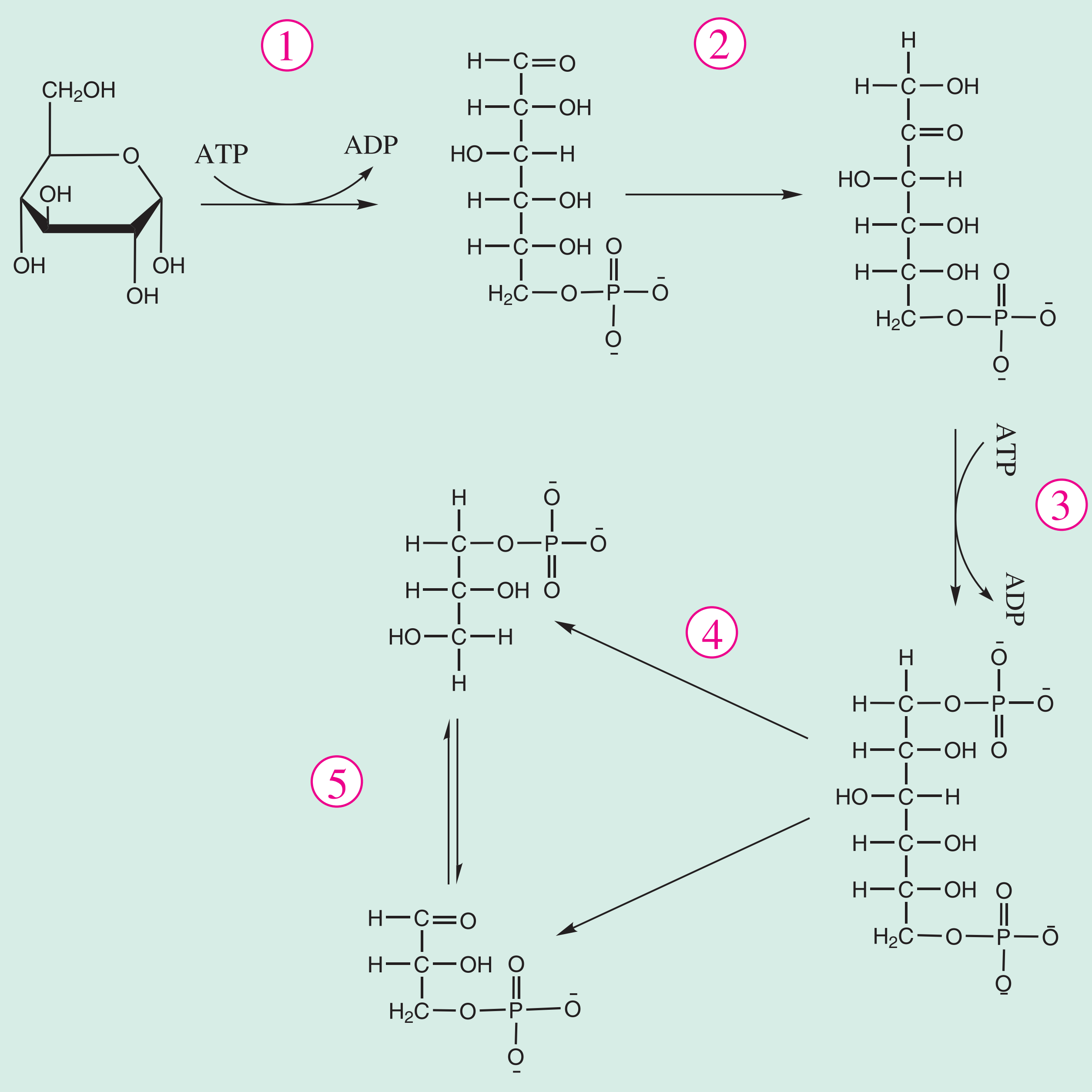
பயன்படுத்தப்படுவதால் சமநிலையானது கிளிசரால்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட் உருவாதலை நோக்கி நகர்கிறது. கிளைக்காலிசிஸ் தொடர்ந்து நடைபெறும் போது அனைத்து DHAP மூலக்கூறுகளும் கிளிசரால்டிஹைடு – 3– பாஸ்பேட்டாக மாற்றமடைகின்றன.



படம் 3.3 கிளைக்காலிசிஸ் செயல்முறையின் முன்துவக்க நிலை.

ஆற்றல் பெறும் படிநிலைகளில் நிகழும் வினைகள்

படி 6: கிளிசரால்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட்டானது NAD^+ ஆல் ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. இவ்வினையில் NAD^+ ஆனது NADH மற்றும் H^+ ஆக ஒடுக்கமடைகிறது. இவ்வினை ஆற்றல் தரும் வினையாகும், வெளிப்படும் ஆற்றல் கிளிசரால்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட்டை அதிக ஆற்றல் மூலக்கூறான 1,3 பிஸ்பாஸ்போகிளிசரேட்டாக பாஸ்பாரிலேற்றம் செய்ய பயன்படுகிறது. இங்கு பாஸ்பாரிலேற்றத்திற்கு கனிம பாஸ்பேட் (P_i) பயன்படுகிறது. இப்படிநிலையில் கிளிசரால்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

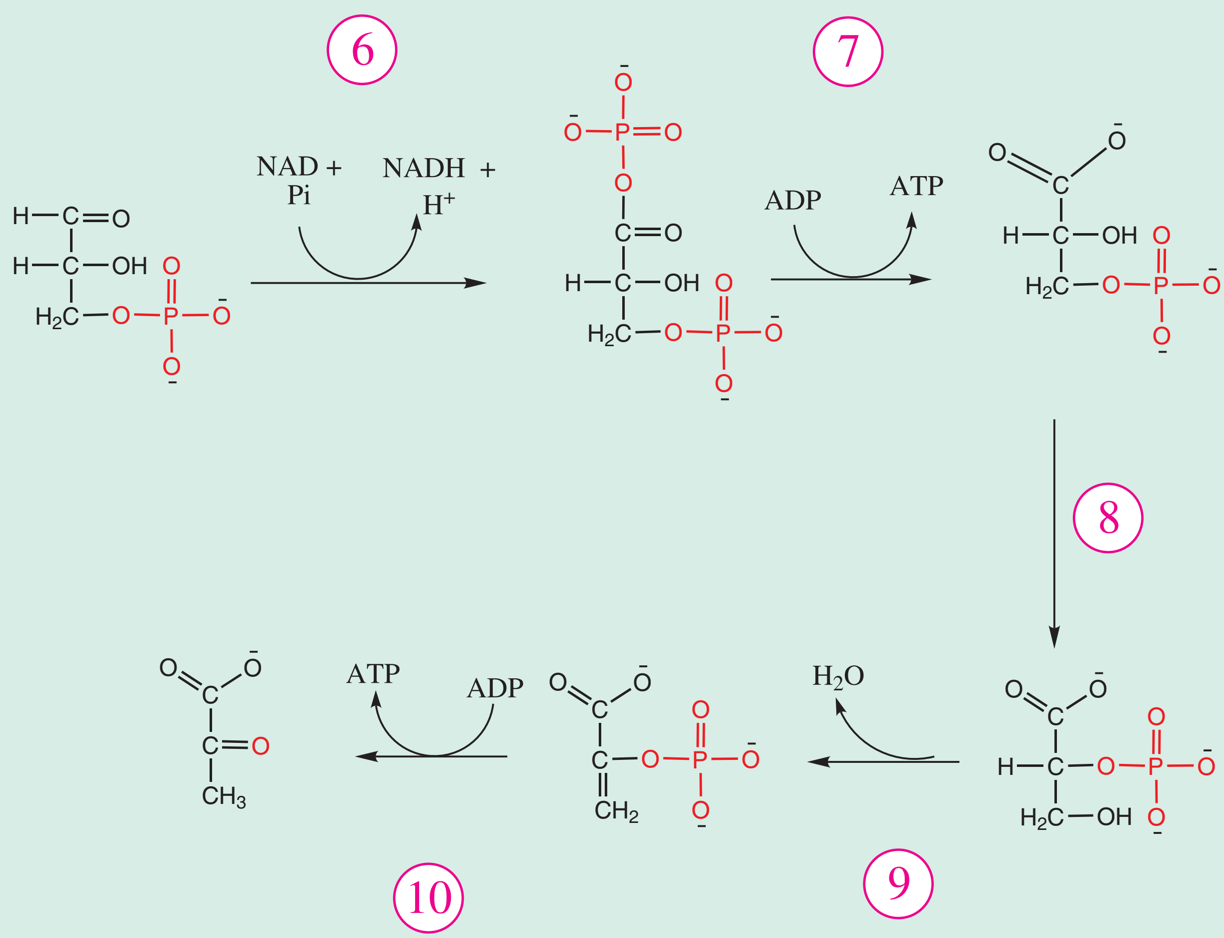
XII U3 Carbohydrates_TM.indd 71 5/8/2019 4:11:01 PM

படி 7: ADP க்கு ஒரு பாஸ்பேட் தொகுதியைப் பரிமாற்றம் செய்வதன் மூலம் 1,3 பிஸ்பாஸ்போகிளிசரேட்டானது 3 பாஸ்போ கிளிசரேட்டாக மாற்றமடைகிறது. இப்படிநிலையில் பாஸ்போகிளிசரோகைனேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

படி 8: 3– பாஸ்போ கிளிசரேட்டானது மாற்றியமாதலுக்குட்பட்டு 2 பாஸ்போ கிளிசரேட்டை தருகிறது. இவ்வினைக்கு பாஸ்போகிளிசரேட்மியூட்டேஸ் வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

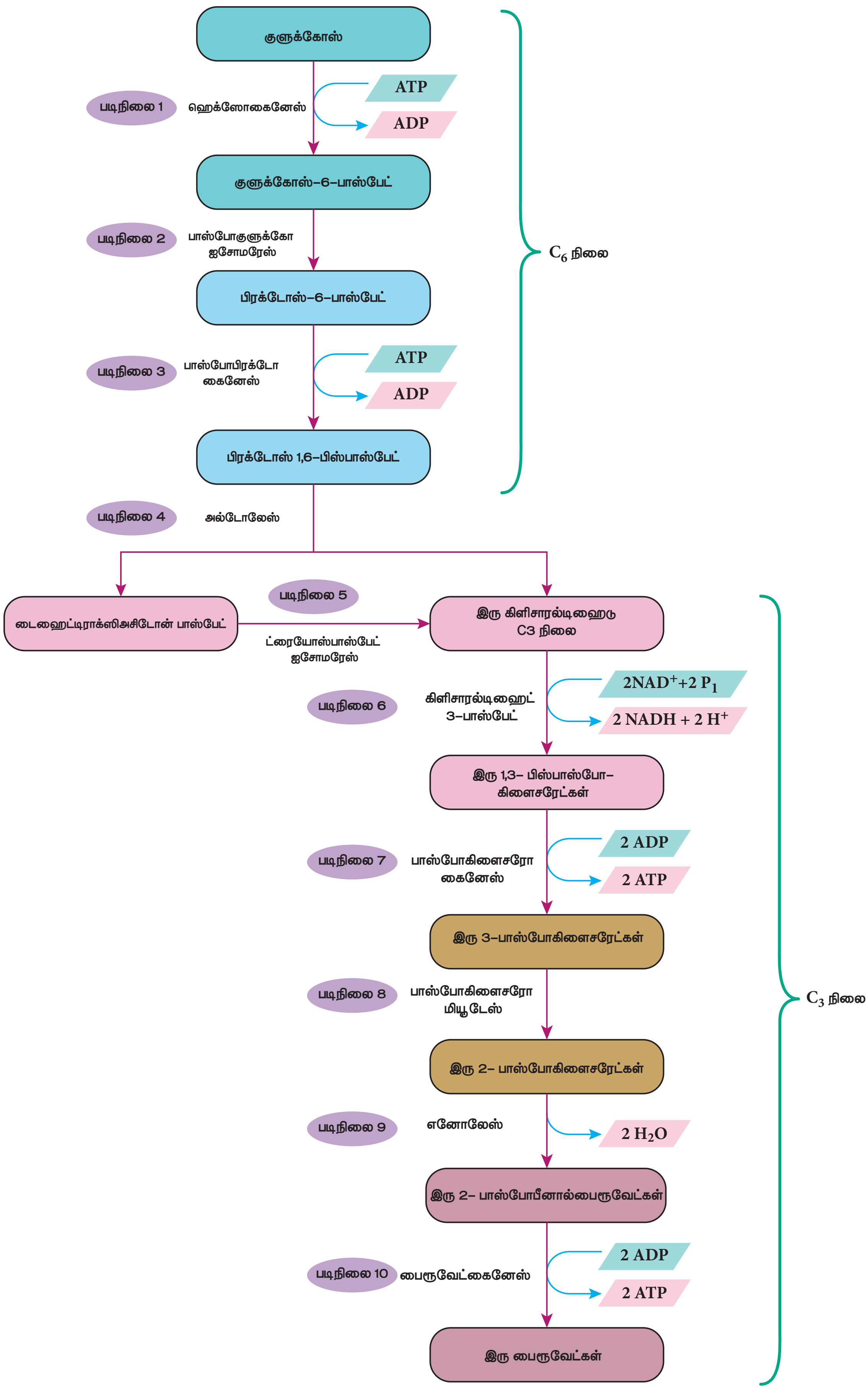
படி 9: 2 – பாஸ்போகிளிசரேட்டானது ஒரு நீர் மூலக்கூறை இழந்து பாஸ்போஈனால் பைருவேட்டைத் (PEP) தருகிறது. இப்படிநிலையில் ஈனாலேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது. PEP ஆனது நிலைப்புத் தன்மை அற்ற அதிக ஆற்றலையுடைய மூலக்கூறு ஆகும். கிளைக்காலிசிஸின் இறுதி படிநிலையில் இது பாஸ்பேட் தொகுதியை இழக்கிறது.

படி 10: இறுதி படிநிலையில் PEP ஆனது பாஸ்பேட் தொகுதியை ADP யிடம் இழந்து பைருவேட்டை தருகிறது. இது கிளைக்காலிசிஸின் இறுதி விளைப்பொருளாகும். இவ்வினையில் ஒரு மூலக்கூறு ATP உருவாகிறது. மேலும், இவ்வினையில் பைருவேட் கைனேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.



படம் 3.4 கிளைகாலிஸ்சின் செயல்முறையின் ஆற்றல் பெறும் நிலை

கிளைகோலைசிஸ்



குளுக்கோஸ்
படிநிலை 1
ஹெக்ஸோகைனேஸ்
ATP
ADP
குளுக்கோஸ்–6–பாஸ்பேட்
படிநிலை 2
பாஸ்போகுளுக்கோ ஐசோமரேஸ்
பிரக்டோஸ்–6–பாஸ்பேட்
படிநிலை 3
பாஸ்போபிரக்டோ கைனேஸ்
ATP
ADP
பிரக்டோஸ் 1,6–பிஸ்பாஸ்பேட்
C_6 நிலை
படிநிலை 4
அல்டோலேஸ்
டைஹைட்ராக்ஸிஅசிடோன் பாஸ்பேட்
படிநிலை 5
ட்ரையோஸ்பாஸ்பேட் ஐசோமரேஸ்
இரு கிளிசரால்டிஹைடு C3 நிலை
படிநிலை 6
கிளிசரால்டிஹைட் 3–பாஸ்பேட்
$2NAD^+ + 2 P_1$
$2 NADH + 2 H^+$
இரு 1,3– பிஸ்பாஸ்போ–கிளைசரேட்கள்
படிநிலை 7
பாஸ்போகிளைசரோ கைனேஸ்
2 ADP
2 ATP
இரு 3–பாஸ்போகிளைசரேட்கள்
படிநிலை 8
பாஸ்போகிளைசரோ மியூடேஸ்
இரு 2– பாஸ்போகிளைசரேட்கள்
படிநிலை 9
எனோலேஸ்
$2 H_2O$
இரு 2– பாஸ்போயீனால்பைருவேட்கள்
படிநிலை 10
பைருவேட்கைனேஸ்
2 ADP
2 ATP
இரு பைருவேட்கள்
C_3 நிலை

3.3.2 கிளைகாலிசிஸ் செயல்முறையின் சுருக்கம்

கிளைகாலிசிஸ் வினை நிறைவடைந்த நிலையில், ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறானது இரு பைருவேட் மூலக்கூறுகளாக மாற்றமடைகிறது. மேலும் இரு ATP மற்றும் இரு NADH ஆகியன முறையே ADP மற்றும் NAD^+ ஆகியவற்றிலிருந்து உருவாகின்றன. NAD^+ இணை நொதியை மீளப்பெற, NADH ஆனது கண்டிப்பாக மீள ஆக்சிஜனேற்றமடைய வேண்டும். ஆக்சிஜன் இருப்பின், பைருவேட்டானது செல்சுவாசத்தில் முழுவதுமாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து கார்பன் டை ஆக்சைடை தருகிறது. மேலும் NAD^+ மீள உருவாகிறது. இச்செயல்முறையின் போது அதிக ATP மூலக்கூறுகள் உருவாகிறது. காற்றில்லா சூழலில் இது லாக்டேஸ்டிஹைட்ரோஜெனேஸ் என்ற நொதியினால் லாக்டேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. மேலும், NAD^+ மீள உருவாகிறது. இங்கு ATP மூலக்கூறுகள் மேலும் உருவாவதில்லை.

3.3.3 கிளைகாலிசிஸ் நிகழ்வின் ஆற்றல் நிலை

கிளைகாலிசிஸின் போது ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் ஆனது இரு மூலக்கூறுகள் ATP மற்றும் இரு மூலக்கூறுகள் NADH ஆகியனவற்றை தருகிறது. ATP மூலக்கூறுகள் ஆற்றல் மூலமாக செயல்படுகின்றன. NADH மூலக்கூறுகள் மைட்ரோகாண்டிரியாவில் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து அதிக எண்ணிக்கையில் ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகின்றன(தோராயமாக ஒரு NADH மூலக்கூறுக்கு மூன்று ATP மூலக்கூறுகள்).

படிநிலை எண்	விளக்கம்	உருவான ATP மூலக்கூறுகள்/ NADH மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை
6	கிளிசராட்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட்டிலிருந்து, 1,3 – பிஸ்பாஸ்போ கிளிசரேட் உருவாதல்	2 NADH
7	1,3 – பிஸ்பாஸ்போ கிளிசரேட்டிலிருந்து, 3 – பாஸ்போ கிளிசரேட் உருவாதல்.	2 ATP
10	பாஸ்போஈனால் பைருவேட்டிலிருந்து பைருவேட் உருவாதல்.	2 ATP
1,3	குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட் மற்றும் ஃபிரக்டோஸ் – 1,6 – பாஸ்பேட் உருவாதல்	2 ATP (பயன்படுத்தப்படுதல்)
ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸிற்கு உருவாகும் நிகர ATP மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை		2 ATP
ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸிற்கு உருவாகும் நிகர NADH மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை		2 NADH

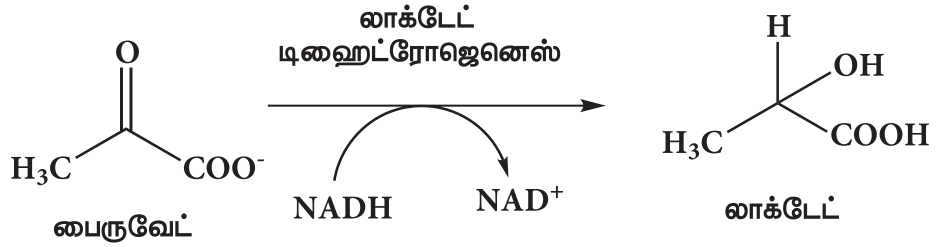
3.3.4 காற்றில்லா சூழலில் கிளைக்காலிசிஸ்

சில உயிரினங்கள், ஆக்சிஜன் இல்லா சூழலில் தொடர்ச்சியாக ஆற்றலை உருவாக்கும் இயல்பினை கொண்டுள்ளன. இந்நேர்வில் கிளைக்காலிசிஸைத் தொடர்ந்து காற்றில்லா செயல்முறையில் ATP உருவாகிறது.

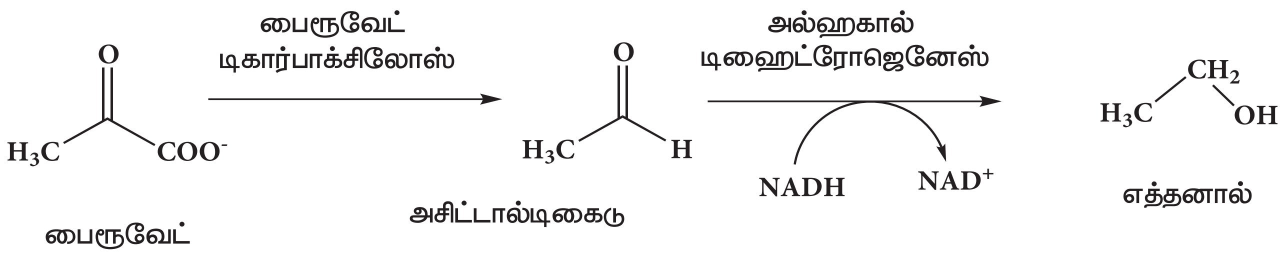
ஏற்கனவே விவரிக்கப்பட்டவாறு, வரம்பிற்குட்பட்ட ஆக்சிஜன் காணப்படும் போது, காற்றில்லா கிளைக்காலிசிஸ் செயல்முறையில் குளுக்கோஸானது லாக்டேட்டாக மாற்றமடைகிறது. ஆக்சிஜன்

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 74 5/8/2019 4:11:01 PM

அளவானது குறையும் போது தசை செல்கள் லாக்டிக் அமில நொதித்தல் செயல்முறையை பயன்படுத்தி தொடர்ச்சியாக ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகின்றன. எனினும் இச்செயல்முறையில், லாக்டேட் மிகுதியாக சேகரமாவதால் தசைச் சோர்வு மற்றும் வலி ஆகியன ஏற்படுகின்றன. தசை செல்களில் போதுமான ஆக்சிஜன் இல்லாத போது இறுதி எலக்ட்ரான் ஏற்பியான பைருவேட்டானது லாக்டேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ் என்ற நொதியால் லாக்டேட்டாக மாற்றப்படுவதுடன் NAD^+ மீள உருவாகிறது.



பெரும்பாலான ஈஸ்டுகள் குளுக்கோஸை பைருவேட்டாக மாற்றுவதற்கு பதிலாக, ஆல்கஹால் நொதித்தல் செயல்முறையில் எத்தனால் மற்றும் கார்பன் டை ஆக்சைடாக மாற்றுகின்றன. இச்செயல்முறையில் முதலில் பைருவேட்டானது, தையமின்பைரோபாஸ்பேட் மற்றும் Mg^{2+} முன்னிலையில், பைருவேட் டிகார்பாக்சிலேஸ் என்ற நொதியால் அசிட்டால்ஹைடாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வினையின் போது கார்பன் டை ஆக்சைடு வெளியேறுகிறது. அசிட்டால்டிஹைடானது பின்னர் ஆல்கஹால் டிஹைட்ரோஜெனேஸ் என்ற நொதியால் எத்தனாலாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வினையில் NADH ஆனது NAD^+ ஆக ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது.



3.4 டிரைகார்பாக்சிலிக் அமில சுழற்சி

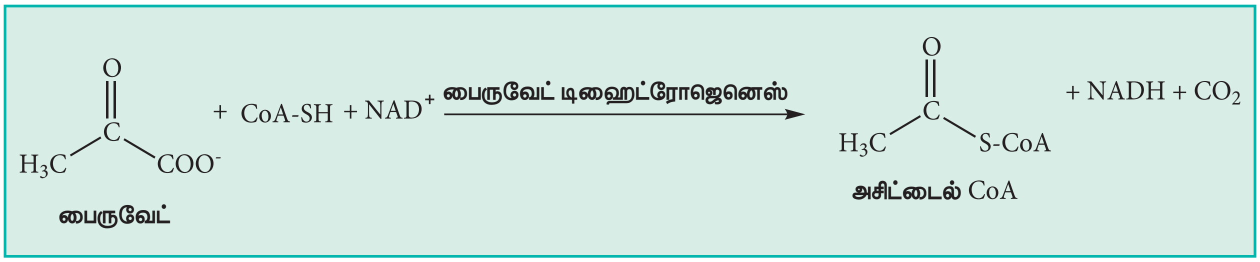
யூக்கேரியாட்டுகள் மற்றும் புரோக்கேரியாட்டுகளில் நிகழும் ஒரு பொதுவான ஆக்சிஜனேற்ற சிதைதல் சிட்டிரிக் அமில சுழற்சி ஆகும். இச்செயல்முறை மைட்டோகாண்டிரியாவில் நிகழ்கிறது. இச்சுழற்சி செயல்முறையானது டிரைகார்பாக்சிலிக் அமில சுழற்சி அல்லது கிரெப் சுழற்சி எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. மேலும், இது செல் சுவாசத்தின் மைய நிகழ்வு ஆகும். கார்போ ஹைட்ரேட்டுகள், கொழுப்பு அமிலங்கள் மற்றும் அமினோ அமிலங்களின் பெரும்பகுதி ஆக்சிஜனேற்றம் இச்செயல்முறையில் நிகழ்கிறது. மேலும் இச்செயல்முறையின் மூலம் பல்வேறு உயிர் தொகுப்பு முன்வினை பொருட்கள் உருவாகின்றன. சிட்ரிக் அமில சுழற்சி ஆனது இருமை தன்மை உடையது. அதாவது இச்சுழற்சியானது வளர்தொகுப்பு மாற்றம் மற்றும் சிதைவு மாற்றம் ஆகிய இரு வழிகளிலும் நிகழ்கிறது. கிளைக்காலிசிஸ் செயல்முறையைப் போலன்றி, சிட்ரிக் அமில சுழற்சியானது ஒரு சுழற்சி செயல்முறையாகும். அதாவது இச்செயல்முறையின் இறுதி படிநிலையில், இதன் முதல் படிநிலையில் பயன்படுத்தப்படும் வினை பொருளானது மீளவும் உருவாகிறது. சிட்ரிக் அமில சுழற்சியானது ஒரே ஒரு GTP (ATP மூலக்கூறுக்கு இணையானது) உருவாக்குகிறது. மேலும் இச்செயல்முறையில் ஆக்சிஜன் நேரடியாக பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 75 5/8/2019 4:11:02 PM

3.4.1 டிரைகார்பாக்சிலிக் அமில சுழற்சியில் நிகழும் வினைகள்

பைருவேட்டின் (குளுக்கோஸ் மற்றும் பிற வளர்சிதை செயல்முறைகளின் மூலம் பெறப்பட்டவை) ஆக்சிஜனேற்றத்தால் உருவாகும் அசிட்டைல் இணை நொதி – A ஆனது TCA சுழற்சியில் துவக்க வினை பொருளாக பயன்படுகிறது. மேலும், தொடர்ச்சியான வினைகளில் ஆற்றலானது, NADH, $FADH_2$ மற்றும் GTP மூலக்கூறுகளின் பிணைப்பு வடிவில் பெறப்படுகிறது. TCA சுழற்சியில் உருவாகும் ஒடுக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான் கடத்திகளான NADH மற்றும் $FADH_2$ ஆகியன அவைகளின் எலக்ட்ரான்களை எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலிக்கு கடத்துவதின் விளைவாக ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றம் நடைபெறுகிறது. மேலும் செல் சுவாசமானது பெரும்பாலான ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகிறது.

முதல் படிநிலை துவங்கும் முன்னர், ஒரு பரிமாற்ற நிலை நிகழ்கிறது. இந்நிலையில் பைருவேட்டானது, அசிட்டைல் இணை நொதி – A யாக மாற்றப்படுகிறது. இந்நிகழ்வானது மைட்டோகாண்டிரியாவில் நிகழ்கிறது. மேலும் கிளைக்காலிசிஸ் மற்றும் TCA சுழற்சிக்கு ஒரு இணைப்பினை ஏற்படுத்துகிறது. இதில் பின்வரும் எட்டு படிநிலைகள் உள்ளன.

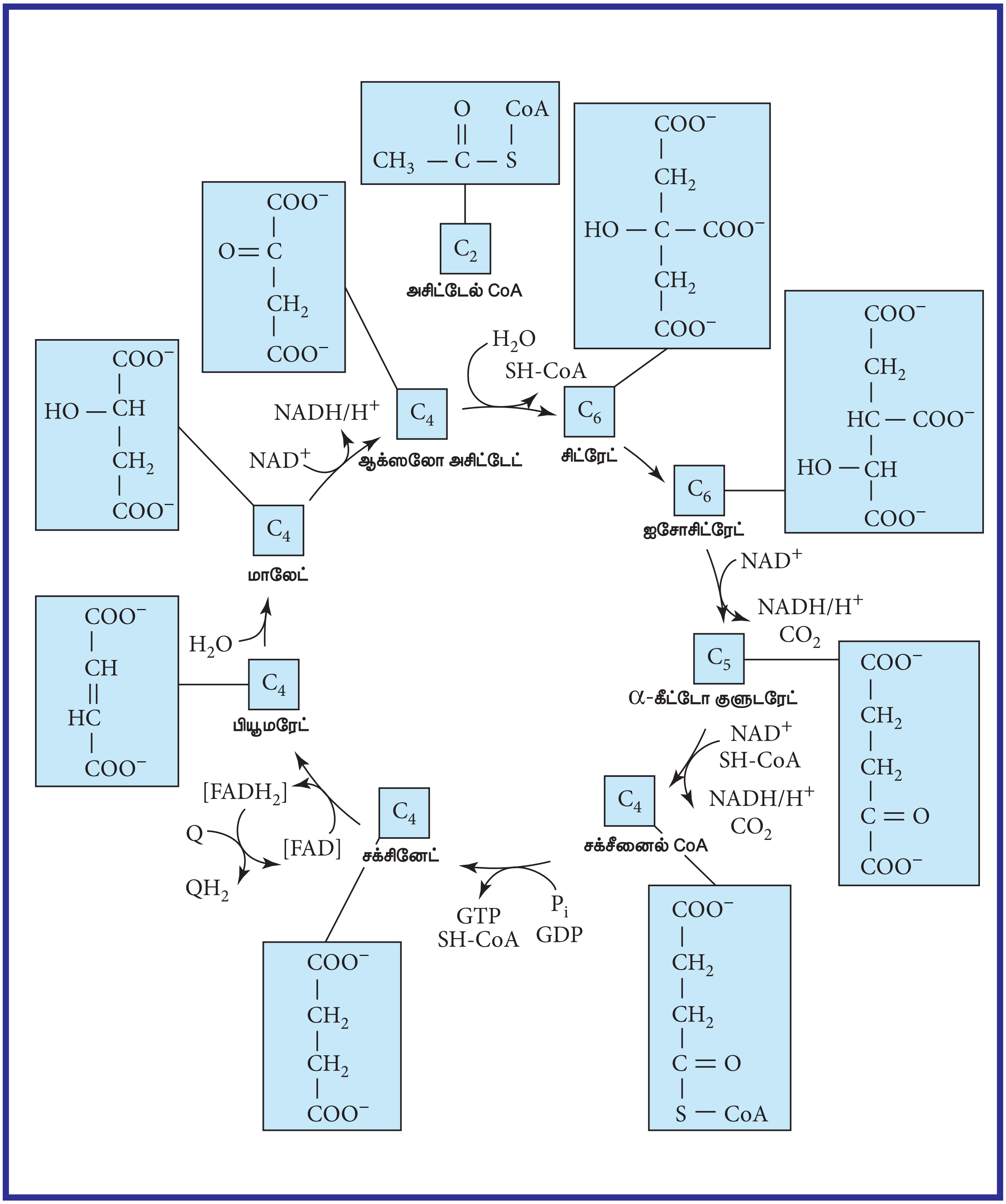


படி 1: இச்சுழற்சியின் முதல் படிநிலையில் அசிட்டைல் இணை நொதி – A (இரு கார்பன்) ஆனது ஒரு ஆக்சலோ அசிட்டேட் மூலக்கூறு (4 கார்பன்) உடன் குறுக்க வினையில் ஈடுபட்டு சிட்ரேட்டைத் (6 கார்பன்) தருகிறது. இவ்வினையில் சிட்ரேட் சின்தசேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது. இணை நொதி – A ஆனது ஒரு தயால் (SH) தொகுதியுடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும், விரவி இறுதியாக மற்றும் ஒரு அசிட்டைல் தொகுதியுடன் இணைகிறது. இப்படிநிலையானது மீளும் தன்மையுடையது. ஏனெனில் இது ஒரு அதிக ஆற்றல் வெளிபடும் செயல்முறையாகும். இவ்வினையின் வினைவேகமானது எதிர் பின்னூட்டம் மற்றும் கிடைக்கக்கூடிய ATP ஆகியவற்றால் கட்டுபடுத்தப்படுகிறது. ATP அளவு அதிகரிக்கும் போது, வினைவேகம் குறைகிறது. ATP யின் அளவானது குறைவாக இருக்கும் நிலையில் வினைவேகம் அதிகரிக்கிறது.

படி 2: இரண்டாம் படியில் சிட்ரேட்டானது அதன் மாற்றியமான ஐசோசிட்ரேட்டாக அக்கோனிடேஸ் நொதியால் மாற்றமடைகிறது.

படி 3: மூன்றாம் படியில் ஐசோசிட்ரேட் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து ஐந்து கார்பன் மூலக்கூறான α – கீட்டோ குளூட்ரேட்டை தருகிறது. மேலும் கார்பன்டை ஆக்சைடு மூலக்கூறு வெளியேறுகிறது. இப்படிநிலையில், மேலும் இரு எலக்ட்ரான்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. இவை NAD^+ மூலக்கூறை NADH ஆக ஒடுக்குகிறது. இப்படிநிலையில் ஐசோசிட்ரேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

படி 4: இப்படியில், α – கீட்டோ குளூட்ரேட்டானது இணை நொதி – A யின் முன்னிலையில் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து நான்கு கார்பன் மூலக்கூறான சக்சினைல் இணை நொதி – A வைத் தருகிறது. இப்படிநிலையிலும் NAD^+ ஆனது NADH ஆக ஒடுக்குகிறது. இப்படிநிலையில் α – கீட்டோ குளூட்ரேட்டிஹைட்ரோஜெனேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.



படி 5: இப்படியில் சக்சினைல் இணை நொதி – A ஆனது சக்சினேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வினையில் அதிகளவு ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இந்த ஆற்றலானது குவானைன் டைபாஸ்பேட்டுடன் (GDP) ஒரு கனிம பாஸ்பேட்டை சேர்த்து, குவானைன் டிரைபாஸ்பேட்டாக (GTP) பாஸ்பாரிலேற்றமடையச் செய்ய பயன்படுகிறது. GTP ஆனது ATP யின் ஆற்றலுக்கு இணையானது. இது புரத தொகுத்தலின் முதன்மையாக பயன்படுகிறது. எனினும், இதன் பயன்பாடு வரம்பிற்குட்பட்டது. இவ்வினையில் சக்சினைல் – இணை நொதி – A சிந்தடேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 77 5/8/2019 4:11:02 PM

படி 6: இப்படியானது நீரகற்றும் நிகழும் ஒரு படியாகும். இதில் சக்சினேட்டானது பியூமரேட்டாக மாற்றமடைகிறது. இரு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் FAD க்கு பரிமாற்றம் செய்யப்படுவதால் $FADH_2$ உருவாகிறது. NADH போலன்றி இந்த கடத்தியானது சக்சினேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ் நொதியுடனேயே இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இது இவ்வினையில் வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது. மேலும் எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலிக்கு நேரடியாக எலக்ட்ரானை பரிமாற்றம் செய்கிறது.

படி 7: இப்படிநிலையில் பியூமரேட்டுடன் நீர் மூலக்கூறு சேர்ந்து மாலேட் உருவாகிறது. இவ்வினையில் பியூமரேஸ் வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

படி 8: சிட்ரிக் அமில சுழற்சியின் இந்த இறுதி படிநிலையில் மாலேட் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து மீளவும் ஆக்சலோ அசிட்டேட் உருவாகிறது. மேலும் ஒரு NADH மூலக்கூறு இவ்வினையில் உருவாகிறது. இவ்வினையில் மாலேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ் வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

3.4.2 டிரைகார்பாசிலிக் அமில சுழற்சியின் ஆற்றல்

இச்சுழற்சியின் ஒரு முழுமையான சுற்றில் ஒரு அசிட்டைல் இணை நொதி – A மூலக்கூறு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

- இரு மூலக்கூறு கார்பன் டை ஆக்சைடு வெளியேறுகிறது.
- மூன்று மூலக்கூறுகள் NADH மற்றும் ஒரு மூலக்கூறு $FADH_2$ ஆகியன உருவாகின்றன.
- ஒரு மூலக்கூறு GTP உருவாகிறது.

உயர் ஆற்றல் மூலக்கூறு	TCA சுழற்சியில் உருவாகும் எண்ணிக்கை	ஒரு மூலக்கூறால் உருவாகும் ATP எண்ணிக்கை	ATP யின் மொத்த எண்ணிக்கை
NADH	3	3	9
$FADH_2$	1	2	2
GTP	1	1	1
ஒரு அசிட்டைல் இணை நொதி - A மூலக்கூறிலிருந்து உருவாகும் ATP மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை			12

3.5 ஹெக்சோஸ் மோனோபாஸ்பேட் இணை வழித்தடம்

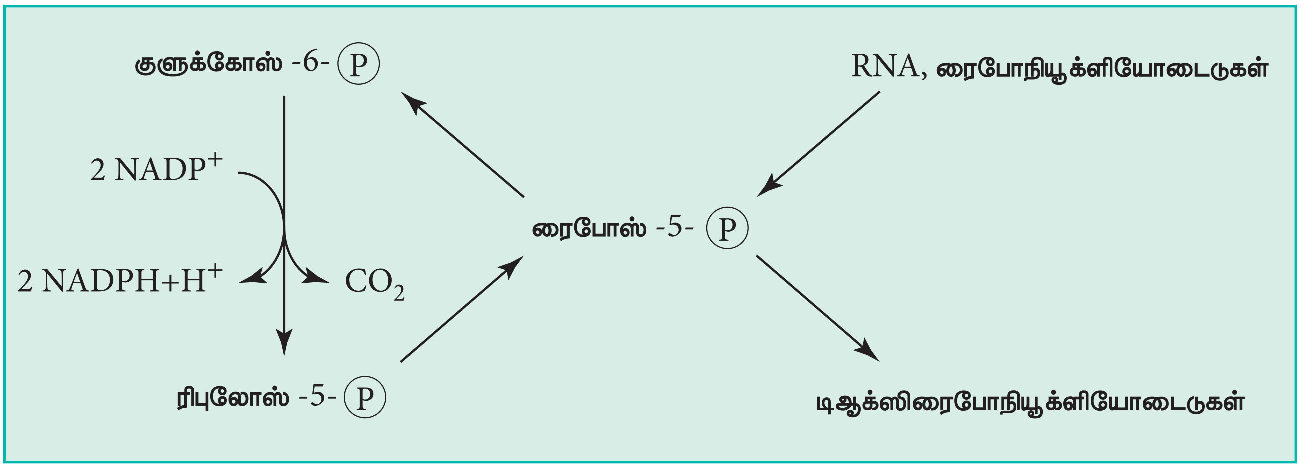
குளுக்கோஸானது கிளைக்காலிசிஸ் மற்றும் சிட்ரிக் அமில சுழற்சியின் மூலமாக ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து ஆற்றலை உருவாக்குகிறது மேலும் தேவையான முன்வினை பொருட்களை உருவாக்குகிறது என நாம் இதுவரையில் பயின்றுள்ளோம். எனினும், மற்ற பிற வழிமுறைகளும் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. அத்தகைய ஒரு வழிமுறை ஹேக்சோஸ்மோனோபாஸ்பேட் இணை வழித்தடமாகும். செல்களின் மைட்டோகாண்டிரியாவில் சூழ்ந்துள்ள கரையும் பகுதியில் நிகழ்கிறது. இவ்வழிமுறையானது குளுக்கோஸ் – 6 –

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 78 5/8/2019 4:11:02 PM

பாஸ்பேட்டில் துவங்குகிறது. இவ்வழிமுறையானது பென்டோஸ் மற்றும் ஹேக்சோஸ் ஆகிய இரண்டையும் உள்ளடக்கியதால் பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழிமுறை எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இவ்வழிமுறையில் இரண்டு படிநிலைகள் உள்ளன. அவையாவன, ஆக்சிஜனேற்றமடையும் நிலை மற்றும் மீள உருவாகும் நிலை (ஆக்சிஜனேற்றமடையா நிலை). ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில், குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டானது ஆக்சிஜனேற்றம் மற்றும் கார்பாக்சில் நீக்க வினைக்குட்பட்டு ரிபுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டைத் தருகிறது. இப்படிநிலையில் இரு NADPH (NADH க்கு இணையானது) உருவாகிறது.

NADH ஆனது சுவாச சங்கிலியில் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து ATP மூலக்கூறை உருவாக்குகிறது. ஆனால், NADPH ஆனது கொழுப்பு அமிலங்கள் மற்றும் கொலஸ்ட்ரால் போன்ற மூலக்கூறுகளின் ஒடுக்க உயிர் தொகுப்பு வினைகளில் ஹைட்ரஜன் மற்றும் எலக்ட்ரான் வழங்கியாக செயல்படுகிறது. இதுவே NADPH மற்றும் NADH க்கு இடையேயான அடிப்படை வேறுபாடாகும்.

உயிர் தொகுப்பு வினைகளுக்கு ரிபோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டை பயன்படுத்தாத செல்களில் ஆக்சிஜனேற்றமடையா நிலையானது ஆறு மூலக்கூறு பென்டோஸை மறு சுழற்சி செய்து ஐந்து மூலக்கூறுகள் ஹேக்சோசான குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டை உருவாக்குகிறது. மேலும் NADPH ஆனது தொடர்ந்து உருவாவதை அனுமபதிப்பதுடன் குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டை (ஆறு சுழற்சிகளில்) கார்பன் டை ஆக்சைடாக மாற்றுகிறது.



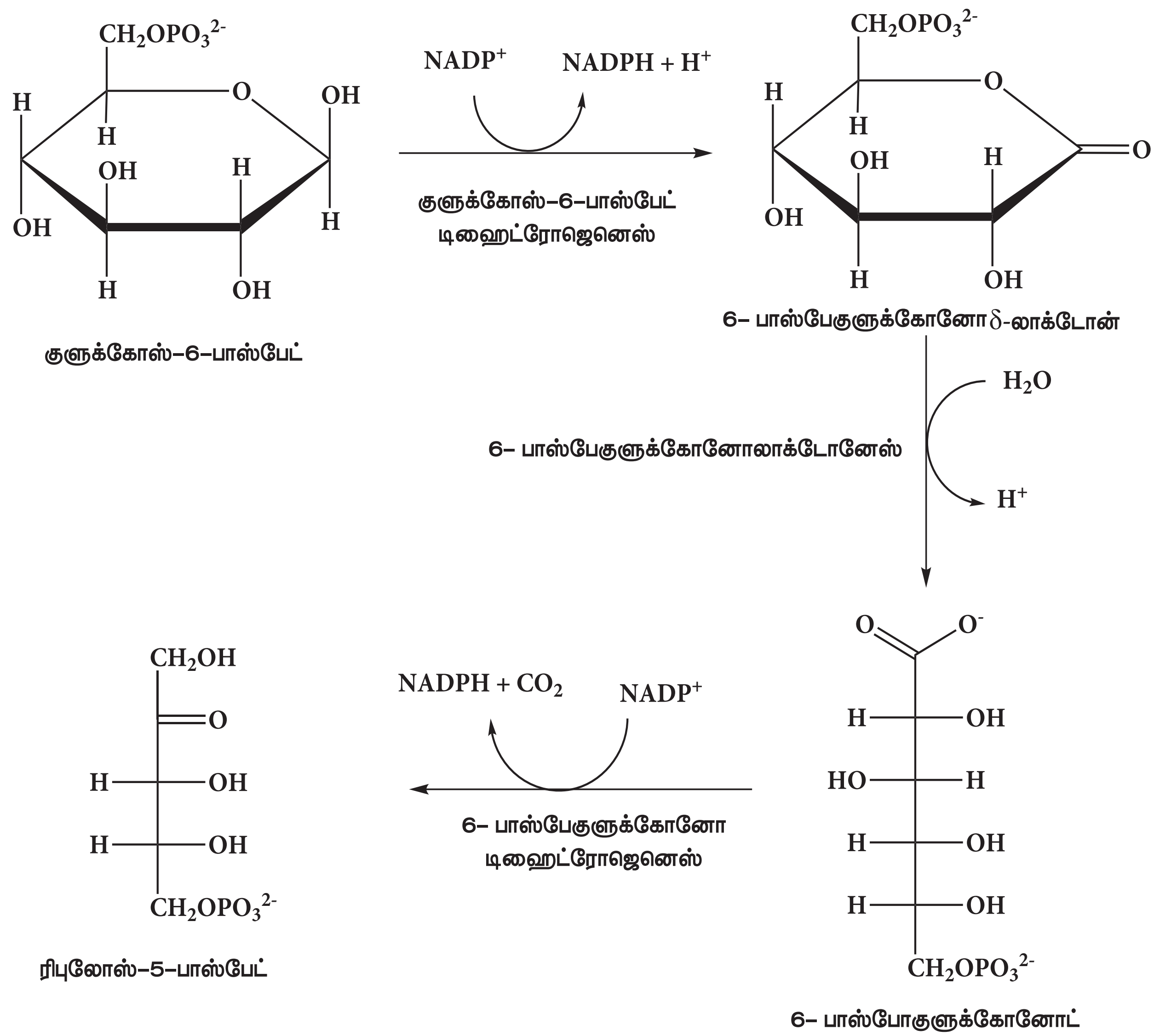
ஆக்சிஜனேற்ற படிநிலையில் நிகழும் வினைகள்

ஆக்சிஜனேற்ற படிநிலையில் மூன்று நொதிகள் தேவைப்படுகின்றன.

படி 1: இப்படியில் குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ் ஆனது குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டை, 6 – பாஸ்போகுளுக்கோனோலாக்டோனாக மாற்றுகிறது. மேலும் ஒரு மூலக்கூறு NADP+ ஆனது NADPH ஆக ஒடுக்கமடைகிறது.

படி 2: இப்படியில் குளுக்கோனோ லாக்டோனேஸ் ஆனது உள்எஸ்டர் பிணைப்பினை பிளவுறச் செய்து 6 – பாஸ்போகுளுக்கோனேட்டைத் தருகிறது.

படி 3: இப்படியில் 6 – பாஸ்போகுளுக்கோனேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ் ஆனது மற்றுமொரு NADP+ ஒடுக்குகிறது. மேலும் 6 – பாஸ்போ குளுக்கோனேட்டை கார்பாக்சில் நீக்கமடையச் செய்து ரிபுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டைத் (பென்டோஸ்) தருகிறது.



3.5.2 ஆக்சிஜனேற்றமடையாப் படிநிலை

ரிபுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட் எபிமரேஸ், (RE), ரிபுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட் ஐசோமரேஸ் (RI), டிரான்ஸ்கீட்டோலேஸ் (TK) மற்றும் டிரான்ஸ்ஆல்டோலேஸ் (TA) ஆகிய நொதிகள் இப்படிநிலையோடு தொடர்புடையன. இவைகள் பின்வரும் வினைகள் நிகழ காரணமாக அமைகின்றன.

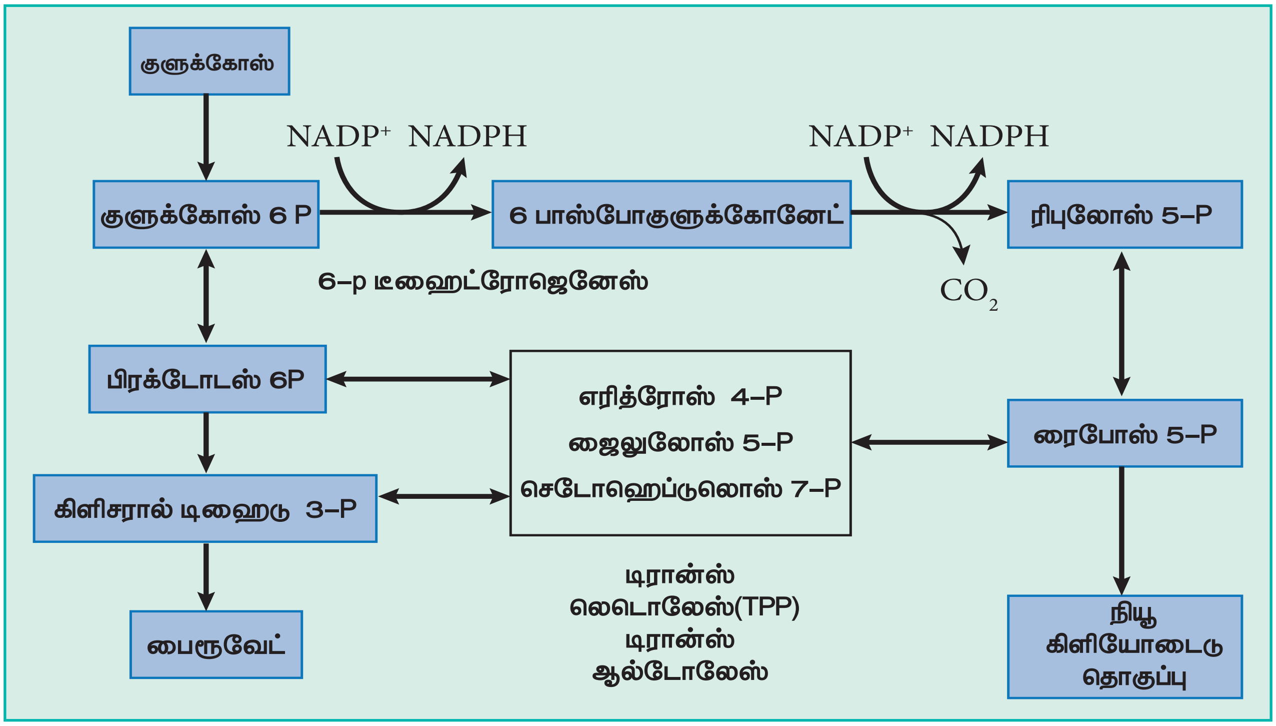
படி 1: இரு மூலக்கூறு ரிபுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டானது சைலுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டாக ரிபுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட் எபிமரேஸ் என்ற நொதியால் மாற்றமடைகிறது. மேலும், ரிபுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட் ஐசோமரேஸ் என்னும் நொதியால் மூன்றாவது மூலக்கூறானது ரிபோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டாக மாற்றமடைகிறது.

படி 2: ஒரு சைலுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டிலிருந்து ஒரு C2 அலகினை டிரான்ஸ்கீட்டோலேஸ் ஆனது ரிபோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டுக்கு மாற்றுவதால் கிளிசரால்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட் மற்றும் C7 சர்க்கரையான செடோஹெப்டுலோஸ் – 7 – பாஸ்பேட் உருவாகிறது.

படி 3: செடோஹெப்டுலோஸ் – 7 – பாஸ்பேட்டிலிருந்து ஒரு C3 அலகானது டிரான்ஸ்ஆல்டலோஸால் மீளவும் கிளிசரால்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட்டிற்கு மாற்றப்படுவதால் ஃபிரக்டோஸ் – 6 – பாஸ்பேட் மற்றும் C4 சர்க்கரையான எரித்ரோஸ் – 4 – பாஸ்பேட் ஆகியன உருவாகின்றன.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 80 5/8/2019 4:11:03 PM

படி 4: இரண்டாவது சைலுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட் மூலக்கூறிலிருந்து ஒரு C2 அலகானது டிரான்ஸ்கீட்டோலேஸால் எரித்ரோஸ் – 4 – பாஸ்பேட்டிற்கு மாற்றப்படுகிறது. இதனால், இரண்டாவது ஃபிரக்டோஸ் – 6 – பாஸ்பேட் மூலக்கூறு மற்றும் மீளவு ஒரு கிளிசரால்ட்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட் மூலக்கூறு ஆகியன உருவாகின்றன.



3.6 கிளைக்கோஜன்

விலங்குகள் மற்றும் அனைத்து செல்களிலும் கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் முக்கிய சேமிப்பு மூலமாக கிளைக்கோஜன் காணப்படுகிறது. ஆனால், இது பெரும்பாலும் கல்லீரல் மற்றும் தசைகளின் சைட்டோபிளாச துகள்களாக இது காணப்படுகிறது. இது அதிக கிளைகள் உள்ள அமைலோபெக்டின் வடிவமாகும். எட்டு முதல் பதினான்கு குளுக்கோஸ் அலகுகளுக்கு ஒரு முறை கிளை உள்ளது. கிளைக்கோஜனானது பல ஒடுக்கமடையாக முனைகளைக் கொண்ட அதிக கிளைகளுடைய அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. இது வளர்சிதை மாற்ற தேவைகளின் போது தேவையான குளுக்கோஸை விரைவாகத் தருகிறது.

3.6.1 கிளைக்கோஜெனிசிஸ்

குளுக்கோஸிலிருந்து கிளைக்கோஜெனை பெறும் உயிரித்தொகுப்பு வினைகள் கிளைக்கோஜெனிசிஸ்எனஅழைக்கப்படுகிறது.இரத்தத்தில்சர்க்கரையின்அளவுபொதுமானஅளவிற்கு மேல் அதிகமாக உள்ள போது அதிகப்படியாக குளுக்கோஸை சேகரிக்க கிளைக்கோஜெனிசிஸ் நிகழ்கிறது. இந்நிகழ்வானது இன்சுலின் எனும் ஹார்மோனால் தூண்டப்படுகிறது. கல்லீரல் செல்களில் குளுக்கோஸை பரிமாற்றம் செய்ய இன்சுலின் தேவையில்லை எனினும் தசை செல்களில், குளுக்கோஸ் ஏற்கப்படுதலுக்கு சாதகமான சூழலை இன்சுலின் ஏற்படுத்துகிறது. எனினும் கல்லீரல் செல்களில் நடைபெறும் குளுக்கோஸ் வளர்சிதை மாற்றம், கிளைக்கோஜெனிசிஸை தூண்டுதல் மற்றும் கிளைக்கோஜினாலிசிஸ் நிகழ்வை கட்டுப்படுத்துதல் (கிளைக்கோஜனை சிதைத்து குளுக்கோஸ் ஆக்குதல்) ஆகியவற்றில் இன்சுலின் மிக முக்கிய பங்காற்றுகிறது.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 81 5/8/2019 4:11:03 PM

கிளைக்கோஜெனிசிஸ் வழித்தடமானது தொடர்ச்சியான படிநிலைகளை உள்ளடக்கியது. இதன் விளைவாக கல்லீரலின் சைட்டோபிளாசம் மற்றும் தசைகளின் செல்களில் சிக்கலான கிளைக்கோஜன் மூலக்கூறு உருவாகிறது. கிளைக்கோஜெனிசிஸ் நிகழ்வின் படிநிலைகள் பின்வருமாறு

படி 1: குளுக்கோஸின் பாஸ்பாரிலேற்றம் – துவக்க நிலையில் குளுக்கோஸ் பாஸ்பாரிலேற்றமடைந்து குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டை தருகிறது. இது கிளைக்காலிசிசில் நிகழும் வழக்கமான ஒரு வினையாகும். இவ்வினைக்கு கல்லீரலில் குளுக்கோகைனேஸ் நொதியும் தசைகளில் ஹேக்சோ கைனேஸ் நொதியும் வினைவேக மாற்றிகளாக செயல்படுகின்றன.

படி 2: குளுக்கோஸ்–6–பாஸ்பேட்டானது குளுக்கோஸ் – 1 – பாஸ்பேட்டாக மாறுதல். பாஸ்போ குளுக்கோ மியூட்டோஸ் எனும் நொதி வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுவதால் குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டானது குளுக்கோஸ் – 1 – பாஸ்பேட்டாக மாற்றமடைகிறது.

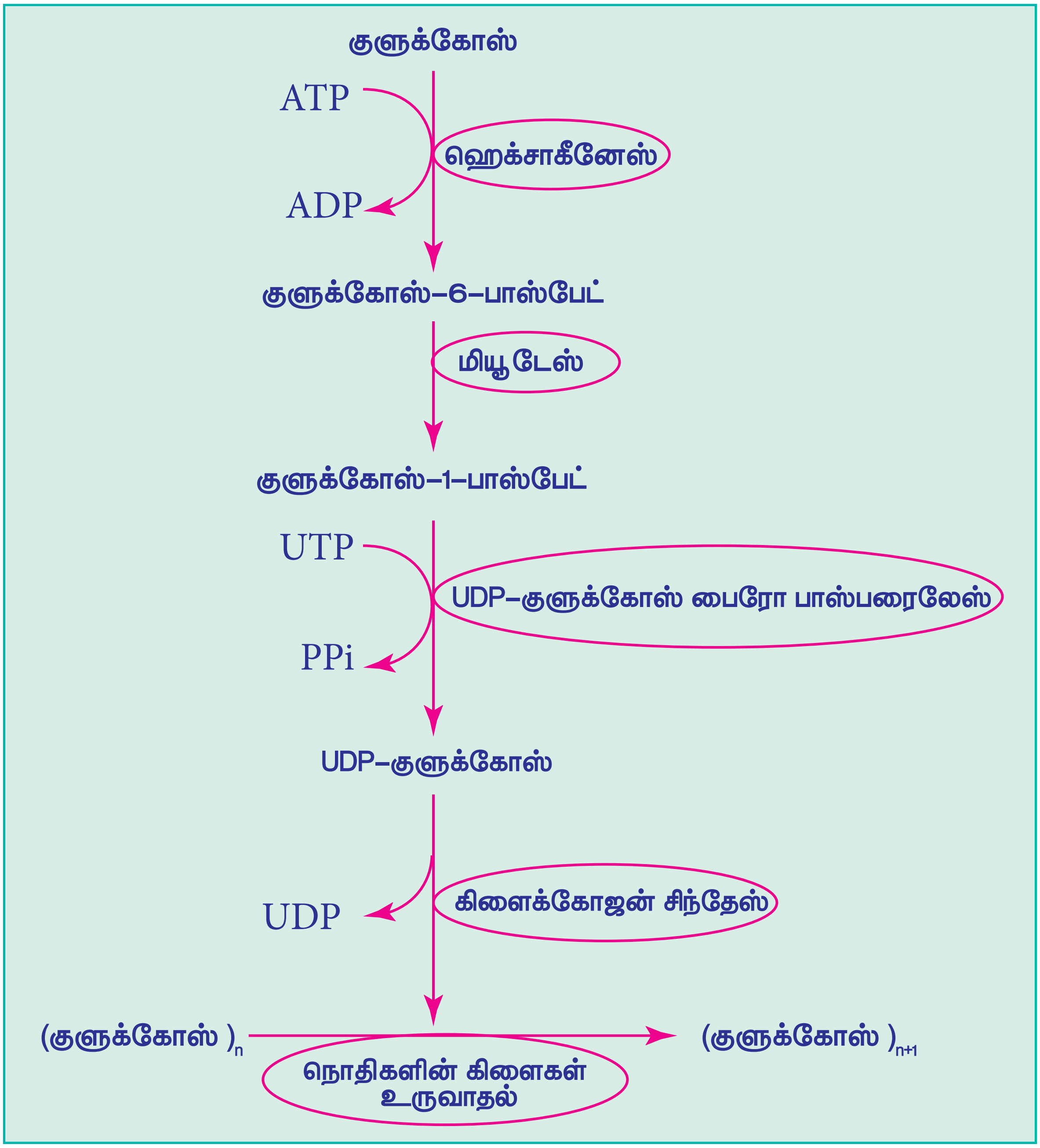
படி 3: (UTP) யுரிடின் ட்ரைபாஸ்பேட்டானது இப்படிநிலையில் குளுக்கோஸ் – 1 – பாஸ்பேட்டுடன் இணைக்கப்படுகிறது. இப்படிநிலையில் செயல்படும் நியூக்ளியோடைடு UDP – குளுக்கோஸ் உருவாகிறது (யுரிடின் டைபாஸ்பேட் குளுக்கோஸ்). இவ்வினை நிகழ UDP குளுக்கோஸ் பைரோபாஸ்பாரிலேஸ் என்ற நொதி காரணமாக அமைகிறது.

படி 4: கிளைக்கோஜன் தொகுத்தலை தூண்டும் பொருட்டு, UDP – குளுக்கோஸ் ஆனது கிளைக்கோஜன் ஒருபடியுடன் (primer) (கிளைக்கோஜனின் ஏற்கனவே உள்ள ஒரு சிறு பகுதி ஒருபடியாக பயன்படுகிறது) இணைக்கப்படுகிறது. UDP – குளுக்கோஸ் வடிவில் உள்ள குளுக்கோஸானது கிளைக்கோஜெனினால் ஏற்கப்படும். ஆரம்பத்திலுள்ள குளுக்கோஸ் அலகானது கிளைக்கோஜெனினின் தைரோசினினின் ஹைட்ராக்சில் தொகுதியுடன் இணைக்கப்படும். முதல் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு கிளைக்கோஜெனினின்ற்கு மாற்றப்படுகிறது. இது பின்னர் குளுக்கோஸ் அலகுகளை ஏற்று பிரைமர் துண்டை உருவாக்குகிறது. இதுவே அனைத்து குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளையும் ஏற்கிறது.

படி 5: UDP – குளுக்கோஸ்லிருந்து கிளைக்கோஜன் சிந்தேஸானது குளுக்கோஸ் மூலக்கூறை கிளைக்கோஜனுக்கு மாற்றி ஆல்ஃபா 1,4 கிளைக்கோசைடிக் இணைப்பினை உருவாக்குகிறது. இதே நொதியானது ஆல்ஃபா 1,4 கிளைக்கோசைடிக் இணைப்புடன் கூடிய கிளைகளற்ற மூலக்கூறின் தொகுத்தலுக்கும் வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

படி 6: கிளைக்கோஜன் கிளைகள் உருவாதல் – கிளை நொதி ஏற்படுத்தும் விளைவினால் இந்த இறுதி படிநிலையில் கிளைக்கோஜன் கிளைகள் உருவாகின்றன. இதில் ஐந்து முதல் எட்டு குளுக்கோஸ் அலகுகளையுடைய ஒரு சிறு துண்டானது ஒடுக்கமடையா கிளைக்கோஜன் முனையிலிருந்து மற்றுமொரு ஆல்ஃபா 1,6 பிணைப்பால் இணைக்கப்பட்டுள்ள குளுக்கோஸ் அலகுக்கு மாற்றப்படுகிறது. இதன் விளைவாக புதிய ஒடுக்கமடையா முனை உருவாகிறது. இதன் இறுதி விளைவு நீட்சியடைந்த கிளைகளுடைய கிளைக்கோஜன் சங்கிலி உருவாதல் ஆகும்.

கிளைக்கோஜெனிசிஸ் செயல்முறையில் இரு மூலக்கூறு ATP பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸை பாஸ்பாரிலேற்றம் அடையச் செய்வதற்கும் மற்றுமொரு மூலக்கூறு UDP யை UTP யாக மாற்றவும் தேவைப்படுகிறது.



3.6.2 கிளைக்கோஜினாலிசிஸ்

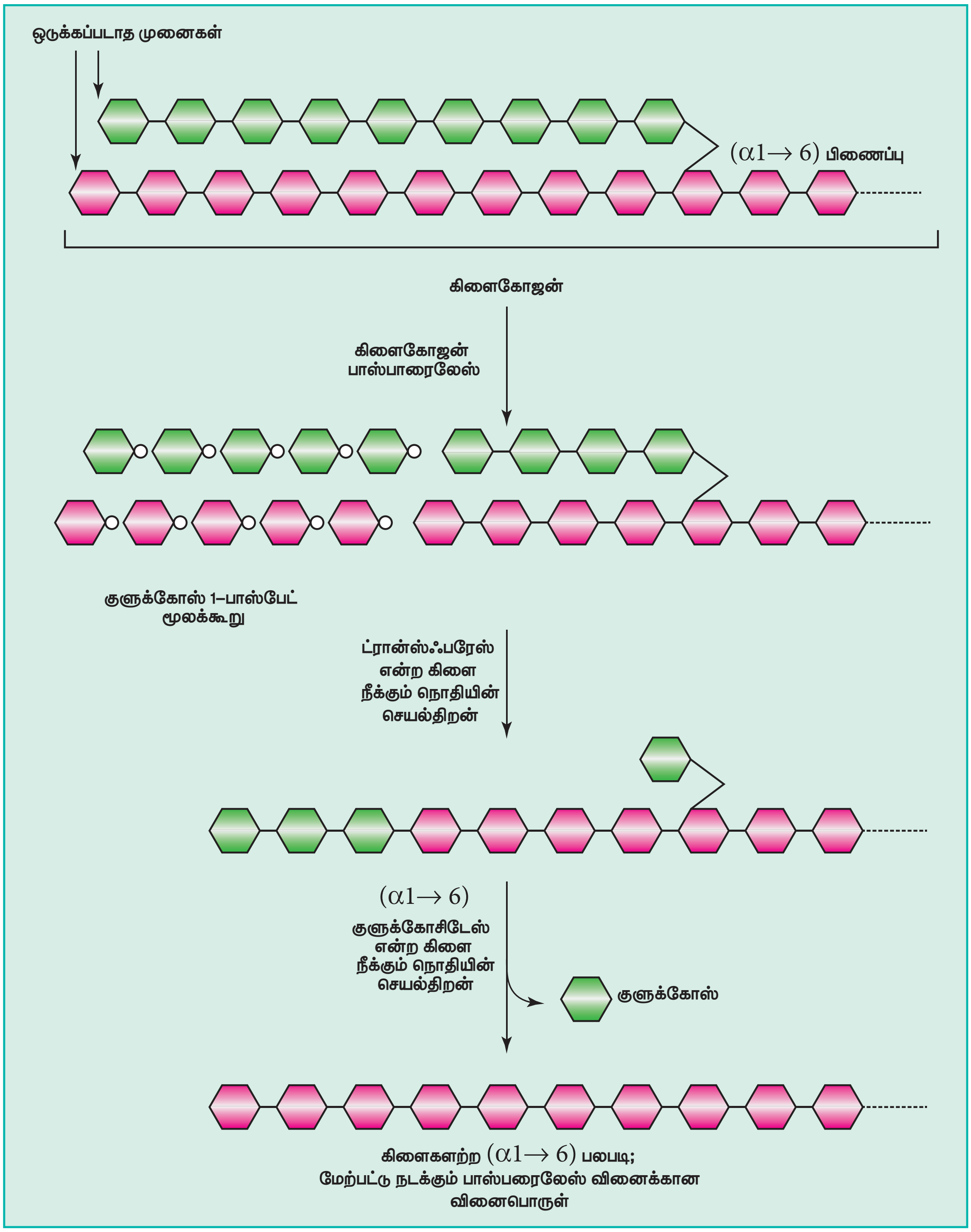
கிளைக்கோஜனினின் உயிர் வேதி சிதைவினால் உடனடியாக தேவையான ஆற்றலை பெறும் பொருட்டு குளுக்கோஸ் உருவாகும் செயல்முறை கிளைக்கோஜினாலிசிஸ் என அழைக்கப்படுகிறது. ஹார்மோன் மற்றும் நரம்பு மண்டல சைகைகளுக்கு துலங்கல் செயலாக தசை செல்கள் மற்றும் கல்லீரல் திசுக்களில் இது நிகழ்கிறது. குறிப்பாக அட்ரீனலினால் தூண்டடப்பட்ட எதிர்வினை அல்லது துவங்கல் எதிர்வினை மற்றும் இரத்தத்தில் குளுக்கோஸ் அளவினை பராமரித்தல் ஆகியனவற்றில் கிளைக்கோஜனாலிசிஸ் முக்கிய பங்காற்றுகிறது. குளுக்ககான் மற்றும் எபிநெப்ரின் (அட்ரீனலின்) ஆகிய ஹார்மோன்கள் இந்நிகழ்வை தூண்டுகின்றன.

கிளைக்கோஜன் பாஸ்பாரிலேஸ் என்ற நொதியின் பாஸ்பாரிலேற்றம் அடைந்த செயல்படும் வடிவமான 'a' என்ற நொதியால் நிகழும் வினையான பாஸ்பாரிலிசிசினால் குளுக்கோஸ் ஒருபடிகள் படிபடியாக நீக்கப்படுதலை உள்ளடக்கிய செயல்முறை கிளைக்கோஜனாலிசிஸ் ஆகும். முனைய குளுக்கோஸை கிளைக்கோஜன் கிளையுடன் இணைக்கும் கிளைக்கோசைடிக்

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 83 5/8/2019 4:11:04 PM

பிணைப்பினை இந்த நொதி பிளக்கிறது. அதாவது நொதியானது, α–1,4 இணைப்பிற்கு ஒரு பாஸ்போரைல் தொகுதியை பதிலீடு செய்வதன்மூலம் குளுக்கோஸ் – 1 – பாஸ்பேட் மற்றும் ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு குறைவாக உடைய கிளைக்கோஜனைத் தருகிறது.

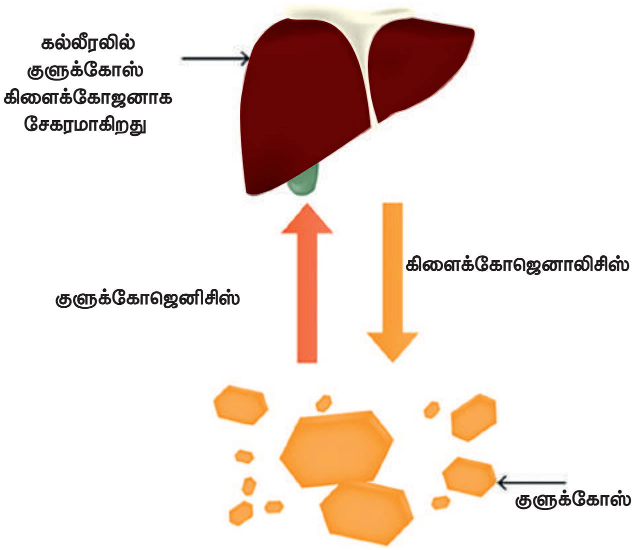
இரண்டாவது நொதியான பாஸ்போ குளுக்கோமியூட்டேஸ் ஆனது குளுக்கோஸ் – 1 – பாஸ்பேட்டை குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டாக மாற்றுகிறது. கிளைக்கோஜனில் நேரான α (1–4) இணைப்பு மற்றும் கிளைகளுடைய α (1–6) இணைப்பு ஆகியன காணப்படுகின்றன.



