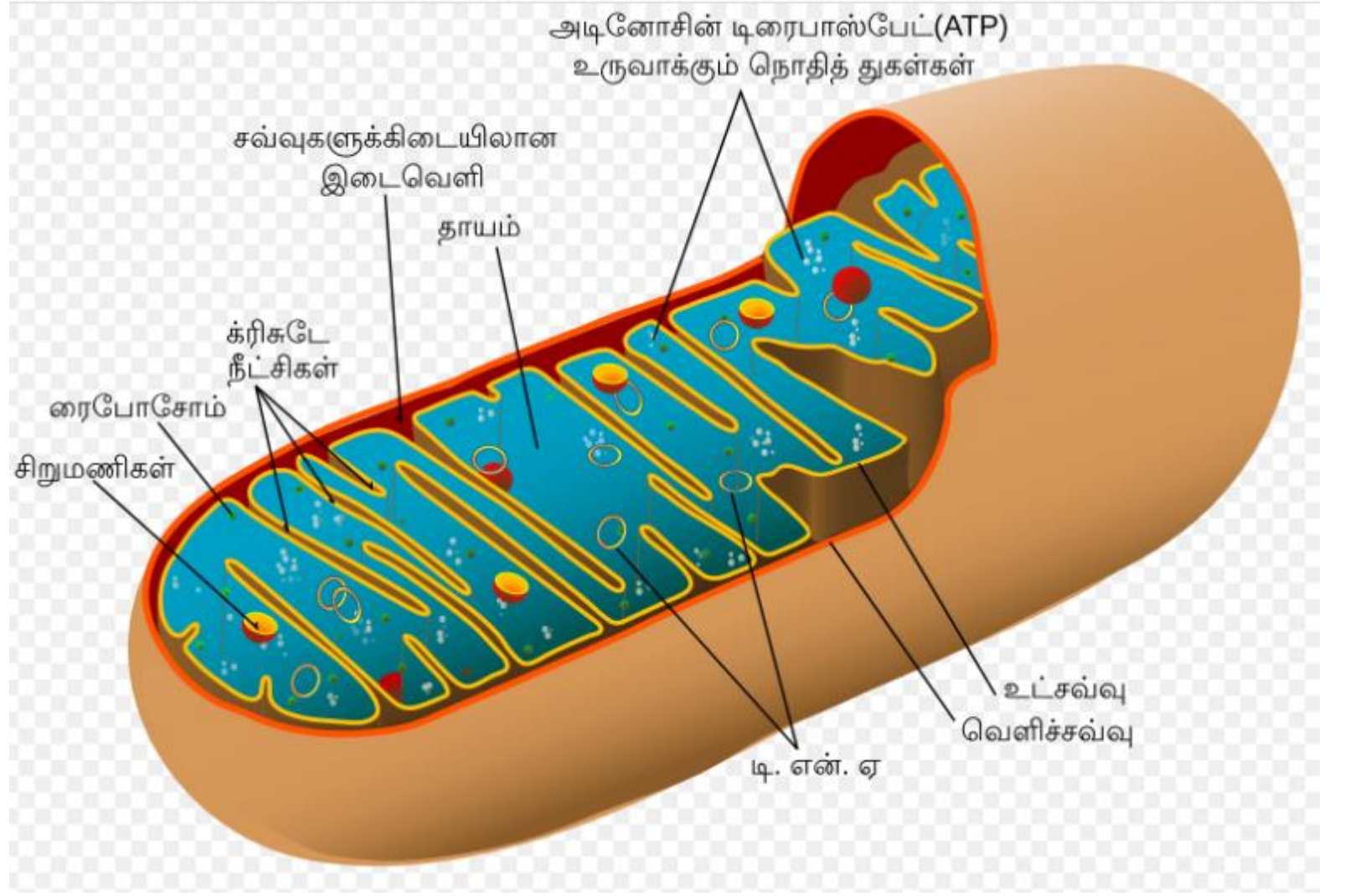


செல் மற்றும் மூலக்கூறு உயிரியல்
அலகு II
மைட்டோகாண்ட்ரியா

முனைவர் ச. அருள்ஜோதிசெல்வி
உதவி பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
07.09.2020



மைட்டோகாண்ட்ரியா (Mitochondria)

மைட்டோகாண்ட்ரியா, சைட்டோபிளாசுத்தில் காணப்படும் சிறு மணிகள் அல்லது இழைகள் போன்ற செல் உறுப்புக்கள். இவை செல் சுவாசத்தில் பெரும் பங்கேற்று செல்லுக்கு சக்தியை அளிக்கின்றன.

வரலாறு

1850 – கோலிகர், மைட்டோகாண்ட்ரியாவை வரிதசைச் செல்களில் சிறுமணிகள் போல் இருப்பதைக் கண்டார்.

1882 – பினம்மிங், பல செல்களில் இழைகள் போன்ற செல் உறுப்புக்களைக் கண்டு அவற்றை ஃபிலியா (filia) என்றழைத்தார்.

1892 – ஆல்ட்மன், மைட்டோகாண்ட்ரியாவை, செல்லில் காணப்படும், உடன் வாழ்க்கை பாக்டீரியாக்கள் (Symbiotic bacteria) என நினைத்து பையோ பிளாஸ்ட்கள் (bioblast) என்றழைத்தார்.

1898 – பென்டா, பழக ஊதா செயல்முறை மூலம் இச்செல் உறுப்பினை ஆராய்ந்து அவற்றை மைட்டோகாண்ட்ரியா என்றழைத்தார்.

காணப்படும் இடம்

தானாக இயங்கும் திறனுடையதால் மைட்டோகாண்ட்ரியா பொதுவாக செல்லில் சீராகப் பரவியுள்ளன. ஆனால் சில செல்களில் குறிப்பிட்ட இடங்களில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. விழித்திரையின் கூம்புச் செல்கள் மற்றும் குச்சி செல்களில் மைட்டோகாண்ட்ரியா உட்புறத்தில் காணப்படுகின்றன.

எண்ணிக்கை: மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் எண்ணிக்கை செல்லின் வகையையும், செயலையும் பொறுத்து வேறுபடுகின்றது. அம்பாவில் 50,000, கடல் குச்சிகளின் முட்டைகளில் 140,000 முதல் 150,000 வரை, இரு வாழ்விகளின் அண்டச் செல்களில் 300,000 மற்றும் எலியின் கல்லீரல் செல்களில் 500 முதல் 600 வரை மைட்டோகாண்ட்ரியாக்கள் காணப்படுகின்றன.

