியுடன் ஸ்பிங்கோசின்னிலிருந்து இப்பெயர் பெற்றன (படம்). சவ்வில் ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள் ஏராளமாக காணப்படுகின்றன. (i) C2 உடன் அமைடு பிணைப்பால் இணைக்கப்பட்டுள்ள கொழுப்பு அமிலம் அல்லது (ii) C1 இல் உள்ள ஹைட்ராக்ஸில் தொகுதியுடன்



XII U1 Cell Membrane.indd 4 4/22/2020 11:25:54 AM

எஸ்டராக்கப்பட்டுள்ள முனைவுற்ற தலைப்பகுதியின் தன்மை ஆகியவற்றைப் பொருத்து வெவ்வேறு ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள் காணப்படுகின்றன. ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சர்க்கரை அலகுகளுடன் கூடிய ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள் , கிளைக்கோபாஸ்போலிப்பிடுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவை நடுநிலைத் தன்மை கொண்டவைகளாகவோ அல்லது எதிர்மின்சுமை கொண்டவைகளாகவோ இருக்கலாம். சில அமைப்புகளில், ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகளின் C1 உடன் காரத்தை (கோலின் அல்லது பாஸ்போகிளிசரைடுகளை ஒத்த எத்தனாலமீன்) பாஸ்பேட் எஸ்டர்கள் இணைக்க முடியும். இது ஸ்பிங்கோமைலின் என்றழைக்கப்படுகிறது. கேங்லியோசைடுகள் போன்ற சிக்கலான கிளைக்கோலிப்பிடுகள், ஒலிகோசர்க்கரைகளை தங்களின் முனைவுற்ற தலைப்பகுதியாகவும், ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சியாலிக் அமிலப் பெறுதிகளை தங்களின் வால்பகுதி சர்க்கரைகளாகவும் பெற்றுள்ளன.



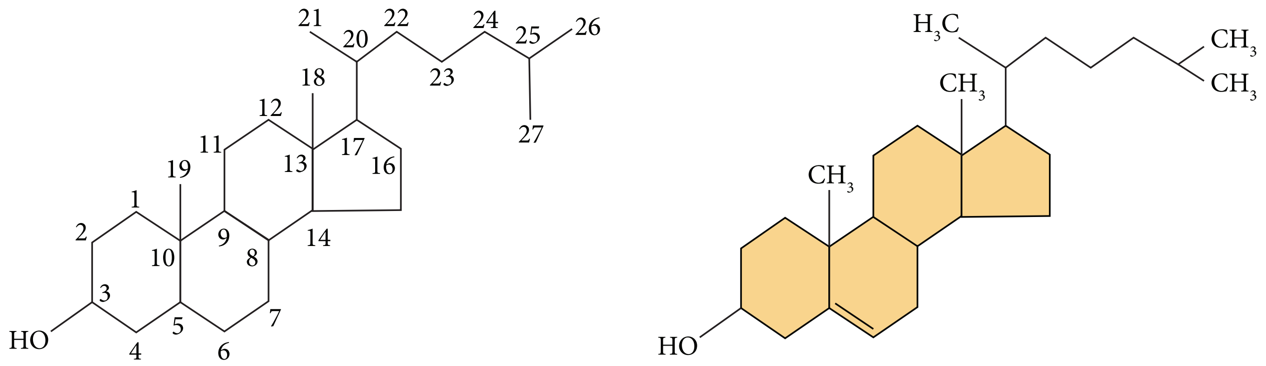




படம் 1.3. ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகளின் அமைப்பு

## ஸ்டீரால்கள்

லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கிலுள்ள, லிப்பிடு கூறுகளில் மூன்றாவது முக்கிய கூறு ஸ்டீரால்களாகும் (படம் 1.4). கொலஸ்டிரால், விலங்கு சவ்வுகளில் காணப்படும் மிக முக்கியமான ஸ்டீரால் ஆகும். ஆனால், பாக்டீரியா, தாழ்நிலை யூகேரியோட்டுகள் மற்றும் தாவரங்களில் தட்டையான ஸ்டீரால்களைக் காண முடியும். கொலஸ்டிராலின் வளையபென்டனோபெர்ஹைட்ரோபினாந்த்ரீன் வளையமானது முனைவுத் தன்மையுடையது. மேலும், இவை புறப்பரப்பில் அமைந்துள்ள ஹைட்ராக்ஸில் தொகுதியுடன், C3 வழியாக லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கின் அடிஆழம் வரை

நுழைக்கப்பட்டுள்ளது. கொலஸ்டிராலின் வினைத்தொடக்கக் கூறுகளான ஐசோபிரினால், ஜெரானைல் மற்றும் ஃபார்னிசைல் ஐசோபிரினால் ஆகியன பல்வேறு சவ்வு புரதங்களுக்கு நங்கூரங்களாக செயல்படுகின்றன.




படம் 1.4: ஸ்டீரால்களின் அமைப்பு

### ட்ரைகிளிசரைடுகள்

அனைத்து ‘C’ களிலும் கொழுப்பு அமிலங்களால் எஸ்டராக்கப்பட்டுள்ள கிளிசரால்களால் ட்ரைகிளிசரைடுகள் உருவாகின்றன. அவற்றில் முனைவுற்ற தலைப்பகுதி இல்லை, ஆனால் இவை சவ்வுகளில் காணப்படுவதில்லை.

லிப்போபுரதங்கள் என்பவை சவ்வு லிப்பிடுகளுடன் வேதியியலாக இணைக்கப்பட்டுள்ள புரதங்கள் என குறிப்பிடப்படுகின்றன. மேலும் அவை சவ்வின் இருபுறங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

பொதுக் கரைப்பானான நீரும், செல்லின் மற்றொரு முக்கிய பகுதிக் கூறாக அமைந்துள்ளது. செல் சவ்வுகளிலுள்ள நீரானது, சவ்வு மூலக்கூறுகளின் முனைவுப் பகுதியிலுள்ள, வெளித்தெரியும் முனைவுத் தொகுதிகளுடன் கட்டுண்ட நீர் மூலக்கூறுகள் (அமைப்பு நீர்) அல்லது நுண்துளைகள் மற்றும் சவ்வுகளின் குறுக்காக அமைந்துள்ள சில குறிப்பிட்ட அயனி வழிப்பாதைகளில் காணப்படும் கட்டுறா நீர் மூலக்கூறுகள் (திரள் நீர்) ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது.

அயனிகள், சவ்வுகளின் இரண்டு பரப்புகளுடனும் எளிய பரப்புக் கவர்தல் மூலமாக பிணைக்கப்பட்டுள்ளன அல்லது அயனி வழிப்பாதை (சவ்வு புரதங்கள்) அல்லது அயனி இறைப்பிகள் (நொதித் தன்மை கொண்ட சவ்வு புரதங்கள்) வழியாக கடந்து செல்கின்றன. $H^+$, $Na^+$, $K^+$, $Cl^-$, $Ca^{2+}$, $HCO_3^-$ ஆகிய அயனிகள் சவ்வின் அமைப்பு மற்றும் அதன் செயல்பாடுகளை கட்டுப்படுத்துவதில் பெரும் பங்காற்றுகின்றன.

## 1.1.2. புரதங்கள்

### சவ்வு புரதங்கள்

சவ்வின் பெரும்பாலான செயல்பாடுகள், அவற்றிலுள்ள புரதத்தை சார்ந்தே அமைகின்றன. இரண்டு வெவ்வேறு வகையான புரதங்கள் உள்ளன என முன்னரே கற்றதை நீங்கள் நினைவுகூற இயலும்.

ஒருங்கிணைந்த மற்றும் புற அமைவு சவ்வுப் புரதங்கள் ஆகிய இரண்டும் சவ்வு அமைப்பை உருவாக்குகின்றன. ஒருங்கிணைந்த மற்றும் புற அமைவு புரதங்கள் இரண்டும் ஹைட்ரோகார்பன்களால் ஆன உள்ளகம் மற்றும் லிப்பிடு கூண்டின் புறப்பகுதி என நீர் வெறுக்கும் மற்றும் நீர்விரும்பும் இடையீட்டு பரப்புகளை பெற்றுள்ளன.



XII U1 Cell Membrane.indd 6 4/22/2020 11:25:55 AM

### 1.1.2.1. ஒருங்கிணைந்த புரதம்

சில சவ்வு புரதங்கள், சவ்வுடன் இறுக்கமாக பொதிந்துள்ளன, சவ்வு சிதைவடையும் வரை அவற்றை சவ்விலிருந்து பிரித்தெடுக்க முடியாது. அத்தகைய புரதங்கள் ஒருங்கிணைந்த புரதங்கள் அல்லது உள்ளார்ந்த புரதங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. அவை மேலும் இரண்டு வகைகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன

a) **டிரான்ஸ் சவ்வு புரதங்கள்:**

இவை சவ்வை கடந்து செல்கின்றன அல்லது சவ்வை சுற்றிப் படர்ந்து காணப்படுகின்றன. இந்த புரதங்கள், சவ்வின் இருபுறமும் களங்களை அமைக்கின்றன. பல்வேறு செல்பரப்பு உணர்வேற்பிகள் இந்த வகையைச் சார்ந்தவைகளாகும்

b) **லிப்பிடு நங்கூரமிடப்பட்ட புரதங்கள்:**

இவை உயிரணுக்கணிகத்தின் உள்ளே அல்லது வெளியே காணப்படுகின்றன. அவை N முனையுடன் இணைந்துள்ள லிப்பிடுகளின் (அசைல் சங்கிலி)வழியாக சவ்வினுள் தங்களைத் தாங்களே புதைத்துக் கொள்கின்றன. டிரான்ஸ்சவ்வு புரதங்கள் இரண்டு வகைப்படும்.

(i) **ஒற்றைக் கடவு டிரான்ஸ்சவ்வு புரதங்கள்:** இவை சவ்வை ஒரேயொரு முறை கடந்து செல்கின்றன.

(ii) **பல்கடவு டிரான்ஸ்சவ்வு புரதங்கள்:** இவை சவ்வை ஒன்றுக்கும் அதிகமான முறைகள் கடந்து செல்கின்றன.

### 1.1.2.2. புற அமைவு புரதம்

சவ்வின் மேற்பரப்பில் அமைந்துள்ள புரதங்கள் புற அமைவு புரதங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. அவற்றை சவ்விலிருந்து எளிதாக பிரித்தெடுக்க முடியும். எடுத்துக்காட்டு : RBC சவ்விலுள்ள ஸ்பெக்ட்ரின்.

## 1.2 சவ்வு அமைப்புகளை விளக்கும் மாதிரிகள்

### 1.2.1. ஒற்றைஅடுக்கு அமைப்பு மாதிரி (1917).

நீர்விரும்பும் தொகுதியைக் கொண்ட, ஒரு லிப்பிடு மூலக்கூறை எளிதில் ஆவியாகும் கரைப்பானில் கரைத்து, அதில் சில துளிகளை கவனமுடன் நீரின் மேற்பரப்பில் வைக்கும்போது, லிப்பிடானது பரவி, மெல்லிய, ஒற்றை மூலக்கூறு படலத்தை உருவாக்குகிறது. இதன் அடிப்படையில், 1917 ஆம் ஆண்டு லாங்மியுர் எனும் அறிவியலாளர் சவ்வுகளின் ஒற்றை அடுக்கு அமைப்பை வெளியிட்டார். ஒற்றை அடுக்கு அமைப்பில், ஒவ்வொரு மூலக்கூறின் நீர்விரும்பும் பகுதியும் நீர்ப்பரப்பை நோக்கியும், நீர் வெறுக்கும் பகுதிகள் நீரிலிருந்து விலகியும் அமைந்துள்ளது கண்டறியப்பட்டது.

### 1.2.2. லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கு அமைப்பு அல்லது இரட்டை மூலக்கூறு லிப்பிடு அடுக்கு:

1925 ஆம் ஆண்டு கார்டர் மற்றும் கிரெண்டல் என்பவர்களால், இந்த அமைப்பு மாதிரி முன்மொழியப்பட்டது. எரித்ரோசைட்டுகளிலிருந்து லிப்பிடுகளை பிரித்தெடுத்து, நீரின் மேற்பரப்பில் பரப்பும்போது, லிப்பிடுகளால் ஆக்கிரமித்துக்கொள்ளப்படும் பரப்பு மதிப்பிடப்பட்டது. இதன் மூலம் சவ்வுகள் , லிப்பிடுகளால் ஆன இரட்டை அடுக்குகளை கொண்டவை என கண்டறியப்பட்டது. ஒவ்வொரு மூலக்கூறு அடுக்கின் முனைவுப் பகுதிகளும் இரட்டை அடுக்கின் வெளிப்புறத்தை நோக்கி அமைக்கப்பட்டுள்ளன என்பதை அவர்கள் கண்டறிந்தனர்.

