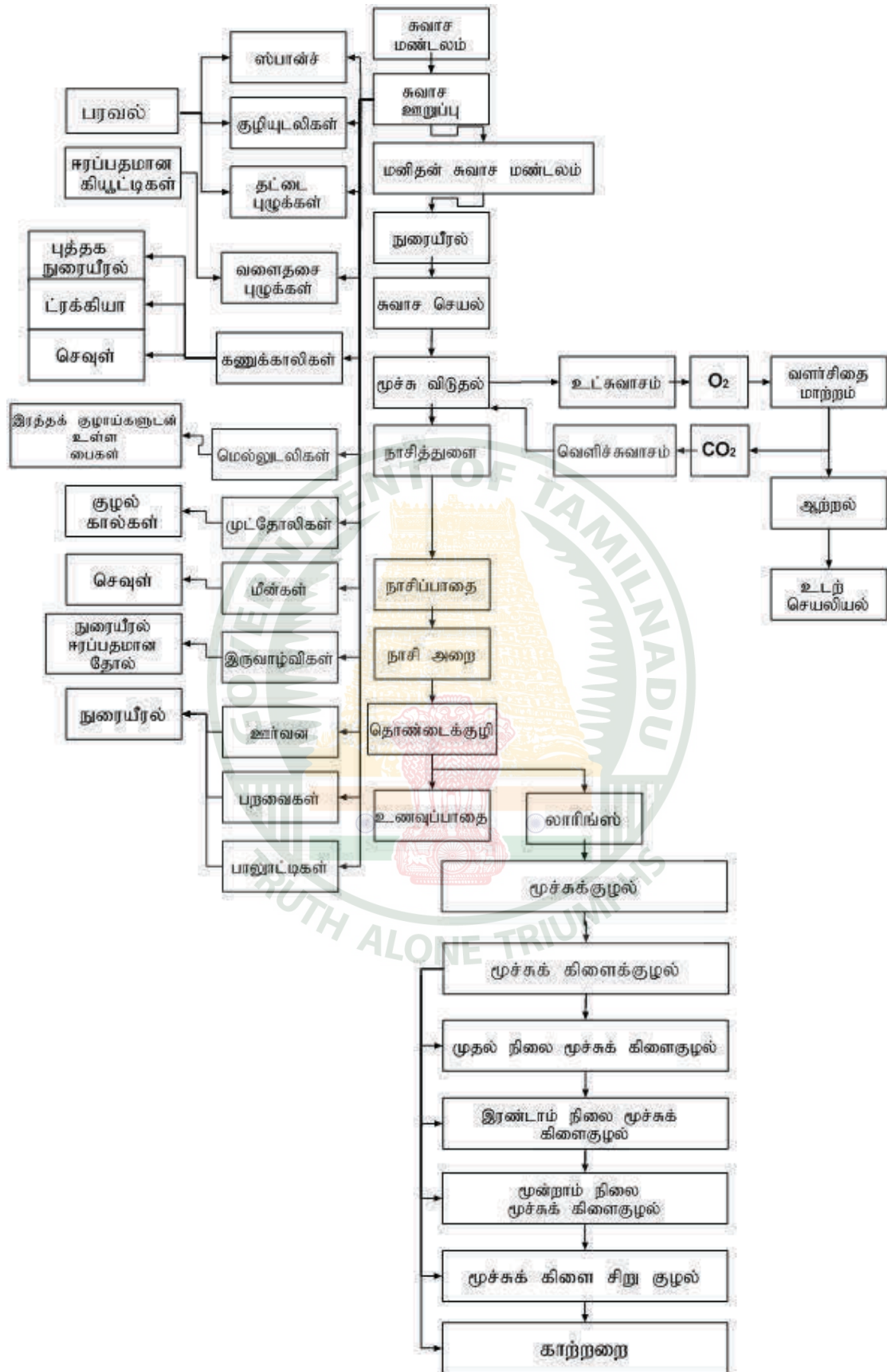


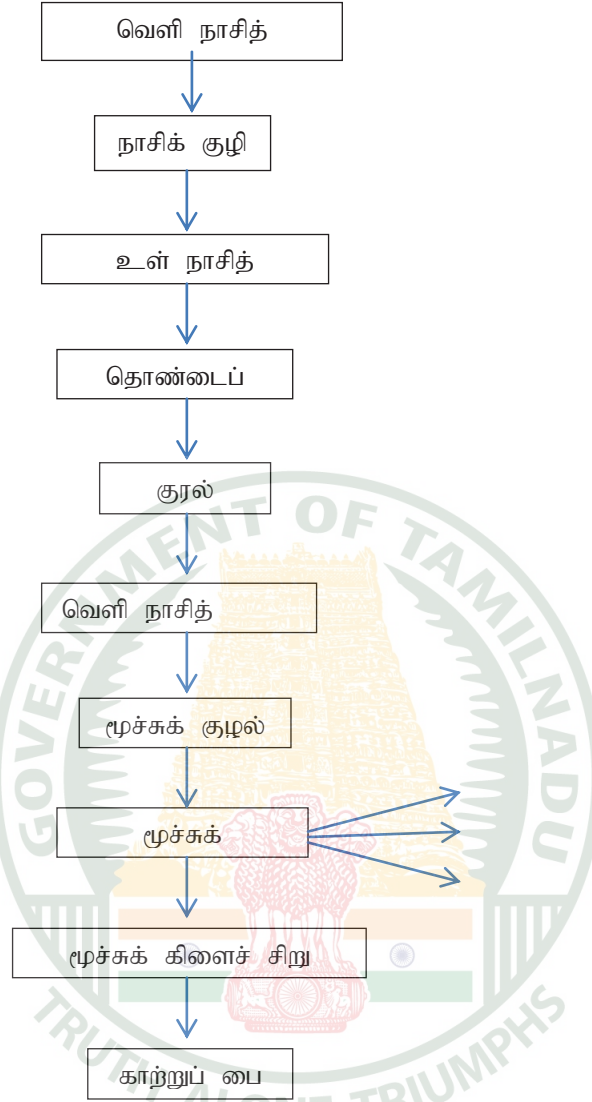
5.2 சுவாசம் மற்றும் வாயுப் பரிமாற்றம்



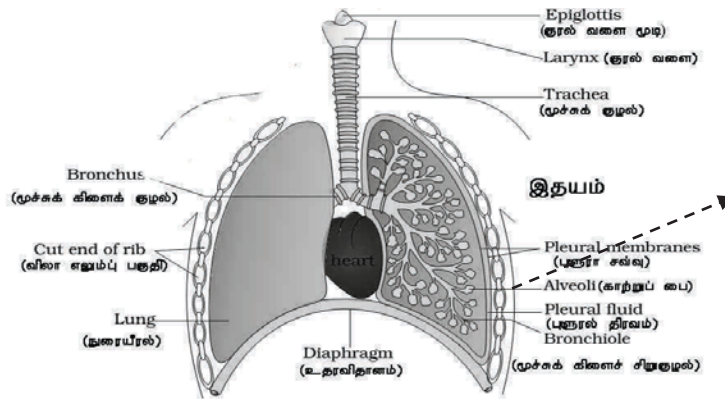
சுவாச மண்டல உறுப்புகள்:

சுவாச மண்டலம் நுரையீரல் மற்றும் சுவாச பாதைகளை உள்ளடக்கியது.

