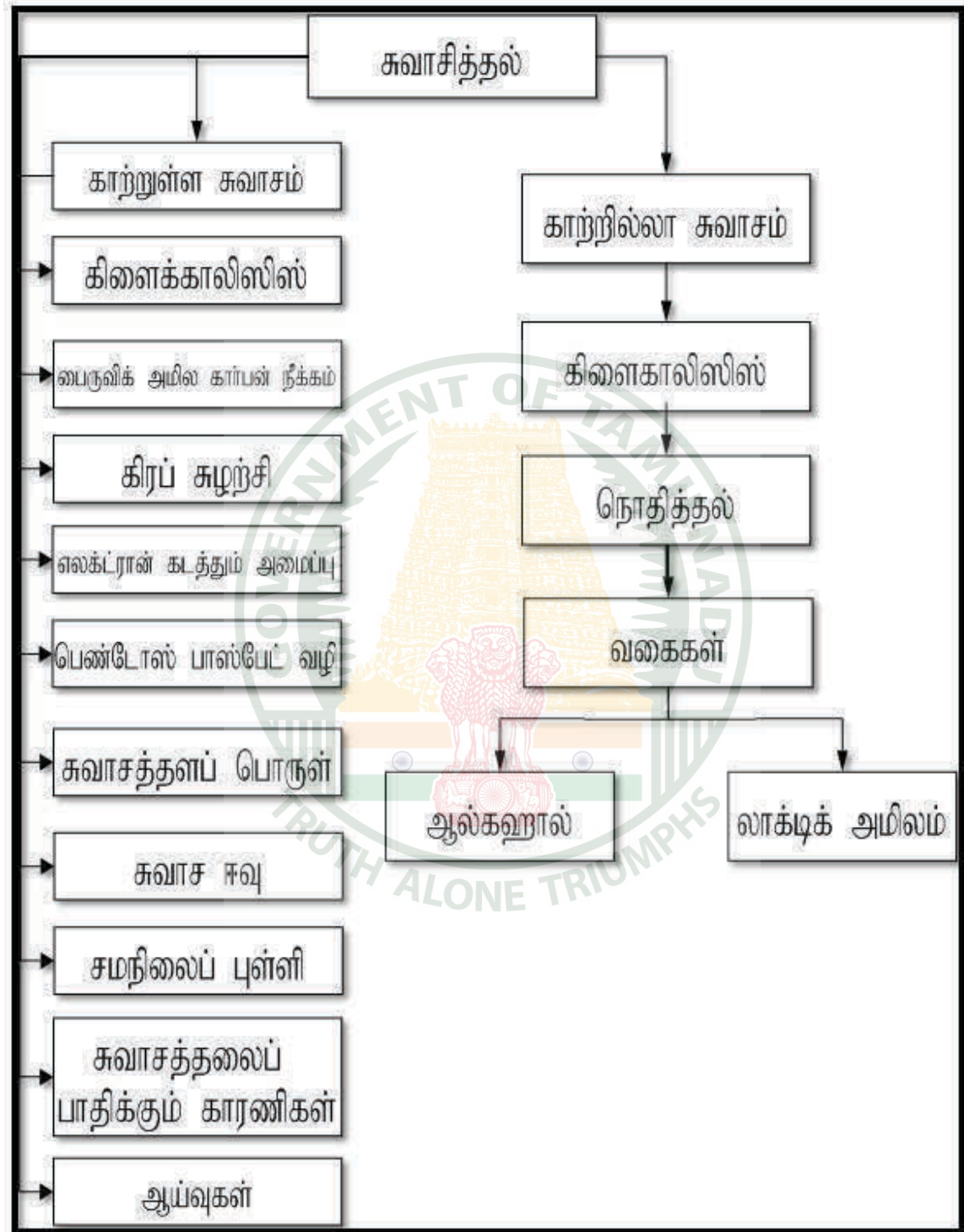
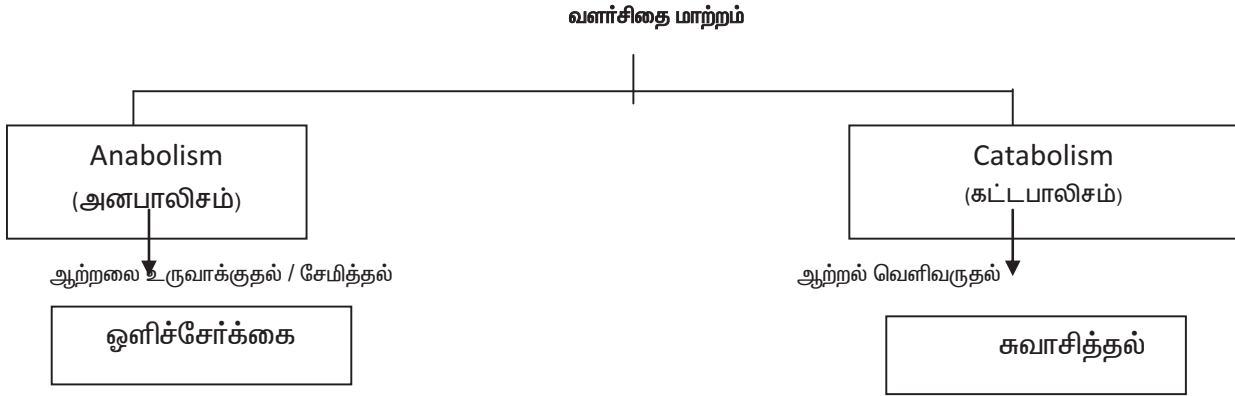


#### 4.4 தாவரங்களில் சுவாசித்தல்



**சுவாசித்தல் :**

- பலவகையான கரிம மூலக்கூறுகளை ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்து ஆற்றல் வெளிப்படும் நிகழ்ச்சியே சுவாசித்தல் எனப்படும்.
- வெளிப்படும் ஆற்றலானது செல்களில் பல வகையான வளர்சிதை மாற்ற நிகழ்ச்சிக்கு பயன்படுகிறது



- சுவாசித்தல் என்ற வார்த்தையை கூறியவர் – டூட்ரோசெட் (Dutrochet)
- சுவாசித்தல் நிகழ்ச்சியின் போது ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையும் கரிம பொருட்கள் சுவாச தளப்பொருள் எனப்படும்.
- சுவாச தளப்பொருள்
  - கார்போஹைட்ரேட்
  - கொழுப்பு
  - கரிம அமிலம்
  - புரதம்
- பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் சுவாச தளப்பொருள் கார்போஹைட்ரேட் (எ.கா) குளுக்கோஸ்
- சுவாசித்தல் என்பது ஆற்றல் வெளிவரும் ஆக்ஸிஜனேற்றம் மற்றும் சிதைவடையும் வினையாகும்.
- கொழுப்பு சுவாச தளப்பொருளாக பயன்படுத்தப்படும் போது கொழுப்பானது நீராற் பகுப்படைந்து கொழுப்பு அமிலங்கள் மற்றும் கிளிசராலாக லைபேஸ்(Lipase) என்ற நொதியின் மூலம் மாற்றமடைகிறது. மீண்டுமாக கொழுப்பு அமிலமானது அசிட்டைல் COA ஆக மாறி கிரெப் சுழற்சியினுள் நுழைகிறது.
- கிளிசரலானது ATP யினால் பாஸ்பரிகரணம் அடைந்து 3 C சர்க்கரையான டைஹைட்ராக்க்சி அசிட்டோன் பாஸ்பேட்டாக (DHAP) மாறுகிறது.
- கொழுப்பு அல்லது கார்போஹைட்ரேட் இல்லாத போது புரதம் சுவாச தளப்பொருளாக பயன்படும் இந்நிலையில் புரதமானது புரதச் சிதைவு நொதியின் மூலம் (Proteolytic enzyme) அமினோ அமிலமாக சிதைவுறுகிறது. இந்த அமினோ அமிலமானது கிரெப் சுழற்சியின் பல்வேறு வினைகளில் நுழைகிறது.

**தாவரங்கள் மூச்சு விடுகின்றனவா ?**

தாவரங்கள் சுவாசிக்க (O<sub>2</sub>) ஆக்ஸிஜன் தேவைப்படுகிறது அதே வேளையில் (CO<sub>2</sub>) கார்பன்டைஆக்சைடு வெளியிடப்படுகிறது.

தாவரங்கள் வாயுபரிமாற்றத்திற்காக இலைத்துளை (or) புறத்தோல் துளை மற்றும் பட்டைத் துளை என்ற அமைப்புகளை கொண்டுள்ளது.

கார்போஹைட்ரேட் பொதுவான சுவாச தளப்பொருளாக பெரும்பாலும் பயன்படுத்துவதற்கான காரணங்கள்

1. கார்போஹைட்ரேட் (குளுக்கோஸ்) எளிதில் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையும்
2. குளுக்கோஸ் அதிக அளவில் செல்களில் காணப்படும்

**மிதக்கும் சுவாசம்**

கார்போஹைட்ரேட் மற்றும் கொழுப்பு (Fats) சுவாச தளப்பொருளாக பயன்படுத்தப்படுவது.