### 1.2.3. இடைப்பொதிவு அமைப்பு:

1935 ஆம் ஆண்டு, டேனியலி மற்றும் டேவிட்சன் ஆகியோரால் லிப்பிடு இரட்டைஅடுக்கு அமைப்பை அடிப்படையாகக் கொண்டு "இடைப்பொதிவு அமைப்பு" முன்மொழியப்பட்டது. இவ்வமைப்பில், இரண்டு அடுத்தடுத்த புரத அடுக்குகளுக்கிடையே, லிப்பிடு இரட்டை அடுக்குகளாலான பிளாஸ்மா சவ்வு பொதிக்கப்பட்டுள்ளது. லிப்பிடு மூலக்கூறுகள் ஒழுங்காகவும், புறப்பரப்பிற்கு செங்குத்தாகவும் அடுக்கப்பட்டுள்ளன. சவ்வானது 75-100 Å தடிமனில் உள்ளது என கண்டறியப்பட்டது. இதில் புரத அடுக்கின் தடிமன் 20 Å எனவும் லிப்பிடு அடுக்கின் தடிமன் 35Å எனவும் கண்டறியப்பட்டது.

**குறைபாடுகள்**

இம்மாதிரியை அனைத்து சவ்வுகளுக்கும் பயன்படுத்த முடியாது, ஏனெனில், லிப்பிடுகளும், புரதங்களும் வரையறுக்கப்பட்ட விகிதங்களில் உள்ளன என்று இம்மாதிரி குறிப்பிடுகிறது. உண்மையில் அக்கூற்று பொய்யானது..

### 1.2.4. ஓரலகு சவ்வு அமைப்பு:

சவ்வின் அமைப்பு பற்றிய, ஓரலகு சவ்வு அமைப்புக் கொள்கையை 1953 ஆம் ஆண்டு ராபர்ட்சன் என்பவர் முன்மொழிந்தார். ஓரலகு சவ்வு அமைப்பில், புரத அடுக்குகள் சீர்மையற்றதாக உள்ளன. அறிவியலாளர்கள், எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் உதவியுடன், RBC சவ்வின் அமைப்பை ஆராய்ந்தனர். இதன்மூலம், எல்லா செல்சவ்வுகளும், மூன்று செல்சவ்வுகளை பெற்றிருப்பதை கண்டறிந்தனர். அதாவது, புரதங்களால் ஆன இரண்டு வெளி அடுக்குகளானவை, பாஸ்போலிப்பிடுகளால் ஆன ஒரு மெல்லிய மத்திய அடுக்கால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஓரலகு சவ்வு அமைப்பு மாதிரியானது செல் சவ்வை மூன்றடுக்கு அமைப்பாக உருவகப்படுத்துகிறது. இதில், வெளிர்நிற ஆஸ்மியம்விரும்பும் அடுக்கினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு அடர்நிற ஆஸ்மியம்விரும்பும் அடுக்குகளைக் கொண்ட மூவடுக்கு அமைப்பாக செல்கள் உருவகப்படுத்தப்படுகின்றன. 20 Å தடிமனுள்ள அடர்த்தியான புரதக் கற்றைகளுடன், 35 Å தடிமனுள்ள லிப்பிடு அடுக்கானது,சவ்வின் இரண்டு பக்கங்களிலும் அமைந்துள்ளது. மியுகோபுரதமானது RBC சவ்வின் வெளி மேற்பரப்பிலும், நான்மியுகோ புரதமானது உள் மேற்பரப்பிலும் அமைந்துள்ளன.

**பின்வரும் சிறப்புப் பண்புகளின் காரணமாக இந்த அமைப்பு மாதிரியானது அனைவரால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட மாதிரியாக உள்ளது.**

1. சவ்வின் எடையில் 40% லிப்பிடு உள்ளது. இதற்கு காரணம் நெருக்கமாக பொதிக்கப்பட்ட இரட்டைமூலக்கூறு லிப்பிடு அடுக்குகளாகும்.
2. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் கண்டறியப்பட்டவாறு, நிலையான சவ்வின் மூன்று அடுக்கு விறைப்பு அமைப்பை இந்த மாதிரி விளக்குகிறது.
3. செயற்கையான முறையில், நீர்ம சூழலுடன் சேர்க்கும்போது பாஸ்போலிப்பிடுகள் தன்னிச்சையாக இரட்டை மூலக்கூறு அமைப்புகளை உருவாக்குகின்றன. மேலும், செயற்கை சவ்வின் , தாழ்ஆற்றல் நிலை அமைப்பை நிலைப்படுத்த எவ்வித வேலையும் செய்யத்தேவையில்லை.
4. சவ்வுகள் அதிகளவில் ஹைட்ரோகார்பன்களை கொண்டுள்ளன,எனவே இவை மின்கடத்தா தன்மையை பெற்றுள்ளன.
5. இயல்பான சவ்வுகளின், முனைவற்ற மூலக்கூறுகளை எளிதாக அனுமதிக்கும் பண்பானது, முனைவற்ற லிப்பிடு நிலைமையில் அவற்றின் கரைதிறன் மூலம் விளக்கப்படுகிறது. அதே நேரத்தில், ஊடகத்தில் கரையாத சிறிய அயனிகள், சவ்வின் வழியே அனுமதிக்கப்படாததையும் இது விளக்குகிறது.

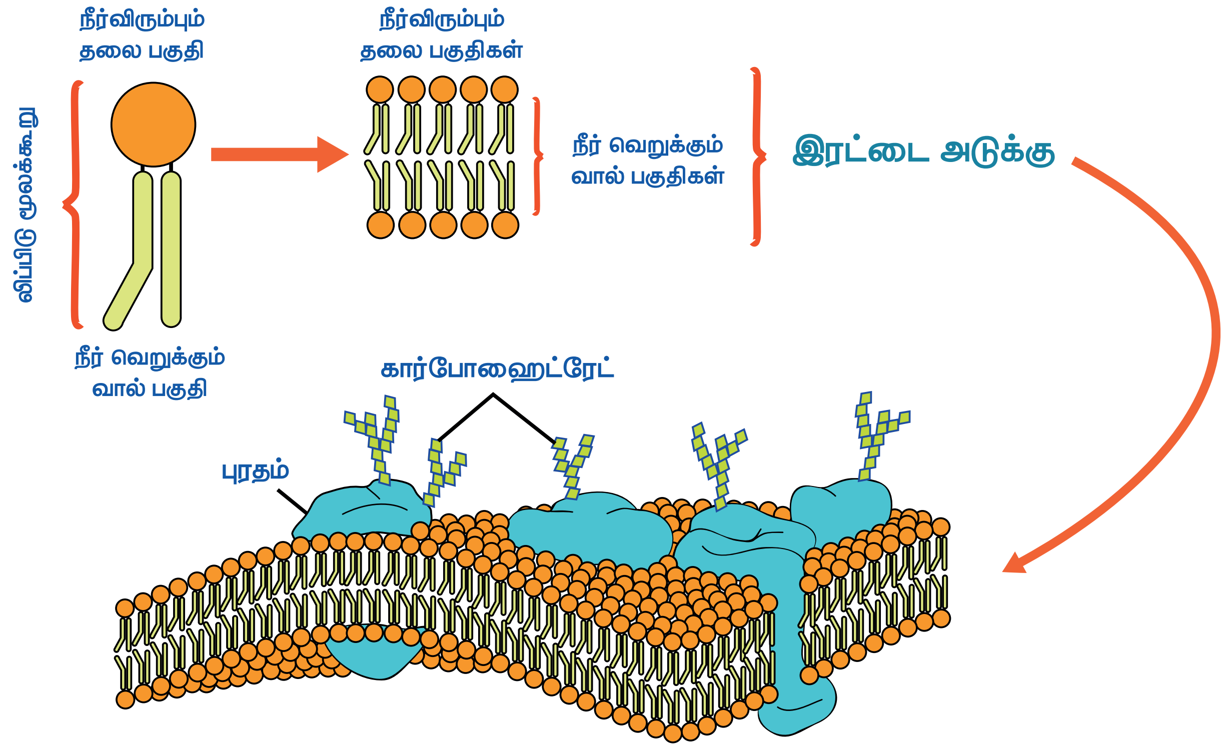
### குறைபாடுகள்

(i) எண்டோபிளாச வலைப்பின்னல் அல்லது கோல்கை உறுப்புகளிலுள்ள செல்லிடைச் சவ்வுகளைவிட, பிளாஸ்மா சவ்வின் தடிமன் அதிகமாக உள்ளது என கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

(ii) நரம்பிழையின், மைலின் உறையை ஆய்வு செய்ததன் அடிப்படையில் இந்த மாதிரி உருவாக்கப்பட்டது. மைலின் உறை ஒரு வழக்கமான சவ்வு அல்ல. எனவே, இந்த மாதிரியை செல் சவ்வின் அமைப்பு மாதிரியாக மேற்கோள் காட்ட முடியாது.

### 1.2.5. நீர்ம மொசைக் அமைப்பு:

1972 ஆம் ஆண்டு S.J. சிங்கர் மற்றும் G.L. நிக்கல்சன் ஆகியோரால் செல் சவ்வின் நீர்ம மொசைக் அமைப்பு முன்மொழியப்பட்டது. பிளாஸ்மா சவ்வு என்பது, தாவர மற்றும் விலங்கு செல்களிலுள்ள முக்கிய பகுதிக்கூறாகும். சவ்வானது, செல்லின் உட்பகுதிக்கும் செல்லின் வெளிச்சூழலுக்கும் இடையே ஒரு தடுப்பு சுவராக செயல்படுகிறது. மேலும், இது சில குறிப்பிட்ட சேர்மங்களை செல்லின் உள்ளேயும், வெளியேயும் அனுமதிக்கிறது. எனவே, இது ஒரு கூறு புகவிடும் சவ்வு என குறிப்பிடப்படுகிறது. இந்த நீர்ம மொசைக் அமைப்பின்படி, பிளாஸ்மா சவ்வானது, இருமூலக்கூறு லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கைக் கொண்டுள்ளது, இரண்டு பரப்புகளும் புரத மூலக்கூறுகளால் தடுக்கப்பட்டுள்ளன. லிப்பிடுகள் மற்றும் புரதங்களின் மொசைக் அமைப்புகளாக, செல் சவ்வுகள் உருவகப்படுத்தப்படுகின்றன..




படம் 1.5: நீர்ம சவ்வு இரட்டை அடுக்கு

ஏற்கனவே குறிப்பிட்டபடி, பாஸ்போகிளிசரைடுகள் மற்றும் ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகளின் உருளைவடிவ அமைப்புகளும், ஈரியல்புத் தன்மை விகிதமும், ஒரு தள இரட்டை அடுக்கு உருவாதலை அனுமதிக்கின்றன. இரட்டை அடுக்கு உருவாதலின் போது, இரட்டை அடுக்கின் நீர் வெறுக்கும் சங்கிலிகளால் என்ட்ரோபி உயர்கிறது. இதனையொட்டி சவ்வமைப்பு உருவாக்கத்தில் இது உதவி புரிகிறது.



XII U1 Cell Membrane.indd 9 4/22/2020 11:25:55 AM

இந்த அமைப்பு மாதிரியின்படி, புரதம், கார்போஹைட்ரேட், கொலஸ்டிரால், போன்ற பல்வேறு மூலக்கூறுகள் சவ்வில் பொதிக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் அது பல்கூட்டமைப்பு (மொசைக்) வடிவம் என விளக்கப்படுகிறது. இரட்டை அடுக்கில் லிப்பிடுகள் முதன்மையாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன எனவும், இரட்டை அடுக்கில் புற அமைவு புரதங்களும், ஒருங்கமைவு புரதங்களும் வெவ்வேறு அளவுகளில் பொதிக்கப்பட்டுள்ளன எனவும் கருதப்படுகிறது. இந்த சவ்வு புரதங்கள் லிப்பிடினுள் நிலையாக பொருத்தப்படவில்லை. எனவே, அவை பக்கவாட்டில் நகர அனுமதிக்கப்படுகின்றன. சவ்வின் உருண்டையான புரதங்கள் இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன : புறமார்ந்த (புற அமைவு புரதங்கள்) மற்றும் உள்ளார்ந்த (ஒருங்கமைந்த புரதங்கள்).

சில புரதங்கள், லிப்பிடுகளின் முனைவு பரப்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால், மற்றவை இரட்டை அடுக்கில், பகுதியளவு நுழைந்தோ அல்லது இருபுறமும் ஒட்டிக்கொண்டு சவ்வு முழுவதும் படர்ந்தோ காணப்படுகின்றன. இயல்பில், புரதமானது, சர்க்கரைச் சங்கிலிகள் அல்லது ஒலிகோசர்க்கரைகளை கொண்டிருக்கும். சில லிப்பிடுகள், கிளைக்கோலிப்பிடுகளின் வெளிப்புற பரப்பில் காணப்படுகின்றன . செல் சவ்வானது கடினமான அல்லது திண்ம அமைப்பாக இருப்பதற்கு பதிலாக, அதிக திரவத் தன்மையுடன் உள்ளது. சவ்வின் திரவத்தன்மையானது, அதனுள் லிப்பிடு மற்றும் புரத மூலக்கூறுகளை பக்கவாட்டில் நகர அனுமதிக்கிறது. சவ்வுப் புரதங்கள், நொதிச் செயல்பாடுகள், மூலக்கூறுகள் கடத்துதல் மற்றும் உணர்வேற்பி செயல்பாடுகள் ஆகியவற்றுடன் சம்பந்தப்பட்டுள்ளன.