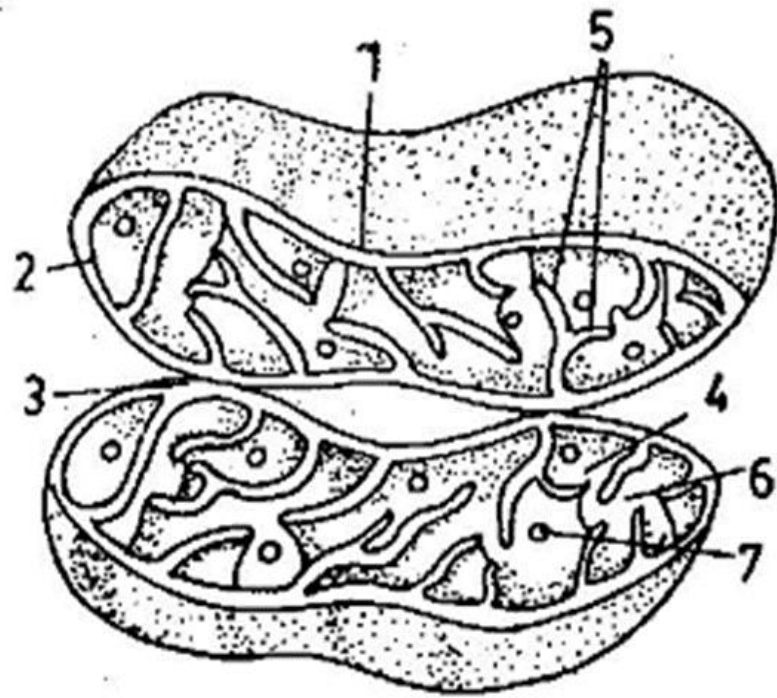
வடிவம் - மைட்டோகாண்ட்ரியா சிறுமணி வடிவிலோ மெல்லிய இழை வடிவிலோ காணப்படுகின்றது. இவ்வடிவங்கள், செல்லின் உடற்செயலுக் கேற்றவாறு மாற்றமடைந்து வட்டமாகவோ வளையமாகவோ, கதை வடிவாகவோ, குமிழியாகவோ காணப்படுகின்றன.

அமைப்பு

மைட்டோகாண்ட்ரியா ஒரு, இரு படலங்களாலான உறையினால் சூழப்பட்டுள்ளது. இப்படலங்கள் வெளிப்புற மற்றும் உட்புற மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் படலங்கள் எனப்படுகின்றன. இவை 60–70 Å கனமுள்ள, மூன்றடுக்குகள் கொண்ட படலங்கள், ஒவ்வொரு மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் படலமும் கீழ் வரும் அடுக்குகளினாலானது.

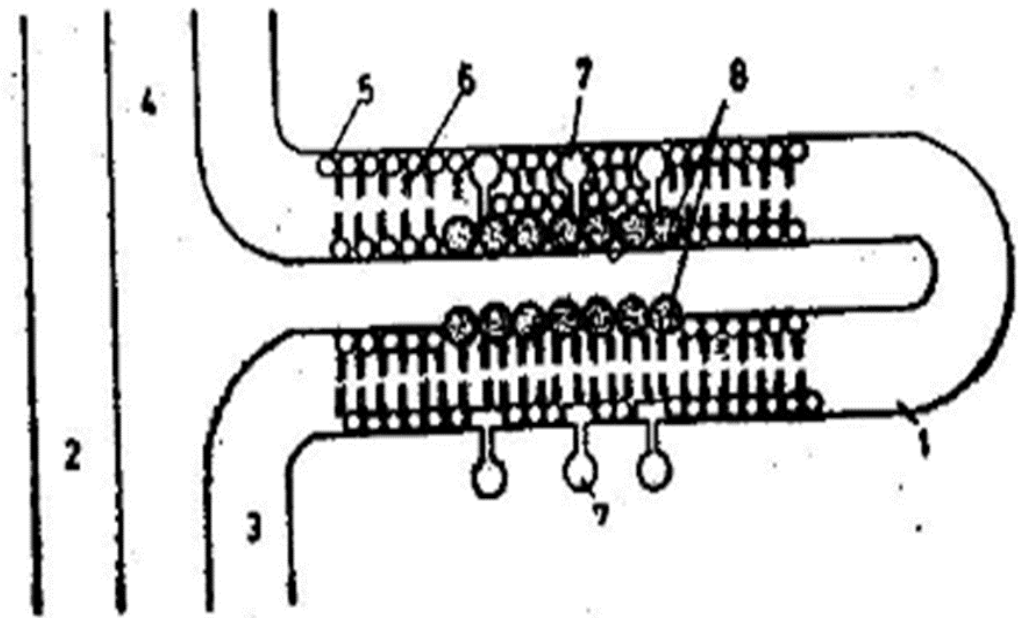
1. 20 – 25 Å கனமுள்ள வெளிப்புற மற்றும் உட்புற, புரோட்டின் மூலக்கூறுகளினாலான அடர்ந்த படலங்கள்.

2. 25 Å கனமுள்ள நடுவே அமைந்துள்ள இருமூலக்கூறு அடுக்குகளால் ஆன கொழுப்பு படலம். இரு மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் படலங்களும் 60 – Å அகலமுள்ள இடைவெளியினால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த இடைவெளி பெரிமைட்டோகாண்ட்ரியல் இடைவெளி அல்லது புற அறை (Peri mitochondrial space or outer compartment) எனப்படுகின்றது.



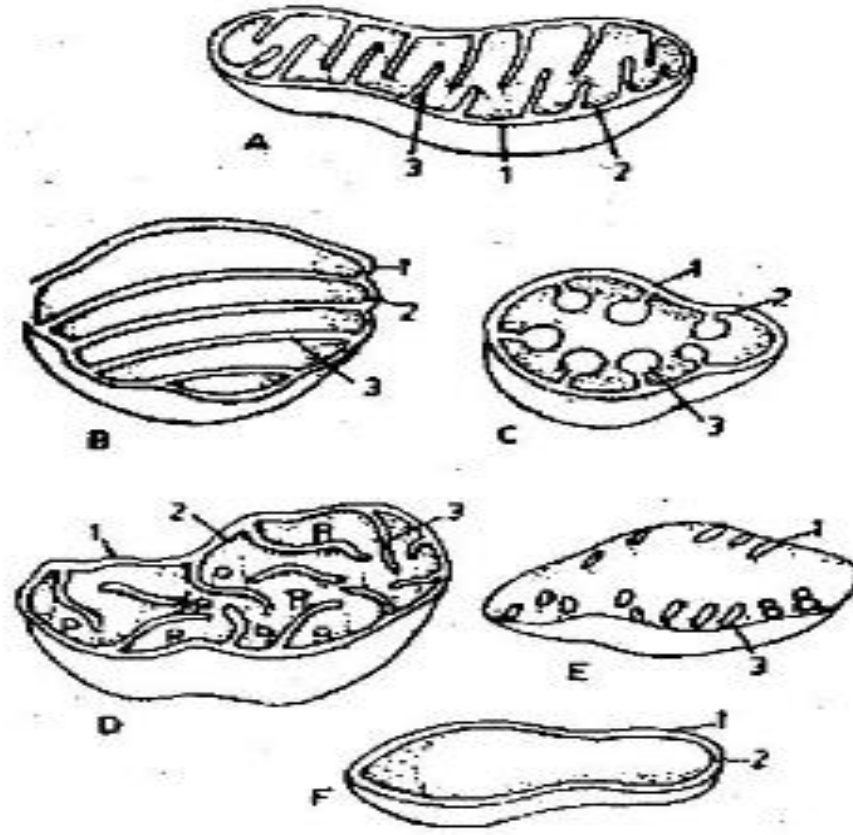
மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் அமைப்பு

1. மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் புறப்படலம்
2. மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்படலம்
3. புற அறை
4. அக அறை
5. மைட்டோகாண்ட்ரியா கிரஸ்ட்
6. மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் இடையீட்டுப் பொருள்
7. துகள்



மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் கிரஸ்டின் மிகு நுண் அமைப்பு

1. மைட்டோகாண்ட்ரியல் கிரஸ்ட்
2. புறப்படலம்
3. உட்படலம்
4. புற அறை
5. புரோட்டின் படலம்
6. கொழுப்புப் படலம்
7. துகள்கள்
8. சுவாச நொதிகளின் சங்கிலி



மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் பல்வேறு அமைப்புகள்

- A - செங்குத்துக் கிரிஸ்டேக்கள் கொண்டது
 B - இணையான கிரிஸ்டேக்கள் கொண்டது
 C - வட்டவடிவ கிரிஸ்டேக்கள் கொண்டது
 D - ஒழுங்கற்று அமைந்த கிரிஸ்டேக்கள் கொண்டது
 E - குறைக்கப்பட்ட கிரிஸ்டேக்கள் கொண்டது
 F - கிரிஸ்டேக்கள் அற்றது

1. புறப்படலம்

2. உட்படலம்

3. கிரிஸ்டே

மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்புற படலம் மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உள்ளறையை (Inner Compartment) சூழ்ந்து அமைந்திருக்கின்றது. இவ்வுள்ளறையில் மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் இடையீட்டுப் பொருள் (Matrix) அமைந்துள்ளது. இவ்விடையீட்டுப் பொருள் கொழுப்புக்கள், புரோட்டீன்கள், DNA மூலக்கூறுகள், 55S ரைபோசோம்கள் ஆகியவற்றை கொண்டிருக்கின்றது.