**புரோட்டோபிளாஸ்டிக் சுவாசம்**

புரதம் (புரோட்டீன்) சுவாச தளப்பொருளாக பயன்படுத்தப்படுவது.

**சுவாசித்தலின் நிலைகள்**

1. புற சுவாசம்
  - சுவாச வாயுக்கள் (O<sub>2</sub> மற்றும் CO<sub>2</sub>) உயிரினங்களுக்கும் அதன் சூழ்நிலைகளுக்கும் இடையே பரிமாற்றம் அடைவது.

**2. உள் சுவாசம் (or) செல் சுவாசம்**

- செல்லுக்கு உள்ளே நடைபெறும் உயிர் வேதிவினையாகும். குளுக்கோசானது மைட்டோகாண்ட்ரியாவினுள் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து ATP யை உருவாக்கும்.
- இவை நொதிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படும் வேதிவினையாகும்.
- சுவாசித்தல் ஒரு உயிர் வேதி வினையாகும்.
- லவாய்சியர் (Lavoisier) என்பவரின் கூற்றுப்படி செல் சுவாசமானது எரிதல் (Combustion) போன்றது.

எ.கா (நிலக்கரி எரிதல் , கட்டை எரிப்பு , எண்ணெய் எரிப்பு)

கரிம கூட்டுப்பொருளானது ஆக்சிஜனை பயன்படுத்தி சிதைக்கப்பட்டு CO<sub>2</sub> வாகவும், ஆற்றலாகவும் மாறுகிறது. இருப்பினும் செல்சுவாசம் மற்றும் எரிப்பு ஆகியவற்றிற்கிடையே சில அடிப்படை வேறுபாடுகள் காணப்படுகிறது.

வரிசை எண்	பண்புகள்	செல்சுவாசம்	எரிதல்
1	வினை	உயிர் வேதி வினை	இயற்பியல் வேதி வினை தானாகவே நடைபெறும்
2	நடைபெறும் இடம்	உயிருள்ள செல்லுக்குள்ளே நடைபெறும்	செல்கள் அற்ற நிலையில் நடைபெறும்
3	கட்டுப்படுத்துதல்	உயிருள்ளவைகளால் கட்டுப்படுத்தப்படும்	கட்டுப்படுத்த முடியாது
4	ஆற்றல் வெளிப்பாடு	ஆற்றலானது படிப்படியாக வெளியிடப்படும்	ஆற்றலானது ஒரே நேரத்தில் வெளிப்படும்
5	வெப்பநிலை	வெப்பநிலை கட்டுக்குள் அமைந்தது	வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்
6	ஒளி	ஒளி உற்பத்தியாவதில்லை	ஒளி உற்பத்தி ஆகலாம்
7	நொதிகள்	நொதிகளால்	நொதிகளால்

		கட்டுப்படுத்தப்படும்	கட்டுப்படுத்தப்படுவதில்லை
8	இடைபொருள்கள்	பல இடைப்பொருள்கள் உருவாகப்பட்டு அவைகள் பல்வேறு கரிம பொருள்களை உருவாக்கும்	இடைபொருள்கள் உருவாக்கப்படுவதில்லை

தாவரங்களில் சுவாதித்தலுக்கென்று சிறப்பான உறுப்புகள் இல்லாததற்கான காரணங்கள்

1. ஒவ்வொரு தாவர உறுப்புகளும் அதன் வாயு பரிமாற்றத்தை பூர்த்திசெய்துகொள்கிறது. எனவே வாயுக்கள் மிகக் குறைவாக ஒரு உறுப்பிலிருந்து மற்றொரு உறுப்புகளுக்கு கடத்தப்படுகிறது.
2. வேர், தண்டு மற்றும் இலை மிக குறைந்த அளவிலேயே சுவாசித்தலில் ஈடுபடுகின்றன. (விலங்குகளை காட்டிலும்)
3. ஒளிச்சேர்க்கையின் போது அதிக அளவில் வாயு பரிமாற்றம் நடைபெறுகிறது. ஏனென்றால் இலைகள் இதற்கென்று தகுந்தாற்போன்று அமைந்துள்ளது.
4. ஆக்சிஜன் தாவரங்களில் எளிதாக பரவ முடிகிறது ஏனென்றால் தாவர செல்களின் இருப்பிடம் வளிமண்டல ஆக்சிஜனுடன் நெருங்கி காணப்படுகிறது. ஆக்சிஜன் இலைகளில் இலைத்துளை மூலமாக கடத்தப்படுகிறது.
5. தண்டு பகுதியில் வாயு பரிமாற்றமானது பட்டைத் துளை மூலம் நடைபெறுகிறது.
6. வேர், தண்டு மற்றும் இலைகளில் உள்ள நெருக்கமற்று அமைந்த பாரன்கைமா செல்கள் இந்த வாயு பரிமாற்றத்தில் பயன்படுகிறது.

#### காற்று சுவாசம்

காற்று சுவாசத்தின் போது ஆக்சிஜனை பயன்படுத்தி கரிம பொருட்கள் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து CO<sub>2</sub>, நீர் மற்றும் ஆற்றலை வெளிவிடுகின்றன.

#### காற்று சுவாசிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டு

- 1) தாவரங்கள்
- 2) விலங்குகள்
- 3) மனிதர்கள்

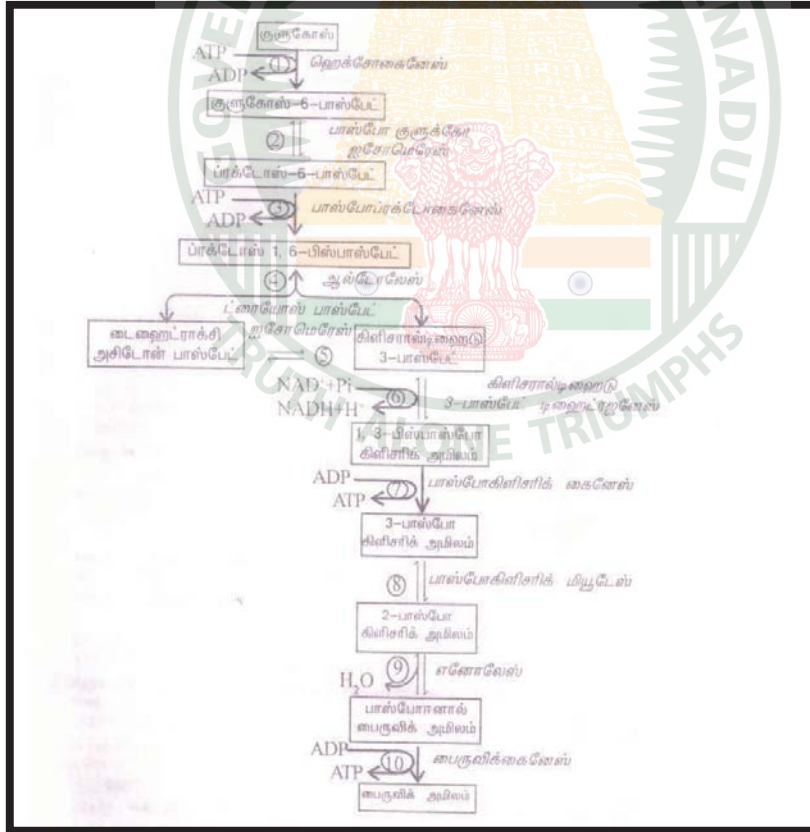
#### காற்று சுவாசத்தின் நான்கு நிலைகள்

- 1) கிளைக்காலிசிஸ்
- 2) பைருவிக் அமில ஆக்ஸிஜனேற்ற கார்பன் நீக்கம்
- 3) கிரெப் சுழற்சி
- 4) எலக்ட்ரான் கடத்தல் சங்கிலி

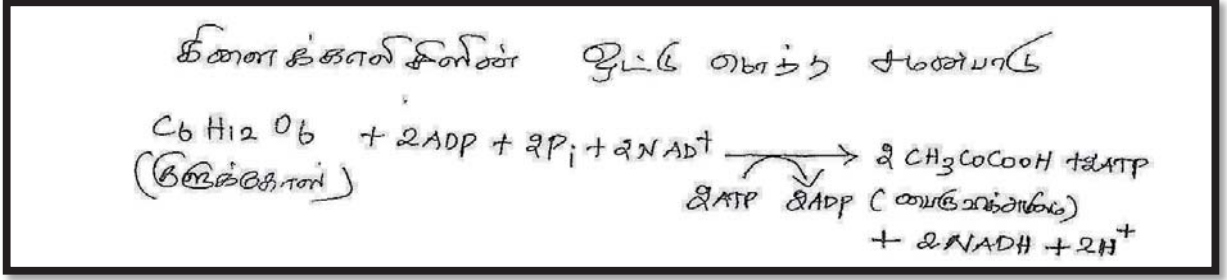
### கிளைக்காலிசிஸ்

(கிளைக்கோ - இனிப்பு - லைசிஸ் - பிளப்பு)