கிளைக்கோஜெனாலிஸ்சின் நிகழ்வின் போது, கிளைக்கோஜெனினின் கிளைகளிலிருந்து குளுக்கோஸ் அலகுகள் பாஸ்பாரிலைசிஸ் அடைகின்றன.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 84 5/8/2019 4:11:04 PM

மூன்றாவது நொதியான கிளைக்கோஜன் கிளை அகற்றும் நொதியானது எஞ்சியுள்ள நான்கு குளுக்கோஸ்அலகுகளில்மூன்றுகுளுக்கோஸ்அலகுகளைமற்றுமொருகிளைக்கோஜன்கிளையின் முனைக்கு மாற்றுகிறது. இந்த கிளைக்கோசைடிக் பிணைப்பானது நான்காவது நொதியான α (1,6) குளுக்கோஸ்சிடேஸ் நொதியால் நீராற்பகுப்படைகிறது. இதனால் கிளை அகற்றப்படுகிறது. தசைகளில் (கல்லீரல் செல்களில் அல்ல) ஐந்தாவது நொதியான ஹெக்சோகைனேசால் குளுக்கோஸ் ஆனது தொடர்ச்சியாக பாஸ்பாரிலேற்றமடைந்து குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டாக மாற்றமடைந்து கிளைக்காலிட்டிக் வழிமுறையினுள் நுழைகிறது.



கல்லீரல் செல்களிலிருந்து குளுக்கோஸ் வெளியேறி இரத்தத்தில் கலந்து பிற செல்களால் ஏற்கபடுதலுக்காக கிளைக்கோஜன் முக்கியமாக சிதைக்கப்படுகிறது. குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்படேஸானது என்ற நொதியால் குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டின் பாஸ்பேட் தொகுதியானது நீக்கப்பட்டு தனித்த குளுக்கோஸ் செல்களிலிருந்து உள்ளடங்கிய GLUT 2 குளுக்கோஸ் கடத்தி சவ்வின் வழியே வெளியேறுகிறது.

தசைகளில் தசை சுருக்கத்திற்கு தேவையான ஆற்றலை கிளைக்காலிசிஸ் மூலம் பெற தேவைப்படும் உடனடி மூலமான குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட் உருவாவதற்கு கிளைக்கோஜெனாலிசிசிஸ் பயன்படுகிறது. ஆனால் இச்செயல்முறையானது பிற உடல் திசுக்களுக்கு அல்ல. தசை செல்களில் குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்படேஸ் காணப்படுவதில்லை. எனவே குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டானது குளுக்கோஸாக மாற்றமடைகிறது.

3.7. குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ்

குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் நிகழ்வின் மூலமாக கார்போ ஹைட்ரேட் அல்லாத லாக்டேட், பைருவேட், கிளிசரால் மற்றும் அமினோ அமிலங்கள் போன்ற வினை முன்பொருட்கள் குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுகின்றன.

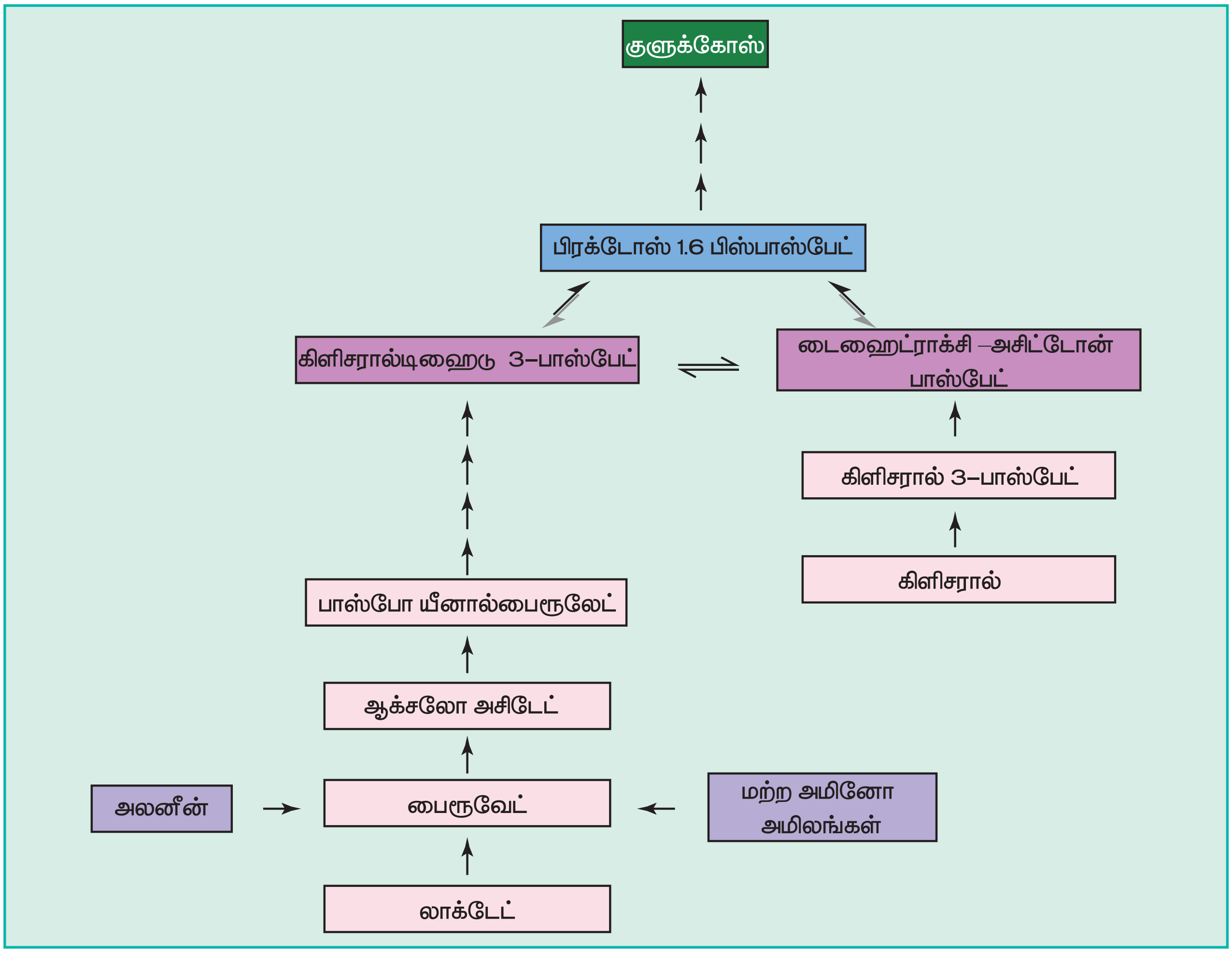
குளுக்கோஸானது வளர்சிதை மாற்றத்தில் எரிப்பொருளாகவும் மற்ற உயிர் மூலக்கூறுகள் தொகுக்கப்படுவதற்கு தேவையான முக்கிய வினை முன்பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. மூளை மற்றும் இரத்த சிகப்பணுக்கள் தங்கள் ஆற்றல் தேவைக்கு பெரும்பாலும் குளுக்கோஸ் வளர்ச்சிதை மாற்றத்தை நம்பியே உள்ளன. உண்ணா நிலையில், மூளைக்கு குளுக்கோஸை அரை நாள் வழங்குவதற்கு தேவையான கிளைக்கோஜனை மட்டுமே சேகரித்து வைக்ககூடிய திறனை கல்லீரல் பெற்றுள்ளது. எனவே உண்ணா நிலையின் போது உடலுக்கு தேவையான குளுக்கோஸ் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் மூலம் பெறப்படுகிறது. அதாவது கார்போஹைட்ரேட் அல்லாத வினை முன்பொருளிலிருந்து குளுக்கோஸ் உயிர்தொகுக்கப்படுகிறது.

3.7.1 குளுக்கோநியோஜெனிசிசில் நிகழும் முக்கியமான வினைகள்

குளுக்கோஸாக மாற்றப்படும் கார்போ ஹைட்ரேட் அல்லாத வினை முன் பொருட்களாவன : கிளைக்காலிசிஸ் மூலம் பெறப்படும் லாக்டேட் மற்றும் பைருவேட், சிட்ரிக் அமில சுழற்சியின் வினை

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 85 5/8/2019 4:11:04 PM

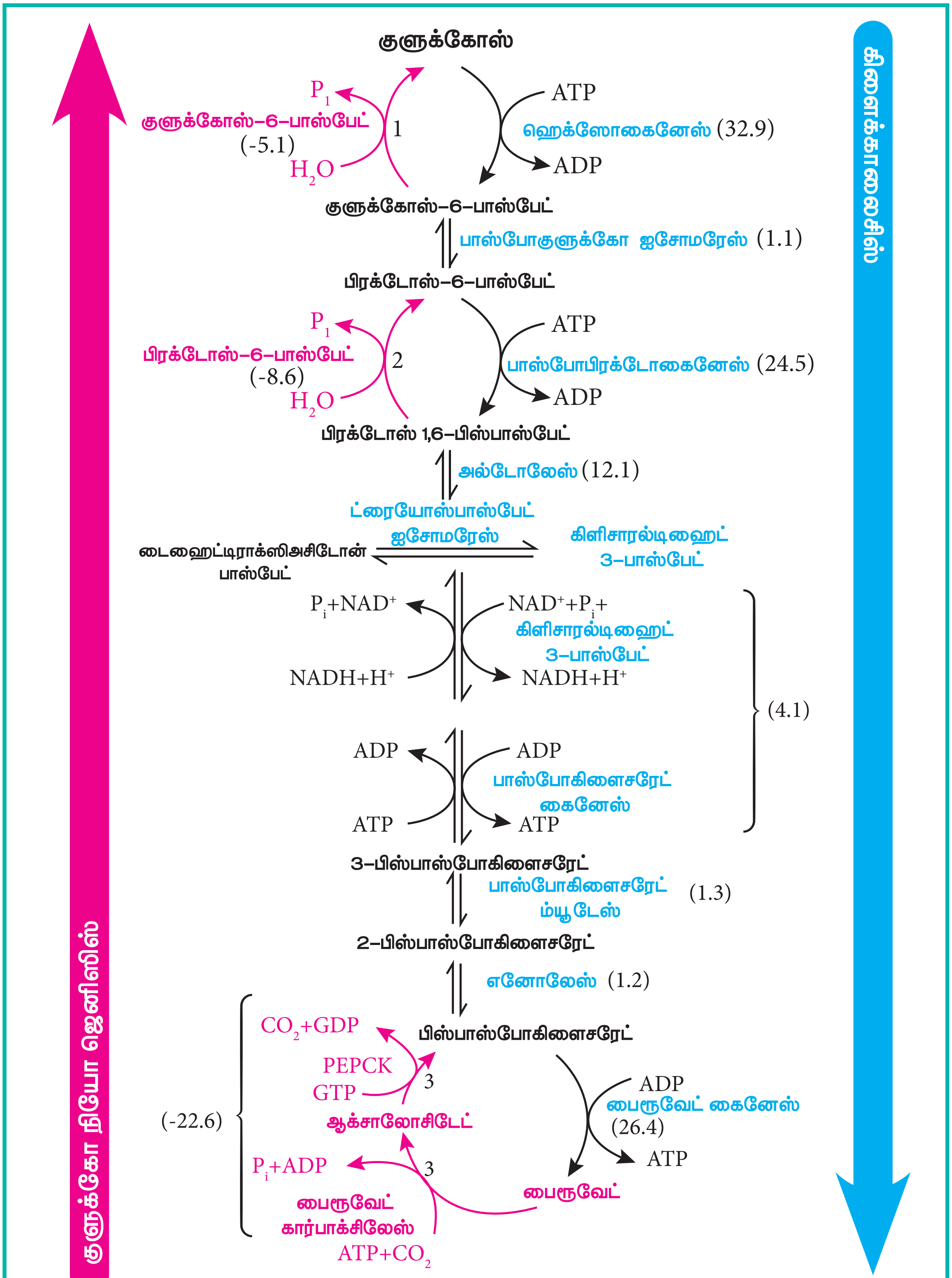
இடைநிலை பொருட்கள், பெரும்பாலான அமினோ அமிலங்களில் கார்பன் பின்புலம் எனினும் முதலில் மேற்கொண்டுள்ள அனைத்து வினைப்பொருட்களும் ஆக்சலோ அசிட்டேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இதுவே குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் செயல்முறையின் துவக்க வினைப்பொருளாகும்.



3.7.2 குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் செயல்முறையில் நிகழும் வினைகள்

கிளைக்கோநியோஜெனிசிஸ் செயல்முறையானது ஏறத்தாழ கிளைக்காலிசிஸ் செயல்முறையில் நிகழும் வினைகளுக்கு எதிர் வினைகளை ஒத்துள்ளது. எனினும் இவ்வித வழிமுறைகளுக்கிடையே சில வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. உயிரியல் வினைகள் முன்னோக்கு மற்றும் பின்னோக்கு ஆகிய இரு திசைகளிலும் நிகழலாம். ஒரு வினை அதன் எதிர் திசையில் நிகழும் போது அவ்வினையின் ஆற்றல் மாற்றமும் எதிராக மாற்றமடைகிறது. அதாவது, முன்னோக்கிய வினையானது ஆற்றல் தேவைப்படும் வினை எனில் பின்னோக்கு வினை ஆற்றலை வழங்கும் வினையாகும். கிளைக்காலிசிஸ் செயல்முறையில் மூன்று அதிக ஆற்றலை வெளிப்படுத்தும் படிநிலைகள் (1,3,10) உள்ளன. அவைகள் முறையே ஹெக்சோகைனேஸ், பாஸ்போபிரக்டோகைனேஸ் மற்றும் பைருவேட் கைனேஸ் ஆகிய நொதிகளால் வினைவேக மாற்றத்திற்கு உட்படுகிறது. குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் ஆனது மேற்கண்டுள்ள மூன்று வினைகளுக்கு எதிர் திசையில் நிகழ்கிறது எனில் இம்மூன்று வினைகள் நிகழ மிக அதிக ஆற்றல் தேவைப்படும். இயற்கையில் கிளைக்கோநியோஜெனிசிசில் மேற்கண்ட மூன்று வினைகள் நிகழ குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பெடேஸ், பிரக்டோஸ் – 6 – பிஸ்பாஸ்பெடேஸ் மற்றும் PEP கார்பாக்சிகைனேஸ் ஆகிய வேறு மூன்று நொதிகளும் காணப்படுவது இயற்கை சிறப்பம்சமாகும்.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 86 5/8/2019 4:11:05 PM



கொடுக்கப்பட்ட உடற்கூறுயியல் நிபந்தனைகளில் குளுக்கோ நியோ ஜெனிஸிஸ் மற்றும் கிளைக்காலைசிஸ் வினைகளின் ΔG மதிப்புகள் (kJ mol^{-1}) ல் அடைப்புக்குறிக்குள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 87 5/8/2019 4:11:05 PM

படி 1: குளுக்கோநியோஜெனிசின் முதல் படியில் பைருவேட்டானது பாஸ்போ ஈனால் பைருவிக் அமிலமாக மாற்றப்படுகிறது. பைருவேட்டை PEP ஆக மாற்ற பல்வேறு படிநிலைகளில் வெவ்வேறு நொதிகள் தேவைப்படுகின்றன. பைருவேட் கார்பாக்சிலேஸ், PEP கார்பாக்சிகைனேஸ் மற்றும் மாலேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ் ஆகிய மூன்று நொதிகள் மேற்கண்டுள்ள மாற்றம் நிகழ காரணமாக அமைகின்றன. பைருவேட் கார்பாக்சிலேஸ் ஆனது மைட்டோகாண்டிரியாவில் காணப்படுகிறது. இது பைருவேட்டை ஆக்சலோ அசிட்டடேட்டாக மாற்றுகிறது. ஆக்சலோ அசிட்டேட்டானது மைட்டோகாண்டிரிய சவ்வின் வழியே வெளியேற இயலாது என்பதால் முதலில் இது மாலேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ் என்ற நொதியால் மாலேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. மாலேட் மைட்டோகாண்டிரிய சவ்வின் வழியே வெளியேறி சைட்டோபிளாசத்திற்கு செல்கிறது அங்கு அது மீளவும் ஆக்சலோ அசிட்டேட் மற்றுமொரு மாலேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸாக மாற்றப்படுகிறது. இறுதியாக ஆக்சலோ அசிட்டேடானது PEP கார்போ கைனேசால் PEP ஆக மாற்றப்படுகிறது.

இதனை தொடர்ந்து நிழும் பல்வேறு படிகள் கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வில் கடக்கும் வினைகளுக்கு எதிர்சிதையில் நிகழும் வினைகளாகும். பின்வரும் இரு வினைகளைத் தவிர்த்து மற்ற அனைத்து வினைகளுக்கும், கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வில் வினைவேக மாற்றிகளாகச் செயல்பட்ட அதே நொதிகளே வினைவேக மாற்றிகளாக செயல்படுகின்றன.

இரண்டாவது படிநிலையானது கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்விலிருந்து வேறுபடுகிறது. இப்படியில் பிரக்டோஸ் –1.6– பாஸ்படேஸ் நொதியினால், பிரக்டோஸ் –1.6– பிஸ்பாஸ்பேட்டானது பிரக்டோஸ் –6– பாஸ்பேட்டாக மாற்றமடைகிறது.

கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்விலிருந்து வேறுபடும் இறுதி படிநிலையில், குளுக்கோஸ்–6–பாஸ்படேஸ் எனும் நொதியினால், குளுக்கோஸ்–6–பாஸ்பேட் ஆனது குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுகிறது. இந்த என்சைம் ஆனது என்டோபிளாச வலைபின்னலில் காணப்படுகிறது.

உயிரினங்களுக்கு ஆற்றல் சேமிப்பு முக்கியம் ஆதலால், பெரும்பாலான ஆற்றலைத் தரும் மற்றும் ஆற்றலைப் பயன்படுத்தும் வளர்சிதை மாற்ற வழிமுறைகளை நெறிப்படுத்த பல வழிமுறைகளை உயிரினங்கள் மேற்கொள்கின்றன. கிளைக்காலிசிஸ் மற்றும் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் நிகழ்வுகளின் பத்து படிநிலைகளில் ஏழு படிநிலைகள் சமநிலை அல்லது அதனை நெருங்கும் வகையிலான வினைகளாகும். குளுக்கோநியோஜெனிஸ்சில், பைருவேட் ஆனது பிஸ்பாஸ்பேட் மாற்றப்படுதல் மற்றும் குளுக்கோஸ்–6–பாஸ்பேட் குளுக்கோசாக மாற்றப்படுதல் ஆகிய அனைத்தும் தன்னிச்சையாக நிகழும் வினைகளாகும். மேலும் இவ்வினைகள் முறையாக ஆற்றுப்படுத்தப்பட்ட வினைகளாகும். உயிரினங்களில் எவ்வளவு ஆற்றலை சேமிக்க முடியுமோ அந்த அளவிற்கு ஆற்றலை சேமித்தல் முக்கியமானதாகும் என்பதால் கூடுதலா ஆற்றல் கிடைக்கப்பெறும் நிலையில் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் நிகழ்வது தடுக்கப்படுகிறது. மேலும் ஆற்றல் தேவைப்படும் நேர்வுகளில் குளக்கோநியோஜெனிசிஸ் நிகழ்கிறது.

3.7.3 குளுக்கோஸ் தொகுத்தலுக்கான வினைமுன்பொருள்

அமினோ அமிலங்களின் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ்சில்: குளுக்கோஸாக மாற்ற இயலும் அமினோ அமிலங்கள் குளுக்கோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலான குளுக்கோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் டிரான்ஸ்அமினேசன் அல்லது டிஅமினேசன் மூலமாக சிட்ரிக் அமில சுழற்சியின் வினை இடைநிலைப் பொருளாக மாற்றப்படுகின்றன.

புரப்பியோனேட்டின் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ்: அசைபோடும் உயிரினங்களில் குளக்கோசின் மூக்கிய மூலம் புரப்பியோனேட் ஆகும். மேலும் இவை சக்சினைல் CoA ஆக மாற்றமடைந்த பின்னர் சிட்ரிக் அமில சுழற்சியின் வழியே குளுக்கோநியோஜெனிசில் வழிதடத்தினுள் நுழைகிறது.

கிளிசராலின் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ்: உண்ணாநிலையின் போது கிளிசராலும் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் செயல்முறைக்கு உட்படுகிறது. அடிப்போஸ் திசுக்களில் ட்ரைகிளிசரைடுகள் நீராற்பகுப்படையும் போது கிளிசரால் வெளியிடப்படுகிறது. மேலும் அடிப்போஸ் திசுக்களில் கிளிசரால் வளர்சிதை மாற்றம் நிகழ்வதில்லை ஏனெனில் அதனை பாஸ்பாரிலேற்றம் அடையச் செய்ய தேவையான கிளிசரால் கைனேஸ் அங்கு காணப்படுவதில்லை. மாறாக கிளிசரால் கல்லீரலுக்கு கடத்தப்பட்டு அங்கு கிளிசரால் கைனேசால் பாஸ்பாரிலேற்றம் அடைந்து கிளிசரால்–3–பாஸ்பேட்டாக மாற்றமடைகிறது.

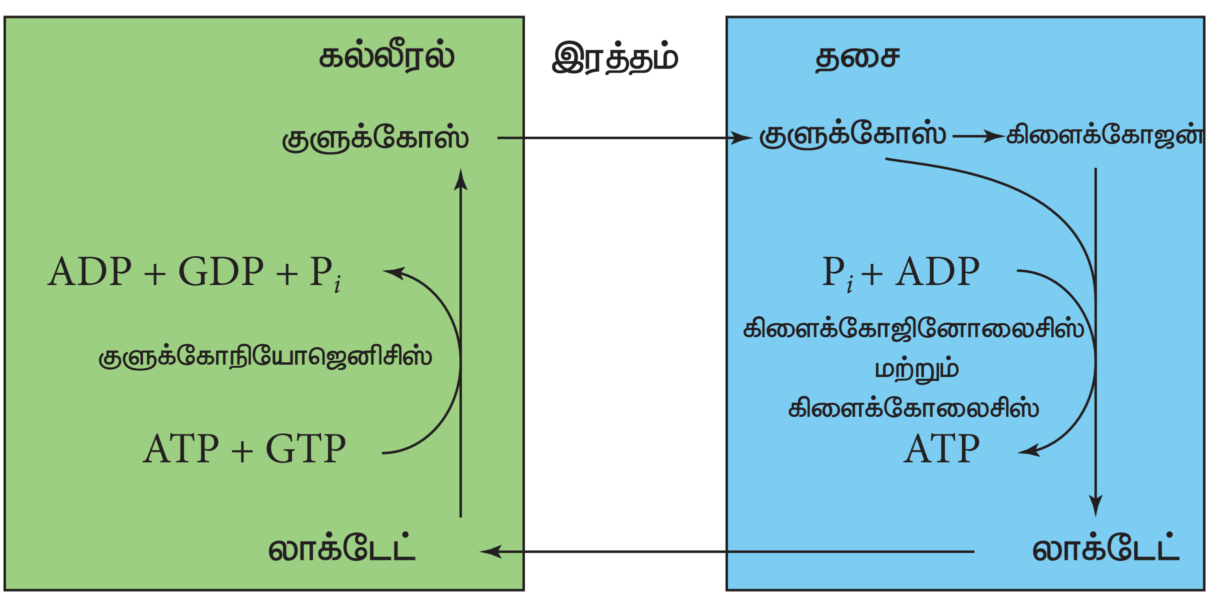
கிளிசரால் + AT $\xrightarrow[\text{கீனேஸ்}]{\text{கிளிசரால்}}$ கிளிசரால் – 3– பாஸ்பேட் + ADP

இந்த வழிமுறையானது கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வின் டிரையோஸ் பாஸ்பேட் நிலையை இணைக்கிறது ஏனெனில் NAD^+ மற்றும் கிளிசரால் –3– பாஸ்பேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ் முன்னிலையில் கிளிசரால் –3– பாஸ்பேட் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து டைஹைட்ராக்ஸிஅசிட்டோன் பாஸ்பேட்டாக மாறுகிறது.

கிளிசரால் –3–பாஸ்பேட் + NAD^+ $\xrightarrow[\text{டிஹைட்ரோஜெனேஸ்}]{\text{கிளிசரால் 3 பாஸ்பேட்}}$ டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன் பாஸ்பேட் +NADH

இந்த டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன் பாஸ்பேட். குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் வழிமுறையினுள் நுழைந்து குளுக்கோசாக மாற்றமடைகிறது. கல்லீரல் மற்றும் சிறுநீரகம் ஆகியன மேற்கண்டுள்ள நொதியினை பயன்படுத்தி இரத்தத்தில் கிளிசராலை குளுக்கோசாக மாற்றுகின்றன.

3.7.4 கோரி சுழற்சி



ATP நீராற்பகுப்படைதல் மூலம் தசை சுருக்கத்திற்கு தேவையான ஆற்றல் பெறப்படுகிறது. மெதுவாக சுருக்கமடையும் தசை நார்களின் மைட்டோகாண்டிரியாவில் நிகழும் ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றம் மற்றும் விரைவாக சுருக்கமடையும் தசை நார்களில் நிகழும் கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வால் உருவாகும் லாக்டேட் ஆகியனவற்றின் முலமாக ATP மீளவும் உருவாகிறது. ATP தேவையானது ஆக்சிஜனேற்ற

பாயத்தை விஞ்சும் போது, மெதுவாக சுருக்கமடையும் தசை நார்களும் லாக்டேட்டை உருவாக்குகிறது. இந்த லாக்டேட் ஆனது இரத்த ஓட்டத்தின் வழியே கல்லீரலுக்கு மாற்றப்படுகிறது. அங்கு இது லாக்டேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ் நொதியால் பைருவேட்டாக மீளவும் மாற்றப்படுகிறது. மேலும் பின்னர் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் செயல்முறையில் இது குளுக்கோசாக மாற்றப்படுகிறது. எனவே இரத்த ஓட்டத்தின் வழியே கல்லீரல் மற்றும் தசை ஆகியன வளர்சிதை மாற்ற சுழற்சியில் பங்கேற்கின்றன. கோரி சுழற்சி என அழைக்கப்படுகிறது.

இது ATP பயன்படுத்தப்படும் கிளைக்காலிசிஸ் / குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் வழிமுறையின் ஒத்துள்ளது எனினும் ஒரே செல்லில் நிகழ்வதற்கு மாறாக இரு வழிமுறைகளும் வெவ்வேறு உறுப்புகளில் நிகழ்கிறது. தசைகளில் உருவான லாக்டேட்டிலிருந்து குளுக்கோஸை மீளதொகுக்க கல்லீரலில் ATP பயன்படுத்தப்படுகிறது. மீள தொகுக்கப்பட்ட குளுக்கோஸ் மீளவும் தசையினை அடைகிறது. அங்கு இது கிளைக்கோஜனாக சேகரமாகிறது. தேவை ஏற்படும் நிகழ்வில் தசை சுருக்கத்திற்கு ATP உற்பத்தி செய்ய இது பயன்படுகிறது. இசசெயல்முறைக்கு கல்லீரலால் பயன்படுத்தப்பட்ட ATP ஆனது ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றத்தால் மீள பெறப்படுகிறது. கடும் உழைப்பிற்குப் பின்னர் உருவாக அனைத்து லோக்டேட்டுகளும் கிளைக்கோஜனாக மாற்றப்படுவதற்கும் மேலும் ஆக்சிஜன் பயன்படுத்தப்படும் வீதம் அதன் ஓய்வுநிலைக்கு திரும்பவும் குறைந்தபட்சம் 30 நிமிடங்கள் தேவைப்படுகிறது.

3.8 நீரிழிவு நோய்

நீரிழிவு நோயானது ஒரு பொதுவாகக் காணப்படும் வளர்சிதை மாற்ற நோயாகும். இன்சுலின் செயல்பாட்டில் நிகழும் குறைபாடு (இன்சுலின் போதுமான அளவில் சுரக்காமல் இருத்தல் அல்லது அதன் இலக்கு செல்களை திறனுடன் தூண்ட இயலாத் தன்மை காணப்படுதல்) இந்நோய் ஏற்பட காரணமாக அமைகிறது. நாள்பட்ட சர்க்கரை நோயின் விளைவாக குளக்கோசுடன் கூடிய அதிக அளவு சிறுநீர் வெளியேறுகிறது.

இரத்தச் சர்க்கரை அதிக அளவு காணப்படும் போது அதற்கு துலங்கலாக, கணையத்தின் β செல்கள், 51 அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டுள்ள புரதமான இன்சுலின் எனும் ஹார்மோனை சுரக்கின்றன.

முதன்மையாக, தசை, கல்லீரல் மற்றும் அடிப்போஸ் திசுக்களின் செல்களில் இன்சுலின் செயல்பட்டு, கிளைக்கோஜன், கொழுப்பு மற்றும் புரதத் தொகுத்தலைத் தூண்டுகிறது. மேலும் மேற்கண்டுள்ள வளர்சிதை மாற்ற எரிப்பொருள் சிதைவடைதலைத் தடுக்கிறது.

செல்களின் வெளிபுறப்பரப்பின் மீது புரோட்டீன் ஏற்பியுடன் பிணைந்து இன்சுலி செயலாற்றுகிறது. மேலும் செல்லினுள் குளுக்கோஸ் நுழைவதை சாதகமாக்குகிறது. பெரும்பாலான செல்கள், குளுக்கோசை ஏற்றுக்கொள்ளுதல் மற்றும் பயன்படுத்துதல் ஆகியனவற்றை இன்சுலின் தூண்டுகிறது. மேலும் கிளைகாலிசிஸ், கிளைக்கோஜன் தொகுத்தல் மற்றும் கொழுப்பு அமில தொகுத்தல் ஆகிய செயல்முறைகளின் வேகத்தினை அதிகரிக்கின்றது. எனவே இது இரத்தத்தில் சர்க்கரை அளவினை குறைக்கிறது. மேலும் இன்சுலின் ஆனது குளுக்ககனுடன், இரத்தத்தில் காணப்படும சர்க்கரை அளவினை சீராக பராமரிக்கிறது.

இன்சுலின் குறைபடுதலால், பல்வேறு வளர்சிதை மாற்ற வினை வழிகளின் சீராக நிகழும் தன்மை மற்றும் ஒழுங்காற்றுதல் பாதிக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக இரத்த சர்க்கரையின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. இந்த அதிக சர்க்கரை காணப்படும் நிலையிலும் கூட, இன்சுலின் தூண்டப்பட்ட குளுக்கோஸ் செல்லினுள் நுழைதல் குறைவுபடுதலின் காரணமாக செல்கள் ஊட்டமின்றி வாடுகின்றன.

3.8.1 வகைகள்

நீரிழிவு நோயில் இரு முக்கிய வகைகள் காணப்படுகின்றது.

1. **இன்சுலின் சார்ந்து அமையும் வகை, வகை – I அல்லது இளம்பருவம் முதல் காணப்படும் நீரிழிவு நோய்.** இந்நோய் குழந்தை பருவத்திலேயே ஏற்படுகிறது. கணையத்தில் β செல்கள் குறைவுபடும் அல்லது β செல்களால் போதுமான அளவு இன்சுலின் சுரக்கப்படாததன் காரணமாக இது ஏற்படுகிறது.

2. **இன்சுலின் சாரா வகை, வகை – 2 அல்லது முதல் பருவம் முதல் காணப்படும் நீரழிவு நோய்** இது பொதுவாக 40 வயதிற்கு மேல், பெரும்பாலும் அதிக உடல் எடை உடையவர்களை பாதிக்கிறது. இன்சுலினின் செயலற்றத்தன்மை மற்றும் இன்சுலின் சுரத்தல் குறைபாடு ஆகியனவற்றால் ஏற்படுகிறது. இந்நேர்வில் செல் சவ்வுகளின் சில இன்சுலின் ஏற்பிகள் இன்சுலினை இனங்கானா இயலாத் தன்மை காணப்படுகிறது.

3.8.2 அறிகுறிகள்

- செல்சவ்வின் வழியே குளுக்கோசின் உட்புகுதிறன் குறைவதன் காரணமாக இரத்தத்தில் குளுக்கோஸ் அதிக அளவில் திரள்கிறது. இந்நிலை உயர் சர்க்கரை நிலை (hyperglycemia) எனப்படுகிறது. இரத்தத்தில் குளுக்கோஸ் செறிவு எவ்வளவு அதிகரிக்க இயலுமோ அந்த அளவில் 500mg / dl அளவிற்கு அதிகரிக்கிறது.
- **பாலிடிப்சியா** அதிக தாகத்தின் காரணமாக நீர் எடுத்துக்கொள்ளுதல் அதிகரிக்கிறது. இந்நிலை பாலிடிப்சியா எனப்படுகிறது. பாலியூரியா நிகழ்வினால் வெளியேற்றப்படும் நீரினை பதிலீடு செய்ய இந்நிலை ஏற்படுகிறது.
- **பாலியூரியா** இது அதிக அளவு சிறுநீர் வெளியேறுதலைக் குறிப்பிடுகிறது. சிறுநீரில் காணப்படும் அதிகப்படியான குளுக்கோசினை வெளியேற்ற இந்நிகழ்வு ஏற்படுகிறது.
- **பாலிபேஜியா** அதிக பசியுணர்வின் காரணமாக பாலிபேஜியா ஏற்பட்டு அதிக உணவு உட்கொள்ளும் நிலை ஏற்படுகிறது. இது இழக்கப்படும் ஊட்டச்சத்தினை ஈடுசெய்கிறது.
- நீரிழிவு நோயுடையவர்கள் மிகுந்த பசியுணர்வை பெற்றிருப்பார்கள் ஆனால் அதிக உட்கொண்டாலும் அவர்களின் எடை குறைவதால் மெலிந்த தோற்றத்தினைப் பெற்றிருப்பார்கள்.
- சிறுநீரில் கீட்டோன்கள் காணப்படுதல் (போதுமான அளவு இன்சுலின் காணப்படாத நிலையில் கொழுப்புகள் சிதைவதால் உருவாகும் துணைவிளைபொருட்கள் கீட்டோன்கள் ஆகும்)
- உடற்சோர்வடைதல்
- மங்கலான பார்வை
- காயங்கள் மெதுவாக ஆறும் தன்மை
- அடிக்கடி ஏற்படும் பூஜ்சைத்தொற்று மற்றும் சிறுநீர் வெளியேறும் புறவழியில் தொற்று ஏற்படுதல்

3.8.3 கண்டறிதல்

நீரிழிவு நோயானது உண்ணா நிலையில் இரத்த சர்க்கரை அளவைக் கண்டறிதல் அல்லது HbA, C HbA, C , இரத்த சோதனையின் (கிளைகேட்டட் ஹீமோகுளோபின் சோதனை எனவும் அழைக்கப்படுகிறது) மூலம் கண்டறியப்படுகிறது. HbA,C சோதனை மேற்கொள்ள உண்ணாமல் இருக்க வேண்டிய அவசியமில்லை. உண்ணா நிலை இரத்த சர்க்கரை கண்டறியும் சோதனைக்கு குறைந்தபட்சம் எட்டு மணிநேரம் எதனையும் உண்ணாமல் இருக்க வேண்டும். உண்ணாநிலையில் இயல்பான இரத்த சர்க்கரையின் அளவு 100mg / dl (5.6 mmol/L)

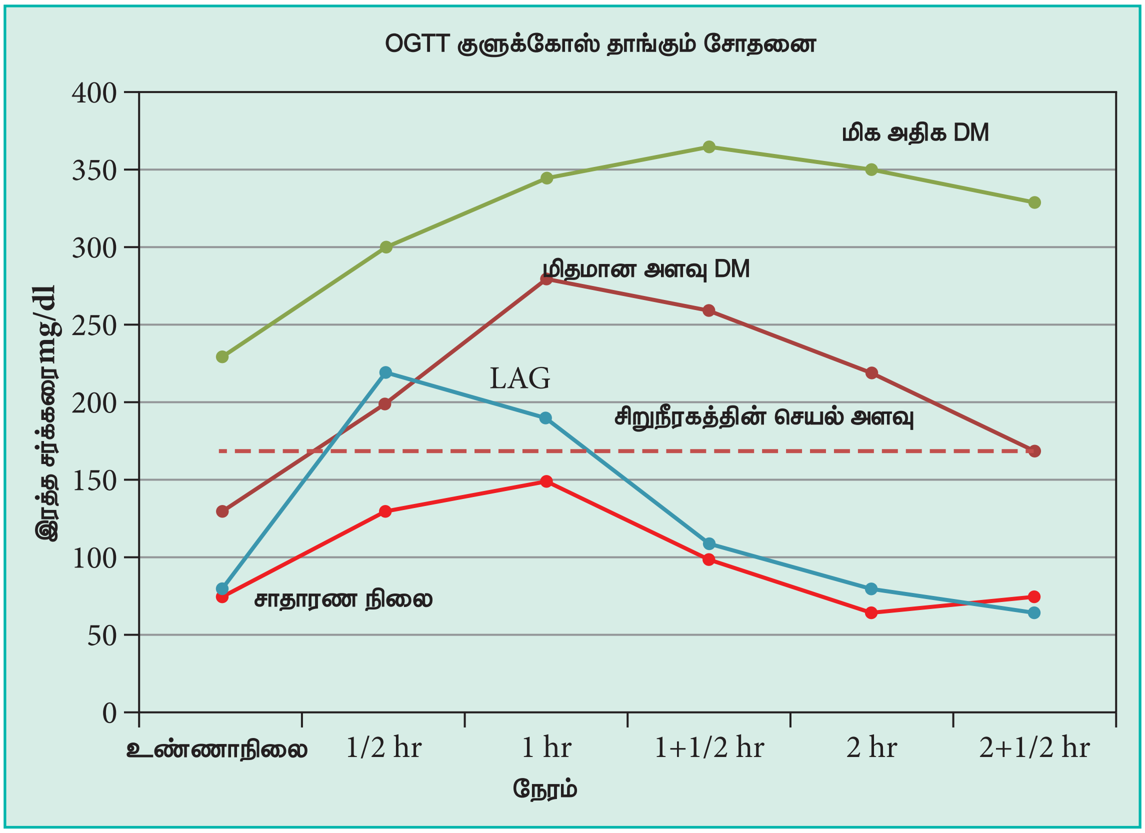
XII U3 Carbohydrates_TM.indd 91 5/8/2019 4:11:05 PM

சோதனை	இயல்பான குளுக்கோஸ் அளவு	நீரிழிவு நோயாளியின் இரத்த குளுக்கோஸ் அளவு
உண்ணா நிலை இரதத குளுக்கோஸ் சோதனை	100mg/ dl விடக் குறைவு	126mg/dl அல்லது அதைவிட அதிகம்
எந்த ஒரு நேரத்திலும் குளுக்கோஸ் சோதனை	140mg/dl விடக் குறைவு	200mg/dl அல்லது அதைவிட அதிகம்
HbA,C சோதனை	5.7% ஐ விட குறைவு	6.5% அல்லது அதைவிட அதிகம்

3.8.3.1 குளுக்கோஸ் உடல் சகிப்புத் தன்மை சோதனை (GLUCOSE TOLERANCE TEST)

உங்களது உடல் சர்க்கரை (glucose) எவ்வாறு எதிர்வினையாற்றுகிறது என்பதனை அளந்தறிய குளுக்கோஸ் உடல் சகிப்புத்தன்மை சோதனை அல்லது வாழ்வழி குளுகோஸ் உடல் சகிப்புத் தன்மை சோதனை (OGTT) பயன்படுகிறது. இச்சோதனை வகை – 2நீரழிவு நோயாளிகளைக் கண்டறிய பயன்படுகிறது.

இச்சோதனையைத் துவங்கும் முன்னர், இரத்த மாதிரி எடுக்கப்படுகிறது.



சோதனைக்கு உட்படுபவர் குறிப்பிட்ட அளவு குளுக்கோசைக் கொண்டுள்ள கரைசலை (வழக்கமாக 75g) அருந்த வேண்டும். இக்கரைசலை அருந்திய நேரத்தில் இருந்து 30 முதல் 60 நிமிடங்களில் இரத்த மாதிரி மீளவும் எடுக்கப்படுகிறது.

இரத்தமாதிரிகள் சோதனை செய்யப்பட்டு குளுக்கோஸ் அளவு கண்டறியப்படுகிறது. இச்சோதனை மேற்கொள்ள தோராயமாக மூன்று மணிநேரம் தேவைப்படுகிறது.

கர்ப கால சர்க்கரை நோயை (gestational diabetes) கண்டறிய மாற்றியமைக்கப்பட்ட குளுக்கோஸ் உடல் சகிப்புத் தன்மை சோதனை பயன்படுகிறது.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 92 5/8/2019 4:11:06 PM

மதிப்பீடு

I. பின்வருவனவற்றுள் சரியான விடையினைத் தெரிவு செய்க

1. சிட்ரிக் அமில சுழற்சியில் 7.5 mol அசிட்டைல் CoA ஆனது எத்தனை NADH ஐ உருவாக்குகிறது.

அ. 15 mol ஆ. 7.5 mol

இ. 75 mol ஈ. இவை எதுவுமில்லை

2. இரத்தச்சர்க்கரை என்பது

அ. சுக்ரோஸ் ஆ. லாக்டோஸ்

இ. குளுக்கோஸ் ஈ. பிரக்டோஸ்

3. கிளைக்காலிசிஸ் உருவாகும் ATP மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை

அ. 2 ஆ. 10

இ. 6 ஈ. 8

4. வினைக்கு உட்படும் பொருள் அளவிலான பாஸ்பாரிலேற்ற வினையில் ஈடுபடும் (substrate level phosphorylation) நொதி

அ. சிட்ரேட் சிந்தடேஸ்

ஆ. ஐசோசிட்ரேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ்

இ. சக்சினைல் CoA சிந்தடேஸ்

ஈ. பியூமரேஸ்

5. இந்நிலையில் குளுக்கோஸ் சிறுநீரில் வெளியேற துவங்குகிறது?

அ. உயர்சர்க்கரை நிலை (hyperglycemia) ஏற்படும்போது

ஆ. இரத்தத்தில் சர்க்கரை மிக குறைவான நிலையை அடையும் போது

இ. இன்சுலின் அளவு அதிகரிக்கும் போது

ஈ. உண்ணா நிலையில்

6. கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வின் இறுதி விளைபொருள்

அ. பைருவேட் ஆ. சிட்ரேட்

இ. அசிட்டைல் CoA ஈ. லாக்டேட்

7. HMP இணைத்தட வழியில் உருவாகும் ஒடுக்கத்திறன்

அ. NADH ஆ. NADPH

இ. FAD ஈ. $FADH_2$

8. பைருவேட்டை ஆக்சலோஅசிட்டேட்டாக மாற்றுவது

அ. பைருவேட் கார்பாக்சிலேஸ் ஆ. பைருவேட் கைனேஸ்

இ. PFK ஈ. பாஸ்போ ஈனால் பைருவேட் கார்பாக்சிலேஸ்

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 93 5/8/2019 4:11:06 PM

9. லாக்டேட் ஆனது குளுக்கோஸ் மாற்றப்படுவது நிகழ்வது

அ. தசைகள் ஆ. கல்லீரல்

இ. சிறுநீரகம் ஈ. நுரையீரல்

10. கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வில் மீளா படிநிலைகளின் எண்ணிக்கை

அ. 2 ஆ. 4

இ.3 ஈ. 5

11. இன்சுலின் எங்கு சுரக்கப்படுகின்றது?

அ. கல்லீரல் ஆ. சிறுநீரகம்

இ. கணையம் ஈ. தைராய்டு

12. கிளைக்காலிசிஸ் செயல்முறையில் குளுக்கோஸ் ஆனது இரு பைருவேட் மூலக்கூறுகளாக மாற்றப்படுகிறது. குளுக்கோஸில் உள்ள ஆறு கார்பன்களின் ஆக்சிஜனேற்ற எண்களின் கூடுதல் (X) ஆனது பைருவேட்டில் (y) ஆக மாற்ற மடைகிறது எனில் X மற்றும் Y மதிப்புகள் முறையே

அ. 0 மற்றும் 4 ஆ. 4 மற்றும் 0

இ. 0 மற்றும் 2 ஈ. இவை எதுவும் அல்ல

13. கிளைக்காலிசிஸ் ஒரு காற்றில்லா செயல்முறை எனப்படுகிறது. ஏனெனில்,

அ. மூலக்கூறு ஆக்சிஜன் தேவைப்படுகிறது.

ஆ. சிறிதளவே ATP உருவாகிறது.

இ. மூலக்கூறு ஆக்சிஜன் தேவையில்லை

ஈ. NADH உருவாகிறது.

14. சிட்ரிக் அமில சுழற்சியில் அசிட்டைல் CoA ன் அசிடைல் தொகுதியானது

அ. இரு கார்பன்டைஆக்ஸைடாக ஒடுக்கமடைகிறது

ஆ. இரு கார்பன்டைஆக்ஸைடு மூலக்கூறுக்கான ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது.

இ. NADPH ஆக ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது.

ஈ. இரு NADH ஆக ஒடுக்கமடைகிறது.

15. பின்வருவனவற்றுள் எந்த நொதியானது கிளைக்காலிசிஸ் மற்றும் TCA சுழற்சியை இணைக்கிறது.

அ. குளுகோகைனேஸ் ஆ. PFK

இ. LDH ஈ. பைருவேட் டிஹைட்ரோஜெனேஸ்

16. குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் செயல்முறையில் பின்வரும் எந்த சேர்மத்தை குளுக்கோஸ் தொகுத்தலுக்கு பயன்படுத்த இயலாது

அ. கிளிசரால் ஆ. லாக்டேட்

இ. அசிட்டைல் CoA ஈ. அமினோ அமிலம்

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 94 5/8/2019 4:11:06 PM

II. கோடிட்ட இடங்களை நிரப்பு

1. குளுக்கோகைனேஸ் ஆனது குளுக்கோஸ் மீது செயல்படுவதால் _________ உருவாகிறது.
2. ஈனோலேஸ் நொதியினால், 2 – பாஸ்போ கிளிசரேட் ஆனது _________ஆக மாற்றப்படுகிறது.
3. காற்றில்லா நிலையில் ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் ___________ ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகிறது.
4. டிரைகார்பாக்சிலிக் அமில சுழற்சி ___________ ல் நிகழ்கிறது
5. கிளைக்கோஜன் உயிர்த்தொகுத்தல் _____ என அழைக்கப்படுகிறது.
6. அசைபோடும் உயிரினங்களில் குளுக்கோசின் முதன்மை மூலம் ______________

III. சரியா அல்லது தவறா எனக் கூறுக

1. பாஸ்போகிளிசரேட்கைனேஸ் ஆனது 1.3 பிஸ்பாஸ்போகிளிசரேட்டை, 3 – பாஸ்போகிளிசரேட்டாக மாற்றுகிறது.
2. பைருவேட் கைனேஸ் மீள்முறையில் செயல்படுகிறது.
3. TCA சுழற்சியில் 24 ATP மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன.
4. கிளைக்கோஜன் தொகுத்தலில் UDP குளுக்கோஸ் பாஸ்பாரிலேஸ் ஈடுபடுகிறது.
5. குளுக்கோஸ் சிதைவடைதல் கிளைக்காலிசிஸ் எனப்படுகிறது.
6. கிளைக்காலிசிஸின் இறுதி விளைபொருள் பைருவேட்

IV. பொருத்துக.

1. கிளைக்காலிசிஸ்	–	ரிபோஸ்–5–பாஸ்பேட்
2. PDH	–	இன்சுலின்
3. HMP இணைத்தட வழிமுறை	–	சைட்டோசால்
4. என்சைம் கிளையகற்றல்	–	அசிட்டைல் CoA
5. நீரிழிவு	–	கிளைக்கோஜினாலிசிஸ்
6. TCA	–	கிளிசரால்
7. லிப்பிடு	–	மைட்டோகாண்டிரியா

V. பின்வருவனவற்றிற்கு சுருக்கமாக விடையளி

1. கோரி சுழற்சி பற்றி சிறுகுறிப்பு வரைக
2. கல்லீரலில் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் வழியே குளுக்கோஸ் உருவாதலை விளக்குக.
3. TCA சுழற்சியில NADH உருவாதலோடு தொடர்புடைய நொதிகளின் பெயர்களைத் தருக.
4. காற்று மற்றும் காற்றில்லாச் செயல்முறைகள் என்றால் என்ன?
5. NADH மற்றும் NADPH ஆகியனவற்றிற்கிடையேயான வேறுபாடு யாது?
6. TCA சுழற்சியில் உள்ள படிநிலைகளை விவரிக்க
7. GTT பற்றி சிறுகுறிப்பு வரைக
8. குளுக்கோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் என்றால் என்ன?

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 95 5/8/2019 4:11:06 PM

9. கிளைக்காலிசிஸ் செயல்முறையின் தொடர்பினைகளை கூறுக.

10. சிட்ரிக் அமில சுழற்சி, எலக்ட்ரான் கடத்தல் மற்றும் ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பரிலேற்றத்தால் 0.5 மேல் அசிட்டைல் CoA விலிருந்து உருவாகும் ATP மூலக்கூறுகளின் மோல்களின் எண்ணிக்கை யாது?

11. கிளைக்கோஜன் வளர்சிதை மாற்றத்தோடு தொடர்புடைய படிநிலைகள் யாவை?

12. கிளைக்கோஜெனிசிஸ் என்றால் என்ன?

13. கிளைக்கோஜெனிசிசை வளர்தொகுப்புவினை அல்லது சிதைவு வினை என எவ்வாறு நீ வகைப்படுத்துவாய்? சுருக்கமாக விளக்குக.

14. 2.5 மோல் குளுக்கோஸ் ஆனது கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வில் பகுதி ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் போது

அ. எவ்வளவு மோல்கள் பைருவேட் உருவாகும்?

ஆ. எவ்வளவு மோல்கள் ATP உருவாகும்?

15. கிளைக்கோஜினாலிசிஸை விளக்குக.

16. பைருவேட் ஆனது எவ்வாறு லாக்டேட் ஆக மாற்றப்படுகிறது?

17. HMP இணைத்தட வழிமுறையினை விளக்குக.

18. பைருவேட் எவ்வாறு குளுக்கோசாக மாற்றப்படுகிறது ?

19. நீரிழிவு நோய் – விளக்குக.

20. சிட்ரிக் அமில சுழற்சியோடு தொடர்புடைய ATP உருவாக்கம் ஆனது அக்சிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்ற வினையா அல்லது வினைக்குட்படும் பொருள் அளவிலான பாஸ்பாரிலேற்றமா?

21. உணவு உண்டபின்னர், ஒருவரின் இரத்த சர்க்கரை அளவு 250 mg/dl என உள்ளது. இந்நிலை உயர்சர்க்கரை நிலையா? தாழ் சர்க்கரை நிலையா?

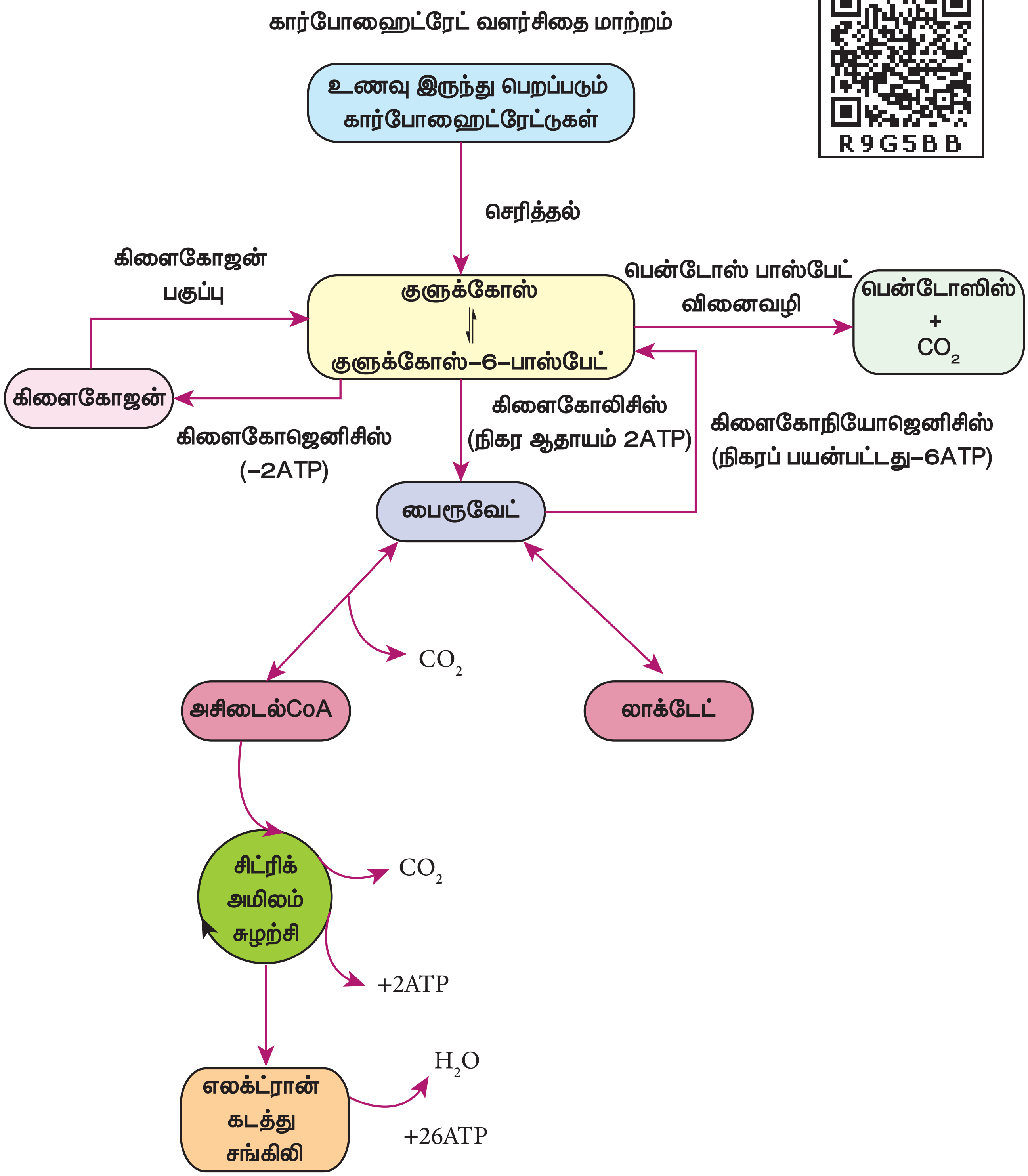
22. தசைதிசுக்களில், காற்றில்லா நிலையில் குளுக்கோசின் சிதைவு மாற்ற வினையின் இறுதி விளைபொருள் யாது?

23. கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வில் ஏதேனும் மூன்று முக்கியமான மீளா வினைகளை எழுதுக.

24. குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் ஆனது கிளைக்காலிசிஸின் மூன்று மீளா செயல்முறைகளைச் சுற்றி நிகழ்கிறது. விளக்குக.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 96 5/8/2019 4:11:06 PM

கருத்துவரைபடம்


கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றம்
உணவு இருந்து பெறப்படும் கார்போஹைட்ரேட்டுகள்
செரித்தல்
கிளைகோஜன் பகுப்பு
குளுக்கோஸ்
குளுக்கோஸ்–6–பாஸ்பேட்
பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வினைவழி
பென்டோஸிஸ் + CO_2
கிளைகோஜன்
கிளைகோஜெனிசிஸ் (–2ATP)
கிளைகோலிசிஸ் (நிகர ஆதாயம் 2ATP)
கிளைகோநியோஜெனிசிஸ் (நிகரப் பயன்பட்டது–6ATP)
பைரூவேட்
CO_2
அசிடைல்CoA
லாக்டேட்
சிட்ரிக் அமிலம் சுழற்சி
CO_2
+2ATP
எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி
H_2O
+26ATP

அலகு
4

புரதங்களின் வளர்சிதை மாற்றம்

462Z17

சர் ஹான்ஸ் அபில்ஃப்க்ரெப்ஸ்

ஜெர்மனியில் யூதக் குடும்பத்தில் பிறந்த க்ரெப்ஸ் மருத்துவத்திலும் வேதியியலிரும் தேர்ந்தவர். 1930 ஆம் ஆண்டு தொடக்கத்தில் நாசிப்படைகள் ஆட்சியைக் கைப்பற்றியபோது அவர் ப்ரீபர்கு பல்கலைக்கழகத்தில் வகித்து வந்த பதவியிலிருந்து நீக்கப்பட்டார். அதனால் இங்கிலாந்திலுள்ள ஷெப்பீல்ட் பல்கலைக்கழகத்தில் 1935 ஆம் ஆண்டில் சேர்ந்தார். அங்கு தான் அவர் சிட்ரிக் அமில (TCA) சுழற்சி மற்றும் யூரியா சுழற்சி போன்ற அரும்பெரும் சுழற்சிகளைக் கண்டறிந்தார். TCA சுழற்சியினைக் கண்டறிந்தமைக்காக அவருக்கு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

கற்றல் நோக்கங்கள்

இந்த பாடப்பிரிவை கற்றறிந்த பின்னர் மாணவர்கள் கீழ்க்கண்டவற்றை புரிந்துகொள்ள முடியும்

- உணவின் மூலம் கிடைக்கும் அமினோ அமிலங்களின் வளர்சிதை மாற்றங்களின் பொதுவினைகள் குறித்து அறிதல்.
- அமினோ அமிலத்திலுள்ள அமினோ தொகுதிகளை நீக்கும் வெவ்வேறு வழிமுறைகள் குறித்து அறிதல்.
- கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்கம் மற்றும் அமினோ அமிலங்களின் கார்பன் கட்டமைப்புகளின் சிதைமாற்றங்களைத் தெரிந்துகொள்ளுதல் அமினோ அமிலங்களின் அமினோ தொகுதிகள் கல்லீரலில் யூரியாவாக மாற்றப்பட்டு வெளியேற்றப்படுகிறது என்பதை உணர்தல்.
- உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த மூலக்கூறுகளின் முன்னோடிகளாக அமினோ அமிலங்கள் திகழ்கின்றன என்று அறிதல்.

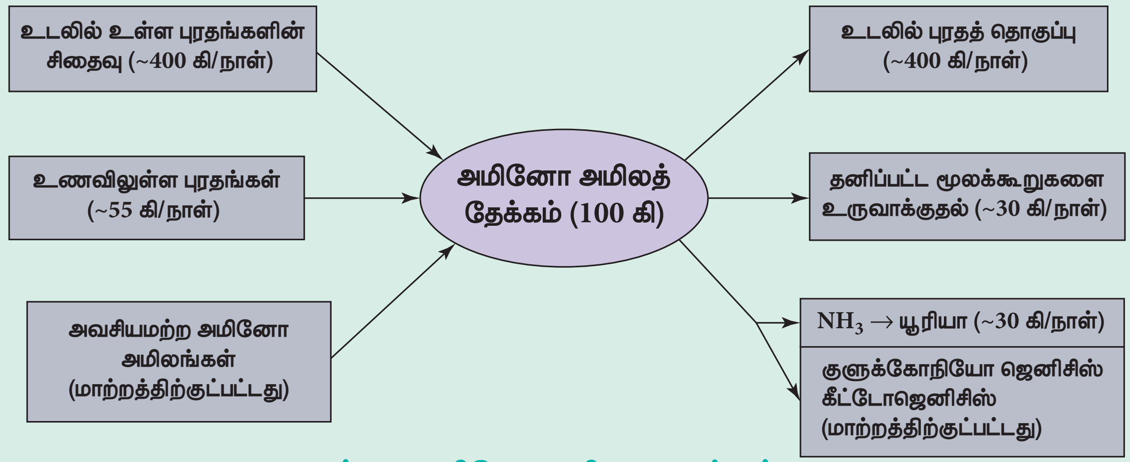
XII U4 Protein new_tamil.indd 98 5/8/2019 4:12:55 PM

பாட அறிமுகம்

அமினோ அமிலம் உணவிலிருந்தும் புரதங்கள் சிதைவுப்படுவதினாலும் கிடைக்கின்றன.

அமினோ அமிலங்களைக் கல்லீரலில் சேகரிக்க இயலாது. இருப்பினும், சிறிதளவில், அவை அமினோ அமிலங்களாகவே நம் உடலில் தேக்கப்படுகின்றன. அவ்வாறு தேக்கப்பட்டுள்ள அமினோ அமிலங்கள் செல்களின் புரதத்தொகுப்புத் தேவைக்கேற்ப வழங்கப்படுகின்றன.

அதிகப்படியான அமினோ அமிலம் சிறுநீர் வழியாக வெளியேற்றப்பட முடியாது. அதனால் அவற்றின் கார்பன் கட்டமைப்பு ஆற்றல் தேவைக்காகவும் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் மற்றும் கீட்டோஜெனிசிஸ் ஆகியவற்றிற்காகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அதன் அமினோ தொகுதி யூரியாவாக மாற்றப்படுகிறது..



படம் 4.1 அமினோ அமில–மூலங்கள்

4.1 அமினோ அமிலங்களின் பொதுவான வினைகள்

அவசியமில்லா அமினோ அமிலங்கள் அவற்றின் α கீட்டோ அமிலங்களிலிருந்து ட்ரான்ஸ் அமினேசுகளின் உதவியினால் அமினோ தொகுதி இடமாற்றத்தினால் உருவாக்கப்படுகினறன.

அமினோ தொகுதி பரிமாற்றமானது அமினோ அமிலத்தின் சிதைமாற்றத்தின்போதும் நடைபெறுகிறது.

கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்கத்தினால் (கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்கம் – Decarboxylation) அமினோ அமிலங்கள் உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த அமீன்களை உருவாக்குகின்றன.

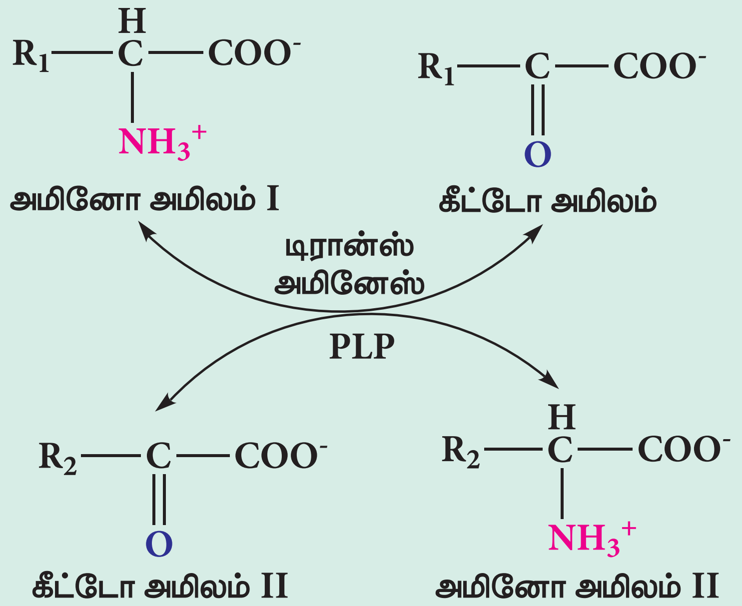
அமினோ அமிலங்களின் கார்பன் கட்டமைப்பு, TCA சுழற்சியில் நுழைவதன் மூலம் சிதைக்கப்படுகின்றன.

4.1.2.1 அமினோ அமிலச் சிதை மாற்றம்

ஒவ்வொரு அமினோ அமிலத்திற்கும், அதற்குரிய சிதைமாற்ற வழிமுறை இருந்தாலும், அமினோ தொகுதி நீக்கமே முதல் படியாகும். இது இரண்டு வழிகளில் நடைபெறலாம், ட்ரான்ஸ் அமினேற்றம் மற்றும் டி அமினேற்றம் (அமினோ தொகுதி நீக்கம் – Deamination).

XII U4 Protein new_tamil.indd 99 5/8/2019 4:12:55 PM

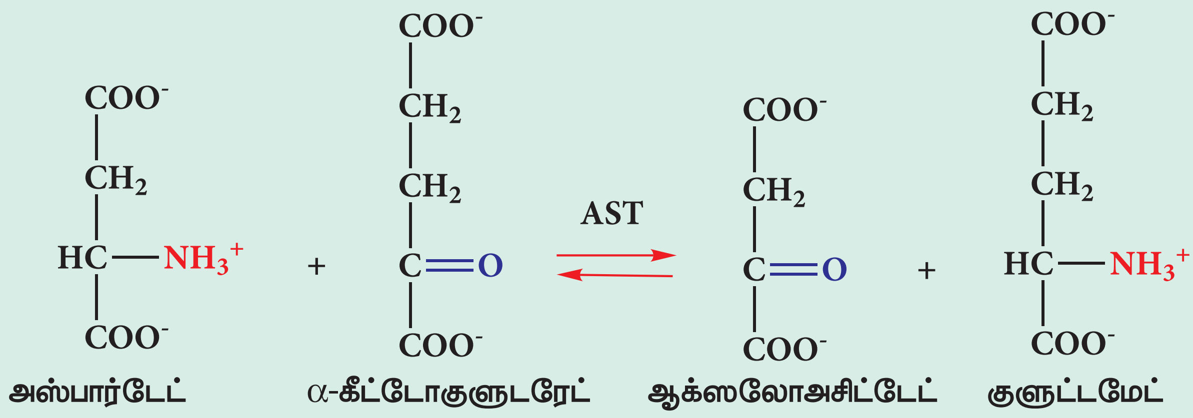
4.1.2.2 ட்ரான்ஸ் அமினேற்றம் (AST மற்றும் ALT)



படம் 4.2 பொதுவான டிரான்ஸ் அமினேற்ற வினை

ட்ரான்ஸ் அமினேற்றம் என்பது அமினோ தொகுதியை ஒரு கீட்டோ அமிலத்திற்கும் ஓர் அமினோ அமிலத்திற்கும் இடையே இடமாற்றம் செய்யும் முறையாகும். இம்முறையின் மூலம், அமினோ தொகுதி நீக்கப்படாமல் இடமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. ஒவ்வொரு அமினோ அமிலத்திற்கும், அதற்குரிய ட்ரான்ஸ் அமினேஸ் உள்ளது (படம் 4.2). ஆயினும் அலனின் ட்ரான்ஸ் அமினேஸ் (ALT) மற்றும் அஸ்பார்பேட் ட்ரான் அமினேஸ் (AST) ஆகியவை முக்கிய ட்ரான்ஸ் அமினேஸ்கள் ஆகும்.

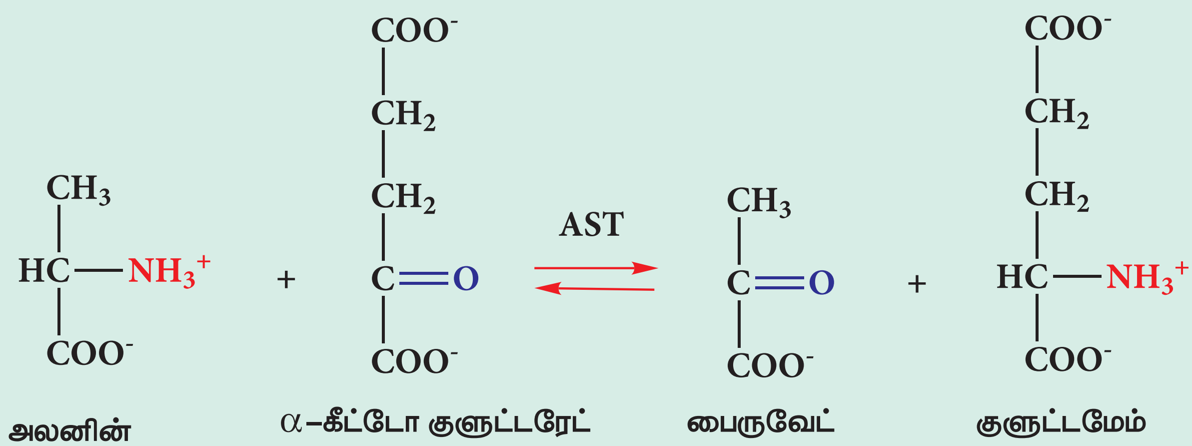
ட்ரான்ஸ் அமினேற்றம் (AST மற்றும் ALT)



படம் 4.3 அஸ்பார்டேட் அமினோ டிரான்ஸ்பெரேஸின் (Aspartate aminotransferase) வினை

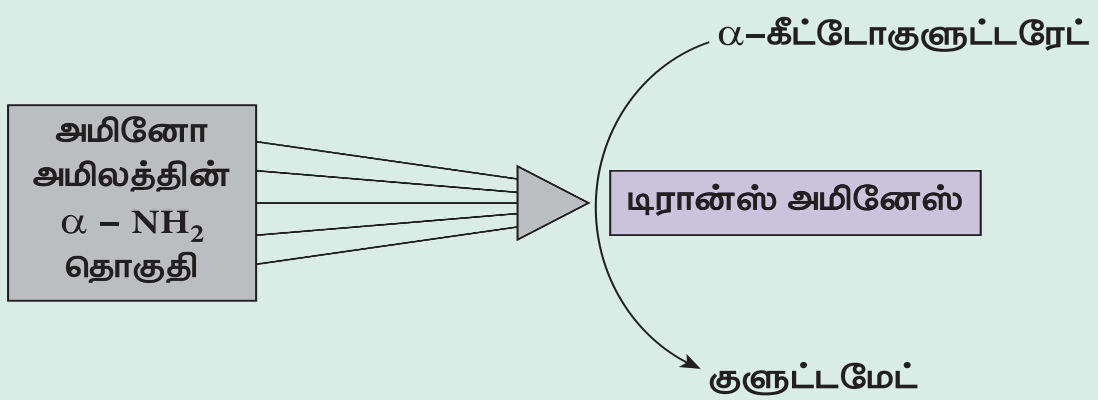
அஸ்பார்டேட், ட்ரான்ஸ அமினேஸ் அஸ்பார்டேட் மற்றும் குளுட்டரேட்டை முறையே ஆக்சலோ அசிடேட்டாகவும் குளுட்டமேட் மற்றும் உட்பரிமாற்ற வினையை ஊக்குவிக்கின்றது (படம் 4.3) அலனின் ட்ரான்ஸ் அமினேஸ் அலனின் மற்றும் α கீட்டோ குளுட்டரேட்டை முறையே பைருவேட் மற்றும் குளுட்டமேட்டாக மாற்றும் உட்பரிமாற்ற வினையை ஊக்குவிக்கின்றது. (படம் 4.4).