லிப்போபுரத கூட்டமைவானது நீர் வெறுக்கும் தன்மை கொண்டது, மேலும் நீர் வெறுக்கும் இடையீட்டின் காரணமாக சவ்விற்கு திரவத்தன்மை உருவாகிறது என சிங்கர் மற்றும் நிக்கல்சன் ஆகியோர் கருதினர். பாஸ்போலிப்பிடுகள் மற்றும் பல உள்ளார்ந்த புரதங்கள் ஈரியல்பு தன்மை கொண்ட மூலக்கூறுகள் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. அதாவது, நீர்விரும்பும் மற்றும் நீர் வெறுக்கும் தொகுதிகள் ஒரே மூலக்கூறில் அமைந்துள்ளன. X-கதிர் விளிம்பு விளைவு, வகைப்படுத்தப்பட்ட வெப்ப பகுப்பாய்வு மற்றும் எலக்ட்ரான் சுழற்சி ஒத்ததிர்வு (ESR) தொழிற்நுட்பங்களின் அடிப்படையில் லிப்பிடுகளின் திரவத்தன்மை நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.

**லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கானது பல்வேறு இயக்கப் பண்புகளை பெற்றுள்ளன. அவை பின்வருமாறு:**

1. ஒவ்வொரு லிப்பிடு மூலக்கூறுக்குள்ளும் அதிவேக உள்ளியக்கம் நிகழலாம்.
2. லிப்பிடு மூலக்கூறு பக்கவாட்டில் ஊடுருவலாம்.
3. இரட்டை அடுக்கின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து மற்றொரு பக்கத்திற்கு லிப்பிடு மூலக்கூறு கடத்தப்படலாம். இந்நிகழ்வானது ஏற்ற–இறக்க இயக்கம் என குறிப்பிடப்படுகிறது.
4. லிப்பிடு மூலக்கூறுகள் முழுவதுமாக அதன் அச்சில் வேகமாக சுழலாம்.

செல் சவ்வுகள் பற்றிய திரவ மொசைக் அமைப்பு மாதிரியானது, பரவலாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட மாதிரியாக உள்ளது. இதற்கு காரணம், லிப்பிடு : புரதம் விகிதத்தில் உள்ள வேறுபாடுகள் மற்றும் பண்பியல்புகளை கருத்திற்கொள்ளாமல் அனைத்து வகை சவ்வுகளுக்கும் இக்கொள்கையை பயன்படுத்த முடியும். உண்மையில், வேதி இயைபின் அடிப்படையில், சவ்வுகளின் மூலக்கூறு அமைப்புமுறை மற்றும் நுண்கட்டமைப்புகளுக்கு இக்கொள்கை விளக்கமளிக்கிறது.

**தங்களுக்குத் தெரியுமா?**

இரத்த சிவப்புசெல் பிளாஸ்மா சவ்வுகளைப் பற்றிய நவீன அறிவானது 1968 ஆம் ஆண்டு மார்க்கெசி மற்றும் ஸ்டீரஸ் ஆகியோரால் ஸ்பெக்ட்ரின் கண்டறியப்பட்டதிலிருந்து தொடங்கியது. அதற்கு முன்னர் வரை, சவ்வுகள் பற்றி அறியப்பட்ட ஒரே தகவல் அவை லிப்பிடு இரட்டை அடுக்குகளை கொண்டுள்ளன என்பது மட்டுமே. உண்மையில், அமைப்பு புரதம் எனும் ஒரே ஒரு 22.5-kDa புரதத்தை மட்டும் இரத்த சிவப்புசெல்கள் கொண்டுள்ளன என நம்பப்பட்ட காலம் 1960 களில் இருந்தது.

**செல் சவ்வின் திரவத் தன்மையை பாதிக்கும் மூன்று முக்கிய காரணிகள் :**

### 1. வெப்பநிலை

பாஸ்போலிப்பிடுகளின் இயக்க முறைமை மற்றும் நெருக்கத்தை பாதிக்கிறது. குளிர்ச்சியான வெப்பநிலைகளில், அவை ஒன்றாக காணப்படுகின்றன. ஆனால் வெப்பமாக உள்ளபோது, அவை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று விலகிச் செல்கின்றன.

### 2. கொலஸ்டிரால்

இந்த மூலக்கூறுகள் ஒழுங்கின்றி, தன்னிச்சையாக லிப்பிடு இரட்டைஅடுக்கு முழுவதும் பரவியுள்ளன. இதனால் அடுக்கானது எல்லா சூழ்நிலைகளிலும் திரவத்தன்மையை பெற்றுள்ளது. பாஸ்போலிப்பிடுகளை கொலஸ்டிரால் இறுகப்பற்றியுள்ளதால், மூலக்கூறுகளின் தேவையற்ற இயக்கங்களை கட்டுப்படுத்துகிறது.

### 3. நிறைவுற்ற மற்றும் நிறைவுறா கொழுப்பு அமிலங்கள்

**கொழுப்பு அமிலங்கள், பாஸ்போலிப்பிடுகளின் வால் பகுதியாக உள்ளன .**

(i) **நிறைவுற்றகொழுப்புஅமிலங்கள்:** அவைகார்பன்அணுக்களுக்கிடையேஒற்றைபிணைப்புகளைக் கொண்ட கார்பன் சங்கிலிகளாகும். இதனால் அவை நேராக நீண்டு இறுக்கமாக பொதிகின்றன.

(ii) **நிறைவுறா கொழுப்பு அமிலங்கள் :** அவை கார்பன் அணுக்களுக்கிடையே இரட்டை பிணைப்புகளைக் கொண்ட கார்பன் சங்கிலிகளாகும்.இந்த இரட்டை பிணைப்புகள் சங்கிலியில் வளைவுகளை உண்டாக்குவதால், நெருக்கமாக பொதிவதில்லை. இவை சவ்வின் திரவத்தன்மையில் முக்கிய பங்குவகிக்கின்றன, ஏனெனில், முறுக்கல்கள் அல்லது வளைவுகள் பாஸ்போலிப்பிடுகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளியை அதிகரிக்கின்றன. இது, அவற்றை குறைந்த வெப்பநிலைகளில் உறையவிடாமல் செய்கின்றன. மேலும், $CO_2$ மற்றும் $O_2$ போன்ற மூலக்கூறுகளுக்கும் பாஸ்போலிப்பிடுகளுக்கிடையே சிறிய பகுதி தேவையாக உள்ளது, அதன் வழியாக இம்மூலக்கூறுகள் எளிதாகவும், வேகமாகவும் நகர முடியும். சாத்தியமான இரண்டு வெவ்வேறு வளைவுகள் பின்வருமாறு :

a. **சிஸ் – நிறைவுறா கொழுப்புகள்:** சங்கிலியின் இரு பக்கங்களும் ஒரே பக்கத்தில் அமைந்துள்ளன

b. **டிரான்ஸ் – நிறைவுறா கொழுப்புகள்:** சங்கிலியின் இரு பக்கங்களும் எதிரெதிர் பக்கங்களில் அமைந்துள்ளன.

## 1.3. சவ்வு கடத்தல்

செல்லின் ஒருங்கமைவை பராமரிக்க வேண்டுமெனில், செல்லினுள் காணப்படும் பல்வேறு பொருட்களின் செறிவுகள் பராமரிக்கப்பட வேண்டும். அயனிகள், சிறிய உயிரியல் மூலக்கூறுகள் மற்றும் ஊட்டச் சத்துகள் ஆகியவற்றின் நகர்வு ஒழுங்குபடுத்தப்பட வேண்டும், மேலும்



XII U1 Cell Membrane.indd 11 4/22/2020 11:25:56 AM

கார்பன்–டை–ஆக்சைடு ($CO_2$) போன்ற கழிவுப் பொருட்கள் செல்களை விட்டு வெளியேற்றப்பட வேண்டும். செல்லினுள் காணப்படும் பொருட்களின் செறிவுகளை ஒழுங்குபடுத்த உதவும் வகையில், சிறப்புப் பண்புகளைப் பெற்று, செல் சவ்வுகள் ஆயத்தமாக உள்ளன. இந்த கடத்தல் செயல்முறைகளை கட்டுப்படுத்துவதில் இதுவரை விவரிக்கப்பட்ட லிப்பிடு இரட்டை அமைப்பானது முக்கிய பங்காற்றுகிறது. பொதுவாக, சவ்வுகளின் ஊடாக பொருட்களின் கடத்தலுக்கு, ஆற்றல் தேவைப்படுகிறதா? இல்லையா? என்பதைப் பொருத்து அவை வகைப்படுத்தப்படுகின்றன

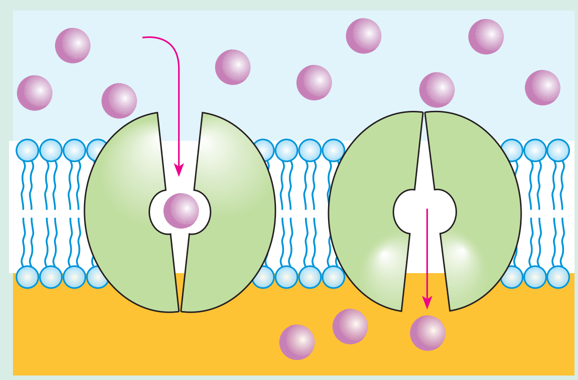
i. **இயல்பான கடத்தல் (Passive transport)** – எவ்வித ஆற்றல் செலவும் இன்றி சவ்வுகளின் ஊடாக பொருட்கள் கடத்தப்படுகின்றன.

ii. **ஊக்கக் கடத்தல் (Active transport)** – அடினோசின் ட்ரைபாஸ்பேட்டிலிருந்து (ATP) ஆற்றல் பெறப்பட்டு சவ்வுகளின் ஊடாக பொருட்கள் கடத்தப்படுகின்றன.

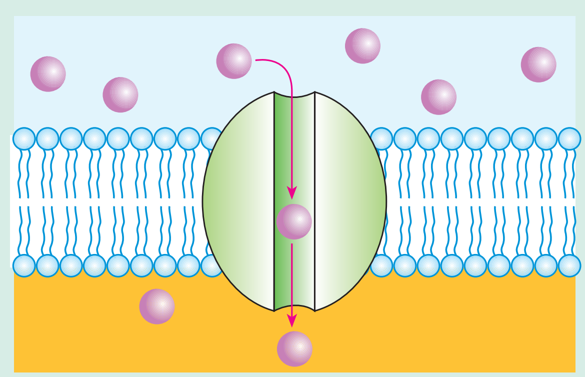
### 1.3.1. இயல்பான கடத்தல் (Passive transport )

மேற்கூறப்பட்ட இயல்பான கடத்தலை மெச்சுவதற்காக, செறிவு வீதம் மற்றும் ஊடுருவுதல் ஆகிய சொற்கூறுகளை கருதுவோம்.

செறிவு வீதம் என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதிக்கு (சவ்வு) இருபுறமும் உள்ள ஒரு பொருளின் செறிவுகளுக்கிடையே உள்ள வேறுபாடு ஆகும். செறிவு அதிகமாக உள்ள பகுதியிலிருந்து, செறிவு குறைவாக உள்ள பகுதிக்கு, அவற்றின் செறிவுகள் சமமாகும் வரை பரவுதல் / ஊடுருவுதல் முறையில் மூலக்கூறுகள் (அல்லது அயனிகள்) கடத்தப்படுகின்றன. (மூலக்கூறுகள் இவ்வழியில் நகரும்போது, செறிவு வீதத்தை குறைக்கின்றன). இயல்பான கடத்தல் என்பது எளிய ஊடுருவல், சவ்வூடு பரவல் மற்றும் புரதவழிக் கடத்தல் ஆகிய மூன்று வகைகளை உள்ளடக்கியது.



புரத வழிக்கடத்தல் மூலம் பொருட்களின் இடமாற்றம்



புரத கால்வாய் வழியாக பொருட்கள் எடுத்துச் செல்லப்படுதல்

படம் 1.6 புரத வழிக் கடத்தல்

### 1.3.2. புரத வழிக்கடத்தல் (Facilitated diffusion)

புரத வழிக்கடத்தலில், வழித்தட புரதங்கள் மற்றும் கடத்து புரதங்கள் போன்ற புரதங்களின் உதவியுடன் பொருட்கள் செல்களின் ( பிளாஸ்மா) வழியாக பொருட்கள் கடத்தப்படுகின்றன. வழித்தட புரதங்களின் தேர்ந்து செயலாற்றும் தன்மையானது, கடத்து புரதங்களின் தேர்ந்து செயலாற்றும் தன்மையைவிட குறைவு. மேலும், பொதுவாக அவற்றின் உருவளவு மற்றும் மின்சுமையை பொருத்து அவற்றின் கடத்துதிறன்கள் சிறியளவில் வேறுபடுகின்றன. கடத்து புரதங்கள் தேர்ந்து செயலாற்றும் தன்மை கொண்டவை, அவை குறிப்பிட்ட சிலவகை மூலக்கூறுகளை மட்டுமே கடந்து செல்ல அனுமதிக்கின்றன.