1) சுவாச பாதை

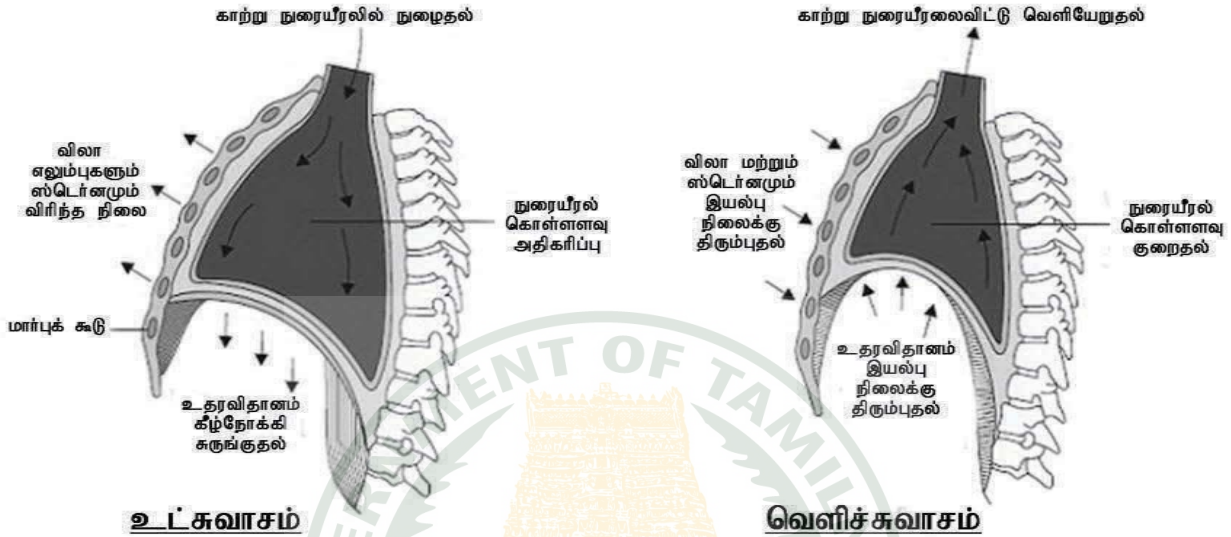


2) சுவாச மண்டலம்:



முதல்நிலை மூச்சுக்கிளைக்குழல்  
இரண்டாம்நிலை மூச்சுக்கிளைக்குழல்  
மூன்றாம் நிலை மூச்சுக்கிளைக்குழல்

உட்சுவாசத்தின் போது காற்றுடன் வரும் தூசி மற்றும் துகள்களை நாசிப்பாதையில் உள்ள முடிகள் உட்செல்லாமல் தடுக்கின்றன. இதற்கு அடுத்துள்ள முச்சுக்குழிகள் (Nasal cavity) கீழுள்ள வாய்குழியிலிருந்து (Pharynx) மேல் அண்ணத்தால் (Palate) முச்சுக் குழிகளின் மிக விரிவடைந்துள்ள மேற்பரப்பு, உட்புகும் காற்றை உடல் வெப்ப நிலைக்கு ஏற்ப குளிர்ச் செய்கிறது. சுவாசப் பாதையின் சுவர்களில் கோழைப் படலத்தை சுரக்கும் காப்லெட் (Goblet) செல்களும், குறு இழைகளும் காணப்படுகின்றன. இவை காற்றுடன் வரும் தேவையற்ற தூசி மற்றும் நோய்கிருமிகளை ஒட்டச்செய்து வெளியேற்றுகிறது. மூக்கின் சுவாசப் பாதையின் எபிதீலியத்தில் நுகர்ச்சி உணர்வு வாங்கிகள் காணப்படுகின்றன.



#### 4) முச்சுக் குழல் (Trachea)

முச்சுக் குழல் 10 செ.மீ நீளமுடையது. இது குரல் நாண்களைக் கொண்டது. இதன் மேல் பகுதியில் குரல்வளை மூடி உள்ளது. இந்த குரல் வளைமூடி முச்சுக் குழாயில் உணவுத்துகள் நுழையா வண்ணம் தடைசெய்கிறது. முச்சுக் குழலில் காணப்படும் மேல் நோக்கிய குறு இழைகளும் காப்லெட் செல்களும் காற்றுடன் வரும் தூசிமற்றும் துகள்களை கோழைப்படலத்துடன் சேர்த்து காற்றிலிருந்து வெளியேற்றுகின்றன. முச்சுக் குழல் கீழ் முனையில் இரு முச்சுக்கிளைக் குழல்களாகப் பிரிந்து ஒவ்வொன்றும் ஒரு நுரையீரலை அடைகிறது.

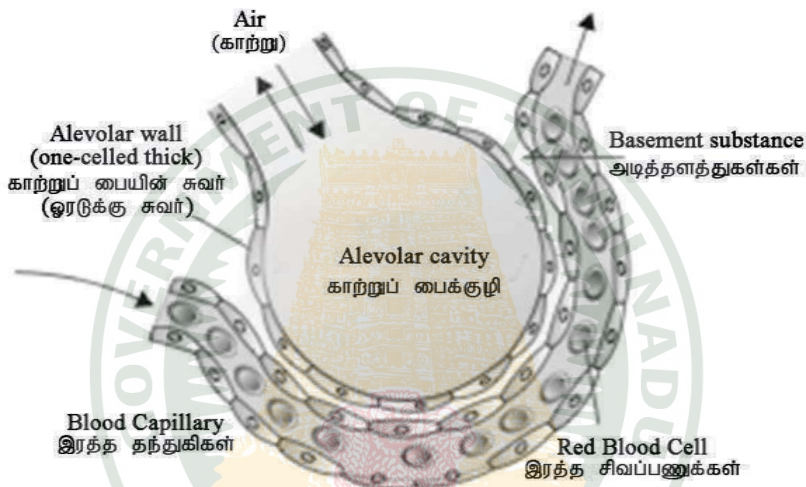
#### 5) மார்புக் கூடு (Thoracic Cavity)

கூம்பு வடிவமான மார்புக் கூடு, மேற் பகுதியைவிட கீழ்பகுதி அகன்றும், முன் பக்கத்தை விடப்பின்பக்கம் நீளமாகவும் உள்ளது. மார்புக் கூடு கீழ்ப்புறத்தில் தசையிலான உதரவிதானத்தாலும், பின்புறம் மார்பு முள்ளெலும்புகளாலும், முன்புறம் மார்பெலும்பாலும், பக்கவாட்டத்தில் விலா எலும்புகளாலும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. மார்புக் கூட்டினுள் புரூரா என்ற உறையால் போர்த்தப்பட்டுள்ள இரு நுரையீரல்களும், அவற்றிற்கு இடையே காணப்படும் இடைவெளியான மீடியாஸ்டினம் பகுதியில் இதயம், இரத்த நாளங்கள், உணவுக் குழல், முச்சுக் குழல், நரம்புகள் ஆகியவையும் காணப்படுகின்றன.

சுவாசத்தின் முதன்மை உறுப்புகளான நுரையீரல்கள் மீட்சித் தன்மையுடைய கூம்பு வடிவமானவை நுரையீரலின் பணியின் போது தோன்றும் உராய்வைக் குறைக்கச் செய்கின்ற புளுரா போர்வை, இருசவ்வுப் படலங்களையும், அவற்றிடையே புளுரா திரவத்தையும் பெற்றிருக்கிறது. இரு படலங்களையும் ஒன்றையொன்று தொட்டுக்கொண்டு இருந்தாலும் இணையவில்லை. வலபக்க நுரையீரல் மூன்று கதுப்புகளையும், இடபக்க நுரையீரல் இரு கதுப்புகளையும் கொண்டுள்ளன.

நுரையீரல்களினுள், ஒவ்வொரு மூச்சுக்கிளைக் குழுவும் மீண்டும், மீண்டும் பிரிந்து மிக நுண்ணிய சுமார் 0.5மி.மீ விட்டமுள்ள நுண் கிளைக் குழல்கள் அடங்கிய தொகுப்பாக மாறுகிறது. இவை வெற்றிடச் சிறு காற்றுப்பைகளில் முடிவடைகின்றன. காற்றுப்பைகளின் சுவர்களின் குமிழ்கள் போன்ற காற்று நுண்ணறைகள் பல உள்ளன. இவையே சுவாசப் பரப்புகளாகும்.