- எம்டன், மேயர்ஹாப் மற்றும் பர்னாஸ் என்ற மூன்று ஜெர்மானிய நுண்ணியிர் அறிவியலார்கள் 1930-ல் கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்ச்சியை முதன்முதலில் ஈஸ்ட் செல்களில் கண்டுபிடித்து காட்டினார்கள் எனவே இது கிளைக்காலிசிஸ் EMP வழித்தடம் எனப்படும்
- 6 கார்பன் சேர்மமான குளுக்கோஸ் மூன்று கார்பன்களைக் கொண்ட இரண்டு மூலக்கூறு பைருவிக் அமிலமாக மாற்றமடையும் நிகழ்ச்சி கிளைக்காலிசிஸ் எனப்படும்
  - இது சைட்டோபிளாசத்தில் நடைபெறுகிறது
  - கிளைக்காலிசிஸ் எல்லா உயிரினங்களிலும் நடைபெறுகிறது
  - காற்று மற்றும் காற்றில்லா சுவாசத்தில் இரண்டிற்கும் பொதுவான நிகழ்ச்சி
  - காற்றில்லா சுவாசத்தில் நடைபெறும் ஒரே சுவாச நிகழ்ச்சி கிளைக்காலிசிஸ்
  - கிளைக்காலிசிஸில் நடைபெறும் பெரும்பாலான வினைகள் மீள் வினைகள்
  - கிளைக்காலிசிஸின் போது கார்பன் நீக்கம் நடைபெறுவதில்லை







- கிளைக்காலிசிஸில் குளுக்கோஸ் ஒடுக்கமடையும் போது உற்பத்தியாகும் இடைபொருள்கள் புரதம் கொழுப்பு மற்றும் நியூக்ளிக் அமில உற்பத்திக்கு பயன்படுகிறது.
- கிளைக்காலிசிஸ் இரண்டு நிலைகளை கொண்டுள்ளது.
  - ✓ ஆயத்த நிலை
  - ✓ ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை
- ஆயத்த நிலையின் போது ஆற்றல் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையின் போது ஆற்றலானது சேமிக்கப்படுகிறது.

கிளைக்காலிசிஸின் போது உருவான உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு பொருள்கள்

மொத்த உள்ளீடு	மொத்த வெளியீடு
1 மூலக்கூறு குளுக்கோஸ்	2 மூலக்கூறு பைருவிக் அமிலம்
2 ATP	4 ATP
4 ADP	4 ADP
2 NAD	2 NADH <sub>2</sub>
2 P <sub>i</sub>	2 H <sub>2</sub> O

கிளைக்காலிசிஸின் போது பயன்படுத்தப்படும் ATP யின் எண்ணிக்கை - 2 ( 1 மற்றும் 3 வது வினை )

கிளைக்காலிசிஸின் போது உருவாகும் மொத்த ATP மற்றும் NADPH<sub>2</sub> - 2 மற்றும் 2. நிகரம் லாபம் 2 ATP (4 ATP - 2 ATP = 2 ATP), 2NADH<sub>2</sub> மற்றும் 2 பைருவிக் அமிலம்.

கிளைக்காலிசிஸின் போது உருவான பைருவிக் அமிலம் ஆக்ஸிஜன் உள்ள சூழலில் மைட்டோ காண்ட்ரியாவின் நுழைந்து காற்று சுவாசத்தின் அடுத்த நிலையை அடைகிறது.

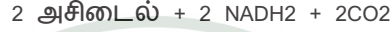
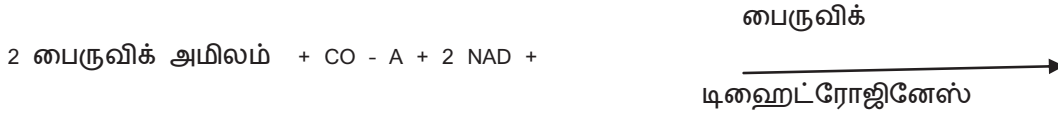
அதே வேலையில் பைருவிக் அமிலமானது ஆக்ஸிஜன் அற்ற சூழலில் காற்றில்லா சுவாச நிகழ்ச்சியான எத்தில் ஆல்கஹால் நொதித்தல் அல்லது லாக்டிக் அமில நொதித்தலில் ஈடுபடுகிறது.

## 2. பைருவிக் அமிலம் ஆக்ஸிஜனேற்ற கார்பன் நீக்கம்

சைட்டோபிளாசுத்தில் கிளைக்காலிசிஸின் மூலம் உருவான இரண்டு பைருவிக் அமிலமானது மைட்டோகாண்ட்ரியாவினுள் நுழைகின்றன. (காற்று சுவாசத்தில் மட்டும்)

முதலில் பைருவிக் அமிலத்தில் ஆக்ஸிஜனேற்றம் மற்றும் கார்பன் நீக்கம் நிகழ்கிறது.

இதன் விளைவாக பைருவிக் அமிலத்திலிருந்து 2 அசிடேல் COA (2C) உருவாகின்றன



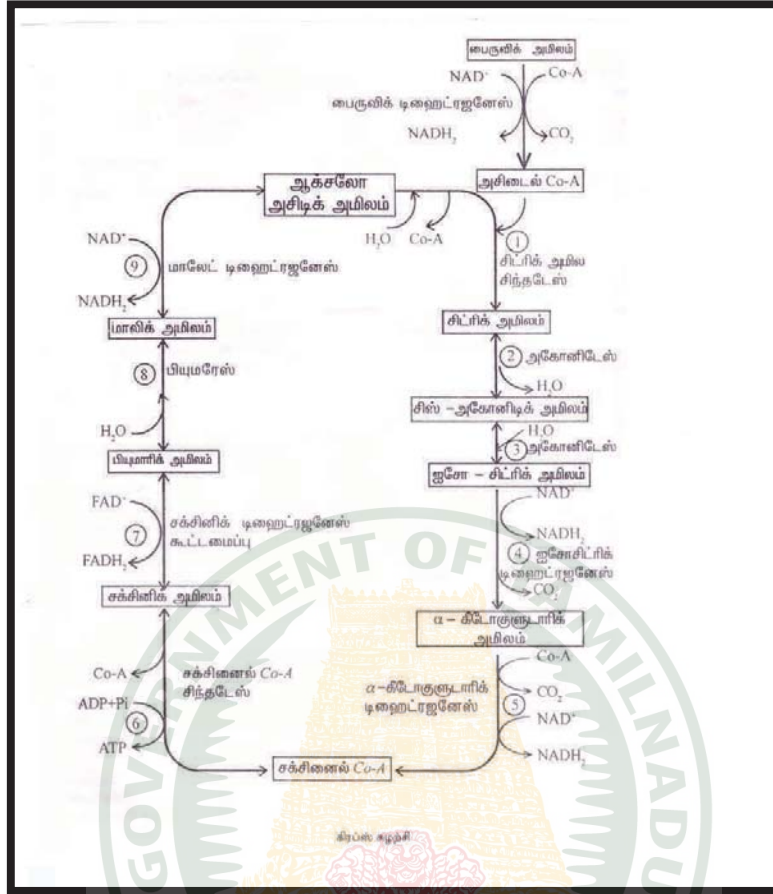
இந்த வினையில் பைருவிக் டிஹைட்ரோஜனேஸ் என்ற நொதியும், NAD<sup>+</sup> ஹைட்ரஜன் ஏற்பியாகவும் மற்றும் CO-Aவும் பங்கு கொள்கிறது.

பைருவிக் அமிலத்தில் ஆக்ஸிஜனேற்ற கார்பன் நீக்கம் நிகழ்ச்சியானது காற்றுள்ள போது மட்டும் தான் நடைபெறும்.

அசிடேல் CO-Aவானது கிளைக்காலிஸ் மற்றும் கிரெப் சுழற்சியை இணைக்கிறது.

## கிரெப் சுழற்சி அல்லது TCA சுழற்சி அல்லது சிட்ரிக் அமில சுழற்சி

- 1937ம் ஆண்டு சர்ஹேன்ஸ் அடால்ப் கிரெப்ஸ் என்ற அறிவியலார் செல்லில் ஆற்றல் உற்பத்தி ஆவதற்கு பைருவிக் அமிலத்தின் பங்கை விளக்கமாக விவரித்தார்.
- 1953 ம் ஆண்டு இதற்காக நோபல் பரிசு பெற்றார்
- பைருவிக் அமிலமானது கார்பன் டை ஆக்சைடாகவும் (CO<sub>2</sub>) நீராகவும் (H<sub>2</sub>O) மாறும் போது வரிசையாக நடைபெறும் நிகழ்ச்சி கிரெப்ஸ் சுழற்சி எனப்படும்.
- கிரெப் சுழற்சியின் போது முதலில் உருவாகும் விளைப்பொருள்கள் சிட்ரிக் அமிலம் எனவே இது சிட்ரிக் அமில சுழற்சி எனப்படும்.
- கிரெப் சுழற்சியின் போது உருவாகும் சிட்ரிக் அமிலம் 3 கார்பாக்ஸிலிக் தொகுதியை (3-COOH) கொண்டிருக்கும் எனவே இது ட்ரைகார்பாக்ஸிலிக் அமில சுழற்சி அல்லது TCA சுழற்சி எனப்படும்.
- கிரெப் சுழற்சியானது மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் தளப்பொருளில் (மைட்டோகாண்ட்ரியா மேட்ரிக்ஸ்) நடைபெறுகிறது.
- கிரெப் சுழற்சியில் ஈடுபடும் சக்சினிக் டிஹைட்ரோஜனேஸ் என்ற நொதி மட்டும் மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்சவ்வில் காணப்படும்.