XII U1 Cell Membrane.indd 12 4/22/2020 11:25:56 AM

### 1.3.3. செயல்மிகு கடத்தல் (ஊக்கக் கடத்தல்)

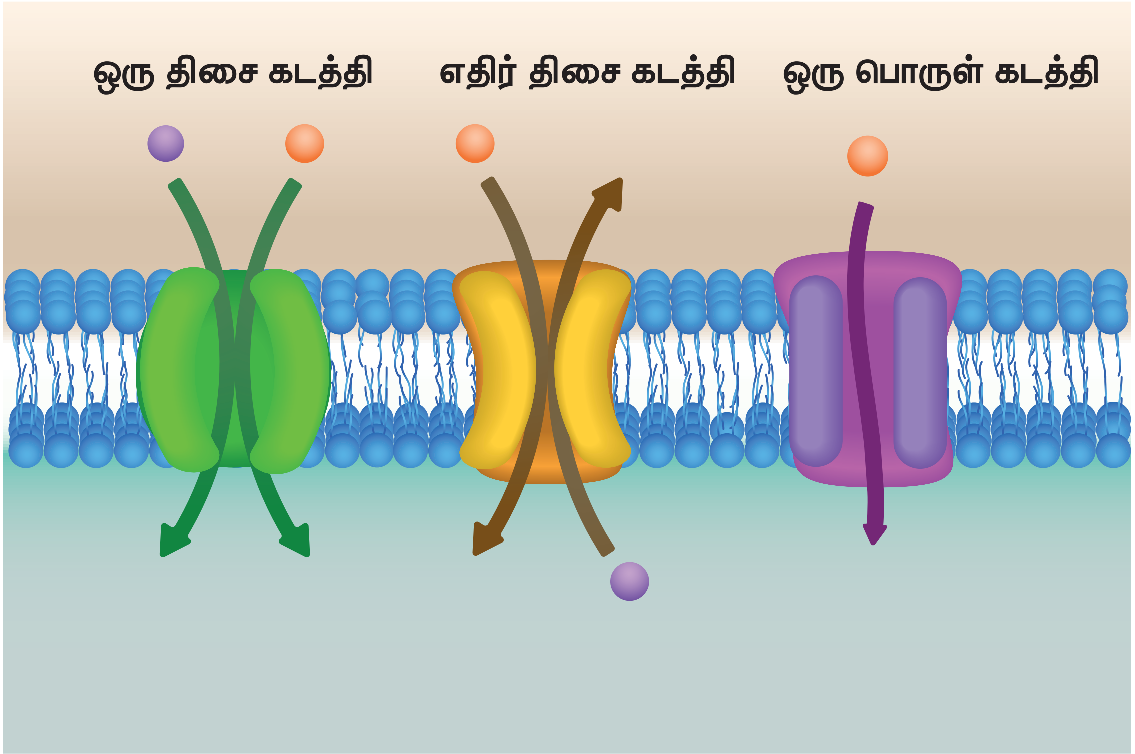
மேலே விளக்கப்பட்ட கடத்தல் வகைகளில், செல்கள் எவ்வித ஆற்றலையும் செலவழிப்பதில்லை. இயல்பான கடத்தலில் உதவிபுரியும் சவ்வு புரதங்கள், ATP மூலக்கூறுகளை பயன்படுத்தாமலேயே பொருட்களை கடத்துகின்றன. செயல்மிகு கடத்தலானது, ஊடுருவல் செயல்முறையிலிருந்து வேறுபடுகிறது. ஊடுருவல் செயல்முறையில் மூலக்கூறுகள் வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலையிலிருந்து விலக்கப்படுகின்றன. (எனவே ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது). தேவைப்படும் ஆற்றலானது, ATP நீராற்பகுத்தல், எலக்ட்ரான் நகர்வு அல்லது ஒளியிலிருந்து பெறப்படுகிறது. இந்த ஆற்றலானது, புரத கடத்திகளின் உதவியுடன், செறிவு வீதத்திற்கு எதிராக, சவ்வுகளின் ஊடாக பொருட்களை கடத்துகிறது. செயல்மிகு கடத்தல் வகைகளில் மிகப்பொதுவான ஒன்றில் புரதங்கள் இறைப்பிகளாக (pumps) செயல்படுகின்றன. சைக்கிள் டயர் அல்லது கூடைப்பந்தை எழும்பச் செய்ய காற்று நிரப்புவதை போல எனும் கருத்தை சுட்டிக்காட்ட இறைப்பி எனும் சொல் தேவைப்படுகிறது. இதேபோல, செறிவு வீதத்திற்கு எதிராக, சவ்வுகளின் வழியே மூலக்கூறுகள் அல்லது அயனிகளை கடத்துவதற்காக , ATP லிருந்து பெறப்படும் ஆற்றல் புரதங்களுக்கு தேவைப்படுகிறது.

உயிரியல் அமைப்புகளில், மின்வேதிச் செறிவு வீதங்களை பராமரித்தல் மிக முக்கியமானது, ஏனெனில், ஒரு செல்லில் செலவிடப்படும் மொத்த ஆற்றலில் ஏறக்குறைய 30–40% ஆற்றல் இதற்காக செலவிடப்படுகிறது. பொதுவாக, செல்கள் அவற்றினுள் நிகர எதிர்குறி மின்னழுத்த வேறுபாடு மட்டுமில்லாமல், குறைந்த Na+ அயனிச் செறிவையும், அதிக $K^+$ அயனிச் செறிவையும் பராமரிக்கின்றன. $Na^+$ மற்றும் $K^+$ அயனிகளால் கிளர்வுறுத்தப்பட்ட ATPase ($Na^+$–$K^+$ ATPase) இறைப்பிகளால் இந்த செறிவு வீதங்கள் பராமரிக்கப்படுகின்றன. ATPase என்பவை ஒரு ஒருங்கிணைந்த சவ்வு புரதமாகும், இதை கிளர்வுறுத்த பாஸ்போலிப்பிடுகள் தேவைப்படுகின்றன. இந்த ATPase கள், சவ்வின் சைட்டோபிளாச பகுதியில் ATP மற்றும் $Na^+$ அயனிகளுக்காக கிளர்வு மையங்களை பெற்றுள்ளன. ஆனால், $K^+$ அயனிகளை பிணைக்கும் மையமானது சவ்வின் செல்வெளிப்பகுதியில் அமைந்துள்ளது. குறிப்பாக நரம்பு செல்களில் இவ்வகை இறைப்பிகள் அதிகளவில் நிறைந்துள்ளன. இவை, தொடர்ந்து சோடியம் அயனிகளை வெளியே தள்ளியும், பொட்டாசியம் அயனிகளை உள்ளிழுத்தும் செல் சவ்வுகளினூடே மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை பராமரிக்கின்றன. மின்னழுத்த வேறுபாடு என்பது, ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதிக்கு இருபுறமும் உள்ள மின்சுமைகளுக்கிடையே உள்ள வேறுபாடாகும். எடுத்துக்காட்டாக, நரம்பு செல்களில், செல்லுக்கு உள்ளேயும், வெளியேயும் மின்னழுத்த வேறுபாடு காணப்படுகிறது. அதாவது செல்லின் வெளிப்புறத்தை ஒப்பிடும்போது உட்புறத்தில் அதிக எதிர்குறி மின்சுமை காணப்படுகிறது (தோராயமாக –70 mV). பயன்படுத்தப்படும் ஒவ்வொரு ATP மூலக்கூறுக்கும், ஒவ்வொரு $Na^+$/$K^+$ இறைப்பியும், மூன்று $Na^+$ அயனிகள் செல்லுக்கு வெளியேயும், இரண்டு $K^+$ அயனிகள் செல்லுக்கு உள்ளேயும் இறைக்கப்படுவதன் காரணமாக இந்த எதிர்மின்னழுத்த வேறுபாடு பராமரிக்கப்படுகிறது. நரம்பு செல்களில் இச்செயல்முறையானது மிக முக்கியமானது. இதனால் அவை பெரும்பாலான ATP மூலக்கூறுகளை பயன்படுத்துகின்றன.

இறைப்பிகளைப் போலவே, வளர்சிதைமாற்றத்திற்காக மூலக்கூறுகளை பரிமாரிக்கொள்ளவும், கழிவுப்பொருட்களை வெளியேற்றவும் ஏந்திகள் எல்லா சவ்வுகளிலும் காணப்படுகின்றன. இந்த ஏந்திகளானவை, ஊக்குவிப்பான்கள் அல்லது சுமப்பான்கள் அல்லது கடத்திகள் எனவும் அறியப்படுகின்றன. அயனிகள், கரையும் தன்மையுடைய சிறிய கரிம மூலக்கூறுகள், மற்றும் லிப்பிடில் கரையும் பொருட்கள் என பல பொருட்கள் இந்த ஏந்திகளால் கடத்தப்படுகின்றன.



XII U1 Cell Membrane.indd 13 4/22/2020 11:25:56 AM




படம் 1.7 : சவ்வுகளுனூடே செயல்வழிக் கடத்தல். முதன்மையான வினையானது இறைப்பிகளால் நடத்தப்படுகிறது. ஆனால் ஏந்திகள் (ஒருபொருள் கடத்திகள், ஒருதிசைக் கடத்திகள், எதிர்திசைக் கடத்திகள் ) இரண்டாம் நிலை வினையை நடத்துகின்றன.

சவ்வின் வழியே ஒரே ஒரு பொருளை கடத்தி, அதன் செறிவு வேறுபாட்டை குறைக்கும் ஏந்திகள் ஒரு பொருள் கடத்திகள் (ஒரு பொருள் ஏந்தி– Uniporters) என்றழைக்கப்படுகின்றன. செறிவு வீதத்திற்கு எதிராக அல்லது செறிவு வீதத்தை உயர்த்துவதற்காக பல ஏந்திகள் பொருட்களை கடத்துகின்றன. ஏந்திகளின் உதவியால் சவ்வினூடே நிகழ்த்தப்படும் கடத்தலின்போது, மின்வேதி வேறுபாட்டை குறைப்பதற்காக, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பொருட்கள் கடத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: குளுக்கோஸ். குளுக்கோஸ், $Na^+$ அயனிகளுடன் சேர்த்தே பிளாஸ்மாவிலிருந்து, இரத்த சிவப்புச் செல்களுக்கும் (செறிவுவீதத்தை குறைக்கிறது), குடலுக்கும் (செறிவுவீதத்தை அதிகரிக்கிறது) கடத்தப்படுகிறது. குளுக்கோசும், $Na^+$ அயனிகளும் ஒரே திசையில் கடத்தப்படுவதால், இவை ஒரு திசைக் கடத்திகள் (symporter ) என்றழைக்கப்படுகின்றன.

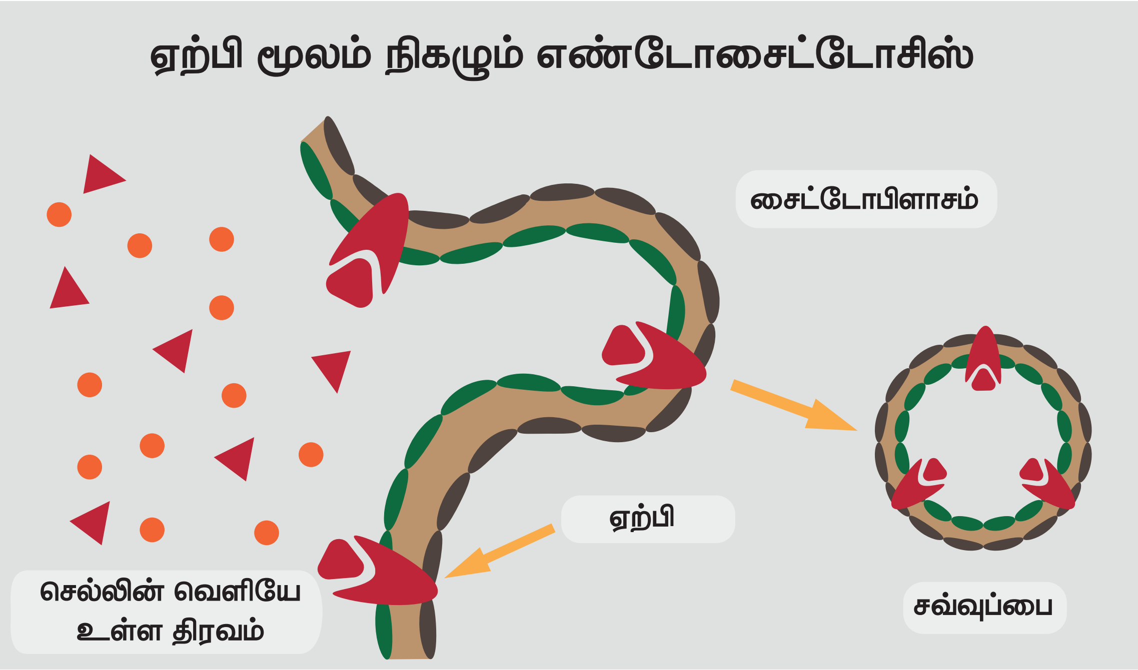
எதிர்திசைக் கடத்திகள் (antiporters) என்றழைக்கப்படும் மற்றொரு வகை கடத்திகள் உள்ளன. வினையை ஊக்குவிக்கும் அயனிச் செறிவு வேறுபாட்டிற்கு, எதிரான திசையில் பொருட்களை கடத்துவதால் இவை எதிர்திசைக் கடத்திகள் எனப்படுகின்றன. இத்தகைய ஏந்தித் தூண்டல் துலங்கள்கள் அனைத்தும் மீள்தன்மை கொண்டவைகளாகும்.