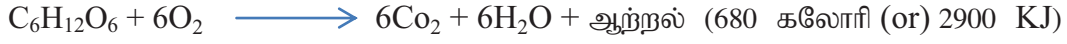
### காற்று நுண்ணறை:



ஒவ்வொரு காற்று நுண்ணறையும் சுமார் 0.2மி.மீ விட்டமுள்ளது. இதன் சுவர் 0.001மி.மீ பருமனுள்ள ஒரு அடுக்கு தட்டை எபிதீலிய செல்களால் ஆனவை. நம் நுரையீரல்களில் மொத்தம் சுமார் 300 மில்லியன் காற்று நுண்ணறைகள் உள்ளன. எனவே நுரையீரல்கள் மிக அதிகமான உட்பரப்பை சுமார்  $(90\text{m}^2)$  பெற்றிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு காற்று நுண்ணறையும் வெளிப்பரப்பு முழுவதும் ஓர் அடர்ந்த இரத்த தந்துகி வலை அமைப்பில் போர்த்தப்பட்டுள்ளது. அனைத்து இரத்தத் தந்துகிகளும் நுரையீரல் தமனியிலிருந்து தோன்றிக் கடைசியாக நுரையீரல் சிரைகளில் சேருகின்றன.

### சுவாச செயல் நிகழ்ச்சி

மனிதன் மற்றும் மற்றைய அனைத்து உயிரிகளும் தொடர்ந்து சுவாசிக்க வேண்டியுள்ளது. ஏனெனிலில் உயிரிகளின் தொடர் செயல்பாட்டுக் ஆற்றல் அவசியம். ஆற்றல் செல்களில் வளர்சிதை மாற்றத்தின் வாயிலாக பல நொதிகளின் துணைகொண்டு உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. வளர்சிதை மாற்றத்தின் போது உணவு (குளுகோஸ்) ஆக்ஸிஜன் முன்னிலையில் ஆற்றல், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு மற்றும் நீரையும் உற்பத்தி செய்கிறது.



மனிதனின் செல்கள் ஆக்ஸிஜனைப் பெறுவதற்கும், கார்பன்டையாக்சைடை வெளியேற்றுவதற்கும் பெற்றுள்ள இயங்கு வழிமுறையே சுவாச மண்டலம். இம்மண்டலம் மூச்சுவிடுகின்ற செயலின்போது வழி மண்டல காற்றில் உள்ள O<sub>2</sub> வை செல்களுக்கு இரத்தத்தின் மூலமும் இரத்தத்தில் உள்ள CO<sub>2</sub> ஐ நுரையீரல் வழியாக வளிமண்டல காற்றுக்கும் வெளியேற்றுகிறது.

சுவாசம் என்ற சொல் மூச்சுவிடுதல் மற்றும் வளர்சிதை மாற்றம் (ஆக்ஸிஜனேற்றம்) என்ற இரண்டு நிகழ்வுகளை உள்ளடக்கிய செயல் ஆகும். மூச்சுவிடுதல் மூலமாக பெறப்படுகின்ற O<sub>2</sub> வளர்சிதை மாற்றத்தில் (சுவாச செயல்) பங்கு கொண்டு ஆற்றலை உற்பத்தி செய்கிறது.

### சுவாசச் செயலியல்

சுவாசச் செயலியலை கீழ்க்காணும் நான்கு முறையில் விளக்கலாம்.

1. நுரையீரலில் O<sub>2</sub> பரிமாற்றம்
2. O<sub>2</sub> இரத்தத்தின் மூலம் எடுத்துச் செல்லப்படல்.
3. திசுக்களில் O<sub>2</sub> பரிமாற்றம்
4. CO<sub>2</sub> பரிமாற்றமும், எடுத்துச் செல்லப்படும் விதமும்.

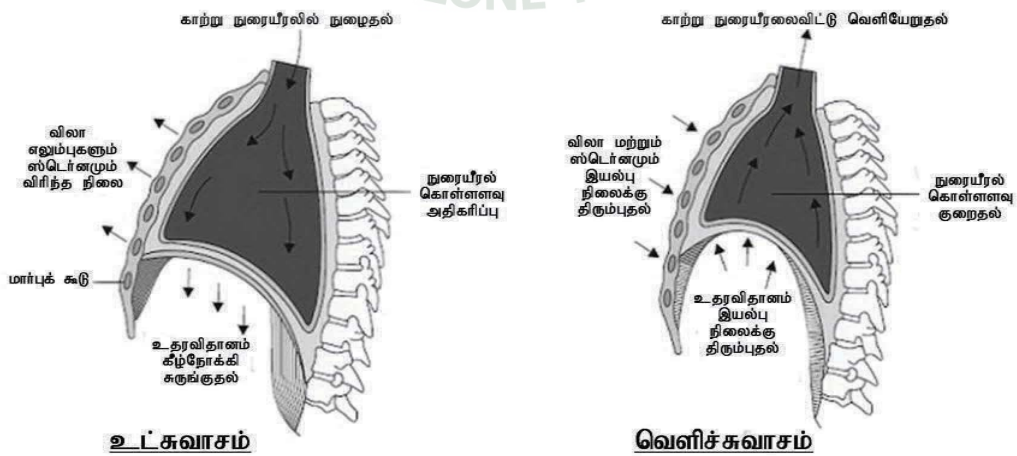
#### 1. நுரையீரலில் ஆக்ஸிஜன் பரிமாற்றம்

மூச்சுவிடுதல் நிகழ்சியில் உட்சுவாசம் மற்றும் வெளிச் சுவாசம் என்ற இரண்டு நிகழ்வுகள் நடைபெறும். இந்நிகழ்ச்சி நடைபெற ஏதுவாக சுவாச மண்டலத்தில் கீழ்க்கண்ட பகுதிகள் பயன்படுகிறது.

i) உதரவிதானம்

ii) உள் மற்றும் வெளி விலா எலும்பிடைத் தசைகள்.

இத்தசைகளின் சுருக்கத்தால் மார்புக் கூட்டின் கொள்ளளவு அதிகரிக்கிறது. அப்போது உட்சுவாசம் நடைபெறுகிறது.



- i) உதவிதானம் சுருங்கி தட்டையாதல்
- ii) உதவிதானத்தின் மையப் பகுதி கீழ்நோக்கி செல்லல். இதனால் மார்புக் கூட்டின் நேர்குத்துக் கொள்ளளவு அதிகமாகிறது.
- iii) அதே சமயம் வெளி விலா எலும்பிடைத் தசைகள் சுருங்குகிறது. இதனால் விலா எலும்புகள் மேல்நோக்கியும் வெளி நோக்கியும் உயர்த்தப்பட்டு மார்புக் கூட்டின் குறுக்கு கொள்ளளவு அதிகமாகிறது.
- iv) மார்பு கூட்டின் கொள்ளளவு அதிகமாவதால் நுரையீரலின் காற்றழுத்தம் தற்காலிகமாக குறைகிறது.
- v) எனவே வெளிக்காற்று சுவாசப் பாதை வழியாக நுரையீரலின் காற்றறைகளை அடைகிறது.
- vi) இது ஒரு செயல்மிகு நிகழ்ச்சியாகும்.

### உட்கவாசத்தின்

#### நிகழ்வுகள்:

- i) உட்கவாசத்தினை தொடர்ந்து வெளிச்சுவாசம் நிகழும்.
- ii) உதவிதானம் தளர்ச்சியடைந்து, மேல் நோக்கி உயர்வதால் இயல்பான மேல் குவிந்த அமைப்பை உதவிதானம் பெறுகிறது.
- iii) விலா எலும்புகள் உள் விலா எலும்பிடைத் தசைகளின் சுருக்கத்தால் இயல்பான நிலைக்குத் திரும்பும்.
- iv) இதனால் மார்பறையின் கொள்ளளவு குறைக்கப்படும். தொடர்ந்து காற்றழுத்தம் அதிகரிக்கும். இதனைத் தொடர்ந்து நுரையீரலில் உள்ள காற்று வெளியேற்றப்படும்.
- v) இது ஒரு மந்தமான செயல் ஒரு மனிதன் ஒரு நிமிடத்திற்கு 12 – 16 முறை மூச்சுவிடுகிறான்.