XII U4 Protein new_tamil.indd 100 5/8/2019 4:12:56 PM



படம் 4.4 அலனின் அமினோ டிரான்ஸ்பெரஸின் அல்லது அலனின் டிரான்ஸ் அமினேஸின் வினை

ட்ரான்ஸ் அமினேஸ்கள் பிரிடாக்சல் பாஸ்பேட் என்னும் துணை நொதியின் உதவியுடன் அமினோ தொகுதிகளின் பரிமாற்றம் செய்கின்றன. இம்முறையில், பிரிடாக்சமின் பாஸ்பேட் என்னும் இடைநிலைச் சேர்மம் உருவாக்கப்படுகிறது. அமினோ அமிலத்தின் அமினோ தொகுதி, நொதியில் பிணைக்கப்பட்டுள்ள பிரிடாக்சல் பாஸ்பேட்டுடன் வினைபுரிவதால் ஷிஃப் காரம் உருவாக்கப்படுகிறது. அனைத்து ட்ரான்ஸ் அமினேற்ற வினைகளிலும் α கீட்டோ குளுட்டரேட் ஈடுபடுவதால், குளுட்டமேட்டில் தான் பெரும்பாலான அமினோ அமிலங்களின் அமினோ தொகுதிகள் சூழ்கின்றன (படம் 4.5).



படம் 4.5 ஆல்பா – கீட்டோ குளுட்டரேட் (α KG) அமினோ தொகுதிகளை அமினோ அமிலங்களிலிருந்து ஏற்றல்

ட்ரான்ஸ் அமினேற்றத்தின் பண்புகள்

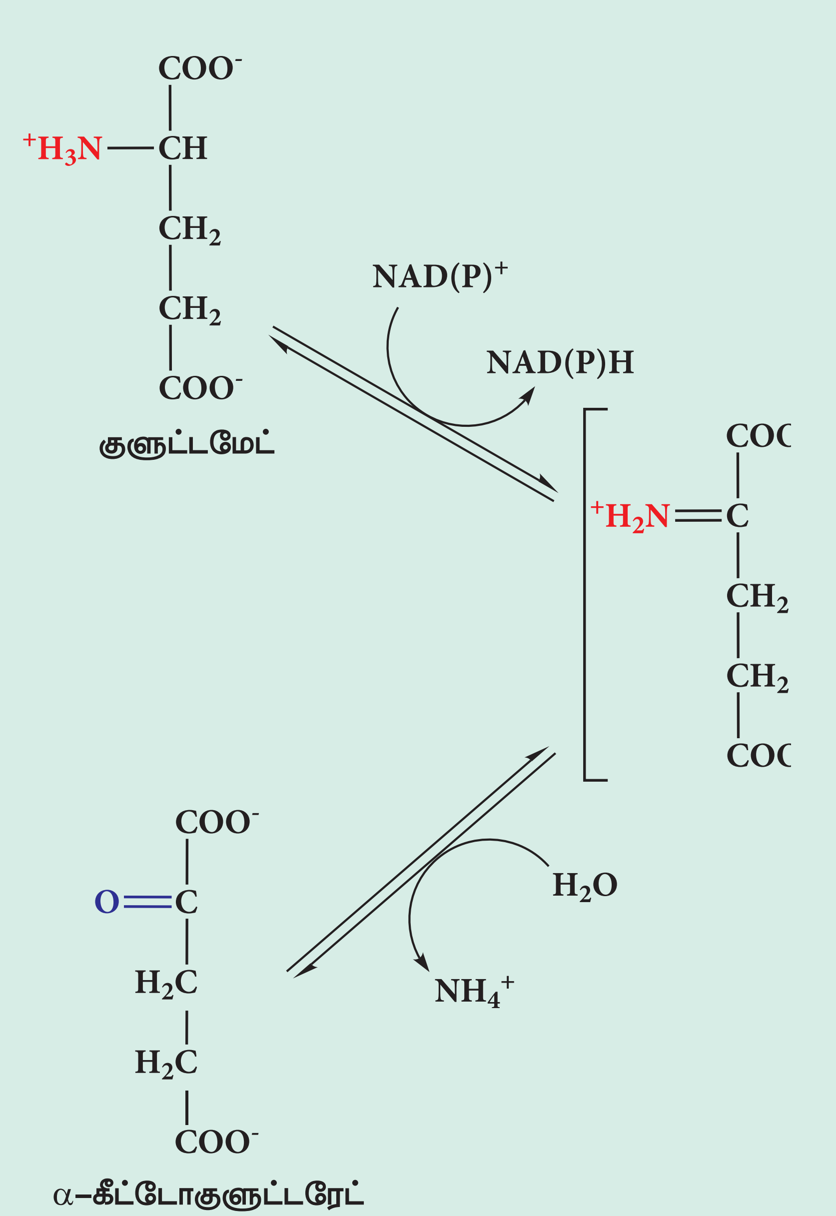
- ட்ரான்ஸ் அமினேற்ற வினைகள் மீள்வினைகள் ஆகும்.
- லைசின், தியோனைன், புரோலின் மற்றும் ஹைட்ராக்சி புரோலின் தவிர அனைத்து அமினோ அமிலங்களும் ட்ரான்ஸ் அமினேற்றம் அடைகின்றன.
- கல்லீரல் மற்றும் இதயநோயைக் கண்டறிய இரத்த திரவத்திலுள்ள ட்ரான்ஸ் அமினேஸ்கள் முக்கிய அடையாள அளவைகளாகும்.
- பல அவசியமில்லா அமினோ அமிலங்கள் ட்ரான்ஸ் அமினேற்ற வினைகளின் மூலம் தொகுக்கப்படுகின்றன

4.1.2.1 அமினோ தொகுதி நீக்கம்

இம்முறையில் அமினோ அமிலங்களின் அமினோ தொகுதிகள் அம்மோனியாவாக நீக்கப்படுகின்றன. அமினோ தொகுதி நீக்கம் ஆக்சிஜனேற்றத்துடன் இணைந்தோ,இணையாமலோ நடைபெறலாம். இதன் அடிப்படையில், அமினோ தொகுதி நீக்கம் ஆக்சிஜனேற்ற அமினோ தொகுதி நீக்கம் மற்றும் ஆக்சிஜனேற்றமில்லா அமினோ தொகுதி நீக்கம் என இருவகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது..

ஆக்சிஜனேற்ற அமினோ தொகுதி நீக்கம்

இம்முறையில் அமினோ அமிலத்தின் α அமினோ தொகுதி, அம்மோனியாவாக நீக்கப்படும் போது ஆக்சிஜனேற்றமும் இணைந்து நடைபெறுகிறது. பெரும்பாலான அமினோ அமிலங்கள், தங்களது அமினோ தொகுதிகளை, α கீட்டோ குளுட்டரேட் மற்றும் பைருவேட்டுக்கு அளிப்பதால், அவை முறையே குளுட்டமேட்டாகவும் அலனினாகவும் மாறுகின்றன. குளுட்டமேட்டின் அமினோ தொகுதியை நீக்கும் ஆக்சிஜனேற்ற அமினோ தொகுதி நீக்க வினையே, யூரியா தொகுப்பிற்கான அமினோ தொகுதிகளைக் கல்லீரலுக்கு கொண்டு சேர்ப்பதில் முக்கிய பங்காற்றுகிறது. இவ்வினையை குளுட்டமேட் டீஹைட்ரஜனேஸ் (GDH) என்னும் நொதி, NAD^+ / $NADH^+$ ஆகிய துணைநொதிகளின் உதவியோடு ஊக்குவிக்கின்றன. இது ஒரு மீள்வினையாகும். கல்லீரல் மற்றும் சிறுநீரகத்தில் இந்நொதி, நைட்ரஜன் வளர்சிதைமாற்றத்தில் முக்கிய பங்கு ஆற்றுகிறது. கல்லீரலில், GDHன் செயல்திறனை ATP மற்றும் GTP, பிறமைய தடுப்பு முறையில் (allosteric inhibition) தடுக்கின்றன

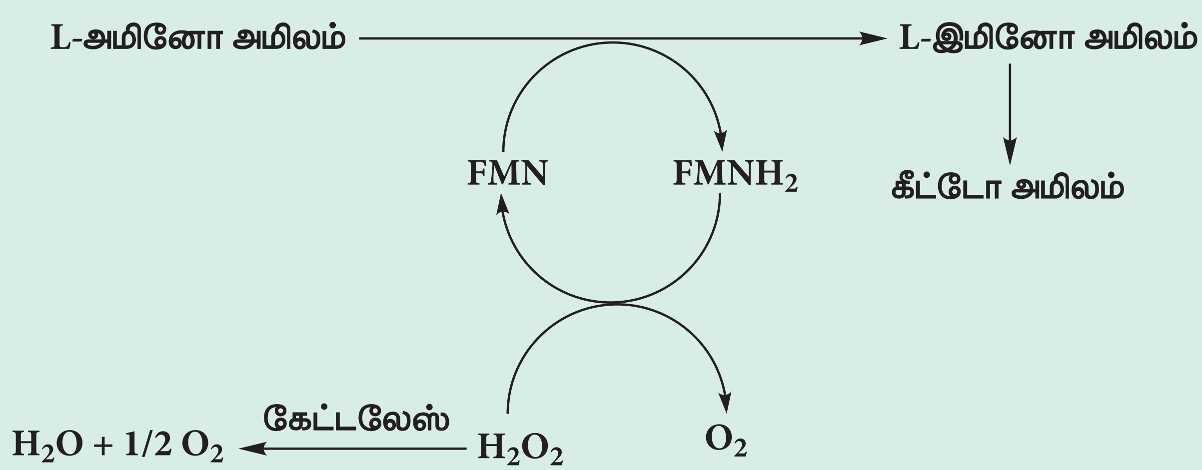


படம் 4.6 குளுட்டமினின் ஆக்சிஜனேற்ற அமினோ தொகுதி நீக்கம்

அனைத்து அமினோ தொகுதிகளும் ட்ரான்ஸ் அமினேற்ற முறையில் குளுட்டமேட்டாக சேகரிக்கப்பட்டு, பின்னர், அம்மோனியாக விடுவிக்கப்படுவதால், இம்மாற்றம் கூட்டாக, ட்ரான்ஸ் அமினோ தொகுதி நீக்கம் என்றழைக்கப்படுகிறது. L அமினோ அமில ஆக்சிடேசுகள் மற்றும் D

அமினோ அமில ஆக்சிடேசுகள் ஆக்சிஜனேற்ற அமினோ தொகுதி நீக்கத்தைச் செயல்படுத்துகின்றன. இம்முறையின் படிகளாவன.

1. படி ஒன்றில் L அமினோ அமில ஆக்சிடேசுகள், L அமினோ அமிலத்தை FMN ஐத் துணைநொதியாகக் கொண்டு, L இமினோ அமிலமாக மாற்றுகின்றன. இதன் விளைவாக உருவாகும் பெராக்சைடின் நச்சுத்தன்மையை கேட்டலேஸ் நீக்குகிறது. (படம் 4.7)



படம் 4.7 L அமினோ அமில ஆக்சிடேஸ் நொதியின் வினை

1. இரண்டாம் படியில் L இமினோ அமிலம் நீராற்பகுப்பின் மூலம் α கீட்டோ அமிலமாகவும் அம்மோனியாகவும் பிரிகை அடைகிறது.

- L அமினோ அமில ஆக்சிடேசுகள், ஹைட்ராக்சி அமினோ அமிலம் மற்றும் டைகார்பாக்சி அமினோ அமிலங்கள் தவிர மற்ற அனைத்து அமினோ அமிலங்களின் மீதும் வினைபுரிகின்றன.
- D அமினோ அமில ஆக்சிடேசுகள், FAD ஐத் துணைநொதியாகக் கொள்கின்றன.

ஆக்சிஜனேற்றமில்லா அமினோ தொகுதி நீக்கம்

ஹைட்ராக்சி அமினோ அமிலங்களான சிரைன் மற்றும் திரியோனைனின் மீது டீஹைட்ரடேசுகள் செயல்பட்டு, முறையே பைருவேட் மற்றும் α கீட்டோ பியூட்ரிக் அமிலமாக மாற்றுகின்றன.

சிஸ்டின் டீசல் பூரேஸ் சிஸ்டினுலுள்ள தயால் (SH) தொகுதியை நீக்கு பைருவேட்டாக மாற்றுகிறது.

குளுட்டமினிலும் அஸ்பாரஜினிலும் உள்ள அமைடு தொகுதிகளை குளுட்டமினேஸ் மற்றும் அஸ்பாரஜினேஸ் நீக்குகின்றன.

4.1.2.3 கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்கம் (DECARBOXYALATION)

அமினோ அமிலங்களிலுள்ள கார்பாக்சில் தொகுதிகள் CO_2 நீக்கம் பெறுவது கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்கம் ஆகும். இம்முறையின் மூலமாக உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த அமீன்கள் தொகுக்கப்படுகின்றன (படம் 4.8). கல்லீரல், சிறுநீரகம், நுரையீரல் மற்றும் மூளை ஆகிய திசுக்களில் பல்வேறு அமினோ அமிலங்கள் டீகார்பாக்சிலேசுகள் (Amino acid decarbozylases), அவற்றிற்குரிய அமினோ அமிலங்களின் கார்பாக்சில் தொகுதியை நீக்கி அமீன்களை உருவாக்கி CO_2 ஐ வெளியேற்றுகின்றன. எ.கா

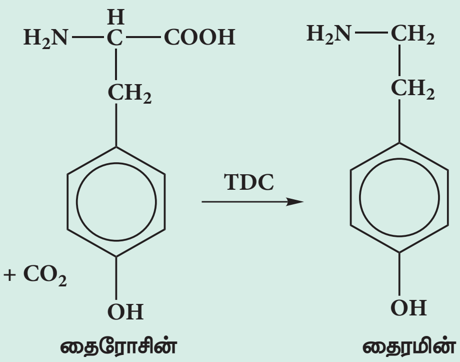
XII U4 Protein new_tamil.indd 103 5/8/2019 4:12:56 PM

ஹிஸ்டிடின் ------ ஹிஸ்டமின் + CO_2

தைரோசின் ------ தைரமின் + CO_2

டிரிப்டோபேன் ------ டிரிப்டமின் + CO_2

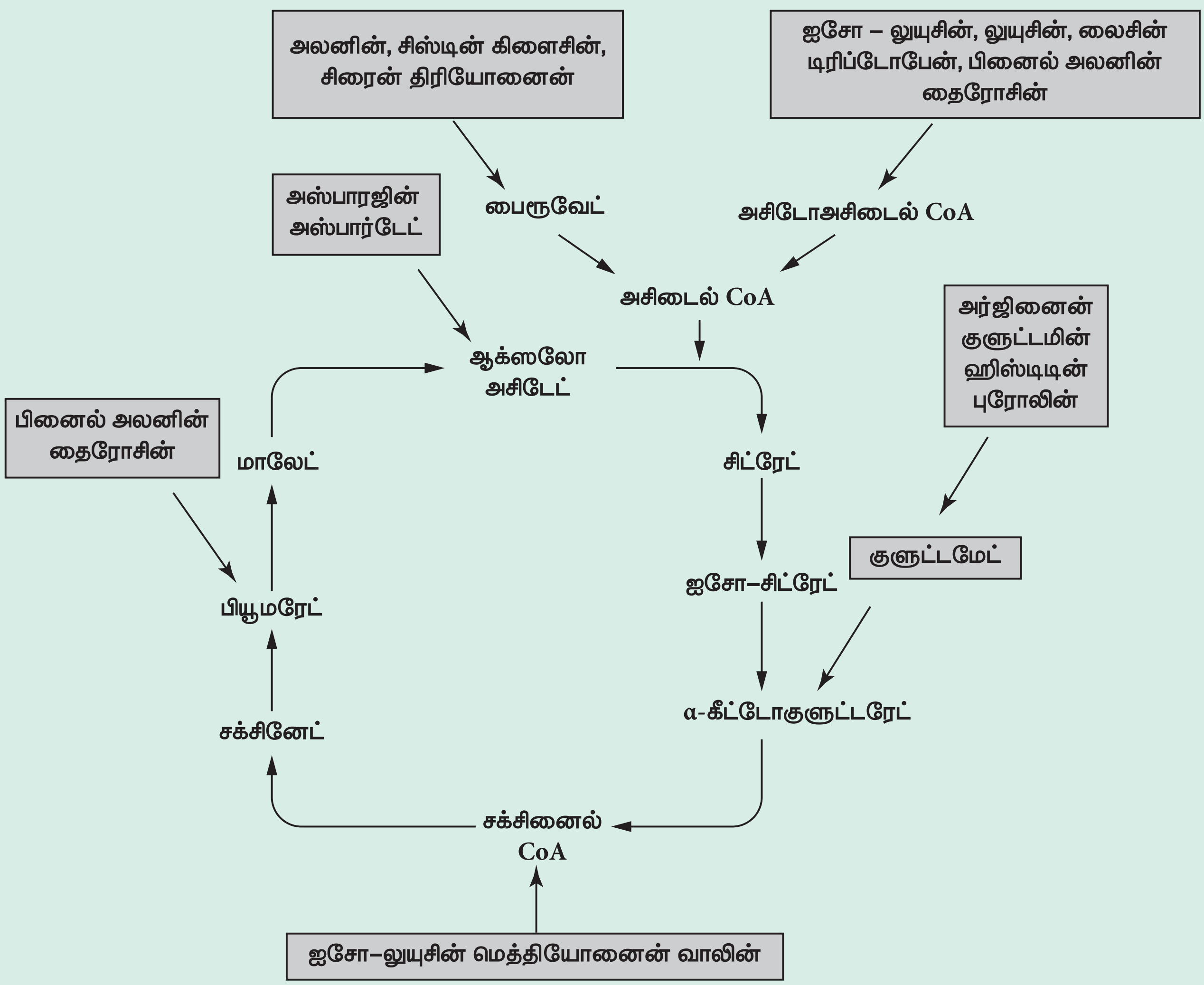
குளுட்டமிக் அமிலம் ------ γ–அமினோ பியூட்ரிக் அமிலம் + CO_2



படம் 4.8 கார்பாக்சி தொகுதி நீக்கவினைகள் மற்றும் அமீன்கள் உருவாதல்

4.1.2.4 அமினோ அமிலங்களின் கார்பன் கட்டமைப்புகளின் முடிவுநிலை

TCA சுழற்சியில் அமினோ அமிலங்களின் நுழைவு



படம் 4.9 அமினோ அமிலம் சிதைவுறுவதால் உருவாகும் விளை பொருள்கள் மற்றும் TCA சூழற்சியில் அதன் நுழைவு

அமினோ அமிலங்கள் தங்கள் அமினோ தொகுதிகளை இழந்த பின்பு உருவாகும் பைருவேட், α கீட்டோ குளுட்டரேட் போன்ற கீட்டோ அமிலங்கள், TCA சுழற்சியில் நுழைந்து ஆற்றலுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பினைல் அலனின் மற்றும் தைரோசின் ஆகியவை சிதைவுறுவதால்

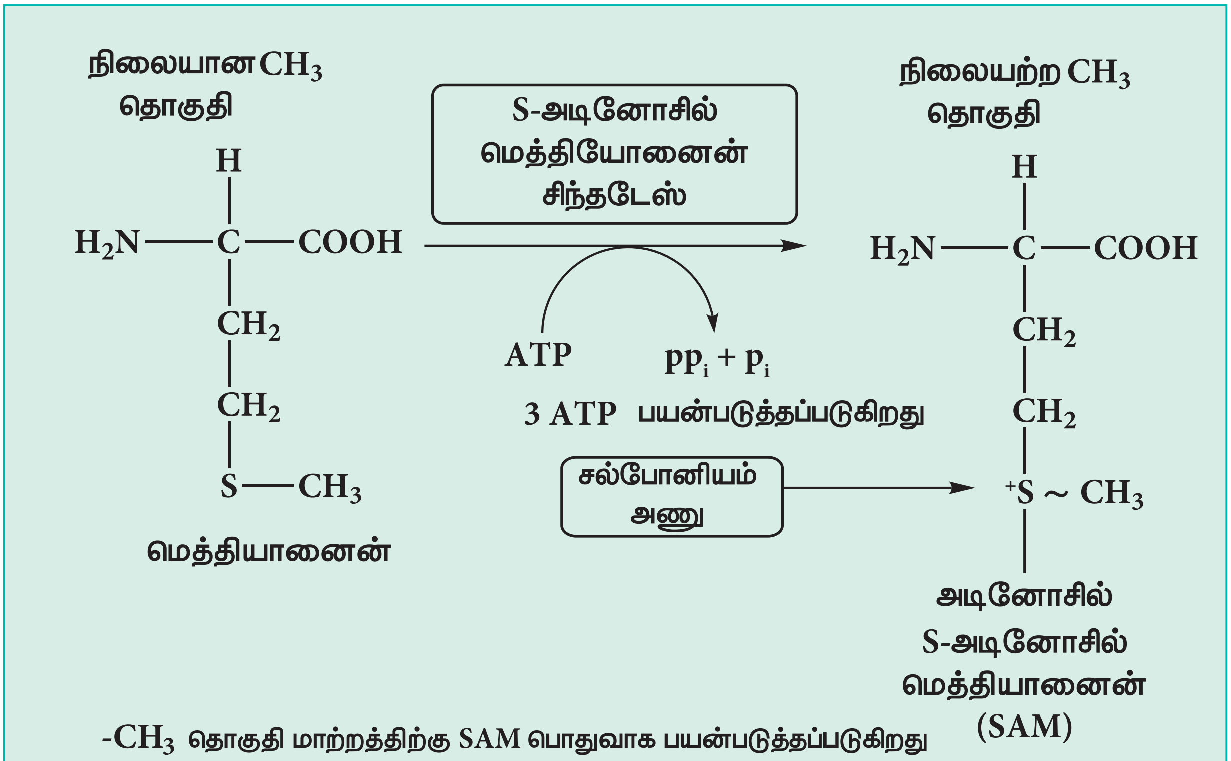
உருவாகும் ஃப்யூமேரேட் (Fumarate) TCA சுழற்சியில் நுழைகின்றது. நுழையும் இடைநிலைகள் குளுக்கோநியோஜெனிசிற்கு முன்னோடி மூலக்கூறுகளாகத் திகழ்கின்றன (படம் 4.9). இதனால், தங்கள் கார்பன் கட்டமைப்புகளை குளுக்கோஸ் தொகுப்பிற்காகக் கொடுக்கும் அமினோ அமிலங்கள் குளுக்கோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் எனப்படும். எ.கா கிளைசின், அலனின், அஸ்பார்டேட், குளுட்டமேட் மற்றும் பல. இருப்பினும், சில அமினோ அமிலங்கள் அசிடைல் CoA மற்றும் அசிடோ அசிடைல் CoA வைத் தருகின்றன. இவை, கொழுப்பு அமிலங்களின் தொகுப்பிற்கான விளைபொருளாகவும், கீட்டோன் சேர்மங்கள் (Ketone bodies) ஆகவும் மாறுகின்றன. இத்தகைய அமினோ அமிலங்கள் கீட்டோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் எனப்படுகின்றன. எ.கா லுயுசின் மற்றும் லைசின். பினைல் அலனின், ஐசோலுயுசின் மற்றும் தைரோசின் ஆகியவை குளுக்கோஜெனிக் மற்றும் கீட்டோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் ஆகும்.

அமினோ அமிலங்களின் மறுஉற்பத்தி

ஒடுக்க அமினேற்றம் (Reducive amination) அல்லது ட்ரான்ஸ் அமினோ தொகுதி நீக்கத்தின் திருப்பவினையாலும் அமினோ அமிலங்கள் தத்தம் கீட்டோ அமிலங்களிலிருந்து மறு உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

4.1.2.5 ட்ரான்ஸ் மெத்திலேற்றம் (மெத்தில் மாற்றம்)

ஒரு கார்பன் வளர்சிதை மாற்றம்



படம் 4.10 அடினோசில் மெத்தியோனைனின் தொகுப்பு

ப்யூரின், பிரிமிடின் போன்ற சேர்மங்களைத் தொகுப்பதில் இது முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. ஃபார்மைல், மெத்தில், மெத்திலின், மெத்தினைல், ஃபார்மிமினோ மற்றும் ஹைட்ராக்சி மெத்தில் தொகுதியைத் தவிர மற்ற அனைத்து ஒரு கார்பன் பரிமாற்ற வினைகளும், N_5 மற்றும் N_{10} இடங்களில் மெத்தில் தொகுதியைக் கொண்ட டெட்ராஹைட்ரோ, கிளைசின், சிரைன் மற்றும் கோலின் போன்றவை டைட்ரா ஹைட்ரோ ஃபோலேட்டுக்கு மெத்தில் தொகுதி வழங்கிகளாகச்

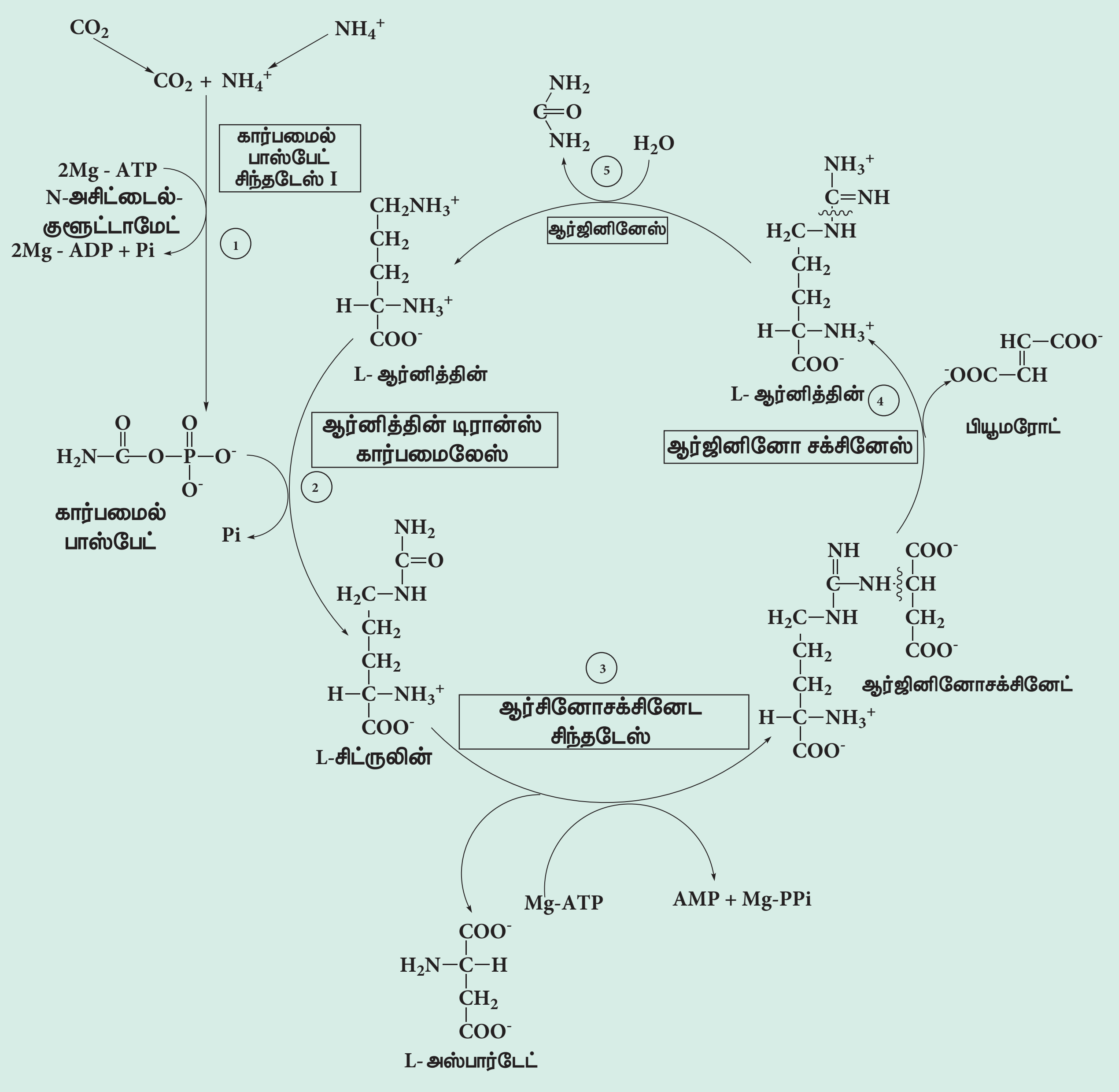
XII U4 Protein new_tamil.indd 105 5/8/2019 4:12:57 PM

செயல்படுகின்றன. மெத்தியோனைனிலிருந்து உருவாகும் S – அடினோசில் மெத்தியோனைகள் (SAM) மெத்தில் தொகுதி பரிமாற்றத்தில ஈடுபடுகிறது. (படம் 4.10)

இவ்வாறு உருவாகும் S அடினோசில் மெத்தியோனைன் மெத்தில் தொகுதி வழங்கியாகச் செயல்பட்டு, எபிநெப்ரின், கிரியாடின், தயமின் ஆகியவற்றைத் தொகுக்க உதவுகிறது.

4.2 யூரியா சுழற்சி

அம்மோனியாவின் நச்சுத் தன்மை



படம் 4.11 யூரியா சுழற்சி

ட்ரான்ஸ் அமினோ தொகுதி நீக்கம் மற்றும் குடல்வாழ் பாக்டீரியா போன்ற இதர மூலங்களிலிருந்தும் உருவாகும் அம்மோனியா கல்லீரலுக்குக் கடத்தப்பட்டு, யூரியாவாக மாற்றப்படுகிறது. இயல்பான உடலியக்க நிலையில், இரத்தத்திலுள்ள அம்மோனியாவின் அளவு கட்டுக்குள் வைக்கப்படுகிறது. இல்லையெனில், நச்சுத்தன்மையுள்ள அம்மோனியா மைய நரம்பு

XII U4 Protein new_tamil.indd 106 5/8/2019 4:12:57 PM

மண்டலத்தைப் பாதித்து, நடுக்கம், மங்கலான பார்வை, கோமா (coma) போன்ற அறிகுறிகளை ஏற்படுத்துவதோடு மட்டுமின்றி இறப்பிற்கும் வழிவகுக்கும். அதிகப்படியான அம்மோனியா நியுரானிலுள்ள α கீட்டோ குளுட்டரேட்டின் அளவு குறைந்து, TCA சுழற்சி பாதிக்கப்பட்டு, ஆற்றல் குறைபாடு ஏற்படுகிறது.

உயிரினங்களில் புரதங்களின் அமினோ தொகுதி, மூன்று விதங்களின் வெளியேற்றப்படுகிறது. அம்மோனியா, யூரியா அல்லது யூரிக் அமிலம். இதன் அடிப்படையில் உயிரினங்கள் முறையே அம்மோனோடெலிக் (ammonotelic) யூரோடெலிக் (urotelic) அல்லது யூரிகோடெலிக் (uricotelic) என்று வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. நிலத்தில் வாழும் பல்வேறு முதுகெலும்பிகள் அமினோ நைட்ரஜனை யூரியாவாகவும், பறவைகள் மற்றும் நிலப்பரப்பு ஊர்வன (reptiles) யூரிக் அமிலமாகவும் வெளியேற்றுகின்றன.

யூரியோடெலிக் விலங்குகளில், கல்லீரலுக்குக் கடத்தப்படும் அம்மோனியா யூரியாவாக மாற்றப்பட்டு, சிறுநீரகங்கள் வழியாக வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வழிமுறையில் ஆர்னிதினைச் சுழலச் செய்கின்றது எனவே, இவ்வழிமுறை யூரியா சுழற்சி அல்லது ஆர்னிதின் கண்டறிந்த அறிஞர்களான க்ரெப்ஸ் மற்றும் ஹென்ஸ்லீட் (மருத்துவ மாணவர்) ஆகியோரின் பெயரால் க்ரெப்ஸ் – ஹென்ஸ்லீட் சுழற்சி எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

அம்மோனியாவை யூரியாவாக மாற்ற ஐந்து நொதிகள் தேவைப்படுகின்றன. இவற்றுள் இரண்டு நொதிகள் மைட்டோ காண்டீரியாவிலும், மற்றவை சைட்டோபிளாசத்திலும் அமைந்துள்ளன. யூரியாவின் இரு அமினோ தொகுதிகளில், ஒன்று கார்ப மைல் பாஸ்பேட் வழியாகவும், மற்றொன்று அஸ்பார்டேட் வழியாகவும் யூரியா சுழற்சியில் நுழைகின்றது.

யூரியா சுழற்சில் ஐந்து படிகளாவன:

1. **கார்பமைல் பாஸ்பேட் உருவாக்கம் :** மைட்டோகாண்டீரியாவிலுள்ள கார்பமைல் பாஸ்பேட் சிந்தடேஸ் I, கார்பன் டை ஆக்சைடு, அம்மோனியா மற்றும் ATP ஆகியவற்றிலிருந்து கார்மைல் பாஸ்பேட் உருவாக வழிவகுக்கிறது. இது இரண்டு ATP மூலக்கூறுகளைப் பயன்படுத்தும் ஒரு மீளாவினை ஆகும். இந்நொதி, குளுட்டமினை வினைபொருளாகக் கொண்டு பிரிமிடினைத் தொகுக்கும சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள கார்பமைல் பாஸ்பேட் சிந்தடேஸ் II க் காட்டிலும் வேறுபட்டது.
2. **சிட்ருலின் உருவாக்கம் :** ஆர்னிதின் ட்ரான்ஸ் கார்பமைலேஸ் (ornithine transcarbamaylas) கார்பமைல் பாஸ்பேட்டை ஆர்னிதினுடன் வினைபுரியச் செய்த சிட்ருலினை உருவாக்ககிறது. யூரியா சுழற்சியின் மற்ற மூன்று நொதிகளும் சைட்டோபிளாசத்தில் அமைந்துள்ளதால், உருவான சிட்ருலின், மைட்டோகாண்டீரியாவிலிருந்து கடத்திகளால் (Transporter) சைட்டோபிளாசத்திற்குக் கடத்தப்படுகிறது.
3. **ஆர்ஜினினோசக்சினேட் உருவாக்கம் :** ஆர்ஜினினோ சக்சினேட் சிந்தடேஸின் முன்னிலையில், சிட்ருலின் மற்றும் அஸ்பார்டேட் இணைந்து, ஆர்ஜினினோ சக்சினேட் உருவாகிறது. சிட்குலைல் AMP ஐ இடைநிலையாகக் கொண்டு ஊக்கவிக்கப்படும் இவ்வினைக்கு ATP தேவை (யூரியா தொகுப்பிற்கான இரண்டாம் நைட்ரஜன் அணுவை அஸ்பாரிடேட் வழங்குகிறது).
4. **ஆர்ஜினினோ சக்சினேட்டிலிருந்து ஆர்ஜினைன் உருவாதல்:** ஆர்ஜினினோ சக்சினேஸ் ஊக்குவிக்கும் இவ்வினை ஆர்ஜினைனையும், ஃப்யூமரேட்டையும் (TCA சுழற்சிக்கள் நுழையும்) உருவாக்குகிறது.

XII U4 Protein new_tamil.indd 107 5/8/2019 4:12:57 PM

5. **யூரியா உருவாக்கம் மற்றும் ஆர்னிதின் மறு உற்பத்தி:** யூரியா தொகுப்பின் இறுதிப்படியில், ஆர்ஜினேஸ் நொதி ஆர்ஜினையிலிருந்து யூரியாவை விடுவித்து,ஆர்னிதினைமறுஉற்பத்தி செய்கிறது. இவ்வாறு உருவாகும் ஆர்னிதின் கடத்திகள் மூலமாக மைட்டோகாண்டீரியாவிற்குள் நுழைகிறது.

ஒரு மூலக்கூறு கார்பன் டை ஆக்சைடு, ஒரு மூலக்கூறு அம்மோனியா மற்றும் அஸ்பார்டேட்டின் அமினோ தொகுதியிலிருந்தும் ஒரு மூலக்கூறு யூரியா தொகுக்கப்படுகிறது. இவ்வினைகள் நான்கு ATPக்களுக்கு நிகரான நான்கு அதிக ஆற்றல் கொண்ட பிணைப்புகளை உட்கொள்கின்றன.

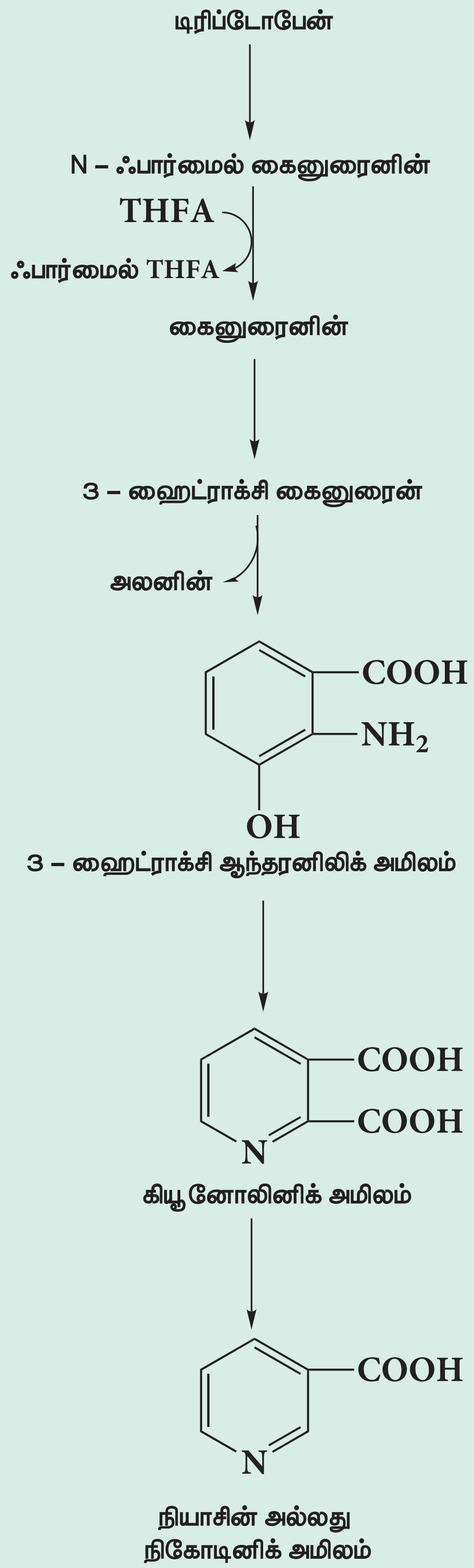
4.3 நியாசின் உருவாதல்

நியாசின் (பிரிடின் 3 கார்பாக்சிலிக் அமிலம்), டிரிப்டோபேன் அமினோ அமிலத்திலிருந்து உருவாகிறது. நிக்கோடினமைடு துணைநொதிகள் தொகுப்பிற்கு நியாசின் முன்னோடி மூலக்கூறாகத் திகழ்கின்றது. 3% டிரிப்டோபேன் மட்டுமே கல்லீரலில் நியாசினாக மாற்றப்படுகிறது. சோளத்தை பிரதான உணவாக உட்கொள்ளும் மக்களிடையே நியாசின் பற்றாக்குறை காணப்படுகிறது.

டிரிப்டோபேனிலிருந்து நியாசினைத் தொகுதிக்கும் படிகளாவன (படம் 4.12)

1. டிரிப்டோபேன் N – ஃபார்மைல் கைனுரைனினாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது.

2. N – ஃபார்மைல் கைனுரைனின் டெட்ராஹைட்ரோபோலேட்டுக்கு தன் ஃபார்மைல் தொகுதியை வழங்கி கைனுரைனினாக மாறுகிறது.



படம் 4,12 நியாசின் உருவாதல்

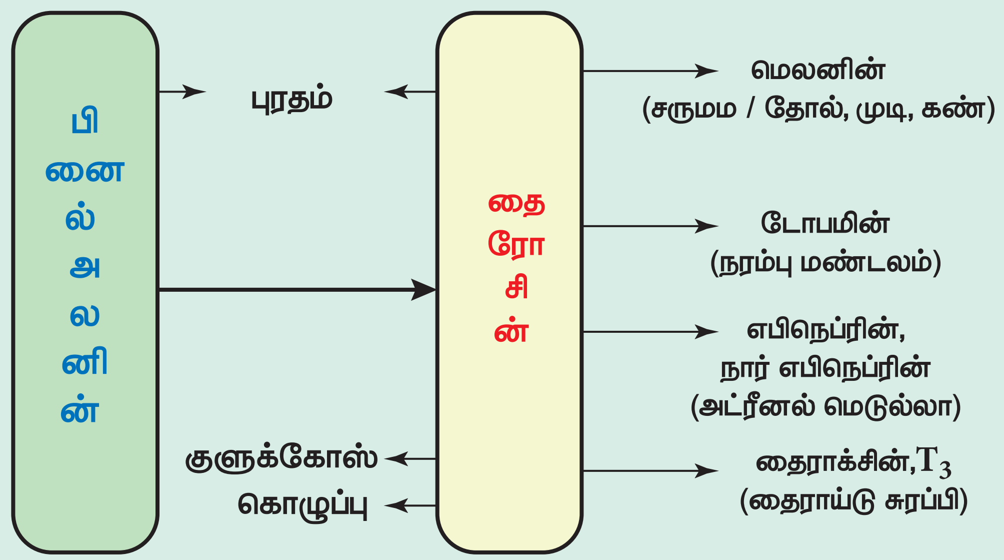
3. கைனுரைனின் 3ம் இடத்தில் ஹைட்ராக்சிலேற்றமடைந்து 3 ஹைட்ராக்சி கைனுரைனினாக மாறுகிறது.

4. 3 ஹைட்ராக்சி கைனுரைனின், பிரிடாக்சால் பாஸ்பேட்டின் முன்னிலையில் அலனினை இழந்து 3 ஹைட்ராக்சி ஆந்தரனிலிக் அமிலமாகிறது.

5. 3 ஹைட்ராக்சி ஆந்தரனிலிக் அமிலம் கியூனோலிக் அமிலமாக மாறுகிறது.

6. கியூனோலிக் அமிலம் கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்கவினைக்கு உட்பட்டு நியாசினாக மாறுகிறது.

தைரோசினிலிருந்து உருவாகும் தனிப்பட்ட விளைபொருட்கள்



படம் 4.13 அமினோ அமிலங்களில் இருந்து உருவாகும் தனிப்பட்ட விளைபொருள்கள்

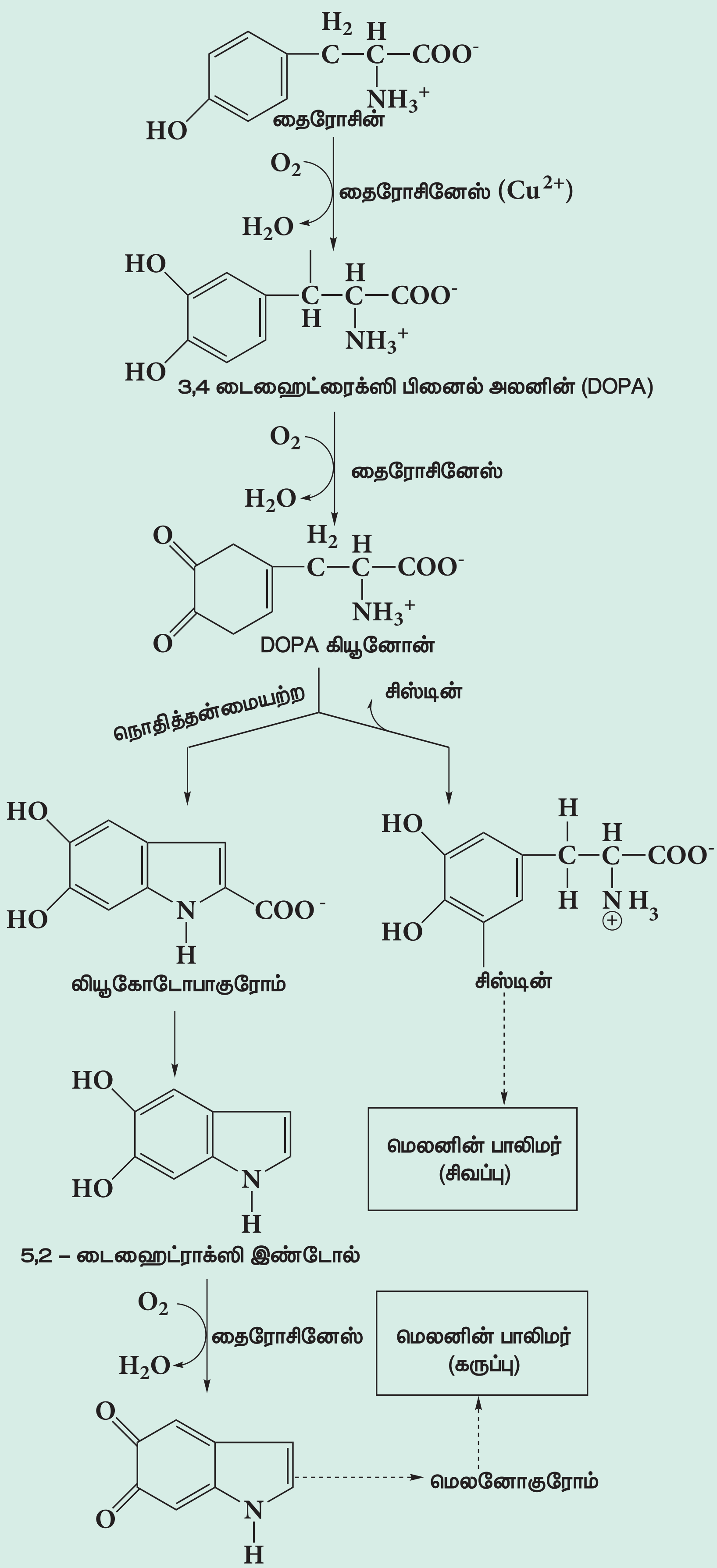
பல்வேறு திசுக்களில் தைரோசினிலிருந்து பல முக்கியமான தனிப்பட்ட விளைபொருட்கள் உருவாகின்றன. நரம்பு மண்டலத்தில் தைரோசின், டோபமின் தொகுப்பிற்கு முன்னோடி மூலக்கூறாக செயல்படுகிறது. அட்ரீனல் சுரப்பியில், தைரோசின் மன அழுத்தம் தொடர்பான ஹார்மோன்களான எபிநெப்ரின் மற்றும் நார் எபிநெப்ரினாக மாறுகிறது.

தைராய்டு சுரப்பியில், தைரோசின் அயோடினேற்றமடைந்து ட்ரைஅயோடோ தைரோனின் (T_3) மற்றும் டெட்ரா அயோடோ தைரோனின் (T_4 – தைராக்சின்) எனும் தைராய்டு ஹார்மோன்களாக தொகுக்கப்படுகிறது.

4.4 மெலனின் உருவாதல்

'மெலன்' என்றால் கருப்பு என்று பொருள். சருமம், முடி மற்றும் கண்களின் நிறத்திற்கு மெலனின் என்ற நிறமி தான் முக்கிய காரணம். நிறமிகளை உருவாக்கும் செல்லான மெலனோசைட்டில் தைரோசின் மெலனினாக மாற்றப்படுகிறது. மெலனின் ஒரு வகையான கூட்டுப் பாலிமர் எனப்படும். இன்டோல் குயினோனால் ஆனது. காப்பரைக் கொண்டுள்ள தைரோசினேஸ் என்னும் நொதி மெலனின் தொகுப்பில் ஈடுபடுகிறது (படம் 4.14).

XII U4 Protein new_tamil.indd 109 5/8/2019 4:12:58 PM



படம் 4.14 மெலனின் உருவாக்கம்

XII U4 Protein new_tamil.indd 110 5/8/2019 4:12:58 PM

7. தைரோசினானது ஹைட்ராக்சிலேற்றம் அடைந்து டைஹைட்ராக்சி பினைல் அலனினாக மாறுகிறது. (தைரோசினானது ஹைட்ராக்சிலேற்றம் அடைந்து டைஹைட்ராக்சி பினைல் அலனினாக மாறுகிறது. (DOPA)

8. DOPA கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்கம் (Decarbozylation) பெற்றுடோபாகுடபினோனாக உருவாக்கம் பெறுகிறது.

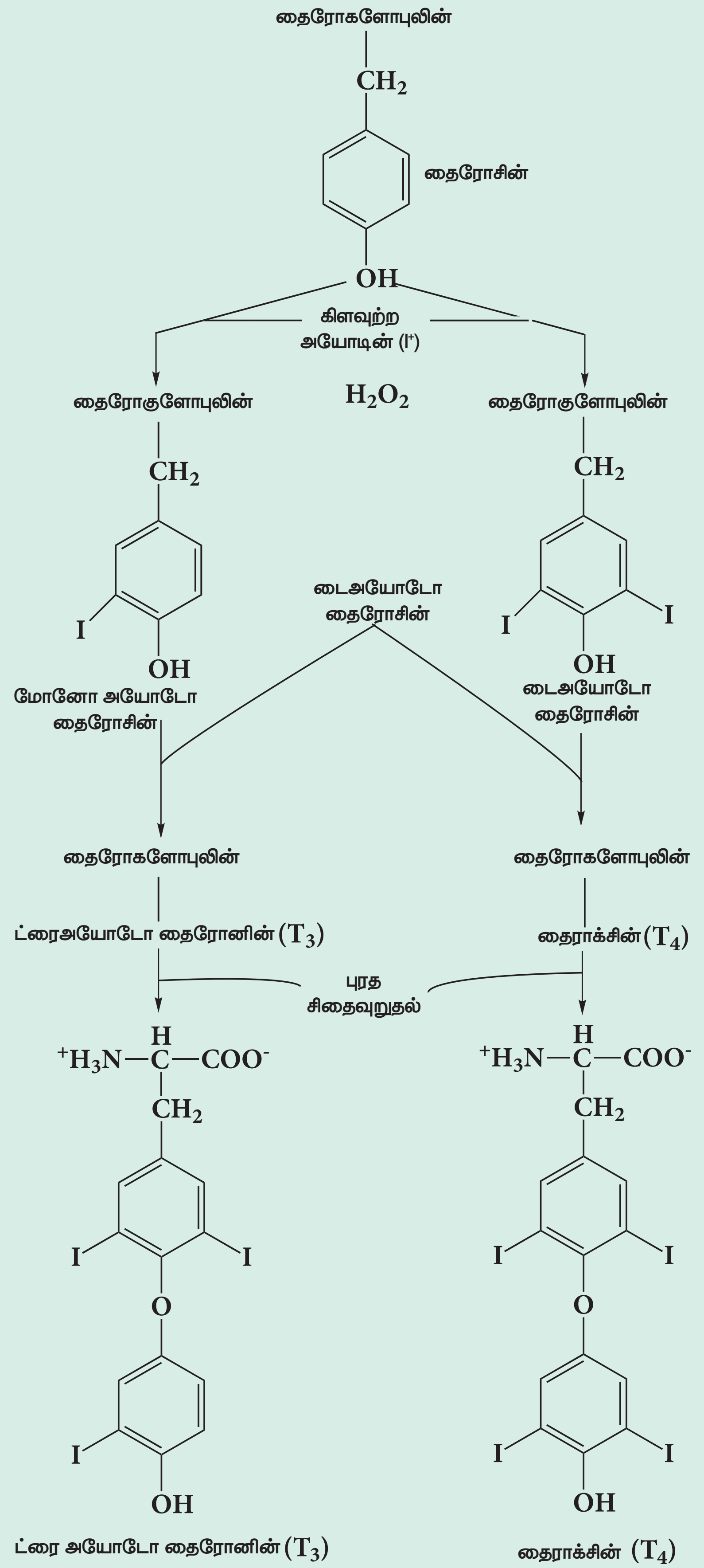
9. பல்வேறு வினைகளில் மூலம் டோபாகுயினோனானது இன்டோல் குயினோனாக மாறுகிறது.

10. இண்டோல் குயினோன் படி படியாக்சி (polymerization) மெலனின் பெறப்படுகிறது.

4.5 தைராய்டு ஹார்மோன்களின் உருவாக்கம்

1. கனிம அயோடின் (கனிம அயோடின் (inorganic iodine) அயோடைடாக மாற்றப்படுகிறது. (அயோடினைக் கிளர்வுபுறச் செய்தல்).

2. தைரோகுளோபுலின் என்னும் புரதத்திலுள்ள தைரோசின் வளையமானது அயோடினேற்றம் பெற்று மோனோ அயோடோ தைரோசின் (MIT) மற்றும் டைஅயோடோ தைரோசின் (DIT) உருவாகிறது.



படம் 4.15 தைராய்டு ஹார்மோன் தொகுப்பு

3. மோனோ – அயோடோ தைரோசின் / டை–அயோடோ தைரோசின் மற்றொரு டை –அயோடா தைரோனின் மற்றும் டெட்ரா அயோடோ தைரோனின் உருவாகின்றன. அயோடினேற்றம் பெற்ற தைரோகுளோபுலின் தைராய்டு சுரப்பியில் சேகரிக்கப்படுகிறது.

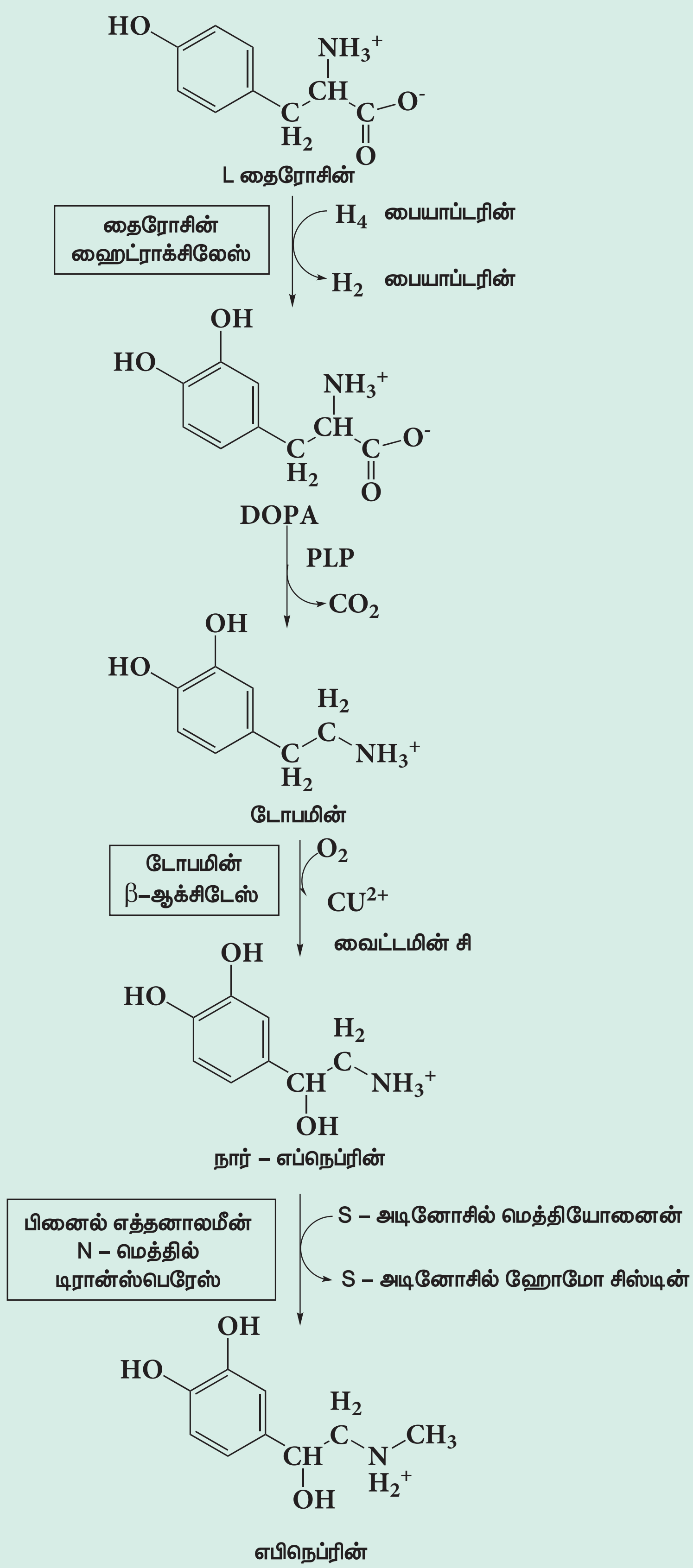
4. உடலின் தேவைக்கேற்றவாறு தைராய்டு தூண்டும் ஹார்மோன் (TSH) தைராய்டு சுரப்பியைத் தூண்டுவதால் தைரோகுளோபுலின் ஆனது புரதச்சிதைவுற்று T_3 மற்றும் T_4 ஐ வெளியேற்றுகின்றன.

4.6 கேட்டகாலமீன்கள் உருவாதல்

சிறுநீரகத்தின் மேற்பகுதியில் அமைந்துள்ள அட்ரீனல் சுரப்பியானது, தாதுவளர்சிதை மாற்றத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் ஹார்மோன்களையும் (அட்ரீனல் கார்டெக்ஸிலிருந்து சுரக்கப்படுபவை), மன அழுத்தத்தின் போது சுரக்கப்படும் எபிநெப்ரின் மற்றும் நார் எபிநெப்ரின் (அட்ரீனல் மெடுல்லாவிலிருந்து சுரக்கப்படுபவை) போன்ற ஹார்மோன்களையும் சுரக்கிறது.

கேட்டகாலமீன்களின் செயல்பாடுகள்

1. இவை குளுக்கோஸ் வளர்சிதை மாற்றத்தில் இன்சுலினுக்கு எதிரான செயலதாக்கத்தைக் கொண்டுள்ளதால், இரத்தத்தில் சர்க்கரை அளவை உயர்த்துகிறது.



படம் 4.16 எபிநெப்ரினின் தொகுப்பு

2. இந்த ஹார்மோன்கள் ஆபத்துகால அவசரநிலையின் போது உடலைத் தயார் செய்கின்றன.

3. இவ்வகை ஹார்மோன்கள் இரத்தநாளங்களைச் சுருக்கி, இரத்த அழுத்தத்தை அதிகரிப்பதால், இதயதசைகளை அதிகவிசையோடு சுருங்கச் செய்கின்றன.

கேட்டாகாலமீன்கள் தொகுப்புக்கான படிகள்

1. அட்ரீனல் மெடுல்லாவில், தைரோசின் ஹைட்ராக்சிலேஸ் என்னும் நொதி, தைரோசினை, டைஹைட்ராக்சி பினைல் அலனினாக (DOPA) மாற்றுகிறது.

2. டோபா (DOPA) கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்க நொதியானது (Dopa Decarboxylase) டோபாவின். கார்பாக்சில் தொகுதியை நீக்கி டோபமீன் ஆக்குகிறது.

3. டோபமீன், டோபா ஹைட்ராக்சிலேஸ் என்னும் நொதியின் வினையினால் நார் எபி நெப்ரினாக உருப்பெறுகிறது (Nor -epinephrine) ல் உள்ள Nor என்பது No 'R' என்பதைக் குறிக்கும்; இதில் 'R' என்பது மெத்தில் தொகுதி ஆகும்).

4. நார். எபிநெப்ரின் மெத்திலேற்றம் அடைத்து எபிநெப்ரின் ஆகிறது. இவ்வினைடியல், S – அடினோசில் மெத்தியோனைன் மெத்தில் தொகுதி வழங்கியாகவும், N – மெத்தில் ட்ரான்ஸ்பெரேஸ் (N - methyl transterase) நொதியாகவும் செயல்படுகின்றன.

செயல்பாடு

1. அமினோ அமில வளர்சிதை மாற்றத்திற்கும், TCA சுழற்சிக்கும் இடையேயான இணைப்புகளைக் கண்டறிய உதவும் விளக்கப்படத்தைத் தயாரிக்கவும்.
2. யூரியா சுழற்சியை விளக்கும் விளககப்படம் தயாரிக்கவும்.
3. மின்நூல்களின் துணைகொண்டு யூரியா தொகுப்பு தொடர்பான சின்ட்ரோம்களைப் (syntones) பட்டியலிடவும்.

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

- AST மற்றும் ALT கல்லீரல் பாதிப்பை பிரதிபலிக்கும் முக்கிய அளவைகள ஆகும். தொழில் ரீதியாக, CCl_4, மற்றும் $CHCl_3$ போன்ற கரைப்பான்களைக் கையாளும் போது தீங்கு ஏற்படலாம்.
- இன்சுலின், இன்சுலின் போன்ற வளர்ச்சி காரணி – 1 (Insulin linke growth factor - I) மற்றும் வளர்ச்சி ஆகியவை புரத வளர்சிதைமாற்றத்தில் புரதத் தொகுப்பை ஊக்குவிக்கின்றன.
- புரதங்களை உட்கொள்ளுவதாலோ அல்லது அமினோ அமிலங்களை உட்செலுத்துவதாலோ புரதவளர்சிதை மாற்றத்தில் புரதத்தொகுப்பை ஊக்குவிக்கின்றன.

XII U4 Protein new_tamil.indd 113 5/8/2019 4:12:59 PM

பாடச்சுருக்கம்

- அதிகப்படியாக உணவில் எடுத்துக்கொள்ளப்படும் அமினோ அமிலங்கள் ஆற்றல் தேவைக்காகவும், குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் மற்றும் கீட்டோநியோஜெனிசிஸ் ஆகியவற்றிற்காகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அதன் அமினோ தொகுதி யூரியாவாக மாற்றப்படுகிறது.
- அமினோ அமிலங்களின் கார்பன் கட்டமைப்பு அதிகப்படியாக உணவில் எடுத்துக்கொள்ளப்படும் அமினோ அமிலங்கள் ஆற்றல் தேவைக்காகவும், குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் மற்றும் கீட்டோநியோஜெனிசிஸ் ஆகியவற்றிற்காகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அதன் அமினோ தொகுதி யூரியாவாக மாற்றப்படுகிறது.
- அமினோ அமிலங்களின் கார்பன் கட்டமைப்பு TCA சுழற்சிக்குள் நுழைவுபெற்று சிதைக்கப்படுகிறது.
- அமினோ அமிலச் சிதைவின் முதல்படி அமினா தொகுதி நீக்கம் ஆகும். இது இருவகைகளில் நிகழ்வுறும் – ட்ரான்ஸ் அமினேற்றம் மற்றும் அமினோ தொகுதி நீக்கம் (Deamination)
- ட்ரான்ஸ் அமினேற்றம் முறையில் ஒரு கீட்டோ அமிலத்திற்கும் α அமினோ அமிலத்திற்கும் இடையே அமினோ தொகுதி பரிமாற்றம் நடைபெறுகிறது. அலனின் அமினோ ட்ரான்ஸ் அமினேஸ் (ALT) மற்றும் அஸ்பார்டேட் அமினோ ட்ரான்1 அமினேஸ் (AST) ஆகியவை முக்கிய ட்ரான்1 அமினேசுகள் ஆகும்.
- அஸ்பார்டேட் ட்ரான்ஸ் அமினேஸ் அஸ்பார்டேட் மற்றும் குளுட்டரேட்டை முறையே ஆக்சலோ அசிடேட்டாகவும் குளுட்டமேட்டாகவும் மாற்றும் உட்பரிமாற்றவினையை ஊக்குவிக்கின்றது. அலனின் ட்ரான்ஸ் அமினேஸ் அலனின் மற்றும் α கீட்டோ குளுட்டரேட்டை முறையே பைருவேட் மற்றும் குளுட்டமேட்டாக மாற்றும் உட்பரிமாற்ற வினையை ஊக்குவிக்கிறது.
- கல்லீரல் மற்றும் இதயநோயைக் கண்டறிய இரத்தத்திரவத்திலுள்ள ட்ரான்ஸ் அமினேசுகள் முக்கிய அடையாள அளவைகளாகும்.
- பல அவசியமில்லா அமினோ அமிலங்கள் ட்ரான்ஸ் அமினேற்ற முறையில் தொகுக்கப்படுகின்றன.
- அமினோ தொகுதி நீக்கம் ஆக்சிஜனேற்றம் அமினோ தொகுதி நீக்கம் மற்றும் ஆக்சிஜனேற்றமில்லா அமினோ தொகுதி நீக்கம் என இருவகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.
- ஆக்சிஜனேற்ற அமினோ தொகுதி நீக்கமுறையில் அமினோ அமிலத்தின் α அமினோ தொகுதி அம்மோனியாவாக நீக்கம் பெறும்போது ஆக்சிஜனேற்றமும் இணைந்து நடைபெறுகிறது.
- குளுட்டமேட்டின் அமினோ தொகுதியை நீக்கும் ஆக்சிஜனேற்ற அமினோ தொகுதி நீக்க வினையே, யூரியா தொகுப்பிற்கான அமினோ தொகுதிகளைக் கல்லீரலுக்குக் கொண்டு சேர்ப்பதில் முக்கிய பங்காற்றுகிறது.

XII U4 Protein new_tamil.indd 114 5/8/2019 4:12:59 PM

- L அமினோ அமில ஆக்சிடேசுகள் மற்றும் D அமினோ அமில ஆக்சிடேசுகள் ஆக்சிஜனேற்ற அமினோ தொகுதி நீக்கத்தைச் செயல்படுத்துகின்றன.
- குளுட்டமினிலும், அஸ்பார்ஜினிலும் உள்ள அமைடு தொகுதிகளை குளுட்டமினேஸ் மற்றும் அஸ்பாரஜினேஸ் நீக்குகின்றன.
- கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்க முறையின் மூலம் உயிரியல் முக்கியத்தும் வாய்ந்த அமினகள் தொகுக்கப்படுகின்றன.
- அமினோ அமிலங்கள், தங்கள் அமினோ தொகுதிகளை இழந்த பின்பு உருவாகும் பைருவேட், α கீட்டோ குளுட்ரேட் போன்ற கீட்டோ அமிலங்கள், TCA சுழற்சியில் நுழைந்து ஆற்றலுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- அமினோ அமிலங்கள் குளுக்கோஜெனிக்ககாவும் மற்றும் / அல்லது கீட்டோஜெனிக்காவும் இருக்கலாம்.
- அம்மோனியாவை யூரியாவாக மாற்ற ஐந்து நொதிகள் தேவைப்படுகின்றன. இவற்றுள், இரண்டு நொதிகள் மைட்டோகாண்டீரியாவிலும், மற்றவை சைட்டோபிளாசத்திலும் அமைந்துள்ளன. யூரியாவின் இரு அமினோ தொகுதிகளில், ஒன்று கார்பமைல் பாஸ்பேட் வழியாகவும் மற்றொன்று அஸ்பார்டேட் வழியாகவும் யூரியா சுழற்சியில் நுழைகின்றது.
- நியாசின் டிரிப்டோபேன் அமினோ அமிலத்திலிருந்து உருவாகிறது.
- பல்வேறு திசுக்களில் தைரோசினிலிருந்து பல முக்கியமான தனிப்பட்ட விளைபொருட்கள் உருவாகின்றன. நரம்பு மண்டலத்தில் தைரோசின், டோபமின் தொகுப்பிற்கு முன்னோடி மூலக்கூறாக செயல்படுகிறது. அட்ரீனல் சுரப்பியில், தைரோசின் மன அழுத்தம் தொடர்பான ஹார்மோன்களான எபிநெப்ரின் மற்றும் நார் எபிநெப்ரினாக மாறுகிறது.

மதிப்பீடு

I. சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. பொதுவாக முக்கியத்துவமற்ற அமினோ அமிலங்கள் _________ வினைகளில் தொகுக்கப்படுகின்றன.

   அ. ஆக்சிஜனேற்ற அமினோ நீக்க வினை

   ஆ. ஆக்சிஜனேற்ற கார்பாக்சில் நீக்க வினை

   இ. டிரான்ஸ் அமினேஷன்

   ஈ. ஆக்சிஜனேற்றமற்ற அமினோ நீக்க வினை

2. முக்கியமான அமினோ அமிலங்கள்

   அ. கல்லீரலில் தொகுக்கப்படுகின்றன.

XII U4 Protein new_tamil.indd 115 5/8/2019 4:12:59 PM

ஆ. புரோட்டீன் தொகுத்தலில் மட்டும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன

இ. உடலில் தொகுக்க இயலாது

ஈ. சிதைவடைதல் மூலம் யூரியாவைத் தருகிறது.

3. டிரான்ஸ் அமினேஷன் என்பது

அ. ஒரு கீட்டோ அமிலம் மற்றும் ஒரு அமினோ அமிலத்திற்கிடையே அமினோ தொகுதிகள் பரிமாற்றம் அடைதலை உள்ளடக்கியது.

ஆ. ஒரு கீட்டோ அமிலத்தில் கீட்டோ தொகுதியைச் சேர்த்து அமினோ அமிலம் உருவாக்குதல்.

இ. ஒரு கீட்டோ அமிலத்திற்கு அமினோ தொகுதியை மாற்றி ஒரு அமினோ அமிலத்தை உருவாக்குதல்.

ஈ. மேற்கண்டுள்ள அனைத்தும்

4. டிரான்ஸ் அமினேஷன் நிகழ்வோடுத் தொடர்புடைய இணைநொதி

அ. பிரிடாக்சால் பாஸ்பேட்

ஆ. இணைநொதி Q

இ. தையமின்

ஈ. பிரிடாக்சமீன் பாஸ்பேட்

5. சீரம் டிரான்ஸ் அமினேஸஸ் என்பன பின்வருவனவற்றிற்கான முக்கியமான குறியீடு ஆகும்.

அ. கல்லீரல் நோய்

ஆ. இதய நோய்

இ. அ மற்றும் ஆ இரண்டும்

ஈ. மேற்கண்டுள்ள அனைத்தும்

6. யுரியோடெலிக் விலங்குகளில், அமினோ தொகுதியானது இவ்வாறு வெளியேற்றப்படுகிறது.