### கிரெப் சுழற்சியின் நிலைகள்

- ஒரு மூலக்கூறு அசிட்டைல் COAவானது ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலத்துடன் இணைந்து சிட்ரிக் அமிலமாக மாறுகிறது இந்த வினையானது சிட்ரிக் அமில சிந்தேஸ் என்ற நொதியினால் ஊக்குவிக்கப்படுகிறது.
- சிட்ரிக் அமிலமானது ஐசோசிட்ரிக் அமிலமாக மாற்றமடைகிறது பின்பு கார்பன் நீக்கம் அடைந்து ஆல்பாகீட்டோ குளுட்டாரிக் அமிலமாக மாறுகிறது மேலும் கார்பன் நீக்கமடைந்து சுக்கினைல் CO-Aவாக மாறுகிறது.
- சுக்கினைல் COAவானது ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலமாக மாறுகிறது.
- சுக்கினைல் COAவானது சுக்கினிக் அமிலமாக மாறும் போது ஒரு மூலக்கூறு GTP/ATP உருவாகிறது இதற்கு தளப்பொருள் பாஸ்பரிகரணம் என்று பெயர். இந்த வினையானது சுக்கினைல் COA சிந்தேஸ் நொதியின் மூலம் ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. இந்த வினையில் உருவாக்கப்பட்ட GTP/ATP-யானது ஆற்றல் மிகு பாஸ்பேட் பிணைப்புகள் ஆகும்.
- சுக்கினிக் அமிலமானது ஆக்சினேற்றம் மற்றும் கார்பன் நீக்கம் அடையும் போது பியூமரிக் அமிலம் உருவாகிறது இந்த நிகழ்ச்சியில் FAD ஒடுக்க பெற்று FADH<sub>2</sub> ஆக மாறுகிறது. இந்த வினையானது சுக்கினிக் டிஹைட்ரோஜனேஸ் என்ற நொதியால்



ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. பியுமரிக் அமிலமானது நீர் சேர்க்கப்பட்டு மாலிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இந்த வினையை பியுமரேஸ் என்ற நொதி ஊக்குவிக்கப்படுகிறது.

- மாலிக் அமிலமானது ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இந்த வினையில் NAD<sup>+</sup> ஒடுக்கப்பட்டு NADH<sub>2</sub> ஆக மாறுகிறது. மாலிக் டிஹைட்ரோஜனேஸ் என்ற நொதி இந்த வினையை ஊக்குவிக்கிறது.
- கிரெப் சுழற்சியில் GTP/ATP யானது GDP/ADP யாக மாறி பின்பு GDP/ADP யிலிருந்து GTP/ATP உருவாகிறது.
- NAD மற்றும் FADயானது ஒடுக்கமடைந்து NADH<sub>2</sub> மற்றும் FADH<sub>2</sub> ஆக மாறுகிறது.

### சுவாசத்தலில் கிரெப் சுழற்சியின் சமன்பாடு

பைருவிக்அமிலம் + 4NAD<sup>+</sup> + FAD + 2H<sub>2</sub>O + 2ADP+P<sub>i</sub>

மைட்டோகாண்ட்ரியா

தளப்பொருள்

→ 3CO<sub>2</sub> + 4NADH<sub>2</sub> + 4H<sup>+</sup> + 4FADH<sub>2</sub> + ATP

### கிரெப் சுழற்சியின் முக்கியத்துவம்

- கிரெப் சுழற்சியானது ஆம்பிபோலிக் அல்லது இருவகை நிகழ்சி எனப்படும் ஏனெனில் சில மூலக்கூறுகள் சிதைக்கப்படுகின்றன சில மூலக்கூறுகள் கட்டப்படுகின்றன.
- கிரெப் சுழற்சியில் மொத்தத்தில் 6NADH<sub>2</sub> மற்றும் 2FADH<sub>2</sub> தோன்றுகின்றன. இவை எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலியில் சென்று மொத்தம் 22ATP மூலக்கூறுகள் தோற்றுவிக்கின்றன.
- கிரெப் சுழற்சியில் தளப்பொருள்கள் பாஸ்பரிகரணம் மூலம் 2ATP மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன.
- கிரெப் சுழற்சியில் 2-அசிட்டைல் CO<sup>-</sup>A மூலக்கூறு மூலம் மொத்தம் 24ATP உருவாகிறது.
- கிரெப் சுழற்சி ஆற்றலைத் தோற்றுவிக்கும் முதன்மையான அமைப்பாகும்.
- கிரெப் சுழற்சியின் போது உருவாகும் இடைப்பொருள்கள் உயிர் மூலக்கூறுகளான அமினோ அமிலங்கள், நீயூக்ளியோடைடுகள், பச்சையம், சைட்டோகுரோம் மற்றும் கொழுப்பு ஆகியவற்றை உருவாக்குகின்றன.
- பச்சையமானது சக்சினைல் CoAவிலிருந்து உருவாக்கப்படுகிறது.
- அமினோ அமிலங்கள் கீட்டோ குளுட்டாரிக் அமிலம், பைருவிக் அமிலம் மற்றும் ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலத்திலிருந்து உருவாகிறது.

**கிளைக்காலிசிஸிற்கும் கிரெப் சுழற்சிக்கும் உள்ள வேறுபாடு**

வரிசை எண்	கிளைக்காலிசிஸ்	கிரெப் சுழற்சி
1	சைட்டோ பிளாசுத்தில் நடைபெறுகிறது	மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் தளப் பொருளில் நடைபெறுகிறது.
2	இது காற்று மற்றும் சுவாசத்தில் பொதுவான நிகழ்ச்சி	காற்று சுவாசத்தில் மட்டும் காணப்படும்
3	குளுக்கோஸ் ஆக்சிஜனேற்றம் பைருவிக் அமிலத்தை உருவாக்கும் முழுமையாக அடையாமல்	அசிட்டைல் COA முழுமையாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும்
4	ஒரு மூலக்கூறிலிருந்து மூலக்கூறுகள் உருவாகும்	2GTP / ATP மூலக்கூறுகள் 2 சக்சினைல் COAவிலிருந்து உருவாகிறது
5	2NADH2 மூலக்கூறுகள் ஒரு குளுக்கோஸிலிருந்து உருவாகிறது.	6 NADH2 மற்றும் 2 FADH2 மூலக்கூறுகள் அசிட்டைல் COAவிலிருந்து உருவாகிறது.

**எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி**

எலக்ட்ரான் கடத்து அமைப்பு என்பது NAD (நிக்கோடினமைடு அடினைன் டைநீயூக்ளியோடைடு, FMN (பிளோவின்மோனோ நீயூக்ளியோடைடு) CO-என்சைம் Q (COQ) or யுபி குயினோன், சைட்டோகுரோம் b, சைட்டோகுரோம் c, சைட்டோகுரோம் a, மற்றும் சைட்டோகுரோம் a3 ஆகிய எலக்ட்ரான் ஏற்பிகள் கொண்ட சங்கிலியாகும்.

சிட்ரிக் அமில சுழற்சி முடிவதற்குள் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு முழுவதுமாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்திருக்கும் ஆனால் ஆற்றலானது NADH2 மற்றும் FADH2 ஆகியவை எலக்ட்ரான் கடத்தல் அமைப்பில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் வரை வெளியிடப்படுவதில்லை.

NADH2 மற்றும் FADH2 விலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் வரிசையாக அமைந்துள்ள ப்ளோவோ புரதம், COQ மற்றும் சைட்டோகுரோம்கள் வழியாக ஆக்சிஜனுக்கு எடுத்து செல்லப்படுவது எலக்ட்ரான் கடத்தல் சங்கிலி எனப்படும். இந்த நிகழ்ச்சியில் எலக்ட்ரான் கடத்தப்படுவதும் உயர் ஆற்றல் பாஸ்பேட் பிணைப்புகள் உண்டாவதும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

எலக்ட்ரான்கள் கடத்தப்படும் போது ADPயிலிருந்து ATP உண்டாகிறது இந்த வகையில் ATP உருவாவது ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம் எனப்படும்.எலக்ட்ரான்கள் கடத்து அமைப்பில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் ஏற்பிகள் நான்கு கூட்டமைப்புகளாக உள்ளன. அவை கூட்டமைப்பு I, கூட்டமைப்பு II, கூட்டமைப்பு III, மற்றும் கூட்டமைப்பு IV எனப்படும். NAD+ எலக்ட்ரான்களை ஏற்கும் முதன்மை ஏற்பியாக இருப்பின் அந்த எலக்ட்ரான்கள் கூட்டமைப்பு I லிருந்து II, II லிருந்து III மற்றும் III லிருந்து IV வழியாக கடத்தப்படுகின்றன.