### சுவாசக் கொள்ளளவு மற்றும் சுவாசத் திறன்:-

#### 1) அலைச் சுவாசக் கொள்ளளவு: (TV – Tidal Volume)

சாதாரண மனிதன் ஒவ்வொரு முறையும் சுமார் 500 மி.லி காற்றை உள் இழுத்து வெளிவிடுகிறான். அதாவது ஒரு ஆரோக்கியமான மனிதன் 1 நிமிடத்தில் 6000 மி.லி முதல் 8000 மி.லி. வரை காற்றை உள்ளிழுத்து வெளிவிடுகிறான்.

[அதாவது  $12 \times 500\text{ml} = 6000$  (or)  $16 \times 500\text{ml} = 8000\text{ml}$ ]

#### 2) உள் மூச்சு சேமிப்புக் கொள்ளளவு (IRV – Inspiratory Reserve Volume)

சாதாரண அலைச் சுவாச உள்மூச்சுக்குப் பிறகும் அதிகப்படியாக உள்ளிழுக்கப்படுகின்ற காற்றின் அளவு உள்மூச்சு சேமிப்புக் கொள்ளளவு எனப்படும்.

உள்மூச்சு சேமிப்புக் கொள்ளளவு = 2500 மி.லி to 3500 மி.லி

#### 3) வெளி மூச்சு சேமிப்புக் கொள்ளளவு (ERV – Expiratory Reserve Volume)

சாதாரண அலைச் சுவாச வெளிமூச்சுக்குப் பிறகும் அதிகப்படியாக வெளிவிடப்படுகின்ற காற்றின் அளவு வெளிமூச்சு சேமிப்புக் கொள்ளளவு எனப்படும்.

வெளிமூச்சு சேமிப்புக் கொள்ளளவு = 1000 மி.லி to 1100 மி.லி

## 4) எஞ்சிய கொள்ளளவு (RV – Residual Volume)

பலவந்தமாக வெளிமூச்சின் போது வெளியேற்றப்பட்டதற்குப் பிறகும் நுரையீரல்களில் தங்கிவிடும். காற்றின் அளவு எஞ்சிய கொள்ளளவு எனப்படும்.

எஞ்சிய கொள்ளளவு = 1100 மி.லி to 1200 மி.லி

மேலேகுறிப்பிடப்பட்டுள்ள சில சுவாசக் கொள்ளளவுகளை சேர்த்து கணக்கீடுவதன் மூலமாக மனிதனின் நுரையீரல் திறனை கணக்கிட முடியும். அதன் மூலமாக நுரையீரல் சார்ந்த குறைபாடுகளை கண்டறிந்து மருத்துவ உதவி பெற பயன்படும்.

## 1) உட்சுவாசத் திறன் (Inspiratory Capacity - IC)

இயல்பான வெளிச்சுவாசத்திற்குப்பின் ஒரு மனிதன் உள்ளிழுக்கும் மொத்த காற்றின் கொள்ளளவு

உட்சுவாசத் திறன் எனப்படும். அதாவது (TV + IRV)

i) அலைச்சுவாசக் கொள்ளளவு = 500 மி.லி  
(Tidal Volume - TV)

ii) உள்மூச்சுச் சேமிப்பு கொள்ளளவு = 2500 மி.லி to 3500 மி.லி  
(Inspiratory Reserve Volume - IRV)

iii) உட்சுவாசத்திறன் (IC) = 3000 மி.லி to 4000 மி.லி

## 2) வெளிச்சுவாசத்திறன் (Expiratory Capacity – EC)

இயல்பான உட்சுவாசத்திற்குப் பின் ஒரு மனிதன் வெளியேற்றும் மொத்த காற்றின் கொள்ளளவு வெளிச்சுவாசத்திறன் எனப்படும். அதாவது வெளிச்சுவாசத் திறன் = TV + EKV.

i) அலைச்சுவாசக் கொள்ளளவு (TV) = 500 மி.லி

ii) வெளிமூச்சுச் சேமிப்புக் கொள்ளளவு (ERV) = 1000 மி.லி to 1600 மி.லி

வெளிச்சுவாசத் திறன் (ERV) = 1500 மி.லி to 2100 மி.லி

## 3) செயல்நிலை எஞ்சிய திறன் (Functional Residual Capacity– FRC)

இயல்பான வெளிச்சுவாசத்திற்குப் பின் ஒரு மனிதனின் நுரையீரலில் தங்கும் காற்றின் அளவு செயல் நிலை எஞ்சிய திறன் எனப்படும். அதாவது செயல் நிலை எஞ்சிய திறன் = ERV + RV.

i) வெளிமூச்சுச் சேமிப்புக் கொள்ளளவு (ERV) = 1000 மி.லி to 1100 மி.லி ii)

எஞ்சிய கொள்ளளவு (RV) = 1100 மி.லி to 1200 மி.லி

செயல் நிலை எஞ்சிய திறன் (ERC) = 2100 மி.லி to 2300 மி.லி

## 4) நுரையீரலின் இன்றியமையாத திறன் (Vital Capacity - VC)

பலவந்தமான வெளிச்சுவாசத்திற்குப்பின் ஒரு மனிதனால் உள்ளிழுக்கப்படுகின்ற மிக அதிகப்படியான காற்றின் அளவு அல்லது பலவந்தமான உட்சுவாசத்திற்குப்பின் வெளியேற்றப்படுகிற காற்றின் அளவு நுரையீரலின் இன்றியமையாத திறன் எனப்படும். அதாவது ERV, TV மற்றும் IRV ன் கூட்டுத்திறன் தொகை நுரையீரலின் இன்றியமையாத திறன் ஆகும்.

- i) வெளிமூச்சுச் சேமிப்புக் கொள்ளளவு (ERV) = 1000 மி.லி to 1100 மி.லி  
 ii) அலைச் சுவாசக் கொள்ளளவு (TV) = 500 மி.லி  
 iii) உள்மூச்சுச் சேமிப்புக் கொள்ளளவு (IRV) = 2500 மி.லி to 3000 மி.லி

**நுரையீரலின் இன்றியமையாத திறன் (VC) = 4000 மி.லி to 4600 மி.லி**

### 5) நுரையீரலின் மொத்தத் திறன் (Total Lung Capacity)

பலவந்தமான உட்சுவாசத்திற்கு முடிவில் நுரையீரலில் காணப்படும். காற்றின் அளவு நுரையீரலின் மொத்தத் திறன் எனப்படும். அதாவது  $RV + ERV + TV$  மற்றும்  $IRV$  அல்லது நுரையீரலின் இன்றியமையாதத் திறன் (VC) + எஞ்சிய கொள்ளளவு. நுரையீரலின் மொத்தத் திறன் ஆகும்.