அ. அம்மோனியா

ஆ. யூரியா மற்றும் யூரிக் அமிலம்

இ. யூரியா

ஈ. யூரிக் அமிலம்

7. கார்பமாயில் பாஸ்பேட் சிந்தடேஸ் – II இதில் காணப்டுகிறது.

அ. மைட்டோகாண்டிரியா

ஆ. சைடோசால்

இ. மைட்டோகாண்டிரியாவில் ஒரு பகுதியளவு சைடோசாலில் பகுதியும் காணப்படுகிறது.

ஈ. உட்கரு.

XII U4 Protein new_tamil.indd 116 5/8/2019 4:12:59 PM

8. DOPA என்பது

அ. டிஹைட்ராக்ஸிபீனைல் அலனைன்

ஆ.டைஹைட்ராக்ஸ் பீனைல் அலனைன்

இ. டைஹைட்ராக்ஸி பீனைல் அலனைன்

ஈ. டீஹைட்ரோ பீனைல் அலனைன்

9. அமினோ அமில சிதைவு மாற்றத்தின் முதல் படி

அ. அதன் அமினோ தொகுதி நீக்கப்படுதல்

ஆ. கார்பாக்ஸில் தொகுதி நீக்கப்படுகிறது.

இ. கார்பன் பின்புலத்தை நீக்குதல்

ஈ. மெத்தில் தொகுதியை நீக்குதல்

10. டோபமைனுக்கு __________ வினைமுன்பொருளாகும்

அ. டிரிப்டோபோன்

ஆ. ஹைட்ராக்ஸிபுரோலின்

இ. தைரோசின்

ஈ. புரோலின்

11. _________ ஆனது ,இணைநொதியாக உள்ள __________வினையானது குளூடமேட்டிஹைட்ரோஜெனேசால் வினைவேக மாற்றமடைகிறது.

அ. $NADH^+/NADPH^+$ மற்றும் மீளா

ஆ. $NAD^+/NADP^+$ மீளா

இ. **$NAD^+/NADP^+$** மற்றும் மீளும்

ஈ. $NADH^+/NADPH^+$ மற்றும் மீளா

12. ______ அமினோ அமிலங்களானவை குளுக்கோஜெனிக் மற்றும் கீட்டோ ஜெனிக் ஆகிய இரு இயல்பினையும் பெற்றுள்ளன.

அ. ஐசோலியூசின் மற்றும் தைரோசின்

ஆ. கிளைசீன் மற்றும் அலனைன்

இ. லியூசின் மற்றும் லைசீன்

ஈ.அஸ்பார்ட்டின் மற்றும் குளூட்டமேட்

13. எபிநெப்ரின், கிரியேட்டின் மற்றும் தயமின் ஆகிய தொகுத்தலில் மெத்தில் வழங்கியாக செயல்படுவது

அ. மெத்தோட்ரக்டேஸ்

ஆ. S – அடினோசைல் மெத்தியோனைன்

இ. டெட்ராஹைட்ரோபோலேட்

ஈ. பயோட்டின்

XII U4 Protein new_tamil.indd 117 5/8/2019 4:12:59 PM

14. பீனைல் அலனைன் மற்றும் தைரோசின் ஆகியனவற்றின் சிதைவு மாற்றத்தால் உருவாவது

அ. சக்சினேட் ஆ. ஆல்பாகீட்டோ குளுட்டரேட்

இ. மாலேட் ஈ. பியூமரேட்

15. L அமினோ அமிலத்தை L இமினோ அமிலமாக மாற்ற தேவைப்படும் இணை நொதி

அ. FAD^+

ஆ. **FMN**

இ. NAD^+

ஈ. $NADP^+$

II. இரு மதிப்பெண் வினாக்கள்

1. உணவின் மூலம் பெறப்படும் அமினோ அமிலம் மிகுதியாக உள்ளதன் விளைவு என்ன?
2. முக்கியத்துவமற்ற அமினோ அமிலங்கள் என்றால் என்ன? அவைகள் எவ்வாறு தொகுக்கப்படுகின்றன.
3. AST யால் வினைவேக மாற்றத்திற்கு உட்படும் வினைகளை தருக.
4. குளுக்கோஜெனிக் அமினோ அமிலம் மற்றும் கீட்டோஜெனிக் அமினோ அமிலம் என்றால் என்ன? எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.
5. கார்பாக்சில் நீக்க வினை என்றால் என்ன? எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.
6. யூரியா சுழற்சியில் ஈடுபடும் நொதிகளின் பெயர்களைத் தருக.
7. TCA சுழற்சியில் நுழையும் கார்பன் பின்புலத்தைப் பெற்றுள்ள ஏதேனும் நான்கு அமினோ அமிலங்களின் பெயர்களைத் தருக.
8. மைட்டோகாண்டிரியாவில் உருவாகும் சிட்ருலின் எவ்வாறு சைட்டோசாலில் அர்கினினோ சக்சினேட்டாக மாற்றப்படுகிறது?
9. தைரோசின் எவ்வாறு டோபோகுயூனோனாக மாற்றப்படுகிறது?
10. நார் எபிநெப்ரினை எபிநெப்ரினாக மாற்றும் வினையில் S அடினோசில் மெத்தியோனினின் பங்கு யாது?

III. மூன்று மதிப்பெண் வினாக்கள்

1. டிரான்ஸ் அமினேஷன் என்றால் என்ன? அதனைப் பற்றி குறிப்பு வரைக.
2. பல்வேறு வகை அமினோ நீக்க வினைகளை எடுத்துக்காட்டுகளுடன் விளக்குக.
3. அமினோ அமிலங்களிலிருந்து அமீன்கள் உருவாதலைப் பற்றி குறிப்பு வரைக.
4. ஒரு கார்பன் வளர்ச்சிதை மாற்றம் பற்றி விவரிக்க. அதன் முக்கியத்துவம் யாது?
5. அமினோ நச்சாதல் என்றால் என்ன? அதன் அறிகுறிகளை தருக.
6. டிரிப்டோபேன் எவ்வாறு நியாசினாக மாற்றப்படுகிறது?

XII U4 Protein new_tamil.indd 118 5/8/2019 4:12:59 PM

IV. ஐந்து மதிப்பெண் வினாக்கள்

1. ஆக்சிஜனேற்றம் மற்றும் ஆக்சிஜனேற்றமற்ற அமினோ நீக்க வினைகள் பற்றி விரிவாக விளக்குக.
2. யூரியா சுழற்சி மற்றும் அதன் முக்கியத்துவத்தினை விரிவாக விளக்குக.
3. தைரோசினிலிருந்து உருவாகும் முக்கிய விளைப்பொருட்கள் பற்றி குறிப்பு வரைக.
4. தைராய்டு ஹார்மோன்களின் தொகுத்தல் மற்றும் செயல்பாடுகளை பற்றி சுருக்கமாக விளக்குக.
5. கேட்டிக்கோலமைன்கள் உருவாதல் வினையோடு தொடர்புடைய படிநிலைகளை விளக்குக.

பின்வரும் அட்டவணையை பகுப்பாய்வு செய்து பொருத்துக.

அமினோ அமிலம்	TCA சுழற்சியினுள் நுழைதல்	குளுக்கோஜெனிக் அல்லது கீட்டோஜெனிக்
குளுட்டமேட்	சக்சினைல் CoA	கீட்டோஜெனிக்
அஸ்பார்டேட்	ஆக்சலோ அசிடேட்	குளுக்கோஜெனிக் மற்றும் கீட்டோஜெனிக் ஆகிய இரண்டும்.
தைரோசின்	அசிட்டைல் CoA	குளுக்கோஜெனிக்
ஐசோலியூசின்	ஆல்ஃபா, கீட்டோ குளுட்டரேட்	குளுக்கோஜெனிக் மற்றும் கீட்டோஜெனிக் ஆகிய இரண்டும்.
லியூசின்	பியூமரேட்	குளுக்கோஜெனிக்

விடை

அமினோ அமிலம்	TCA சுழற்சியினுள் நுழைதல்	குளுக்கோஜெனிக் அல்லது கீட்டோஜெனிக்
குளுட்டமேட்	ஆல்ஃபா, கீட்டோ குளுட்டரேட்	குளுக்கோஜெனிக்
அஸ்பார்டேட்	ஆக்சலோ அசிடேட்	குளுக்கோஜெனிக்
தைரோசின்	பியூமரேட்	குளுக்கோஜெனிக் மற்றும் கீட்டோஜெனிக் ஆகிய இரண்டும்.
ஐசோலியூசின்	சக்சினைல் CoA	குளுக்கோஜெனிக் மற்றும் கீட்டோஜெனிக் ஆகிய இரண்டும்.
லியூசின்	அசிட்டைல் CoA	கீட்டோஜெனிக்

V. கூற்று மற்றும் காரணம் அறிதல்

வழிகாட்டுதல் – பின்வரும் ஒவ்வொரு வினாக்களிலும் ஒரு கூற்று (A) கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். மேலும் தொடர்புடைய விளக்க கூற்றும் (R) கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். சரியான கூற்றை பின்வருமாறு குறிப்பிட வேண்டும்.

அ. A மற்றும் R ஆகிய இரண்டும் சரி எனில், மேலும் R என்பது A க்கான சரியான விளக்கமாகும்.

ஆ. A மற்றும் R ஆகிய இரண்டும் சரி எனில், மேலும் R என்பது A க்கான சரியான விளக்கமல்ல.

இ. R சரி , மேலும் A தவறு

ஈ. A மற்றும் R இரண்டும் தவறு

1. **கூற்று** (A): நைட்ரஜன் வளர்ச்சிதை மாற்றத்தில் GDH ஆனது முக்கிய பங்காற்றுகிறது.

   காரணம் (R) : குளுட்டமேட் ஆனது அமினோ அமிலங்களின் அமினோ தொகுதியை ஏற்கும் சேர்மம் ஆக செயல்படுகிறது.

2. **கூற்று** (A) : யூரியா சுழற்சியில் ஏற்படும் குறைபாடு மூளையைப் பாதிக்கும்.

   காரணம் (R) : குளுட்டமேட்டாக மாற்றப்படுவதால் ஆல்ஃபாகீட்டோ குளுட்டரேட்டில் குறைவு ஏற்படுகிறது.

3. **கூற்று** (A): ஆல்ஃபாகீட்டோ பியூட்ரிக் அமிலமானது டிரான்ஸ் அமினேஷன் வினையில் உருவாகிறது.

   காரணம் : டிரான்ஸ் அமினேஷன் வினையானது கீட்டோ அமிலம் மற்றும் அமினோ அமிலம் ஆகியனவற்றிற்கு இடையேயான மாற்றத்திற்கு வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

4. **கூற்று** : டிரான்ஸ் அமினேசின் உதவியால் அமினோ தொகுதியானது ஆல்ஃபா கீட்டோ அமிலத்திலிருந்து பரிமாற்றம் செய்யப்பட்டு முக்கியமான அமினோ அமிலங்கள் தொகுக்கப்படுகின்றன.

   காரணம்: அமினோ அமிலங்களில் தொகுப்பு மற்றும் சிதைவுவினைகளின் போது அமினோ தொகுதி பரிமாற்றமடைகிறது.

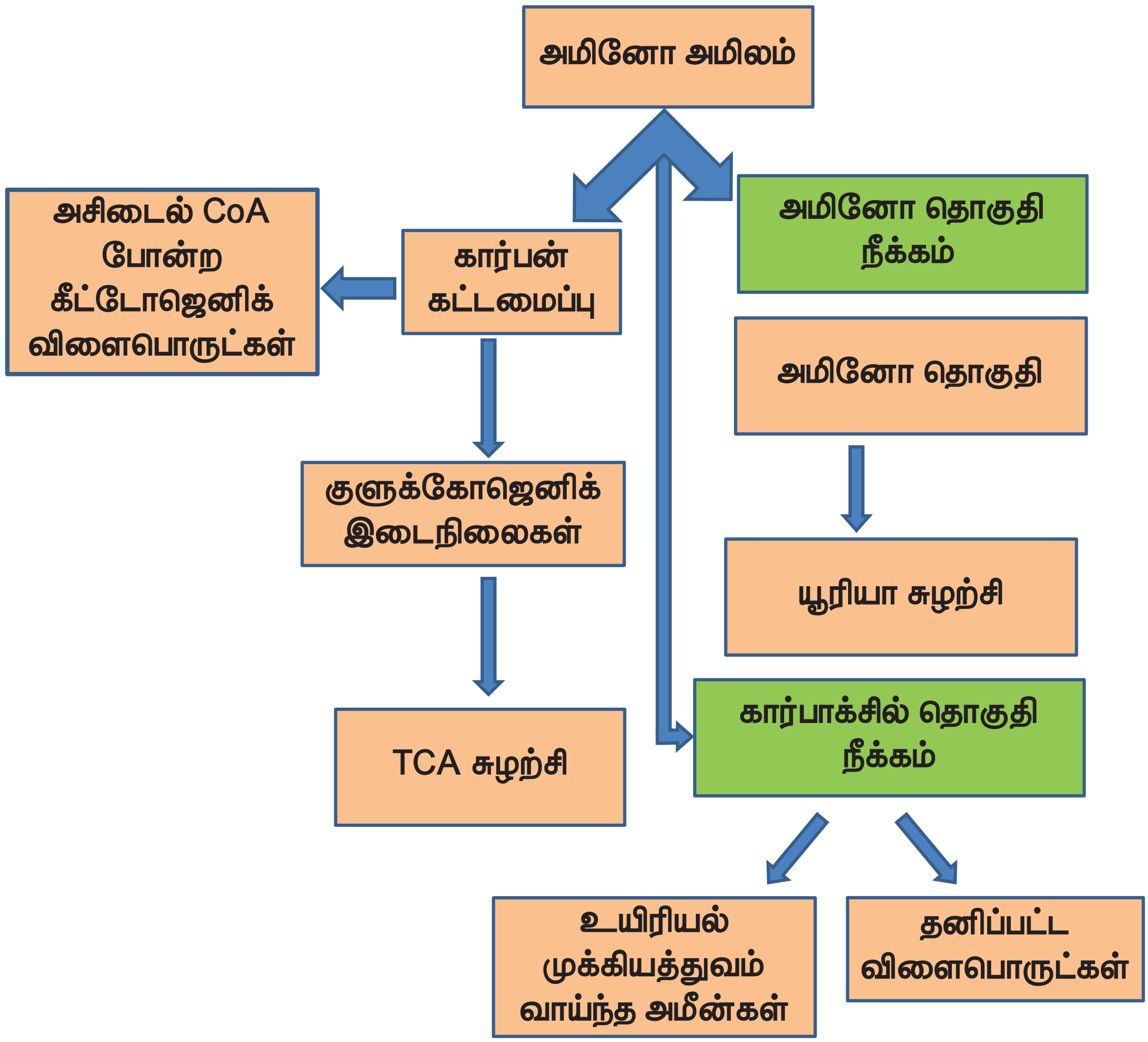
5. **கூற்று** : பீனைல் அலனைன் என்பது ஒரு கீட்டோஜெனிக் அமிலமாகும்.

   காரணம்: பீனைல் அலனைனின் சிதைவினால் பியூமரேட் உருவாகி TCA சுழற்சியினுள் உருவாகிறது.

V. விடை

1. அ. A மற்றும் R ஆகிய இரண்டும் சரி எனில், மேலும் R என்பது A க்கான சரியான விளக்கமாகும்.
2. அ. A மற்றும் R ஆகிய இரண்டும் சரி எனில், மேலும் R என்பது A க்கான சரியான விளக்கமாகும்.
3. இ. R சரி, மேலும் A தவறு
4. இ. R சரி, மேலும் A தவறு
5. ஆ. A மற்றும் R ஆகிய இரண்டும் சரி எனில், மேலும் R என்பது A க்கான சரியான விளக்கமல்ல.

கருத்து வரைபடம்



XII U4 Protein new_tamil.indd 121 5/8/2019 4:13:00 PM

அலகு 5

லிப்பிடுகளின் வளர்சிதை மாற்றம்

கொன்ராட் எமில் ப்லோக், பியோடோர் லினேன்

கொனார்டு எமில் போல்ஷ் மற்றும் பியோடர்லினன் கொனர்டு எமில் போல்ஷ் (ஜெர்மன் – அமெரிக்க உயிர்வேதியியல் அறிஞர்) மற்றும் பியோடர் லினன் (ஜெர்மன் உயிர்வேதியியல் அறிஞர்) ஆகிய இருவரும் கொலஸ்ட்ரால் மற்றும் கொழுப்பு அமில வளர்சிதை மாற்ற வினைகளின் வினை வழிமுறைகள் மற்றும் அவைகளின் ஒழுங்காற்றுதலை கண்டறிந்தமைக்காக 1964 ஆம் ஆண்டில் மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசினை பெற்ற அறிவியல் அறிஞர்கள் ஆவர். ரேடியோ ஐசோப்டோப்புகளை செல் மற்றும் வாழும் உயிரினங்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட மூலக்கூறின் வழியினை கண்டறியும் சுவடறிவானாக ரேடியோ ஐசோடோப்புகளை பயன்படுத்தும் ருடால்ப் ஷோன் ஹீமரின் ஆய்வத்தில் உருவாக்கப்பட்ட முறையினை பயன்படுத்தி கொலஸ்ட்ராலின் உயர் வேதியியலை போல்ஷ் மற்றும் லினன் ஆய்ந்தறிந்தனர்.

SYANEY

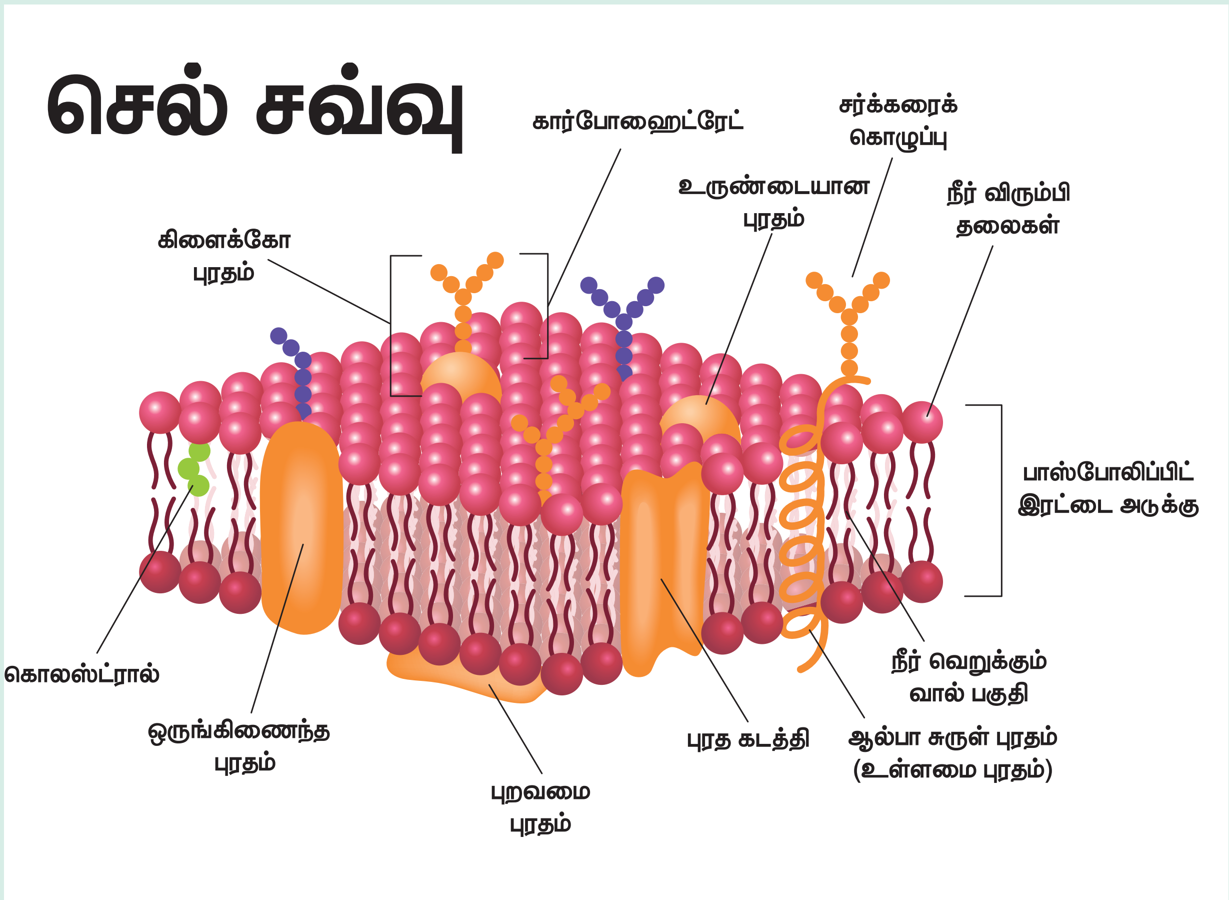
கற்றலின் நோக்கங்கள்:

இந்த பாடப்பிரிவை கற்றறிந்த பின்னர் மாணவர்கள் கீழ்க்கண்டவற்றை புரிந்துகொள்ள முடியும்

- லிப்பிடுகளின் ஊட்டச்சத்து முக்கியதுவத்தினை மீட்டறிதல்.
- கொழுப்பு அமிலங்களின் β – ஆக்சிஜனேற்றத்தினை விளக்குதல்.
- கொலஸ்ட்ரால் தொகுப்பு முறையினை விவரித்தல்
- கொலஸ்ட்ராலின் பல்வேறு விளைபொருட்களை மீட்டல்
- பாஸ்போலிப்பிடு தொகுப்பு முறையினை விவரித்தல்
- பாஸ்போலிப்பிடுகளின் நொதி நீராற்பகுப்பை புரிந்து கொள்ளுதல்.
- ஆல்டர் ஆத்திரோ ஸ்கிளிரோசிஸை மீட்டறிதல்.

5.1 அறிமுகம்

லிப்பிடுகள் (கிரேக்க மொழியில் : லைபோஸ் – கொழுப்பு) செறிவார்ந்த ஆற்றலின் முதன்மை மூலமாதலால் நம் உடலுக்கு மிக முக்கியமானவையாகும். மேலும், செல் வடிவமைப்பு மற்றும் பிற பல்வேறு உயிர் வேதி செயல்களில் இது முக்கியப் பங்காற்றுகிறது. பிளூர்ஸ் வரையறையின்படி லிப்பிடுகள் பின்வரும் பண்புகளைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். இவைகள் நீரில் கரைவதில்லை. ஆனால் குளோரோபார்ம், பென்சீன் அசிட்டோன் போன்ற கரிமக் கரைப்பான்களில் கரையும் பாலிசாக்கரைடுகளைப் போலன்றி. புரதங்கள், உட்கரு அமிலங்கள், லிப்பிடுகள் ஆகியன பலபடிகளாகும். மேலும் ,லிப்பிடுகள் பெரும்பாலும் சிறிய மூலக்கூறுகளாகும். எடுத்துக்காட்டுகள் : கொழுப்பு, எண்ணெய்கள், மெழுகுகள், ஸ்டீரால்கள் மற்றும் கொழுப்பில் கரையும் விட்டமின்கள்.



5.1.1 லிப்பிடுகளின் உயிரியல் செயல்பாடு

i. இவைகள் உடலின் செறிவார்ந்த எரிபொருள் (ஆற்றல்) சேமிப்பு மூலமாகும் (ட்ரைகிளிசரால்கள்)

ii. உயிரியல் சவ்வுகளில் லிப்பிடுகள் முக்கிய பகுதிப்பொருளாகும். மேலும் இவைகள் சவ்வின் அனுமதிக்கும் திறனை ஒழுங்குபடுத்துகிறது. (பாஸ்போலிப்பிடுகள் மற்றும் கொலஸ்டிரால்)

iii. கொழுப்பில் கரையும் விட்டமின்களுக்கு (A,D,E மற்றும் K) ஒரு மூலமாக செயல்படுகிறது.

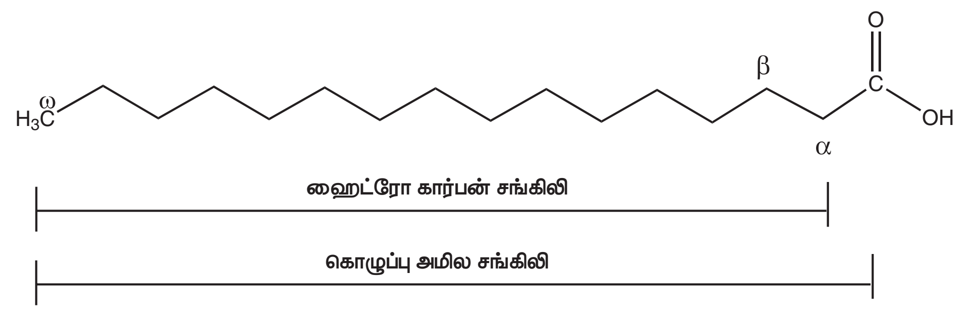
iv. செல்களின் வளர்ச்சிதை மாற்ற ஒழுங்குபடுத்திகளில் லிப்பிடுகள் மிக முக்கியமானவை (ஸ்டீராய்டு ஹார்மோன்கள் மற்றும் புரோஸ்டோகிளான்டுகள்)

v. லிப்பிடுகள் உள்ளுறுப்புகளை பாதுகாக்கும் காப்புபொருளாகவும் பயன்படுகிறது. மேலும் உடலிற்கு சீரான ஒரு வடிவமைப்பைத் தருகிறது.

vi. மேற்கண்டுள்ள பொதுவான செயல்பாடுகளைத் தவிர்த்து, மேலும் நிறமிகள் (கரோட்டீன் போன்றவை) ஹார்மோன்கள், சமிக்கை மூலக்கூறுகள் (ஈகோசனாய்டுகள்) அணைக் காரணிகள் (வைட்டமின் K) டிடெர்ஜென்டுகள் (பித்த உப்புகள்) மற்றும் பல்வேறு செயல்பாடுகளில் பயன்படுகிறது.

5.2 கொழுப்பு அமிலங்களின் உயிர்த்தொகுப்பு

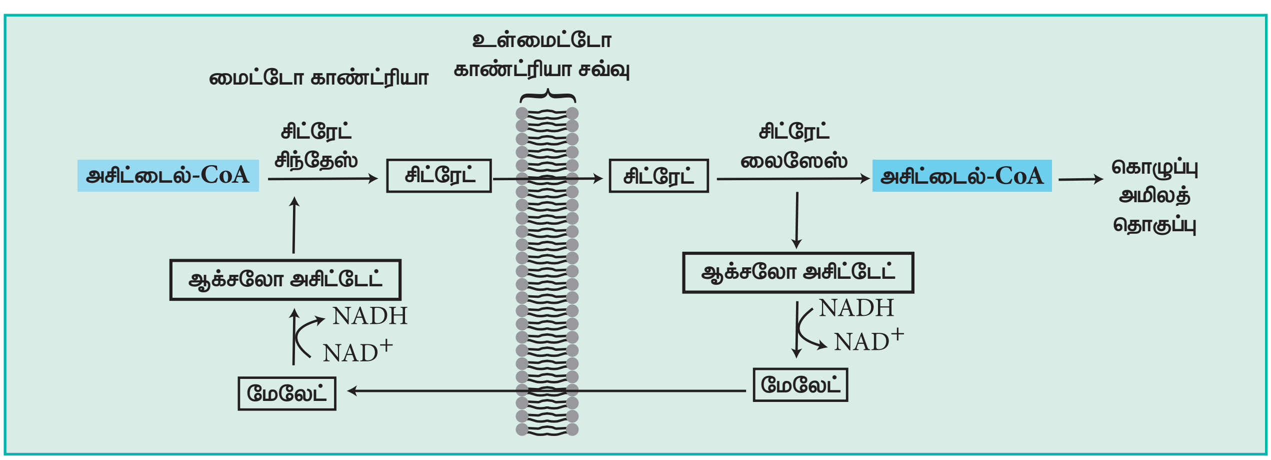
கொழுப்பு அமிலங்கள் என்பன லிப்பிடுகளின் எளிய வடிவங்களாகும். மேலும் இவைகள் ஒரு கார்பாக்சில் அமிலத் தொகுதியுடன் கூடிய பெரிய சிக்கலான லிப்பிடுகளின் பகுதிப்பொருளாக உள்ளன. இவைகள் 4 முதல் 36 கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட நீண்ட ஹைட்ரோ கார்பன் சங்கிலியை பெற்றுள்ளன. இவைகள் முனைவுற்ற மற்றும் முறைவுறா ஆகிய இரு முனைகளையும் கொண்டுள்ளன.



கொழுப்பு அமிலங்களில் இரண்டாவது கார்பன் α – கார்பன் எனப்படுகிறது. மூன்றாவது கார்பன் β மெத்தில்கார்பன் ω கார்பன் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றது. கொழுப்பு அமிலங்களின் ஆல்கைல் சங்கிலியானது நிறைவுற்ற அல்லது நிறைவுறாத் தன்மையைப் பெற்றிருக்கும்.

விலங்குகளில் கொழுப்பு அமிலங்களின் உயிர்த் தொகுப்பானது முக்கியமாக அடிப்போஸ் திசுக்களின் சைடோசால், பால் சுரப்பிகள் மற்றும் கல்லீரலில் நிகழ்கிறது. தாவரங்களில் குளோரோபிளாஸ்டுகளின் ஸ்ட்ரோமாவில் இது நிகழ்கிறது.

கொழுப்பு அமிலங்களின் உயிர்தொகுப்பு வினைகள் படிப்படியாக அசிட்டைல் CoA வழங்கும் இரு கார்பன் அலகுகளின் சேர்க்கையை உள்ளடக்கியது. கார்போஹைட்ரேட்டுகள் கொழுப்பு அமிலங்கள் மற்றும் பல அசினோ அமிலங்களின் வளர்ச்சிதை மாற்றத்தின் விளைபொருளாக அசிட்டைல் CoA உருவாகிறது. அசிட்டைல் CoA ஆனது மைட்டோகாண்டீயாவில் மேட்ரிக்ஸில் உருவாகிறது. மேலும் இதனால் மைட்டோகாண்டிரியாவின் உட்சவ்வினுள் புக இயலாது. எனவே இரு கார்பன் அலகினை மைட்டோகாண்டிரியாவிலிருந்து வெளியேற்றி சைட்டோசாலுக்கு கடத்த ஒரு இணைத்தட அமைப்பு தேவைப்படுகிறது. இது அசிட்டைல் CoA இணைத்தட அமைப்பு எனப்படுகிறது.



XII U5 Lipids.indd 124 5/8/2019 4:15:21 PM

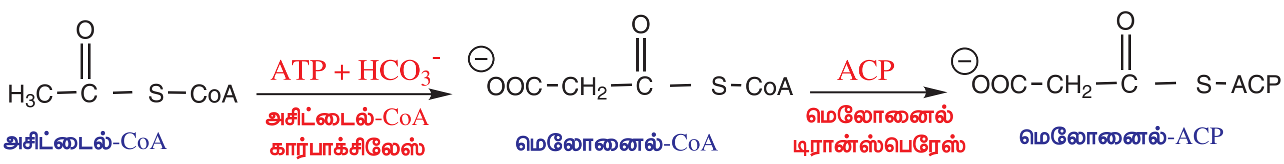
மைட்டோகாண்டீரியவினுள், அசிட்டைல் CoA ஆனது ஆக்சலோஅசிட்டேட்டுடன் வினைபட்டு சிட்ரேட்டை தருகிறது. இவ்வினையில் சிட்ரேட் சிந்தடேஸ் வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது. அசிட்டைல் தொகுதியானது மைட்டோ கான்ட்ரியாவிலிருந்து சிட்ரேட் ஆக வெளியேறுகிறது. சைட்டோசாலில் சிட்ரேட் ஆனது சைட்டோசாலிக் CoA உடன் வினைபட்டு அசிட்டைல் CoA மற்றும் ஆக்சலோசிட்டேட்டைத் தருகிறது. ஆச்லோ அசிட்டேட் ஆனது மாலேட்டாக ஒடுக்கமடைகிறது. பின்னர் மைட்டோகாண்டீரியில் மாட்ரிக்ஸ் பரிமாற்றமடைகிறது.

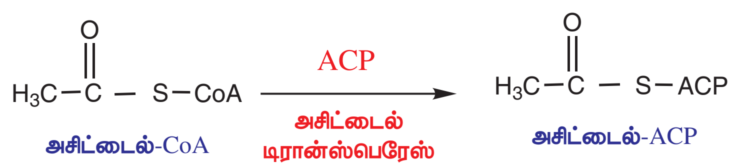
சைட்டோசாலில் கொழுப்பு அமில தொகுப்பானது இரு படிகளில் நிகழ்கிறது.

1. பால்மிடிக் அமிலம் தொகுத்தல்
2. கொழுப்பு அமிலம் நீட்சியடைதல்

பால்மிடிக் அமிலம் தொகுத்தல்

பால்மிடிக் அமிலம் ஆனது, 16 – கார்பன் அணுக்களைக் கொண்டுள்ள ஒரு நிறைவுற்ற கொழுப்பு அமிலமாகும். நொதிகள் வினைவேக மாற்றிகளாகச் செயல்படும் ஏழு தொடர்ச்சியான வினைகளில் 2 கார்பன் அலகானது 4 கார்பன் அலகாக மாற்றப்படுகிறது. உயிர்தொகுத்தலின் முதல் மூன்று படி நிலைகளில் அசிட்டைல் ACP மற்றும் மெலோனைல் ACP ஆகியன அசிட்டைல் CoA விலிருந்து உருவாகின்றன.





கொழுப்பு அமில உயிர் தொகுப்பு வினைகளில் இறுதியாக நிகழும் நான்கு நொதி வினைவேக மாற்ற வினைகள் நீட்சியடையும் படிநிலையை உள்ளடக்கியது. இதில் குறுக்கம், நீரகற்றம் மற்றும் ஒடுக்கம் ஆகியன நிகழ்கின்றன. நீட்சியடையும் படிநிலை மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்வதால் கார்பன் சங்கிலியானது 2 கார்பன் அணு அளவிற்கு அதிகரிக்கின்றது. ஏழு நீட்சியடையும் படிநிலைகளின் இறுதியில் பால்மிடிக் அமிலம் உருவாகிறது.

கொழுப்பு அமிலம் நீட்சியடைதல்

சைட்டோசாலில் நிகழும் கொழுப்பு அமில உயிர் தொகுத்தலின் வழக்கமான வினைபொருள் பால்மிடிக் அமிலமாகும். நீட்சி வினையின் மூலம் கூடுதலாக இரு கார்பன் அலகுகளை சேர்பதன் மூலம் 16 கார்பனைக்காட்டிலும் அதிக எண்ணிக்கையிலான கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட கொழுப்பு அமிலங்கள் உருவாகின்றன. மைட்டோகாண்டிரியா மற்றும் என்டோபிளாச வலைபின்னல் ஆகிய இரண்டிலும் கொழுப்பு அமிலம் நீட்சியடைதல் நிகழ்கிறது.

5.3 கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆக்சிஜனேற்றமடைதல்

கொழுப்பு செரித்தலானது சிறு குடலில் துவங்குகிறது. கொழுப்புகள், பித்த உப்புக்களால் பால்மமாக்கப்படுகிறது. மேலும் கணைய லைப்பேஸ்களால் நீராற்பகுப்படைந்து தனித்த கொழுப்பு அமிலங்கள் மாற்றப்படுகின்றன. இந்த தனித்த கொழுப்பு அமிலங்கள் கிளிசரால்பாஸ்பேட்டுடன்

XII U5 Lipids.indd 125 5/8/2019 4:15:21 PM

(கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வில் உருவான டைஹைட்ராக்ஸ் அசிட்டோனிலிருந்து பெறப்படுபவை) சேர்ந்து ட்ரைகிளிசரைடுகளை உருவாக்குகின்றன. இவைகள் புரதங்களுடன் இணைந்து லிபோ புரதங்களைத் தருகின்றன. மேலும் இவை இரத்த சுழற்சியினுள் சென்று ஆக்சிஜனேற்றம் சேமித்தல் மற்றும் புதிய லிப்பிடுகளை உருவாக்குதல் போன்ற உயிர்ச்செயல்முறைகளில் ஈடுபடுகின்றன. எனவே, இரத்தத்தில் பல்வேறு கொழுபபு அமிலங்கள் தனித்த நிலையிலேயோ அல்லது அவைகளின் எஸ்டர் வடிவிலோ (டிரைகிளிசரைடுகள்) காணப்படுகின்றன.

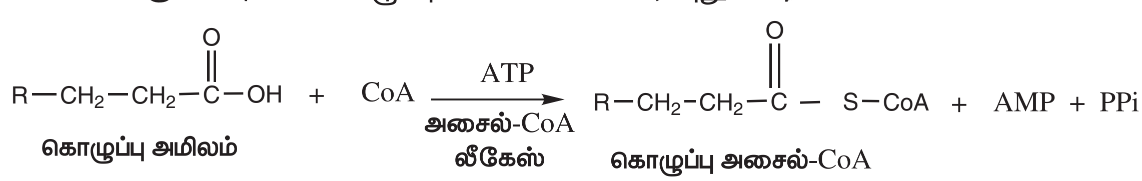
கல்லீரல், அடிப்போஸ்திசுக்கள், தசைகள், இதயம், சிறுநீரகம், மூளை, நுரையீரல் மற்றும் விரைகள் போன்ற பல்வேறு திசுக்களில் கொழுப்பு ஆக்சிஜனேற்றமடைதலுக்கு உடனடி மூலம் கொழுப்பு அமிலங்களாகும். உடலில் உள்ள கொழுப்பு அமிலங்கள் மைட்டோகாண்டீரியவில், பெரும்பாலும் β ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்றன. கொழுப்பு அமிலங்களின் β கார்பனில் நிகழும் ஆக்சிஜனேற்ற வினையானது β ஆக்சிஜனேற்றம் என அழைக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக இரு கார்பன் துண்டான, அசிட்டைல் இணை நொதி – A தொடர்ச்சியாக கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளவாறு நீக்கப்படுகின்றன.

5.3.1 β ஆக்சிஜனேற்றம்

கொழுப்பு அமிலங்களின் β ஆக்சிஜனேற்றமானது, பின்வரும் மூன்று படிநிலைகளை உள்ளடக்கியது. கொழுப்பு அமிலங்கள் கிளர்வுறுதல், கிளர்வுற்ற கொழுப்பு அமிலங்கள் மைட்டோகாண்டீரியவிற்கு கடத்தப்படுதல் மற்றும் அதனைத் தொடர்ந்து கிளர்வுற்ற கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆக்சிஜனேற்றமடைதல்.

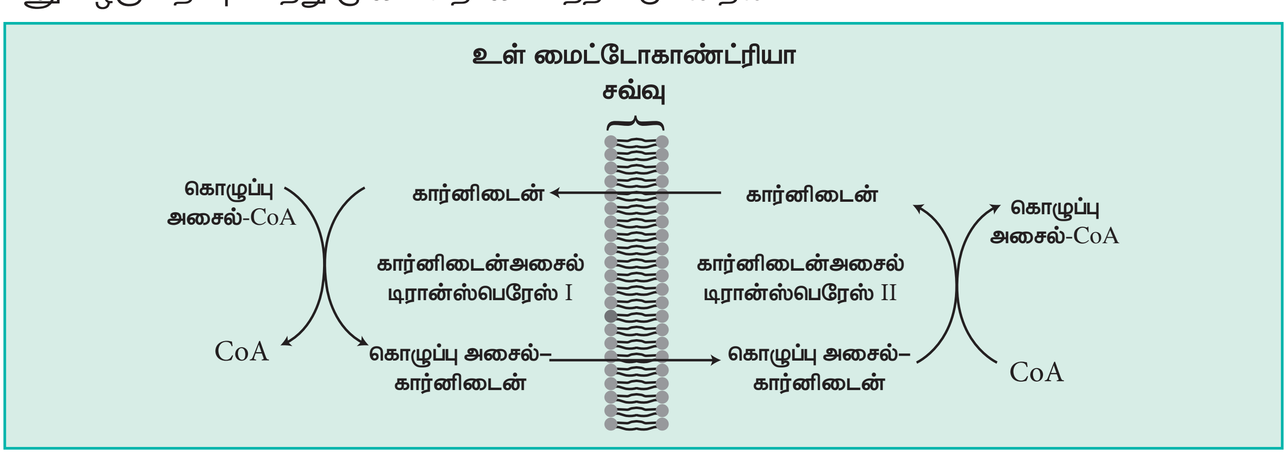
I. சைட்டோசாலில் கொழுப்பு அமிலங்கள் கிளர்வுறுதல்

β ஆக்சிஜனேற்றம் துவங்கும் முன்னர், ATP மற்றும் CoA உடன் வினைபுரிந்து கொழுப்பு அசைல் CoA உருவாவதால் கொழுப்பு அமிலங்கள் கிளர்வுறுகின்றன.



II. கொழுப்பு அமிலங்கள் மைட்டோகாண்டீரியவிற்கு கடத்தப்படுதல்

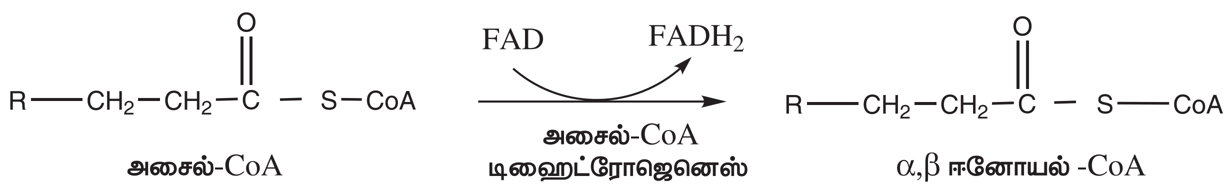
கொழுப்பு அமிலங்கள் சைட்டோசாலில் ஆக்சிஜனேற்றமடைய கிளர்வுற்ற போதிலும் அவைகள் மைட்டோகாண்டீரியாவில் ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்றன. மைட்டோகாண்டீரியல் சவ்வானது நீண்ட சங்கிலி கொழுப்பு அமிலங்களை புகுந்து செல்ல அனுமதிக்காததால் அவைகள் கார்னிடைன் எனும் ஒரு சிறப்பு கடத்து மூலக்கூறால் கடத்தப்படுகின்றன.



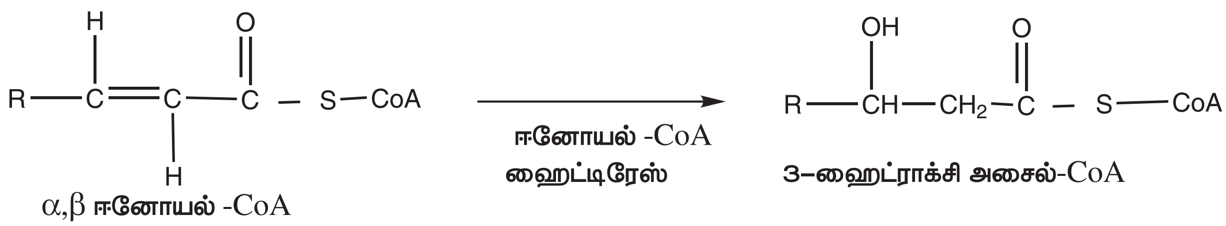
III. மைட்டோகாண்டிரியல் மேட்ரிக்ஸில் β ஆக்சிஜனேற்றம் அடைதல்

மைட்டோகாண்டிரியல் மேட்ரிக்ஸினுள் நுழைந்தவுடன், கொழுப்பு அசைல் CoA ஆனது β கார்பனில் ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. மேலும் நீண்ட சங்கிலி அசைல் CoA ஆனது மீண்டும் நிகழும் நான்கு படிநிலை வினைகளுக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. இதில் இறுதியாக இரண்டு கார்பன் துண்டு கிடைக்கும் வரை நீண்ட சங்கிலியிலிருந்து இரண்டு கார்பன் சங்கிலி நீக்கப்படுகிறது.

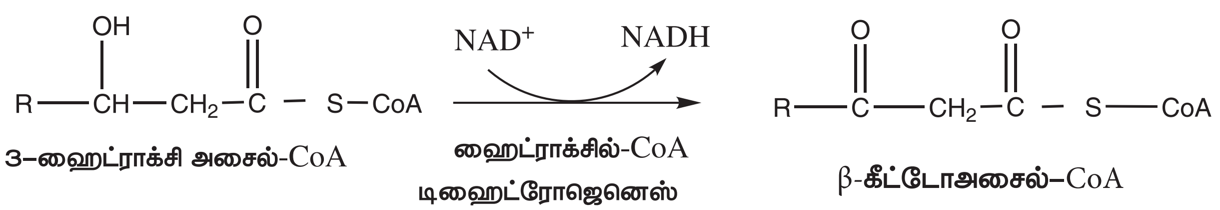
ஆக்சிஜனேற்றம்



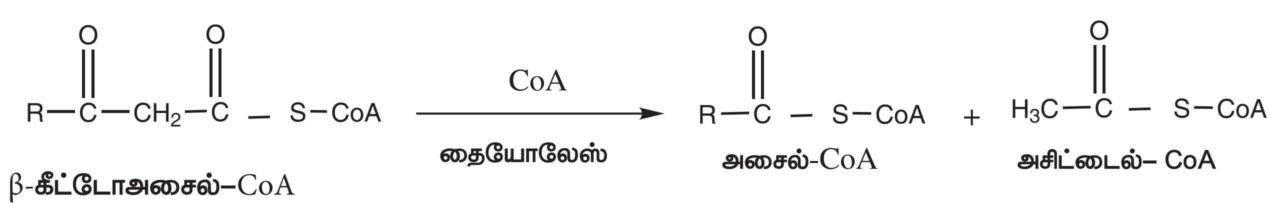
நீராற் பகுத்தல்



ஆக்சிஜனேற்றம்



தையோலைசிஸ்



உடலின் பெரும்பாலான திசுக்களில் கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்றன. எனினும் மூளை, எரித்தோசைட்டுகள் மற்றும் அட்ரீனல் மெடுல்லா ஆகியன தங்களது ஆற்றல் தேவைக்கு கொழுப்பு அமிலங்களைப் பயன்படுத்துவதில்லை.

XII U5 Lipids.indd 127 5/8/2019 4:15:21 PM

5.4 கொலஸ்டிரால்

கொலஸ்டிரால் ஆனது, செல் சவ்வு மற்றும் லிபோபுரோட்டீன்களின் முக்கியப் பகுதிப் பொருளாகவும், அனைத்து செல்களிலும் பங்கிடப்பட்டு காணப்படுகிறது. குறிப்பாக கொலஸ்டிரால் அதிகஅளவில் விலங்குகளில் காணப்படுகிறது. எனவே இது விலங்கு கொலஸ்டிரால் என அழைக்கப்படுகிறது.

70 kg எடையுடைய வயது வந்த ஒருவரின் உடலில் காணப்படும் ஒட்டு மொத்த கொலஸ்டிராலின் அளவு ஏறத்தாழ 140g ஆகும் அதாவது ஏறத்தாழ உடல் எடையில் 2g / kg என்ற அளவில் உள்ளது. கொலஸ்டிரால் இருமை இயல்புடையது. ஏனெனில் இது அதன் வடிவமைப்பில் நீர் விரும்பு மற்றும் நீர் வெறுக்கும் ஆகிய இரு பகுதிகளையும் கொண்டுள்ளது.

கொலஸ்டிரால் C_{27} அணுக்களைக் கொண்டுள்ள $C_{27}H_{46}O$ என்ற மூலக்கூறு வாய்பாடுடைய ஒரு ஆல்கஹாலாகும். நான்கு இணைக்கப்பட்ட ஹைட்ரோகார்பன் வளையத்தைக் கொண்டுள்ள பருத்த ஸ்டிராய்டு வடிவத்தினைப் இது பெற்றுள்ளது. மேலும் ஒரு ஹைட்ரோகார்பன் வால்பகுதி ஸ்டீராய்டின் ஒரு முனையோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் C3 ல் ஒரு ஹைட்ராக்சில் தொகுதி C5 மற்றும் C6 ஆகியனவற்றிற்கிடையே ஒரு இரட்டைப் பிணைப்பு ஆகியனவும் காணப்படுகிறது. C3 ல் உள்ள ஹைட்ராக்ஸில் தொகுதியானது முனைவுற்ற முனையாகும். மூலக்கூறின் பிற பகுதிகள் முனைவற்றவை.

இரத்த கொலஸ்டிராலின் இயல்பான அளவு <200mg / dL.

கொலஸ்டிராலின் பண்புகள்

i. கொலஸ்டிரால் ஆனது வெண்மை நிற, பளபளப்பான, சாய்சதுர வடிவ படிகமாகும்.

ii. இது நிறம் மற்றும் மணமற்றது.

iii. இது 150°C என்ற அதிக உருகு நிலையைக் கொண்டுள்ளது.

iv. இது நீரில் கரைவதில்லை. ஆனால் கொழுப்பு கரைப்பான்களில் கரைகின்றன.

v. இது வெப்ப மற்றும் மின்கடத்தும் தன்மை குறைவாதலால் கார்பானாகப் பயன்படுகிறது. இது அதிக அளவில் காணப்படும் மூளையில் மின் இயல்புடைய நரம்பு மண்டல சைகைகளுக்கு எதிரான காப்புப் பொருளாக செயல்டுகிறது.

vi. தகுந்த சூழலில் கொலஸ்டிரால் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் போது, விரைவான ஆக்சிஜனேற்றத்திற்கு உட்பட்டு கொலஸ்டீனோன் எனப்படும் ஒரு கீட்டோனைத் தருகிறது.

vii. கொலஸ்டிராலின் ஹைட்ராக்சில் தொகுதியானது ஸ்டீயரிக் அமிலம் போன்ற கொழுப்பு அமிலங்களுடன் எஸ்டரைத் தருகிறது.

பல்வேறு முக்கியமான செயல்களை மேற்கொள்வதால் வாழ்விற்கு கொலஸ்டிரால் மிக முக்கியமானதாகும்.

i. இது செல் சவ்வின் வடிவமைப்பு பகுதிப்பொருளாகும்.

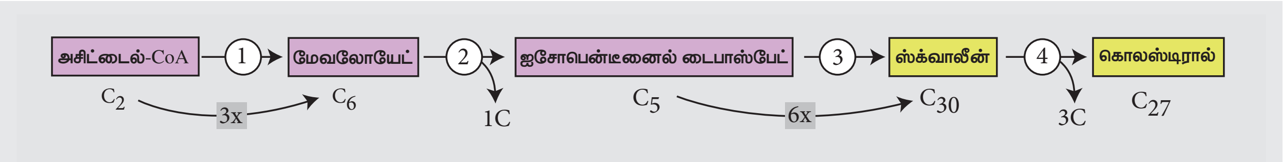
ii. உடலில் மற்ற ஸ்டீராய்டுகள் ஆகும். ஹார்மோன்கள், வைட்டமின் D மற்றும் பித்த உப்புகள் ஆகியவற்றின் தொகுத்தலை உள்ளடக்கியது.

iii. உடலில் லிப்பிடுகளை கடத்தும் லிப்போ புரதங்களில் இது ஒரு முக்கியமான அங்கமாகும். கொழுப்பு அமிலங்கள் கல்லீரலுக்கு ஆக்சிஜனேற்றத்திற்காக கொலஸ்டிரால் எஸ்டர்களாக கடத்தப்படுகின்றன.

5.4.1 கொலஸ்டிராலின் உயிர்த்தொகுப்பு

வயது வந்தோர்களில் நாளொன்றிற்கு தோரயமாக ஒரு கிராம் கொலஸ்டிரால் தொகுக்கப்படுகிறது. கொலஸ்டிரால் உயிர் தொகுப்பில் ஏறத்தாழ அனைத்து உடல் திசுக்களும் பங்கேற்கின்றன. கல்லீரல் (50%). குடல் (15%) தோல், அட்ரீனல் கார்டெக்ஸ், இனப்பெருக்க திசுக்கள் முதலியன அதிக பங்களிப்பினை தருகின்றன. கொலஸ்டிரால் தொகுப்போடு தொடர்புடைய நொதிகள் சைட்டோசால் மற்றும் செல்களின் மைக்ரோசோமல் பகுதியில் காணப்படுகின்றன. அசிட்டைல் CoA ன் அசிட்டேட் ஆனது கொலஸ்டிராலில் உள்ள அனைத்து கார்பன் அணுக்களையும் தருகிறது. ஒடுக்கும் சமானங்களானவை NADPH ஆல் வழங்கப்படுகிறது. ATP ஆனது ஆற்றலைத் தருகிறது.

ஒரு மோல் கொலஸ்டிராலை உருவாக்க, 18 மோல்கள் அசிட்டைல் CoA, 36 மோல்கள் ATP மற்றும் 16 மோல்கள் NADPH ஆகியவை தேவைப்படுகின்றன.



கொலஸ்டிரால் தொகுத்தலின் நான்கு அடிப்படையான படிநிலைகள் பின்வருமாறு

i. அசிட்டைல் CoA உருவாதல்

ஒரு மூலக்கூறு அசிட்டேட் ஆனது இணை நொதி A (CoA) உடன் அசிட்டைல் CoA சிந்தடேஸ் என்ற நொதியின் முன்னிலையில் இணைந்து அசிட்டைல் CoA வைத் தருகிறது. கொலஸ்டிராலில் உள்ள அனைத்து கார்பன் அணுக்களுக்கும் மூலமாக அசிட்டேட் விளங்குகிறது.

ii. அசிட்டோஅசிட்டைல் CoA உருவாதல்

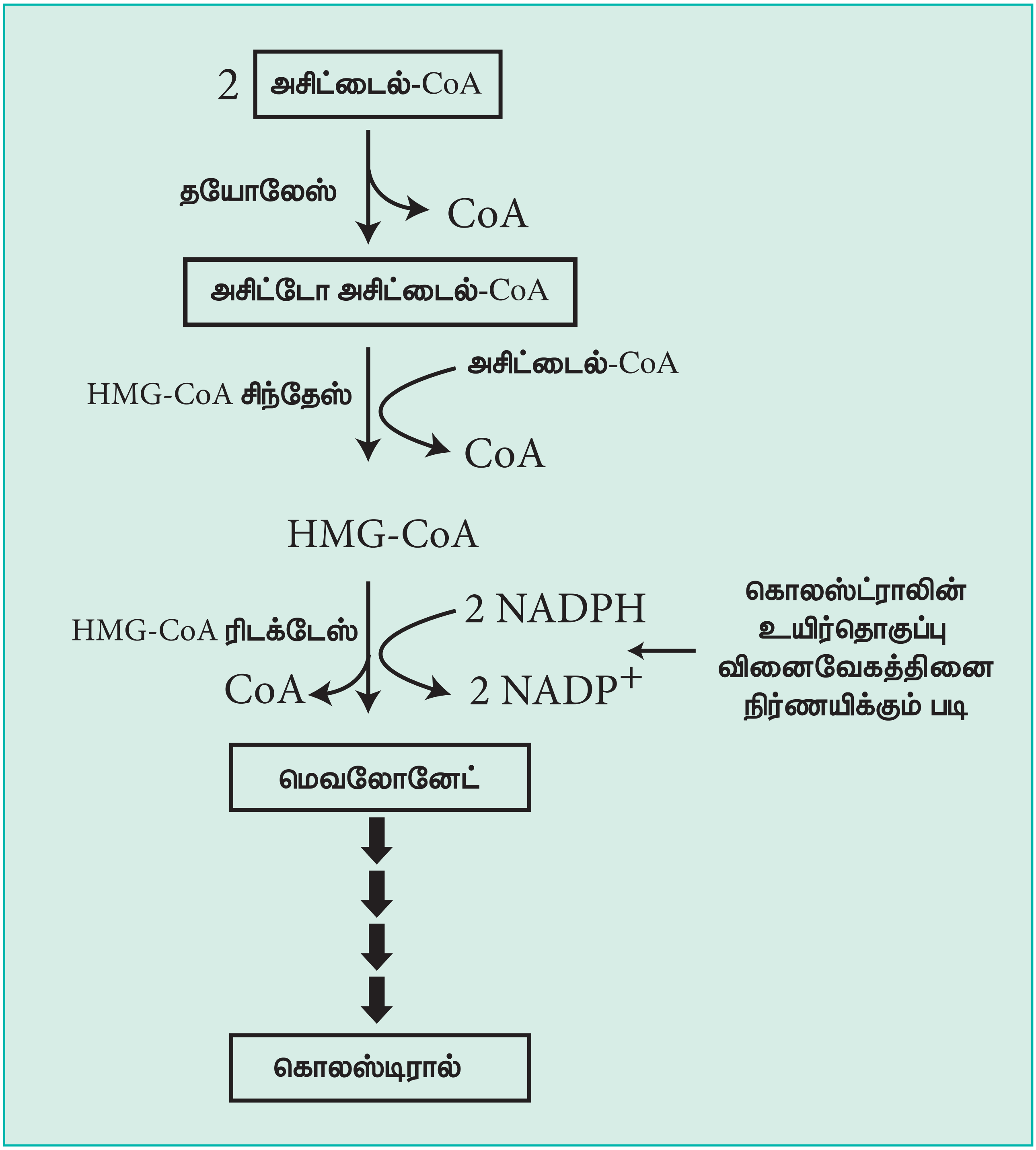
இரு மூலக்கூறு அசிட்டைல் – CoA குறுக்கமடைந்து ஒரு அசிட்டோஅசிட்டைல் CoA மூலக்கூறைத் தருகிறது. இவ்வினையில் தைலோலேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுகிறது.

iii. HMG CoA உருவாதல்

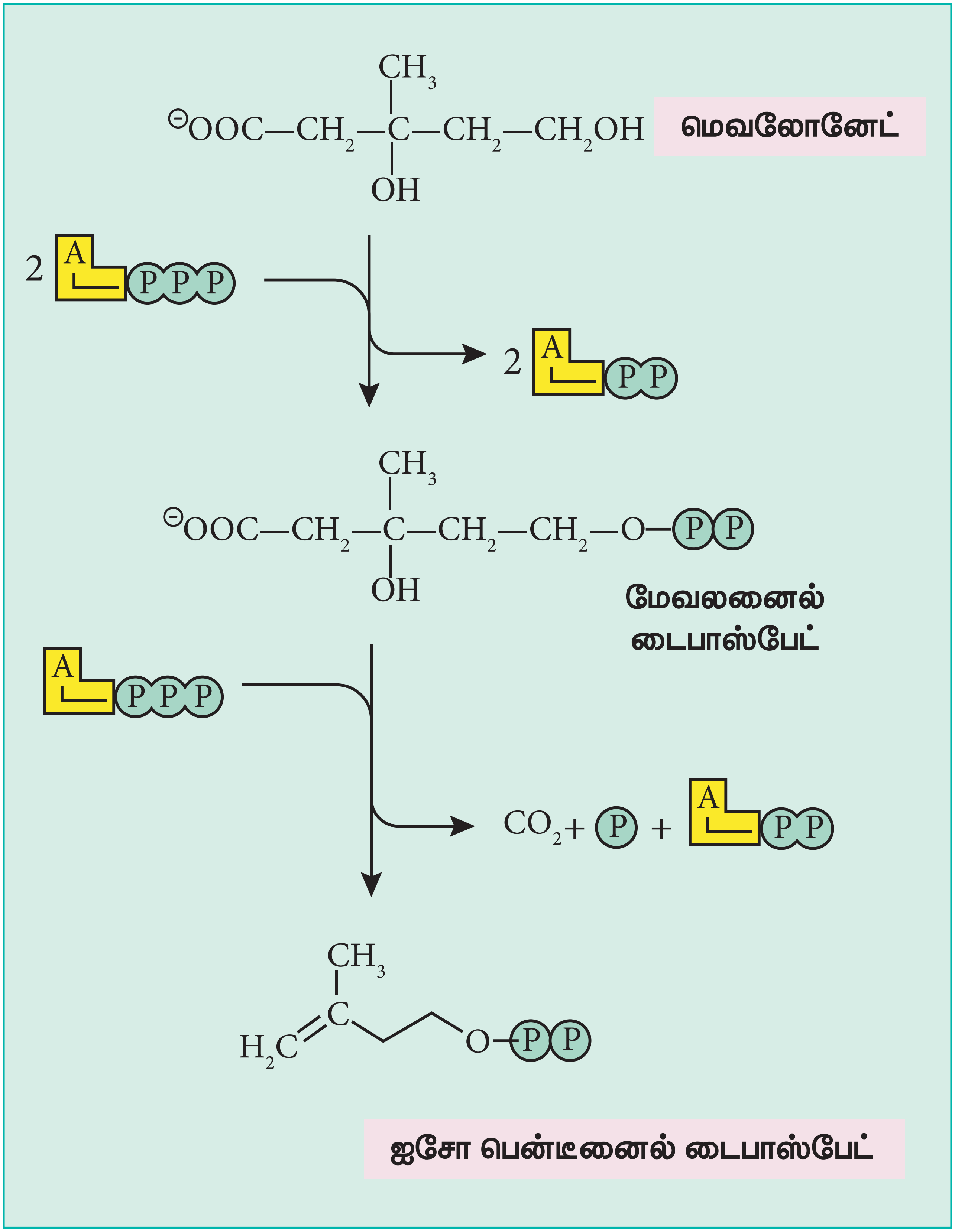
அசிட்டோஅசிட்டைல் CoA ஆனது மேலும் ஒரு மூலக்கூறு அசிட்டைல் CoA உடன் குறுக்கமடைந்து HMG – CoA (3 – ஹைட்ராக்ஸி – 3 – மீத்தைல் குளுட்டரைல் – CoA) வைத் தருகிறது. இவ்வினையில், HMG – CoA சிந்தடேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுகிறது.

iv. மெவலோனேட் உருவதால்

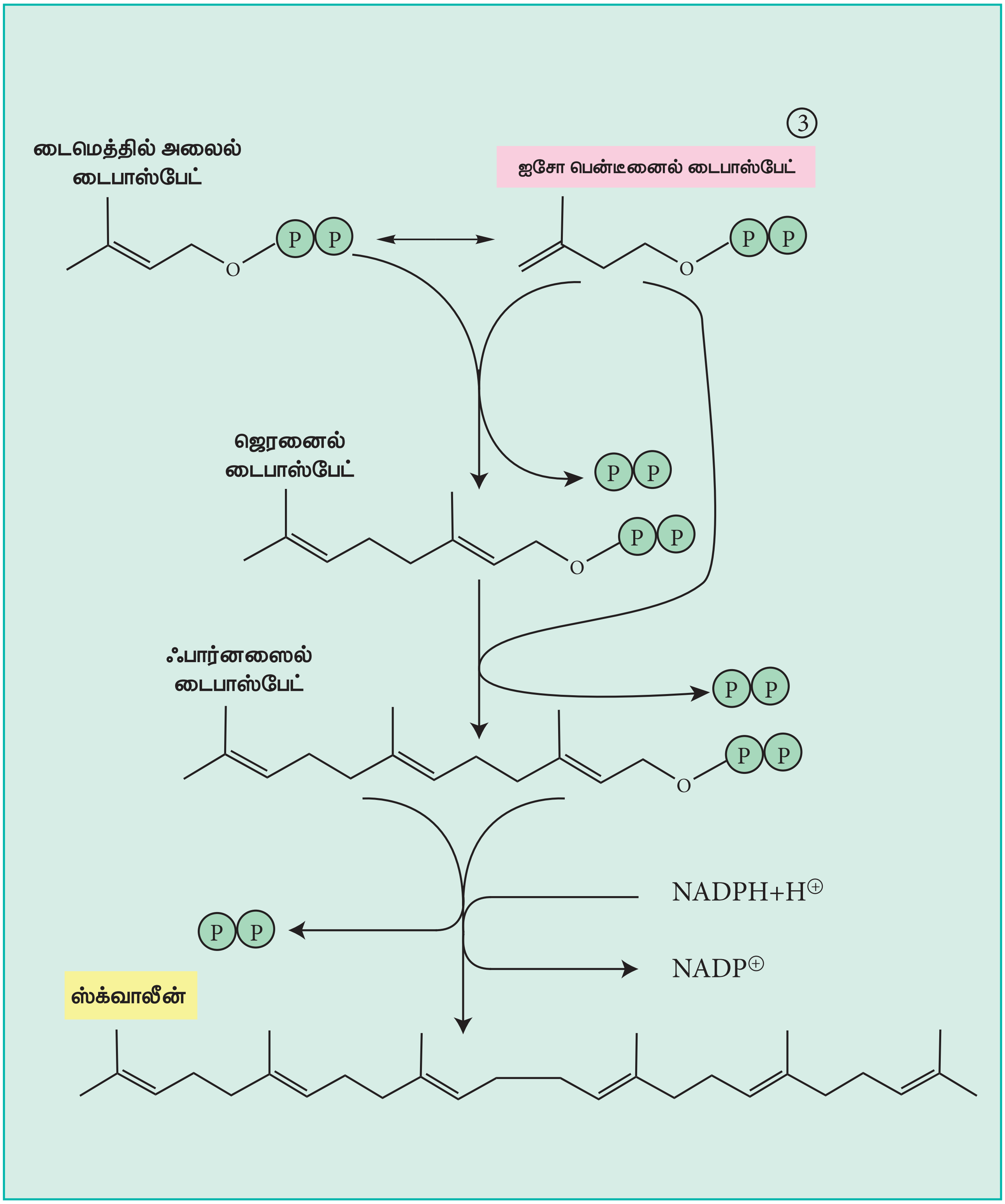
HMG CoA ஆனது NADPH ஐப் பொருத்தமையும் ரிடக்டேஸ் ஆல் (HMG – CoA reductase) ஒடுக்கமடைந்து மெவலேனேட்டைத் தருகிறது. கொலஸ்டிரால் உயிர் தொகுத்தலில் வினைவேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் நொதியாக இது செயல்படுகிறது.



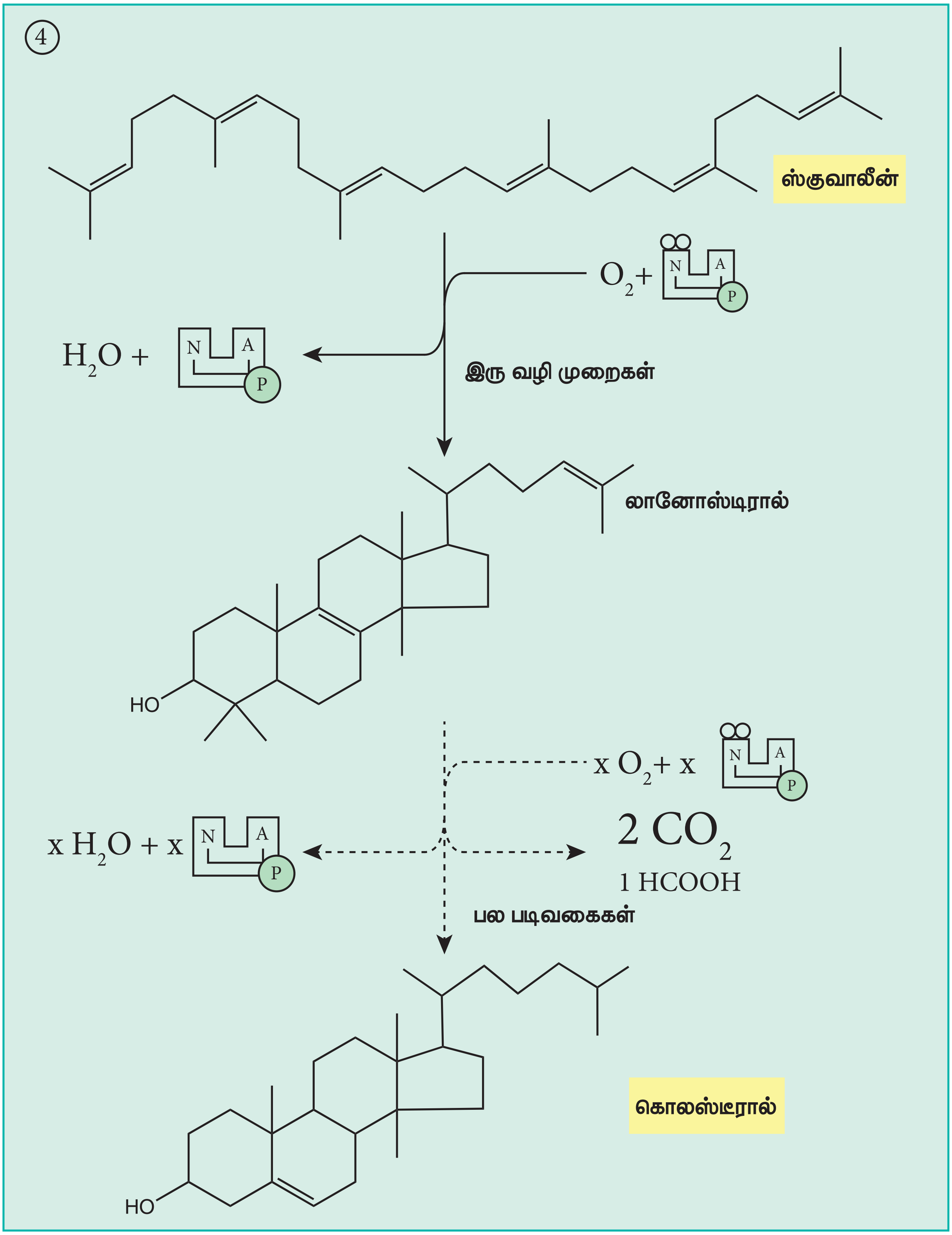
இவ்வாறு உருவான மெவலோனேட் ஆனது பல்வேறு படிநிலைகளின் வழியே ஸ்குவாலீனைத் தருகிறது. ஸ்குவாலீன் பல்வேறு வினை இடைநிலைகள் உருவாகும் வினைகள் வழியே இறுதியாக விளைபொருள் கொலஸ்டிராலைத் தருகிறது.