உட்புற மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் படலம் பல மைட்டோகாண்ட்ரிய கிரஸ்ட்கள் (Crests) என்னும் பல தட்டுப் போன்ற அல்லது குழல் வடிவ உட்பிதுக்கங்களைக் கொண்டிருக்கின்றது. இப் பிதுக்கங்கள் மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் இடையீட்டுப் பொருளினுள் அமைந்துள்ளன.

மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்புறப் படலம் 70 முதல் 100 Å விட்டமுடைய டென்னிஸ் மட்டை போன்ற உறுப்புக்களை அல்லது துகள்களைக் கொண்டுள்ளது. இவை ஒன்றுக்கொன்று 100 Å தொலைவில் சீராக அமைந்துள்ளன. இவை ஒவ்வொன்றும் மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்புற படலத்தோடு ஒரு குட்டையான 35 முதல் 50 Å நீளமுள்ள தன்டினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை F_1 துகள்கள் அல்லது உட்புற படல துணை அடிப்படைக் கூறுகள் (subunits) எனப்படுகின்றன. முன்பு F_1 துகள்கள் ஆக்ஸிடேட்டிவ் பாஸ்பாரிலேஷனுக்குத் தேவையான நொதிகளைக் கொண்டதாகக் கருதப்பட்டது. எனவே எலக்ட்ரான் சுடத்தும் துகள் (ETP) எனப்பட்டன. ஆனால் ரேக்கர் (1967) F_1 துகள்கள் ATP சின்தட்டேஸ் என்னும் நொதி எனக் கண்டறிந்தார். இது ஆக்ஸிகரணத்திலும், பாஸ்பரஸ் உருவாக்கத்திலும் பங்கெடுக்கின்றது.

மைட்டோகான்ட்ரியாவின் துகள்கள்

முதலில் மைட்டோகான்ட்ரியாவின் வெளிப்புறப் படலத்தில் துகள்கள் இருக்கின்றன என்று விளக்கப்பட்டு அவற்றிற்கு பார்சனின் துணைக்கூறுகள் என்று பெயரிடப்பட்டது. இவை, பொள்ளல் உடைய, 60 Å நீளமும், 60 Å அகலமும் கொண்ட உருளைகள் என்றும், இவற்றின் மையத்தில் உள்ள துளை 20 Å விட்டமுடையது என்றும், ஒவ்வொரு துணைக்கூறுக்கும் இடையே 80 Å இடைவெளி இருக்கின்றதென்றும் விளக்கப்பட்டது. மேலும், இத்துகள்கள், கிரப்ஸ் சுழற்சிக்குத் தேவையான நொதிகளைக் கொண்டிருக்கின்ற தென்றும் கருதப்பட்டது. ஆனால் தற்

பொழுது, கிரப்ஸ் சுழற்சிக்குத் தேவையான நொதிகள் மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் இடையீட்டுப் பொருளில் (matrix) இருக்கின்ற தென அறியப்பட்டிருக்கின்றது.

மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்புறப் படலத்தோடு தொடர்பு கொண்டு பல்லாயிரக்கணக்கான சிறிய துகள்கள் காணப்படுகின்றன. இவை, அடிப்படைத் துகள்கள் (elementary particles); பெர்னான்டஸ்-மாறன் துணைக் கூறுகள் (Sub units of Fernandez - Moran), $F_0 - F_1$ கூட்டுத் தொகுதி, ATP யேஸ் கூட்டுத்தொகுதி எனப் பலவாறாக அழைக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு துகளும் ஒரு அடிப்பகுதி (base piece), ஒரு தண்டு (stalk) மற்றும் ஒரு தலைப் பகுதி (Head piece) ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கின்றது. ஒவ்வொரு துகளும் 100 \AA இடைவெளிக்கப்பால் அமைந்திருக்கின்றன. தலைப் பகுதி 75 \AA முதல் 100 \AA விட்டமுடையதாகவும் தண்டுப் பகுதி 50 \AA நீளமுடையதாகவும் இருக்கின்றன.

மைட்டோகான்ட்ரியாவின் பணிகள்

மைட்டோகான்ட்ரியா செல்லின் உயிர்ச் செயல்களுக்குத் தேவையான முழு சக்தியையும் கொடுக்கின்றது. இதனால் இது சக்தியின் இருப்பிடம் (Power house) என அழைக்கப்படுகின்றது. மைட்டோகான்ட்ரியா மட்டுமே பைரூவிக் அமிலத்தை CO_2 மற்றும் நீராகப் பிரிக்கும் திறன் கொண்டிருக்கின்றது. மைட்டோகான்ட்ரியா கீழ்வரும் முக்கிய பணிகளைச் செய்கின்றது.

1. செல் சுவாசம்.
2. அடினோசைன் டிரைபாஸ்பேட் உருவாக்கமும் கடத்தலும்.
3. கொழுப்பு உருவாக்கம்.
4. கொழுப்பு அமிலங்களை அசிட்டைல் கோ என்சைம் A கொண்டு நீட்டுதல்.

1. செல்கவாசம்

செல் கவாசம் நான்கு படி நிலைகளில் நடைபெறுகின்றது.
அவை:

- குளுக்கோஸ் சிதைவு.
- பைரூவிக் அமிலத்தின் ஆக்ஸிகரணம்
- கிரப்ஸின் சிட்ரிக் அமிலச் சுழற்சி
- ஆக்ஸிடேட்டிவ் பாஸ்பாரிலேஷன்