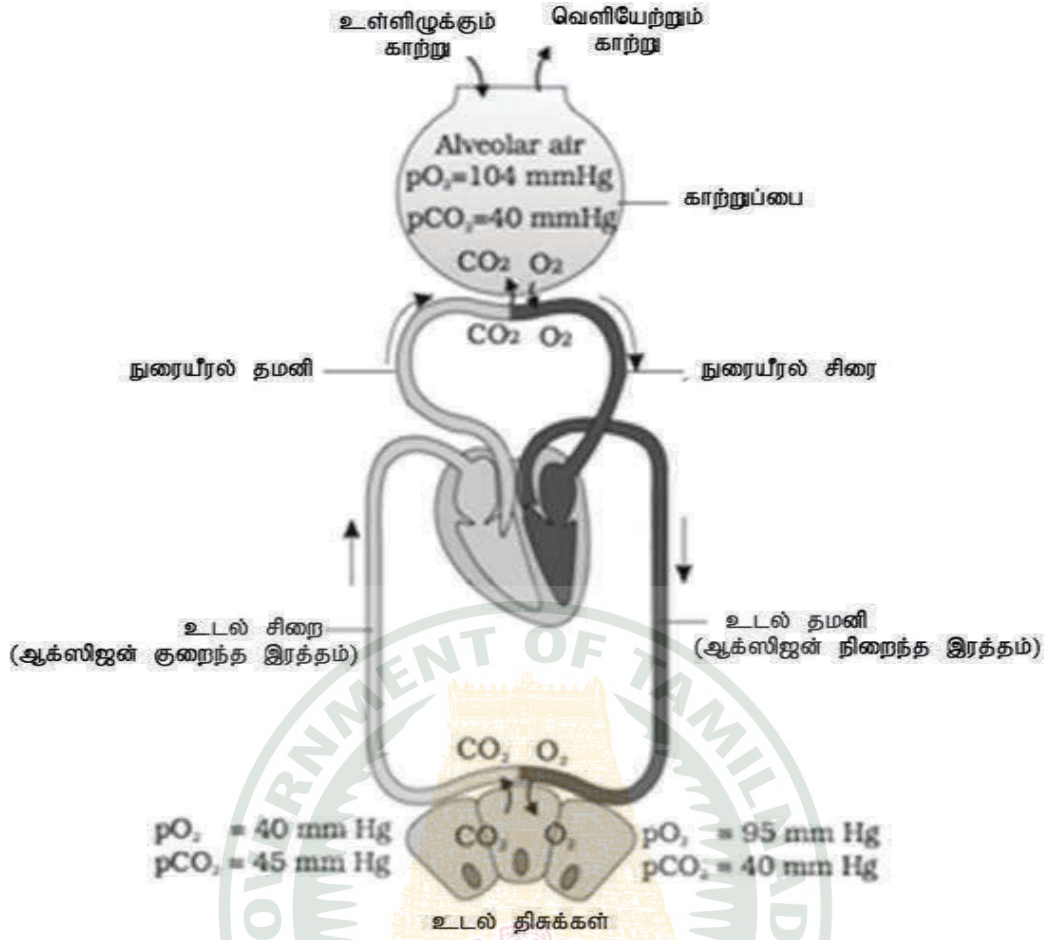
- i) எஞ்சிய கொள்ளளவு (RV) = 1100 மி.லி to 1200 மி.லி  
 ii) வெளிமூச்சுச் சேமிப்புக் கொள்ளளவு (ERV) = 1000 மி.லி to 1100 மி.லி  
 iii) அலைச் சுவாசக் கொள்ளளவு (TV) = 500 மி.லி  
 iv) உள் மூச்சுச் சேமிப்புக் கொள்ளளவு (IRV) = 2500 மி.லி to 3500 மி.லி  
**= 5100 மி.லி to 6300 மி.லி**

மேற்காணும் நுரையீரல் கொள்ளளவு மற்றும் நுரையீரல் திறன்களை கண்டறிய பயன்படும் கருவி ஸ்பைரோமீட்டர் ஆகும்.

**மூச்சு சிற்றறையில் (காற்றுப்பை) வாயு பரிமாற்றம்:** காற்று நுண்ணறை - இரத்த நுண் குழல் இடைச்சுவலை  $O_2$  கடப்பது சாதாரண விரவல் மூலம் நடைபெறுகிறது. உலர்ந்த வளிமண்டல காற்றில்  $O_2$  பகுதி அழுத்தம் ( $P_{O_2}$ ) 140 மி.மீ.பா.(140mm.Hg) காற்று நுண்ணறையில் ஈர்க்காற்றின்  $O_2$  பகுதி அழுத்தம் 104 மி.மீ.பா ஆகும். நுரையீரல் தமனிவழியாகக் காற்று நுண்ணறைக்கு வரும் இரத்தத்தில்  $P_{O_2}$  40 மி.மீ.பா. மாகவும்  $P_{O_2}$  45 மி.மீ.பா. மாகவும் உள்ளது. இந்த அழுத்த வேறு பாட்டின் காரணமாக  $O_2$  மூலக்கூறுகள் காற்று நுண்ணறையிலிருந்து இரத்தத்திற்கும்  $CO_2$  மூலக்கூறுகள் இரத்தத்திலிருந்து காற்று நுண்ணறைக்கும் பரிமாற்றப்படுகின்றது. இதனால் காற்றையைவிட்டு வெளிவரும் நுரையீரல் சிரையில்  $P_{O_2}$  95 mm Hg ஆகவும்  $P_{O_2}$  40 mm Hg ஆகவும் உள்ளது. நுரையீரல் தந்துகிகளின் உள்விட்டம், இரத்தச் சிவப்பணுக்களின் விட்டத்தை விடக் குறைவாக உள்ளதால் மெல்லிய இரத்தத் தந்துகிகளில் நெருக்கப்பட்டு செல்ல வேண்டியுள்ளது. எனவே  $O_2$  விரவலுக்கேற்ப சிவப்பணுக்கள் அதிக மேற்பரப்பைத் தந்துகிச் சுவரோடு வெளிக்காட்டுகின்றன. மேலும் அவை மெதுவாக நகர்வதால்  $O_2$  விரவலுக்கு போதுமான கால அவகாசம் கிடைக்கிறது. இரத்தத்தில் உள்ள சுவாச நிறமியான ஹீமோக்ளோபினுடன் ஆக்ஸிஜன் ஏற்றம் பெற்று ஆக்ஸி ஹீக்ளோபினாக மாறுகிறது.

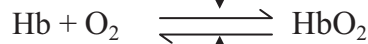


## காற்று நுண்ணறை

2. O<sub>2</sub> இரத்தத்தின் மூலம் எடுத்துச் செல்லப்படல்.

காற்று நுண்ணறைகளில் ஆக்ஸிஜனைப் பெற்று ஆக்ஸிஹீமோக்ளோபினாக மாறிய ஹீமோக்ளோபின் ஒரு நிலையில்லாத கூட்டுப் பொருளாகும். இது இரத்தத் தந்துகிகள் வழியாக திசுக்களை அடையும் பொழுது, திசுக்களில் O<sub>2</sub> பகுதி அழுத்தம் குறைவாகவும், PCO<sub>2</sub> பகுதி அழுத்தம் அதிகமாகவும் காணப்படும் நிலையில் ஆக்ஸிஹீமோக்ளோபின் பிரிந்து O<sub>2</sub> மற்றும் ஹீமோக்ளோபினாக மாறுகிறது. பிரிந்த O<sub>2</sub> சுவாச நிகழ்ச்சிக்கும் (வளர்சிதை மாற்றம்) பிரிந்த ஹீமோக்ளோபின் திசுக்களில் காணப்படும். CO<sub>2</sub> ஐ ஏற்று காப்பமைனோ கூட்டுப்பொருளாக மாறி நுரையீரலுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.

நுரையீரல்களில் அதிக O<sub>2</sub> உள்ள நிலையில்



திசுக்களில் குறைவான O<sub>2</sub> உள்ள நிலையில்

பெரும்பகுதி O<sub>2</sub> ஹீமோக்ளோபினுடன் இணைந்து திசுக்களுக்கு கடத்தப்பட்டாலும் சிறிதளவு O<sub>2</sub> பளாஸ்மாவில் கரைந்து உடலின் அனைத்துத் திசுக்களுக்கும் கடத்தப்படுகிறது.