XII U5 Lipids.indd 131 5/8/2019 4:15:22 PM



3
டைமெத்தில் அலைல் டைபாஸ்பேட்
ஐசோ பென்டீனைல் டைபாஸ்பேட்
P P
O
ஜெரனைல் டைபாஸ்பேட்
ஃபார்னசைல் டைபாஸ்பேட்
NADPH+H⊕
NADP⊕
ஸ்க்வாலீன்


4
ஸ்குவாலீன்
O2+
N A P
H2O +
இரு வழி முறைகள்
லானோஸ்டிரால்
HO
x O2+ x
x H2O + x
2 CO2
1 HCOOH
பல படிவகைகள்
கொலஸ்டீரால்

5.4.2 கொலஸ்டிராலின் முக்கியமானப் பெறுதிகள்

பித்த உப்புகள், ஸ்டீராய்டு ஹார்மோன்கள் மற்றும் வைட்டமின் D போன்ற முக்கியமான ஸ்டிராய்டு மூலக்கூறுகளுக்கான முக்கியமான வினை முன் பொருள் கொலஸ்டிரால் ஆகும்.

5.4.2.1 பித்த உப்புகள்

பித்த உப்புகள் கொலஸ்டிராலின் ஒரு முனைவுற்ற பெறுதியாகும். இவைகளில் முனைவுற்ற மற்றும் முனைவற்ற இரு பகுதிகளும் காணப்படுவதால் இவைகள் சிறந்த டிடெர்ஜென்டுகளாக செயல்படும் திறனைப் பெற்றுள்ளன. பித்த உப்புகள் கல்லீரலில் தொகுப்படுகின்றன. பித்தப்பையில் செறிவூட்டப்பட்டு சேகரிக்கப்படுகின்றன. மேலும் இவை பின்னர் சிறு குடலில் வெளியிடப்படுகின்றன. உணவின் மூலம் பெறப்படும் வைட்டமின் D ஐ சிறுகுடலில் உறிஞ்சுவதற்கு இவை பயன்படுகின்றன. மனித பித்த நீரில் நான்கு பித்த அமிலங்கள் காணப்படுகின்றன. அவையாவன கோலிக் அமிலம், டிஆக்சிலிக் அமிலம், சினோடி ஆக்ஸிகோலிக் அமிலம் மற்றும் லித்தோகோலிக் அமிலம் ஆகியனவாகும்.

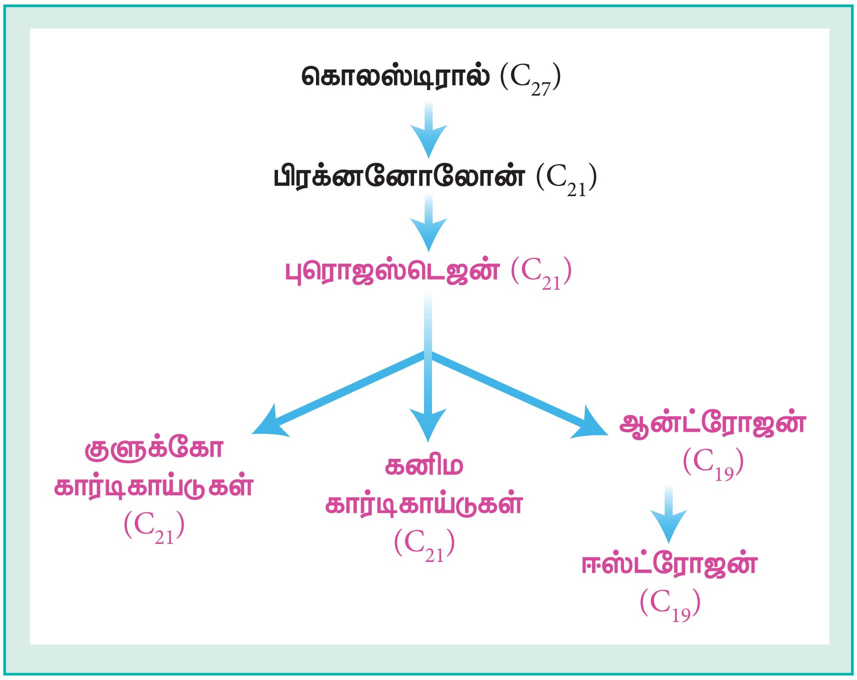
நற்திறனுடைய மறுசுழற்சி அமைப்பானது பித்த உப்புக்களை மீளவும் இரத்த ஓட்டத்தில் அனுமதிக்கிறது. மேலும் மறு பயன்பாட்டிற்காக கல்லீரலுக்குத் திரும்புகிறது. மேலும் மிகச் சிறிதளவு பித்த உப்புக்கள் மட்டுமே இந்த மறுசுழற்சி அமைப்பிலிருந்து தப்பிச் செல்கின்றன. இது மட்டுமே உடலிலிருந்து கொலஸ்டிரால் வெளியேறுவதற்கான ஒரே வழியாகும்.

5.4.2.2 ஸ்டீராய்டு ஹார்மோன்கள்

புரஜெஸ்டாஜன், குளுக்கோகார்டிகாய்டுகள், கனிம கார்டிகாய்டுகள், ஆன்ட்ரோஜன் மற்றும் ஈஸ்டரோஜன் ஆகிய ஐந்து முக்கியமான ஸ்டீராய்டு ஹார்மோன் தொகுதிகளுக்கு கொலஸ்டிரால் வினை முன் பொருளாகும்.

5.4.2.3 வைட்டமின் D

வைட்டமின் D ன் வினைமுன் பொருளாக கொலஸ்டிரால் உள்ளது. கால்சியம் மற்றும் பாஸ்பரஸ் வளர்ச்சிதை மாற்றத்தில் வைட்டமின் D முக்கியப் பங்காற்றுகிறது. மேலும் ஹார்மோன் தொகுத்தலில் வைட்டமின் D வினைமுன் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது.



XII U5 Lipids.indd 134 5/8/2019 4:15:22 PM

5.5 பாஸ்போலிப்பிடுகள்

செல்சவ்வின் குறிப்பிடத்தகுந்த பகுதிப்பொருளாக பாஸ்போலிப்பிடுகள் காணப்படுகின்றன. பாஸ்போ லிப்பிடுகளானவை ஒரு இரு மைய தன்மையுடைய மூலக்கூறுகளாகும். இவைகள் பின்வரும் நான்கு பகுதிப்பொருட்களால் ஆனவை. கொழுப்பு அமிலங்கள், கொழுப்பு அமிலங்கள் இணைக்கப்படுவதற்கான ஒரு அடிப்படை அமைப்பு, ஒரு பாஸ்பேட் ஆல்கஹால் கிளிசரால் அல்லது ஸ்பின்கோசைன் ஆகியன பாஸ்போலிப்பிடுகள் கட்டமைக்கப்படுவதற்கான அடிப்படைத் தளமாக அமைகின்றன.

கிளிசராலிலிருந்து பெறப்படும் பாஸ்போலிப்பிடுகள் பாஸ்போகிளிசரைடுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. பாஸ்போகிளிசரைடுகளில் காணப்படும் பொதுவான ஆல்கஹால் பகுதிப்பொரளாக சீரைன், எத்தனோலமைன் கோலின், கிளிசரால் மற்றும் இனோசிடால் ஆகிய அமினோ அமிலங்கள் காணப்படுகின்றன.

ஸ்பின்கோமைலின் ஒரு பாஸ்போலிப்பிடாகும். இதில் ஸ்பின்கோசைன் பின்புலம் காணப்படுகிறது. ஸ்பின்கோசைன் ஒரு அமினோ ஆல்கஹாலாகும். இது நீண்ட நிறைவுறா ஹைட்ரோகார்பன் சங்கிலியைக் கொண்டுள்ளது.

5.5.1 பாஸ்போலிப்பிடுகளின் வகைகள்

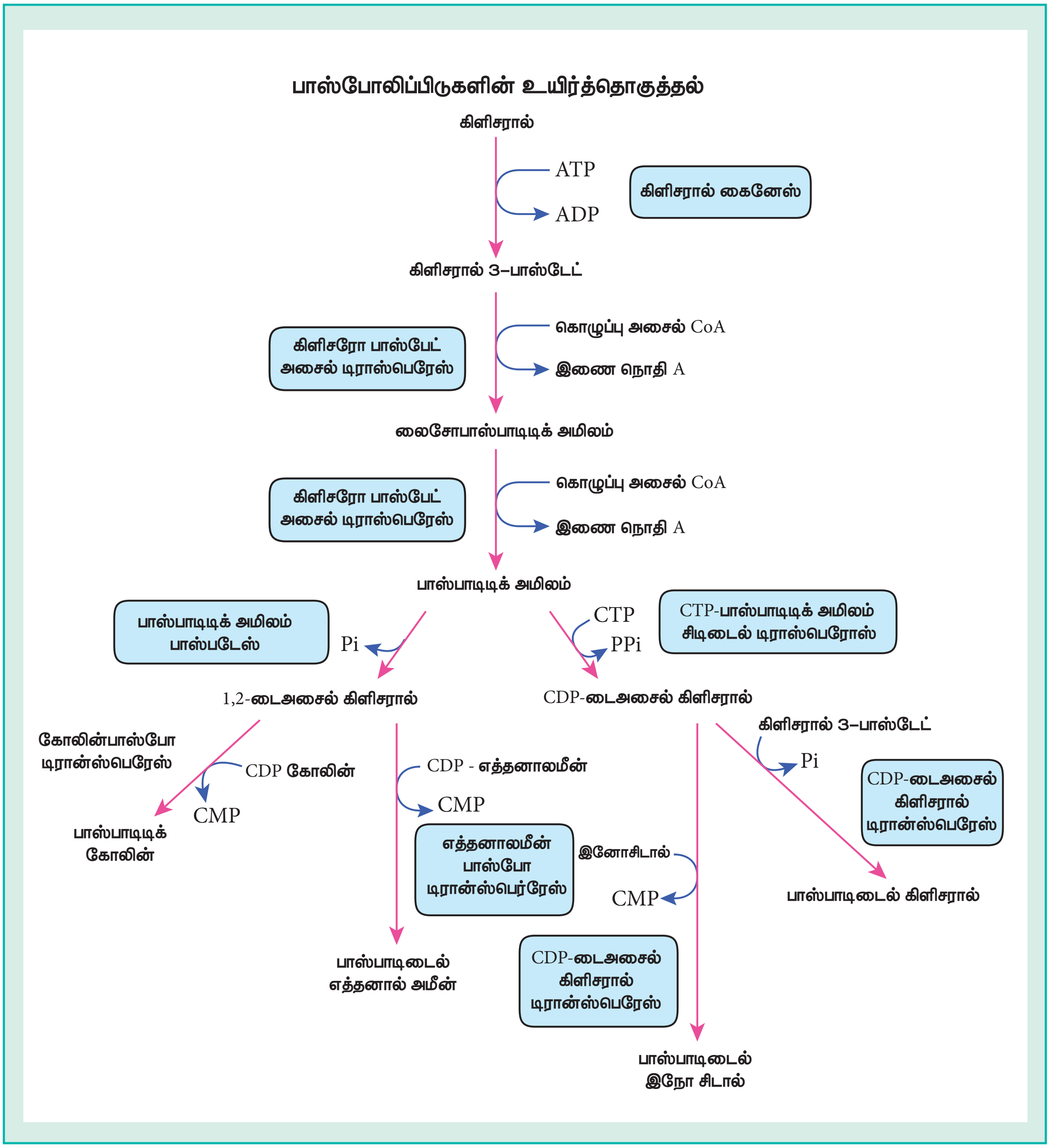
பாஸ்பேட் தொகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள மூலக்கூறுகளின் வகைகளைப் பொருத்து பாஸ்போ லிப்பிடுகளை ஐந்து பொதுவான வகைகளாக பிரிக்கலாம். அவைகளாவன

1. பாஸ்பேடிடைல் சீரைன்
2. பாஸ்பேடிடைல் கோலைன்
3. பாஸ்பேடிடைல் எத்தனோலமைன்
4. பாஸ்பேடிடைல் இனோசிடால்
5. ஸ்பின்கோமைலின்

5.5.2 பாஸ்போலிப்பிடுகளின் உயிர்த்தொகுப்பு

பாஸ்போலிப்பிடுகளை இரு வகையான வினை வழிமுறைகளை பின்பற்றி தொகுக்க இயலும். ஒரு வினைவழிமுறையில் பாஸ்பேடிடிக் அமிலத்தின் பாஸ்பேட் தொகுதியுடன் இணைப்பதற்கு CDP – கிளர்வுற்ற முனைவு தலைப்பகுதித் தொகுதியானது பயன்படுத்தப்படுகிறது. மற்றொரு வழிமுறையில் CDP – கிளர்வுற்ற 1,2 – டைஅசைல் கிளிசரால் மற்றும் கிளர்வுறா, முனைவு தலைத் தொகுதி பயன்படுத்தப்படுகிறது. கடத்தி இணை நொதி – A (CoA) உடன் இணைக்கப்பட்ட இரு கொழுப்பு அமிலங்கள் முதலில் கிளிசரால் – 3 – பாஸ்பேட்டுடன் இணைக்கப்படுகின்றன. இதன் விளைவாக பாஸ்பேடிடிக் அமிலம் உருவாகிறது. பாஸ்படேஸ் ஆனது பாஸ்பேடிடிக் அமிலத்தை டை அசைல் கிளிசராலாக மாற்றுகிறது. டை அசைல் கிளிசராலுடன் வெவ்வேறு முனைவு தலைத் தொகுதிகள் இணைக்கப்படுவதால் பின்னர் பரஸ்பேடிடைல் கோலைன், பாஸ்பேடிடைல் எத்தனோலமைல் அல்லது பாஸ்பேடிடைல் சீரைன் போன்றவை உருவாகின்றன.

XII U5 Lipids.indd 135 5/8/2019 4:15:22 PM

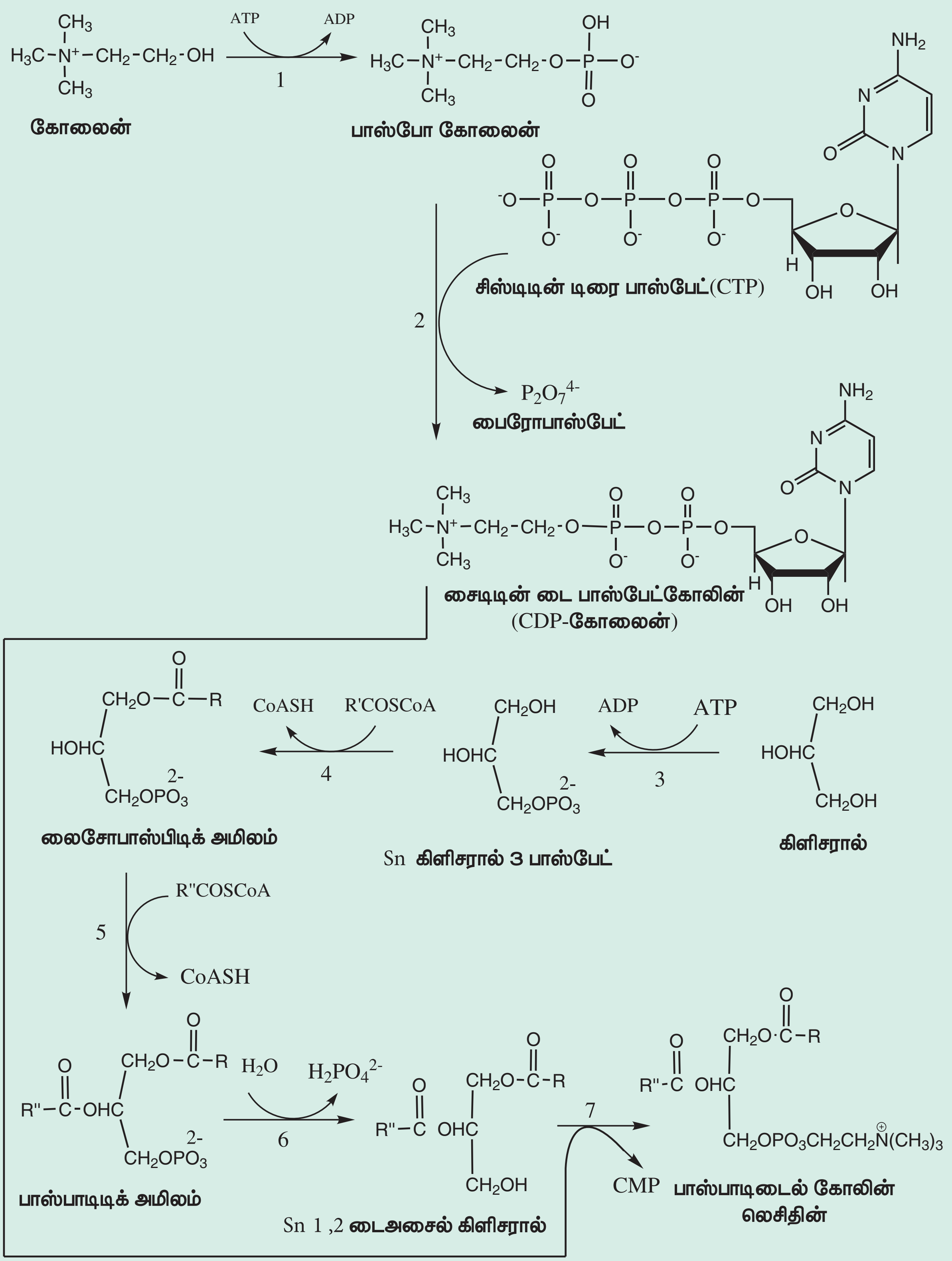


5.5.3 லெசித்தினின் உயிர்தொகுப்பு

லெசித்தின் (பாஸ்பேடிடைல் கோலைன்) ஆனது கோலைன் தொகுப்பின் வினைமுன்பொருள் ஆகும். நரம்புமண்டல சைகைகடத்தியான அசிட்டைல் கோலைன் தொகுத்தலில் இரு பங்காற்றுகிறது. மேலும் செல்சவ்வு உட்புகுதிறனை ஒழுங்குபடுத்துதல் உள்ளிட்ட சிக்கலான செல்விடை செயல்முறைகளில் பயன்படுகிறது.

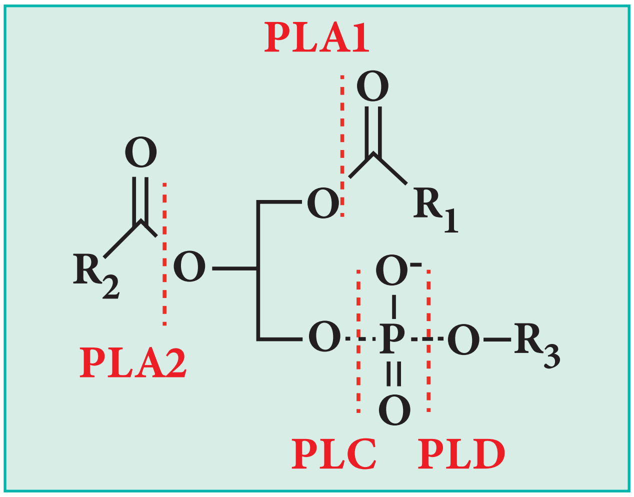
லெசித்தின் உயிர்த்தொகுப்பின் பெரும்பாலான வினைகள் என்டோபிளாஸ்மிக் வலைபின்னலில் நிகழ்கிறது. லெசித்தின் உயிர்த்தொகுப்பின் முதன்மை வழிமுறையின் சைட்டிடின்டைபாஸ்பேட் (CDP – கோலைன்) பயன்படுகிறது. CTP யானது பாஸ்போகோலைனுடன் வினைபடுவதால் CDP – கோலைன் உருவாகிறது. பாஸ்போகோலைன் ஆனது கோலைனின் பாஸ்பாரிலேற்றத்தால் பெறப்படுகிறது.

XII U5 Lipids.indd 136 5/8/2019 4:15:23 PM



XII U5 Lipids.indd 137 5/8/2019 4:15:23 PM

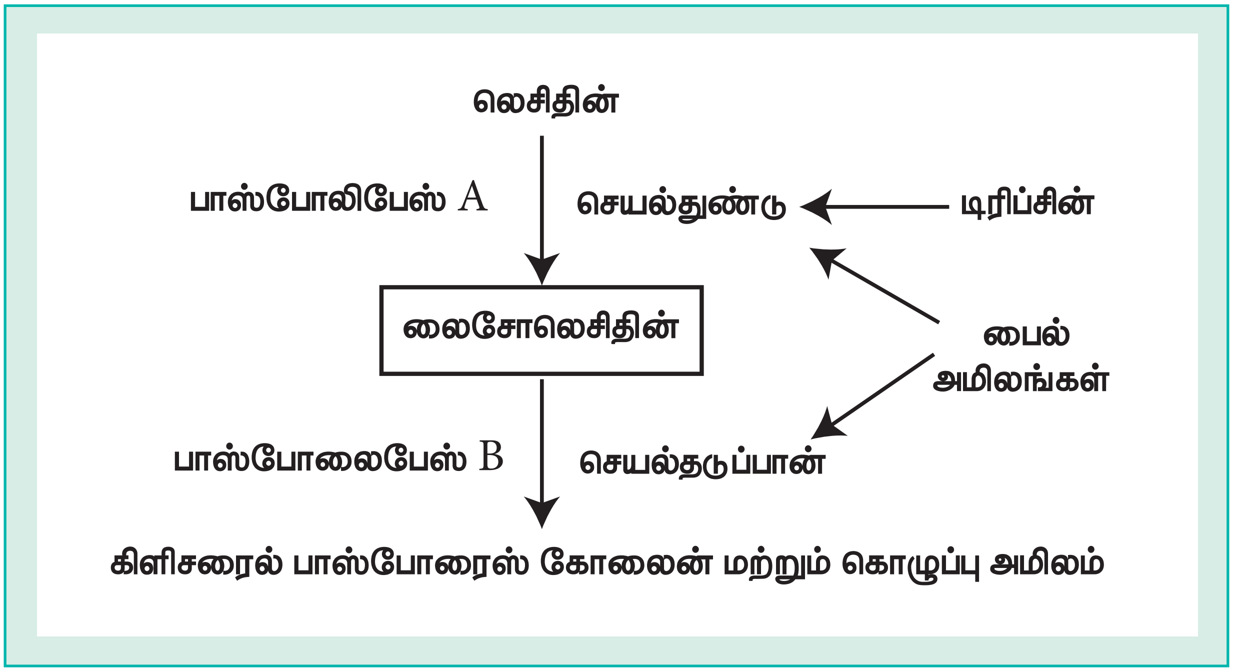
5.5.4 பாஸ்போலிப்பிடுகள் சிதைவடைதல்



பாஸ்போ லைப்பேஸ்கள் என்பன கார்பாக்ஸி மற்றும் பாஸ்போடைஎஸ்டர் பிணைப்புகளின் ஹைட்ரோலிட்டிக் பிளவின் வழியே பாஸ்போலிப்பிடுகளை சிதைவடையச் செய்யும் நொதிகளாகும். இந்த நொதியானது பாஸ்போலைப்போசஸ் A1, A2, C அல்லது D என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. Sn1 அல்லது Sn–2 அசைல் எஸ்டர் பிணைப்பு கிளிசராஸ் பாஸ்பேட் பிணைப்பு அல்லது கிளிசரால் பாஸ்பேட் – கார பாஸ்போடை எஸ்டர் பிணைப்பு ஆகியனவற்றில் முறையே நீராற்பகுப்பு நிகழ்வதன் அடிப்படையில் மேற்கண்டுள்ள வகைபாடு அமைகின்றது.

5.5.5 லைசோலெசித்தின் உருவாதல்

லைசோ பாஸ்பேடிடைல் கோலைன்கள (LPC, LysoPC) லைசோலெசித்தின்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவைகள் பாஸ்பேடிடைல் கோலைன்களிலிருந்து பெறப்படும் ஒரு வகை வேதிச் சேர்மங்களாகும். இவை முன் சிறுகுடலில், பித்த நீரில் உள்ள லெசித்தின் ஆனது கணைய நீரில் உள்ள பாஸ்போலைபேஸ் A ஆல் நீராற்பகுப்பிற்கு உட்படும் போது உருவாகிறது. பாஸ்போலைபேஸ் ஆனது முனைய கொழுபபு அமிலத் தொகுதிகளில் ஒன்றை நீக்குகிறது. இவ்வினையானது டிரிப்சின் எனும் அமிலத்தால் கிளர்வுறச் செய்யப்படுகிறது. லைசோலெசித்தின் ஆனது பாஸ்போலைபேஸ் B யால் மேலும் நீராற்பகுப்பிற்கு உட்படுவதால் பாஸ்போரைல்கோலைன் உருவாகிறது. ஆனால் இவ்வினை பித்த உப்புகளால் தடுக்கப்படுகிறது.



5.5.6 லைசோலெசித்தினின் விளைவுகள்

செல்சவ்விற்கு லைசோலெசித்தின் ஒரு நச்சாகும். மேலும் பித்த உப்புக்களைப் பேலவே இதுவும் வலிமையான ஒரு டிடெர்ஜென்டாகும். இது நரம்புகளில் மைலினேட்டை இரத்த சிவப்பு செல்களை சிதைக்கிறது. இதன் பால்மமாக்கும் தன்மையின் காரணமாக, உருவாகும் விளைபொருள்

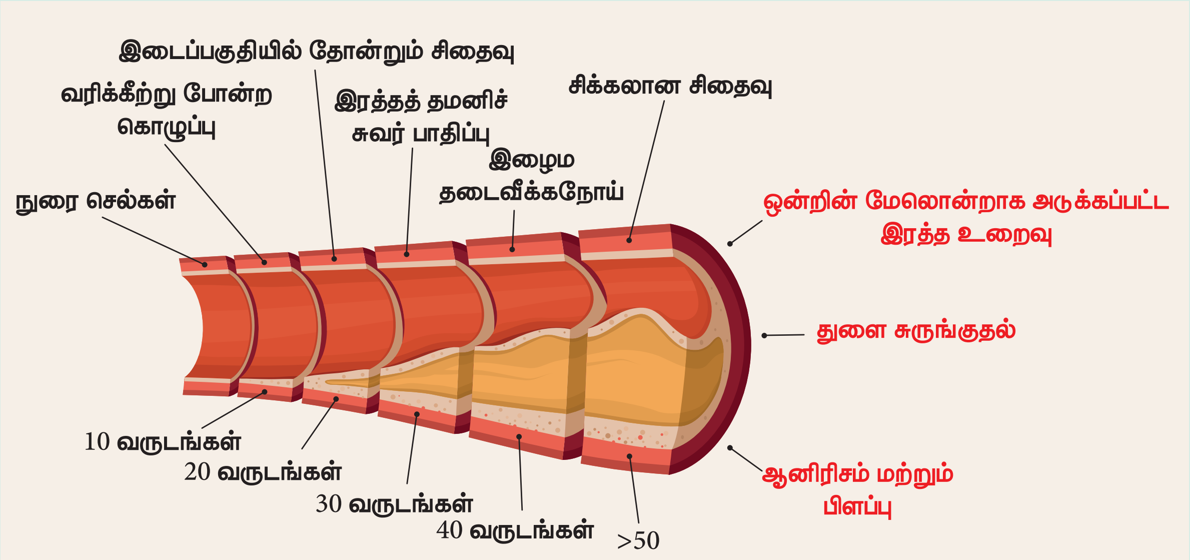
சீராகவும் எளிதாகவும் பரவும் இயல்பினைக் கொண்டது. எனவே LPC ஆனது உணவு மற்றும் மருந்தாக்க தொழிற்சாலைகளில் பெருமளவில் பயன்படுகிறது. மேலும் கால்நடை மற்றும் பறவை பண்ணைகளில் தீவனமாகவும் பயன்படுகிறது.

5.6 செஃப்பாலின்

செஃப்பாலின் ($C_{40}H_{80}NO_8P$) என்பது ஒரு பாஸ்போலிப்பிடு சேர்மமாகும். இது பாஸ்பேடிடைல் எத்தனோலமைன் மற்றும் பாஸ்பேடிடைல் சீரைன் ஆகியனவற்றை உள்ளடக்கியது. இந்த எஸ்டர்கள் உடல் முழுவதும் பரவிக் காணப்படுகின்றன. குறிப்பாக மூளை மற்றும் தண்டுவடத்தில் காணப்படுகின்றது. மேலும் இரு வேதித்தூண்டு இயக்கம் மற்றும் கல்லீரல் செயல்படும் தன்மை குறித்த சோதனையில் வினைப்பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. மூளையின் வெண்மைப் பொருள் மற்றும் தண்டு வடத்தில் இவை பெருமளவில் காணப்படுகின்றன.

5.7 ஆத்திரோ ஸ்கிளிரோசிஸ்

இரத்தத்தில் காணப்படும் கொழுப்பு, கொலஸ்டிரால், கால்சியம் ஆகியனவற்றால் தமனிகளின் உட்சுவற்றில் ஏற்படும் படலத்தைக் குறிப்பிடும் நோய் ஆத்திரோ ஸ்கிளிரோசிஸ் என அழைக்கப்படுகிறது. காலப் போக்கில் இந்தப் படலமானது கடினமாவதுடன் தமனி குழாய்களை குறுகலடையச் செய்து, பல்வேறு உறுப்புகளுக்கு செல்லும் ஆக்சிஜன் நிரம்பிய இரத்த ஓட்டத்தை கட்டுப்படுத்துகிறது. இதன் விளைவாக வாதம், மாரடைப்பு அல்லது மரணம் கூட நிகழலாம்.



பாடச் சுருக்கம்

1. லிப்பிடுகள் (கிரேக்க மொழியில் : லைபோஸ் – கொழுப்பு) செறிவார்ந்த ஆற்றலின் முதன்மை மூலமாதலால் நம் உடலுக்கு மிக முக்கியமானவையாகும். மேலும், செல் வடிவமைப்பு மற்றும் பிற பல்வேறு உயிர் வேதி செயல்களில் இது முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.

XII U5 Lipids.indd 139 5/8/2019 4:15:24 PM

2. இவைகள் உடலின் செறிவார்ந்த எரிபொருள் (ஆற்றல்) சேமிப்பு மூலமாகும் (ட்ரைகிளிசரால்கள்)
3. உயிரியல் சவ்வுகளில் லிப்பிடுகள் முக்கிய பகுதிப்பொருளாகும். மேலும் இவைகள் சவ்வின் அனுமதிக்கும் திறனை ஒழுங்குபடுத்துகிறது. (பாஸ்போலிப்பிடுகள் மற்றும் கொலஸ்டிரால்)
4. லிப்பிடுகள் உள்ளுறுப்புகளை பாதுகாக்கும் காப்புபொருளாகவும் பயன்படுகிறது. மேலும் உடலிற்கு சீரான ஒரு வடிவமைப்பைத் தருகிறது.
5. கொழுப்பு அமிலங்கள் என்பன லிப்பிடுகளின் எளிய வடிவங்களாகும். மேலும் இவைகள் ஒரு கார்பாக்சில் அமிலத் தொகுதியுடன் கூடிய பெரிய சிக்கலான லிப்பிடுகளின் பகுதிப்பொருளாக உள்ளன.
6. விலங்குகளில் கொழுப்பு அமிலங்களின் உயிர்த் தொகுப்பானது முக்கியமாக அடிப்போஸ் திசுக்களின் சைடோசால், பால் சுரப்பிகள் மற்றும் கல்லீரலில் நிகழ்கிறது. தாவரங்களில் குளோரோபிளாஸ்டுகளின் ஸ்ட்ரோமாவில் இது நிகழ்கிறது.
7. பால்மிடிக் அமிலம் ஆனது, 16 – கார்பன் அணுக்களைக் கொண்டுள்ள ஒரு நிறைவுற்ற கொழுப்பு அமிலமாகும். நொதிகள் வினைவேக மாற்றிகளாகச் செயல்படும் ஏழு தொடர்ச்சியான வினைகளில் 2 கார்பன் அலகானது 4 கார்பன் அலகாக மாற்றப்படுகிறது. உயிர்தொகுத்தலின் முதல் மூன்று படி நிலைகளில் அசிட்டைல் ACP மற்றும் மெலோனைல் ACP ஆகியன அசிட்டைல் CoA விலிருந்து உருவாகின்றன.
8. கொழுப்பு செரித்தலானது சிறு குடலில் துவங்குகிறது. கொழுப்புகள், பித்த உப்புக்களால் பால்மமாக்கப்படுகிறது. மேலும் கணைய லைப்பேஸ்களால் நீராற்பகுப்படைந்து தனித்த கொழுப்பு அமிலங்கள் மாற்றப்படுகின்றன.
9. கொழுப்பு அமிலங்களின் β ஆக்சிஜனேற்றமானது, பின்வரும் மூன்று படிநிலைகளை உள்ளடக்கியது. கொழுப்பு அமிலங்கள் கிளர்வுறுதல், கிளர்வுற்ற கொழுப்பு அமிலங்கள் மைட்டோகாண்டீரியவிற்கு கடத்தப்படுதல் மற்றும் அதனைத் தொடர்ந்து கிளர்வுற்ற கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆக்சிஜனேற்றமடைதல்.
10. உடலின் பெரும்பாலான திசுக்களில் கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்றன. எனினும் மூளை, எரித்தோசைட்டுகள் மற்றும் அட்ரீனல் மெடுல்லா ஆகியன தங்களது ஆற்றல் தேவைக்கு கொழுப்பு அமிலங்களைப் பயன்படுத்துவதில்லை.
11. கொலஸ்டிரால் ஆனது, செல் சவ்வு மற்றும் லிபோபுரோட்டீன்களின் முக்கியப் பகுதிப் பொருளாகவும், அனைத்து செல்களிலும் பங்கிடப்பட்டு காணப்படுகிறது. குறிப்பாக கொலஸ்டிரால் விலங்குகளில் காணப்படுகிறது. எனவே இது விலங்கு கொலஸ்டிரால் என அழைக்கப்படுகிறது.
12. தகுந்த சூழலில் கொலஸ்டிரால் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் போது, விரைவான ஆக்சிஜனேற்றத்திற்கு உட்பட்டு கொலஸ்டீனோன் எனப்படும் ஒரு கீட்டோனைத் தருகிறது.
13. HMG CoA ஆனது NADPH ஐப் பொருத்தமையும் ரிடக்டேஸ் ஆல் (HMG – CoA reductase) ஒடுக்கமடைந்து மெவலேனேட்டைத் தருகிறது. கொலஸ்டிரால் உயிர் தொகுத்தலில் வினைவேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் நொதியாக இது செயல்படுகிறது.
14. பித்த உப்புகள், ஸ்டீராய்டு ஹார்மோன்கள் மற்றும் வைட்டமின் D போன்ற முக்கியமான ஸ்டிராய்டு மூலக்கூறுகளுக்கான முக்கியமான வினை முன் பொருள் கொலஸ்டிரால் ஆகும்.
15. செல்சவ்வின் குறிப்பிடத்தகுந்த பகுதிப்பொருளாக பாஸ்போலிப்பிடுகள் காணப்படுகின்றன. பாஸ்போ லிப்பிடுகளானவை ஒரு இரு மைய தன்மையுடைய மூலக்கூறுகளாகும். இவைகள் பின்வரும் நான்கு பகுதிப்பொருட்களால் ஆனவை. கொழுப்பு அமிலங்கள், கொழுப்பு அமிலங்கள் இணைக்கப்படுவதற்கான ஒரு அடிப்படை அமைப்பு, ஒரு பாஸ்பேட்

XII U5 Lipids.indd 140 5/8/2019 4:15:24 PM

ஆல்கஹால் கிளிசரால் அல்லது ஸ்பின்கோசைன் ஆகியன பாஸ்போலிப்பிடுகள் கட்டமைக்கப்படுவதற்கான அடிப்படைத் தளமாக அமைகின்றன.

16. பாஸ்போலிப்பிடுகளை இரு வகையான வினை வழிமுறைகளை பின்பற்றி தொகுக்க இயலும். ஒரு வினைவழிமுறையில் பாஸ்பேடிடிக் அமிலத்தின் பாஸ்பேட் தொகுதியுடன் இணைப்பதற்கு CDP – கிளர்வுற்ற முனைவு தலைப்பகுதித் தொகுதியானது பயன்படுத்தப்படுகிறது.
17. லெசித்தின் (பாஸ்பேடிடைல் கோலைன்) ஆனது கோலைன் தொகுப்பின் வினைமுன்பொருள் ஆகும். நரம்புமண்டல சைகைகடத்தியான அசிட்டைல் கோலைன் தொகுத்தலில் இரு பங்காற்றுகிறது.
18. பாஸ்போ லைப்பேஸ்கள் என்பன கார்பாக்ஸி மற்றும் பாஸ்போடைஎஸ்டர் பிணைப்புகளின் ஹைட்ரோலிட்டிக் பிளவின் வழியே பாஸ்போலிப்பிடுகளை சிதைவடையச் செய்யும் நொதிகளாகும்.
19. செல்சவ்விற்கு லைசோலெசித்தின் ஒரு நச்சாகும். மேலும் பித்த உப்புக்களைப் போலவே இதுவும் வலிமையான ஒரு டிடெர்ஜென்டாகும். இது நரம்புகளில் மைலினேட்டை இரத்த சிவப்பு செல்களை சிதைக்கிறது.
20. செஃப்பாலின் ($C_{40}H_{80}NO_8P$) என்பது ஒரு பாஸ்போலிப்பிடு சேர்மமாகும். இது பாஸ்பேடிடைல் எத்தனோலமைன் மற்றும் பாஸ்பேடிடைல் சீரைன் ஆகியனவற்றை உள்ளடக்கியது.
21. இரத்தத்தில் காணப்படும் கொழுப்பு, கொலஸ்டிரால், கால்சியம் ஆகியனவற்றால் தமனிகளின் உட்சுவற்றில் ஏற்படும் படலத்தைக் குறிப்பிடும் நோய் ஆத்திரோ ஸ்கிளிரோசிஸ் என அழைக்கப்படுகிறது.

மதிப்பீடு

I. சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. எது முக்கியமான கொழுப்பு அமிலம் அல்ல

அ. லினோலியிக் அமிலம்   ஆ. லினோலெனிக அமிலம்

இ. அரக்கிடோனிக் அமிலம்   ஈ. ஒலியிக் அமிலம்

2. ஒரு ஸ்டீயரிக் அமில மூலக்கூறு பீட்டா ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதால் எத்தனை ATP உருவாகின்றன.

அ. 2   ஆ. 18   இ. 0   ஈ. மேற்கூறியவற்றுள் எதுவுமல்ல

3. பின்வருவனவற்றுள் எது நிறைவுற்ற அமிலம்?

அ. ஒலியிக் அமிலம்   ஆ. செரிரோனிக் அமிலம்

இ. நெர்வோனிக் அமிலம்   ஈ. ஸ்டீயரிக் அமிலம்

4. அசிட்டைல் CoA ல் இருந்து கொழுப்பு அமிலத்தின் உயிர் தொகுப்படுதல் இவ்வாறு அழைக்கப்படுகிறது.

அ. குளுக்கோரியோஜெனிசிஸ்   ஆ. லிப்போஜெனிசிஸ்

இ. பீட்டா ஆக்சிஜனேற்றம்   ஈ. (ஆ) மற்றும் (இ)

5. அசிட்டைல் CoA கார்பாக்சிலேற்ற வினையோடு தொடர்புடைய வைட்டமின்

அ. TPP ஆ. FAD இ. பயோட்டின் ஈ. வைட்டமின் C

6. கொலஸ்டிராலின் பெறுதியானது

அ. வைட்டமின் A ஆ. வைட்டமின் C

இ. வைட்டமின் E ஈ. வைட்டமின் D

7. லிப்போஜெனிசிஸ செயல்முறையில் பின்வருவனவற்றுள் எது இடைநிலைப் பொருளாகும்.

அ. ஐசோபென்டைல் பைனோ பாஸ்பேட் ஆ. மோலோனைல் ACP

இ. ஆக்சலோ அசிட்டேட் ஈ. அசிட்டோ அசிட்டேட்

8. பினவருவனவற்றுள் எது ஒரு கீட்டோன் பொருள்

அ. கார்னிடைன் ஆ. அசிட்டோஅசிட்டேட்

இ. ஆக்சலோ அசிட்டேட் ஈ. அசிட்டைல் CoA

9. ___________ ஆனது லெசித்தின் மீது செயல்படுவதால் லைசோலெசித்தின் உருவாகிறது.

அ. லெசித்தினேஸ் A ஆ. லெசித்தினேஸ் A2

இ. லெசித்தினேஸ் C ஈ. லெசித்தினேஸ் D

10. ஒரு C_{18} கொழுப் அல்ல மூலக்கூறை வளர்ச்தைமாற்றத்திற்கு உட்படுத்த எத்தனை முறை β ஆக்சிஜனேற்ற வழிமுறைகள் தேவைப்படுகின்றது.

அ. ஏழு ஆ. பதினெட்டு

இ. ஒன்பது ஈ. மேற்கண்டுள்ள எதுவுமல்ல

11. β ஆக்சிஜனேற்ற வழிமுறையில் ஏற்படும் வினைசெயல்தொகுதி மாற்ற என்ன?

அ. ஆல்கேனிலிருந்து ஆல்கேன்

ஆ. 2^0 ஆல்கஹாலில் இருந்து கீட்டோன்

இ. ஆல்கீனிலிருந்து 2^0 ஆல்கஹால்

ஈ. ஆல்கேனிலிருந்து 2^0 ஆல்கஹால்

II. கோடிட்ட இடத்தை நிரப்பு

1. முக்கியமான கொழுப்பு அமிலங்களின் குறைபாட்டினால் உருவாவது முக்கியமான கொழுப்பு அமிலங்களின் குறைபாட்டினால் உருவாவது ________________
2. β ஆக்சிஜனேற்றத்திற்கு உட்படும் கொழுப்பு அமிலங்களின் செலுறு இடைநிலை வடிவம் ________________
3. ஸ்பின்கோலிப்பிடுகளில் காணப்படும் அமினோ ஆல்காஹால் ________________
4. அரக்கிடோனிக் அமிலத்தின் காணப்படும் இரட்டை பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கை __________
5. அத்திரோஸ்கிளிரோசிஸ் உடைய ஒருவரின் இரத்த பிளாஸ்மாவில் ________________ மற்றும் ________________ ஆகியன அதிகரித்து காணப்படுகிறது.

III. சரியா, தவறா எனக் கூறுக

1. உடலில் ஏறத்தாழ வரம்பற்ற அளவில் லிப்பிடுகளை சேமிக்க இயலும்.
2. கொழுப்பு அமில உயிர்தொகுப்பு வினைகளோடு தொடர்புடைய நொதி அசிட்டைல் CoA டிஹைட்ரோஜெனேஸ்
3. செஃபாலின் ஆனது பாஸ்பேடிடைல் எத்னோலமைன எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.
4. ஆத்திரோஸ்கிளோரிஸை தோற்றுவிக்கும் காரணிகளுள் ஒன்று உடல் பருமன்.
5. கொழுப்பு அமில சிதைவடைதலில் அசைல் கடத்து புரோட்டீன் ஈடுபடுகிறது.

IV. பொருத்துக.

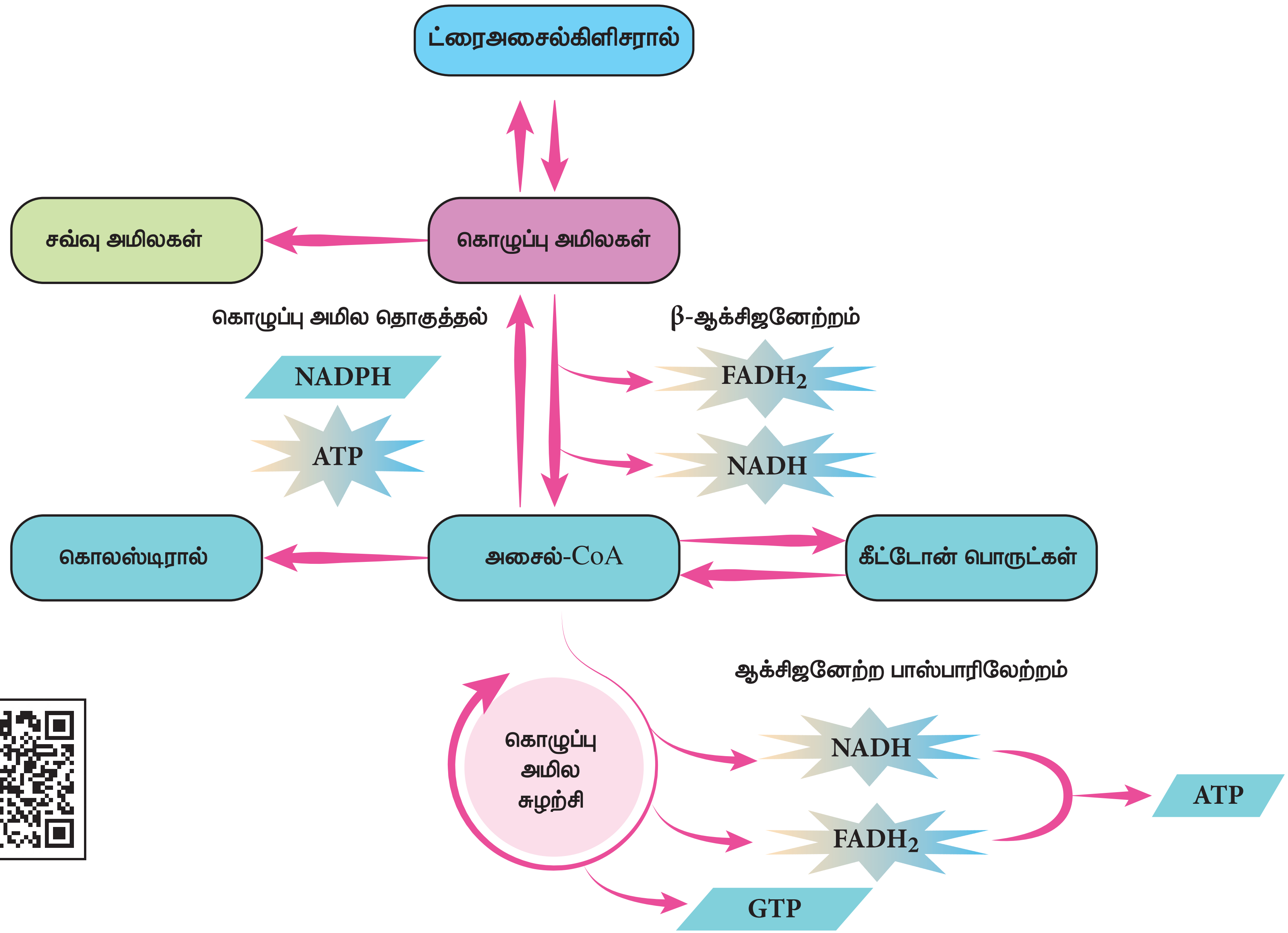
1. லெசித்தின்	–	கொலஸ்டிரால் உயிர்த்தொகுப்பு
2. செபாலின்	–	பித்த உப்புகள்
3. அசிட்டைல் CoA கார்பாக்சிலேஸ்	–	பாஸ்பேடிடைல் கோலைன்
4. கோலிக் அமிலம்	–	கொழுப்பு அமில உயிர்த்தொகுப்பு
5. HMG CoA ரிடக்டேஸ்	–	பாஸ்பேடிடைல் எத்தனோலமைன்

V. பின்வருவனவற்றிற்கு சுருக்கமாக விடையளி

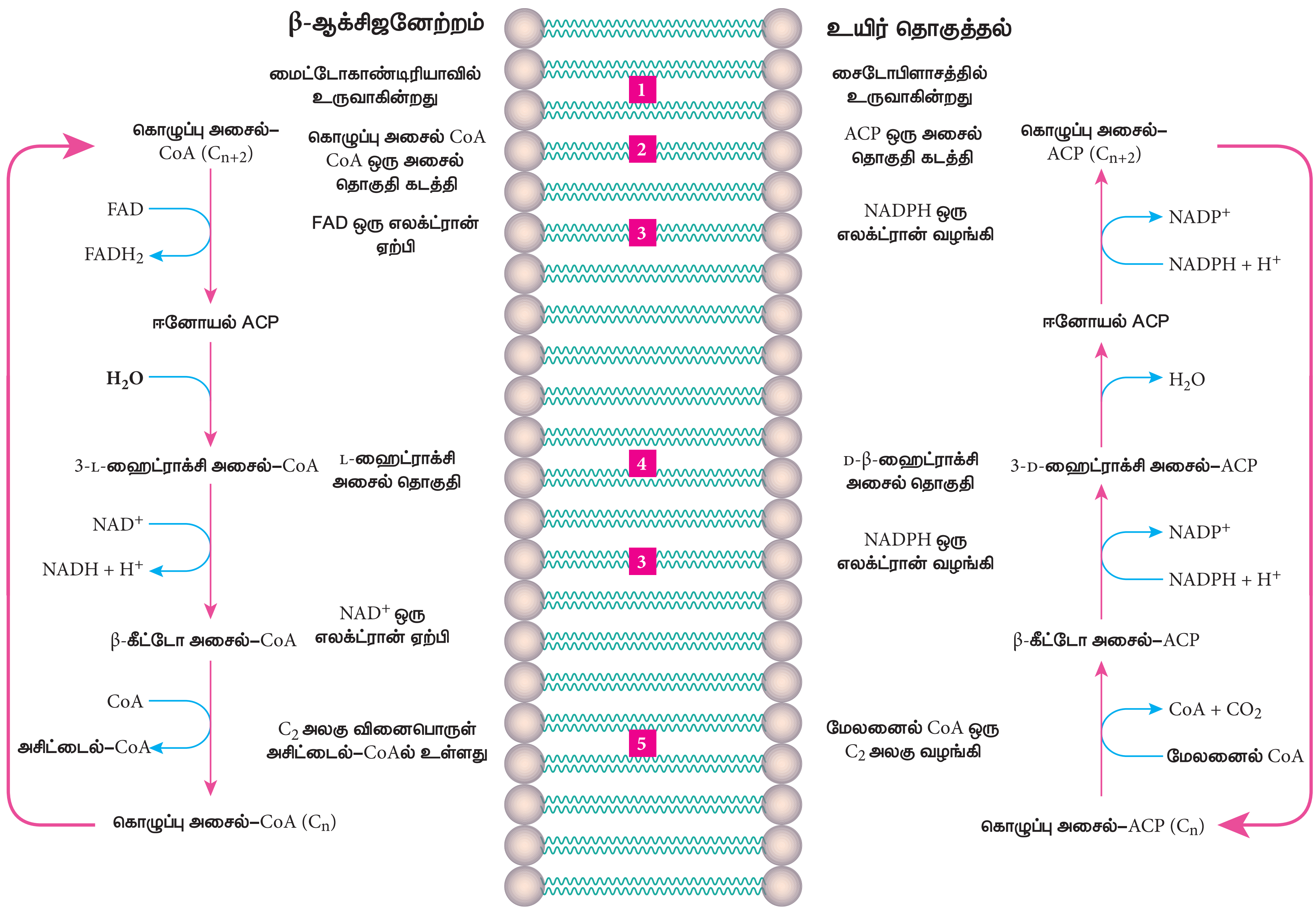
1. இரத்த கொலஸ்டிராலை குறைக்க உதவும் கொழுப்பு அமில வகை யாது?
2. கொழுப்பு அமில தொகுப்பு என்பது பீட்டா ஆக்சிஜனேற்றத்தின் எதிர் வினையா? சுருக்கமாக விளக்குக.
3. கொலஸ்டிரால் உயிர்தொகுத்தலோடு தொடர்புடைய பல்வேறு படிநிலைகளை சுருக்கமாக விளக்குக.
4. பூஞ்சை எதிர்பொருளாக பயன்படும் ஸ்டீராய்டு எது?
5. ஆத்திரோஸ்கிளிரோசில் பற்றி விளக்குக.
6. நமது உடலில் கொழுப்பு அமிலங்கள் எவ்வாறு தொகுக்கப்படுகின்றன?
7. கொழுப்பு அமில ஆக்சிஜனேற்றம் பற்றி சுருக்கமாக விளக்குக.
8. பாஸ்போலிப்பிடுகளில் காணப்படும் வளைய ஹெக்சாஹைட்ரிக் ஆல்ஹாலைக் குறிப்பிடுக.
9. கொழுப்பு அமில சிதைவுவிகைளோடு தொடர்புடைய பீட்டா ஆக்சிஜனேற்றம் மற்றும் பீட்டா பிளவு என்றால் என்ன?
10. இணைநொதி A ஆனது கொழுப்பு அமில சிதைவில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது. கொழுப்பு அமில உயிர்த்தொகுப்பில் இதன் எதிர் வினைபொருள் என்ன?
11. பால்மிடிக் அமிலத்தை அசிட்டைல் CoA ஆக மாற்ற எத்தனை β ஆக்சிஜனேற்ற சுற்றுகள் தேவைப்படுகின்றன.
12. அசிட்டைல் CoA வை மெலோனைல் CoA ஆக மாற்றப்பயன்படும் நொதியின் பெயர் என்ன?
13. லிப்பிடுகளின் உயிரியல் செயல்பாடுகளை பட்டியலிடுக.
14. பொதுவாக, கொழுப்புகளிலிருந்து ஆற்றலைப் பெற சிட்ரிக் அமில சுழற்சி எவ்வாறு பயன்படுகிறது?
15. கொலஸ்டிரால் உயிர்தொகுப்பு வினைகளின் துவக்க வினைபொருள் யாது?

கருத்து வரைபடம்

லிப்பீடு வளர்சிதை மாற்றம்



XII U5 Lipids.indd 144 5/8/2019 4:15:24 PM



XII U5 Lipids.indd 145 5/8/2019 4:15:25 PM

அலகு 6

மூலக்கூறு உயிரியல்

கேரி முல்லிஸ்

நவீன கால உயிரியலின் சகாப்தத்தை பாலிமரேஸ் தொடர் வினையாக்கி கண்டறிவதற்கு முன்பு, பாலிமரேஸ் தொடர் வினையாக்கி கண்டறிந்த பினபு என இரு காலக்கட்டமாக பிரிக்கலாம். தற்காலத்தில் இயங்கும் அனைத்து மூலக்கூறு உயிரியல் ஆய்வங்களில் நோயைக்கண்டறிதல், தட அறிவியல் விசாரணையிலும் பாலிமரேஸ் தொடர் வினையாக்கி பயன்படுகிறது. கேரி முல்லிஸ் எனும் அமெரிக்க உயிர்வேதியியல் அறிஞர் பாலிமரேஸ் தொடர் வினையாக்கி கண்டுபிடித்தற்காக 1993–ஆம் ஆண்டு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

HRICTQ

கற்றலின் நோக்கங்கள்

இந்த பாடப்பிரிவை கற்றறிந்த பின்னர் மாணவர்கள் கீழ்க்கண்டவற்றை புரிந்துகொள்ள முடியும்

- மூலக்கூறு உயிரியலின் மையக்கோட்பாட்டை விளக்குதல்
- டி.என்.ஏ (DNA) இரட்டிப்படைதலை விளக்குதல்
- ஆர்.என்.ஏ(RNA) உருவாக்கத்தின் வழிமுறைகளை விவரித்தல்
- கிளர்வுற்ற tRNA (கடத்து RNA) வின் கட்டமைப்பை விளக்குதல்
- புரத உருவாக்கத்தின் வழிமுறைகளை விவரித்தல்

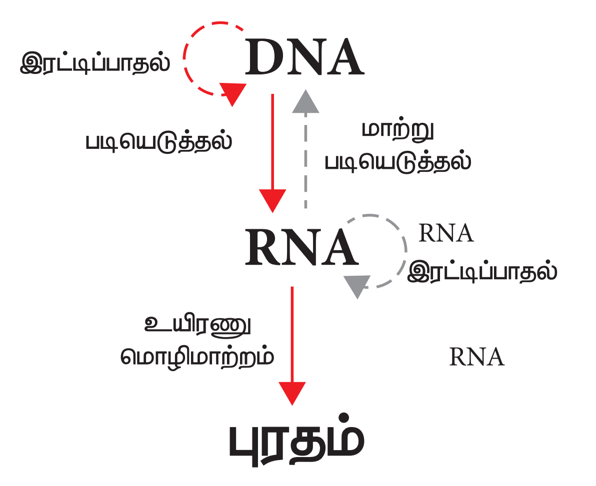
XII U6 Mol Bio_TM.indd 146
5/8/2019 4:21:47 PM

6.1 அறிமுகம்

உயிரியல் பிரிவில் செல் வளர்ச்சி, செல் பிரிகை அடைதல், செல்லின் தனித்தன்மை செல் இயக்கம் மற்றும் செல் இடை ஈடுகள் போன்ற அடிப்படை செல் செயல்முறைகளை அறியவது மூலக் கூறு உயிரியலின் நோக்கமாகும். மூலக்கூறு உயிரியல் எனும் வார்த்தை இராக்பெல்லர் அமைப்பில் இயற்கை அறிவியல துறையின் இயக்குநராக இருந்த வாரன் விவர் என்பவரால் 1938–ஆம் ஆண்டு உருவாக்கப்பட்டது. 1869–ஆம் ஆண்டு டி.என்.ஏ (DNA) ஒரு மரபு பொருளாக கருதப்பட்டாலும், 1950–ஆம் ஆண்டு J.D வாட்சன் மற்றும் F.H.C. கிரீக் என்பவர்களால் DNAவின் கட்டமைப்பை அறிந்த பிறகு அதன் சரியான தன்மையை கண்டறிய முடிந்தது. இவர்களால் அறிமுகம் செய்யப்பட்ட காரம் இணைதல் கருத்து, DNA இரட்டிப்படைதல், RNA தொகுத்தல் போன்றவற்றை அறிந்து கொள்ள நேரடியாக வழிவகை செய்தது. இந்த கண்டுபிடிப்புகளே மூலக்கூறு உயிரியல் துறையின் வளர்ச்சிக்கு காரணமாகி அறிவியல் அறிஞர்களை பெரிய மூலக்கூறுகள் தொகுத்தலுக்கு பின்னே உள்ள அடிப்படை உயிரியல் கொள்கைகளையும் அதன் செயல்பாடுகளையும் கண்டறிய வழி வகுத்தது. நோயை கண்டறிதல், சிகிச்சை, உயிர் தொழில்நுட்ப பொருட்களின் உருவாக்கம், விவசாயத்தில் விளைச்சல் பெருக்கம் போன்ற தொழில் துறை பயன்பாடுகள் ஆகியவற்றை தன்னகத்தே கொண்டு தற்காலத்தில் மூலக்கூறு உயிரியல், உயிரியல் பிரிவுகளில் மிக முக்கியமான துறையாக திகழ்கிறது.

6.1.1 மூலக்கூறு உயிரியலின் மையக்கோட்பாடு (CENTRAL DOGMA)

உயிர் அமைப்புகளில் உள்ள DNA தன்னுள் கொண்டுள்ள மரபு தகவல்களை அடுத்த தலைமுறைக்கு கொண்டு செல்வதை மூலக்கூறு உயிரியலின் மையக்கோட்பாடு விளக்குகிறது. இம்மையக்கோட்பாடு 1958–ஆம் ஆண்டு கிரீக் என்ற அறிஞரால் தோற்றுவிக்கப்பட்டது.1965–ம் ஆண்டு வாட்சன் என் அறிஞரால் இக்கோட்பாட்டில் சில திருத்தங்களை மேற்கொண்டார். இந்த மூலக்கூறு உயிரியல் மையக்கோட்பாடு DNAவிலிருந்து புரதத்திற்கு பகுதி, பகுதியாக தகவல்கள் பரிமாற்றபடுவதை விவரிக்கிறது. DNA, RNA மற்றும் புரதங்கள் இடையில் நடைபெறும் மரபு தகவல் பரிமாற்றங்களை புரிந்து கொள்ள இக்கொள்கை மிகவும் பயனுள்ளதாக உள்ளது. செல்கள் பிரிதலின்போது, செல்லிலுள்ள DNA புதிய DNAக்களை உருவாக்குகிறது. ஏற்கனவே உள்ள DNAவிலிருந்து புதிய DNAக்கள் உருவாகும் முறையே DNA இரட்டிப்படைதல்(DNA Replication) எனப்படும். DNA–விலிருந்து மரபுத் தகவல்கள் RNA விற்கு கொண்டு செல்லப்படும் முறை படியெடுத்தல்(Transcription) எனப்படும். இந்த RNA மூலக்கூறுகளை பயன்படுத்தி புரதங்கள் உருவாக்கப்படுவது மரபணு மொழி பெயர்த்தல் (translation) எனப்படும்.



படம் 1: மூலக்கூறு உயிரியலின் மையக் கோட்பாடு

இவ்வாறு மரபுத் தகவல்கள் DNA மூலக்கூறு, RNA புரதம் என கடத்தப்படுவது எல்லா உயிர்களுக்கும பொதுவானதாகும். ஆனால் அரிதாக ரெட்ரோ வைரஸ்களில் RNA –விலிருந்து DNA தொகுப்படுகிறது. இந்நிகழ்வு மீள்படியெடுத்தல் (Reverse Transcription) எனப்படும். இதேபோல் RNA வைரஸ்களான போலியோ மற்றும் மென்கோ (Mengo) போன்றவற்றில் RNA இரட்டிப்படைதல் நிகழ்கிறது.

6.2 DNA இரட்டிப்படைதல் (DNA REPLICATION)

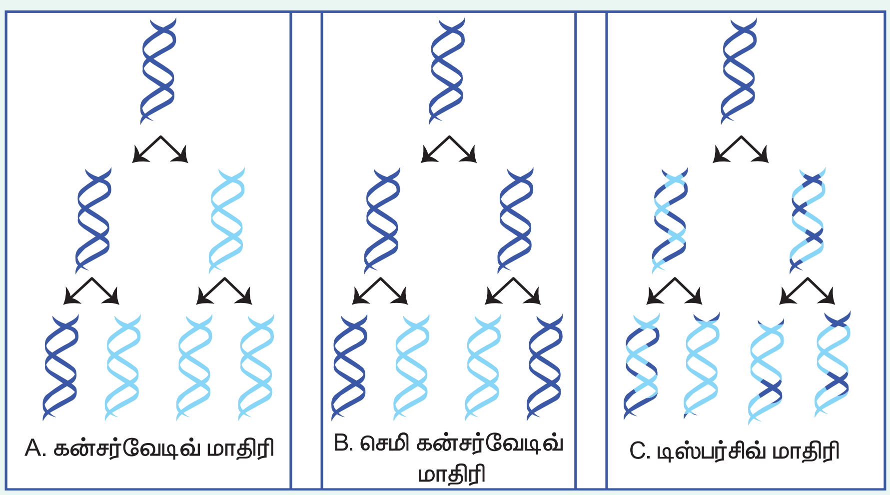
பெற்றோர்களின் செல்களிலிருந்து மரபுத் தகவல்கள் அடுத்த தலைமுறைக்கு கடத்தப்படும் முறை நம்பத்தன்மையுடைய வழிமுறையாகும். செல்களில் ஏற்கனவே உள்ள DNA விலிருந்து புதிய DNA–க்கள் உருவாக்கப்படுவது (இரட்டிப்படைதல்) மையக்கோட்பாட்டின் முதல்படியாகும். **DNA இரட்டிபடைதல் வழிமுறை கீழ்க்கண்ட சிக்கல் தன்மைகளை கடந்து வரவேண்டும்.**

1. நாம் ஏற்கனவே கற்று அறிந்ததைப்போல் DNA வில் உள்ள இரு இழைகளும் எதிரெதிர் திசைகளில் (5'->3' மற்றும் 3'<-5') உள்ளன. புதியதாக சேர்க்கப்படும் நியூக்ளியோடைடுகள் இந்த எதிர்இணை அமைப்பை பராமரிக்கும் வகையில் இருக்கவேண்டும்.
2. DNA இரட்டை திருகுசுருள் அமைப்புடையது. இதை பிரிக்க ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது.
3. பிரிக்கப்பட்ட DNA ஒற்றை இழைகள் மீண்டு இணைவதை தடுக்கவேண்டும். (Re-annealing)
4. DNA மூலக்கூறு பெரிதாக உள்ளதால், DNA இரட்டிப்படைதல் மூலககூறின் பல இடங்களில் ஆரம்பிக்க வேண்டும்.
5. DNA இரட்டிப்படைதலின் போது ஏற்படும் தவறுகளை இனங்கண்டு அவற்றை சரிசெய்ய தனித்தன்மை வாய்ந்த வழிமுறை இருக்கவேண்டும்.

DNA பாலிமரேஸ் எனும் நொதியால் நிகழ்த்தப்படும் வினையே DNA இரட்டிப்படைதல் எனப்படும் ஆனால் மேலே குறிப்பிட்ட சிக்கல் தன்மைகளை எதிர் கொள்ள DNA இரட்டிப்படைதல் நிகழ்வுக்கு வேறு சில புரத மூலக்கூறுகளும் தேவைப்படுகின்றன்.

6.2.1 DNA இரட்டிப்படைதல் மாதிரிகள்

வாட்சன் மற்றும் கிரீக் ஆகியோரால் DNA வின் இரட்டைத்திருகுசுருள் அமைப்பு கண்டறியப்பட்ட பிறகு, DNA–வின் இரட்டிப்படைதலுக்கு மூன்று விதமான மாதிரிகள் முன்மொழியப்பட்டன. அவை முறையே கன்சர்வேடிவ், (Coservative) செமி கன்சர்வேடிவ் (Semi Conservative) மற்றும் டிஸ்பர்சிவ் (Dispersive) மாதிரிகள் ஆகும்.



படம் 2: DNA இரட்டிப்படைதலின் வெவ்வேறு மாதிரிகள்

6.2.2 கன்சர்வேடிவ், மாதிரி (COSERVATIVE)

இந்த மாதிரியில் இரண்டு மூல (Parential) DNA இழைகளும், புதிய DNA (Daughter) இழைகளை உருவாக்கிய பிறகு மீண்டும் இணைகின்றன. புதியதாக உருவாக்கப்பட்ட DNA இழைக்கள் மீண்டும் இணைந்து மற்றொரு புதிய DNA இழைகளை உருவாக்குகின்றன. இறுதியாக ஒரு சுற்றின் முடிவில் மூல DNA மற்றும் புதியதாக உருவாக்கப்பட்ட DNA என இரண்டு DNA–க்கள் உருவாக்கப்படுகிறது.

XII U6 Mol Bio_TM.indd 148 5/8/2019 4:21:49 PM

6.2.3 செமி கன்சர்வேடிவ் மாதிரி (SEMI CONSERVATIVE)

இந்த மாதிரியில் மூல DNA–விலிருந்து பிரிந்த இரண்டு DNA இழைகளும் டெம்பிளேட் (Template) ஆக செயல்பட்டு புதிய DNA இழைகளை உருவாக்குகின்றன. இறுதியாக ஒரு சுற்றின் முடிவில் இரண்டு DNA –இழைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இம்மாதிரியின் அடிப்படையில் இரட்டிப்படைந்த DNA–வில் ஒரு இழை மூல DNA–விலிருந்தும் மற்றொன்று புதியதாக தயாரிப்பட்ட இழையாகவும் உள்ளது.

6.2.4 செமி கன்சர்வேடிவ் மாதிரி (SEMI CONSERVATIVE)

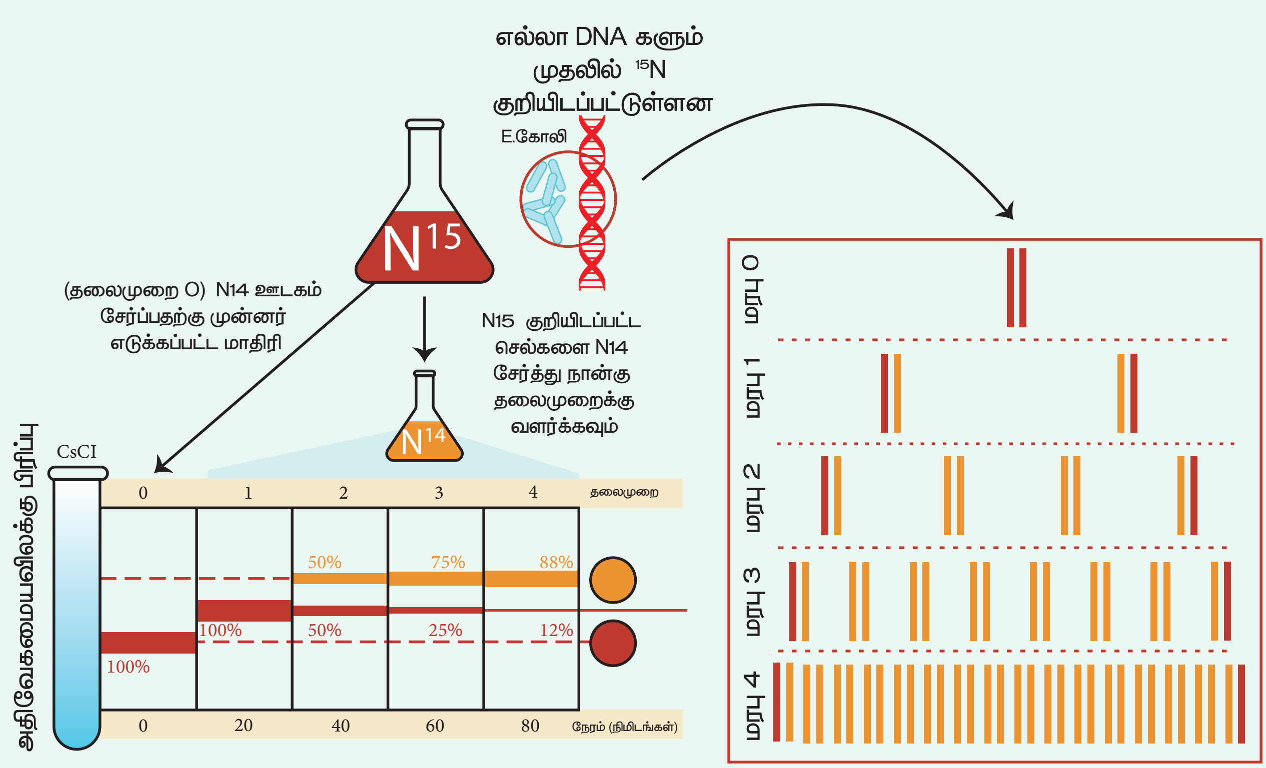
இந்த மாதிரியில் மூல DNA –சீரற்றமுறையில் பல இரட்டைசுருள் துண்டுகளாக பகுக்கப்படுகிறது. இந்த துண்டுகள் கன்சர்வெட்டிவ் மாதிரிபோலவே DNA இரட்டிப்படைதலுக்கு உள்ளாகின்றன. இறுதியாக இரட்டிப்படைந்த DNA இழைகளில் இடையிடையே மூல DNA மற்றும் புதியதாக உருவாக்கப்பட்டDNA இழைகளும் கலந்து காணப்படுகின்றன.