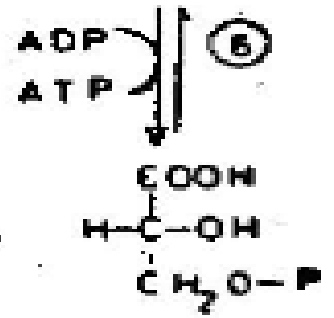
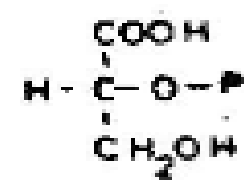
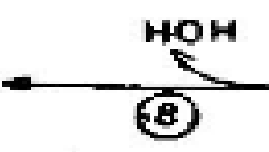
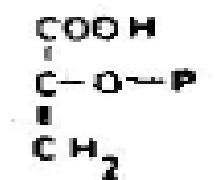
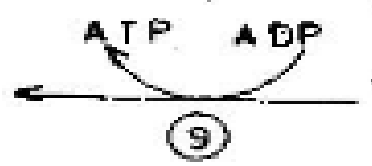
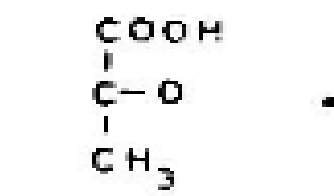
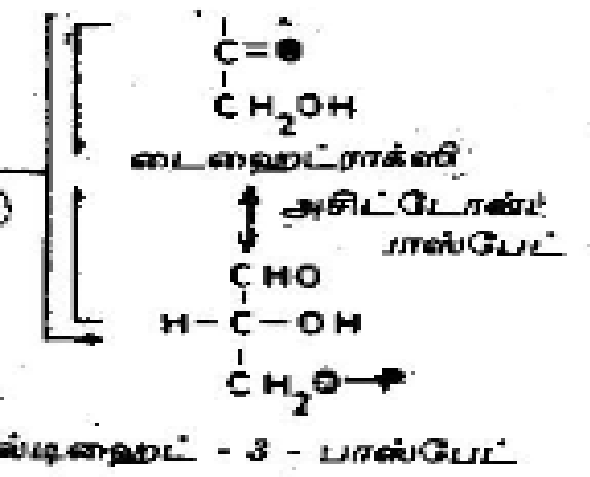
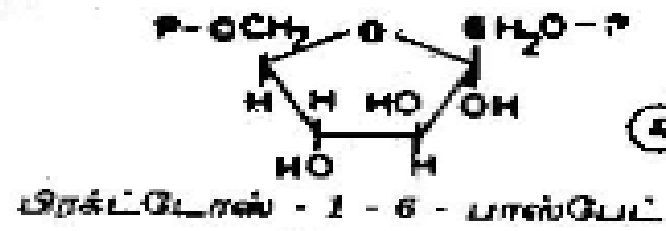
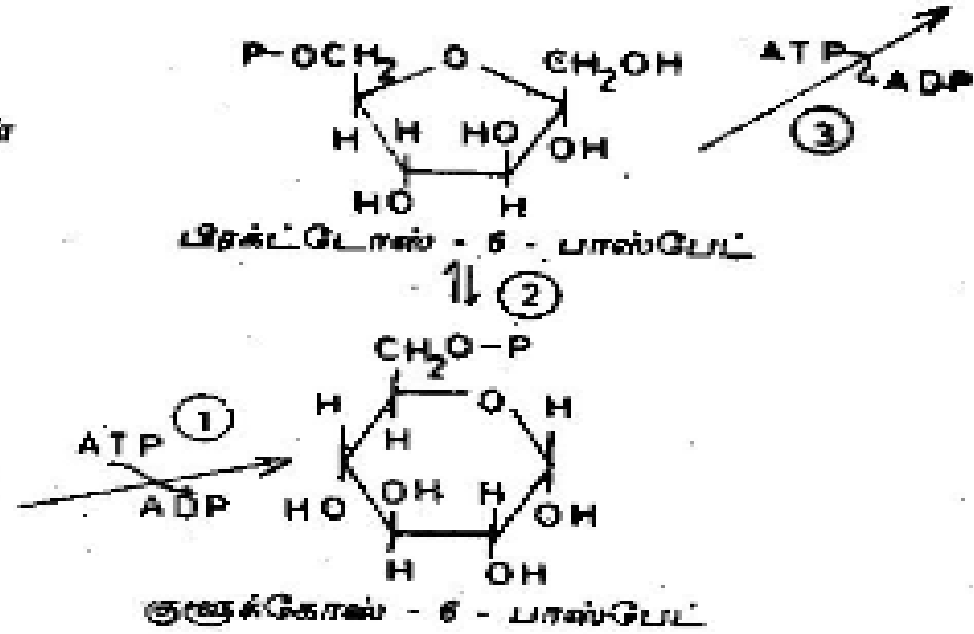
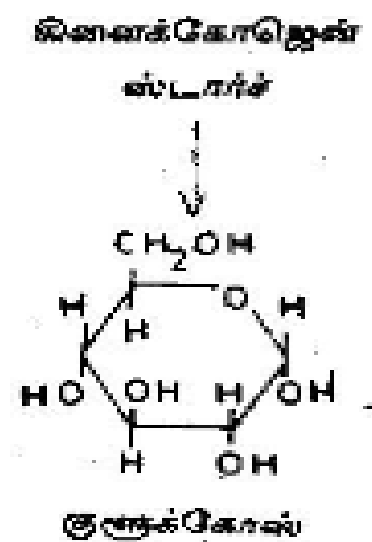
A. குளுக்கோஸ் சிதைவு (Glycolysis)

குளுக்கோஸ் அல்லது கிளைக்கோஜன், பைரூவிக் அமிலமாக மாற்றப்படும் செயல் குளுக்கோஸ் சிதைவு அல்லது கிளைக்காலிசிஸ் எனப்படுகின்றது. இச்செயல் காற்றற்ற நிலையில் (anaerobically) நடைபெறுகின்றது. இச்செயலின் தொடர்ச்சியான வினைகள் எம்ப்டன் - மேயர்ஹாஃப் வழிப்பாதை எனப்படுகின்றது.

குளுக்கோஸ் சிதைவு



கிளைக்காலிஸிசின் எம்ப்டன் மேயர்லாஃப் வழிப்பாறை, நொதிகள்



பைரூவிக் அமிலம் பாஸ்போபிளாஸ் - பைரூவிக் அமிலம் 8 - பாஸ்போபிளாஸிக் அமிலம் 3 - பாஸ்போபிளாஸிக் அமிலம்

கிளைக்காலிஸிசின் எம்ப்டன் மேயர்ஹாஃப்
வழிப்பாதை, நொதிகள்

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1. குளுக்கோகைனேஸ் | 2. பாஸ்போஹெக்சோ
ஐசோமரேஸ் |
| 3. பாஸ்போபிரக்டோகைனேஸ் | 4. அல்டோலேஸ் |
| 5. கிளிசரால்டிஹைட்-3-பாஸ்பேட்
டிஹைட்ரோஜென்னேஸ் | 6. பாஸ்போகிளிசரோ
கைனேஸ் |
| 7. பாஸ்போகிளிசரோமியூட்டேஸ் | 8. இனாலேஸ் |
| 9. பைரூவிக் கைனேஸ் | |