செல்லின் உட்புறத்தை, வெளிச் சூழலிலிருந்து சவ்வுகள் பாதுகாக்கின்றன என்பது தெளிவாக புரிந்துகொள்ளப்பட்ட ஒன்றாகும். பொதுவாக, சவ்வுகள் எளிதில் புகமுடியாதவைகளாக இருந்தாலும், வெளிச் சூழலிலிருந்து உயிரணு உட்கவர்தல் (endocytosis ) என்றழைக்கப்படும் செயல்முறையின் மூலம் மூலக்கூறுகள் செல்லினுள் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றன.

### 1.3.4. உயிரணு உட்கவர்தல்

உயிரணு உட்கவர்தல் செயல்முறையில், சவ்வின் ஒரு பகுதியானது, அகவயப்படுத்தப்பட வேண்டிய பொருளை சூழ்ந்து கொள்கிறது. பொருளைச் சுற்றிக்கொண்ட சவ்வின் பகுதியானது

செல்லினுள் துளிர்விட்டு, சிறு குமிழியை உருவாக்குகிறது, இதன்மூலம் உட்செலுத்தப்பட்ட பொருளை தக்கவைத்துக்கொள்கிறது.




படம் 1.8. உணர்வேற்பி – வழி உயிரணு உட்கவர்தல். ஒரு குறிப்பிட்ட பொருள் சவ்வின் வெளிப்பகுதியில் உள்ள உணர்வேற்பியுடன் இணைந்து உட்கவரப்படுகிறது.

**தங்களுக்குத் தெரியுமா?**

கல்லீரல் செல்களில் , உணர்வேற்பி வழி உயிரணு உட்கவர்தல் மூலமாக, குறைந்த அடர்த்தி கொண்ட லிப்போபுரதம் அல்லது LDL கெட்ட கொலஸ்டிரால் என்றழைக்கப்படும் ஒருவகை கொலஸ்டிராலை உட்கொள்ளப்படுகிறது. உணர்வேற்பி வழி உயிரணு உட்கவர்தல் வெற்றிகரமாக நிகழாமல் போனால், கெட்ட கொழுப்பு நீக்கப்படாமல், திரள்கிறது. இதனால் மிகை இரத்தக்கொழுப்பு நோய் உருவாகலாம்.

## உணர்வேற்பி – வழி உட்கவர்தல்

உயிரணு உட்கவர்தல் போல அல்லாமல், உணர்வேற்பி–வழி உட்கவர்தலானது ஒரு இலக்குச் செயல்முறையாகும். பொதுவாக, இங்கு செல்லுக்குள் கடத்தப்படவேண்டிய வினைப்பொருளுடன் பிணைவதற்காக, சவ்வின் வெளிப்பகுதியில் உணர்வேற்பி மூலக்கூறுகள் பணியமர்த்தப்பட்டுள்ளன. செயல்முறையை நிறைவேற்றும் பொருளின் மீதான பிணைப்புக் கவர்ச்சியை உணர்வேற்பிகள் பெற்றுள்ளன. கிளாத்ரின் பூசிய குமிழ் என்றழைக்கப்படும் புரதம் பூசிய சவ்வுப்பையானது, சவ்வின் உயிரணுக்கணிகப் பகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது, மேலும் பொருளானது சவ்வுப்பைக்குள் கடத்தப்பட்டவுடன் இது தனியாக பிரிந்து செல்கிறது.

உயிரணு பருகுதல் (Pinocytosis) என்றழைக்கப்படும் ஒரு வகை உயிரணு உட்கவர்தலை செல்கள் பயன்படுத்துகின்றன. உயிரணுப் பருகுதலில், எப்பொழுதெல்லாம் செல்லுக்கு,



XII U1 Cell Membrane.indd 15 4/22/2020 11:25:57 AM

வெளிச்செல் திரவத்திலிருந்து மூலக்கூறுகள் தேவைப்படும்போதெல்லாம் சிறிய சவ்வுப்பைகளை பயன்படுத்துகின்றன. போட்டோசைட்டோசிஸ் எனப்படும் மற்றொரு உயிரணு பருகும் செயல்முறையானது கேவியோலின் எனும் பூச்சு புரதத்தை பயன்படுத்துகிறது. இதன் செயல்பாடு கிளாத்ரினின் செயல்பாட்டை ஒத்துள்ளது. சவ்வுகள், கேவியோலின் மட்டுமில்லாமல், நுண்குழிகளையும் கொண்டுள்ளன. இந்த நுண்குழிகள், வெற்றிடத்துளைகளை உருவாக்குகின்றன. மேலும், இவை உணர்வேற்பிகள் மற்றும் லிப்பிடு குவியல்களைக் கொண்டுள்ளன.

## 1.4. பாகுநிலைத் தன்மை மற்றும் பரப்பு இழுவிசை

உயிரியல் சவ்வுகளின் வியக்கத்தக்க பண்புகளில் ஒன்று, சவ்விலுள்ள லிப்பிடு மற்றும் புரதக் கூறுகள் இரண்டும் விடாமல் நகர்ந்து கொண்டே உள்ளன என்பதாகும். இது, பாகுநிலைத்தன்மை கொண்ட திரவ மூலக்கூறின் பண்பாகும். சவ்வுகள் இரு பரிமாண திரவங்களைப் போன்று செயல்படுகின்றன, இவற்றில், படகுகள் போன்று புரதக்கூறுகள் உலாவுகின்றன.

லிப்பிடுகளுக்கிடையே சகப்பிணைப்புகள் இல்லாதபோது, லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கானது, இருபரிமாண திரவம் போல செயல்படுகிறது. சிறப்புத் தன்மைவாய்ந்த புறப்பரப்பு பாகுநிலைத் தன்மையானது, அவற்றின் அழுத்த உருக்குலைவிற்கு எதிரான தடையாக உள்ளது. இரட்டை அடுக்கின் இரண்டு இலை அமைப்புகளுக்கிடைப்பட்ட சார்பு இயக்கமானது, உராய்வு விசையால் எதிர்க்கப்படுகிறது. உயிருள்ள செல்கள், அவற்றின் சவ்வுகளில் காணப்படும் லிப்பிடுகள் மற்றும் ஸ்டீரால்கள் கலவையைமாற்றியமைப்பதன் மூலம் இத்தகைய விசைகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

**உங்களுக்குத் தெரியுமா?**

பழங்காலத்தில், கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவில், தாவரத்திலிருந்து பெறப்பட்ட உவாபெயின் எனும் நச்சுத் தன்மை கொண்ட சேர்மத்தை அம்புகளில் தடவி போர்களிலும் மற்றும் வேட்டையாடுதலிலும் பயன்படுத்தினர். உவாபெயின் ஒரு இதய கிளைக்கோசைடாகும். இச்சேர்மத்தை குறைந்த அளவுகளில் பயன்படுத்தி குருதி ஊட்டக்குறை மற்றும் தாழ் இரத்த அழுத்தம் ஆகியவற்றை குணப்படுத்த முடியும். இச்சேர்மம், ATPase இன் செயல்பாட்டை தடுக்கிறது.

### 1.4.1. பாகுநிலைத் தன்மை மற்றும் பரப்பு இழுவிசையின் உயிரியல் முக்கியத்துவம்

1. இரத்த ஓட்டத்தை சீராக பராமரிக்க, இரத்தத்தின் பாகுநிலைத் தன்மை உதவுகிறது. இரத்த பிளாஸ்மாவின் பாகுநிலைத் தன்மை மதிப்பு 15 – 20 மில்லிபாய்ஸ். பாகுநிலைத் தன்மையில் உருவாகும் மாற்றம், நோயுற்ற நிலையை காட்டும் அறிகுறியாகும். பெரும்புரதத்தமனி மிகை இரத்த சோகை, விழித்திரை இரத்தக் கசிவு, மற்றும் மாரடைப்பு ஆகியவற்றின்போது பாகுநிலைத் தன்மை அதிகரிக்கிறது.

2. கார்போஹைட்ரேட்டுகள் மற்றும் புரதங்கள் அதிக பாகுநிலைத் தன்மையை கொண்டவைகளாகும். மூட்டு திரவத்தின் உயவுத் தன்மையானது, அதிலுள்ள மியூகோபாலிசாக்கரைடுகளின் பாகுநிலைத் தன்மையினால் உருவாகிறது.

3. டைபால்மிடாயில் எனும் பரப்புஇழுவிசை குறைப்பியானது, நுரையீரலின் மூச்சு சிற்றறைகளில் சுரக்கப்படுகிறது. இது, பரப்பு இழுவிசையை குறைப்பதன் மூலம் வெளிச்சுவாசத்தின்போது நுரையீரல் மூச்சுசிற்றறைகள் சிதைவடையாமல் பாதுகாக்கின்றன. சில குறைப்பிரசவ சிசுக்கள் குறைந்தளவில் இத்தகைய பரப்புஇழுவிசை குறைப்பிகளை பெற்றிருப்பதால் அவை கடுமையான சுவாச இடர்ப்பாடுகளை சந்திக்கின்றன.

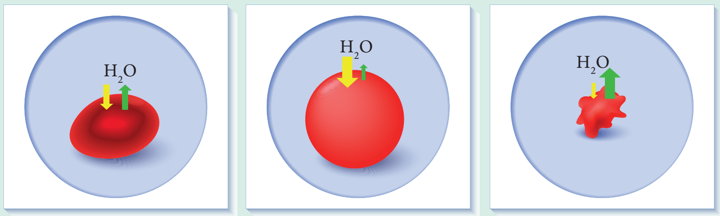


XII U1 Cell Membrane.indd 16 4/22/2020 11:25:57 AM

## 1.5. சவ்வூடு பரவல்

செறிவு குறைந்த பகுதியிலிருந்து, செறிவு மிகுந்த பகுதிக்கு ஒருகூறு புகவிடும் சவ்வின் வழியாக கரைபொருள் மூலக்கூறுகளின் நிகர நகர்வு சவ்வூடு பரவல் என்றழைக்கப்படுகிறது.

**உடலின் உரத் தன்மை மற்றும் சவ்வூடு பரவல்**




படம் 1.9 : சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டி மற்றும் அதன் விளைவால் செல்லில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

**தசை நெகிழ்வு** (Tonicity) காரணமாக நீரானது செல்லுக்கு உள்ளிருந்து வெளியேயும். வெளியிலிருந்து உள்ளேயும் சென்று வருகிறது. ஒரு கரைசலின் தசை நெகிழ்வானது அதன் சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டியுடன் தொடர்பு படுத்தப்படுகிறது. சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டி என்பது கரைசலிலுள்ள அனைத்து கரைப்பொருட்களின் மொத்த செறிவாகும். குறைந்த சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டியை கொண்டுள்ள கரைசல், ஒரு லிட்டர் கன அளவில் குறைந்தளவு கரைப்பொருள் மூலக்கூறுகளைப் பெற்றுள்ளன. ஆனால், அதிக சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டியை கொண்டுள்ள கரைசலில், சற்று அதிகளவு கரைப்பொருள் மூலக்கூறுகள் உள்ளன. நீர் மூலக்கூறுகளை மட்டும் அனுமதித்து, கரைபொருளை தடுத்து நிறுத்தும், ஒருகூறு புகவிடும் சவ்வைக் கொண்டு, இரண்டு வெவ்வேறு சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டியை கொண்டுள்ள கரைசல்களை பிரித்து வைக்கும்போது, குறைந்த மோலாரிட்டியுடைய கரைசலிலிருந்து, அதிக மோலாரிட்டியுடைய கரைசலுக்கு நீர் மூலக்கூறுகள் நகருகின்றன.

- வெளிச்செல் திரவத்தின் சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டி மதிப்பானது, உட்செல் திரவத்தை விட குறைவாக இருந்தால், அது ஹைப்போடானிக் எனப்படுகிறது, இந்நிலையில் நீரானது செல்லுக்குள் நுழைகிறது. (ஹைப்போ – குறைவாக)
- இதற்கு மாறாக, வெளிச்செல் திரவமானது, செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தைவிட அதிக சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டி மதிப்பை பெற்றிருந்தால், அது ஹைப்பர்டானிக் எனப்படுகிறது. இந்நிலையில், நீரானது செல்லுக்கு வெளியே உள்ள செறிவுமிகு கரைசலுக்கு பாய்கிறது. (ஹைப்பர் – அதிகமாக)
- ஐசோடானிக் கரைசல்களில், வெளிச்செல் திரவத்தின் சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டி மதிப்பும், உட்செல் திரவத்தின் மதிப்பும் ஒன்றாக உள்ளது. இந்நிலையில், நீரானது செல்லுக்கு உள்ளேயும், வெளியேயும் நகருவதில்லை.