வளிமண்டல காற்றுடன் ஓர் ஒப்பீடு அட்டவணை

சுவாசக் காற்று	வளிமண்டல காற்று	காற்றுப்பை	இரத்தம் (O <sub>2</sub> இறக்கம் பெற்றது)	இரத்தம் (O <sub>2</sub> ஏற்றம் பெற்றது)	திசுக்கள
O <sub>2</sub>	159	104	40	95	40
CO <sub>2</sub>	0.3	40	45	40	45

ஹீமோக்ளோபின் ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து ஆக்ஸிஹீமோக்ளோபின் விலகல் வளைவு

ஹீமோக்ளோபின்: -

இரத்தச் சிவப்பணுக்குள்ளே காணப்படும் மனித சுவாச நிறமியான ஹீமோக்ளோபின் (Hb), க்ளோபின் என்ற புரதமும், ஹீம் (Haem) என்ற இரும் போர்பைரின் சேர்மமும் சேர்ந்த கூட்டுப் பொருளாகும். ஒரு

ஹீமோக்ளோபின் மூலக்கூறிலுள்ள 4 இரும்பு அணுக்களும் ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகளோடு இணைகின்றன.

ஹீமோக்ளோபினாக உள்ள போது நல்ல சிவப்பு நிறமாகவும், ஆக்ஸிஜனை இழந்தவுடன் செவ்வூதா நிறமாகவும் மாறுகிறது. 100 மி.லி. இரத்தத்தில் இயல்பாக 15-16 கி ஹீமோக்ளோபின் உள்ளது.

அதிக PO<sub>2</sub> உள்ள நுரையீரலில், Hb ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைகிறது. திசுக்களில் குறைந்த PO<sub>2</sub> - ல் ஆக்ஸிஜனிடமிருந்து விடுபடுகிறது. இரத்தம் நீராக இருப்பின் அது 100 மி.லி.க்கு 2-3மி.லி.

ஆக்ஸிஜனைத்தான் எடுத்து செல்ல முடியும். ஆனால் ஹீமோக்ளோபின் உள்ள நமது இரத்தம் 20மி.லி.

ஆக்ஸிஜனை எடுத்து செல்கிறது. ஹீமோக்ளோபின் மேலும் காப்பன் மோனோக்ஸைடு, நைட்ரிக்

ஆக்ஸைடு மற்றும் பல

நைட்ரோஜீனஸ் காரங்கள் போன்றவைகளுடன் இணைகிறது.

வேவ்வேறு செயலியல் நிலைகளில் ஹீமோக்ளோபின் ஒரு தனித்தன்மையுடன் செயல்படுகிறது.

கரைதிறன் ஒரே சீராக இரப்பதில்லை வெவ்வேறு செயலியல் நிலைகளில், எந்தெந்த O<sub>2</sub> பிரிவு

அழுத்தங்களில் எவ்வளவு சதவீதம் O<sub>2</sub> ஹீமோக்ளோபினுள் கரைகிறது என்பதனை வறைகோடு விளக்கம் செய்து காண்பிக்கலாம். இந்த வரை கோட்டிற்கு ஆக்ஸிஹீமோக்ளோபின் விலகல் வளைவு என்று பெயர்.

ஒவ்வொரு PO<sub>2</sub> லும், ஹீமோக்ளோபினோடு இணையும் ஆக்ஸிஜன் அளவு கணக்கிடப்படுகிறது.

சாதாரணமாக 100 மி.லி. இரத்தத்திலுள்ள ஹீமோக்ளோபின் சுமார் 20மி.லி ஆக்ஸிஜனை ஏற்கும். இதுவே ஆக்ஸிஜன் 100 சதவீத கரைதிறன் அளவு ஆகும்.

Hb உடன் O<sub>2</sub> இணைந்துள்ள அளவு

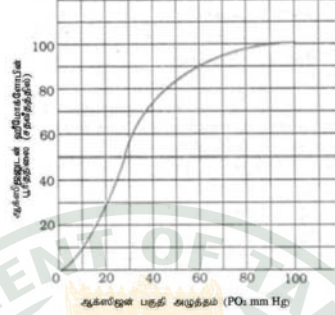
கரைதிறன் சதவீதம் =  $\frac{\text{Hb உடன் O}_2 \text{ இணைந்துள்ள அளவு}}{\text{Hb ஏற்கக் கூடிய O}_2 \text{ அளவு}} \times 100$

Hb ஏற்கக் கூடிய O<sub>2</sub> அளவு

ஹீமோக்ளோபினுடைய சில குறிப்பிடும்படியான பண்புகளை இவ்விலகல் வளைவு விவரிக்கிறது.

1. இந்த வளைவு நேராக இல்லாமல் ஸிக்மா வளைவாக உள்ளது.
2. இரத்தத்தில் கரைந்துள்ள O<sub>2</sub> அளவு, அதன் PO<sub>2</sub> வை பொறுத்துள்ளது.
3. வளைவு மேல் மட்டத்தில் தட்டையாக உள்ளது PO<sub>2</sub> 100மி.மீ பா க்கு மேல் எவ்வளவு உள்ள போதிலும் Hb-ல் ஆக்ஸிஜன் கரைதிறன் அதிகரிப்பதில்லை. நமக்கு அதிக ஆக்ஸிஜன் தேவையெனில் நுரையீரல் வழியாகச் செல்லும் இரத்த ஓட்டம் அதிகரிக்கப்படுகிறது.

4. PO<sub>2</sub> 100மி.மீ பா.க்கும் 70மி.மீ.பா.க்கும் இடையில் ஹீமோக்ளோபினுள் ஆக்ஸிஜன் கரைதிறனில் அதிக மாறுபாடு இல்லை. ஆக்ஸிஜன் குறைவாயுள்ள சூழ்நிலையிலும், இரத்தத்தில் ஆக்ஸிஜன் எடுத்துச் செல்லப்படும் அளவு அதிகம் குறையாமல் மனிதன் வாழ இயலும் என்பது தெளிவாகிறது.
5. குறைந்த PO<sub>2</sub> இல் (10மி.மீ. பா.க்கும், 40மி.மீ.பா.க்கும் இடையில் வளைவு செங்குத்தாக உள்ளது. அதாவது எந்தெந்த திசுக்களில் PO<sub>2</sub> 10மி.மீ.பா.க்குக் குறைகிறதோ அங்கெல்லாம் ஆக்ஸிஹீமோக்ளோபினிலுள்ள ஆக்ஸிஜன் பிரிதலும் கூடுகிறது.)



விலகல் வளைவு எப்போதும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பதில்லை. அது வெப்பநிலை, கார்பன்-டை-ஆக்சைடு செறிவு மற்றும் பல செயலியல் நிலைகளைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது.

### 3. திசுக்களில் ஆக்ஸிஜன் பரிமாற்றம்: -

இரத்தம் திசுக்களின் தந்துகிகளைச் சென்றடையும் போது இரத்த PO<sub>2</sub> சுமார் 96 மி.மீ.பா. உடன் ஒவ்வொரு 100 மி.லி. யினும் 19 ம.லி. ஆக்ஸிஜன் வீதம் பெற்றிருக்கிறது. ஓய்வு நிலைத் திசுக்களில் ஆக்ஸிஜன் செறிவு மிகக் குறைவாக உள்ளது. (எ.கா. சுமார் 35.மி.மீ. பா). இந்த O<sub>2</sub> பிரிவு அழுத்தம், பெருந்த வேறுபாடு காரணமாக O<sub>2</sub> பிளாஸ்மாவிலிருந்து வெளியேறி தந்துகிச்சுவர் திசுத்திரவம் வழியாக சாதாரண விரவல் மூலம் செல்களை அடைகிறது. இதனால் இரத்தத்தின் PO<sub>2</sub> சுமார் 40மி.மீ.பா.க்கு வீழ்ச்சி அடைகிறது. ஆனால் திசுக்களுடன் முழுச் சமநிலை அடையவில்லை. இதனால் சிப்பணுக்களின் வெளியே பிளாஸ்மாவில் ஆக்ஸிஜன் பிரிவு அழுத்தம் குறைகிறது, ஆகவே சிவப்பணுக்களில் உள்ள ஆக்ஸிஹீமோக்ளோபின் மூலம் சுமார் 25% O<sub>2</sub> திசுக்களுக்கு செல்கிறது. O<sub>2</sub> சிவப்பணுக்களின் மெல்லிய சுவர், பிளாஸ்மா இரத்தத் தந்துகிச் சுவர், திசு நிணநீர், செல் சவ்வு ஆகியவற்றைக் கடந்து செல்லுக்குள்ளே செல்ல வேண்டியுள்ளது.