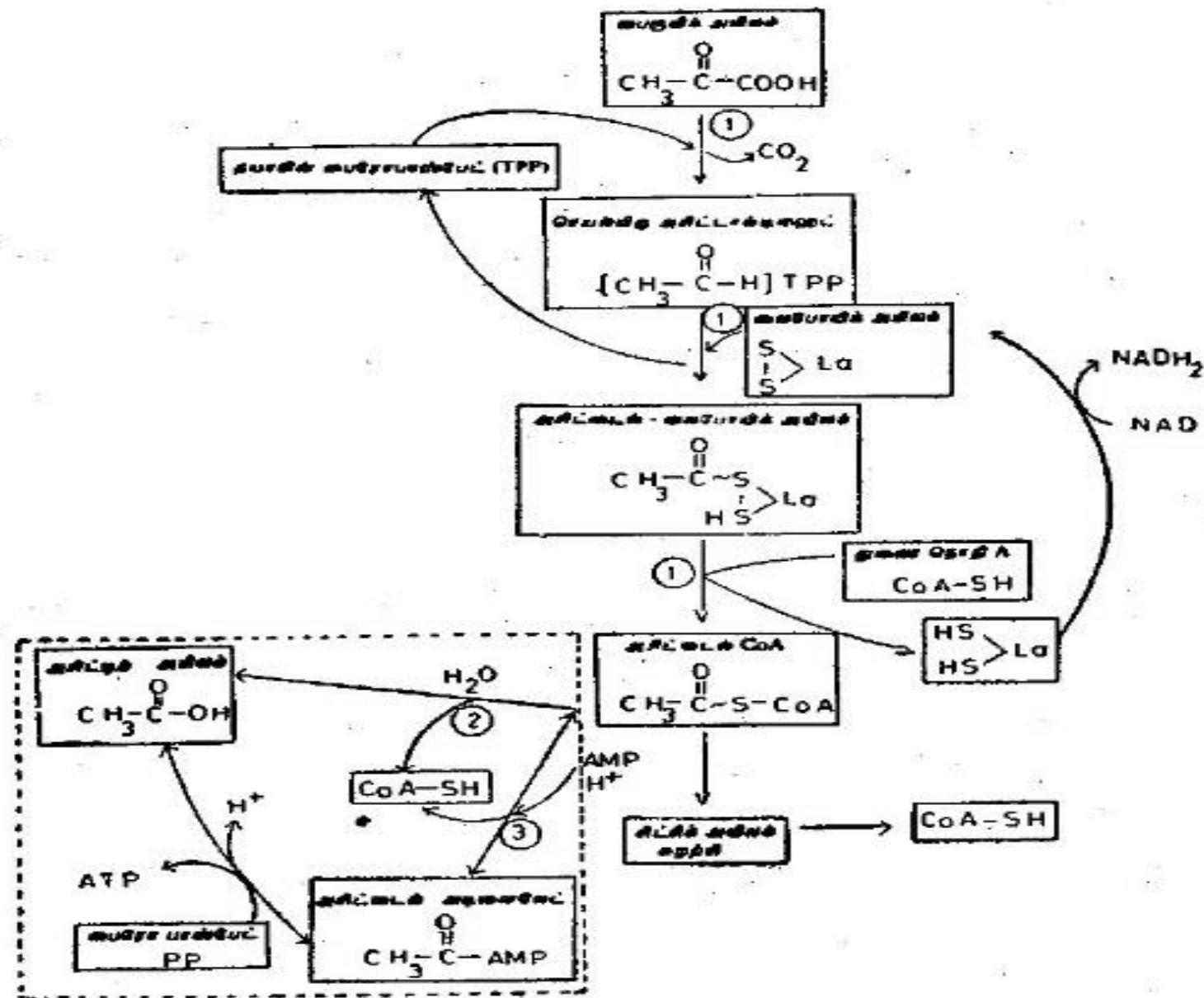
B பைரூவிக் அமிலம் அசிட்டைல் துணை நொதி- Aயாக ஆக்ஸிகரணமடைதல்

பைரூவிக் அமிலம் சிட்ரிக் அமில சுழற்சியில் நுழைவதற்கு ஆக்ஸிகரணத்தின் மூலம், டிகார்பாக்ஸிலேஷன் அடைந்து அசிட்டைல் CoAயாக மாறவேண்டும். இவ்வினையை பைரூவிக் டிஹைட்ரோஜென்னேஸ் கூட்டமைவு ஊக்குவிக்கின்றது. இந் நொதிக் கூட்டமைவில் மூன்று வகை நொதிகள் இருக்கின்றன.

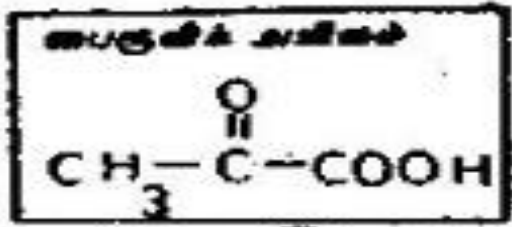
அவை:

1. பைரூவிக் டிஹைட்ரோஜென்னேஸ் ஆக்கக்கூறு.
2. டைஹைட்ரோ லைபோயில் டிரான்ஸ் அசிட்டைலேஸ்
3. டைஹைட்ரோ லைபோயில் டிஹைட்ரோஜென்னேஸ்.

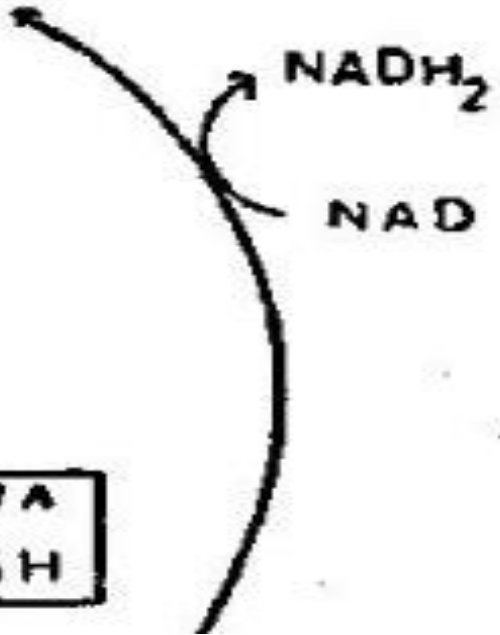
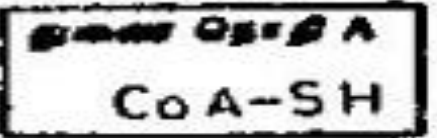
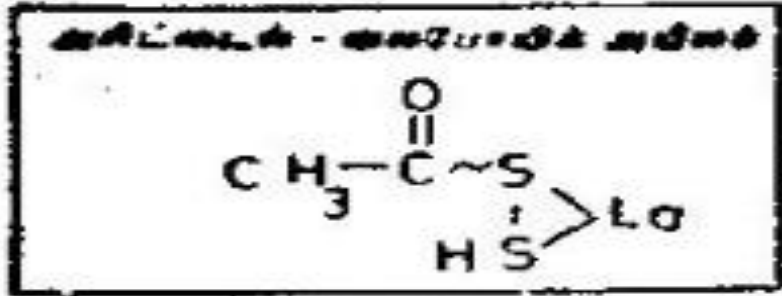
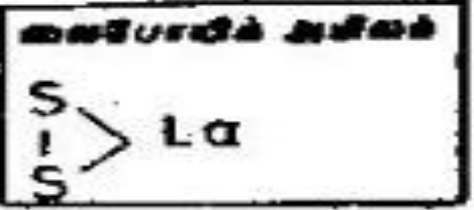
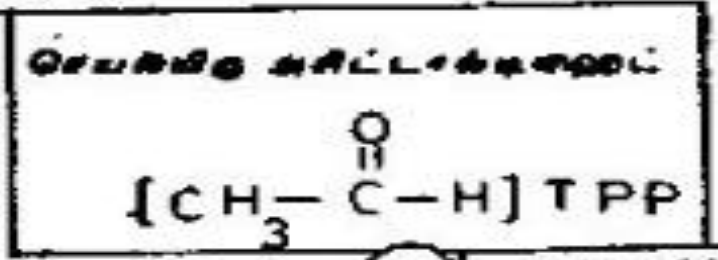
இந்நொதிக் கூட்டமைவு தவிர, 6 துணைக் காரணிகளும் பங்கேற்கின்றன. அவை: Mg^{2+} , துணை நொதி தயாமின் பைரோ பாஸ்பேட் (TPP), லைபோயிக் அமிலம், துணை நொதி -A FAD, மற்றும் NAD^+ .