ஹைப்போடானிக், ஹைப்பர்டானிக் மற்றும் ஐசோடானிக் ஆகியவை ஒப்பீட்டு சொற்களாகும். அதாவது, சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டியின் அடிப்படையில், ஒரு கரைசல், மற்றொரு கரைசலுடன் எவ்வாறு ஒப்பிடப்படுகிறது என்பதை இச்சொற்கள் விளக்குகின்றன. உதாரணமாக, உள்செல் திரவமானது, அதைச் சுற்றியுள்ள வெளிச்செல் திரவத்தைவிட அதிக சவ்வூடு பரவல் மோலாரிட்டியையும், கொண்டிருந்தால், செல்லின் உட்புறமானது அதைச்சுற்றியுள்ள திரவத்திற்கு ஹைப்பர்டானிக் எனவும், வெளிச்செல் திரவமானது, செல்லின் உட்புறத்திற்கு ஹைப்போடானிக் எனவும் பொருள் கொள்ளலாம்.

### 1.5.1. உயிரியல் முக்கியத்துவம்

1. **செல் வெடித்தல் மற்றும் செல் சுருங்குதல் (Hemolysis and Crenation).**
   0.9% NaCl நீர்க் கரைசலானது உடலியல் அல்லது ஐசோடானிக் உப்புநீர்க் கலவை எனப்படுகிறது. இரத்த சிவப்பு செல்களை 0.3% NaCl (hypotonic solution) கரைசலில் வைக்கும்போது, செல்லுக்குள் நீர் நுழைகிறது. இதனால் செல் வெடித்து அதிலுள்ள அனைத்து கூறுகளும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சி செல் வெடித்தல் (hemolysis) என்றழைக்கப்படுகிறது. மீதமுள்ள சவ்வுகள் கோஸ்ட்கள் (ghosts) என்றழைக்கப்படுகின்றன. அதே சமயம், செல்கள் 1.5% NaCl கரைசலில் வைக்கப்படும்போது, நீர் செல்லை விட்டு வெளியே வருகிறது, இதனால் செல் சுருங்குகிறது. இச்செயல்முறையானது " செல் சுருங்குதல் (crenation) என்றழைக்கப்படுகிறது.

2. எரித்ரோசைட் முறிவுச் சோதனையானது, சவ்வூடு பரவல் பண்பை அடிப்படையாகக் கொண்டது. ஹைப்போடானிக் அகரைசல்களுக்கு எதிராக சவ்வின் தாக்குபிடிக்கும் திறனானது அதன் ஒட்டுமொத்த அமைப்பைப் பொருத்து அமைகிறது. அரிவாளணுச்சோகை போன்ற மரபணுக் கோளாறுகள் மற்றும் வைட்டமின் E குறைபாடு ஆகியவற்றால் எரித்ரோசைட் சவ்வுகள் எளிதில் முறியும் தன்மையைப் பெறுகின்றன.

3. இரத்தத்திலுள்ள சோடியம், பொட்டாசியம், குளோரைடு, கால்சியம் போன்ற கனிம அயனிகள் மற்றும் புரதங்களால் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் உருவாகிறது. பிளாஸ்மா சவ்வின் வழியே கூழ்ம துகள்களை புகவிடாததன் காரணமாக உருவாகும் புரதங்களின் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம், குறிப்பிடத்தகுந்த உயிரியல் முக்கியத்துவம் பெறுகிறது.

4. சவ்வூடுபரவல் காரணமாக குடலில் நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது. சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் காரணமாக சிறுநீரகங்களில் சிறுநீர் உருவாகிறது. நிலைநீர் அழுத்தம் மற்றும் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள நிகர வேறுபாடானது, நுண்குழாய்களின் தமனி முனையில் நீர் வடிகட்டப்படுவதற்கும், சிரை முனையில் மீளுறிஞ்சுதலுக்கும் காரணமாக அமைகிறது. தமனி முனையில் நிலைநீர் அழுத்த மதிப்பு 22 mmHg, சவ்வூடு பரவல் அழுத்த மதிப்பு 15 mm Hg. திரவத்தை வெளியேற்ற கிடைக்கும் அழுத்தம் 7 mm Hg. சிரை முனையில் நிலைநீர் அழுத்த மதிப்பு 15 mm Hg , சவ்வூடு பரவல் அழுத்த மதிப்பு 7 mm Hg. நுண் குழாய்களில் நீரை மீண்டும் உறிஞ்சுவதற்கு கிடைக்கும் நிகர அழுத்தம் 15 – 7 = 8 mm Hg. இது ஸ்டார்லிங் கருதுகோள் என்றழைக்கப்படுகிறது.

## 1.6. தாங்கல் கரைசல்கள்

சிறிதளவு அமிலம் அல்லது காரம் சேர்க்கப்பட்ட பின்னரும் தன்னுடைய pH மதிப்பை மாறாமல் தடுக்கும் கரைசலானது தாங்கல் கரைசல் என வரையறுக்கப்படுகிறது. தாங்கல் கரைசல்கள் என்பவை, வலிமை குறைந்த அமிலம் மற்றும் அதன் உப்பு (அல்லது) வலிமை குறைந்த காரம் மற்றும் அதன் உப்பு ஆகியவற்றின் கலவைகளாகும். ஒரு கரைசலின் pH என்பது, அதன் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவின் எதிர் மடக்கை மதிப்பு என வரையறுக்கப்படுகிறது. தாங்கல் கரைசல்களின் pH மதிப்பு ஹெண்டர்சன் ஹேசல்பாக் சமன்பாட்டைக் கொண்டு நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

$$pH = pka + \log \frac{[\text{உப்பு}]}{[\text{அமிலம்}]}$$

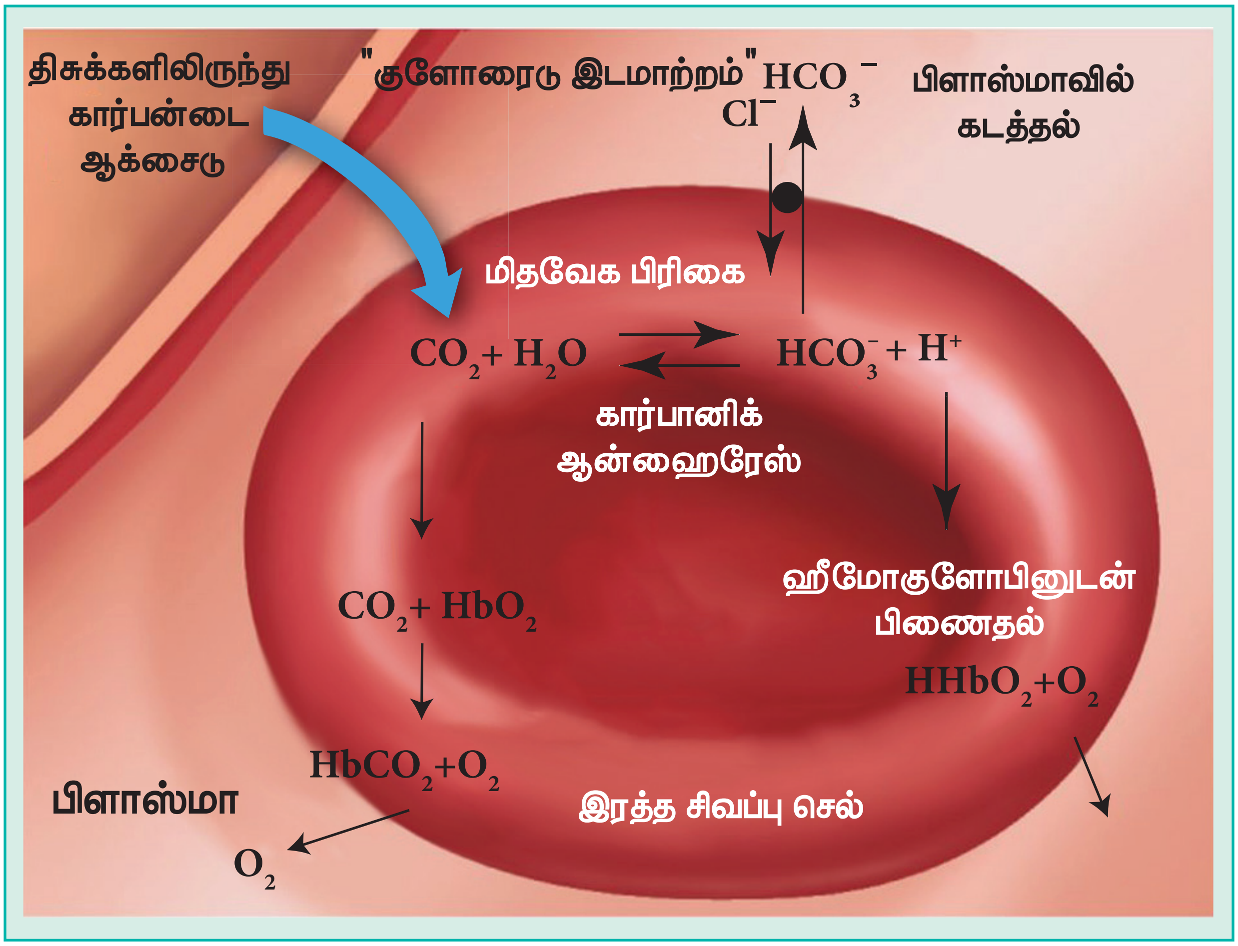
### இரத்தத்தின் pH ஐ ஒழுங்குபடுத்துதல்

இரத்தத்தின் pH மதிப்பு, அதன் இயல்பான மதிப்பிலிருந்து விலகும்போது, சமநிலையை மீண்டும் கொண்டுவருவதற்காக உடலிலுள்ள இரண்டு அமைப்புகள் இணைந்து இயங்குகின்றன.

i. **சுவாச அமைப்பு :** சுவாச வேகத்தை சரிசெய்வதன் மூலம் இரத்தத்திலுள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடின் செறிவை கட்டுப்படுத்துகிறது.

ii. **சிறுநீரக அமைப்பு :** மீளுறிஞ்சுதல் மற்றும் (அல்லது) பை கார்பனேட்/ ஹைட்ரஜன் அயனிகளை உருவாக்கத்தை மாற்றியமைக்கிறது. இந்த சமநிலையானது "ஈடுசெய்தல்" என அறியப்படுகிறது.

### 1.7.1 ஹீமோகுளோபின் தாங்கல் கரைசல் அமைப்பு




வளர்சிதை மாற்ற செயல்முறையின் காரணமாக திசுக்களில் கார்பன் டை ஆக்சைடு உருவாக்கப்பட்டு இரத்தத்தினுள் நுழைகிறது. இந்த $CO_2$ நீரேற்றம் அடைந்து $H_2CO_3$ உருவாகிறது, பின்னர் இது பிரிகையடைந்து அடைந்து $H^+$ மற்றும் $HCO_3^-$ அயனிகளை தருகிறது. திசுக்களில் ஆக்ஸிஜன் அளவு குறைந்த உடன் , ஆக்ஸி–ஹீமோகுளோபின் சிதைந்து ஆக்ஸிஜனை உருவாக்குகிறது, இதனால் ஒடுக்கப்பட்ட ஹீமோகுளோபின் உருவாகிறது.

நுரையீரல்களில், ஒடுக்கப்பட்ட ஹீமோகுளோபினிலிருந்து ஹைட்ரஜன் அயனிகள் விடுவிக்கப்பட்டு ஆக்ஸி–ஹீமோகுளோபின் உருவாகிறது. இந்த ஹைட்ரஜன் அயனிகள் பைகார்பனேட்டுடன் வினைப்பட்டு கார்பானிக் அமிலத்தை தருகின்றன. நுரையீரல்களில் $CO_2$ அளவு குறைவதன் காரணமாக, சமநிலையானது கார்பன் டை ஆக்சைடு உருவாதலை நோக்கி நகர்த்தப்படுகிறது, இதனால் மூச்சு விடுதலின்போது $CO_2$ தொடர்ந்து வெளியேற்றப்படுகிறது.

$$H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H_2O + CO_2$$



XII U1 Cell Membrane.indd 19 4/22/2020 11:25:58 AM

ஒடுக்கப்பட்ட ஹீமோகுளோபின் ஆனது எதிரயனிகளாக செயல்பட்டு $H^+$ அயனிகளை பெற்றுக் கொண்டு அமில–ஒடுக்கப்பட்ட ஹீமோகுளோபினை (HHb) உருவாக்குகிறது. வலிமை குறைந்த அமிலங்களை உருவாக்குவதன் மூலம் $H^+$ அயனிகள் தாங்கல் கரைசல்களாக மாற்றப்படுகின்றன, இதனால் pH மதிப்பில் சிறிய மாற்றம் உண்டாகிறது.

இரத்தம் நுரையீரலுக்கு திரும்பும்போது, மேலே குறிப்பிட்டபடி ஆக்ஸி– ஹீமோகுளோபின் (stronger acid) உருவாவதால் இந்த $H^+$ அயனிகள் விடுவிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு விடுவிக்கப்பட்ட $H^+$ அயனிகள் உடனடியாக $HCO_3^-$ அயனிகளால் நடுநிலையாக்கப்படுகின்றன. நுரையீரல்கள் $CO_2$ வெளியிடுவதை தவிர்க்க முடியாது.