6.2.5 மெசல்சன் – ஸ்டாஸ் சோதனை (செமி கன்சர்வேடிவ் மாதிரியை உறுதிச் செய்தல்)

1958–ஆம் ஆண்டு மேத்தில் மெசல்சன் மற்றும் பிராங்கிளின் ஸ்டால் என்பவர்களால் DNA இரட்டிப்படைதல் செமிகன்சர்வேடிவ் முறையில் நடைபெறுவது உறுதிச் செய்யப்பட்டது. இயல்பாக DNA –வில் ^{14}N ஐசோடோப் உள்ளது. இருப்பினும ^{15}N கன ஐசோடோப் DNA–வில் இருப்பதால் அதன் உயிரியல் செயல்பாடுகள் பாதிக்கப்படாது என்பதை அவர்கள் அறிந்திருந்தனர்.

இச்சோதனையில் (E.Coli) ஈகோலி பாக்டீரியாக்கள் மூன்று குழுக்களாக வளர்க்கப்படுகிறது. முதல் குழு ^{15}N ஐசோடோப்பை நைட்ரஜன் மூலமாக கொண்ட ஊடகத்தின் மூலம் பல தலைமுறைக்களுக்கு (ஒரு தலைமுறை = 20 நிமிடங்கள்) வளர்க்கப்படுகிறது. பாக்டீரியா ^{15}N ஐசோடோப்பை பயன்படுத்தி வளர்ச்சியடைந்தால், DNA முழுவதும் ^{15}N ஐசோடோப் காணப்படுகிறது. இந்த (E.Coli) ஈகோலி பாக்டீரியா ^{14}N ஐசோடோப்பை நைட்ரஜன் மூலமாக கொண்டுள்ள ஊடகத்திற்கு மாற்றப்படுகிறது. தற்போது பாக்டீரியா பிரியும் போது இலோசான ^{14}N ஐசோடோப் DNA–வில் சேர்க்கப்படுகிறது. இலேசான ^{14}N ஊடகத்தில் ஈகோலி பாக்டீரியவை சேர்த்தப் பின்னர் பூஜ்ஜிய தலைமுறையிலிருந்து ஒவ்வொரு தலைமுறைக்கும் DNA மாதிரி பாக்டீரியாவிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. பிரித்தெடுக்கப்பட்ட DNA சீசியம் குளோரைடு (CsCl) செறிவு மாறும் மைய விலக்குதலுக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. இந்த வகை மைய விலக்குதல் DNA–வை அதன் செறிவிற்கேற்ப பட்டைகளாக (Band) பிரிக்கிறது. மிகுந்த அடர்த்தி கொண்ட DNA அடிப்பகுதியலும் குறைந்த அடர்த்தி கொண்ட DNA மேற்பகுதியிலும் இடம் பெறுகின்றன.

இச்சோதனை மற்றும் அதன் முடிவுகள் படம் 3–ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. பூஜ்ஜிய தலைமுறையில் ஒரே ஒரு பட்டை குழாயின் அடிப்பகுதியில் காணப்படுகிறது. இதற்கு காரணம் DNA–ல் உள்ள அனைத்து நைட்ரஜன்களும் ^{15}N ஐசோடோப்பாக இருப்பதேயாகும். முதல் தலைமுறையில் ^{15}N மற்றும்^{14}N ஐசோடோப்புகளுக்கான இடங்களுக்கு இடையே ஒரே ஒரு பட்டை உருவாகிறது. இந்த பட்டை, DNA–வின் ஒரு இழை கன நைட்ரஜனைக் கொண்டும் மற்றொரு இழை இலேசான நைட்ஜனையும் கொண்டிருப்பதை காட்டுகிறது. மேலும் இது DNA இரட்டிப்படைதல் செமிசன்சர்வேடிவ் முறையில் நிகழ்வதை நேரடியாக உறுதிச்செய்கிறது. இதைப்போலவே அடுத்த இரண்டு தலைமுறைகளுக்கு, ஒரு பட்டை இடைப்பட்ட பகுதியிலும் மற்றொரு பட்டை^{14}N பகுதியிலும் (இரண்டு பட்டைகள்) காணப்படுகின்றன. அடுத்தடுத்த தலைமுறைகளும் DNA–வின் இரண்டு பட்டைகளை காட்டுகின்றன. எனினும் இடைப்பட்ட பட்டை மெலிந்து ^{14}N பட்டை கனமாகவும் காணப்படுகின்றன. ^{14}N ஊடகத்தில் உள்ள DNA இரட்டிப்படைதலுக்கு ஊடகத்தில் உள்ள ^{14}N ஐசோடோப்பை பயன்படுத்துவதே இதற்கு காரணமாகும்.



படம் 3: மேஸால்சன் – ஸ்டால் சோதனை

6.2.6 DNA இரட்டிப்படைதல்– ஒரு மேற்பார்வை:

1. செல் பிரிதலின் போது, DNA இரட்டிப்படைதல் என்பது ஒரு DNA தன்னை போன்றே மற்றொரு DNA–வை உருவாக்கி கொள்ளும் செயல்முறையாகும்.
2. இரட்டை திருகு சுருள் அமைப்பில் (Double helix) உள்ள DNA பிரிந்து இரண்டு ஒற்றை இழைகளாக மாறுவதே DNA இரட்டிப்படைதலின் முதல் படியாகும்.
3. ஹெலிகேஸ் எனும் நொதி, DNA–வின் இழைகளுக்கு இடையேயான ஹைட்ரஜன் பிணைப்பை உடைத்து ஒற்றை இழைகளாக மாற்றுகிறது. ஒற்றை இழையில் இணையும் புரதங்கள் SSB (Single strand Binding Protein) ஒற்றை இழைகளில் இணைந்து பிரிக்கப்பட்ட இழைகள் மீண்டும் இணைவதை தடுக்கின்றன.
4. DNA மிகப் பெரிய மூலக்கூறாக இருப்பதால், இரண்டு இழைகள் பிரியும் போது 'y' வடிவ இரட்டிப்பாதல் அமைப்பு (Replication fork) உருவாகிறது.
5. பிரிக்கப்பட்ட இரண்டு இழைகளும் புதிய இழைகள் தொகுக்கப்படுவதற்கு அச்சுருவாக (template) செயல்படுகின்றன.
6. ஒரு இழை 3' லிருந்து 5' எனும் வகையில் இரட்டிப்பாதல் அமைப்பை நோக்கி ஒருங்கமைக்கப்பட்டுள்ளது. இது வழி நடத்தும் இழை (Leading Strand) எனப்படும்.
7. மற்றொரு இழை 5' லிருந்து 3' எனும் வகையில் (இரட்டடிப்பாதல் அமைப்பிலிருந்து) ஒருங்கமைக்கப்பட்டுள்ளது. இது பின்னிருக்கும் இழை (Lagging strand) எனப்படும்.
8. **வழி நடத்தும் இழை இரட்டிப்பாதல்:** பிரைமேஸ் எனும் நொதியில் உருவாக்கப்படும் ஒரு சிறிய துண்டான RNA பிரைமர் வழி நடத்தும் இழையின் முனையில் இணைக்கிறது. DNA தொகுத்தலுக்கு இந்த பிரைமர் ஆரம்ப புள்ளியாக செயல்படுகிறது. DNA பாலிமரேஸ் நொதி வழி நடத்தும் இழையில் இணைந்து இழைக்கு இணையான ATGT போன்ற நியூக்ளியோடைடு

XII U6 Mol Bio_TM.indd 150 5/8/2019 4:21:49 PM

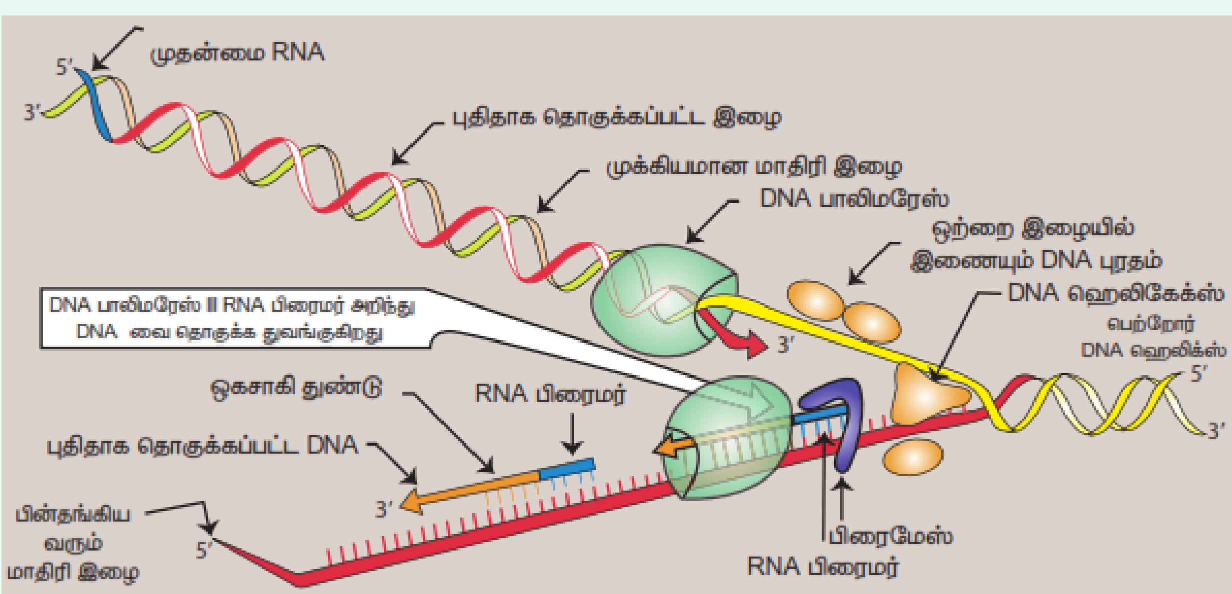
காரங்களை 5’ லிருந்து 3’ எனற திசையில் சேர்த்துக் கொண்டு இழையுடனே தொடர்ந்து நகர்ந்த செல்கிறது.

9. **பின்னிருக்கும் இழை இரட்டிப்படைதல்:** எண்ணற்ற RNA பிரைமர்களை RNA பிரைமேஸ் நொதி உருவாக்குகிறது. இந்த பிரைமர்கள் பின்னிருக்கும் இழையில் பல புள்ளிகளில் இணைகின்றன. DNA பாலிமரேஸ் நொதி பின்னிருக்கும் இழையில் இணைந்து 5’ லிருந்து 3’ என்ற திசையில் நியூக்ளியோடைடு காரங்களை சேர்ப்பதால் உருவாகும் DNA துண்டுகள் ஒகசாகி துண்டுகள் (Okazaki Fragments) எனப்படுகின்றன.

10. எல்லா காரங்களும் பொருத்தப்பட்ட பின்னர் (A=T மற்றும் G≡C) எக்ஸோ நியூக்ளியேஸ் நொதி RNA பிரைமரை நீக்குகிறது. இதனால் உருவாகும் இடைவெளிகள் மேலும் சில நியூக்ளியோடைடுகளைக் கொண்டு நிரப்படுகின்றன.

6.2.7 DNA பாலிமரேஸ்

DNA பாலிமரேஸ் அல்லது DNA–வை பொருத்த DNA சிந்தடேஸ் எனும் நொதி அதிகமான துணை அலகுகளை கொண்ட நொதியாகும். இந்நொதி வளரும் இழையில் நியூக்ளியோடைடு காரங்களை 3' முனையில் ஒவ்வொன்றாக இணைக்கிறது. எனவே இந்நொதி நியூக்ளிக் அமிலத்தை (DNA அல்லது RNA பிரைமர்) 5’->3’ என்ற திசையில் தொடரச் செல்கிறது. DNA பாலிமரேஸ், 3’→5’ எக்ஸோ நியூக்ளியேஸ் மற்றும் 5’→3’ எக்ஸோ நியூக்ளியேஸ் எனும் மற்ற இரு செயல்களையும் செய்கிறது. எக்ஸோ நியூக்ளியேஸ்கள் எனும் நொதிகள் DNA–வின் முனையிலுள்ள நியூக்ளியோடைடுகளை ஒவ்வொன்றாக நீக்குகின்றன. DNA பாலிமரேஸின் 3’→5’ எக்ஸோ நியூக்ளியேஸ் நொதியின் செயலானது DNA இரட்டிப்படைதலின் போது தவறுதலாக இணைக்கப்பட்ட நியூக்ளியோடைடுகளை நீக்கி சரிசெய்வதாகும். வெவ்வேறு செல்கள் அல்லது உயிரினங்களில் வேவ்வேறான DNA பாலிமரேஸ்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் DNA பாலிமரேஸ்–I பெரும்பாலும் காணப்படுகிறது. DNA பாலிமரேஸ் II, III, ஆல்பா, பீட்டா, டெல்டா போன்றவை மற்ற வகைகளாகும்.



படம் 4: DNA இரட்டிப்படைதல் செயல்முறை

XII U6 Mol Bio_TM.indd 151 5/8/2019 4:21:49 PM

புரோகேரியோடிக் மற்றும் யூகேரியோடிக் ஆகியவற்றின் DNA இரட்டிப்படைதலில் உள்ள வேறுபாடுகள்

வ.எண்	புரோகேரியோடிக்	யூகேரியோடிக்
1	சைட்டோபிளாசத்தில் நிகழ்கிறது	உட்கருவில் நிகழ்கிறது
2	ஒரே ஒரு இரட்டிப்படைதல் பகுதி உள்ளது	எண்ணற்ற இரட்டிப்படைதல் பகுதிகள் உள்ளன.
3	DNA பாலிமரோஸால் தொடக்கநிலை மற்றும் தொடர் நிலை நிகழ்த்தப்படுகிறது	DNA பாலிமரேஸ் ஆல்பாவால் தொடக்கநிலை நிகழ்த்தப்படுகிறது.
4	DNA–வை பழுதுப்பார்த்தல் மற்றும் இடைவெளியை நிரப்புதல் போன்ற செயல்களை DNA– பாலிமரேஸ் –I செய்கிறது.	DNA–வை பழுது பார்த்தல் மற்றும் இடைவெளியை நிரப்புதல் போன்ற செயல்களை DNA–பாலிமரேஸ் பீட்டா செய்கிறது.
5	DNA பாலிமரேஸ்–I, RNA பிரைமரை நீக்குகிறது. (5'->3' எக்ஸோ நியூக்ளியேஸ் செயல்)	DNA பாலிமரேஸ் பீட்டா RNA பிரைமரை நீக்குகிறது.
6	ஒகசாகி துண்டுகள் நீளமானவை	ஒகசாகி துண்டுகள் குட்டையானவை
7	DNA இரட்டைப்படைதல் விரைவாக நடக்கும்.	DNA இரட்டிப்படைதல் மிகவும் மெதுவாக நடக்கும்.
8	பாக்டீரியாவில் உள்ள வட்டவடிவ நெருங்கிய சுருள் அமைப்புடைய DNA–வை (Super Coiled DNA) பிரிக்க DNA கைரேஸ் தேவை	DNAகைரேஸ் தேவையில்லை

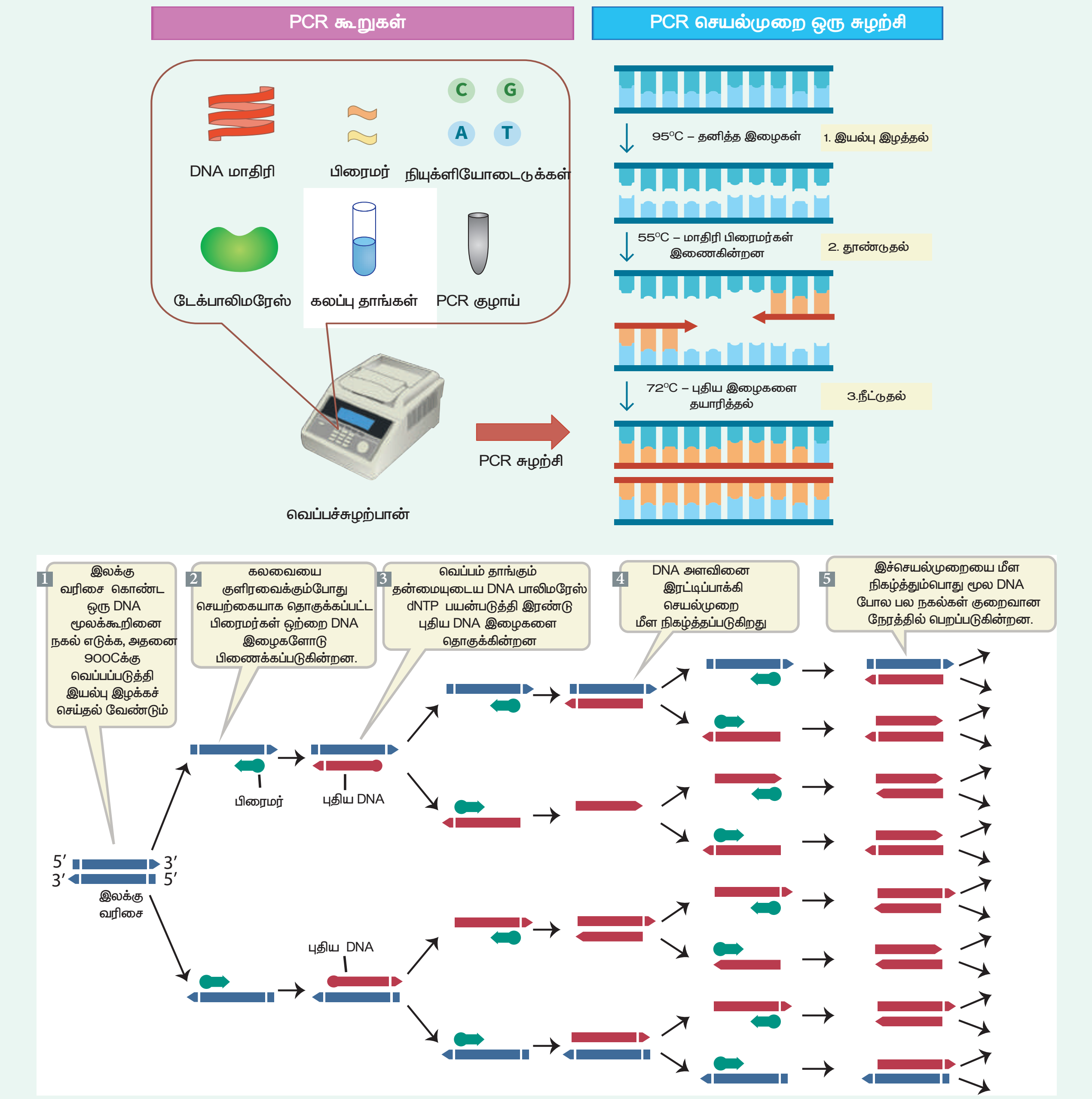
6.2.8 பாலிமரேஸ் சங்கிலித் தொடர் வினையாக்கி– மூலக்கூறு உயிரியலின் இன்றிமையாத கருவி

பாலிமரேஸ் சங்கிலித் தொடர் வினையாக்கி (PCR) DNA–ன் ஒரு சிறிய பகுதியை பல்லாயிரக் கணக்கான பிரதிகளாக மாற்ற பயன்படும் ஒரு முறையாகும். இது PCR பெருக்கம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. பயன்பாட்டை பொருத்து, பெருக்கமாக்கபடும் DNA–வின் பகுதி மாறுபடும். சில எடுத்துக்காட்டுகள்

1. ஒரு ஆராய்ச்சியாளர் எந்த மரபணுவின் செயலை அறிய முயலுகிறாரோ அந்த மரபணுவை பெருக்கம் செய்தல்.
2. தடய அறிவியல் நிபுணர், குற்றம் நடந்த இடத்தில் கிடைத்த DNA–வை, சந்தேகிக்கும் நபரின் DNA உடன் ஒப்பிட மரபணு குறியீட்டை (Genetic Marker) பெருக்கம் செய்தல்.
3. புற்று நோய் போன்ற நோய்களை கண்டறிய மரபணு குறியீட்டை பெருக்கம் செய்தல்.

குறியிலக்கு DNA (Target DNA)யை போதுமான உருவாக்குவதே PCR பெருக்கத்தின் இலக்காகும். இதைக்கொண்டு DNA வரிசையறிதல், மின்முனைக் கவர்ச்சி மற்றும் பிளாஸ்மிடு குளோனிங் போன்றவற்றை நிகழத்தலாம். PCR முறை, மருத்துவம், மூலக்கூறு உயிரியல் ஆராய்ச்சி, நோய்களை கண்டறிதல், சூழ்நிலையில் போன்ற உயிரியலின் பல்வேறு பிரிவுகளில தொடர்ந்து பயன்படுகிறது.

6.2.8.1 DNA பெருக்கத்தில் உள் படிகள் (STEPS INVOLVED IN DNA AMPLIFICATION)



படம் 5: PCR வினையாக்கி

இவ்வினை முக்கியமாக DNA இரட்டைப்படைதலுக்காக ஒரு சோதனைக் குழாயில் நிகழ்த்தப்படுகிறது. Taq பாலிமரேஸ், பிரைமர்கள், DNA அச்சுருக்கள்(Template) மற்றும் டி ஆக்ஸி ரிபோநியூக்ளியோடைகள் போன்றவை PCR வினையின் முக்கிய உட்கூறுகளாகும். Taq பாலிமரேஸ் என்பது வெப்பத்தாங்கும் திறன் கொண்ட தெர்மஸ் அக்வாடிகஸ் (Thermus Aquaticus) என்ற பாக்டீரியாவின் DNA பாலிமரேஸ் நொதியாகும். டாக்(Tag) பாலிமரேஸ் 70^{0}C வெப்பநிலையிலும் செயல்படக்கூடியது. மேற்கண்ட உட்கூறுகளை ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக்கொண்டு அதனுடன் நொதியின் செயல்பாட்டிற்குத் தேவையான இணை காரணிகளையும் சேர்த்து வெப்பப்படுத்துதல் மற்றும் குளிர்வித்தல் ஆகிய செயல்முறைகளுக்கு மீண்டும் மீண்டும் உட்படுத்தும் போது DNA தொகுக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு DNA பெருக்க சுற்றும் மூன்று படிகளை கொண்டுள்ளது.அவை

XII U6 Mol Bio_TM.indd 153 5/8/2019 4:21:50 PM

படி–1: இயல்பிழத்தல் (Denaturation) (96^0C): DNA இழைகளை பிரிக்க அல்லது அதன் இயல்பை இழக்கச் செய்ய, வினை அதிகளவு வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வினை அடுத்தப்படிக்கு தேவையான ஒற்றை இழை DNA–வை அச்சுருக்களாக (Template) தருகிறது.

படி–2: பதனாற்றுதல். (Annealing) (55^0–65^0C): வினையை குளிர்விக்கும் போது, பிரைமர்கள் ஒற்றை இழை DNA–வில் உள்ள பகுதிகளில் அதற்கு பொருத்தமான வரிசையுடன் (Complementary sequence) இணைகிறது.

படி–3: விரிவாக்கம் (Extension) (72^0C): வெப்பநிலையை அதிகரிக்கும் போது Taq பாலிமரேஸ் நொதி RNA பிரைமரை நீட்டித்து புதிய DNA இழையை தொகுக்கிறது.

6.3 படியெடுத்தல்

ஏற்கனவே விவரித்தலைப்போல். RNA பாலிமரேஸ் மற்றும் சில புரதங்களின் உதவியால் DNA–வில் உள்ள மரபுத் தகவல்கள் RNA–விற்கு மாற்றப்படுவது படியெடுத்தல் எனப்படும்.

6.3.1 மரபணு மற்றும் மரபணு வெளிப்பாடு

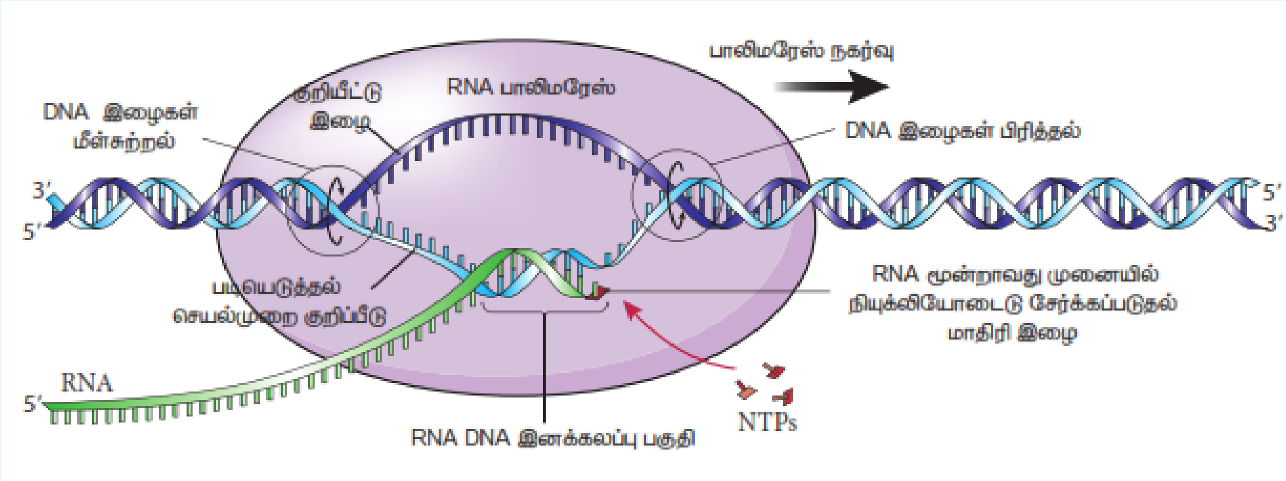
மரபியலில், மரபுத்தகவல்களின் அலகு மரபணுவாகும். எனினும் மூலக்கூறு உயிரியலில், மரபணு என்பது DNA–வின் ஒரு பகுதியாகும். இப்பகுதி RNA மூலக்கூறு அல்லது புரதம் தொகுத்தலுக்கான மரபுத் தகவலைக் கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொரு மரபணுவும் தனித்தன்மை வாய்ந்த நியூக்ளியோடைடு வரிசையை கொண்டுள்ளது. இவ்வரிசை செல்கள் தொகுக்கும் அமினோ அமிலங்களின் வரிசை அல்லது நியூக்ளியோடைடுகளின் வரிசையை நிர்ணயிக்கிறது. மரபணு என்பது DNA –யின் ஒரு பகுதியாக இருப்பதால், அப்பகுதி படியெடுத்தல் மூலம் RNA தொகுக்கப்படுவதற்கு அச்சுருவாக செயல்பட்டால் அந்த மரபணு வெளிப்பட்டதாக கருதலாம்.

6.3.2 படியெடுத்தல் ஒரு கண்ணோட்டம்

1. படியெடுத்தல் என்பது RNA பாலிமரேஸ் நொதியால், DNA வரிசைப்படி அதற்கு பொருத்தமான RNA–வை தொகுக்கும் செயலாகும்.
2. RNA பாலிமரேஸைத் தவிர பல புரத படியெடுத்தல் காரணிகள் DNA–வின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் இணைந்து படியெடுத்தல் வேகத்தை கட்டுப்படுத்துகின்றன.
3. புரோக்கேரியோட் மற்றும் யூக்கேரியோட் ஆகியவற்றிற்கு இடையே மிகச் சிறிய படியெடுத்தல் வேறுபாடு காணப்படுகிறது.
4. HIV போன்ற வைரஸ்கள் RNA–விலிருந்து DNA–வைத் தொகுக்கும் தன்மையை பெற்றுள்ளன. HIV வைரஸ் RNA –வை மரபுப் பொருளாக கொண்டுள்ளது. இது மீள்படியெடுத்தல்(Reverse Transcription) மூலம் RNA–விலிருந்து DNA–வைத் தொகுக்கிறது.
5. ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பொதுவான படியெடுத்தல் காரணிகளுடன் RNA பாலிமரேஸ் நொதி DNA–வின் படியெடுத்தல் தொடங்குமிடத்தில் (Promoter Region) இணைகிறது.
6. RNA பாலிமரேஸ், DNAவின் இரட்டை திருகு அமைப்பை பிரித்து படியெடுத்தல் குமிழியை (Transcription Bupple) உருவாக்கிறது. DNA–வில் உள்ள பொருத்தமான காரங்களுக்கு இடையே உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்பை உடைப்பதால் இது நிகழ்கிறது.

படியெடுத்தலில் தொடக்கநிலை, தொடர்நிலை, மற்றும் முடிவுநிலை ஆகிய மூன்று நிலைகள் உள்ளன.

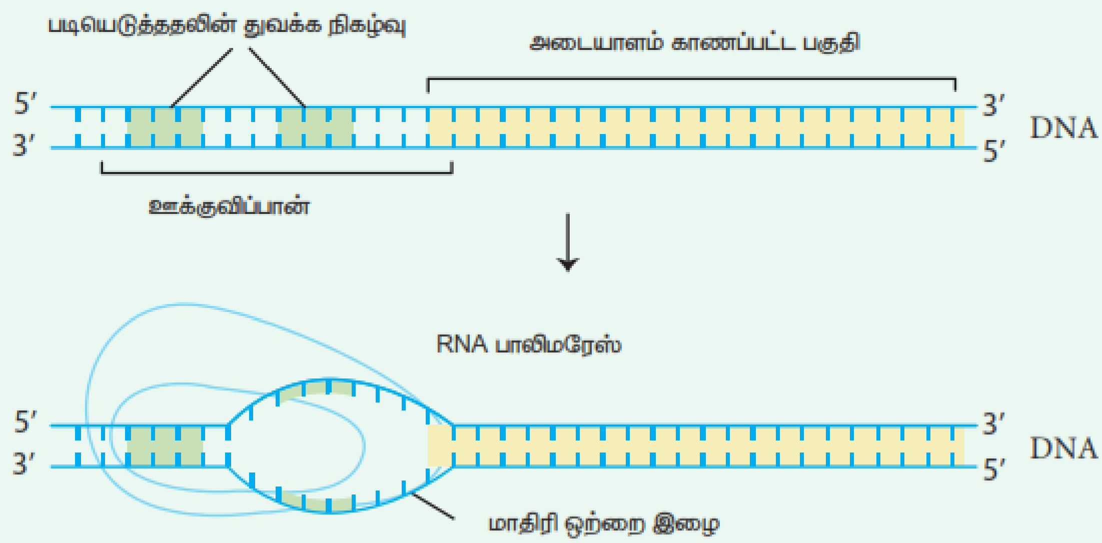
XII U6 Mol Bio_TM.indd 154 5/8/2019 4:21:50 PM



படம் 6: படியெடுத்தல் செயல்முறை

6.3.3 படியெடுத்தலின் துவக்க நிலை (INITIATION)

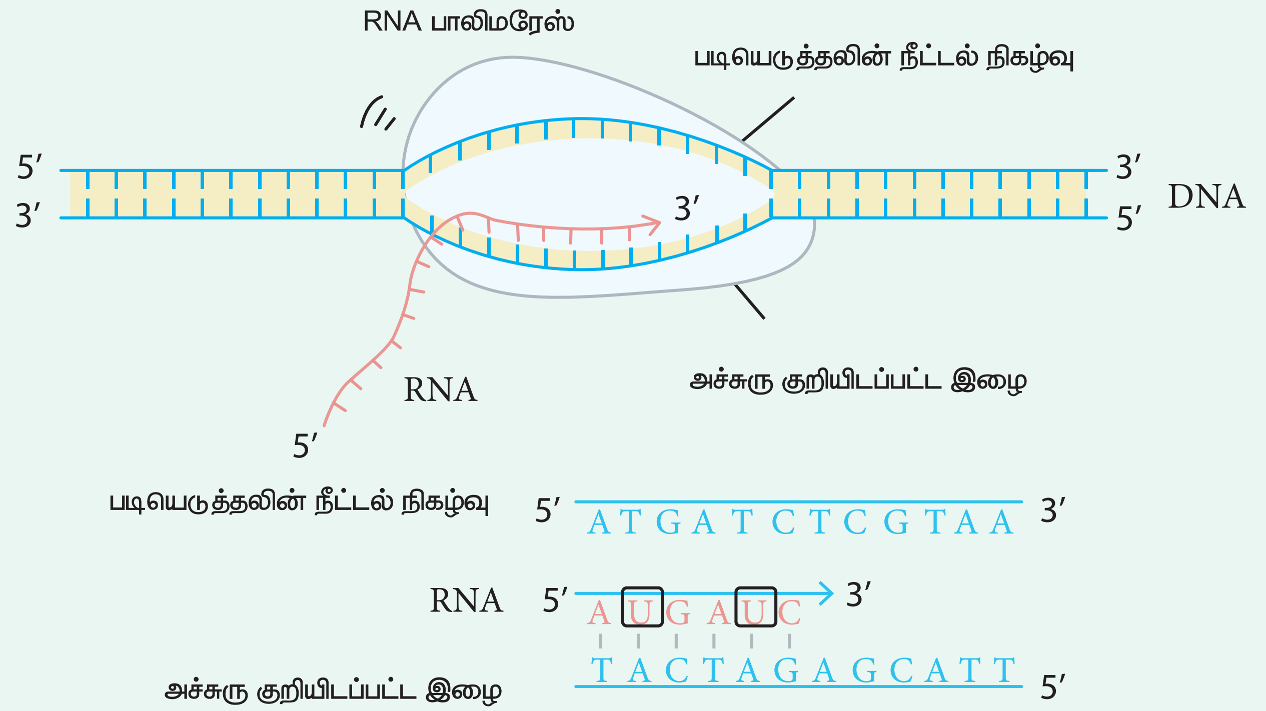
1. ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பொதுவான படியெடுத்தல் காரணிகளுடன் RNA பாலிமரேஸ் நொதி DNA–வின் படியெடுத்தல் தொடங்குமிடத்தில் (Promoter Region) இணைகிறது.
2. மரபணுவுக்கு அருகாமையில் உள்ள படியெடுத்தல் தொடங்குமிடத்தில். RNA பாலிமரேஸ் சிக்மா போன்ற படியெடுத்தல் காரணிகளுடன் இணைகிறது.
3. ஒவ்வொரு மரபணுவும் அதற்குரிய படியெடுத்தல் தொடங்கும் இடத்தைப் பெற்றுள்ளது
4. RNA பாலிமரேஸ் DNA இழையில் இணைந்தவுடன் படியெடுத்தலுக்காக இரு ஒற்றை இழைகளாக பிரிக்கிறது.
5. RNA பாலிமரேஸ், DNAவின் இரட்டை திருகு அமைப்பை பிரித்து படியெடுத்தல் குமிழியை (Transcription) உருவாக்குகின்றது. இது இரு இணையான நியூக்ளியோ டைடுகளுக்கிடையே உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளை பிளப்பதன் மூலம் நடக்கின்றது.



படம் 7: படியெடுத்தலின் துவக்க நிலை

XII U6 Mol Bio_TM.indd 155 5/8/2019 4:21:51 PM

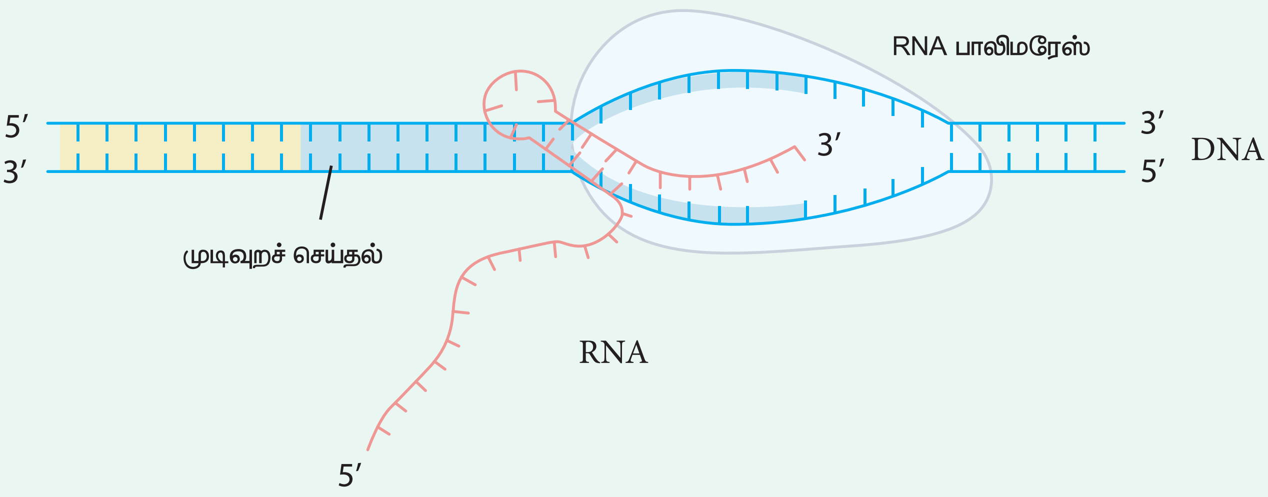
6.3.4 படியெடுத்தலின் தொடர்நிலை (ELONGATION)



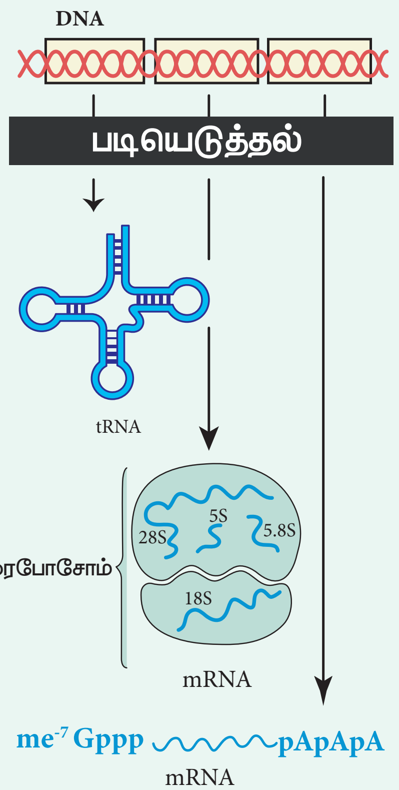
படம் 8: படியெடுத்தலின் தொடர் நிலை

1. DNA இழைகள் பிரிந்த பிறகு, ஒரு இழை RNA பாலிமரேஸ் நொதிக்கு அச்சுருவாக செயல்படுகிறது.
2. RNA பாலிமரேஸ் நொதி DNA–வில் உள்ள நியூக்ளியோடைடுகளின் வரிசைக்கு இணையாக RNA மூலக்கூறை எப்போதும் 5' லிருந்து 3' என்ற திசையில் தொகுக்கிறது.
3. படியெடுக்கப்பட்ட RNA,DNA இழையிலுள்ள ஒத்த மரபுத் தகவல்களை கொண்டுள்ளது. DNA–வில் உள்ள தைமின் (Thymine) காரத்திற்கு பதிலாக RNA–வில் யூராசில் (Uracil) காணப்படுகிறது.

6.3.5 படியெடுத்தலின் முடிவு நிலை (TERMINATION)



படம் 9: ரோ (RHO)–காரணியை பொருத்தமையாத படியெடுத்தலின் முடிவு நிலை



படம் 10: வெவ்வேறு வகையான RNA தொகுத்தல்

1. பாக்டீரியாக்களில் இருவகையான படியெடுத்தலின் முடிவு நிலைகள் அறியப்பட்டுள்ளன.

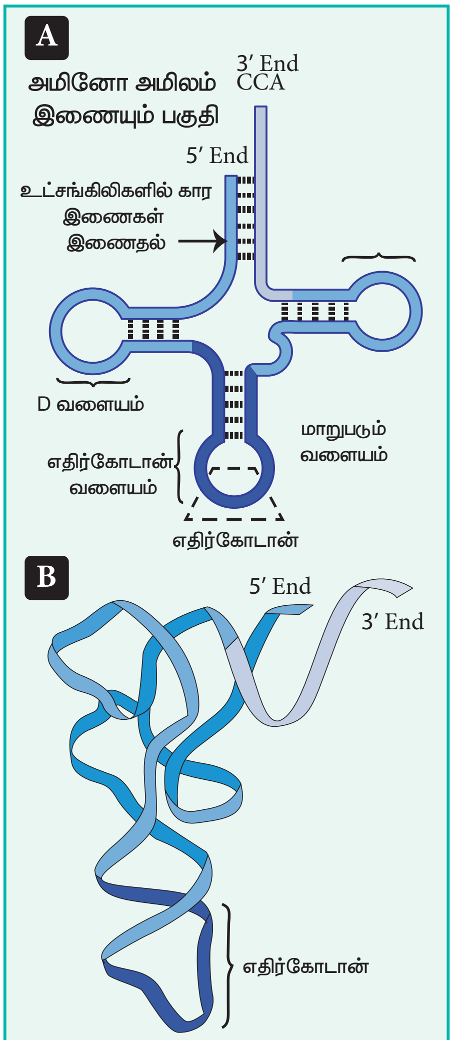
   i) ரோ (Rho) காரணி பொருத்தமையும் படியெடுத்தலின் முடிவு நிலை

   ii) ரோ (Rho) காரணி பொருத்து அமையாத படியெடுத்தலின் முடிவு நிலை

2. ரோ (Rho) காரணி பொருத்து அமையாத படியெடுத்தலின் முடிவு நிலையில் படியெடுக்கப்பட்ட RNA கொண்டை ஊசி வளைவு அமைப்பை உருவாக்குகிறது. இந்த அமைப்பில் GC காரங்கள் மிகுந்தும் அதைத்தொடர்ந்து பல U காரங்கள் நிறைந்த பகுதி காணப்படுகிறது.

3. படியெடுக்கப்பட்ட RNA–வால் உருவாக்கப்படும் இந்த கொண்டை ஊசி வளைவு அமைப்பு RNA பாலிமரேஸ் நொதியின் மீது இயந்திர அழுத்தத்தை உருவாக்குகிறது. இதனால் RNA பாலிமரேஸ் நகர்வது குறைகிறது. அதே வேளையில் பல U காரங்களை பெற்றுள்ள பகுதி DNA அச்சுரு இழையுடன் வலிமை குறைந்த ஹைட்ரஜன் பிணைப்பை ஏற்படுத்துவதால், RNA– பாலிமரேஸ், DNA அச்சுரு இழையிலிருந்து வெளித்தள்ளப்பட்டு படியெடுத்தல் முடிவு நிலையை அடைகிறது.

4. ரோ (Rho) காரணி பொருத்தமையும் படியெடுத்தலின் முடிவு நிலையில், ரோ எனும் புரத காரணி DNA அச்சுருஇழை மற்றும் mRNA ஆகியவற்றிக்கு இடையேயான நிலைப்புத்தன்மையை குறைக்கிறது. இதனால் புதியதாக தயாரிக்கப்பட்ட mRNA தொடர்நிலை அணைவிலிருந்து வெளியிடப்படுகிறது.



படம் 11: TRNA –வின் இரண்டாம் நிலை மற்றும் மூன்றாம் நிலை அமைப்புகள்

6.3.6 RNA –வின் வகைகள், தொகுத்தல் மற்றும் செயலாக்குதல்

மூன்று வகையான RNA–க்கள் உள்ளன.

i) ரிபோசோமல் RNA (rRNA)

ii) கடத்து RNA (tRNA)

iii) தூது RNA (mRNA)

இவை புரத தொகுத்தலில் முக்கிய பங்காற்றுகின்றன.

XII U6 Mol Bio_TM.indd 157 5/8/2019 4:21:52 PM

6.3.6.1 ரிபோசோமல் RNA (RRNA)

இந்த மூலக்கூறுகள் ரிபோசோமின் உட்கூறுகள் ஆகும் இவை ரிபோசோமல் புரதங்களுடன் அணைவை ஏற்படுத்துகின்றன. மேலும் புரத தொகுத்தலுக்கு முக்கியமான அமைப்பாக செயல்படுகினறன. புரோகேரியோட் உயிரினங்களில் மூன்று வகையான rRNA–க்கள் காணப்படுகின்றன. அவை முறையே 5S, 16S, மற்றும் 23S. யூகேரியோட் உயிரினங்களில் நான்கு வகையான rRNA–க்கள் காணப்படுகின்றன. அவை முறையே 5S, 5.8S, 18S மற்றும் 28S. இங்கு S என்பது ஸ்வெட்பெர்க்கின்(Svedbergs) அலகுஅல்லது மைய விலக்குதலின் போது படிதல் வீதம் ஆகும்.

6.3.6.2 கடத்து RNA (TRNA)

இவை RNA வகைகளில் மிகவும் சிறியவை ஆகும். புரத தொகுத்தலின் போது அமினோ அமிலங்களை கடத்தி செல்வது இவற்றின் முதன்மையான செயலாகும். அதனால் ஒவ்வொரு அமினோ அமிலத்திற்கும் ஒரு கடத்து RNA உள்ளது. படம் 11 tRNA–வின் இரண்டாம் நிலை மற்றும் மூன்றாம் நிலை அமைப்புகளை காட்டுகிறது. இரண்டாம் நிலை அமைப்பு குளோவர் இலை அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளது. இதன் $5'$ முனையில் அமினோ அமிலம் சக பிணைப்பால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. வழக்கத்திற்கு மாறான பல டைஹைட்ரோ யூராசில் போன்ற காரங்கள் இந்த அமைப்பில் அதிகளவில் கணப்படுகிறன்றன. இது சங்கிலிக்குள் நிகழும் கார இணைதலை ஏற்படுத்துவதன் மூலம், TψC வளைவு, எதிர்கோடான் வளைவு மற்றும் D வளைவு போன்ற வெவ்வேறான வளைவுகளை உண்டாக்குகிறது.

6.3.6.3 தூது RNA

மரபு தகவல்களை DNA–விலிருந்து சைட்டோபிளாசத்திற்கு கொண்டு செல்வதால் இந்த வகை RNA தூது RNA எனப்படுகிறது. இவை உருவளவு மற்றும் நியூக்ளோடைடுகளின் வரிசையில் அதிகளவு பல படித்தான தன்மையை கொண்டுள்ளது. இது புரத தொகுத்தலுக்கு அச்சுருவாக செயல்படுகிறது. ஒரே ஒரு புரதத்திற்கான மரபுத் தகவல்களை கொண்டிருக்கும் mRNA மோனோ சிஸ்ட்ரானிக் (Monocistronic) mRNA எனப்படும். யூகேரியோட்டுகளில் பெருமபாலான mRNA –க்கள் மோனோ சிஸ்ட்ரானிக் வகையை சாரந்தவை. எனினும் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட புரதங்களுக்கான மரபுத் தகவல்களை கொண்டிருக்கும் mRNA பாலி சிஸ்ட்ரானிக் (Polycistronic) mRNA எனப்படும். புரோகேரியாட்களில் காணப்படும் mRNA இவ்வகையை சார்ந்தவையாகும்.

6.3.7 படியெடுத்தலுக்குப் பின் நிகழும் மாற்றங்கள்

யூகேரியாட்களில் mRNA மூலக்கூறுகள் மேலும் செயலாக்கப்படுகின்றன. மிகமுக்கியமான மாற்றங்கள்,

1. படியெடுக்கப்பட்ட mRNA–வின் $5'$முனையில் 5– மெத்தில் குவானோசின் சேர்க்கப்படுகிறது.
2. $3'$ முனையில் பல அடினைன் (A) காரங்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இது பல A–வால் என அறியப்படுகிறது.
3. யூகேரியாட் மரபணுக்கள் மற்றும் அவற்றிலிருந்து படியெடுக்கப்பட்ட RNA மூலக்கூறுகள் இருவகையான பகுதிகளை கொண்டுள்ளன.

   i) குறியீட்டுப் பகுதி (Coding Region)

   ii) குறியீடு அல்லாத பகுதி (Non Coding Region)

XII U6 Mol Bio_TM.indd 158 5/8/2019 4:21:52 PM

குறியீட்டுப் பகுதி எக்ஸான்கள் (Exons) எனவும், குறியீட்டு அல்லாத பகுதி இன்ட்ரான்கள் (Introns) எனவும் அறியப்படுகின்றன. படியெடுக்கப்பட்ட RNA மூலககூறிலிருந்து குறியீட்டு அல்லாத பகுதிகளை நீக்கும் செயல் RNA ஒத்த மரபணு சேர்க்கை (RNA Splicing) என அறியப்படுகிறது. இவ்வாறு ஒத்த மரபணு சேர்க்கை செய்யப்பட்டு, மரபு தகவல் மொழி பெயர்தலுக்கு தயாரி நிலையில் உள்ள RNA தூது RNA எனஅறியப்படுகிறது.

6.3.8 புரோகேரியோடிக் மற்றும் யூகேரியோடிக் ஆகியவற்றின் படியெடுத்தலின் உள்ள வேறுபாடுகள்

வ.எண்	புரோகேரியோடிக் படியெடுத்தல்	யூகேரியோடிக் படியெடுத்தல்
1	படியெடுத்தல் மற்றும் மரபு தகவல் மொழி பெயர்த்தல். இணைந்து நடைபெறுகிறது.	படியெடுத்தல் மற்றும் மரபு தகவல் மொழி பெயர்த்தல். இணைந்து நடைபெறுவது சாத்தியமில்லை.
2	சைட்டோபிளாசத்தில் நிகழ்கிறது.	உட்கருவில் நிகழ்கிறது
3	செல் சுற்றில் படியெடுத்தல் நிகழ்வற்கு எந்த ஒரு வரையறுக்க பட்ட நிலையுமில்லை	செல் சுற்றில் G1 மற்றும் G2 நிலைகளில் பெரும்பாலான படியெடுத்தல் நிகழ்கிறது.
4	mRNA, tRNA.மற்றும் rRNA போன்ற அனைத்து வகை RNA–க்களும் ஒத்த RNAபாலிமரேஸ் நொதியால் தொகுக்கப்படுகின்றன.	mRNA, tRNA.மற்றும் rRNA போன்ற அனைத்து வகை RNA–க்களும் வெவ்வேறு வகையான RNA பாலிமரேஸ் நொதிகளால் (I,II,III) போன்றவற்றால் தொகுக்கப்படுகின்றன.
5	படியெடுத்தலின் தொடக்கநிலைக்கு புரதங்கள் அல்லது துவக்க காரணிகள் ஏதும் தேவையில்லை.	படியெடுத்தலின் தொடக்க நிலைக்கு படியெடுத்தல் காரணிகள் தேவை. இவை TFIIA,TFIIB,TFIID,TFIIE மற்றும் TFIIH. இவை DNA –வில் உள்ள TATA Box பகுதியை அங்கிகரிக்கின்றன.
6	படியெடுத்தல் பாலிஸ்ட்ரானிக் தன்மைகொண்டது	படியெடுத்தல் மோனோஸ்ட்ரானிக் தன்மைகொண்டது.
7	பொதுவாக படியெடுத்தலுக்கு நிகழும் மாற்றங்கள் இல்லை.	படியெடுத்தலுக்கு நிகழும் மாற்றங்கள் உண்டு. (RNA ஒத்த மரபணு சேர்க்கை)
8	முதன்மை படியெடுத்தலில் உருவான mRNA–வில் இன்ட்ரான்கள் இல்லை	முதன்மை படியெடுத்தலில் உருவான mRNA–வில் இன்ட்ரான்கள் உண்டு.

XII U6 Mol Bio_TM.indd 159 5/8/2019 4:21:52 PM

6.4 மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தல்

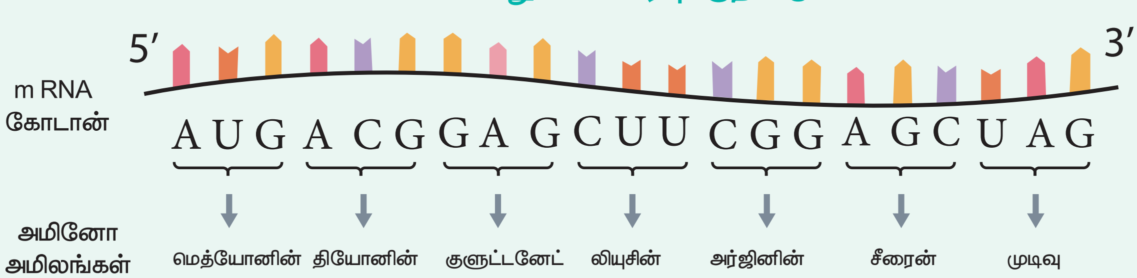
நாம் ஏற்கனவே கற்றிந்ததைபோல், செல்லுள்ள ஒவ்வொரு செயல்களிலும் ஈடுபடும் மிக முக்கியமான மூலக்கூறுகள் புரதங்களாகும். குரோமோசோம்களில் DNA–விலிருந்து RNA உருவாகும் செயல்முறை படியெடுத்தல் என்பதை நாம் பார்த்தோம். அதேபோல mRNA–வை அச்சுருவாக பயன்படுத்தி புரத மூலக்கூறுகள் தொகுக்கப்படுவது மரபுத தகவல் மொழிபெயர்த்தல் என அறியப்படுகிறது.

6.4.1 மரபுக்குறியீடு (GENETIC CODE)

இரண்டாம் எழுத்து

முதல் எழுத்து	U	C	A	G	மூன்றாம் எழுத்து
U	UUU } Phe UUC UUA } Leu UUG	UCU UCC } Ser UCA UCG	UAU } Tyr UAC UAA STOP UAG STOP	UGU } Cys UGC UGA STOP UGG Trp	U C A G
C	CUU CUC } Leu CUA CUG	CCU CCC } Pro CCA CCG	CAU } His CAU CAA } Gln CAG	CGU CGC } Arg CGA CGG	U C A G
A	AUU AUC } Ile AUA AUG Met	ACU ACC } Thr ACA ACG	AAU } Asn AAC AAA } Lys AAG	AGU } Ser AGC AGA } Arg AGG	U C A G
G	GUU GUC } Val GUA GUG	GCU GCC } Ala GCA GCG	GAU } Asp GAC GAA } Glu GAG	GGU GGC } Gly GGA GGG	U C A G

படம் 12: பொதுவான மரபுக்குறியீடு



படம் 13: MRNA–வில் உள்ள கோடான்களுக்கான அமினோ அமில வரிசை

மரபுத்தகவல் மொழிபெயர்த்தலின் போது, செல் உள்ளுறுப்பான ரிபோசோம், mRNA–வில் உள்ள மரபுத்தகவல்களுக்கு ஏற்ப பாலிபெப்டைடு அல்லது அமினோ அமில சங்கிலியை உருவாக்குகிறது. mRNA–மூலக்கூறில் உள்ள தொடர்ச்சியான மூன்று நியூக்ளியோடைடுகள் உள்ள பகுதி கோடான்கள் (Codon) எனப்படும். இந்த கோடான்கள் புரத தொகுத்தலுக்கு தேவையான தகவல்களை தருகின்றன. ஒவ்வொரு அமினோ அமிலத்திற்கும் ஒரு கோடான் உள்ளது. ஏறையக்குறை அமினோ அமிலங்களுக்கு 61 கோடான்கள் உள்ளன. இதுதவிர UAA,UAG மற்றும் UGA என்ற மூன்று கோடான்கள் உள்ளன. இம்மூன்று கோடான்களும் மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தல் முடிவுபெற சமிஞைகளை வழங்குவதால் இவை நிறுத்துகோடான்கள் (Stop Codons) எனப்படுகின்றன.AUG என்ற கோடான் மெத்தியோனைன் அமினோ அமிலத்தை

XII U6 Mol Bio_TM.indd 160 5/8/2019 4:21:53 PM

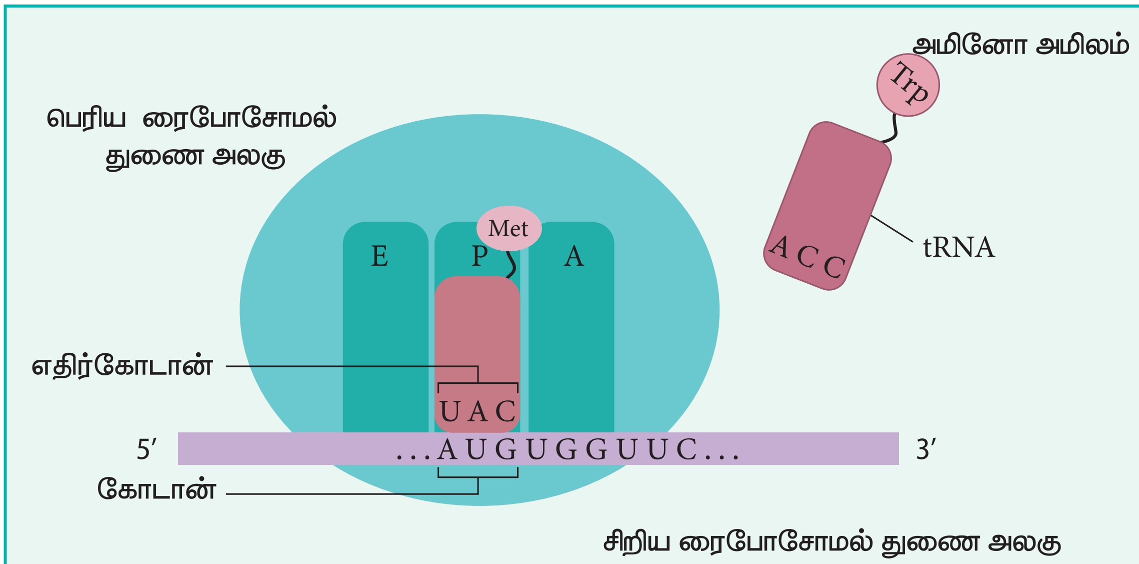
குறிக்கிறது. மேலும் இக்கோடான் மரபு வழி மொழிபெயர்த்தலை துவங்கும் கோடானாகும். மரபுக்குறியீடு என்பது பொதுவானதாகும். ஆனால் அரிதான தருணங்களின் அனைத்து உயிரினங்களும் இதைப் பின்பற்றுகின்றன. ஒரு கோடான் ஒரே ஒரு அமினோ அமிலத்தை குறிக்கும். ஆனால் ஒரு அமினோ அமிலம் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட கோடான்களால் குறிக்கப்பட்டால் அக்கோடான் சிதைவடைந்த கோடான்(Degenerate) எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக UUU என்ற கோடான் பினைல் அலனின் அமினோ அமிலத்தை மட்டும் குறிக்கிறது. எனினும் பினைல் அலனின் அமினோ அமிலத்தை UUU மற்றும் UUC என்ற இரண்டு கோடான்கள் குறிக்கின்றன.

6.4.2 மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தல் ஒரு கண்ணோட்டம்

mRNA மூலக்கூறுகள் புரத்தை உருவாக்குவதற்கு எவ்வாறு படிக்கபடுகிறது? இதற்கு இரண்டு முக்கிய கூறுகள் இயந்திர தொகுதியாக செயல்படுகின்றன. அவை முறையே tRNA மற்றும் ரிபோசோம்கள் ஆகும். நாம் ஏற்கனவே கண்டதைப்போல் tRNA புரத தொகுத்தலில் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. tRNA, மூலக்கூறு பாலங்களாக செயல்படுகின்றன. இவை mRNAவின் கோடானை அது குறிப்பிடும் அமினோ அமிலத்துடன் இணைக்கிறது. ஒவ்வொருtRNA மூலக்கூறும் எதிர்கோடான் (AntiCodon) வளைவைக் கொண்டுள்ளன. இவ்வளைவு மூன்று நியூக்ளியோடைடுகளை பெற்றுள்ளது. இந்த மூன்று நியூக்ளியோடைடுகளும் எதிர் கோடான் என அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த எதிர்கோடான் mRNA–வில் உள்ள கோடானுடன் பிணைகிறது. tRNA –வின் மற்றொரு முனை அந்தக்கோடானுக்கு உரிய அமினோ அமிலத்தை கொண்டு வருகிறது.

6.4.3 ரிபோசோம்கள்

ரிபோசோம்கள் என்பவை செல் உள்ளுறுப்புகளாகும். இங்கு புரத தொகுத்தல் நிகழ்கிறது. ரிபோசோம்கள் வெவ்வேறு வகைப்பட்ட rRNA –களால் ஆனது. ஒவ்வொரு ரிபோசோமும் பெரிய மற்றும் சிறிய என இரண்டு துணையலகுகளை கொண்டுள்ளது. இந்த அலகுகள் mRNA –வுடன் படம் 14–ல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு பொருந்துகின்றன.



படம் 14: மரபுத் தகவல் மொழிப்பெயர்த்தல் அணைவு

ரிபோசோம், tRNA நுழைந்து அதன் அமினோ அமிலத்தை வளரும் பாலிபெப்டைடு சங்கிலிக்கு வழங்க மூன்றுவித பொருந்து இடங்களைத் தருகிறது. இந்த பொருந்து இடங்கள் A, P மற்றும் E பொருந்து இடங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த ரிபோசோம்கள் அமினோ அமிலங்கள்

XII U6 Mol Bio_TM.indd 161 5/8/2019 4:21:53 PM

இணைந்து பெப்டைடு சங்கிலியை உருவாக்கும் வேதிவினைக்கு தாமாகவே நொதியாக செயல்படுகின்றன.

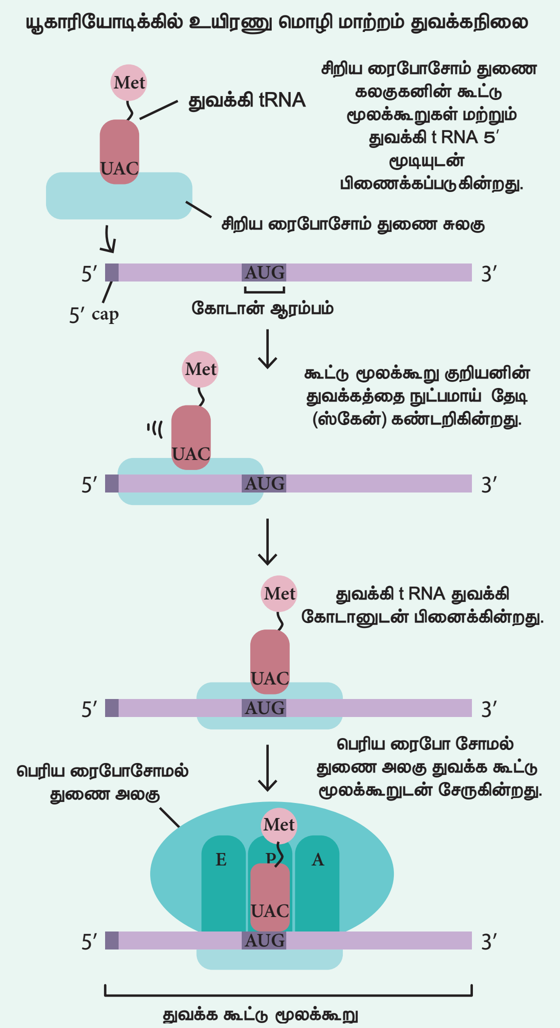
6.4.4 மரபுத் தகவல் மொழிப்பெர்த்தல் நிகழும் மூலக்கூறு நிகழ்வுகள்

மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தல் மூன்று வெவ்வேறு நிலைகளாக பிரிக்கமுடியும் தொடக்க நிலை, தொடர்நிலை மற்றும் முடிவு நிலை.

6.4.4.1 மரபுத் தகவல் மொழிப்பெயர்த்திலின் தொடக்க நிலை

தொடக்க நிலைக்கு மூன்று முக்கிய உட்கூறுகள் தேவை.

- ரிபோசோம் – பெரிய துணை அலகு மற்றும் சிறிய துணை அலகு
- புரதத்திற்கான தகவல்களை கொண்டுள்ள mRNA
- உருவாக்கப்படும் புரதத்தில் முதல் அமினோ அமிலத்தை கொண்டுவரும் துவக்கி (Initiator) tRNA. துவக்க அமினோ அமிலம் எப்போதும் மெத்தியோனைன் ஆகும்.



படம் 15: யூகேராட்டுகளில் மரபுத் தகவல் மொழிப்பெயர்த்தலின் துவக்க நிலை

மெத்தியோன் அமினோ அமிலத்தை கொண்டுள்ள tRNA, சிறிய ரிபோசோமல் துணை அலகுடன் இணைகிறது. யூகேரியாட்டுகளில் இந்த அமைப்பு 5^1 தொப்பி (cap) பகுதியை அங்கீகரித்து 5^1 முனையில் இணைகிறது. பின்னர் இந்த அமைப்பு 3^1 முனையை நோக்கி நகருகிறது. துவக்க கோடானை (start codon) அடைந்ததும் நிறுத்தப்படுகிறது. இந்த நிலையில் அமைப்பு, ரிபோசோமின் பெரிய துணை அலகுடன் இணைகிறது. இந்த அணைவு மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தல் துவக்க நிலை அணைவு என அறியப்படுகிறது.

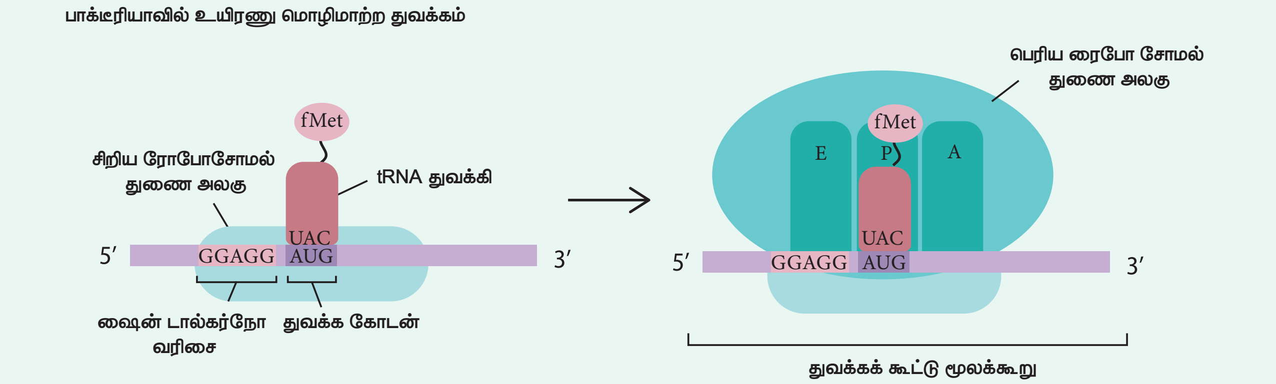
பாக்டீரியாக்களில் துவக்க கோடானுக்கு முன்னர் உள்ள DNA வரிசை (sequence) ஷைன் – டால்கார்னோ வரிசை எனப்படும். இந்த வரிசையில ரிபோசோமல் துணை அலகு இணைகிறது.

பாக்டீரியோ mRNA பாலிசிஸ்ட்ரானிக் வகையை சார்ந்துள்ளதால் அவை ஆப்ரான்களாக (operons) படியெடுக்கப்படுகின்றன. எனவே ஒரு பாக்டீரியா mRNA பல மரபணு கோடான்களை கொண்டுள்ளது. ஷைன் – டால்கர்னோ வரிசை அமைப்பு துவக்க கோடான் இடத்தை ரிபோசோமிற்குத் தருகிறது.

6.4.4.2 மரபுத் தகவல் மொழிப்பெயர்த்தல் தொடர்நிலை (ELONGATION)

1. முதலில், மெத்தியோனைன் அமினோ அமிலத்தைக் கொண்டுள்ள tRNA ரிபோசோமின் மையபொருந்துமிடம் அல்லது P இடத்தில் துவங்குகிறது.

2. அடுத்து இந்த கோடானுக்கு இணையான எதிர்கோடானை பெற்றுள்ள tRNA ரிபோசோமின் A பகுதியை ஆக்ரமிக்கிறது.



படம் 16: பூரோகேரோட்டுகளில் மரபுத் தகவல் மொழிப்பெயர்த்தலின் துவக்க நிலை

3. A பகுதியை tRNA ஆக்ரமித்தவுடன் முதல் அமினோ அமிலமான மெத்தியோனைனுடன் இரண்டாவதாக வந்த அமினோ அமிலம் சகப்பிணைப்பால் (பெப்டைடு பிணைப்பில்) பிணைக்கப்படுகிறது.

4. இவ்வாறு மெத்தியோனைன் N முனை அமினோ அமிலமாகவும் மற்றொரு அமினோ அமிலம் C முனை அமினோ அமிலமாகவும் கொண்ட டைபெப்டைடு உருவாகிறது.

5. பெப்டைடு பிணைப்பு உருவானப் பிறகு, mRNA ரிபோசோமின் வழியே அடுத்த கோடானுக்கு முன்னோக்கி நகருகிறது. இந்த நகர்வு காலியான tRNA–வை E– பொருந்துமிடத்தின் வழியாக வெளியேற்றுகிறது. அதே வேளையில் A பொருந்தும் இடத்தில் புதிய tRNA நுழைகிறது.

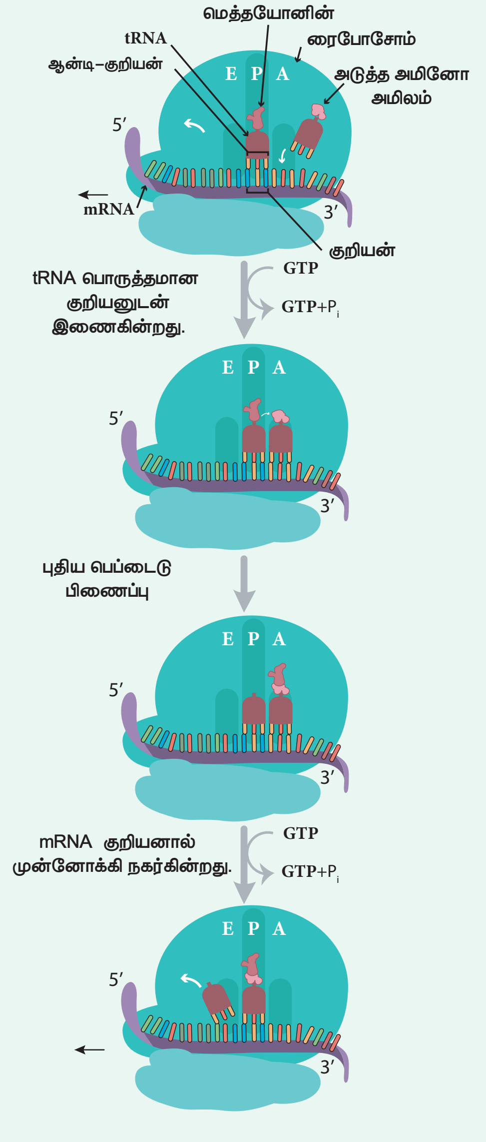
6. இந்த சுற்று திரும்பத் திரும்ப நிகழ்கிறது. ஒவ்வொரு முறையும் A பொருந்துமிடத்தில் உள்ள கோடானின் தகவலுக்கேற்ப புதிய அமினோ அமிலம் சேர்க்கப்படுகிறது.