எலக்ட்ரான் ஒரு கூட்டமைப்பிலிருந்து அடுத்த கூட்டமைப்புக்கு கடத்தப்படும் போது ஒரு ATP உருவாகிறது. இவ்வாறு NADH2 கூட்டமைப்பு வழியாக கடத்தப்படும்போது 3ATP மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன.

FAD+ எலக்ட்ரான் கடத்தல் அமைப்பில் முதன்மை ஏற்பியாக இருப்பின் எலக்ட்ரான் கூட்டமைப்பு II லிருந்து III மற்றும் கூட்டமைப்பு III லிருந்து கூட்டமைப்பு IVக்கு கடத்தப்படுகின்றன இவ்வாறு FADH<sub>2</sub> இரு ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகிறது.

எலக்ட்ரான் கடத்தல் அமைப்பில் இறுதி பகுதியாக ஆக்சிஜன் உள்ளது. எலக்ட்ரான்களை முடிவாக ஏற்று தளப்பொருளிலிருந்து புரோட்டான்களை எடுத்துக் கொண்டு நீரை உண்டாக்குவது இந்த ஆக்சிஜனேயாகும்.

கூட்டமைப்பு I - ப்ளோவோபுரதம் NADH டிஹைட்ரோஜினேஜஸ் (FHN)

கூட்டமைப்பு II - ப்ளோவோபுரதம் சக்சினிக் டிஹைட்ரோஜினேஜஸ்

கூட்டமைப்பு III - சைட்டோகுரோம் b மற்றும் சைட்டோ குரோம் c1

சைட்டோகுரோம் b உடன் FeNHR காணப்படுகிறது.

கூட்டமைப்பு IV - சைட்டோகுரோம் a, சைட்டோகுரோம் a3, வினைக்கு

தேவையான தாமிரம் இதனில் காணப்படுகிறது.

கூட்டமைப்பு V - ATPase

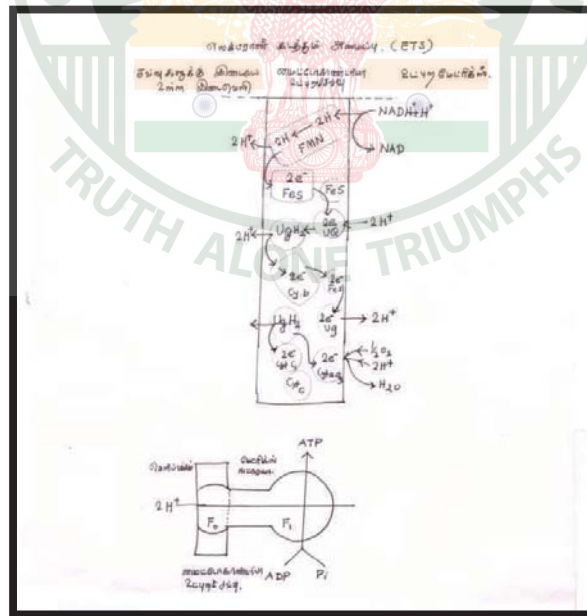
கூட்டமைப்பு V

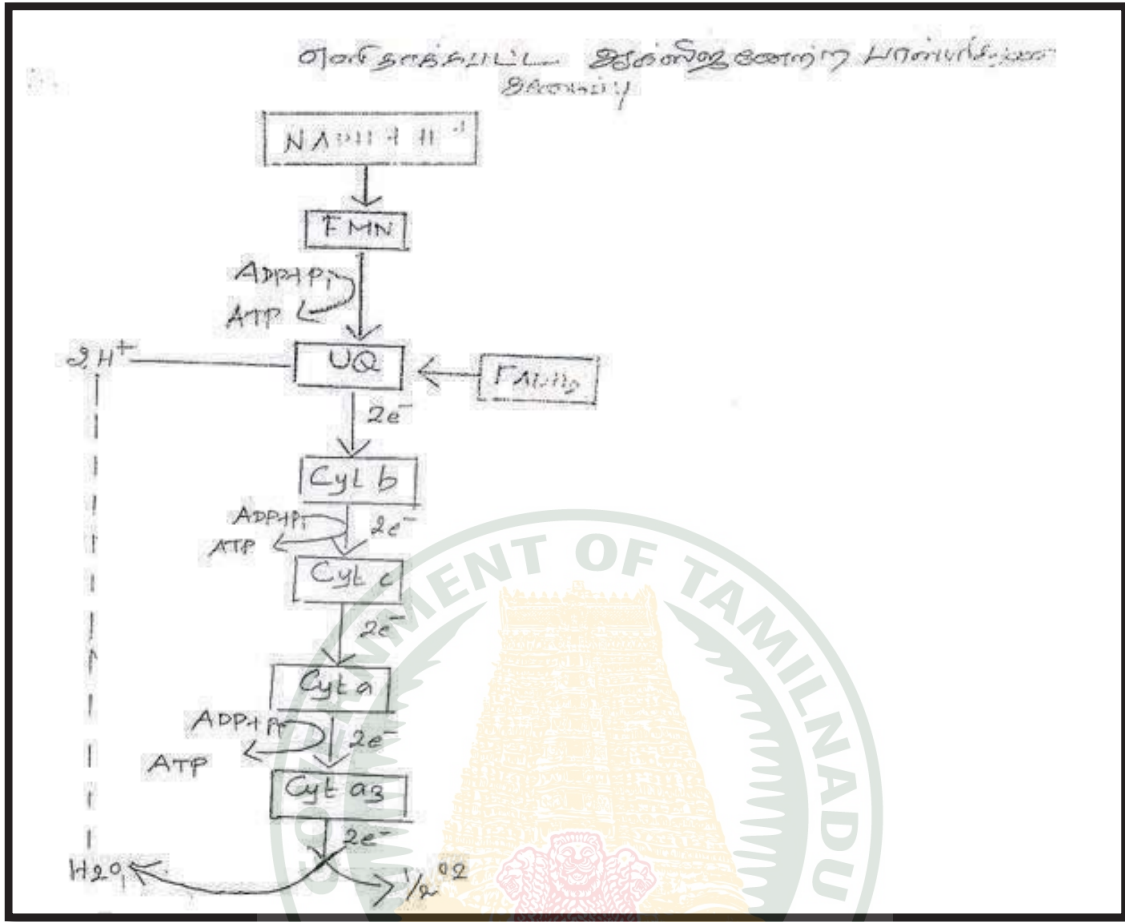
ATP சிந்தடேஸ் ATP உருவாக்கத்தில் பயன்படுகிறது கூட்டமைப்பு V

இரண்டு முக்கிய பாகங்களை கொண்டுள்ளது. அவை F1 மற்றும் F0

F1 - தலைபகுதியானது ADPயுடன் பாஸ்பேட் சேர்த்து ATPயை உருவாக்கும்

F0 - வழியாக புரோட்டான்கள் கடத்தப்பட்டு உட்சவ்வை அடைகிறது.





**கிடைக்கும் ஆற்றல்**

ஒவ்வொரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறும் முழுமையாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையும் போது 38ATP மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன. 38ATPகளில் 4ATP நேரடியாக தளப்பொருள்பாஸ்பரிகரணத்தில் உண்டாகின்றன.