### குளோரைடு இடமாற்றம்

1. RBC க்களில், $CO_2$ நீருடன் வினைப்பட்டு கார்பானிக் அமிலத்தை தருகிறது. இவ்வினை கார்பானிக் அன்ஹைட்ரேஸ் எனும் நொதியால் வினையூக்கம் பெறுகிறது.
2. உருவாக்கப்பட்ட கார்பானிக் அமிலமானது, பாஸ்பேட் தாங்கல் மற்றும் ஹீமோகுளோபின் தாங்கல் ஆகியவற்றால், தாங்கல் கரைசலாக மாற்றப்படுகிறது..
3. பை கார்பனேட், பிளாஸ்மாவிற்கு திரும்பி, இரத்தத்தில் $CO_2$ அளவு அதிகரிக்கும்போது செல்லுக்குள் நுழையும் குளோரைடு அயனிகளுடன் பரிமாற்றம் அடைகிறது.
4. மாறாக, ஒருவேளை $CO_2$ செறிவு குறைக்கப்பட்டால், செல்லிலிருந்து குளோரைடு அயனிகள் வெளியேறி பிளாஸ்மாவிற்குள் நுழைகின்றன.
5. பொதுவாக, இரத்த சிவப்பணுக்கள் சோடியம் அல்லது பொட்டாசியத்தை அனுமதிப்பதில்லை ஆனால், ஹைட்ரஜன், பைகார்பனேட் மற்றும் குளோரைடு அயனிகளை அனுமதிக்கின்றன. எதிரயனிப் ( குளோரைடு) பரிமாற்றத்தின் வாயிலாக பிளாஸ்மாவிற்கு பொட்டாசியம் நேரயனிகள் கிடைக்கின்றன. இதனால், உருவாக்கப்பட்ட $CO_2$ ஆனது பிளாஸ்மாவால் சோடியம் பைகார்பனேட்டாக எடுத்துச்செல்லப்படுகிறது.
6. $CO_2$ நுழைந்து, இரத்தம் சிவப்புச் செல்களுக்கு கடத்தப்பட்டு கார்பானிக் அன்ஹைட்ரேஸ் உதவியுடன் கார்பானிக் அமிலமாக மாற்றப்படுவதால் இந்தச் சுற்றுச் செயல்முறை தொடர்ந்து நிகழ்கிறது (பகுதியளவு பிளாஸ்மாவிற்கு மீண்டும் திரும்புகிறது). மீதமுள்ள கார்பானிக் அமிலம் பின்னர் ஹீமோகுளோபின் தாங்கல் கரைசல்களுடன் வினைப்பட்டு பைகார்பனேட்டுகளை தருகின்றன. இவை பிளாஸ்மாவிற்கு பயணித்து, குளோரைடு அயனிகளுடன் பரிமாற்றப்பட்டு கடத்தப்படுகின்றன.
7. இதுவரை குறிப்பிடப்பட்ட அனைத்து வினைகளும் மீள்வினைகளாகும். இரத்தம் தமனியில் உள்ளபோது, நுரையீரல் திசுக்களில், குளோரைடு அயனிகள் மீண்டும் பிளாஸ்மாவிற்கு மாற்றப்படுகின்றன. இறுதியாக, செல்களுக்கிடையே உள்ள பொட்டாசியம் அயனிகள், ஆக்ஸி–ஹீமோகுளோபினை தாங்கல் கரைசலாக மாற்றுவதற்காக வெளிவிடப்படுகின்றன. பிளாஸ்மாவில், இது சோடியத்தை நடுநிலையாக்குகிறது.

### 1.6.2. சுவாச ஒழுங்கமைவு வழிமுறை

கார்பானிக் அமிலமானது $CO_2$ மற்றும் $H_2O$ ஆக பிரிகையடையும் என்பதை நாம் அறிவோம். இரத்தத்தினுள் அதிகளவு $H^+$ அயனிகள் இருப்பின், நுரையீரல்கள் அதிகளவு $CO_2$ ஐ வெளியேற்றும். அதிகளவு $HCO_3^-$ அயனிகள் இருப்பின், நுரையீரல்கள் சுவாச வேகத்தை குறைத்து, $CO_2$ தங்குதலை

அதிகரித்து கார்பானிக் அமிலத்தை உருவாக்கும். இது அதிகமாக உள்ள பைகார்பனேட்டை தாங்கல் கரைசலாக மாற்றும்.

நுரையீரல்களின் மூச்சு சிற்றறைகளும் மற்றும் சிறுகுழல்களும் இத்தகைய செயல்பாடுகளை திறம்பட செய்கின்றன. நுரையீரலிலுள்ள சில குறிப்பிட்ட செல்களால் சுரக்கப்படும் பாஸ்போ லிப்போபுரத மூலக்கூறுகளால் இந்த சிற்றறைகளும் , சிறுகுழல்களும் பூசப்பட்டுள்ளன. இவை மூச்சு சிற்றறை சவ்வுகளின் பரப்பு இழுவிசையை குறைத்து, மூச்சுவிடுதல், மூச்சிழுத்தலின் போது சிற்றறைகளை பாதுக்காக்கின்றன.

### 1.6.3. சிறுநீரக ஒழுங்கமைவு வழிமுறை

சிறுநீரகத்தின் முக்கியமான செயல்பாடு, நீர் மற்றும் மின்பகுளிச் சமநிலையை பாராமரித்தல் ஆகும். கழிவுப் பொருட்களை சிறுநீர் வழியாக வெளிவேற்றுவதன் மூலம் இது நிகழ்த்தப்படுகிறது. சிறுநீர் உருவாதல் மூன்று படிநிலைகளில் நிகழ்கிறது.

i. வடிகட்டுதல்

ii. மீளுறிஞ்சுதல்

iii. சுரத்தல்.

சிறுநீரகத்தின் ஒழுங்கமைக்கும் பண்பானது அதன் தாங்கல் கரைசலாக்கும் திறனால் சாத்தியமாகிறது. இந்த செயல்பாட்டில் சவ்வு முக்கிய பங்காற்றுகிறது. சவ்வூடு பரவல் மற்றும் செல்பருகுதல் ஆகியவை மட்டுமில்லாமல் இயல்பான மற்றும் செயல்வழிக் கடத்தல்களும் நிகழ்கின்றன (படம் 1.10).

**இயல்பான கடத்தல்**
- எளிய விரவுதல்
- புரதவழி கடத்துதல் செல்சவ்வில் (குளுக்கோஸ் உள்மேற் பரப்பில்)

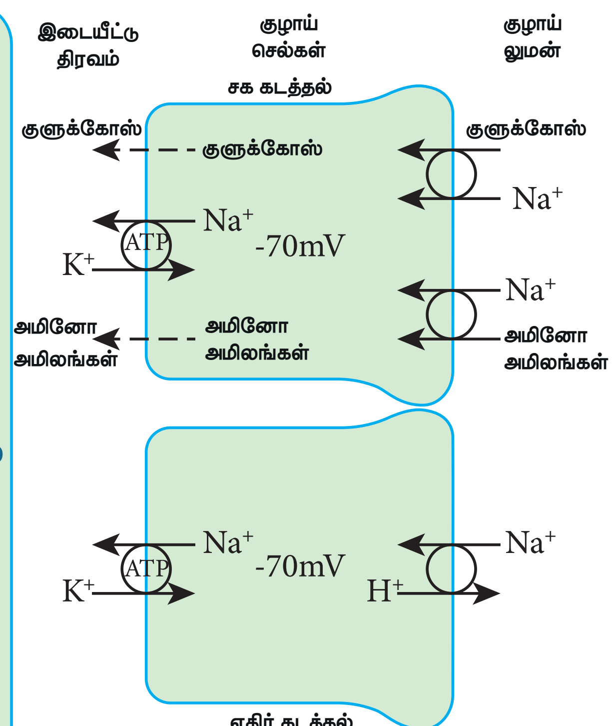
**செயல்வழி கடத்தல்**

**செயல்வழி மீள்உறிஞ்சுதல்**
- முதன்மை செயல்வழி கடத்தல் ( சோடியம் –பொட்டாசியம் ATP– பம்பு )
- இரண்டாம் நிலை செயல்வழி கடத்தல்
- இரண்டாம் நிலை செயல்வழி மீள் உறிஞ்சுதல் ( PTல் சோடியத்தினால் குளுக்கோஸ் )

**செயல்வழி சுரத்தல்**
- முதன்மை செயல்வழி சுரத்தல்
- இரண்டாம் நிலை செயல்வழி சுரத்தல் ( PTல் சோடியத்தினால் $H^+$ )

**சவ்வூடுபரவல்**

**செல் உறிஞ்சுதல்**




படம் 1.10 : சிறுநீரகங்களில், சிறுநீர் உருவாக்கத்தில் உதவும் சிறுநீரக குழாய் சவ்வின் வழியாக பொருட்கள் நகர்தல் (வடிகட்டல், மீளுறிஞ்சுதல், சுரத்தல் மூலமாக).



XII U1 Cell Membrane.indd 21 4/22/2020 11:25:59 AM

## செயல்பாடு

1. ஊடுருவலை பற்றி அறிந்துகொள்ள சாயம் கலந்த நீர் அல்லது ஜெல் போன்ற பொருட்களை பயன்படுத்தி சோதனை செய்க. நீர், ஆக்ஸிஜன் மற்றும் சிறிய மூலக்கூறுகள் எவ்வாறு சவ்வின் வழியே கடத்தப்படுகின்றன என்பதை புரிந்துகொள்ள நீர் உதவுகிறது. (காகிதத் தாளை சவ்வாக பயன்படுத்துக). சோதனையை வெப்பத்தின் முன்னிலையில் மற்றும் வெப்பமில்லா நிலையில் செய்க. அதாவது வெந்நீர் மற்றும் குளிர்ந்த நீர். (உயர் வெப்பநிலைகளில் மூலக்கூறுகள் அதிக இயக்க ஆற்றலை பெற்றுள்ளதால் ஊடுருவல் வேகமாக நிகழ்கின்றன).
2. சவ்வூடு பரவலை புரிந்து கொள்ள உருளைகிழங்கு மற்றும் சர்க்கரை கரைசல்களை பயன்படுத்துங்கள். உருளைக்கிழங்கில் தோண்டப்பட்ட பகுதியில் வைக்கப்பட்டுள்ள சாய நீரின் உயரத்தில் ஏற்பட்ட வேறுபாட்டை கணக்கிடுக.

## பாடச்சுருக்கம்

- செல்லின் உயிர்வாழ்தலுக்கும் அதன் நீர்ச்சமநிலைக்கும் செல் சவ்வு இன்றியமையாதது.
- செல் அதன் புறச்சூழலுடன் இடையீடு செய்வதை சவ்வு ஒழுங்குபடுத்துகிறது, மேலும் பொருட்கள் செல்லுக்குள் நுழைவதையும், செல்லைவிட்டு வெளியேறுதலையும் கட்டுப்படுத்துகிறது.
- லிப்பிடுகள் மற்றும் புரதங்களால் சவ்வுகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. கார்போஹைட்ரேட்டுகள் சிறிய பங்களிப்பை அளிக்கின்றன.
- சவ்வின் அமைப்பு மற்றும் செயல்பாட்டை, லிப்பிடுகள் மற்றும் புரதங்கள் (ஒருங்கிணைந்த மற்றும் புற அமைவு) பராமரிக்கின்றன.
- சவ்வின் அமைப்பை விளக்குவதற்காக பல்வேறு மாதிரிகள் முன்மொழியப்பட்டுள்ளன.
- நீர்ம மொசைக் அமைப்பானது பொதுவாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட அமைப்பாகும். இது பெரும்பாலான செல் சவ்வுகளின் அமைப்பை தெளிவாக விளக்குகிறது.
- பாஸ்போலிப்பிடுகளிலுள்ள கொலஸ்டிரால் மற்றும் கொழுப்பு அமிலங்கள் செல்சவ்வின் திரவத்தன்மையை கட்டுப்படுத்துகின்றன.
- லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கிலுள்ள புரதங்கள் சவ்வின் பல்வேறு செயல்பாடுகளை செயல்படுத்துகின்றன. அவை உணர்விகளாகவும், நொதிகளாகவும் செயலாற்றுகின்றன.
- சவ்வானது இயல்பான மற்றும் செயல்மிகு கடத்தல்களை பயன்படுத்துகிறது.
- உயிரணு உட்கவர்தல் செயல்முறை மற்றும் அதில் உருவாகும் மாற்றங்கள் பொருட்கள் செல்லினுள் நுழைய அனுமதிக்கப்படுகின்றன. உயிரணு வெளித்தள்ளுதல் மூலம் பொருட்கள் செல்லுக்கு வெளியே அனுப்பப்படுகின்றன. (இந்த செயல்முறைகளால் சவ்வின் உருவளவு பராமரிக்கப்படுகிறது)
- சவ்வானது பாகுநிலைத் தன்மை, பரப்பு இழுவிசை மற்றும் சவ்வூடுபரவல் போன்ற சிறப்புப் பண்புகளை பெற்று செல்லின் ஒருங்கமைப்பை பராமரிக்கும் இன்றியமையாத கருவியாக செயல்படுகிறது.