$$\frac{\text{திசுக்கள் பெற்ற O}_2 \text{ அளவு}}{\text{மொத்த O}_2 \text{ அளவு}} = \frac{5}{19} = (0.26 \text{ சதவீதம்})$$

**தமனி இரத்தத்தில் உள்ள O<sub>2</sub> அளவு**

முடிவில் தந்துகிகளிலிருந்து வெளிவரும் சிறை இரத்தத்தில் O<sub>2</sub> பகுதி அழுத்தம் 40.மி.மீ பர் ஆகவும் 100.மி.மீ. இரத்தத்தில் 14.மி.லி. O<sub>2</sub> ஆகவும் உள்ளது. திசுக்கள் செயல்படும் போது [எ.கா. கரும் உடற்பயிற்சியின் போது – எலும்புத் தசைகளுக்கு] சிறை இரத்தத்திலுள்ள O<sub>2</sub> அளவு

மிக அதிகமாகக் குறைக்கப்படுகிறது. அதிகச் செயல்பாடுடைய தசைகள் ஏறக்குறைய அனைத்து O<sub>2</sub> வையும் தசைக்கு வரும் தமனி இரத்தத்திலிருந்து எடுத்துக் கொள்கின்றன. கடின வேலையின் போது வலது ஏட்ரியத்திற்கு வரும் கலப்பு சிரை இரத்தத்தில் 100க்கு 7-8 மி.லி அளவிற்கு O<sub>2</sub> உள்ளது. இதுவே மிகத் தீவிரமான உடற்பயிற்சியின் போது 100க்கு 3-4 மி.லி. அளவிற்கு O<sub>2</sub> குறைகிறது.

4. கார்பன்-டை-ஆக்சைடு (CO<sub>2</sub>) பரிமாற்றமும், எடுத்துச் செல்லப்படும் விதமும்:

CO<sub>2</sub> வளர்சிதை மாற்றத்தின் போது செல்களில் உண்டாக்கப்படுகிறது. இது O<sub>2</sub> விட 20-25 மடங்கு அதிகமாக நீரில் கரையுமாதலால், அதிவேகமாக இரத்தத்தில் ஊடுருவுகிறது.

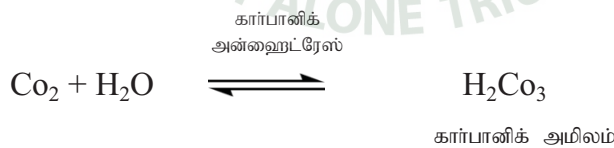
**திசுக்களில் CO<sub>2</sub> பரிமாற்றம்:**

திசுக்களுக்கு வரும் தமனி இரத்தத்தில் CO<sub>2</sub> பகுதி அழுத்தம் PCO<sub>2</sub> 40மி.மீ.பா. ஆகவும் CO<sub>2</sub> 100க்கு 48 மி.லி. உள்ளதாகவும் இருக்கிறது. ஓய்வு நிலைத் திசுக்களில் PCO<sub>2</sub> சுமார் 46மி.மீ.பா ஆகவுள்ளது. எனவே சமநிலை உருவாக்குவதற்கு CO<sub>2</sub> திசுத் திரவங்கலிருந்து வேகமா இரத்தத்தினுள் கரைகிறது. உடனே இரத்தத்திலுள்ள CO<sub>2</sub> செறிவு 100க்கு 52மி.லி அளவிற்கு உயருகிறது.

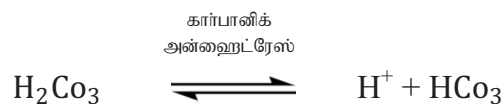
CO<sub>2</sub> சுமார் 20-25 சதவீதம் கார்பமினோ ஹீமோக்ளோபின் என்ற இணைந்த வடிவில் எடுத்து செல்லப்படுகிறது. இந்த வினை வேகமானது மற்றும் மீள் தன்னையுடையது. இந்த வினைக்கு நொதிகள் ஏதும் அவசியமில்லை.



சிறிதளவு CO<sub>2</sub> ப்ளால்மாவில் உள்ள நீரில் கரைந்து கார்பானிக் அமிலமாக கடத்தப்படுகிறது. இந்த வினையானது கார்பானிக் அன் ஹைட்ரேஸ் என்ற நொதியினால் செயல்படுத்தப்படுகிறது.



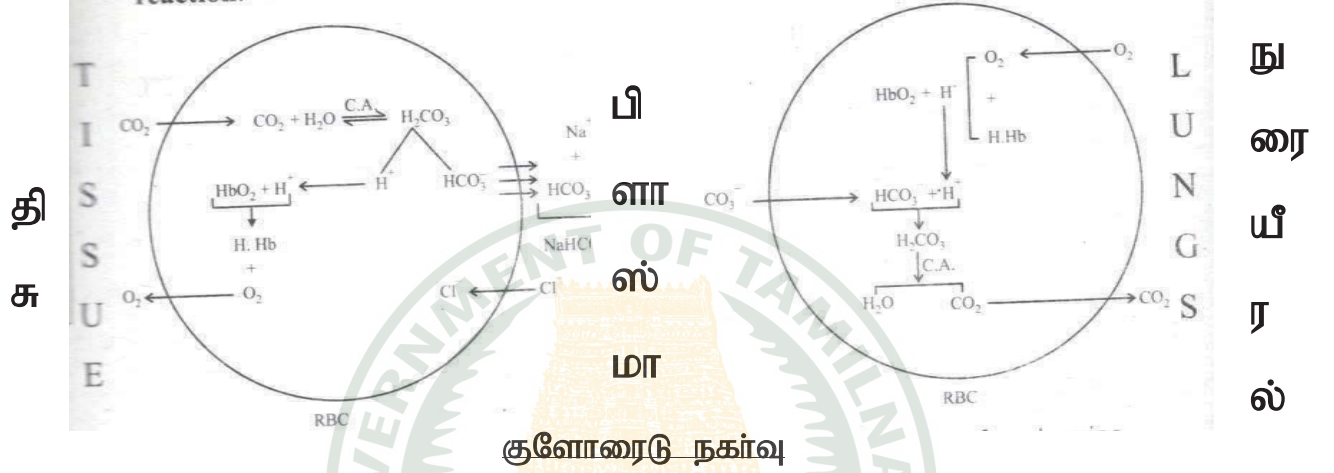
கார்பானிக் அமிலம் மீண்டும் கார்பானிக் அன்ஹைட்ரேஸ் நொதியின் தூண்டுதலால் ஹைட்ரஜன் அயனியாகவும் பை கார்பனேட் அயனியாகவும் பிரிகிறது.



இத்தகைய பிரிதல் மிகும் போது மேலும் அதிக கரியமில வாயு இரத்தத்தினுள் நுழைகிறது. ஹீமோக்ளோபின் ஹைட்ரஜன் அயனியை ஏற்று குறைக்கப்பட்ட ஹீமோக்ளோபினாக மாறுகிறது.