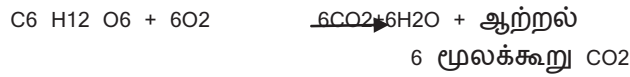
வரிசை எண்	சுவாசித்தலின் நிலைகள்	மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை			ATP மொத்தம்
		ATP	NADH <sub>2</sub>	FADH <sub>2</sub>	
1	கிளைக்காலிசிஸ்	2	2	-	8
2	பைருவிக் அமில ஆக்ஸிஜனேற்ற கார்பன் நீக்கம்	-	2	-	6
3	கிரெப் சுழற்சி	2	6	2	24
மொத்தம்		4	30ATP	4 ATP	38 ATP

**சுவாச ஈவு**

சுவாசித்தலின் போது வெளியிடப்படும் CO<sub>2</sub>வுக்கும் பயன்படுத்தப்படும் ஆக்சிஜனுக்கும் இடையே உள்ள விகிதம் சுவாச ஈவு எனப்படும்.

$$\text{சுவாச ஈவு} = \frac{\text{வெளியிடப்படும் CO}_2 \text{ அளவு}}{\text{பயன்படுத்தப்படும் O}_2 \text{ அளவு}}$$

1) கார்போஹைட்ரேட்டின் சுவாச ஈவு



$$\text{குளுக்கோஸின் சுவாச ஈவு} = \frac{6 \text{ மூலக்கூறு CO}_2}{6 \text{ மூலக்கூறு O}_2} = 1$$

2) கொழுப்பின் சுவாச ஈவு



சுவாச ஈவு	CO <sub>2</sub>	18			
	—————	—————	=0.7	(ஒன்றை விட குறைவு)	
	O <sub>2</sub>	26			

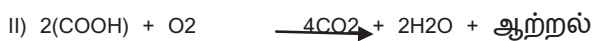


சுவாச ஈவு	CO <sub>2</sub>	102			
	—————	—————	=0.7	(ஒன்றை விட குறைவு)	
	O <sub>2</sub>	145			

3) கரிம அமிலத்தின் சுவாச ஈவு

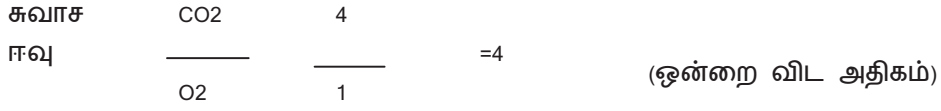


சுவாச ஈவு	CO <sub>2</sub>	4			
	—————	—————	=1.33	(ஒன்றை விட அதிகம்)	
	O <sub>2</sub>	3			



ஆக்சாலிக் அமிலம்





**4)புரத்தின் சுவாச ஈவு**

ஒன்றைவிட குறைவு (0.5 - 0.9)

**5)முழுமையாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடையாத கார்போஹைட்ரேட்டின்**

சுவாச ஈவு (எ.கா) சதைபற்றுள்ள வறள் நிலத் தாவரங்கள்

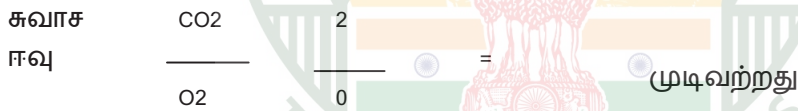
(எ.கா) ஒபன்ஷியா,பிரையோபில்லம்



மாலிக் அமிலம்



**6)காற்றில்லா சுவாசத்தின் சுவாச ஈவு**



**பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழித்தடம்**

(or)

ஹெக்சோஸ் மானோ பாஸ்பேட் வழித்தடம்

(or)

வார்பர்க் டிக்கன்ஸ் வழித்தடம்

(or)

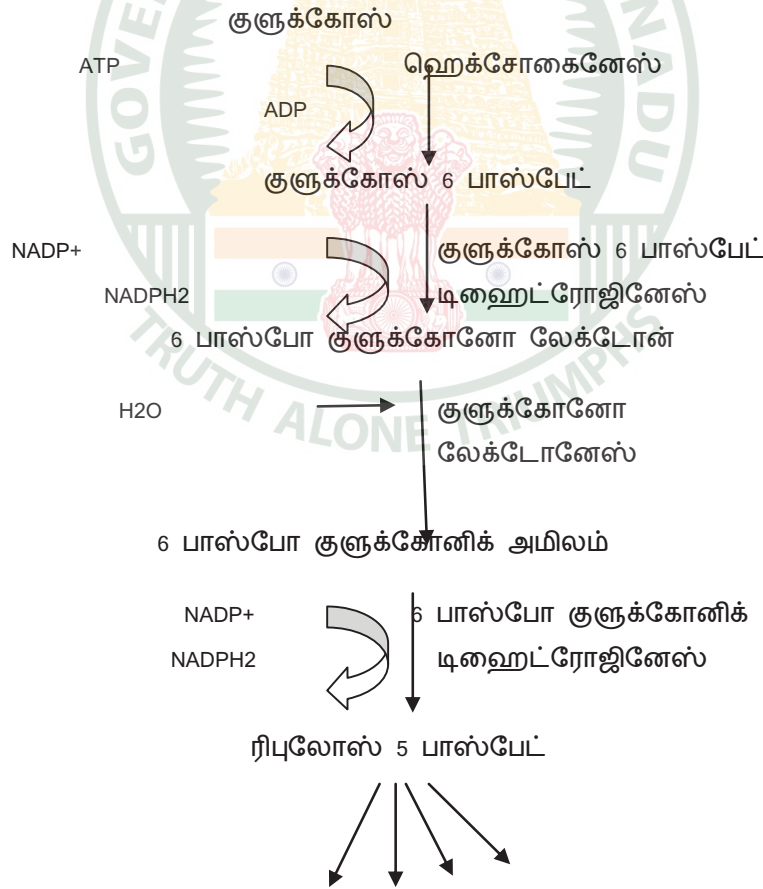
**நேரடி ஆக்சிஜனேற்ற வழித்தடம்**

> கார்போஹைட்ரேட் சிதைவுக்கு மாற்று வழியாகும்

- இது சைட்டோபிளாசத்தில் நடைபெறுகிறது.
- குளுக்கோஸ் சிதைவு கிரெப் சுழற்சி மற்றும் கிளைக்காலிசைஸ் சார்ந்திருப்பதில்லை
- வார்பர்க் (1935) மற்றும் டிக்கன்ஸ் (1938) இதனை முதன் முதலில் கண்டறிந்தனர்
- இந்த வழித்தடத்தில் உள்ள பெரும்பாலான வினைகள் ஹோர்கர் (1951) மற்றும் ராக்கர் (1954) என்பவர்களால் விவரிக்கப்பட்டது.
- இந்த வழித்தடத்தில் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை ஆக்சிஜனேற்றமில்லா நிலை என இரு நிலைகள் உள்ளன.

### பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழித்தடத்தின் முக்கியத்துவம்

1. இவற்றில் உருவாகும் NADH<sub>2</sub> கொழுப்பு அமிலம் மற்றும் அமினோ அமிலத்திற்கு உதவுகிறது.
2. நீயூக்ளிக் அமிலங்களை உற்பத்தி செய்யத் தேவையான ரைபோஸ் சர்க்கரை இந்த வழித்தடத்தின் மூலம் கிடைக்கிறது.
3. அரோமேடிக் சேர்ங்கள் உற்பத்திக்கு தேவையான எரித்ரோஸ் பாஸ்பேட் கிடைக்கிறது.
4. RU5P ஒளிச்சேர்க்கையின் போது CO<sub>2</sub>-வை நிலைநிறுத்த பயன்படுகிறது.
5. ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான 6CO<sub>2</sub> இதிலிருந்து கிடைக்கிறது.



3C,4C,5C மற்றும் 7 கார்பன் பாஸ்பேட் மூலக்கூறு வகையான சர்க்கரை

இடைப்பொருள்கள் - பாஸ்போகிளிசரால்டிஹைடு, எரித்ரோஸ் பாஸ்பேட், சைலுலோஸ் பாஸ்பேட் மற்றும் செடோஹெப்டுலோஸ் பாஸ்பேட்

குளுக்கோஸ் - 6 பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகள் மீண்டும் உருவாகின்றன. ஆறு குளுக்கோஸ் பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகள் 6CO<sub>2</sub>வை வெளியிடுகின்றன மற்றும் 12 NADPH<sub>2</sub> உண்டாகின்றன.

ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் 6 மூலக்கூறு CO<sub>2</sub>-வையும் 12 மூலக்கூறு NADPH<sub>2</sub> உருவாக்குகின்றன.

ஆறு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளில் ஒன்று முழுவதுமாக ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது மற்ற ஐந்து மூலக்கூறுகள் மீண்டும் ஐந்து குளுக்கோஸ் 6 - பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன.

#### **சுவாசித்தலை பாதிக்கும் காரணிகள்**

வெப்பநிலை

- வெப்பநிலை அதிகரிக்க சுவாசித்தலின் வீதமும் அதிகரிக்கும்
- 30° C வெப்பநிலையில் சுவாசித்தலின் வீதம் அதிகரித்து காணப்படும்
- 30° C க்கும் மேற்பட்ட வெப்பநிலையில் சுவாசித்தலின் வீதம் குறையும். ஏனென்றால் நொதிகள் அதிக வெப்பநிலையில் சிதைவடைகிறது.

#### **ஆக்சிஜன்**

வளிமண்டல ஆக்சிஜனை பொருத்து சுவாசித்தலின் வீதம் அமையும். வளிமண்டல O<sub>2</sub> ஆனது 1.9% குறையும் போது சுவாசித்தலின் வீதம் மிக மிக குறைவு. ஆக்சிஜன் அளவு அதிகரிக்கும் போது சுவாசித்தலின் வீதம் அதிகரிக்கும்.

#### **ஒளி**

சுவாசித்தலானது இரவு நேரங்களில் நடைபெறுகிறது எனவே சுவாசித்தலுக்கு ஒளி தேவையில்லை.