XII U1 Cell Membrane.indd 22 4/22/2020 11:25:59 AM

- தாங்கல் கரைசல்கள் இயல்பான உடலியல் pH மதிப்பை பராமரிக்கின்றன. இரத்தத்தின் pH மதிப்பை பராமரிப்பதில், ஹீமோகுளோபின் தாங்கல் கரைசல்கள் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. சுவாச ஒழுங்கமைவு வழிமுறை, சிறுநீரக ஒழுங்கமைவு வழிமுறை ஆகிய செயல்பாடுகள் முறையே நுரையீரல் மற்றும் சிறுநீரக சவ்வுகளை பெரிதும் சார்ந்துள்ளன. அதாவது இந்த சவ்வுகளின் வழியே பொருட்கள் கடத்தப்பட்டு மிகவும் இன்றியமையாத நீர்ச்சமநிலைக்கு தேவையான pH சமநிலை பராமரிக்கப்படுகிறது.

## மதிப்பீடு

### சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக:

1. ஒரு சவ்விலுள்ள, கார்போஹைட்ரேட் கூறுகள், கிளைக்கோபுரதங்கள் அல்லது கிளைக்கோலிப்பிடுகள் ஆகியன

   அ. வெளிப்புறத்தை நோக்கி அமைந்துள்ளன

   ஆ. உட்புறத்தை நோக்கி அமைந்துள்ளன

   இ. வெளிப்புறம் மற்றும் உட்புறத்தை நோக்கி அமைந்துள்ளன.

   ஈ. தாறுமாறாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

2. லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கானது _______ தன்மையுடையது

   அ. நீர்விரும்பும்     ஆ. நீர் வெறுக்கும்

   இ. இரண்டும்     ஈ. வெளிச்சூழலை பொருத்து அதன் தன்மை அமைகிறது.

3. மிக அதிகளவில் புரதங்களை கொண்டுள்ள சவ்வு ___________.

   அ. இரத்தம் சிவப்பணுச் சவ்வு     ஆ. மைலீன் உறை

   இ. லைசோசோம் சவ்வு     ஈ. மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் வெளிச்சவ்வு

4. சவ்வில் இயல்பான புரதங்களின் பங்கீடானது

   அ. சீர்மைத்தன்மையுடையது     ஆ. சீர்மைத்தன்மையற்றது

   இ. தன்னிச்சையானது     ஈ. சீரானது

5. பின்வரும் கூற்றுகளில் ஒரு செல் சவ்வின் பங்கை விளக்கும் கூற்று எது?

   அ. செல்லின் வழியாக பொருட்கள் எளிதாக உள்நுழையவும்,வெளியேறவும் முடியும்.

   ஆ. செல்லின்வழியாக பொருட்கள் கட்டுபடுத்தப்பட்ட இயக்கத்தின் மூலம் நகருகின்றன.

   இ. செல்லினுள் பொருட்கள் நுழைவதை தடை செய்கின்றன.

   ஈ. செல்லிலிருந்து பொருட்கள் வெளியேறுவதை தடுக்கின்றன.

6. லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கின் வழியே ------------- எவ்வித உதவியும் இன்றி கடத்தப்படுகின்றன.

   அ. கொழுப்பில் கரையும் மூலக்கூறுகள்     ஆ. அயனிகள்

   இ. அ மற்றும் ஆ இரண்டும்     ஈ. மேற்கூறிய ஏதுவுமில்லை



XII U1 Cell Membrane.indd 23 4/22/2020 11:25:59 AM

7. கடத்துவழி புரதமானது அயனிகளை கடத்துவதற்கு ------------ வழியை தேர்ந்தெடுக்கிறது.

அ. புரத வழிக் கடத்தல் ஆ. செயல்மிகு கடத்தல்

இ. ஆ மற்றும் ஆ இரண்டும் ஈ. மேற்கூறிய ஏதுவுமில்லை

8. பின்வருவனவற்றுள் எது செல் சவ்வின் முக்கியப் பணி?

அ. பிரித்து அமைத்தல் ஆ. செல்வெளிக் கூறுகளிலிருந்து பாதுகாத்தல்

இ. வெப்பநிலை பராமரிப்பு ஈ. மேற்கூறிய ஏதுவுமில்லை

9. நிலையான ____________ பராமரித்தலுக்காக, செல்சவ்வின் வழியாக பொருட்கள் கடத்தப்பட அனுமதிக்கப்படுகின்றன.

அ. செறிவு வேறுபாடு ஆ. செறிவு

இ. ஊட்டச் சத்துகள் ஈ. தாங்கல்

10. புரதங்கள் ___________ வகையில் பொதிக்கப்பட்டுள்ளன என்பதை புரிந்து கொள்ள திரவ மொசைக் அமைப்பு மாதிரி உதவுகிறது.

அ. எபிலிக் ஆ. குறுக்கு மறுக்கு

இ. ஏற்ற இறக்கம் ஈ. மொசைக்

11. பிளாஸ்மா சவ்வின் பரப்பு இழுவிசையை பொருத்தவரையில் சரியான கூற்று

அ. சவ்வின் பரப்பு இழுவிசையானது, தூய லிப்பிடின் பரப்பு இழுவிசையைவிட அதிகம்.

ஆ. சவ்வின் பரப்பு இழுவிசையானது, தூய லிப்பிடின் பரப்பு இழுவிசையைவிட குறைவு.

இ. செல் சவ்வுகள் பரப்பு இழுவிசையை பெற்றிருப்பதில்லை

ஈ. சவ்வின் பரப்பு இழுவிசையும், தூய லிப்பிடின் பரப்பு இழுவிசையும் சமமாக உள்ளன

12. பின்வருவனவற்றுள் எது சவ்வின் செயல்பாடு அல்ல?

அ. குரோமோசோம் பிரிப்பு ஆ. கடத்துதல்

இ. செல்வெளி இடையீடு ஈ. ஆற்றல் வடிவமாற்றம்

13. பிளாஸ்மா சவ்வில் உருவாக்கப்பட்ட சவ்வுப்பைகள் _________ செயல்முறையில் பொருட்களை செல்லினுள் கொண்டுவருகின்றன.

அ. உயிரணு உட்கவர்தல் ஆ. உயிரணு வெளியேற்றம்

இ. பிளாஸ்மா பிளத்தல் ஈ. உருவாக்கம்

14. ________ புரதங்களினால் சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியம் கடத்தப்படுகின்றன.

அ. ஏந்திப் ஆ. கடத்துவழி

இ. உணர்வேற்பி ஈ. நொதிப்



XII U1 Cell Membrane.indd 24 4/22/2020 11:25:59 AM

15. கிளாத்ரின் பூசப்பட்ட குழிகள் ___________ உதவி புரிகின்றன

அ. உணர்வேற்பி வழி உயிரணு உட்கவர்தலில்

ஆ. உயிரணு வெளியேற்றத்தில்

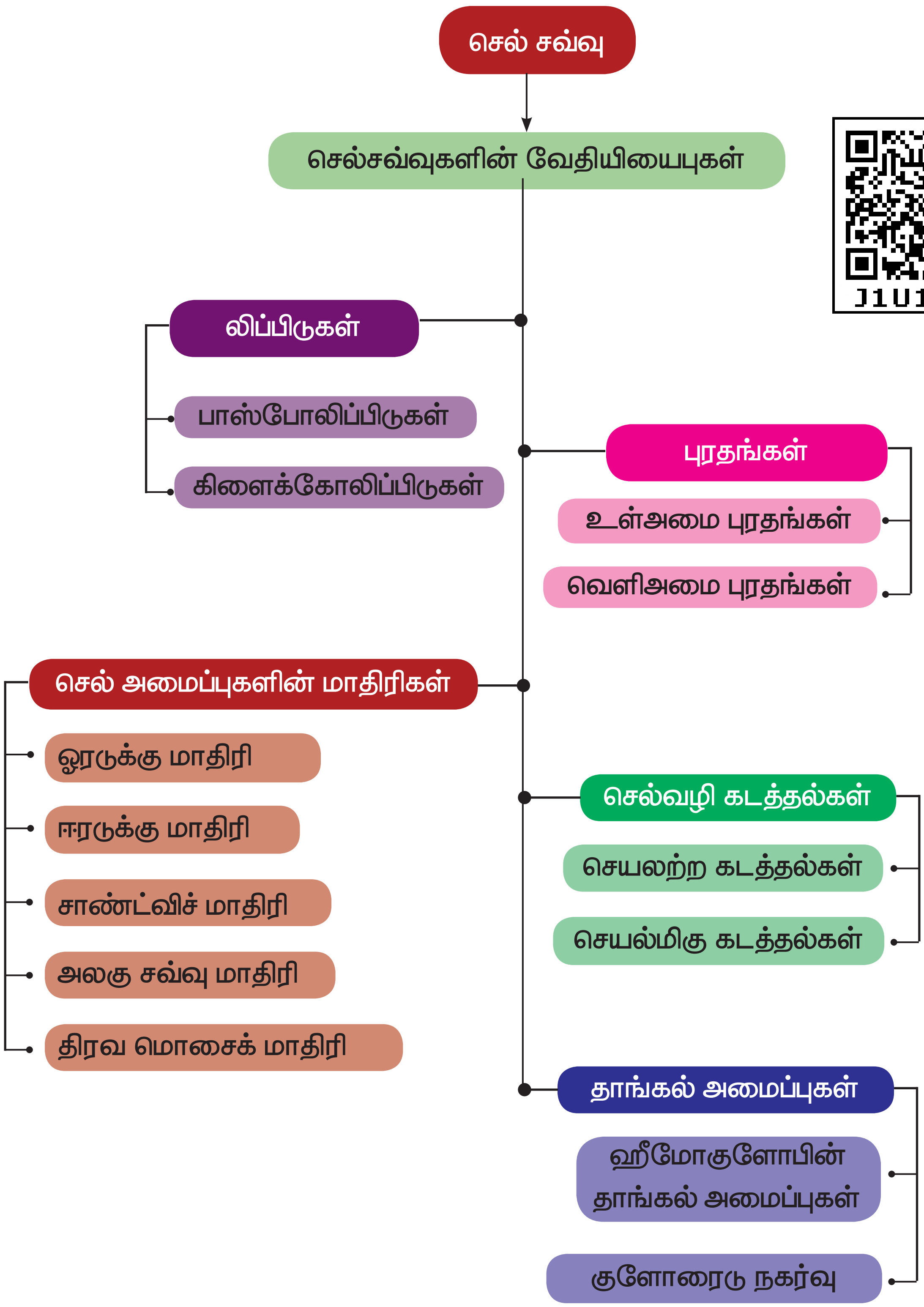
இ. உயிரணு விழுங்குதலில்

ஈ. ஊடுருவுதலில்

## பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடையளி

1. சவ்வு என்றால் என்ன?
2. ஊடுருவல் மற்றும் சவ்வூடுபரவல் ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள வேறுபாடு என்ன?
3. தசை நெகிழ்வு (Tonicity) பற்றிய உன் கருத்தை எழுதுக.
4. சவ்வு அமைப்பை விளக்கும் பல்வேறு அமைப்பு மாதிரிகளை விளக்குக.
5. ஒரு சவ்வின் புரத இயைபு பற்றி விளக்குக.
6. ஒரு சவ்வின் லிப்பிடு இயைபு பற்றி விளக்குக.
7. ஹீமோகுளோபின் தாங்கல் கரைசல் அமைப்பு பற்றி விளக்குக.
8. pH ஐ ஒழுங்கமைத்தலில் சிறுநீரகங்கள் எவ்வாறு சிறப்பாக செயலாற்றுகின்றன ?
9. சவ்வுக் கடத்தல் பற்றி தெளிவாக விளக்குக.
10. உயிரணுப் பருகுதல் மற்றும் போட்டோ சைட்டோசிஸ் என்றால் என்ன?
11. சவ்வுகளில் காணப்படும் மூன்று வகையான கிளைக்கோலிப்பிடுகள் யாவை?
12. செல் சவ்வின் மொசைக் அமைப்பு மாதிரியை விளக்குக. அதன் இயக்கவியற் பண்புகளையும், அந்த அமைப்பு மாதிரியானது ஏன் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது என்பதையும் விளக்குக.
13. ஒருபொருள் கடத்திகள், எதிர்திசைக் கடத்திகள் மற்றும் ஒருதிசைக் கடத்திகள் என்பவை யாவை?
14. உணர்வேற்பி வழி உட்கவர்தல் பற்றி நீங்கள் புரிந்து கொண்டது என்ன?
15. சவ்வூடு பரவலின் உயிரியல் முக்கியத்துவத்தை தருக.
16. பாகுநிலைத் தன்மையின் உயிரியல் முக்கியத்துவத்தை தருக.
17. சவ்வு ஸ்டீரால்கள் பற்றி குறிப்பு வரைக.
18. சவ்வுகளில் காணப்படும் ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள் பற்றி குறிப்பு வரைக.
19. இடைப்பொதிவு அமைப்பு மாதிரியின் குறைபாடுகள் யாவை?
20. சவ்வின் செயல்வழிக் கடத்தல் பற்றி குறிப்பு வரைக.

# கருத்து வரைபடம்




J1U1W2