6.4.4.3 மரபுத் தகவல் மொழிப்பெயர்த்தலில் இறுதி நிலை

ரிபோசோம், mRNA வில் உள்ள UAA, UAG அல்லது UGA போன்ற நிறுத்து கோடான்களை அடைந்ததும் பெப்டைடு சங்கிலி வளர்த்தல் நிறுத்தப்படுகிறது.

நிறுத்த கோடான்களை வெளியிடு காரணிகள் (Release factors) எனும் புரதங்கள் அங்கீகரிக்கின்றன. இவை P பொருந்துமிடத்தில் இணைந்து தொகுக்கப்பட்ட புரதம் வெளியேறுவதற்கு உதவுகிறது.

நீட்டலின் முதல் சுற்று



படம் 17: மரபுத் தகவல் மொழிப் பெயர்த்தலின் தொடர்நிலை

சிறிய மற்றும் பெரிய ரிபோசோமல் துணை அலகுகள் mRNA–விலிருந்து தனித்தனியாக பிரிந்து மற்றொரு வேறு விதமான மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தலில் பங்கு பெறுகின்றன.

6.4.5 மரபுத் தகவல் மொழிப்பெர்த்தலுக்கு பின் நிகழும் மாற்றங்கள்

1. மரபுத் தகவல் மொழிப்பெயர்த்தலுக்குப் பின், அமினோ அமிலங்கள் வேதிமுறையில் மாற்றம் செய்யப்படுகின்றன அல்லது நீக்கப்படுகின்றன.
2. வேதிமாற்றம் என்பவை பாஸ்பாரிலேற்றம், கிளைகோசிலேற்றம், நைட்ரோ ஏற்றம், மெத்திலேற்றம், அசிட்டைல் ஏற்றம் மற்றும் லிப்பிடு ஏற்றம் போன்றவற்றை உள்ளடக்கியதாகும்.
3. புதியதாக உருவாக்கப்பட்ட புரதம் முப்பரிமாண அமைப்பில் (3D) மடிகின்றன. இவை மேலும் மற்ற புரதங்களுடன் இணைந்து பல துணை அலகுகளை கொண்ட புரதங்களை உருவாக்குகின்றன.

6.4.6 புரோகேரியோடிக் மற்றும் யூகேரியோடிக் ஆகியவற்றின் மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தலில் உள்ள வேறுபாடுகள்

வ.எண்	புரோகேரியோடிக் மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தல்	யூகேரியோடிக் மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தல்
1	படியெடுத்தல் மற்றும் மரபுத் தகவல் மொழி பெயர்த்தல் ஆகியவை ஒரு தொடர் செயல்முறையின் பகுதியாகும். இச்செயல்முறைகள். இணைந்து நடைபெறுகிறது.	படியெடுத்தல் மற்றும் மரபுத் தகவல் மொழி பெயர்த்தல் வெவ்வேறான செயல்முறைகள் ஆகும்.
2	படியெடுக்கப்பட்ட mRNA–வின் $5'$ முனை எவ்விதமாற்றமும் இன்றி உடனடியாக மரபுத் தகவல் பெயர்த்தலுக்கு கிடைகிறது..	முதன்மையாக படியெடுக்கப்பட்ட mRNA, படியெடுத்தலுக்குப்பின் நிகழும் மாற்றங்களுக்கு உட்பட்டு உட்கரு சவ்வை கடந்து சைட்டோபிளாஸத்தை அடைவதால் மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தல் நிகழ்கிறது
3	50S பெரிய துணையலகு மற்றும் 30S சிறிய துணையலகுடன் 70S ரிபோசோம் மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தலில் ஈடுபடுகிறது.	60S பெரிய துணையலகு மற்றும் 40S சிறிய துணையலகுடன் 80S ரிபோசோம் மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தலில் ஈடுபடுகிறது.
4	ரிபோசோமின் பெரிய துணையலகு, 33S, 5S, rRNA மற்றும் 36 வெவ்வேறுவிதமான புரதங்களை கொண்டது.	ரிபோசோமின் பெரிய துணையலகு, 28S, 5S, 5.8S, rRNA மற்றும் 40 வெவ்வேறுவிதமான புரதங்களை கொண்டது.

XII U6 Mol Bio_TM.indd 164 5/8/2019 4:21:54 PM

5	ரிபோசோமின் சிறிய துணையலகு, 16S, rRNA மற்றும் 21 வெவ்வேறுவிதமான புரதங்களை கொண்டது.	ரிபோசோமின் சிறிய துணையலகு, 18S, rRNA மற்றும் 33 வெவ்வேறுவிதமான புரதங்களை கொண்டது.
6	mRNA பாலிஸிஸ்ட்ரானிக் தன்மைக் கொண்டது.	mRNA மோனோஸிஸ்ட்ரானிக் தன்மைக் கொண்டது.

6.5 DNA மறுசேர்க்கை தொழிற்நுட்பம்

DNA மறுசேர்க்கை தொழிற்நுட்பமானது DNA குளோனிங் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு உயிரினத்தில் இல்லாத புதிய மரபணு போன்ற தேவையான விரும்பத்தக்க DNA துண்டினை அந்த உயிரினத்திற்குள் நுழைக்கின்ற இத்தொழிற்நுட்பம் நமக்குப் பயன்படுகிறது. இச்செயல்முறையை மேற்கொள்ள பல்வேறு வழிமுறைகள் உள்ளன. இருப்பினும் பிளாஸ்மிட் வெக்டர்கள் வழியே புதிய ஜீனை பாக்டீரியாவினுள் செலுத்துவது எளிமையான ஒன்றாகும். பிளாஸ்மிடுகள் என்பன பாக்டீரியாவில் காணப்படும் சிறிய வட்டவடிவ DNA மூலக்கூறுகளாகும். வெளி மரபுபணுக்களை பாக்டீரியாவினுள் கடத்துவதற்கு இவைகளை பயன்படுத்த இயலும் என்பதால் இவைகள் வெக்டர்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இத்தொழிற்நுட்பத்தின் ஒட்டுமொத்த செயல்முறையானது படம் 18 ல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் இச்செயல்முறை பின்வரும் முக்கியமான படிநிலைகளை உள்ளடக்கியது.

1. எதிர்நுண்ணுயிரி தடைகாப்பு குறியீட்டு மரபணுவுடன் வடிவமைக்கப்பட்ட ஒரு பாக்டீரியாபிளாஸ்மிட் வெக்டராக தெரிவு செய்யப்படுகிறது.
2. DNA வை குறிப்பிட்ட வரிசையமைப்பில் பிளவுறச் செய்யும் நொதியான ரெஸ்டிரிக்சன் என்டோ நியூக்ளியேஸ் என்ற நொதியினைப் பயன்படுத்தி வட்டவடிவ பிளாஸ்மிட் வெக்டரானது குறிப்பிட்ட இட அமைவில் பிளவுறச் செய்யப்படுகிறது. எ.கா EcoRI என்ற நொதியானது GAATC என்ற வரிசையமைப்பில் பிளவுறச் செய்கிறது.
3. என்டோ நியூக்ளியேஸ் நொதியால் உருவாக்கப்பட்ட இடைவெளியில், குளோனிங் செய்யப்பட வேண்டிய மரபணு நுழைக்கப்படுகிறது. DNA துண்டுகளை இணைப்பதற்கு DNA லைகேஸ் என்ற நொதி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் விளைவாக தேவையான மரபணு அல்லது மறுசேர்க்கை பிளாஸ்மிட்டைக் கொண்டுள்ள வட்டவடிவ பிளாஸ்மிட் வெக்டர் உருவாகிறது.
4. இந்நிலையில் மறுசேர்க்கை செய்யப்பட்ட பிளாஸ்மிட் வெக்டரானது, மாற்றப்படுதல் (Transformation) என்னும் செயல்முறையின் மூலம் செல்லிற்குள் நுழைக்கப்படுகிறது.
5. பிளாஸ்மிட் வெக்டரில் காணப்படும் தடைகாப்பு மரபணுவிற்கு ஏற்ப குறிப்பிட்ட எதிர் நுண்ணுயிரிகளைக் கொண்டுள்ள ஊடகத்தில் இந்த பாக்டீரியாக்கள் வளர்க்கப்படுகின்றன.
6. இந்த நேர்மறை குளோன்கள் (Positive Clones) பின்னர், மறுசேர்க்கை செய்யப்பட்ட புரதங்கள், மரபணு வெளிப்பாடுகளை அறிந்துணர்தல் போன்ற பயன்பாடுகளுக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன.
7. வணிக ரீதியில் மனித இன்சுலின், ஆன்டிபாடிகள், மருத்துவ மற்றும் தொழிற் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த நொதிகளை உருவாக்குவதற்கு இந்த மறுசேர்க்கை தொழிற்நுட்ப முறையானது வெற்றிகரமாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.

6.6 மரபு தகவல் தொகுப்பு வரிசை அறிதல் மற்றும் மரபணு மாற்ற சகாப்தம்

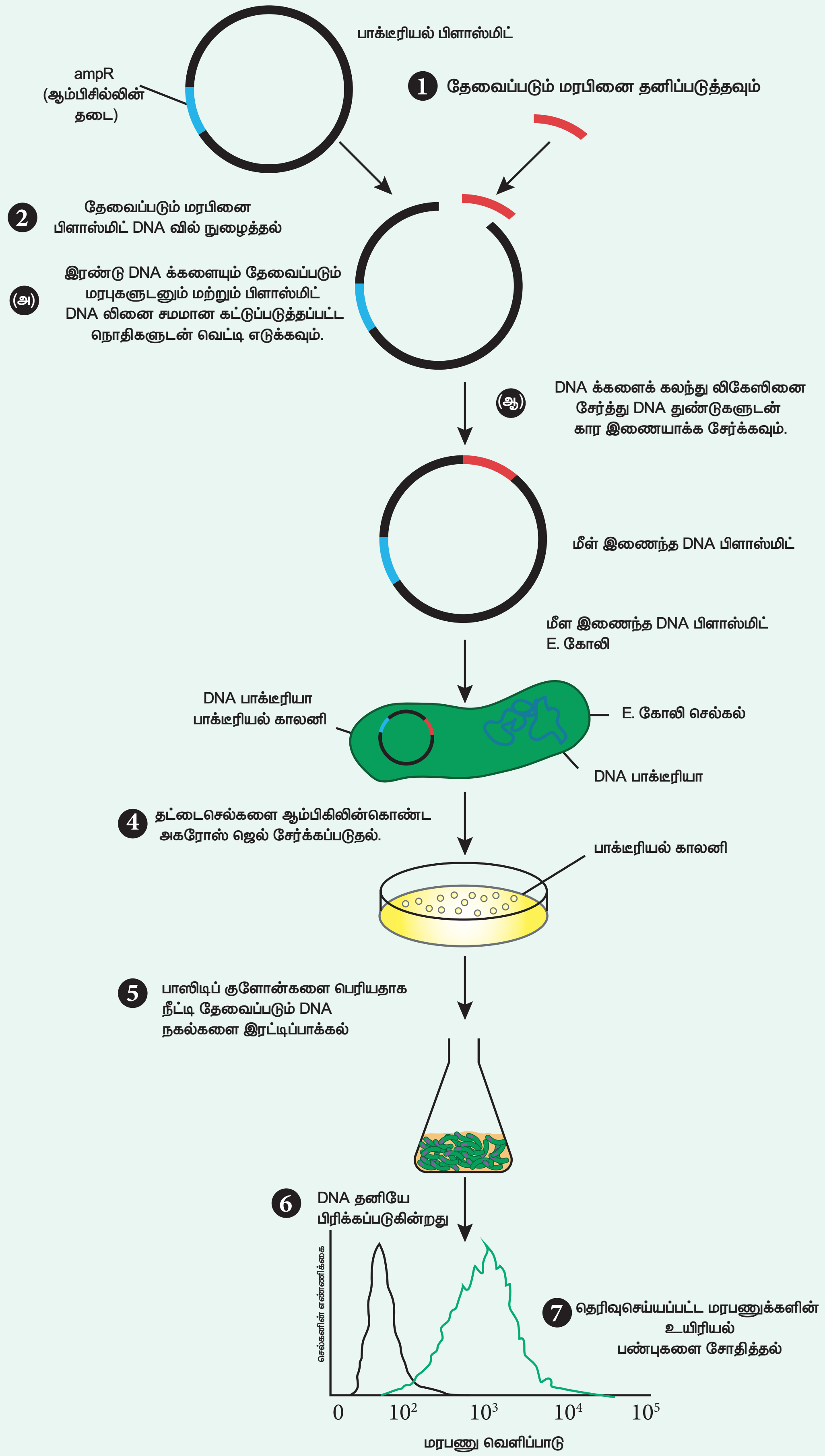
மூலக்கூறு உயிரியலின் பல்வேறு முக்கியத்துவம் வாய்ந்த வளர்ச்சியானது இருபத்தொன்றாம் நூற்றாண்டில் நிகழ்துள்ளது. தற்காலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட மரபணுவை ஆய்ந்தறிதலை விட மரபணு தகவல்தொகுப்பின் ஒருங்கிணைந்த தன்மை மற்றும் அதன் செயல்பாடுகளைப் பற்றியே மூலக்கூறு உயிரியல் அறிஞர்கள் ஆய்வுகளை மேற்கொள்கின்றனர். ஒரு உயிரினத்தின் DNA வில் காணப்படும் ஒட்டுமொத்த தகவலானது அதன் மரபணு தகவல் தொகுப்பு (Genome) எனப்படுகிறது. மரபியல் (Genomics) எனப்படுவது ஒரு உயிரினத்தின் ஒட்டுமொத்த மரபணு தகவல் தொகுப்பினைப் பற்றி ஆய்ந்தறிதல் மற்றும் சேர்க்கை நுட்பங்களான, DNA மறுசேர்க்கை தொழிற்நுட்பம், PCR பெருக்கம், மேற்படுத்தப்பட்ட DNA வரிசை அறியும் முறைகள் மற்றும் உயிர் தகவலியல் பகுப்பாய்வு ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது என வரையறுக்கலாம்.

மரபுதகவல்தொகுப்பின்முழுமையானதொடர்அமைப்பைஅறிந்துஅவைகளைகட்டுப்படுத்துதல் மற்றும் பயன்படுத்துதல் ஆகியனவற்றை மேற்கொள்ள மரபணு வரிசை அறிதல் பரிசோதனைகள் முற்படுகின்றன. பிரடரிக் சாங்கர் அவர்களால் உருவாக்கப்பட்ட முன்னோடி வரிசை அமைப்பு கண்டறிதல் சோதனைகள் இன்று இதனை சாத்தியமாக்கி இருக்கின்றன. மேலும் தற்காலத்தைய அடுத்த தலைமுறை வரிசை அமைப்பு கண்டறியும் தொழிற்நுட்பங்கள் பெரும்பாலும் சாங்கர் வரிசை அமைப்பு கண்டறியும் முறையிலேயே அமைகின்றன.

6.6.1 சாங்கரின் வரிசை அமைப்பு கண்டறியும் செயல்முறை

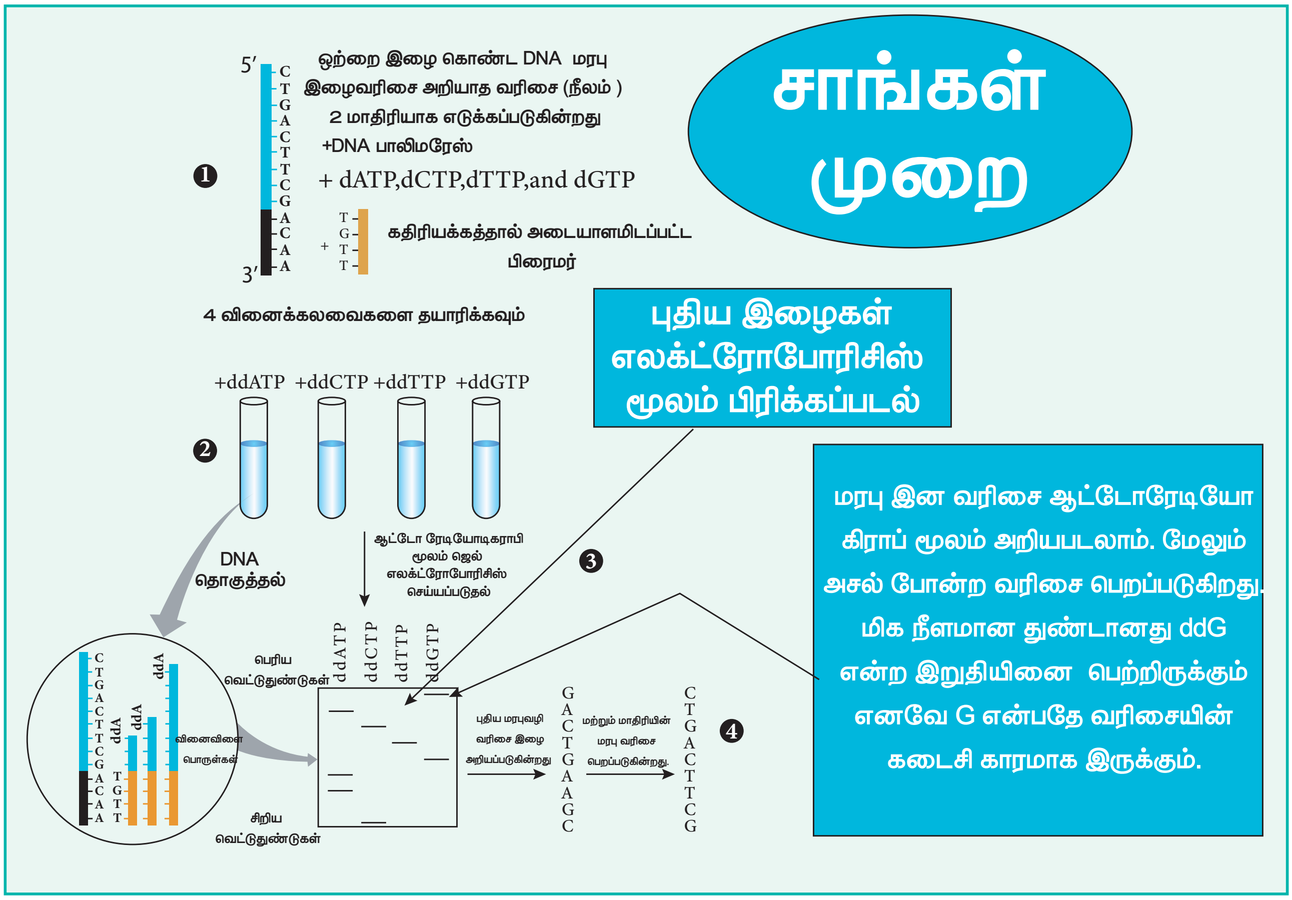
1. இம்முறை டைடீஆக்சி சங்கிலி முறிவு முறை எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.
2. ஒரு அச்சுரு DNA இழையினை இரட்டிப்படையச் செய்தல் மூலம் வரிசை அமைப்பு உருவாக்கப்படுகிறது. மேலும் இரட்டிப்படையச் செய்யும் செயல்முறையானது நான்கு காரங்களுள் ஒன்றில் குறுக்கீடு செய்யப்படுகிறது.
3. வளரும் சங்கிலியானது A, T, G அல்லது C யில் முறிவடையும் வகையில் நான்கு வெவ்வேறு வினைக் கலவைகள் தயார் செய்யப்படுகின்றன.
4. மேலும் வினைக் கலவையானது வழக்கமான dNTP க்களுடன் டைடீஆக்சி நியூக்ளியோசைடு ட்ரைபாஸ்பேட்டுகளைக் கொண்டுள்ளது.
5. இரட்டிப்படைதல் செயல்முறையின் போது, வளரும் DNA இழையில் வழக்கமான dNTP க்கு பதிலாக ddNTP க்கள் உள் நுழையும் போது அந்த நியூக்ளியோடைடில் இரட்டிப்படைதல் நிறுத்தப்படுகிறது.
6. ddNTP ஆனது ரேடியோ பாஸ்பரஸ் (P^{32}) கொண்டு ஐசோடோப்பு குறியீடு செய்தல் அல்லது ஒளிர்தல் குறியீடு செய்யப்படுகின்றது. இதன் மூலம் ஜெல் மின்முனைக் கவர்ச்சி (Gel Electrophoresis) செயல்முறையில் இவ்விழையினை கண்டுணர இயலும்.
7. சாங்கர் வரிசை அமைப்பு செயல்முறை படம் 19 ல் விரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த முறையினைப் பயன்படுத்தி மிகப் பெரியளவில் இணையான செயல்முறைகள் மூலம் மேற்கொள்ளப்பட்டு 2000 ஆம் ஆண்டில் மனித மரபு தகவல் வரிசை கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

XII U6 Mol Bio_TM.indd 166 5/8/2019 4:21:54 PM



படம் 18: DNA மறுசேர்க்கை தொழில்நுட்பவியலின் படிகள்

XII U6 Mol Bio_TM.indd 167 5/8/2019 4:21:54 PM



படம் 19: சாங்கரின் வரிசையறிதல் முறையின்செய்முறை

6.6.2 அடுத்த தலைமுறை மரபு தகவல் வரிசை அமைப்பு கண்டறியும் தொழிற்நுட்பங்கள் மற்றும் மரபியலின் அவைகளின் பயன்பாடு

அனைத்து அடுத்த தலைமுறை வரிசை அமைப்பு கண்டறியும் தொழிற்நுட்பங்களும் சாங்கர் முறையின் தத்துவத்தின் அடிப்படையிலேயே அமைகின்றன. அதாவது தொகுத்தல் முறையில் வரிசை அமைப்புக் கண்டறிதல் (Sequencing by synthesis). எனினும் இத்தகைய அனைத்து தொழிற்நுட்பங்களும் வளரும் சங்கிலியை நிரந்தமாக முறிப்பதில்லை. எனவே ஒவ்வொரு காரம் உள் நுழைக்கப்படும் போதும் தொகுத்தலை கண்காணிக்க இயலும். இந்த மேற்படுத்தப்பட்ட முறையின் மூலம் பல மில்லியன் கணக்கான DNA துண்டுகளை ஒரே நேரத்தில் வரிசை அமைப்பை கண்டறிய முடிகிறது. எனவே அதிக செயல்வீதம் பெறப்படுகிறது. இது சாங்கர் முறையில் சாத்தியமல்ல மேலும் இத்தகைய தொழிற்நுட்பங்களை பயன்படுத்தும் போது வரிசை அமைப்பைக் கண்டறிய செலவிடப்படும் தொகையும் குறைகிறது. இந்நாளில் ஏறத்தாழ −−200 செலவில் 48 மணி நேரத்திற்குள் மனித மரபு தகவல் வரிசையினை அறிந்துணர இயலும். சில நன்கு அறியப்பட்ட முறைகளாவன பின்வருமாறு : ஒளிரும் மீளும் சாய முறிவு முறை (Ilumina revesible dye terminator method) அயனி டாரண்ட் முறை (Ion torrent method) மற்றும் நானோ நுண்துளை DNA அறிதல் முறை (nanopore DNA sequencing methods).

மரபு தகவல் வரிசை அமைப்பை கண்டறிதல் தொழிற்நுட்பத்தின் இந்த வளர்ச்சியானது ஆர்வத்தைத் தூண்டும் பல செயல்திட்டங்களுக்கு வழி வகுத்தது. எடுத்துக்காட்டாக 1000 மரபியல் செயல் திட்டத்தை குறிப்பிடலாம் (1000 genomes project or 1 KGP). இது ஒரு சர்வதேச கூட்டு முயற்சியாகும். 1000 வெவ்வேறு மனிதர்களின் மரபு தகவல் வரிசை அமைப்பை கண்டறிதல் மற்றும்

XII U6 Mol Bio_TM.indd 168 5/8/2019 4:21:54 PM

அவர்களின் மரபியல் மாறுபாடுகளைக் கொண்ட தரவு வரிசையினை உருவாக்குதல் இம்முயற்சியின் நோக்கமாகும். இச்செயல் திட்டம் 2008 யில் துவக்கப்பட்டு 2012 யில் நிறைவடைந்தது. மேலும், 1098 மனிதர்களில் முழுமையான மரபு தகவல் வரிசை அமைப்பு கண்டறியப்பட்டு தொகுக்கப்பட்டுள்ளது. இதுவரை இந்தரவுகளின் உதவியுடன், இதய தமனியடைப்பு நோய், நீரிழிவு நோய் போன்றவற்றோடு தொடர்புடைய சுமார், நூறு மனித மரபு தகவல் வரிசைப் பகுதிகள் அறியப்பட்டுள்ளன.

கேன்சர் ஜீனோம் அட்லஸ் திட்டம் (TCGA) என்பது மற்றுமொரு ஆர்வமூட்டும் செயல் திட்டமாகும். இத்திட்டம் 2007 யில் தொடங்கப்பட்டது. இதுவரை 33 வகையான புற்றுநோய்களை உள்ளடக்கிய சுமார் 20000 புற்றுநோயாளிகளின் மரபு தகவல் வரிசை அமைப்பு தொகுக்கப்பட்டு தரவுகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. உலகம் முழுவதும் உள்ள ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு இத்தரவுகள் விலையின்றி கிடைக்கின்றன. இதன் மூலம் புற்றுநோயை எதிர்த்து போராட ஒரு வலிமையான தரவு தொகுப்பு மூலம் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

6.6.3 NGS தொழிற்நுட்பங்களின் பயன்பாடுகள்

தற்போதைய மரபு தகவல் வரிசை அமைப்பு கண்டறிதல் ஆய்வுகள், DNA வரிசை அமைப்பை கண்டறிதலை தவிர பல பல்வேறு முக்கியமான பயன்பாடுகளை கொண்டுள்ளன. அவற்றுள் சில முக்கியமான பயன்பாடுகள் கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளன.

RNA வரிசை அமைப்பைக் கண்டறிதல் (TRANSCRIPTOMIC PROFILING)

இம்முறையில் ஒரு செல்லின் RNA உட்பொருளை தனியே பிரித்தெடுக்க இயலும். இதன் விளைவாக ஒரு குறிப்பிட்ட நிபந்தனையில் ஒரு செல்லின் இடம்பெற்றுள்ள மரபணுப் பற்றிய தகவலினை அளந்தறிதல் மூலம் முழுமையாக கண்டறிய இயலும்.

பல்லுருவ தோற்றம் மற்றும் மாறுபாடுகளைக் கண்டறிதல் (PLYMORPHISM AND VARIATION DISCOVERY)

நோய்கள் போன்ற பீனோடைப்புகளுடன் தொடர்புடைய மரபு தகவல் வரிசை அமைப்பில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள் அல்லது திடீர் மாற்றங்களை கண்டறிவதற்கு இம்முறை பயன்படுகிறது.

புரதம் – DNA இடைவினைப் பகுப்பாய்வு (PROTEIN – DNA INTERACTION ANALYSIS (CHIP – SEQ)

இம்முறையானது குரோமேட்டின் இம்மியோனோ வீழ்படிவாதல் (Chromatin Immuno Precipitation (Chip) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இதில் புரதம் (ஹிஸ்டோன்) DNA அணைவு மட்டும் குறிப்பிட்ட ஆன்டிபாடிகளால் வீழ்படிவாகிறது. பின்னர், DNA யின் அப்பகுதி மட்டும் மரபு தகவல் வரிசை அறியப்படுகிறது. இம்முறை ஹிஸ்டோன் போன்ற புரதங்களுடன் இடைவினைப் புரியும் மரபு பகுதியை அறிந்துணர பயன்படுகிறது.

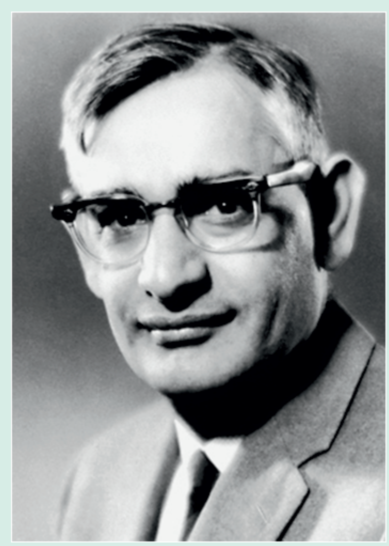
மெட்டாஜீனோமிக்ஸ் (METAGENOMICS)

சூழல் மாதிரிகளிலிருந்து நேரடியாக பெறப்பட்ட மரபுப் பொருளைப் பற்றி ஆய்ந்தறிதலை மெட்டாஜீனோமிக்ஸ் என வரையறுக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு தனி நபரின் குடலில் காணப்படும் நுண்ணுயிரிகளின் மரபு தகவல் வரிசை அறிதலைக் குறிப்பிடலாம். இத்தகைய மாதிரிகளில் மிக அதிக அளவிலான அறிந்தறியப்படாத எண்ணிக்கையில் ஊடகத்தில் வளர்க்க இயலா நுண்ணுயிரிகள் காணப்படுகின்றன. எனவே இத்தகைய மாதிரிகளை நேரடியாக DNA பிரித்தெடுத்தலுக்கு உட்படுத்துதல் மற்றும் மரபு தகவல் வரிசை அமைப்பு கண்டறிதலானது (ஊடகத்தில் வளர்க்காமல்) ஒரு முழுமையான சமூகத்தின் மரபு தகவல் வரிசையை கண்டறிதவதாக கருதலாம்.

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

1986 ஆம் ஆண்டு ஸ்டீவ் ஹோவல் என்ற அறிவியல் அறிஞர் மின்மினிப் பூச்சிகள் போன்று இரவில் ஒளிரும் புகையிலைத் தாவரத்தினை உருவாக்கினார். இவர் மின்மினிப் பூச்சிகளில் காணப்படும், அவற்றின் இரவில் ஒளிர்தலுக்கு காரணமான லூசிபெரேஸ் என்ற மரபணுவை பிரித்தெடுத்து புகையிலைத் தாவரத்தினுள் நுழைந்து அவைகள் இரவில் ஒளிர இயலும் எனக் காட்டினார். இத்தகைய வெளி மரபணுக்களைக் கொண்டுள்ள தாவரங்கள் மரபணு மாற்றப்பட்ட தாவரங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவைகள் பூச்சி தடைகாப்பு போன்ற பண்புகளை பெற்றிருப்பதாக கருதப்படுகிறது. எனினும் இவைகளை மிகவும் எச்சரிக்கையுடன் அணுக வேண்டும். சில நாடுகளில் மரபணு மாற்றப்பட்ட தாவரங்களுக்கு தடை விதிக்கப்பட்டுள்ளது.

தங்களுக்குத் தெரியுமா?



ஹர்கோபிந்கொரானா ஒரு இந்திய அமெரிக்க உயிர் வேதியியல் அறிஞர் ஆவார். மரபு குறியீடுகளை கண்டறியும் சோதனைகளுக்கு இவர் ஒரு முன்னோடி. கிருஷ்ணாதேவிகொரானா, மற்றும் கன்பத்ராய்கொரானா ஆகியோர்களுக்கு மகனாக பிறந்த இவர் தனது இளநிலை மற்றும் முதுநிலை பட்டப்படிப்புகளை பஞ்சாப் பல்கலை கழக்கத்தில் பயின்றார். இவர் 1975 ல் இந்தியாவில் வாழ்ந்து வந்தார். பின்னர் இங்கிலாந்திற்குச் சென்று லிவர்பூல் பல்கலைகழகத்தில் கரிம வேதியியலில் முனைவர் ஆய்வுப் பட்டத்தினை பெற்றார். 1960 ல் அமெரிக்காவின் விஸ்கான்சின் பல்கலைகழகத்தில் பேராசிரியராக பணியேற்றார். அங்கு அவர் புரதங்களுக்கான RNA குறியீட்டு முறையினை அறிந்து கொள்வதற்காக பல்வேறு ஆய்வினை மேற்கொண்டார். சிரைன் மற்றும் லியூசின் ஆகிய அமினோ அமிலங்களுக்கான திரும்ப திரும்ப தோன்றும் நியூக்ளியோடைடு அலகுகளான 'UCU CUC UCU....' குறியீடுகளைக் கண்டறிந்தார். மேலும் இவர் நிறுத்து கோடான்களைக் கண்டறிந்தார். புரதத் தொகுத்தலின் மூலக்கூறு உயிரியலை அறிந்துணர்வதற்கான இவரது ஆய்வுகளுக்காக 1968 ஆம் ஆண்டு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

XII U6 Mol Bio_TM.indd 170 5/8/2019 4:21:55 PM

பாடச் சுருக்கம்

- உயிர் அமைப்புகளில் உள்ள DNA தன்னுள் கொண்டுள்ள மரபு தகவல்களை அடுத்த தலைமுறைக்கு கொண்டு செல்வதை மூலக்கூறு உயிரியலின் மையக்கோட்பாடு விளக்குகிறது.
- பெற்றோர்களின் செல்களிலிருந்து மரபுத் தகவல்கள் அடுத்த தலைமுறைக்கு கடத்தப்படும் முறை நம்பத்தன்மையுடைய வழிமுறையாகும். செல்களில் ஏற்கனவே உள்ள DNA விலிருந்து புதிய DNA–க்கள் உருவாக்கப்படுவது (இரட்டிப்படைதல்) மையக்கோட்பாட்டின் முதல்படியாகும்.
- 1958–ஆம் ஆண்டு மேத்தில் மெசல்சன் மற்றும் பிராங்கிளின் ஸ்டால் என்பவர்களால் DNA இரட்டிப்படைதல் செமிகன்சர்வேடிவ் முறையில் நடைபெறுவது உறுதிச் செய்யப்பட்டது. இயல்பாக DNA –வில் ^{14}N ஐசோடோப் உள்ளது. இருப்பினும ^{15}N கன ஐசோடோப் DNA–வில் இருப்பதால் அதன் உயிரியல் செயல்பாடுகள் பாதிக்கப்படாது என்பதை அவர்கள் அறிந்திருந்தனர்.
- செல் பிரிதலின் போது, DNA இரட்டிப்படைதல் என்பது ஒரு DNA தன்னை போன்றே மற்றொரு DNA–வை உருவாக்கி கொள்ளும் செயல்முறையாகும்.
- DNA பாலிமரேஸ் அல்லது DNA–வை பொருத்த DNA சிந்தடேஸ் எனும் நொதி அதிகமான துணை அலகுகளை கொண்ட நொதியாகும். இந்நொதி வளரும் இழையில் நியூக்ளியோடைடு காரங்களை 3' முனையில் ஒவ்வொன்றாக இணைக்கிறது. எனவே இந்நொதி நியூக்ளிக் அமிலத்தை (DNA அல்லது RNA பிரைமர்) 3' லிருந்து 5' என்ற திசையில் தொடரச் செய்கிறது.
- பாலிமரேஸ் சங்கிலித் தொடர் வினையாக்கி (PCR) DNA–ன் ஒரு சிறிய பகுதியை பல்லாயிரக் கணக்கான பிரதிகளாக மாற்ற பயன்படும் ஒரு முறையாகும். இது PCR பெருக்கம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.
- மரபியலில், மரபுத்தகவல்களின் அலகு மரபணுவாகும். எனினும் மூலக்கூறு உயிரியலில், மரபணு என்பது DNA–வின் ஒரு பகுதியாகும். இப்பகுதி RNA மூலக்கூறு அல்லது புரதம் தொகுத்தலுக்கான மரபுத் தகவலைக் கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொரு மரபணுவும் தனித்தன்மை வாய்ந்த நியூக்ளியோடைடு வரிசையை கொண்டுள்ளது. இவ்வரிசை செல்கள் தொகுக்கும் அமினோ அமிலங்களின் வரிசை அல்லது நியூக்ளியோடைடுகளின் வரிசையை நிர்ணயிக்கிறது. மரபணு என்பது DNA –யின் ஒரு பகுதியாக இருப்பதால், அப்பகுதி படியெடுத்தல் மூலம் RNA தொகுக்கப்படுவதற்கு அச்சுருவாக செயல்பட்டால் அந்த மரபணு வெளிப்பட்டதாக கருதலாம்.
- மூன்று வகையான RNA–க்கள் உள்ளன.
    - ரிபோசோமல் RNA (rRNA)
    - கடத்து RNA (tRNA)
    - தூது RNA (mRNA)

இவை புரத தொகுத்தலில் முக்கிய பங்காற்றுகின்றன.

XII U6 Mol Bio_TM.indd 171 5/8/2019 4:21:55 PM

- செல்லுள்ள ஒவ்வொரு செயல்களிலும் ஈடுபடும் மிக முக்கியமான மூலக்கூறுகள் புரதங்களாகும். குரோமோசோம்களில் DNA–விலிருந்து RNA உருவாகும் செயல்முறை படியெடுத்தல் என்பதை நாம் பார்த்தோம். அதேபோல mRNA–வை அச்சுருவாக பயன்படுத்தி புரத மூலக்கூறுகள் தொகுக்கப்படுவது மரபுத தகவல் மொழிபெயர்த்தல் என அறியப்படுகிறது.
- மரபுத்தகவல் மொழிபெயர்த்தலின் போது, செல் உள்ளுறுப்பான ரிபோசோம், mRNA–வில் உள்ள மரபுத்தகவல்களுக்கு ஏற்ப பாலிபெப்டைடு அல்லது அமினோ அமில சங்கிலியை உருவாக்குகிறது. mRNA–மூலக்கூறில் உள்ள தொடர்ச்சியான மூன்று நியூக்ளியோடைடுகள் உள்ள பகுதி கோடான்கள் (Codon) எனப்படும்.
- DNA மறுசேர்க்கை தொழிற்நுட்பமானது DNA குளோனிங் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு உயிரினத்தில் இல்லாத புதிய மரபணு போன்ற தேவையான விரும்பத்தக்க DNA துண்டினை அந்த உயிரினத்திற்குள் நுழைகிற இத்தொழிற்நுட்பம் நமக்குப் பயன்படுகிறது.

மதிப்பீடு

I கோடிட்ட இடங்களை நிரப்புக

1. DNA விலுள்ள தகவலை ____________ செயல்முறையின் மூலமாக RNA விற்கு மாற்ற முடியும்.
2. பிரைமேஸ் நொதியினால் உருவாக்கப்படும் ஒரு குறுகிய RNA மூலக்கூறு _________ என்றழைக்கப்படுகிறது.
3. DNA இரட்டைப்படைதலின் போது பின்னிருக்கும் இழையில் காணப்படும் DNA துண்டுகள் ______ என்றழைக்கப்படுகின்றன.
4. பிரைமர்களை அகற்றி நீக்கும் நொதி________________
5. ______ மூலம் DNA–வின் ஒரு சிறிய பகுதியை பல்லாயிரக்கணக்கான பிரதிகளாக மாற்ற முடியும்.
6. படியெடுத்தல் செயல்முறையில் DNA வரிசையானது _________ நொதியால் அறியப்படுகிறது. மேலும் படியெடுத்தலில் DNA–விற்கு இணையான மற்றும் RNA இழைத் தொகுக்கப்படுகிறது.
7. RNA பாலிமரேஸ் சிக்மா படியெடுத்தல் காரணியுடன் DNA–வின் வரிசையில் பிணைக்கப்படும் பகுதி _____________ என அழைக்கப்படுகிறது.
8. DNA மூலக்கூறை படியெடுக்கப்பட்ட RNA மூலக்கூறுடன் ஒப்பிடும்போது ________ காரம் _____காரத்திற்கு பதிலாக உள்ளது.
9. ____________என்பது, DNA விலிருந்து சைட்டோபிளாசத்திற்கு மரபுத் தகவலை சுமந்து செல்லும் RNA வகையாகும்.

XII U6 Mol Bio_TM.indd 172 5/8/2019 4:21:55 PM

10. ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட புரதங்களுக்கான மரபுத் தகவல்களை கொண்டுள்ள mRNA– வானது ___________என அழைக்கப்படுகிறது.

11. மரபுத்தகவல் மொழிபெயர்த்தலில் ஈடுபடும் சைட்டோபிளாச செல் உள்ளுறுப்பு__________.

12. புரதத் தொகுப்பில்_________ முக்கியபங்காற்றுகிறது. மேலும், இது mRNAவையும் வளரும் பாலிபெப்டைடு சங்கிலியையும் இணைக்கும் மூலக்கூறு பாலமாக செயல்படுகிறது.

13. ஒரு உயிரினத்தினுள், ஒரு புதிய மரபணுவை நுழைப்பதற்கு அனுமதிக்கும் _____________ முறையானது DNA குளோனிங் எனவும் அறியப்படுகிறது.

III பொருத்துக

14. சாங்கர்முறை	–	பாக்டீரியா மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தல்
15. ஷைன்– டால்கர்னோவரிசை	–	UAG
16. நிறுத்துகோடான்	–	AUG
17. Taqபாலிமரேஸ்	–	DNA வரிசையறிதல்
18. துவக்ககோடான்	–	பாலிமரேஸ் தொடர் சங்கிலி வினையாக்கி

IV பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடையளி:

1. மூலக்கூறு உயிரியலின் மையக்கோட்பாட்டை சுருக்கமாக எழுதுக.
2. செமி கன்சர்வேடிவ் மாதிரியை உறுதி செய்யும் மெஸல்சன் –ஸ்டால் சோதனையை விவரி.
3. DNAஇரட்டிப்படைதலில் நிகழும் நிகழ்வுகளை சுருக்கமாக விவரி.
4. DNA இரட்டிப்படைதலின் பல்வேறு மாதிரிகளை ஒப்பிடுக.
5. புரோகேரியோட்டுகள் மற்றும் யூகேரியோட்டுகளில் நிகழும் DNA இரட்டிப்படைதலின் செயல்முறைகளை வேறுபடுத்துக.
6. DNA இரட்டிப்படைதல் செயல்முறையில் DNA பாலிமரேஸ் நொதியின் பங்கை விளக்குக.
7. PCR பெருக்கத்தில் நிகழும் படிநிலைகளை விளக்குக.
8. படியெடுத்தல் ஒரு கண்ணோட்டம் பற்றி கருத்து கூறுக.
9. படியெடுத்தல் நிகழ்வைப் பொருத்து புரோகேரியோட்டுகள் மற்றும் யூகேரியோட்டுகளை ஒப்பிடுக.
10. மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தலில் நிகழும் மூலக்கூறு படிநிலைகளைப் பற்றி சுருக்கமாக எழுதுக.
11. DNA மறுசேர்க்கை தொழிற்நுட்பம் பற்றி சிறுகுறிப்பு வரைக.

XII U6 Mol Bio_TM.indd 173 5/8/2019 4:21:55 PM

12. சாங்கரின் வரிசையறிதல் செய்முறை பற்றி தெளிவாக விளக்குக.

13. படியெடுத்தலுக்குப் பின் நிகழும் மாற்றங்கள் மற்றும் மரபுத்தகவல் மொழிபெயர்த்தலுக்கு பின் நிகழும் மாற்றங்கள் பற்றி விளக்குக.

14. உயிரினங்களில் காணப்படும் மூன்று வகையான RNA க்களை ஒப்பிடுக.

15. அடுத்த தலைமுறை வரிசையறிதல் (Next Generation Sequencing) தொழிற்நுட்பங்கள் மற்றும் மரபியலில் அவற்றின் பங்கு குறித்து விளக்குக.

16. மரபியலில் அடுத்த தலைமுறை வரிசையறிதல் (NGS) தொழிற்நுட்பங்களின் பல்வேறு பயன்களை விளக்குக.

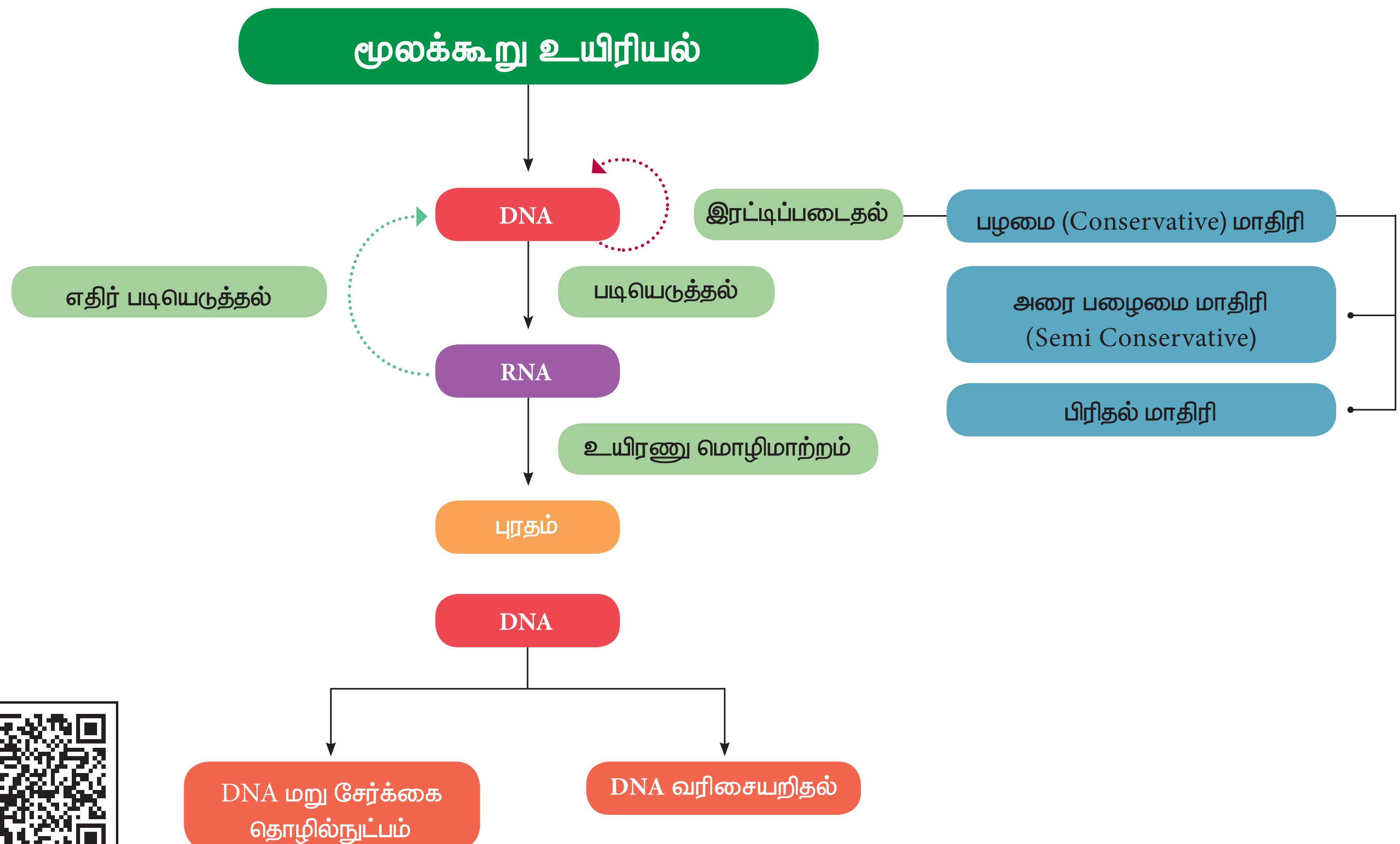
17. DNA இரட்டிப்படைதலின் மூன்று வெவ்வேறு மாதிரிகளின் பெயர்களை எழுதுக.

18. மூன்று வகையான RNAகளின் பெயர்களை எழுதுக?

19. மரபணு குறியீடு மொழிபெயர்ப்புசெயல்முறையில்நிகழும்பல்வேறுபடிநிலைகளைகூறு.

XII U6 Mol Bio_TM.indd 174 5/8/2019 4:21:55 PM

கருத்து வரைபடம்



NAAX5C

XII U6 Mol Bio_TM.indd 175
5/8/2019 4:21:55 PM

அலகு 7

வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறுகள்

D3ILJ4

சர் அர்சிபால்டு கார்ரோட்

1908 ஆம் ஆண்டு ஆங்கிலேய மருத்துவரான சர் அர்சிபால்டு கார்ரோட் "வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறுகள்" என்ற வார்த்தையை அறிமுகப்படுத்தினார். இவர் உயிர் வேதிவினைகளில் ஈடுபடும் நொதிகளின் குறைவான செயல்பாடு அல்லது முழுமையாக இல்லாமல் இருப்பதால், உயிர்வேதி வினைகள் தடைப்படுவதன் விளைவாக மரபு வழி கோளாறுகள் ஏற்படுகின்றன என்று குறிப்பிட்டார். அல்கேட்லூரியா என்ற நோய் பற்றி ஆய்வு மேற்கொண்டார். இந்நோய் உள்ளவர்களின் சிறுநீர் காற்றில் வைக்கப்படும் போது கருப்பு நிறமாக மாறுவதற்கு காரணம், மரபணு மாற்றம் ஆகும். இதன் விளைவாக ஹோமோஜெனிஸ்டிக் அமிலம் உடலில் அதிகளவில் சேகரமாகிறது என்பதை கண்டறிந்தார். இதைத் தொடர்ந்து 1941 ஆம் ஆண்டில் ஜார்ஜ் பீடில் மற்றும் எட்வர்டுடாதும், என்பவர்கள் ரொட்டி பூஞ்சை நியூரோஸ் போராவை பயன்படுத்தி கார்ரோட்டின் கருதுகோளை உறுதி செய்து ஒரு மரபணு நொதி கோட்பாட்டை முன்வைத்தனர். பல புரதங்கள் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட பாலிபெப்டைடு சங்கிலிகளை பெற்றிருப்பதால், 1957 ஆம் ஆண்டு வெர்னோம் இங்காரம் என்பவர் ஒரு மரபணு ஒரு பாலிபெப்டைடு என அக்கோட்பாட்டை மாற்றியமைத்தார்.

கற்றலின் நோக்கங்கள் :

இந்த பாடப்பிரிவை கற்றறிந்த பின்னர் மாணவர்கள் கீழ்க்கண்டவற்றை புரிந்துகொள்ள முடியும்

- வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறுகளின் உயிர் வேதி அடிப்படை
- வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறுகளின் வகைகள்
- கேலக்டோசிமியாவின் காரணம் மற்றும் அறிகுறிகள்
- வான்–கிரீக்ஸ் நோயை உருவாக்கும் காரணிகள்
- ஹீமோபீலியாவின் பல்வேறு வகைகள் மற்றும் இரத்த உறைதல் காரணிகள்
- விழி மற்றும் விழித்தோல் அல்பினிசம்
- அல்கேப்டனூரியாவின் காரணம் மற்றும் அறிகுறிகள்
- டே – சாக்ஸ் நோயின் காரணங்கள்

XII U7 Inborn_TM.indd 176 5/8/2019 4:23:32 PM

பாட அறிமுகம்

கார்போஹைட்ரேட், புரதம் மற்றும் கொழுப்பு ஆகியவற்றின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் பங்குபெறும் ஒரு குறிப்பிட்ட நொதியின் குறைபாட்டால் உருவாகும் ஒரு வகையான நோய்களின் தொகுப்பு வளர்சிதை மாற்ற மரபுவழி கோளாறுகள் (அ) மரபு வழி வளர்சிதை மாற்ற நோய்கள் எனப்படும். இவை பச்சிளம் குழந்தைகளின் பிறவி குறைபாடாகும். கேலக்டோசிமியா, அல்கேப்ட்னூரியா, அல்பினிசம், டே – சாக்ஸ் நோய் மற்றும் வான் –கிரீக்ஸ் நோய் போன்ற வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறுகள் பிறவியில் அல்லது அதற்குப் பின் தோன்றும்.

உட்கொள்ளப்பட்ட உணவு, ஆற்றலாக மாற்றப்படவில்லை எனில் உடலில் சேகரமாகிறது. மேலும் இது பல்வேறு அறிகுறிகளை உருவாக்குகிறது. வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறுகள் முறையாக கட்டுப்படுத்தவில்லையெனில், வளர்சிதைத் தடை அல்லது மருத்துவம் தொடர்பான பிரச்சனைகளை உருவாக்கும் உடலில் திசுக்கள் உடல் உறுப்புகள் மற்றும் இரத்தத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட வளர்சிதை மாற்ற விளைப்பொருள் சேமிக்கப்படுதல் வளர்சிதை மாற்ற மரபுவழி கோளாறுகளின் முக்கிய அறிகுறியாகும். பெரும்பாலான வளர்சிதை மாற்ற மரபுவழி கோளாறுகள் அரிதானவை. ஆனால் இவற்றில் சில ஆபத்தானவை.

நம் உடலில் வளர்சிதை மாற்றம் என்பது இரு முக்கிய செயல்களை உள்ளடக்கியது. அவைகள் முறையே தொகுத்தல் (Anabolism) மற்றும் சிதைத்தல் (Calabolism). ஒரு குறிப்பிட்ட நொதி இல்லாமல் போவது அல்லது குறைபாட்டால் உடலில் அதிகளவு வளர்சிதை மாற்ற விளைப்பொருட்கள் சேகரமடைகிறது. மேலும் அவை சிறுநீரில் தானாகவோ அல்லது அவற்றின் சிதைக்கப்பட்ட விளைப்பொருளாகவோ அதிகளவில் வெளியேற்றப்படுகின்றன. சில வளர்சிதை மாற்ற விளைப்பொருட்கள் நச்சாக கூட இருக்கலாம். உதாரணமாக, கீழ்க்கண்ட வினையில்

$$R \xrightarrow{a} B \xrightarrow{b} C \xrightarrow{c} D \xrightarrow{d} P$$

- R = வினைப்படு பொருள்
- B, C மற்றும் D இடைநிலைப் பொருட்கள்
- P விளைப்பொருள்
- a, b, c, d என்பவை நொதிகளாகும்.
- மேற்கண்ட வினையில் ஏதேனும் ஒரு நொதி குறைபாடு அல்லது இல்லாமல் போவதால், அதற்கு முந்தைய இடைநிலைப் பொருள் சேகரமாகிறது. இது நச்சுத் தன்மையை உருவாக்குகிறது. மேலும் இதனால் விளைப்பொருள் (p) உருவாகும் அளவை பாதிக்கப்படுகிறது. விளைப்பொருள் உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக இருப்பின், நோயை உருவாக்கும்.

வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறுகளின் வகைப்பாடு

வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறுகளுடன் தொடர்புடைய சில முக்கியமான நோய்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

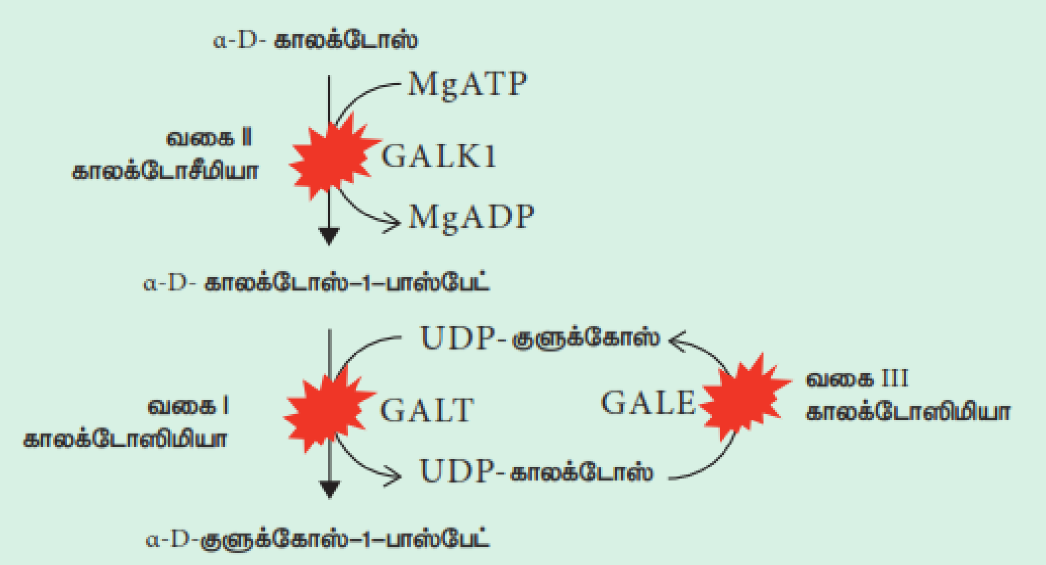
நோய்கள்	எடுத்துக்காட்டுகள்
அமீனோ அமில வளர்சிதை மாற்ற நோய்கள்	பினைல் கீட்டோனூரியா, அல்கேப்டனூரியா அல்பினிசம், ஹோமோசிஸ்டினூரியா
கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்ற நோய்கள்	கேலக்டோசிமியா, மரபுவழி பிரக்டோஸ் சகிப்புத்தன்மை இன்மை, கிளைகோஜன் சேமிப்பு சீர்குலைவு நோய்கள் வான் கிரீக்ஸ் நோய்

லைசோசோமல் சேமிப்பு நோய்கள்	மியூக்கோ பாலி சாக்கரை சிசோஸ், டே–சாக்ஸ நோய், நீமேன் – பிக்நோய், காகர் நோய்
கரிம அசிடிமியா	மெத்தில் மனோலிக் அசிடிமியா
பியூரின் (அ) பிரிமிடின் வளர்சிதை மாற்ற நோய்கள்	லீஸ்ச் – நையன் நோய்குறி
கடத்து நோய்கள்	சிஸ்டினூரியா
பெராக்ஸி சோமல் நோய்கள்	அட்ரீனோ லீயுகோ தேய்வு
யூரியா சுழற்சி நோய்கள்	சிட்ருலினீமியா, ஆர்னிதின் டிரான்ஸ் கார்பனைலேஸ் குறைபாடு
உலோக வளர்சிதை மாற்ற நோய்கள்	வில்சன் நோய்

7.1 காலக்டோஸிமியா

பால் மற்றும் பால்பொருட்களில் உள்ள லாக்டோஸ், என்ற சர்க்கரையின் பகுதிப்பொருளாக காலக்டோஸ் காணப்படுகிறது. காலக்டோசானது வளர்சிதை மாற்ற வினைகளுக்கு உட்பட இயலா நிலை காணப்படும் காலக்டோஸிமியா என்று அழைக்கப்படும் ஒரு மரபு வழி நோயினை 1908 ஆம் ஆண்டில் வான்ரீஸ் என்பார் கண்டறிந்தார். இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்களுக்கு உரிய சிகிச்சை அளிக்கவில்லையெனில், காலக்டோஸ் ஆனது திசுக்கள் மற்றும் இரத்தத்தில் அதிகளவு சேகரமாகி உயிருக்கு அச்சுறுத்தலாக அமைகிறது. இந்த நோய் 18000 ல் ஒருவருக்கு ஏற்படும் வாய்ப்புள்ளது

7.1.1 காரணங்கள்



படம் 7.1 காலக்டோஸின் வளர்சிதைமாற்ற வழிமுறைகள்

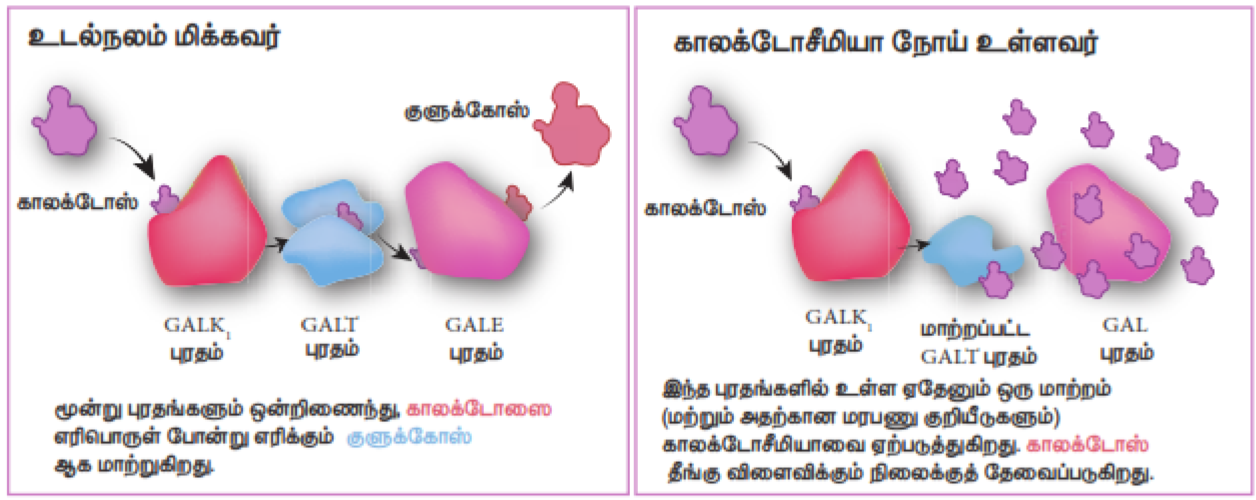
காலக்டோஸ் –1 – பாஸ்பேட் யூரிடைல்டிரான்ஸ்பெரெஸ் (GALT) என்ற நொதி இல்லாமல் போகும் போது காலக்டோஸிமியா உருவாகிறது. இந்நொதி கல்லீரலில் காணப்படுகிறது.

XII U7 Inborn_TM.indd 178 5/8/2019 4:23:32 PM

இது காலக்டோஸை குளுக்கோஸாக மாற்றுகிறது. GALT, காலக்டோஸ்வுடன் பிணைந்து குளுக்கோஸை தருகிறது. எனினும், காலக்டோஸிமியா நோயில் GALT நொதி இல்லாத காரணத்தால் காலக்டோஸ் – 1 – பாஸ்பேட், குளுக்கோஸ் – 1 – பாஸ்பேட்டாக மாற்றமடைவதில்லை. இதன் விளைவாக திசுக்கள் மற்றும் இரத்தத்தில் காலக்டோஸ் சேகரமாகிறது. மிக அதிகளவு காலக்டோஸ் சேகரமடைவதால், கல்லீரலின் உருவளவு அதிகரித்தல், சிறுநீரக செயலிழப்பு மற்றும் கண்புரை உருவாதல் போன்றவை ஏற்படும்.

காலக்டோஸ் வளர்சிதை மாற்றம் படம் எண் 7.1 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

GALT(காலக்டோஸ்–1–பாஸ்பேட் யூரிடைல்டிரான்ஸ்பெரெஸ்), GALK1 (காலக்டோகைனேஸ்) மற்றும் GALE (UDP – காலக்டோஸ் – 4 – எபிமரேஸ்) என்ற மரபு அணுக்களில் திடீர் மாற்றம் ஏற்படுவதால் மூன்று வகையான காலக்டோஸிமியா அறியப்பட்டுள்ளது. இவற்றில் GALT குறைபாடு மிகவும் அபாயகரமான உயிருக்கு அச்சுறுத்தலை தரும் வகையாகும்.



படம் 7.2 உடல்நலம் மிக்கவர் vs காலக்டோசிமியா நோய் உள்ளவர்

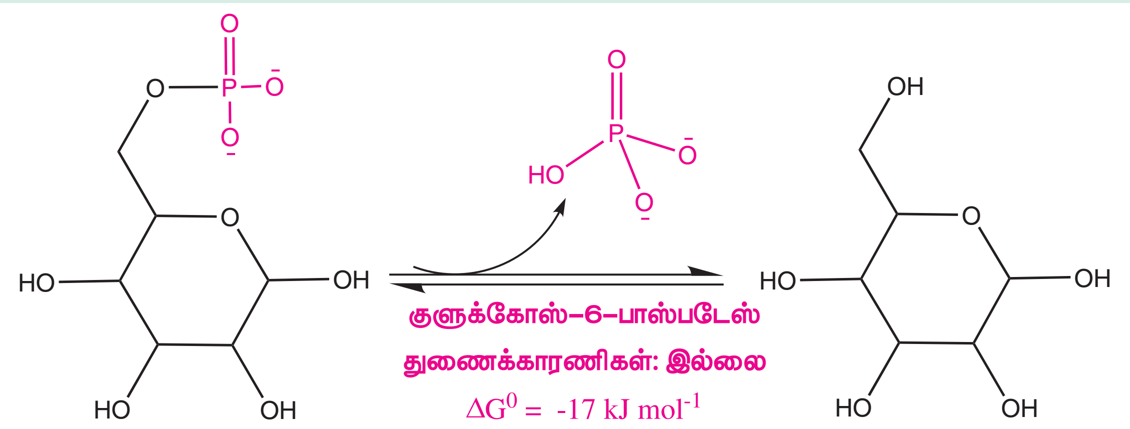
7.1.2 அறிகுறிகள்

GALT குறைபாடு மருத்துவ முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இந்த நொதி குறைபாட்டால் காலக்டோஸ் இரத்தத்தில் சேகரமாகிறது. மேலும் இது ஆல்டோஸ் ரிடக்டேஸ் என்ற நொதியால் காலட்டிட்டாலாக ஒடுக்கப்படுகிறது. இச்சேர்மம் கண்புரை வளர்ச்சி உருவாகிறது. GALT குறைபாடு மிகவும் ஆபத்தானது. இக்குறைபாட்டால் காலக்டோஸ் – 1– பாஸ்பேட் கல்லீரலில் பாதிப்பை ஏற்படுத்துகிறது. மேலும், இது கல்லீரல் செயலிழப்பிற்கு காரணமாக அமைகிறது. பிலுருபின் நேரடியாக இரத்தத்திலிருந்து மூளைக்கு நகர்வதால் மன சரிவு ஏற்படுகிறது.

பச்சிளம் குழந்தைக்கு தாய் பால் கொடுத்தும் அதன் உடல் எடை அதிகரிக்கவில்லை எனில், அக்குழந்தை காலக்டோஸ்மியா நோயால் பாதிக்கப்பட்டிருக்கலாம். இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட குழந்தைகள் பிறக்கும் போது இயல்பாகவும் வளரும் நிலையில் மந்தமாக காணப்படுவார்கள். மேலும் அடிக்கடி வாந்தியெடுத்தல் மற்றும் தாழ்சர்க்கரை நிலை (Hypoglycemia) போன்ற பாதிப்புகள் ஏற்படும். பிறந்த 2 – 3 மாதங்களுக்கு பின்னர், கல்லீரல் கொழுப்பு நிறைந்ததாக மாறுவதால் கல்லீரலில் முடிச்சுகள் தோன்றும் (கல்லீரல் செயலிழப்பு). பெருமூளைப் புறணியில் காலக்டோஸ் மற்றும் காலக்டோஸ் – 1– பாஸ்பேட் சேகரமாவதால் மன வளர்ச்சி குறைபாடு ஏற்படுகிறது. மஞ்சள் காமாலை, வாந்தியெடுத்தல், எரிச்சலடைதல், கல்லீரல் உருவளவு அதிகரித்தல் மற்றும் இரத்தத்தில் இ.கோலை (E.coli) தொற்று போன்றவை இந்நோயின் பிற அறிகுறிகள் ஆகும்.

7.2 வான்–கிரீக்ஸ் நோய்

கிளைக்கோஜன் வளர்சிதை மாற்றத்தோடு தொடர்புடைய மரபு வழி நோய்களின் தொகுப்பு கிளைக்கோஜன் சேமிப்பு நோய்கள் எனப்படும். வான் – கிரீக்ஸ் நோய், கிளைக்கோஜன் சேமிப்பு நோய் வகை – 1 (GSD – type 1) எனவும் அறியப்படுகிறது. இது அரிதானதொரு மரபு நோயாகும். கிளைக்கோஜன் வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஈடுபடும் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நொதிகளின் குறைபாட்டின் காரணமாக இந்நோய் உருவாகிறது. இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்களின் திசுக்கள் குறிப்பாக கல்லீரல் மற்றும் இதய தசைகளில் அதிகளவு கிளைக்கோஜன் சேகரமாகிறது. 1929 ஆம் ஆண்டு வான்–கிரீக்ஸ் நோய் கண்டறியப்பட்டது. குளுக்கோஸ் – 6– பாஸ்பேடேஸ் என்ற நொதியின் குறைபாட்டால் இந்நோய் உருவாகிறது என 1952 ஆம் ஆண்டு கார்ல் மற்றும் கேட்ரி கோரி என்பவர்களால் கண்டறியப்பட்டது. இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்களின் கல்லீரலில் குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேடேஸ்னாது காணப்படவில்லை எனக் கண்டறிந்தனர். இது கல்லீரல் நொதிகளின் குறைபாட்டால் கண்டறியப்பட்ட முதல் மரபு வழி நோயாகும். இந்நோய் உள்ளவர்களின் கல்லீரலில் காணப்படும் கிளைக்கோஜனின் அமைப்பு இயல்பாக உள்ளது எனினும் அதன் அளவு அதிகமாக காணப்படுகிறது.



படம் 7.3 குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேடேஸின் செயல்

கல்லீரலிலிருந்து குளுக்கோஸ் இரத்த ஓட்டத்தில் வெளியிடப்படும் இறுதி படிநிலை நிகழ வினைவேக மாற்றியாக குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேடேஸ் செயல்படுகிறது. இந்நொதி குறைபாட்டின் காரணமாக செல்லினுள் குளுக்கோஸ் – 6– பாஸ்பேட்டின் அளவு அதிகரிக்கிறது. இவ்வாறான பாஸ்பரிலேற்றமடைந்த சர்க்கரையானது கல்லீரலிலிருந்து வெளியேற இயலாது. ஏனெனில் இதனால் பிளாஸ்மா சவ்வின் வழியே புகுந்து செல்ல இயலாது. இதன் விளைவாக கல்லீரலில் அதிகளவில் கிளைக்கோஜன் சேகரமாகிறது. மேலும், குளுக்ககான் அல்லது எபிநெப்பிரின் போன்ற ஹார்மோன்களின் விளைவினை பொருத்து இரத்த சர்க்கரை அளவினை அதிகரிக்க இயலா தன்மை ஏற்படுகிறது. மேலே குறிப்பிட்டுள்ளவாறு குளுக்கோஸ்–6–பாஸ்பேட்டானது கல்லீரல் செல்களிலிருந்து வெளியேற இயலாததால் அதனை ஈடுசெய்யும் வகையில் கிளைக்காலைஸிஸ் அதிகரிக்கிறது. இதன் விளைவாக பைருவிக் அமிலம் மற்றும் லட்டிக் அமிலத்தின் அளவு அதிகரிக்கிறது. வான் – கிரீக்ஸ் நோயினால் பாதிக்கப்பட்டவர்களின் கார்போ ஹைட்ரேட் தேவையானது பெரும்பாலும் கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றத்தையே சார்ந்து அமைகிறது. குளுக்கோஸ் –6–பாஸ்பேட் கடத்திக்கான மரபணுவில் ஏற்படும் திடீர் மாற்றத்தாலும் இந்நோய் உருவாகும்.