ஆனால் ஒளியின் மூலம் ஒளிச்சேர்க்கையின் வீதம் அதிகரிக்கும் எனவே சுவாச தளப்பொருளின் அளவு அதிகரிக்கும். சுவாச தளப்பொருளின் அளவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க சுவாசித்தலின் வீதம் அதிகரிக்கும். எனவே ஒளியானது மறைமுகமாக சுவாசித்தலை அதிகரிக்கிறது.

#### **CO<sub>2</sub>**

வழக்கத்தைவிட அதிக CO<sub>2</sub> வளிமண்டலத்தில் காணப்பட்டால் சுவாசித்தலின் வீதமும் குறையும் எனவே முளைக்கும் விதைகளின் திறன் குறையும் ஹெயித் 1950 (Heath) என்பவரின் கூற்றுப்படி இலைத்துளையானது அதிக CO<sub>2</sub> செறிவில் மூடியிருக்கும் எனவே O<sub>2</sub>வானது இலையின் உள் நுழைய முடியாது. இதனால் சுவாசித்தலின் வீதம் குறையும்.

**சுவாச தளப்பொருள்**

சுவாச தளப்பொருளின் அளவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க சுவாசித்தலின் வீதம் அதிகரிக்கும் நீர்

- நீரின் அளவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க சுவாசித்தலின் வீதம் அதிகரிக்கும்
- காய்ந்த விதைகளில் 8-12% அளவு நீரே காணப்படுவதால் சுவாசித்தலின் வீதம் மிககுறைவு. விதையானது நீரை உள்ளீர்க்கும் போது சுவாசித்தலின் வீதம் அதிகரிக்கும்

**மாசுபடுத்திகள்**

அதிக செறிவு கொண்ட வாயு மாசுபடுத்திகளான SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, and NO<sub>2</sub> செல்சுவரை சிதைப்பதன் மூலம் சுவாசித்தலின் வீதத்தை குறைக்கிறது.

வாயு மாசுபடுத்திகள் PH-ன் அளவை அதிகரிப்பதன் மூலம் எலக்ட்ரான் கடத்து அமைப்பில் பாதிப்பை ஏற்படுத்தி சுவாசித்தலை தடை செய்கிறது.

**புரோட்டோபிளாசம்**

ஆக்குத் திசு செல்களில் (வேர் மற்றும் தண்டின் நுனியில் உள்ள பகுப்படையும் செல்கள்) அதிக அளவு புரோட்டோபிளாசம் கொண்டவை (முதிர்ந்த செல்களை காட்டிலும்) எனவே ஆக்குத் திசு செல்களில் சுவாசித்தலின் வீதம் அதிகம்.

**காற்றில்லா சுவாசம்**

தனி ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகள் இன்றி நடைபெறும் சுவாசம் காற்றில்லா சுவாசம்.

அனரோபயாசிஸ் அல்லது காற்றில்லா உயிர்ப்பு என்பது ஆக்சிஜன் இல்லாத நிலையில் உயிர் வாழ்வதாகும்.

காற்றில்லா சுவாசமானது உயர் தாவரங்களில் தற்காலிகமாகவும் நுண்ணுயிரிகளான பாக்கீரியா மற்றும் ஈஸ்ட்களில் நிரந்தரமான நிகழ்ச்சியாக உள்ளது.

**கட்டாய காற்று சுவாசிகள்**

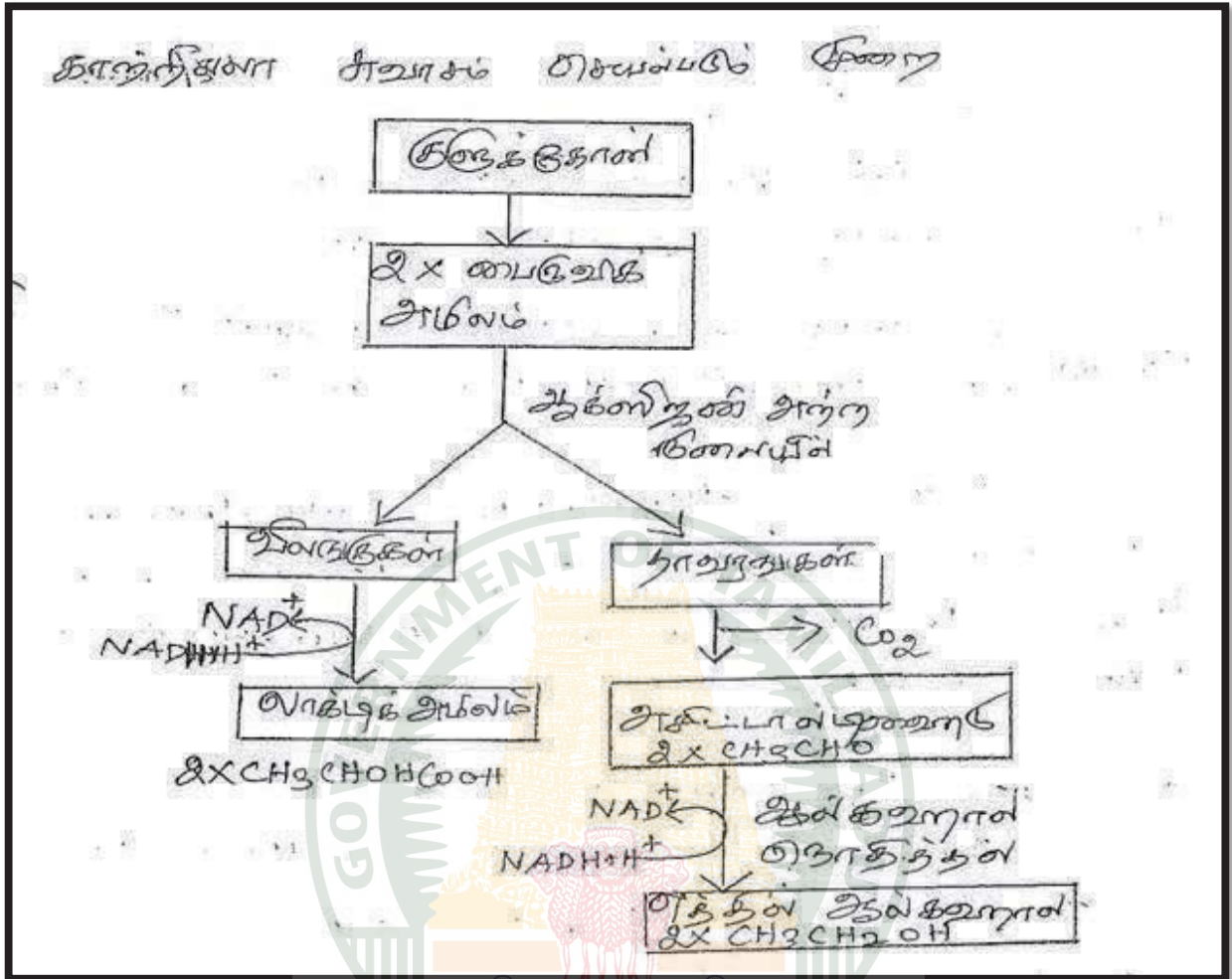
இவை ஆக்சிஜன் உள்ள நிலையில் மட்டும் உயிர் வாழும் (எ.கா) டெட்டானஸ் பாக்கீரியா.

**நிலைமாறும் காற்றில்லா சுவாசிகள்**

ஆக்சிஜன் உள்ளபோது காற்று சுவாசத்தையும் ஆக்சிஜன் இல்லாதபோது காற்றில்லா சுவாசத்தில் உயிர் வாழும்

நுண்ணுயிரிகளில் காற்றில்லா சுவாசமானது நொதித்தல் எனவும் அழைக்கப்படும்.

பாஸ்டர் (1960) முதன் முதலில் ஈஸ்டில் நொதித்தல் (காற்றில்லா சுவாசத்தை கண்டறிந்தார்).



காற்றில்லா சுவாசத்தில் ஆற்றலை வெளிப்படுத்த சுவாச தளப்பொருள் முழுவதுமாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதில்லை. பைரூவிக் அமிலமானது மேலும் எத்தில் ஆல்கஹால் அல்லது லாக்டிக் அமிலம் போன்ற கரிம அமிலமாக மாறுகிறது.