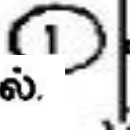
பைருவிக் அமிலம் அசிட்டைல் CoAயாக சிதைவடைதல், நொதிகள்:



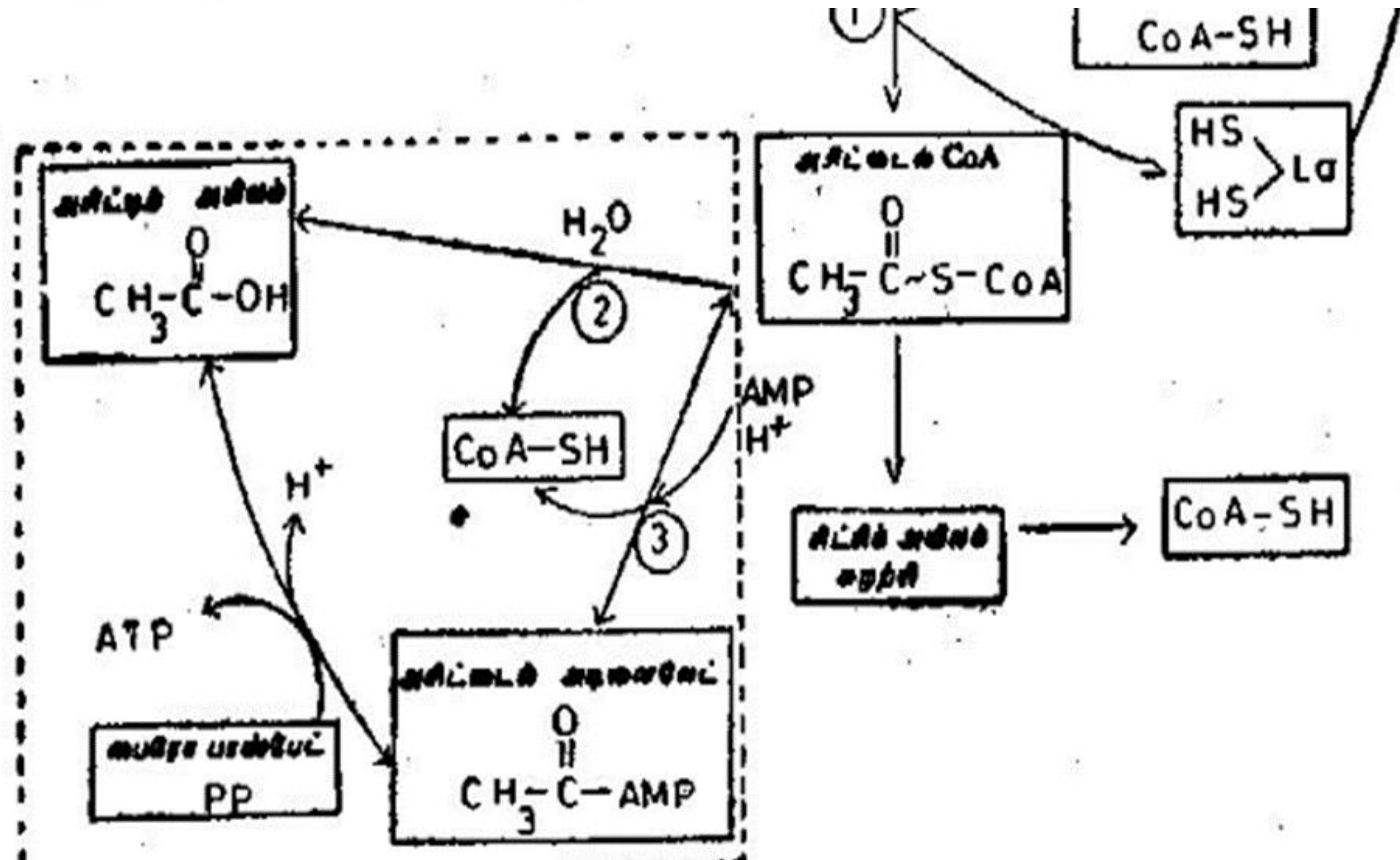
தயாரிக் கபுரேசுபர்ஸேப்ட் (TPP)



பைரூவிக் அமிலம் அசிட்டைல் CoAயாக சிதைவடைதல்.



பைரூவிக் அமிலம் அசிட்டைல் CoAயாக சிதைவடைதல்.



பைரூவிக் அமிலம் அசிட்டைல் CoAயாக சிதைவடைதல்,
நொதிகள்:

1. பைரூவேட் டிஹைட்ரோஜென்னைஸ் கூட்டமைவு மற்றும் Mg^{++}
2. அசிட்டைல் CoA டிஅசைலேஸ்
3. அசிட்டைல் தையோகைனைஸ்

C. சிட்ரிக் அமில சுழற்சி

சர் ஹான்ஸ் கிரப்ஸ் என்னும் ஆங்கில உயிர் வேதிய அறிஞர் 1937-ம் ஆண்டு அசிட்டைல் கூறுகளான, அசிட்டைல் CoA மற்றும் CoAயின் எஸ்டர்கள், CO₂ மற்றும் நீராக எவ்வாறு ஆக்ஸி கரணமடைகின்றன என்பதைக் கண்டறிந்து விளக்கினார். இவ்வினைகளில் இவர், முதலில் சிட்ரிக் அமிலத்தைப் பிரித்தெடுத்தாலும், இவ்வினைகள் சுழற்சியாக நடைபெறுவதாலும் அதற்கு சிட்ரிக் அமில சுழற்சி எனப் பெயரிட்டார்.