குறைக்கப்பட்ட ஹீமோக்ளோபின், ஆக்ஸிஹீமோக்ளோபினை விட அதிக ஹைட்ரஜன் அயனிகளை ஏற்றுக் கொள்கிறது. அதே சமயம் பைகார்பனேட் அயனி சிவப்பணுக்களை விட்டு வெளியேறி ப்ளாஸ்மாவினள் ஊடுருவுகிறது. சிவப்பணுக்களிலிருந்து வெளியேறுகின்ற ஒவ்வொரு பைகார்பனேட் அயனிக்குப் பதிலாக, ப்ளாஸ்மாவிலுள்ள எதிர் அயனியான ஒரு குளோரைடு அயனி சிவப்பணுக்களுக்குள் செல்கிறது. இதனால் நிலை மின் சமநிலை (Electro static Neutrality) பராமரிக்கப்படுகிறது. இந்நிகழ்விற்கு க்ளோரைடு நகர்வு (அ) ஹாப்பர் முறை என்று பெயர்.



### குளோரைடு நகர்வு

சிவப்பணுக்கள் கரியமில் வாயு ஏற்புதிறன் கார்பானிக் அன்ஹைட்ரேஸினால் மட்டுமல்லாது இந்த க்ளோரைடு நகர்வினாலும் அதிகரிக்கப்படுகிறது.

### நுரையீரல்களில் CO<sub>2</sub> பரிமாற்றம்:

திசுக்களில் CO<sub>2</sub> வாயு இரத்தத்துடன் சேர்வதன் எதிர்முகமான வினை நுரையீரல் இரத்தத் தந்துகிகளில் நடக்கிறது. பைகார்பனேட் அயனிகள் சிவப்பணுக்களுக்குள்ளேயும், க்ளோரைடு அயனிகள் சிவப்பணுக்களுக்கு வெளியேயும் திரும்புகின்றன. அதே சமயம் குறைக்கப்பட்ட ஹீமோக்ளோபின் ஆக்ஸிஹீமோக்ளோபினாக மாறுகிறது. வாயுவாகவும், நீராகவும் பிரிவதை துரிதமாக்குகிறது. பிறகு CO<sub>2</sub> வாயு சிவப்பணுக்களிலிருந்து ப்ளாஸ்மாவிற்கும், பின் அங்கிருந்து காற்று நுண்ணறை - இரத்த நுண் குழல் இடைச் சவ்வை கடந்து காற்று நுண்ணறையை அடைகிறது.

### சுவாசக் கட்டுப்பாடு

மூளையின் முகுளத்தில் ஓர் கட்டுப்பாட்டு மையம் உள்ளது. இதில் தனித் தனியே உட்சுவாச வெளிச்சுவாச மையங்கள் உள்ளன. இம்மையங்களின் நரம்பு

செல்கள் ஆக்ஸலான்கள் பிரினிக் நரம்புகள்

வழியாக உதரவிதானத்திற்குச் செல்கின்றன. இந்நரம்பிழைகள் உள், வெளி எலும்பிடைத் தசைகளுக்கு அடுத்தடுத்துத் தூண்டுதல்களைக் கடத்துகின்றன. மூச்சுச் சிற்றறைகளின் சுவற்றில் இவற்றிற்கு உணர்வு பகுதிகள் உண்டு. இவை சுவாசச் சிற்றறைச் சுவற்றின் மீள் விசையை உணரக் கூடியவை.

மூச்சுச் சிற்றறைகளின் சுவர்கள் உட்சுவாசத்தில் நன்கு விரிவடையும். அதனை உணர்ந்த உணர் பகுதிகள் முகுளத்தில் உள்ள வெளிச் சுவாசப் பகுதிக்கு வேகஸ் நரம்பின் வழியே தூண்டுதல்களை அனுப்புகின்றன. இதனால் உட்சுவாசம் நிறுத்தப்படும். இவ்வகைத் தொடர் நிகழ்ச்சிக்கு ஹெரிங் - புரூயர் செயல் (Herring Bruer Reflex) என்று பெயர். மேலும் முகுளத்தில் ஓர் மூச்சொழுங்குப் (Pneumotaxic centre) பகுதி உண்டு. இப்பகுதி மூளையின் சுவாச மையத்துடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. இவ்வகையில் சீரான ஒத்திசைப்பு இயக்கம் உறுதி செய்யப்பட்டுள்ளது. உட்சுவாசத்தின் போது சுவாச மையத்தின் உட்சுவாசக் கட்டுப்பாட்டுப் பகுதியானது மூச்சொழுங்குப் பகுதிக்கு உணர்வுகளை அனுப்பும் இதன் தொடர்ச்சியாகத் தூண்டப்பட்ட மூச்சொழுங்குப் பகுதி உணர்வுகளைச் சுவாச மையத்தின் வெளிச் சுவாசக் கட்டுப்பாட்டு மையத்திற்கு அனுப்பிவிடும். வெளிச் சுவாச மையம் இயங்கத் துவங்கும். இதனால் உட்சுவாச மையத்தின் பணி தானாகவே தடைப்படும். இவ்வகையில் சுவாசச் சீரியக்கம் மூளையின் மையங்களால் இயக்கப்படுகிறது.

**சுவாச மண்டல குறைபாடுகள்:**

1. **ஆஸ்த்துமா:** - சுவாசக் குழல் மற்றும் சுவாச கிளைக் குழல்கள் வீக்கமடைவதால் மூச்சு விடுதலில் சிரமம் ஏற்பட்டு - இளைப்புநோய் (wheezing) ஏற்படுகிறது.

2. **எம்பைசீமா:** - இது சுவாச மண்டலத்தில் ஏற்படுகின்ற ஒரு நாட்டப்பட்ட பாதிப்பாகும். இதனால் சுவாச பைகளின் சுவர்கள் சிதைவடைந்து சுவாசப் பரப்பு குறைகிறது. இந் நோய் ஏற்பட மிக முக்கிய காரணம் புகைபிடித்தல் ஆகும்.

#### 4. காசநோய் (Tuberculosis - TB)

1. இது ஒரு பாக்டீரியா நோய் ஆகும்.
2. மைகோபாக்டீரியம் டிப்யூபர்குலே என்ற பாக்டீரியாவால் TB நோய் ஏற்படுத்தப்படுகிறது.
3. TB நோய் உடலின் அனைத்து பகுதிகளையும் தாக்குபவை. இருப்பினும் TB பாதிப்பு மிக அதிகமாக நுரையீரல் பகுதியில் தாக்குதல் இருக்கும்.
4. இந்நோயிலிருந்து தடுப்பூசி மூலம் பாதுகாப்பு பெறலாம். காசநோய்க்கான தடுப்பூசி குழந்தை பிறந்தவுடன் கொடுக்கப்படுகிறது.
5. காசநோய் தடுப்பூசி B.C.G (Bacillus – Calmette – Guerin)

#### சுவாசமண்டலம் சார்ந்த கூடுதல் தகவல்

##### 1. ஹால்டேன் விளைவு: (Haldane effect)

ஆக்ஸிஜன் இறக்கம் (Deoxygenated blood) பெற்ற இரத்தம் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு ஏற்கும் திறனை அதிகம் பெறுகிறது. அதே போல் ஆக்ஸிஜன் ஏற்றம் பெற்ற இரத்தம் (oxygenated blood) குறைந்த அளவு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை ஏற்கும் திறனை பெறுகிறது. இரத்தத்தின் இந்த தன்மை ஹால்டேன் விளைவு எனப்படும்.

##### 2. ∴ போர் விளைவு (Bohr effect):

ஹீமோக்ளோபினின் மற்றும் ஆக்ஸிஜனும் இணையும் ஈர்ப்பு இரத்தத்தின் அமிலத்தன்மைக்கும், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு செரிவுக்கும் எதிர்விகிதத்தில் இருக்கும். இந்த விளைவிற்கு ∴போர் விளைவு என்று பெயர். இந்த விளைவானது 1904-ம் ஆண்டு டேனிஷ் நாட்டைச் சார்ந்த உடற்செயலியல் அறிஞர் கிரிஸ்டியன் போர் என்பவரால் நிரூபிக்கப்பட்டது.