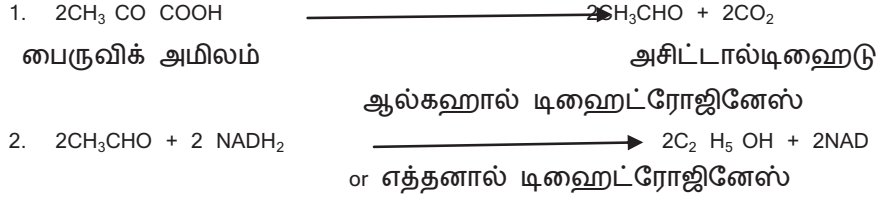
**நொதித்தல்**

குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு காற்றில்லாது சிதைவுற்று CO<sub>2</sub> வாகவும் எத்தில் ஆல்கஹாலாகவும் மாறுவது நொதித்தல் எனப்படும்

எத்தில் ஆல்கஹால் நொதித்தல்  
 நொதித்தலின் வகைகள்  
 லாக்டிக் அமில நொதித்தல்

1. எத்தில் ஆல்கஹால் நொதித்தல்
  - பைரூவிக் டிகார்பாக்ஸிலேஸ்



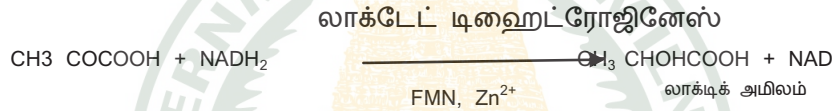


குளுக்கோசானது எத்தில் ஆல்கஹாலாக மாற்றப்பட்டால் அது எத்தில் ஆல்கஹால் நொதித்தல்

இது சாராய தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுகிறது. (எ.கா) ஈஸ்ட் - சாக்கரோமைசிஸ் செரிவிசியே

ii. லாக்டிக் அமில நொதித்தல்

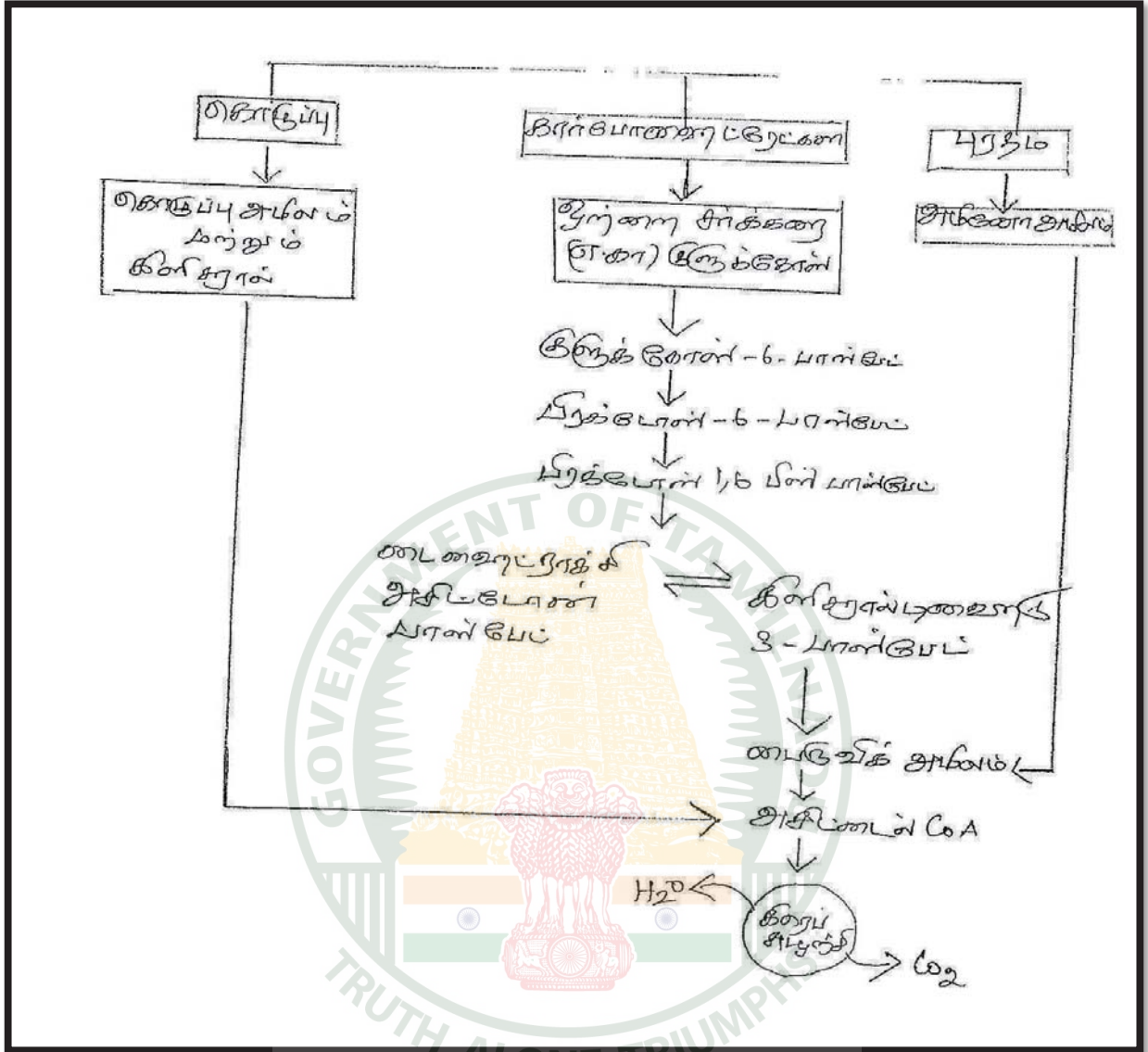
கிளைக்காலிசிஸில் உற்பத்தியான பைருவிக் அமிலமானது லாக்டிக் அமிலமாக மாறும் நிகழ்ச்சி. இவற்றில்  $\text{CO}_2$  வெளியிடப்படுவதில்லை  
**எ.கா** லேக்டோ பேசில்லஸ் மற்றும் பேசில்லஸ் அசிட்டைல் லாக்டை பாக்டீரியங்கள்



இரண்டு வகையான நொதித்தல் நிகழ்ச்சியிலும் மிக குறைவான அளவு ஆற்றலே வெளிப்படுகிறது.

**இருவகை நிகழ்ச்சி வழித்தடம்**

சுவாசித்தலின் போது கரிம பொருள்கள் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதால் இது ஒரு சிதைவடையும் நிகழ்ச்சி (Catabolic Process) இவற்றில் பல்வேறு வகையான கரிம பொருள்கள் சுவாச தளப்பொருளாக பயன்படுகின்றன.



### ஆற்றல் உற்பத்தியில் சட்டல் அமைப்பின் பங்கு

- கிளைக்காலிசிஸில் உருவாகும்  $2\text{NADH}_2$  மூலக்கூறுகள் மைட்டோகாண்ட்ரியாவிற்குள் ஆற்றலை வெளிப்படுத்துவதற்காக நுழைய வேண்டும்.
- மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்சவ்வானது  $2\text{NADH}_2$  மூலக்கூறை உள்ளே அனுமதிப்பதில்லை
- சட்டல் அமைப்பின் வகைகள்
  - a. மாலேட் - ஆஸ்பர்டேட் சட்டல்
  - b. கிளிசரால் - பாஸ்பேட் சட்டல்
- i. மாலேட் - ஆஸ்பர்டேட் சட்டல்

கிளைக்காலிசிஸின் போது சைட்டோபிளாசத்தில் உருவான  $NADH_2$ வில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் உள்ள NADயால் ஏற்றுக்கொள்ளப்படுகிறது. இது அதிக ஆற்றலை உருவாக்கும் எனவே 38 ATP மூலக்கூறுகள் உருவாகும்.

ii. கிளிசரால் - பாஸ்பேட் சட்டல்

கிளைக்காலிசிஸின் போது சைட்டோபிளாசத்தில் உருவான  $NADH_2$ வில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் உள்ள FADயால் ஏற்றுக்கொள்ளப்படுகிறது. இது குறைந்த அளவு ஆற்றலை உருவாக்கும் எனவே 36ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்கும். எடுத்துக்காட்டாக 38 ATP மூலக்கூறுகள் சிறுநீரகம் இதயம் மற்றும் கல்லீரலில் உள்ள செல்களில் உருவாகும் இவற்றில் மாலேட் - ஆஸ்பர்டேட் ஓங்கியது எனவே NADHல் இருந்து 3 ATP உருவாகும். 36 ATP மூலக்கூறுகள் தசைசெல்கள் மற்றும் நரம்பு செல்களில் உருவாகும். இவற்றில் கிளிசரால் பாஸ்பேட் சட்டல் ஓங்கியது. எனவே  $NADH_2$ வில் இருந்து 2 ATP உருவாகும்.

### சுவாசித்தலின் இருப்பு நிலை

சுவாசித்தலின் போது கிளைக்காலிசிஸ், TCA சுழற்சி மற்றும் எலக்ட்ரான் கடத்து அமைப்பானது ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் ஒழுங்கான வரிசையில் நடைபெறுகிறது.

கிளைக்காலிசிஸின் போது உருவான  $NADH$ ஆனது மைட்டோகாண்ட்ரியாவிற்குள் நுழைந்து ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம் அடைகிறது இந்த நிலையில் எந்த இடைபொருளும் உருவாக்கப்படுவதில்லை.

ஒரு குளுக்கோஸானது ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து 36/38 ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்கும்.

நொதித்தலின் போது குளுக்கோஸானது பைருவிக் அமிலமாக மாற்றமடையும் போது 2 ATP மூலக்கூறுகள் மட்டுமே உருவாகின்றன இது மிகக் குறைந்த ஆற்றல் ஆகும்.