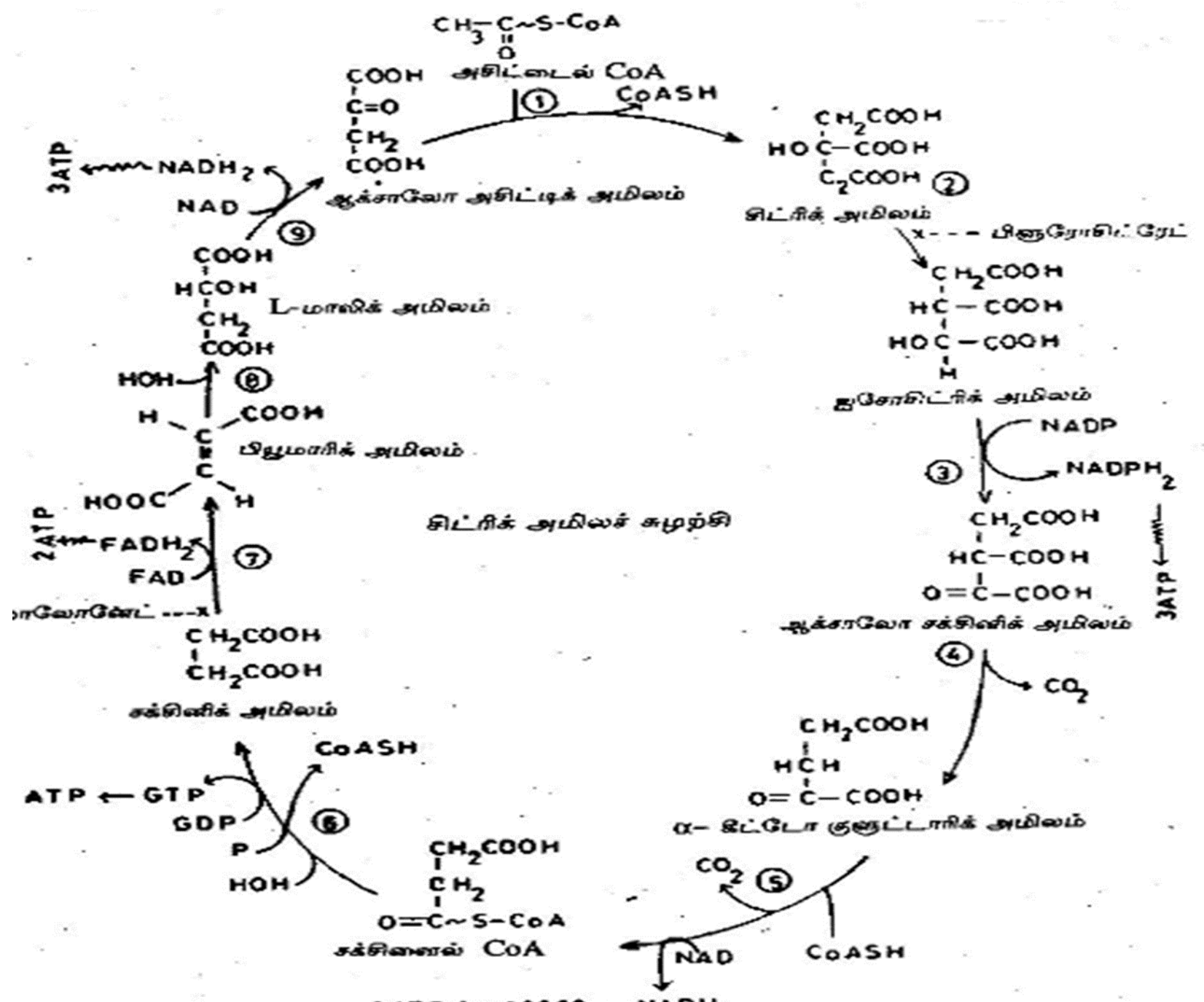
இவ்வினைகளில் பங்கேற்கும் மூலக்கூறுகளில் மூன்று கார்பாக்ஸில் வகுப்புக்கள் இருப்பதால் டிரைகார்பாக்ஸிலிக் அமில TCA சுழற்சி என்னும் அழைக்கப்படுகின்றது. கிரப்ஸ் கண்டறிந்து விளக்கியதால் கிரப்ஸ் சுழற்சி எனப்படுகின்றது.

கிரப்ஸ் அல்லது சிட்ரிக் அமில சுழற்சி 10 படிநிலைகளில் நடைபெறுகின்றது.

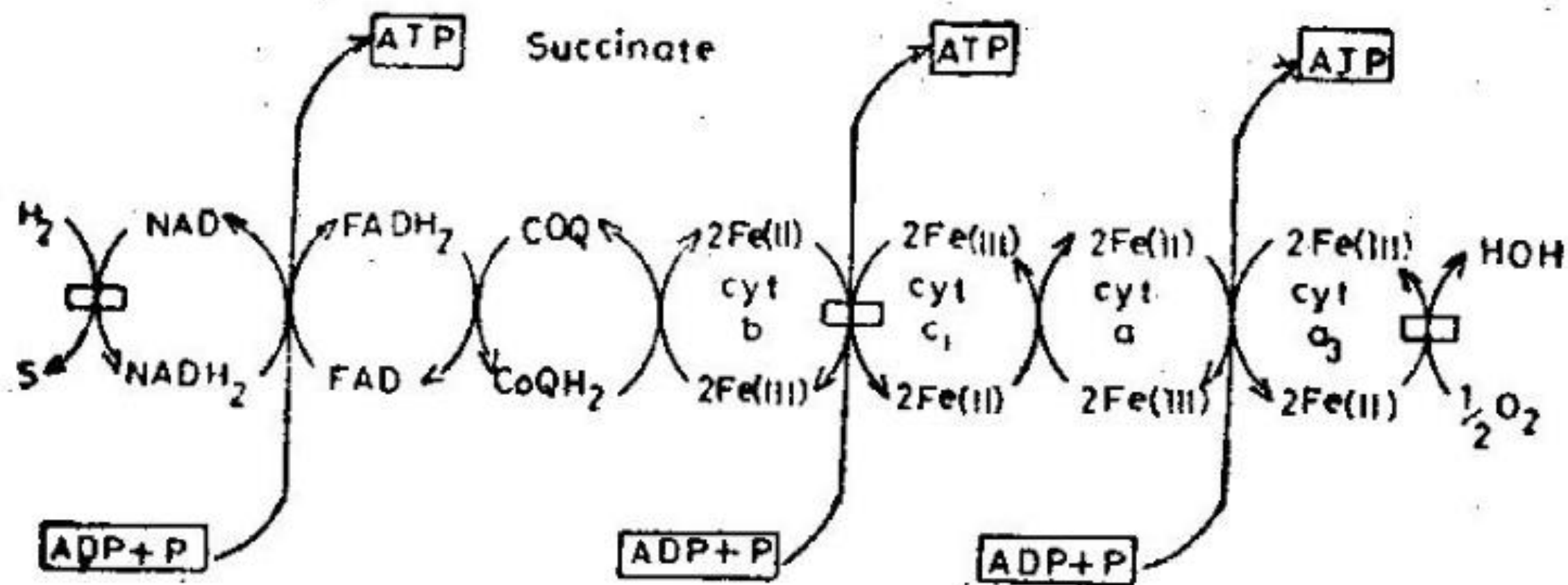
1. குறுக்கம் .
2. நீர் நீக்கம்
3. நீர் ஏற்றம் I .
4. ஆக்ஸிகரணம் I .
5. டிகார்பாக்சிலேஷன் I
6. ஆக்ஸிகரணம் II மற்றும் டிகார்பாக்சிலேஷன் II
7. தள அளவில் பாஸ்பாரிலேஷன் -
8. ஆக்ஸிகரணம் III
9. நீர் ஏற்றம் II
10. ஆக்ஸிகரணம் IV

சிட்ரிக் அமில சுழற்சி - நொதிகள்

1. சிட்ரேட் சின்தட்டேஸ்
- 3, 4. ஐசோசிட்ரிக் நொதிகள்
6. சக்சினைல் தையோகைனேஸ்
8. பியூமரேஸ்
2. அக்கோனிட்டேஸ்
5. α -கீட்டோகுளுட்டாரேட் டிஹைட்ரோஜென்னேஸ்
7. சக்சினிக் டிஹைட்ரோஜென்னேஸ்
9. மாலிக் டிஹைட்ரோஜென்னேஸ்



D. ஆக்ஸிடேட்டிவ் பாஸ்பாரிலேஷன் – NADHலிருந்து சுவாச சங்கிலி வழியே ஆக்ஸிஜனுக்குக் கடத்தப்படும் ஒவ்வொரு இணை எலக்ட்ரானுக்கும் ஆறு புரோட்டான்கள் மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் படலத்தினூடே உள்ளிருந்து வெளியே கடத்தப்படுகின்றன. இதனால் படலத்திற்கு வெளியே புரோட்டான் அடர்வு அதிகரித்து ஒரு புரோட்டான் சரிவு வாட்டம் (proton-gradient) அமைக்கப்படுகின்றது. இதனால் விளையும் மின் அழுத்தம், புரோட்டான்களை, கூட்டமைவு V மூலம் உள்ளே தள்ளி ATP உருவாக்கத்திற்கு சக்தியளிக்கின்றது. உள்ளே தள்ளப்படும் ஒவ்வொரு இணை புரோட்டானுக்கும் ADP மற்றும் கனிம Pயிலிருந்து ஒரு ATP மூலக்கூறு உருவாக்கப்படுகின்றது.



ஆக்ஸிடேட்டிவ் பாஸ்பாரிலேஷன் மற்றும் எலக்ட்ரான்
கடத்தல் மண்டலம்

மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் DNA (MDNA)

நாஸ் என்பவரும், நாஸ் மற்றும் அஃசிலியஸ் (1965) என்பவர்களும் பல்வேறுபட்ட செல்களின் மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் DNA இருப்பதைக் காட்டியுள்ளனர். நேர்முக உயிர் வேதிய ஆய்வுகளும் இதனை உறுதிப்படுத்துகின்றன.

மைட்டோகாண்ட்ரியா அதன் அளவிற்கு ஏற்றவாறு ஒன்று அல்லது இரண்டு சில சமயங்களில் 6 DNA மூலக்கூறுகளைக் கொண்டிருக்கின்றது.

அமைப்பு

மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் DNA மூலக்கூறு, வட்ட வடிவுடையதாகவும், அதிகமாக திருக்கம் கொண்டதாகவும், இரட்டை இழை கொண்டதாகவும் 5 μ அளவுடையதாகவும், இருக்கின்றது. பாக்டீரியாவின் DNAயைப் போல் இருக்கின்றது. இது உட்கரு DNAயினின்று மிகவும் வேறுபடுகின்றது. குவனைன்னும் சைட்டோசைனும் அதிக அளவு காணப்படுகின்றது. இது குரோமோசோம் போல் செயல்பட்டு இரட்டிக்கின்றன. இந்த DNA இருப்பதால் மைட்டோகாண்ட்ரியா பிரிதலின் மூலம் சுய இனப் பெருக்கம் செய்ய முடிகின்றது.

உட்கரு DNAயைப் போல் இல்லாமல் எல்லா சிறப்பினங்களின் MDNAக்களும் ஒரேமாதிரியான அமைப்பைக் கொண்டிருக்கின்றன.

MDNAயின் உருகுநிலை உட்கரு DNAயின் உருகுநிலையினின்று வேறுபடுகின்றது.

MDNAயின் மூலக்கூறு எடை 9 முதல் 11 மில்லியன் அளவுடையதாக இருக்கின்றது. தாவரங்களில் MDNA அளவு அதிகமாக இருக்கின்றது.

வேறுபட்ட சிறப்பினங்களின் மைட்டோகாண்ட்ரியா DNAக்கள் ஒரே மாதிரியான பேஸ் கூட்டமைப்பைக் கொண்டிருக்கின்றன.

MDNAயின் பணி - மைட்டோகாண்ட்ரியாவை உருவாக்கத் தேவையான மரபுச் செய்தி MDNAயில் இருக்கின்றது. எனினும் முழு மைட்டோகாண்ட்ரியாவும் MDNAயின் செய்தியினால் உருவாவதில்லை. மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் சில புரோட்டீன்கள் உட்கரு DNAயின் கட்டுப்பாட்டில் உருவாக்கப்படுகின்றன.

மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் RNA - உட்கருவிலிருந்து
தோன்றும் RNAயிலிருந்து வேறுபட்ட RNA மைட்டோகாண்ட்
ரியா துண்டுகளிலிருந்து கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

மைட்டோகாண்ட்ரியா RNA ரைபோநியூக்ளியேஸ் தொதியி
னால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் ரைபோசோம்கள் -
மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் 55 - 60 S அளவுடைய சிறிய ரைபோ
சோம்கள் இருப்பது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இவை பாக்டீரியா
செல்லின் இடையீட்டுப் பொருளில் இருக்கும் ரைபோசோம்கள்
போல் இருக்கின்றன. ஈஸ்ட் மைட்டோகாண்ட்ரியாவிலிருந்து
23S, 16S, 4S ஆகிய மூன்று வகை RNAக்கள் பிரித்தெடுக்கப்பட்
டுள்ளன.



மைட்டோகான்ட்ரியா தோன்றும் முறை (Biogenesis)

மைட்டோகான்ட்ரியா தோன்றும் விதம் குறித்து பல கோட்பாடுகள் நிலவுகின்றன. அவை:

1. தானாகவே தோன்றுகின்றது ("de novo" origin)
2. பிளாஸ்மா படலம் அல்லது எண்டோபிளாசத்தின் வலையினின்று தோன்றுகின்றது.
3. முன்பே உள்ள மைட்டோகான்ட்ரியா பிரிந்து, புதிய மைட்டோகான்ட்ரியா தோன்றுகின்றது.
4. புரோகேரியாட்டிக் தோற்றம்.

1. தானாகவே தோன்றுதல் - இக்கோட்பாட்டின்படி மைட்டோகாண்ட்ரியா, அமைனோ அமிலங்கள் கொழுப்புக்கள் இவற்றிலிருந்து தானாகவே (de novo) தோன்றுகிறது. இக்கோட்பாடு ஏற்றுக்கொள்ளப்படவில்லை.

2. பிளாஸ்மா படலம் அல்லது எண்டோபிளாசவலியினின்று தோன்றுதல் - மோரிசன் (1966) மைட்டோகாண்ட்ரியா பிளாஸ்மா படலம் அல்லது எண்டோபிளாசவலையினின்று தோன்றலாம் எனக் கூறுகின்றார், இக்கோட்பாடும் ஏற்றுக்கொள்ளப்படவில்லை.

3. முன்பே உள்ள மைட்டோகாண்ட்ரியா பிரிந்து புதிய மைட்டோகாண்ட்ரியா தோன்றுதல் - எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி ஆராய்ச்சிகள் தெளிவாக, ஏற்கனவேயுள்ள மைட்டோகாண்ட்ரியா பிரிந்து புதிய மைட்டோகாண்ட்ரியா தோன்றுவதைக் காட்டுகின்றன. சில சமயங்களில் மைட்டோகாண்ட்ரியா பெரிதாகி துகள்களாக வெடித்துச் சிதறி விடுகின்றது. ஒவ்வொரு துகளும் ஒரு புதிய மைட்டோகாண்ட்ரியாவாக உருவாகின்றன. செல் பிரிவின் பொழுது மைட்டோகாண்ட்ரியாவும் பிரிந்து இரு சேய் மைட்டோகாண்ட்ரியாக்களாகின்றன.

4. புரோகேரியாட்டித் தோற்றம் அல்லது உடன் வாழ்க்கைக் கோட்பாடு (Symbiont hypothesis).

ஆல்ட்மன் (1890) போன்ற முன்னாள் செல்லியல் அறிஞர்கள் மைட்டோகாண்ட்ரியா, புரோகேரியாட்டிச் செல்களினின்று

தோன்றியிருக்கும் எனக் கூறுகிறார்கள். இவர்கள் கோட்பாட்டின் படி பரிணாமக் காலத்தில், மைட்ரோகான்ட்ரியாவும், பசுங்கணிகங்களும், யூகேரியாட்டிக் செல்களினுள் நுழைந்த செல்லுள் ஒட்டுண்ணிகள் ஆகும். இவை யூகேரியாட்டிக் செல்களினுள் உடன்வாழ்க்கை வாழ்கின்றன. மைட்டோகான்ட்ரியா, பாக்டீரியா செல்களினின்றும், பசுங்கணிகங்கள் நீலப்பச்சைப் பாசிகளினின்றும் தோன்றியிருக்க வேண்டும் எனக் கூறுகின்றனர். இதனால்தான் ஆல்ட்மன் மைட்டோ கான்ட்ரியாவை "பையோபிளாஸ்ட்" என்றழைக்கின்றனர்.