7.2.1 மருத்துவ வெளிப்பாடு

படம் 7.4 காட்டப்பட்டுள்ள வான்கிரீக்ஸ் நோயின் மருத்துவ வெளிப்பாடுகளானவை உண்ணா நிலையின் போது லாக்டிக் அசிடோசிஸ்டுடன் கூடிய தாழ் சர்க்கரை நிலை (Hypoglycemia). கல்லீரல் உருவளவு அதிகரித்தல், விரிவடைந்த வயிற்றுப் பகுதி, செரூபமான முக அமைப்பு போன்றவை.

படம் 7.4 வான்–கிரீக்ஸ் நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட பச்சிளம் குழந்தை

7.2.2 அறிகுறிகள்

இந்நோயின் அறிகுறிகள் சுமார் 3 முதல் 4 வயதில் தெரிய வருகிறது. இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட பச்சிளம் குழந்தைகள் தாழ் சர்க்கரையினால் ஏற்படும் நினைவிழத்தால் பாதிக்கப்படுகிறார்கள். இரத்தத்தில் அதிகளவு யூரிக் அமிலம் மற்றும் அதிக கொழுப்பு (hyperlipedimia) காணப்படுகிறது. இரத்த சர்க்கரை குறைதல், பசி பொறுக்காதிருத்தல், அடிக்கடி மூக்கின் வழியே இரத்தம் வடிதல் ஆகிய அறிகுறிகளை இந்நோய் உள்ளடக்கியது. கல்லீரல் செல்கள் மற்றும் சிறுநீரக நுண்குழல் செல்கள் ஆகிய இரண்டிலும் அதிகளவு கிளைக்கோஜன் சேகரமாகிறது. மேலும் கீட்டோசிஸ் காணப்படுகிறது. ஸ்டார்ச் அதிகமுள்ள உணவுப் பொருட்களை அதிகளவு எடுத்துக்கொள்ளுதல் இந்நோய்க்கான ஒரு சிகிச்சையாகும்.

7.3 ஹீமோபிலியா

ஹீமோபிலியா

இரத்தம் வெளியேறுதலைக் கட்டுப்படுத்தும் இரத்த உறைதல் காரணிகள் என்பன ஒரு புரதம் அடங்கிய ஒரு தொகுதியாகும். இரத்த நுண்குழல்கள் பாதிப்படையும் போது, இரத்த நுண்குழலை சூழ்ந்துள்ள சுவரானது குறுக்கமடைந்து, காயம்பட்ட இடத்தில் இரத்த இழக்கப்படுவதைக் குறைகிறது. பிளேட்லெட்டுகள் என அழைக்கப்படும் சிறிய இரத்த செல்கள் காயம்பட்ட இடத்தில் ஒட்டிக்கொள்வதன் மூலம் இரத்த இழப்பு தடுக்கப்படுகிறது. பிளேட்லெட்டினுள் காணப்படும் வேதிப் பொருட்கள் மற்ற செல்களை கவர்ந்து இழுத்து பிளேட்லெட் அடைப்பு என அழைக்கப்படும் ஒரு திரட்சியை (Clump) ஏற்படுத்துகிறது. காயம் ஏற்பட்ட இடத்தில், புரத தொகுப்பாலான இரத்தம் உறைதல் காரணிகள். பிளேட்லெட்டுகளின் புறப்பரப்பில் ஒரு திரிதல் அடுக்கினை ஏற்படுத்துவதன் விளைவாக பைபிரின் உறைதல் ஏற்படுகிறது. இந்த பைபிரின் உறைதலானது ஒரு நெருக்கமான வலைபோல செயல்பட்டு இரத்த வெளியேறுதலை தடுக்கிறது.

19 ஆம் நூற்றாண்டு துவக்கத்தில் டாக்டர் ஜான் கன்ராடு ஓட்டோ என்பரால் ஹீமோபிலியா என்ற வார்த்தை முதன் முதலில் பயன்படுத்தப்பட்டது. ஹீமோபிலியா என்பது ஒரு மரபு வழி இரத்த வெளியேறும் குறைபாடு ஆகும். இக்குறைபாடுடையவர்களில் உறைதல் காரணிகள் என்றழைக்கப்படும் சில குறிப்பிட்ட புரதங்கள் காணப்படாத நிலையோ அல்லது மிக குறைவான அளவிலோ காணப்படுகின்றன. எனவே இரத்தம் உறைதல் சரியாக நிகழ்வதில்லை. இரத்த உறைதல் செயல்முறையில் ஏறத்தாழ 13 காரணிகள் ஈடுபடுகின்றன. ஏதாவது ஒன்று அல்லது

XII U7 Inborn_TM.indd 181 5/8/2019 4:23:33 PM

அதற்கு மேற்பட்ட இக்காரணிகள் போதுமான அளவு தொகுக்கப்படாத நிலையின் காரணமாக இரத்த உறைதலில் குறைபாடு ஏற்படுகிறது. இதன் விளைவாக இரத்த நாள வெடிப்பு ஏற்படுகிறது. மனிதர்களில், இரத்த உறைதல் காரணிகளின் மரபு வழி குறைபாடுகள் பல காணப்படுகின்றன. அவைகள் அனைத்தும் ஒருங்கே ஹீமோபிலியாஸ் என அழைக்கப்படுகின்றன. உறைதல் காரணிகள் அட்டவணை 7.1 ல் தரப்பட்டுள்ளன.

உறைதல் காரணி	காரணிகளின் பெயர்	மூலம்
I	பைபிரினோஜன்	கல்லீரல்
II	புரோதுரோம்மின்	கல்லீரல்
III	துரோம்போபிளாஸ்டின் திசு	திசு செல்கள்
IV	கால்சியம் அயனிகள்	பிளாஸ்மா
V	நிலையற்ற காரணி (ஆக்சிலரீன் முன்பொருள்)	கல்லீரல், பிளேட்லெட்டுகள்
VII	நிலைக்காரணி (கன்வர்டின் முன் வினைபொருள்)	கல்லீரல்
VIII	எதிர்ஹீமோபிலிக் காரணி	கல்லீரல், நுரையீரல் சிறுகுழல்கள்
IX	பிளாஸ்மா துராம்போளிஸ்டின் முன்வினைபொருள்	கல்லீரல்
X	ஸ்டூவர்ட் – புரோவர் காரணி	கல்லீரல்
XI	பிளாஸ்மா துராம்போபிளாஸ்டின் முன்வினைபொருள்	கல்லீரல்
XII	எதிர்ஹீமோபிலிக் காரணி	கல்லீரல், நுரையீரல் சிறுகுழல்கள்
XIII	பைபிரின் நிலைப்படுத்தும் காரணி	கல்லீரல், எலும்பு மஜ்ஜை

7.3.1 காரணங்கள்

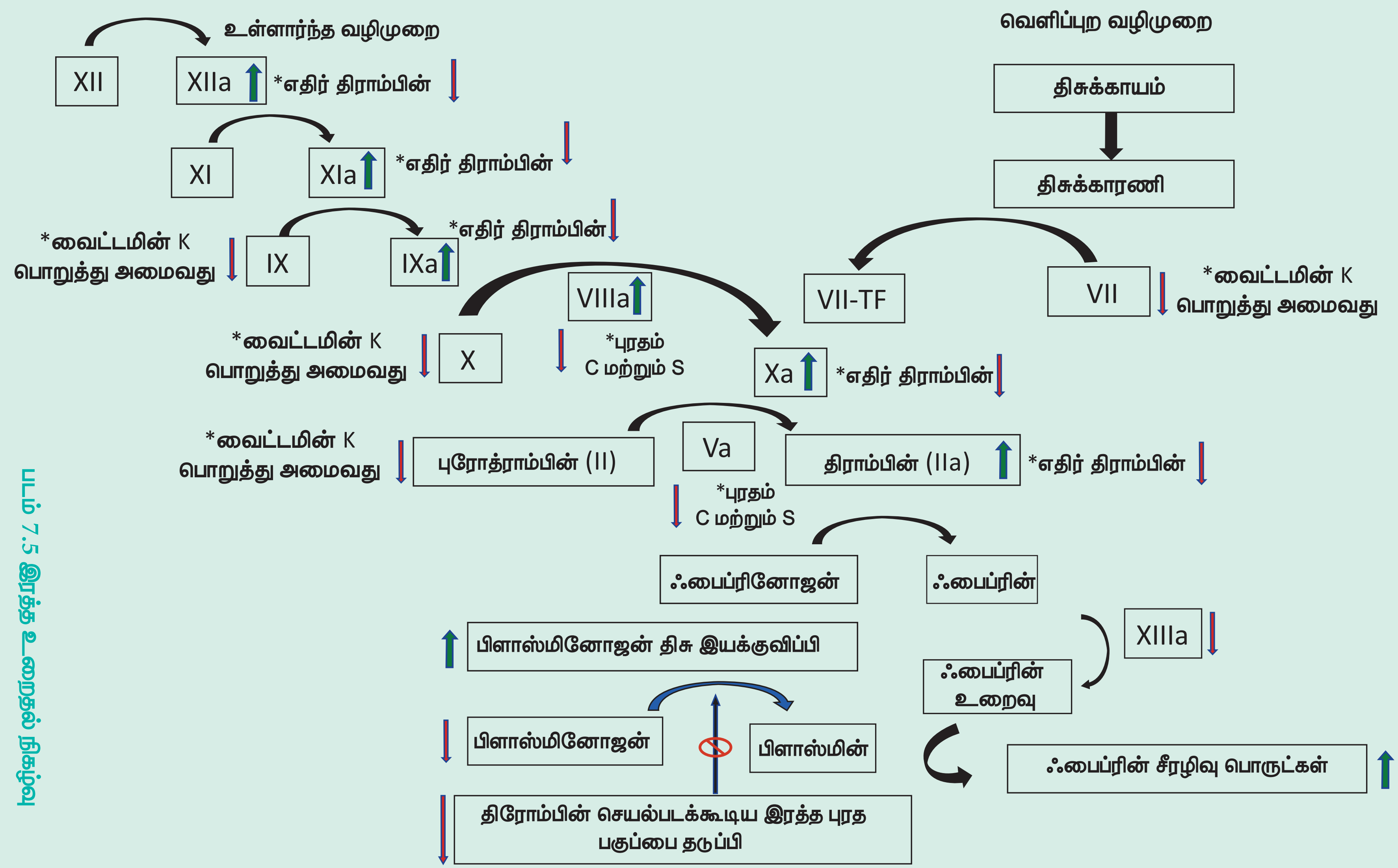
ஹீமோபிலியா ஒரு மரபு வழி நோயாகும். இந்நேர்வில், ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உறைதல் காரணிகள் இல்லாதிருப்பதால் இரத்தம் உறைதலானது வழக்கத்திற்கு மாறாக மிகவும் மெதுவாக நிகழ்கிறது. இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்கள் ஹீமோபிலியாக்ஸ் (haemophiliacs) அல்லது இரத்த வெளியேற்றியவர்கள் (bleeders) என அழைக்கப்படுகின்றனர். இந்நோயானது பெரும்பாலும் ஆண்களை பாதிக்கிறது எனினும் அரிதான சூழலில் பெண்களும் இந்நோயால் பாதிக்கப்படுகின்றன. ஹீமோபிலியாவில், ஹிமோபிலியா A, B, மற்றும் C ஆகியன மூன்று முக்கிய வகைகளாகும்.

(I) ஹீமோபிலியா A: மரபுவழி ஹீமோபிலியா அல்லது ஹீமோபிலியா A என்பது ஒரு பால் குரோமோசோமோடு தொடர்புடைய ஒழுங்குத் தன்மை குறைபாடாகும். காரணி VIII ன் குறைபாட்டினால் இது அறியப்படுகிறது. பத்தாயிரத்தில் ஒரு ஆண் காரணி குறைபாட்டுடன் பிறக்கின்றனர்.

(II) ஹீமோபிலியா B: பொதுவாக காணப்படும் ஹீமோபிலியாவில் இரு இரண்டாவதாக உள்ளது. காரணி IX ன் செயல்பாட்டுக் குறைபாட்டினால் இது ஏற்படுகிறது. மேலும் இது கிருஸ்துமஸ் நோய் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

(III) ஹீமோபிலியா D: இது அதிதீவிரம் அற்றது மேலும். காரணி XI ன் குறைபாட்டினால் ஏற்படுகிறது.

XII U7 Inborn_TM.indd 182 5/8/2019 4:23:34 PM



படம் 7.5 இரத்த உறைதல் நிகழ்வு

XII U7 Inborn_TM.indd 183
5/8/2019 4:23:34 PM

7.3.2 அறிகுறிகள்

ஹீமோபிலியா நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்களுக்கு மிகச்சிறிய காயம் ஏற்படும் நிலையில் கூட, மிக அதிக இரத்த இழப்பு ஏற்படும்போது இரத்தம் உறைய அதிக நேரம் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. இவர்களில் தன்னிச்சையான இரத்த இழப்பு அல்லது உள்இரத்தக்கசிவு காணப்படுகிறது. மேலும் மூட்டுகளினுள் இரத்தக் கசிவினால் மூட்டு வீக்கம் ஏற்படுவதுடன் அதிக வலி உண்டாகிறது. தடுப்பூசி அளிக்கப்பட்ட பின்னர் வழக்கத்திற்கு மாறாக இரத்தப்போக்கு காணப்படும் நிலை கூட காணப்படுகிறது. இது மிகவும் அரிதானதாகும் மேலும் உயிருக்கு அச்சுறுத்தல் ஏற்படுத்தும் வகையில் பல்வேறு சிக்கல்களை ஏற்படுத்தும் தன்மையுடையது. உறைதல் காரணியின் அளவினைப் பொறுத்து ஹீமோபிலியாவின் அறிகுறிகள் மாறுபடும். இரத்த உறைதல் காரணியின் அளவானது மிகவும் குறைவாக இல்லாதிருப்பின், இரத்தக் கசிவானது அறுவைசிகிச்சை மற்றும் விபத்து போன்ற நேர்வுகளில் மட்டுமே இரத்தம் வெளியேறுதல் நிகழ்றது. இரத்தம் உறைதல் காரணி குறைபாடு அதிகமிருப்பின் தன்னிச்சையான இரத்தப்போக்கு நிகழும். சில நேர்வுகளில், நோய் தடைகாப்பு அமைப்பானது இரத்த வெளியேறுதல் சிகிச்சைக்குப் பயன்படுத்தப்படும் உறைதல் காரணிகளின் செயலுக்கு ஒரு எதிர் வினையை ஏற்படுத்துகின்றது. அடைகாப்பு அமைப்பு புரதத்தினை உருவாக்குகிறது. இது உறைதல் காரணியின் செயல்திறனை குறைப்பதுடன் சிகிச்சையின் பலனைக் குறைகிறது.

7.4 அல்பினிசம்

அல்பினிசம் என்பது ஒரு அரிதான பிறவிக் குறைபாடாகும். இதன் விளைவாக தோல், முடி அல்லது கண் ஆகியன குறைவான நிறம் அல்லது நிறமற்று காணப்படுகின்றன. லத்தீன் மொழியில் albus என்ற வெண்மை என பொருள் தரும் சொல்லில் இருந்து அல்பினிசம் என்ற சொற்கூறு பெறப்பட்டுள்ளது. அல்பினிசம் ஆனது ஒளி வெறுப்புணர்வு (Photo Phobia) – வழக்கத்திற்கு மாறாக புலக்காட்சிப்படுத்தலுக்கு ஒளி சகிப்புத்தன்மை அற்ற நிலை), நிஸ்டாக்மஸ் தன்னிச்சையான கண் நகர்வு குழந்தை பிறந்த நிலை அல்லது வாழ்வின் பிறபகுதியில் தோன்றுகிறது. இதன் விளைவாக குறைந்த அல்லது வரம்பிற்குட்பட்ட பார்வை ஏற்படுகிறது) மற்றும் ஆம்ப்ளையோபியா (கண் மற்றும் மூளை ஆகியன கண் பார்வைக்கு ஒருங்கிணைந்து செயல்படாத நிலை) ஆகிய பல்வேறு பார்வை குறைபாடுகளுடன் தொடர்புடையது. தோலில் போதுமான நிறமிகள் இல்லாத நிலையில் இந்நோயுடையவர் தோல் புற்றுநோய் மற்றும் சூரிய வெப்ப எரிச்சல் ஆகியவற்றிற்கு எளிதில் ஆட்படுவர்.

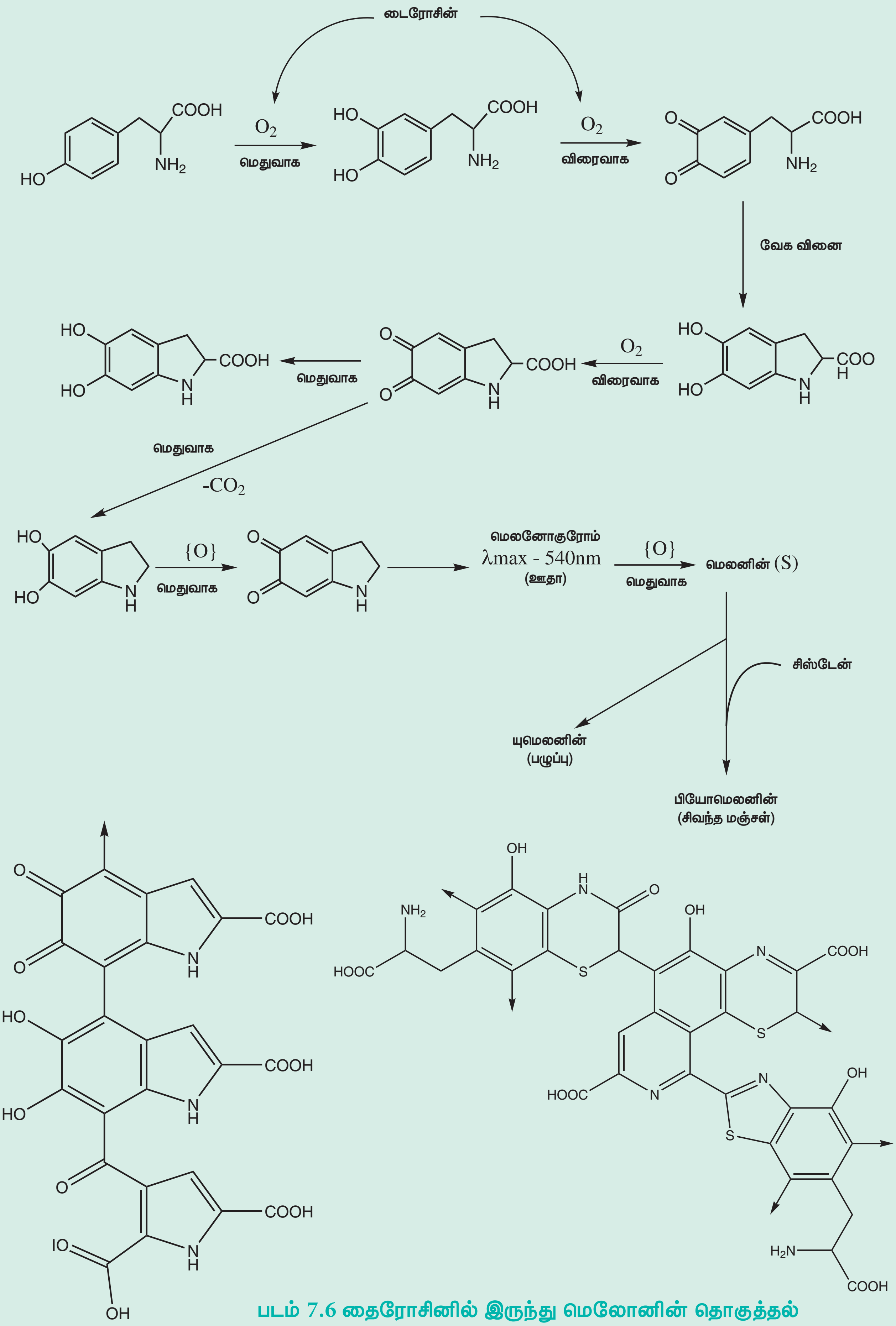
அல்பினிசத்தில் பல்வேறு வகைகள் உள்ளன. பல்வேறு ஜீன்களில் ஏற்படும் குறைபாட்டின் அடிப்படையில் இதன் வகைகள் அமைகின்றன.

OCA1 : தைரோசினேசில் குறைபாடு மேலும் இரண்டு உட்பிரிவுகளை உடையது OCA1 மற்றும் OCA1b

OCA1a : OCA1 உடையவர்களில் முழுமையாக மெலானின் நிறமி காணப்படுவதில்லை. எனவே பாதிக்கப்பட்டவர் வெண்மை முடி, மிகவும் வெளிரிய தோல் மற்றும் வெளிரிய கண்களைப் பெற்றிருப்பர்.

OCA1b : OCA1b உடையர்வர்கள் குறைந்த அளவு மெலானினைக் கொண்டிருப்பர் இவர்கள் வெளிர்நிற தோல், முடி மற்றும் கண்களைக் கொண்டிருப்பார்கள்.

OCA 2 : ஆப்பிரிக்க சந்தியினர் மற்றும் அமெரிக்காவின் பூர்வகுடிகளில் இந்த வகை பொதுவாக காணப்படுகிறது. OCA1 ஐ விட சற்று பாதிப்பு குறைந்தது மேலும் மெலனின் உற்பத்தி



படம் 7.6 தைரோசினில் இருந்து மெலோனின் தொகுத்தல்

குறைந்து காணப்படுகிறது. OCA 2 உடையவர்கள் வெளிர் நிற தோலுடன் பிறப்பார்கள். இவர்களின் முடி மஞ்சள் அல்லது வெளிர் பழுப்பு நிறத்தினைப் பெற்றிருக்கும்.

OCA 3 : TYRP1 ஜீனில் ஏற்படும் குறைபாடு இவ்வகையானது கருமை நிற தோல் உடையவர்களை குறிப்பாக தென் ஆப்பிரிக்கர்களை பாதிக்கிறது. அதிலும் குறிப்பாக கருமைநிறமுடைய தென் ஆப்பிரிக்கர்களை பாதிக்கிறது. இப்பாதிப்புடையவர்கள் செம்பழுப்புநிற தோல், சிவப்பு முடி மற்றும் பழுப்புநிற கண்களை பெற்றிருப்பார்கள்.

OCA 4 : SLC 45A2 புரதத்தில் ஏற்படும் குறைபாட்டினால் இது உருவாகிறது. மற்ற வகைகளைப போலவே, மெலனின் உற்பத்தியில் குறைபாடு காணப்படுகிறது. மேலும் சிந்தேஸ் பொதுவாக கிழக்கு ஆகிய சந்ததியினரில் காணப்படுகிறது.

7.4.1 காரணங்கள்

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட மெலானினை உற்பத்தி பல்வேறு ஜீன்களுள் ஒன்றில் ஏற்படும் குறைபாட்டினால் அல்பினிசம் ஏற்படுகிறது. மனித கண்களில், உள் மற்றும வெளி அடுக்குகளுக்கு இடையேயான பகுதி (uvealtract) மற்றும் ரெட்டினாவின் நிறமி எபிதீலிய அடுக்கில் மெலானின் காணப்படுகிறது. பிணையும் தனி உறுப்புகளின் வழியே லென்சினை ஊடுறுவி வரும் ஒளியினை இது உட்கவர்ந்து கண்களைப் பாதுகாக்கிறது. குறைபாடுடைய ஜீன் ஆனது இரு பெற்றோர்களிடமிருந்தும் குழந்தைகளுக்கு கடத்தப்படுகிறது இதன் விளைவாக அல்பினிசம் ஏற்படுகிறது.

படம் 7.6 ல் தைரோசினிலிருந்து மெலானின் தொகுப்படுதல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. அதிலிருந்து தயோசினிலிருந்து மெலோனின் DOPA வழியே தொகுக்கப்படுகிறது என அறிய முடிகிறது. தைரோசினேஸ் (டைபீனால் ஆக்சிடேஸ்) எனும் நொதியின் விளைபொருள் DOPA ஆகும். இது தாமிரத்தைக் கொண்டுள்ள ஒரு நொதியாகும். DOPA விலிருந்து ஆக்சிஜனை நேரடியாகப் பயன்படுத்துகிறது. மெலனின் தொகுத்தல் மெலனோசைட்டில் நிகழ்கிறது. மேலும் படம் 7.6 ல் குறிப்பிட்டுள்ளவாறு வினைகள் தைரோசினிலிருந்து துவங்குகின்றன.

DOPA ஆனது DOPA குயினோனாக மாற்றப்படுகிறது. பல்வேறு வினை இடைநிலை பொருட்கள் உருவாகி மெலானின் உருவாகிறது. பொதுவான ஒரு விளைபொருள் யுமெலானின் ஆகும். இது பழுப்பு நிறத்தைப் பெற்றிருக்கும் எனினும் சைடோசின் முன்னிலையில், பியோ மெலோனின் உருவாகிறது (சிவப்பிலிருந்து மஞ்சள்). மெலானினானது மெலனோசைட்டில் முதன்மையாக உருவாகிறது. இது தோலின் உள்ள அடுக்கில் காணப்படுகிறது. அங்கு மெலானின் மற்றும் கரோட்டீன் இணைந்து தோல், கண்கள் மற்றும் முடி ஆகியனவற்றிற்கான நிறத்தினைத் தருகிறது.

படம் 7.7 அல்பினிசம் நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட பெண்மணி

7.4.2 அறிகுறிகள்

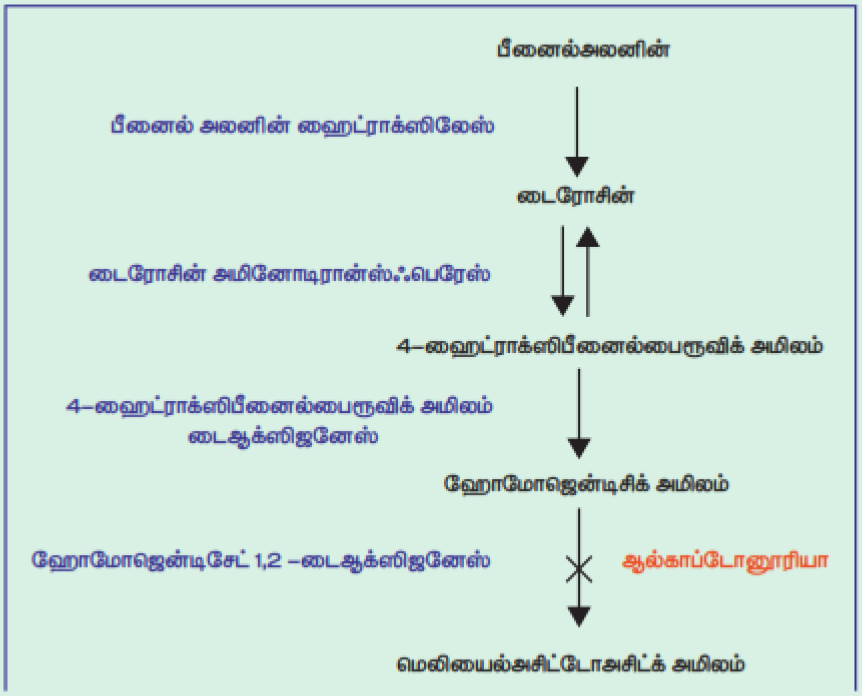
விழிசூழ்பகுதிகளில் ஊருவாகும் அல்பினிசத்தில் (Oculo – Cutaneous albirnism), தோல் மற்றும் கண்களில் நிறமிக் குறைபாடு ஏற்படுகிறது. வழியினுள் ஏற்படும் அல்பினிசத்தில் (Ocular albinism) கண்களில் மட்டும் நிறமிக் குறைபாடு ஏற்படுகிறது. ஆனால் தோலில் நிறமிக் குறைபாடு ஏற்படுவதில்லை. பின்வருவன பொதுவான அறிகுறிகளாகும்.

XII U7 Inborn_TM.indd 186 5/8/2019 4:23:34 PM

- தோல் நிறமற்று இருத்தல் அல்லது கண் இரப்பை நிறமற்று இருத்தல்
- திட்டுத் திட்டாக தோல் நிறமற்று இருத்தல் .
- குறுகிய கண்கள் (strabismus) தோல் நிறமற்று இருத்தல் அல்லது கண் இரப்பை நிறமற்று இருத்தல்
- ஒளி நுண்ணுணர்வு (Photophobia)
- விரைவான கண் நகர்வு (Nystamus)

7.5 அல்காப்டோனூரியா

1584ல் ஸ்கிரியோனியஸ் ஒரு குழந்தையை பரிசோதித்த போது, அக்குழந்தைன் சிறுநீர் காற்றின் படும்போது இங்க் போன்று கருமைநிறமாக மாறுகிறது என முதன் முதலில் விவரித்தார். 1859ல் போடீக்கர் முதன் முதலில் அல்காட்டோனூரியா என்ற வார்த்தையினை பயன்படுத்தினர். இது ஒரு அரிதான பிறவி வளர்ச்சிதை மாற்ற குறைபாடாகும். இக்குறைபாடுடையவர்களின சிறுநீரில் அதிக அளவு ஹோமோஜெனிடிசிக் அமிலம் காணப்படுகிறது. ஹோமோஜெனிடிசிக் அமிலம் (2,5 – டைஹைட்ராக்ஸிபீனைல் அசிட்டிக் அமிலம்) ஆனது பீனைல் அலனைன் மற்றும் தைரோசின் வளர்ச்சிதை மாற்றத்தில் ஒரு முக்கிய வினை இடைபொருளாகும். ஹோமோஜெனிடிசிக் அமிலம் ஆனது மேலியைல் அசிட்டோ அசிட்டிக் அமிலமாக மாற்றப்படுவது ஹோமோஜெனிடிசிக் ஆக்சிடேஸ் என்ற நொதி குறைபாட்டினால் தடுக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக ஹோமோஜெனிடிசிக் அமிலம் (அல்காப்டோன் என அழைக்கப்படுகிறது) ஆனது சிறுநீரில் வெளியேறுகிறது. இக்குறைபாட்டு விளைவு அல்காப்டோனூரியா என அழைக்கப்படுகிறது. சிறுநீர் காற்றால் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து கரும்பழுப்பு அல்லது கருப்பாக மாறுகிறது.



படம் 7.8 பினைல் அலனைன் மற்றும் தைரோசினின் வளர்சிதை மாற்றம்

7.5.1 காரணங்கள்

ஹோமோஜெனிடிசேட் 1.2 டை ஆக்சிடேஸ் குறைபாட்டினால் அல்காப்டோனூரியா அறியப்படுகிறது. ஹோமோஜெனிடிசிக் அமிலத்தை மெலியைல் அசிட்டோ அசிடிக் அமிலமாக மாற்றும் வினைக்கு மேற்கண்டுள்ள நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது. இணைப்பு திசுக்களில் காணப்படும் கருமை நிறமியான ஆக்ரோனோசிஸ் (ochronosis) இக்குறைபாட்டிற்கு காரணமாக அமைகிறது. ஆக்ரோனோசிஸ் நிறமியானது கண்களின் ஸ்கிளிரா, கார்னியா,

XII U7 Inborn_TM.indd 187 5/8/2019 4:23:34 PM

கன்ஜக்டிவா போன்ற ஏதேனும் ஒரு வெளி வடிவமைப்பில் படிகிறது. இந்நிறமியானது ஸ்கிளிராவின் நாசி மற்றும் சிற்றெலும்புகளில் காணப்படுகிறது.

படம் 7.8 அல்காப்டோனூரியா அறிகுறிகள்

ஆரம்பகால வாழ்வில், அல்காப்டோனூரியா எவ்வித உடல்நல குறைபாட்டினை ஏற்படுத்துவதில்லை. ஆனால் வயதான காலத்தில் சிதைவு இவ்வாதத்தை (degenerative arthritis) ஏற்படுத்துகிறது. ஏனெனில், ஹோமோஜெனிடிசிக் அமிலத்தின் பெறுதிகள் காது மற்றும் பிற பகுதிகளில் துகள்களாகபடிகின்றன. இதன் வினைவாக இணைப்பு திசுக்களில் பொதுவான நிறமிழப்பு மற்றும் மூட்டு இணைவுகளில படிதல் ஏற்பட்டு இவ்வாதம் (ஆர்த்திரிட்டிஸ்) ஏற்பட காரணமாகிறது. இந்நிலை டோக்ரோனோசிஸ் (dochronosis) என அழைக்கப்படுகிறது.

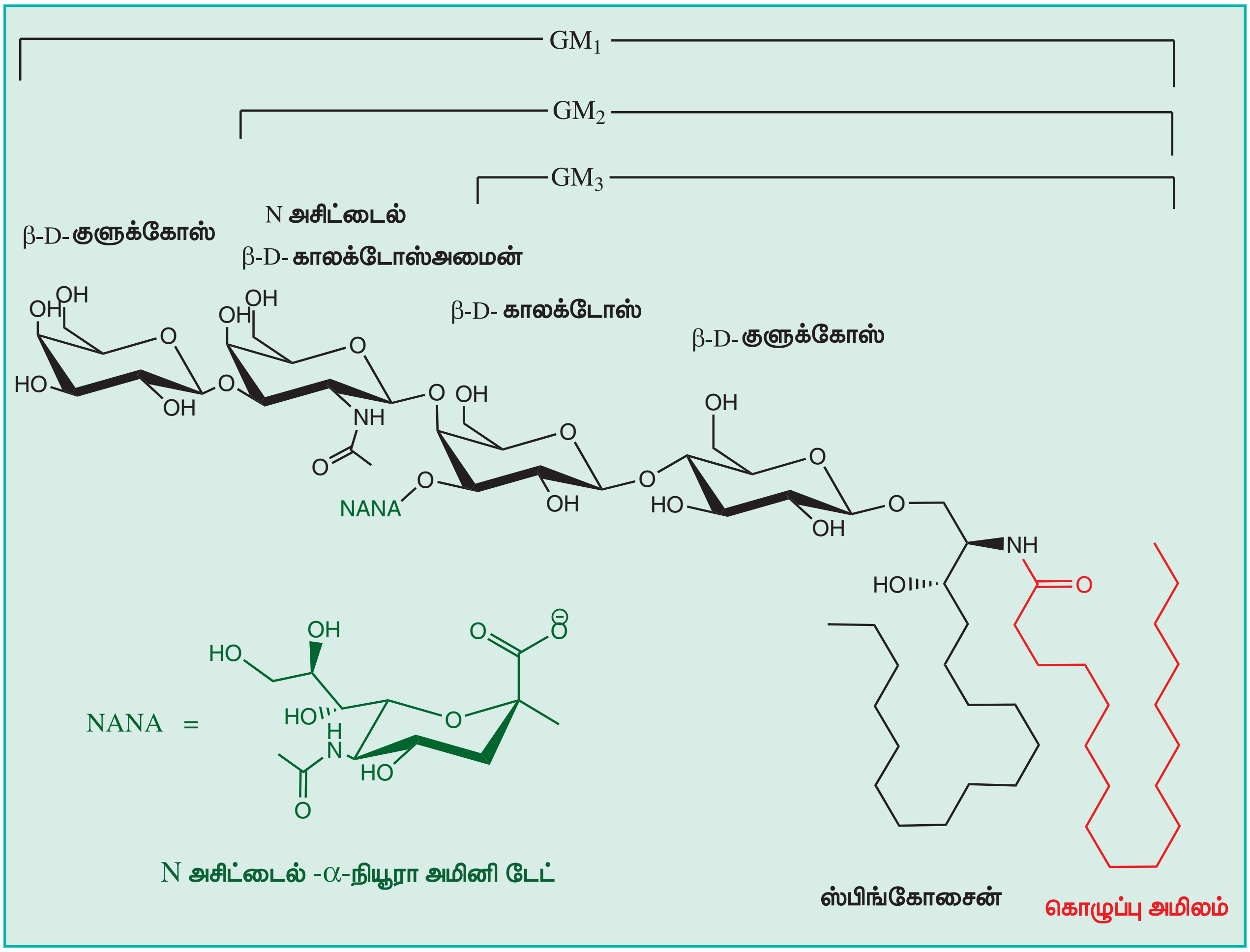
7.5.2 அறிகுறிகள்

பெரும்பாலான இனக்குழுக்களில் இது மிகவும் அரிதாக (1:100,000–250,000) என்ற அளவில் காணப்படுகிறது. இக்குறைபாடு ஸ்லோவாக்யா மற்றும் டோமினிக் குடியரசில் அரிகரித்து காணப்படுகிறது. இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட குழந்தைகளின் நாப்கின்களில் கரும்புள்ளி காணப்படுதல் இந்நோய்க்கான முதல் அறிகுறியாகும். இக்கரும்புள்ளி HGA ஆக்சிஜனேறம் அடைவதால் சிறுநீர் கருமையாவதால் நிகழ்கிறது. இந்நாள் வரை இந்நோக்கான சிகிச்சை முறை ஏதும் கண்டறியப்படவில்லை. தைரோசின் மற்றும் பீனைல் அலனின் எடுத்துக்கொள்வதை குறைத்து அஸ்கார்பிக் அமிலம் எடுத்துக்கொள்ளுதல் ஒரு சிறந்த வழியாகும். உணவு கட்டுப்பாடானது குழந்தைகளுக்கான பெரியவர்களுக்கானது அன்று.

7.6 டே – சாக்ஸ் நோய்

கேங்லியோசைடுகள் என்பன கிளைக்கோஸிபின்கோ லிப்பிடுகளாகும். இவைகள் செல் சவ்வுகளின் முக்கியப் பகுதிப்பொருளாகும். குறிப்பாக நரம்புத் திசுக்கள் அதிக அளவில் கேங்லியோசைடுகளைக் கொண்டுள்ளன. மூளையில் காணப்படும் லிப்பிடுகளில் குறிப்பிடத் தகுந்த அளவு (6%) இவை காணப்படுகின்றன. மற்ற திசுக்களும் காங்லியோசைடுகளைப் பெற்றுள்ளன. இருப்பினும் அவைகளில் காணப்படும் அளவு குறைவாகும். இவைகளின் சிக்கலான கார்போஹைட்ரேட் தலைத் தொகுதியானது செல் சவ்விற்கு வெளியேயும் நீட்சியடைந்துள்ளது. இவை சில கிளைக்கோபுரத ஹார்மோன்களுக்கான ஏற்பியாக செயல்படுகிறது.

XII U7 Inborn_TM.indd 188 5/8/2019 4:23:34 PM



β-காலக்டோசைடேஸ் ஹெக்சா அமிண்டேஸ்-A

GM1 ⟶ GM2 ⟶ GM3

மேலும் சில பாக்டீரிய நச்சுகளுக்கு ஏற்பியாகவும் செயல்படுகிறது. செல் – செல் கண்டுணர்தலிலும் கேங்லியோலிப்பிடுகள் பங்கு வகிக்கின்றன. பொதுவாக, கிளைக்கோலிப்பிடுகளின் கார்போஹைட்ரேட் பகுதியானது லைசோசோமல் ஹைட்ரலேஸால் இச்சேர்மங்கள் உருவாகும். ஆரம்ப நிலையிலேயே நீக்கப்படுகினறன. காங்லியோஸைடு சிதைதலில் ஏற்படும் குறைபாடானது கடுமையான மரபு வழி ஸ்பின்கோலிப்பிடு சேகரமாதல் உள்ளிட்ட டே – சாக்ஸ் நோய்க்கு காரணமாக அமைகிறது.

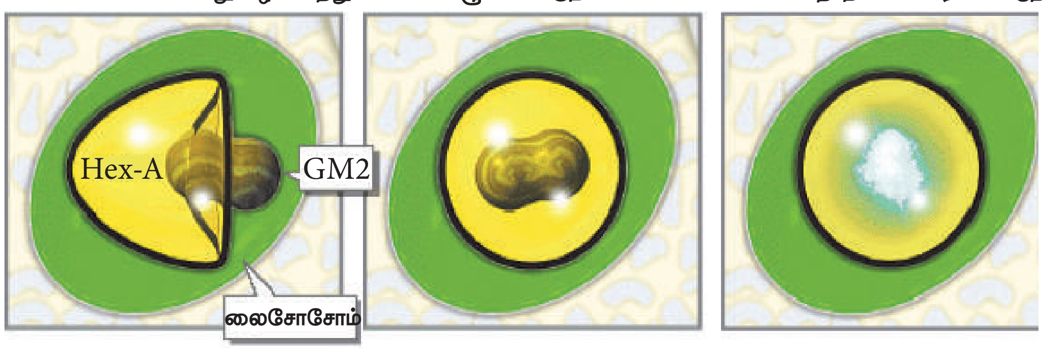
7.6.1 காரணங்கள்

டே – சாக்ஸ் நோயானது லைசோசோமல் சேகரமாகும் நோய் என வகைப்படுத்தப்படுகிறது படம் 7.9) ஒரு ஆரோக்கியமான குழந்தையில், GM2 காங்லியோசைடு என அறியப்படும் ஒரு லிப்பிடானது, உணவின் வழியே நரம்பு செல்களை அடைகிறது. செல்லின் பகுதிப்பொருட்களுள் ஒன்று லைசோசோமல் பைகள் ஆகும். இவை GM2 காங்லியோசைடை செரிப்பதற்கு உரிய ஹெக்ஸோஅமினிடேஸ் A வைக் கொண்டிருக்கின்றன. எனினும் டே – சாக்ஸ் நோயில், இந்த சிதைவு நிகழாததால், நரம்பு திசுக்களின் லைசோசோம்களில் GM2 காங்லியோசைடின் செறிவு அதிகரிக்கிறது. இதனால் நிலைமை மோசமடைகிறது.

XII U7 Inborn_TM.indd 189 5/8/2019 4:23:35 PM

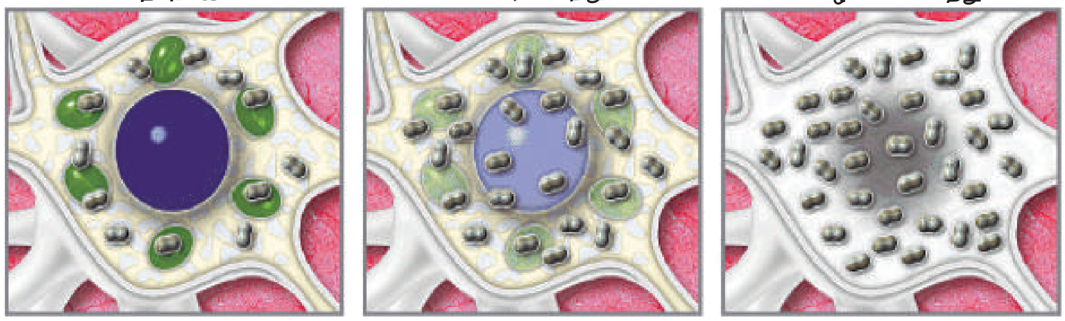
உடல் நலமிக்க குழந்தையில் செல்

ஓர் உடல்நலமிக்க குழந்தையின் நரம்பு செல்களை GM2 கேங்கிளியோசைடுகள் எனப்படும் லிப்பிடு (அ) கொழுப்பு உணவின் மூலமாக அடைகிறது. செல்லின் உட்கூறுகளில் லைசோசோம் செல்லின் வயிற்றுப்பகுதியாக கருதப்படுகிறது. இது ஹெக்ஸமினிடேஸ் A (Hex–A) என்ற நொதியை பெற்றுள்ளது. இந்நொதி GM2– வை செரிக்கிறது.



டே– சாக்ஸ் நோயால் பாதிக்கப்பட்ட குழந்தையின் செல்

Hex–A என்ற நொதி இல்லாத குழந்தைகளில் GM2 பெருக்கமடைகிறது. இது இறுதியில் செல்களை அழிக்கிறது. மேலும் நரம்பு மண்டலத்தை சீராக செயலிழக்க செய்கிறது.



படம் 7.9 டே – சாக்ஸ் நோய்

7.6.2 அறிகுறிகள்

தசை சோர்வடைதல், வளர்ச்சிக் குறைபாடு அதிகரித்தல் மேலும் உணவு உண்ணுதலுக்கு சிரமப்படுதல் ஆகியன முக்கிய அறிகுறிகளாகும். மூளை வளர்ச்சி குறைபாடு மற்றும் கண் பார்வையின்மை ஆகியனவும் இந்த அரிதான மரபு வழி குறைபாட்டு நோய்க்கான அறிகுறிகளாகும். 3 முதல் 4 வயதிற்கு இடைப்பட்ட காலத்தில் இறப்பு தவிர்க்க இயலாததாகும். இந்நோய் உடையவர்களில் 90 சதவீதத்திற்கும் அதிகமானவர்களின் ரெட்டினாவில்

படம் 7.10 ரெட்டினாவில் செர்ரி சிவப்பு நிற புள்ளி

XII U7 Inborn_TM.indd 190 5/8/2019 4:23:35 PM

செர்ரி சிவப்பு நிற புள்ளி காணப்படுகிறது. தாயின் ஆம்னியாடிக் திரவத்திலிருந்து ஹெக்ஸோஸ் அமினிடேஸ் A ன் செயல்பாட்டினை மதிப்பிடுவதன் மூலம் டே சாக்ஸ் நோயினை கண்டறிய இயலும். குறைவான நினைவாற்றல், கற்றலில் குறைபாடு, ஆகியனவற்றுடன் குழந்தை கண்பார்வையின்மை உடையதாகிறது. இறுதியாக பக்கவாதம் ஏற்பட்டு 3 ஆண்டுகளுக்குள் இறந்துவிடுகிறது.

இந்நாள் வரை டே – சாக்ஸ் நோய்க்கு சிகிச்சை ஏதும் இல்லை. உரிய சிகிச்சையானது ஜீன் சிகிச்சை அல்லது நொதி பரிமாற்ற சிகிச்சை ஆகியனவற்றை உள்ளடக்கியது. சிகிச்சைகள் இந்நோய்க்கான நிரந்தர தீர்வினை தருவதில்லை. ஆனால் நோய் தீவிரமடைதலை கட்டுப்படுத்துகிறது.

பாடச்சுருக்கம்

கார்போஹைட்ரேட், புரதம் மற்றும் கொழுப்பு ஆகியவற்றின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் பங்குபெறும் ஒரு குறிப்பிட்ட நொதியின் குறைபாட்டால் உருவாகும் ஒரு வகையான நோய்களின் தொகுப்பு வளர்சிதை மாற்ற மரபுவழி கோளாறுகள் (அ) மரபு வழி வளர்சிதை மாற்ற நோய்கள் எனப்படும். இவை பச்சிளம் குழந்தைகளின் பிறவி குறைபாடாகும். கேலக்டோடீசமியா, அல்கேப்ட்னூரியா, அல்பினிசம், டே – சாக்ஸ் நோய் மற்றும் வான் –சிரீக்ஸ் நோய் போன்ற வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறுகள் பிறவியில் அல்லது அதற்குப் பின் தோன்றும்.

பால் மற்றும் பால்பொருட்களில் உள்ள லாக்டோஸ், என்ற சர்க்கரையின் பகுதிப்பொருளாக காலக்டோஸ் காணப்படுகிறது. காலக்டோசானது வளர்சிதை மாற்ற வினைகளுக்கு உட்பட இயலா நிலை காணப்படுவது காலக்டோஸிமியா என்று அழைக்கப்படுகிறது.

கிளைக்கோஜன் வளர்சிதை மாற்றத்தோடு தொடர்புடைய மரபு வழி நோய்களின் தொகுப்பு கிளைக்கோஜன் சேமிப்பு நோய்கள் எனப்படும். வான் – கிரீக்ஸ் நோய், கிளைக்கோஜன் சேமிப்பு நோய் வகை – 1 (GSD – type 1) எனவும் அறியப்படுகிறது.

ஹீமோபிலியா என்பது ஒரு மரபு வழி இரத்த வெளியேரும் குறைபாடு ஆகும். இக்குறைபாடுடையவர்களில் உறைதல் காரணிகள் என்றழைக்கப்படும் சில குறிப்பிட்ட புரதங்கள் காணப்படாத நிலையோ அல்லது மிக குறைவான அளவிலோ காணப்படுகின்றன. எனவே இரத்தம் உறைதல் சரியாக நிகழ்வதில்லை.

அல்பினிசம் என்பது ஒரு அரிதான பிறவிக் குறைபாடாகும். இதன் விளைவாக தோல், முடி அல்லது கண் ஆகியன குறைவான நிறம் அல்லது நிறமற்று காணப்படுகின்றன.

ஹோமோஜெனிடிசிக் அமிலம் ஆனது மேலியைல் அசிட்டோ அசிட்டிக் அமிலமாக மாற்றப்படுவது ஹோமோஜெனிடிசிக் ஆக்சிடேஸ் என்ற நொதி குறைபாட்டினால் தடுக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக ஹோமோஜெனிடிசிக் அமிலம் (அல்காப்டோன் என அழைக்கப்படுகிறது) ஆனது சிறுநீரில் வெளியேறுகிறது. இக்குறைபாட்டு விளைவு அல்காப்டோனூரியா என அழைக்கப்படுகிறது.

காங்லியோஸைடு சிதைதலில் ஏற்படும் குறைபாடானது கடுமையான மரபு வழி ஸ்பின்கோலிப்பிடு சேகரமாதல் உள்ளிட்ட டே – சாக்ஸ் நோய்க்கு காரணமாக அமைகிறது.

XII U7 Inborn_TM.indd 191 5/8/2019 4:23:35 PM

மதிப்பீடு

I. சரியான விடையினைத் தெரிவு செய்க

1. கீழ்க்கண்டவற்றில் எந்த நொதி குறைபாடு காரணமாக காலக்டோசீமியா உருவாகுகிறது?

   அ. குளுக்கோகைனேஸ்

   ஆ. காலக்டோகைனேஸ்

   இ. காலக்டோஸ் 1 பாஸ்பேட் யுரிடைல் டிரான்ஸ்பெரேஸ்

   ஈ. பாஸ்போகுளுக்கோமியுடேஸ்

2. கல்லீரல் செயலிப்பு மற்றும் மனவளர்ச்சி குறைபாடு போன்றவை எதன் அறிகுறிகள்

   அ. வான்–கிரீக்ஸ் நோய் ஆ. காலக்டோசீமியா

   இ. அல்பினிசம் ஈ. மேற்கண்ட அனைத்தும்

3. குளுக்கோஸ் 6–பாஸ்படேஸ் குறைபாடு உருவாக்குவது

   அ. காலக்டோசீமியா ஆ. அல்பினிசம்

   இ. வான்–கிரீக்ஸ் நோய் ஈ. ஹீமோபீலியா

4. கல்லீரலில் குளுக்கோஸ் 6–பாஸ்படேஸ் குறைவால் உருவாவது

   அ. ஹைறபோகிளைசீமியா

   ஆ. ஹைறப்பர்கிளைசீமியா

   இ. கல்லீரலில் கிளைக்கோஜன் அளவு குறைவு

   ஈ. இவை எதுமில்லை

5. கீழ்க்கண்டவற்றில் எது வான்–கீர்க்ஸ் நோயின் அறிகுறியல்ல ?

   அ. கீட்டோசிஸ் ஆ. ஹைறப்பர்லிப்டிமியா

   இ. ஹைறப்போகிளைசீமியா ஈ. ஹைறப்பர்கிளைசீமியா

6. இரத்த உறைதல் செயல்முறையில் எத்தனை காரணிகள் ஈடுபடுகின்றன?

   அ. 10 ஆ. 8

   இ. 12 ஈ. 13

7. ஹீமோபீலியா A வை உருவாக்கும் காரணி

   அ. காரணி VIII ஆ. காரணி VII

   இ. காரணி VI ஈ. காரணி V

8. இரத்த உறைதல் காரணி IV என்பது

   அ. பைபிரினோஜன் ஆ. கால்சியம் அயனிகள்

   இ. கிருத்துமஸ் காரணி ஈ. ஹகீமா காரணி

9. அல்பினிசம் பின்வரும் குறைபாட்டால் ஏற்படுகிறது

அ. தைரோசின் ஆ. ஹெக்சோகைனேஸ்

இ. DOPA ஹைட்ரோலேஸ் ஈ. மேற்கண்டுள்ள அனைத்தும்

10. கண்களில் ஏற்படும் நிறமிக் குறைபாடு பின்வருமாறு அழைக்கப்படுகிறது

அ. விழியினுள் அல்பினிசம் (Ocular albinism)

ஆ. விழிசூழ் அல்பினிசம் (Oculo–cutaneous albinism)

இ. அல்காப்டோனூரியா (Alkaponuria)

ஈ. ஹீமோபிலியா (Hemophilia)

11. அல்காப்டோனூரியாவோடு தொடர்புடைய அமினோ அமிலம் ________________

அ. கிளைசீன் மற்றும் அலனைன்

ஆ. சிஸ்டின் மற்றும் மெத்தியோனைன்

இ. டிரிப்டோபேன் மற்றும் லைசின்

ஈ. பீனைல் அலனைன் மற்றும் தைரோசின்

12. ஹெக்சாஅமினடேஸ் – A குறைபாட்டினால் சேகரமாவது

அ. GM3 ஆ. GM2

இ. GM1 ஈ. GM1 மற்றும் GM3

13. முதன் முதலில் கண்டறியப்பட்ட வளர்ச்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறு

அ. அல்பினிசம் ஆ. அல்காப்டோனூரியா

இ. பாலிகீட்டோனூரியா ஈ. ஹீமோபிலியா

14. பெரும்பாலான மரபு வழி வளர்ச்சிதை மாற்ற கோளாறுகள் ஆட்டோசோமல் மரபு வழி ஒடுங்கு நிலையை பெற்றுள்ளன. இதன் பொருள் ________________?

அ. நோய் உருவாக தீங்கு ஜீன்களின் இரு நகல்கள் குழந்தைக்கு கடத்தப்படுகிறது.

ஆ. தீங்கு ஜீனானது தாயிடம் இருந்து குழந்தைக்கு கடத்தப்படுகிறது.

இ. தீங்கு ஜீனானது தந்தையிடம் இருந்து குழந்தைக்கு கடத்தப்படுகிறது.

ஈ. தீங்கு ஜீனானது தாய் மற்றும் தந்தை ஆகிய இருவரின் குரோமோசோம்களிலும் காணப்படுவதில்லை.

15. ஒரு ஜீன் ஒரு நொதிக் கொள்கை இவரால் முன்மொழிப்பட்டது.

அ. பீடில் மற்றும் டாட்டம் (Beadle and Tatum) ஆ. காரோடு (Garrod)

இ. இங்ரம் (Ingram) ஈ. வான்கிரீக் (Von gierke)

16. ஹோமோஜெனிசிடிக் அமில ஆக்சிடேஸ் குறைபாட்டால் உருவாவது

அ. பீனைல்கீட்டோனூரியா ஆ. அல்கப்டோனூரியா

இ. தைரோசினிமியா ஈ. காலக்டோசீமியா

XII U7 Inborn_TM.indd 193 5/8/2019 4:23:35 PM

17. ஒரு குழந்தையின் சிறுநீரானது காற்றில் படும்போது கருமை நிறமாக மாறுகிறது. இதிலிருந்து நீ யூகித்தறியும் சாத்தியமான குறைபாடு எது?

அ. டே – சாக்ஸ் நோய் (Tay–Sachs disease)

ஆ. கிளைக்கோஜன் சேகரமாகும் நோய் (Glycogen storage disease)

இ. லைசோசோமல் சேகரமாகும் நோய் (Lysosomal storage disease)

ஈ. அல்காப்டோனூரியா (Alkaptonuria)

II. பின்வருவனவற்றிற்கு விடையளி:

1. வளர்ச்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறுகளை வகைப்படுத்துக.
2. கேலக்டோசின் வளர்ச்சிதை மாற்றத்தை தருக
3. வான்கிரீக் நோய்க்கான பொதுவான அறிகுறிகளைப் பற்றி எழுதுக.
4. லைசோசோமல் சேகரமாகும் நோய் பற்றி விவரிக்க.
5. ஹீமோபிலியா பற்றி குறிப்பு வரைக.
6. அல்காப்டோனூரியா ஏற்பட காரணமான நொதி குறைபாட்டினைப் பற்றி விளக்குக.
7. கேலக்டோசிமியாவின் அறிகுறிகள் யாவை?
8. அல்பினிசத்தின் வகைகளை விவரிக்க
9. அல்காப்டோனூரியா பற்றி குறிப்பு வரைக
10. GM1 ஆனது எவ்வாறு GM2 ஆக மாற்றப்படுகிறது?
11. குளுக்கோஸ் ஆனது குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுவினையை எழுதுக.
12. டே – சாக்ஸ் நோயின் காரணம் மற்றும் அறிகுறிகளை விவரிக்க.

மேற்கோள் நூல்கள்

Gardner, E.J.,Simmons, M.J.Snustad, D.P.Principles of Genetics. VIII Edition. Wiley India 2008.

Berg JM, Tymocko JL, Stryer L.Biochemistry. 5th edition. 2012.

XII U7 Inborn_TM.indd 194 5/8/2019 4:23:35 PM

கருத்துவரைபடம்

PZ5G8Z

வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறுகள்

- கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றம்
  - காலக்டோசீமியா
  - வான் கிரீக்ஸ் நோய்
- அமினோ அமிலம் வளர்சிதை மாற்றம்
  - அல்கப்டோனூரியா
  - அல்பினிசம்
- லிப்பிடு வளர்சிதை மாற்றம்
  - டேசாக்ஸ் நோய்

XII U7 Inborn_TM.indd 195 5/8/2019 4:23:36 PM

அலகு
8

உயிரியல் ஆக்ஸிஜனேற்றம்

லவாய்சியர்

லவாய்சியர் என்பவர் 18 ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த பிரான்சு வேதியியலாளர் ஆவார். இவர் வேதியியல் மற்றும் உயிரியலில் பெரும் புரட்சையை உருவாக்கினார். 1772 ஆம் ஆண்டின் பிற்பகுதியில், பாஸ்பரஸ் மற்றும் சல்பரை எரித்தல் நிகழ்வில் தன்னுடைய கவனத்தை திருப்பினார். எரித்தலின்போது இந்த சேர்மங்களின் நிறைகள் அதிகரித்தன. எரிதல் மற்றும் கால்சினேற்றத்தினால் நிறையை உயர்த்திக்கொள்ளும் அனைத்து சேர்மங்களிலும் சல்பர் மற்றும் பாஸ்பரஸ் எரிதல் நிகழலாம் என கருத்தை நீட்டித்தார். "மெழுகுவர்த்தி எரிதலைப் போன்றே சுவாசித்தலும் கார்பன், ஹைட்ரஜனின் மெதுவான எரிதல் நிகழ்வாகும். மேலும், இக்கண்ணோட்டத்தில் நோக்கினால் எல்லா சுவாசிக்கும் விலங்குகளும் எரிந்து தன்னத்தானே அழித்துக்கொள்ளும் உண்மையான எரியும் தன்மைகொண்ட பொருட்களாகும்."

2VRAXV

கற்றலின் நோக்கங்கள்:

இந்த பாடப்பிரிவை கற்றறிந்த பின்னர் மாணவர்கள் கீழ்க்கண்டவற்றை புரிந்துகொள்ள முடியும்

- செல் சுவாசம் மற்றும் செல்கள் எவ்வாறு ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகின்றன என்பதை விளக்குதல்,
- ஆக்ஸிஜனேற்ற – ஒடுக்க வினைகள் மற்றும் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க மின்னழுத்தம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையை புரிந்துகொள்ளுதல்,
- மைட்டோகாண்டிரியாவின் உள்ளமைப்பை விளக்குதல்,
- எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலியின் கூறுகளை புரிந்து கொள்ளுதல்,
- எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலி தடுப்பான்களைப் பற்றி விளக்குதல்,
- ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றத்தின் அடிப்படையை புரிந்து கொள்ளுதல்,
- ATP தொகுப்பு மற்றும் ATP தொகுப்பின் வழிமுறையை விளக்குதல்,
- ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்ற இணைதடுப்பான்கள் பற்றி விளக்குதல், ஆகிய திறன்களை பெறலாம்.

XII U8 Biological oxidation.indd 196 5/8/2019 4:26:20 PM

பாட அறிமுகம்

உயிரியல் ஆக்ஸிஜனேற்றம் பற்றிய ஆராய்ச்சியாளர்களில் முன்னோடியாக திகழ்ந்தவர் லவாய்சியர் ஆவார். இவர் நவீன வேதியியலின் தந்தை என அறியப்படுகிறார். காற்றில்லா சுவாச உயிரிகளை ஒப்பிடும்போது காற்று சுவாச உயிரிகள் ஆக்ஸிஜனை உட்கொண்டு கார்பன் டை ஆக்சைடையும், அளவிலா ஆற்றலையும் உற்பத்தி செய்கின்றன என்பதை லவாய்சியர் 1789 ஆம் ஆண்டில் செய்துகாட்டினார் .

காற்று சுவாச உயிரிகள் குளுக்கோஸ் மற்றும் கொழுப்பு அமிலங்களின் ஆக்ஸிஜனேற்றத்தின் மூலம் இதை நிகழ்த்துகின்றன. ஆக்ஸிஜன் ஒரு வினைத்திறன் மிக்க மூலக்கூறாகும், அதனால் அதன் பயன்பாடு முறைப்படுத்தப்பட்டது. ஆக்ஸிஜனின் பொருத்தமற்ற பயன்பாட்டினால் நச்சுத் தன்மை கொண்ட விளைபொருட்கள் திரள்கின்றன, மேலும் காற்று சுவாச உயிரிகள், ஆக்ஸிஜனின் தீங்கு விளைவிக்கும் விளைவுகளிலிருந்து தங்களை காப்பாற்றிக்கொள்ள, பல்வேறு வழிமுறைகளை கையாள்கின்றன. சூப்பர் ஆக்ஸைடு டைமியுட்டேஸ் மற்றும் கேட்டலேஸ் போன்ற எதிராக்ஸிஜனேற்ற நொதிகள், ஆக்ஸிஜனேற்ற சிதைவிலிருந்து செல்களை பாதுகாக்கின்றன. எனினும், இதற்கு மாறாக, ஆக்ஸிஜன் வளர்சிதைமாற்றப் பொருட்கள் சில நேரங்களில் எதிர் ஆக்ஸிஜனேற்ற வழிமுறையை தகர்த்து, உயிருள்ள செல்களை சிதைக்கின்றன. ஆக்ஸிஜனின் வளர்சிதைமாற்றப் பொருட்களினால் புற்றுநோய், நரம்பியல் சீரழிவு, நீரிழிவு நோய் போன்ற உயிர்க்கொல்லி நோய்கள் உருவாகின்றன என அறியப்பட்டுள்ளது.

காற்று சுவாச உயிரிகளின் செல்கள் மிகவும் சிக்கலானவை. அவை, ஆயிரக்கணக்கான சிறிய மூலக்கூறுகளால் ஆன மூலக்கூறு இயந்திரங்களாக ஒழுங்கமைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த மூலக்கூறு இயந்திரங்கள் புரதங்களால் ஆனவை, இவை நியுக்ளியோடைடுகளிலுள்ள பிணைப்பு வேதி ஆற்றலை பயன்படுத்தி ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. குறிப்பிட்ட திசையமைவில், அடினோசின் ட்ரை பாஸ்பேட் (ATP) மூலக்கூறுடன் பிணையும் வகையில் மூலக்கூறு இயந்திரமானது வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. காற்று சுவாசம் மேற்கொள்ளும் யூகேரியோட்டிக் செல்கள் பல்வேறு மூலக்கூறு இயந்திரங்களை கொண்டுள்ளன. உயர்நிலை உயிரிகள் சுவாசத்திற்காக ஆக்ஸிஜனை நம்பியுள்ளன. இவ்வுயிரிகளின் சுவாச செயல்முறையில், செல்கள் ஆற்றலை ATP வடிவில் உருவாக்குகின்றன.

ஆக்ஸிஜனேஸ்கள் என்றழைக்கப்படும் நொதிகளால் உயிரியல் ஆக்ஸிஜனேற்ற வினைகள் வினையூக்கம் பெறுகின்றன என்பதை ஓட்டோ வார்பெர்க் எனும் அறிவியலாளர் செய்து காட்டினார். பல்செயற் ஆக்ஸிடேஸ்கள் (சைட்டோகுரோம் P450 அமைப்பு) எனும் சிறப்பு வகை நொதிகளினால், பல்வேறு மருந்து மற்றும் நச்சுத் தன்மை கொண்ட பொருட்கள் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன.

குளுக்கோஸிலிருந்து ஆற்றலை பெறும் நிகழ்வு மூன்று படிநிலைகளில் நிகழ்கிறது. (1) கிளைக்காலைசிஸ் (குளுக்கோஸ், இரண்டு பைருவேட் மூலக்கூறுகளாக சிதைதல்), (2) சிட்ரிக் அமில சுழற்சி (குளுக்கோஸ் சிதைதலை முடித்து வைக்கிறது) (3) ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றம் (பெரும்பாலான ATP தொகுப்பிற்கு காரணமாகிறது).

8.2 ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை

உயிரியல் எலக்ட்ரான் இடப்பெயர்ச்சி என்பது ஆக்ஸிஜனேற்ற மற்றும் ஒடுக்க வினைகள் இணைந்த சங்கிலித்தொடராகும். மூலக்கூறு ஆக்ஸிஜனேற்றத்தின் போது எலக்ட்ரான்கள் இழக்கப்படுகின்றன. ஒடுக்கத்தின்போது எலக்ட்ரான்கள் ஏற்கப்படுகின்றன.

XII U8 Biological oxidation.indd 197 5/8/2019 4:26:20 PM

ஒடுக்கமடைந்த சேர்மம் (e^- வழங்கி) $\rightleftharpoons$ ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்த சேர்மம் + e^-

எடுத்துக்காட்டு : $Fe^{2+} \rightleftharpoons Fe^{2+} + e^-$

ஒரு முழுமையான ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினையில், எலக்ட்ரானை ஏற்றுக்கொண்டு ஒடுக்கமடையும் ஒரு வினைப்பொருள் இருத்தல் அவசியம். எலக்ட்ரானை வழங்கும் வினைப்பொருளானது ஒடுக்கி எனப்படுகிறது. எலக்ட்ரானை ஏற்றுக்கொள்ளும் பொருள் ஆக்ஸிஜனேற்றி எனப்படுகிறது. ஆக்ஸிஜனேற்றிக்கு எலக்ட்ரானை வழங்கும்போது ஒடுக்கி ஆக்ஸிஜனேற்றமடைகிறது.

ஒடுக்கி + ஆக்ஸிஜனேற்றி $\rightleftharpoons$ ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்த ஒடுக்கி + ஒடுக்கமடைந்த ஆக்ஸிஜனேற்றி

எடுத்துக்காட்டு : இரும்பினால் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்த காப்பர்

$$Cu^{+} + Fe^{3+} \rightleftharpoons Cu^{2+} + Fe^{2+}$$

ஒரு வேதிவினையின்போது எலக்ட்ரான்களை ஆக்கவோ, அழிக்கவோ முடியாது. எனவே, ஒரு வேதிவினையில் ஒரு மூலக்கூறு ஆக்ஸிஜனேற்றமடையும்போது மற்றொரு மூலக்கூறு கட்டாயமாக ஒடுக்கமடைய வேண்டும். இத்தகைய வினைகள் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகள் எனப்படுகின்றன. பின்வரும் வினையில் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு முழுமையாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையும் வினை விளக்கப்பட்டுள்ளது.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O \quad \Delta G^{o\prime} = -2823\ kJ.mol^{-1}$$

மேற்கண்ட வினையை இரண்டு அரை வினைகளாக எழுத முடியும். முதல் அரை வினையில், குளுக்கோஸிலுள்ள கார்பன் அணுக்கள் பின்வருமாறு ஆக்ஸிஜனேற்றமடைகின்றன.

$$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 24H^+ + 24e^-$$

இரண்டாம் அரை வினையில், மூலக்கூறு ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்கமடைகிறது.

$$6O_2 + 24H^+ + 24e^- \longrightarrow 12H_2O$$

உயிரினங்களில்,ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட,பலபடிகளைக்கொண்டவழிமுறையில்,வெளிவிடப்படும் கட்டிலா ஆற்றலை ATP வடிவில் சேமிக்கும் வகையில் இவ்விரு அரை வினைகளும் நிகழ்கின்றன. மேற்கண்ட வினையில் ஈடுபடும் எலக்ட்ரான்கள் நேரடியாக ஆக்ஸிஜனுக்கு மாற்றப்படுவதில்லை, ஆனால், துணைநொதிகளான NAD^+ மற்றும் FAD ஆகியவற்றிலிருந்து 10NADH மற்றும் $2FADH_2$ ஆகியவற்றை உருவாக்குவதற்காக இந்த கடத்துதல் செயல்முறை நிகழ்கிறது. மேலும் இது, கிளிசரால்டிஹைடு 3 பாஸ்பேட் டிஹைட்ரஜனேஸ், பைருவேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் போன்ற பல்வேறு கிளைக்காலிக் நொதிகள் மற்றும் ஐசோசிட்ரேட் டிஹைட்ரஜனேஸ், α– கீட்டோகுளுட்டரேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் சக்சினேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் மற்றும் மேலேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் போன்ற சிட்ரிக் அமில சுழற்சி நொதிகளின் மூலமாக நிகழ்த்தப்படுகிறது.

தொடர்ச்சியான எலக்ட்ரான் ஏந்திகளின் உதவியுடன், NADH மற்றும் $FADH_2$ ஆகியவற்றிலிருந்து O_2 விற்கு படிப்படியாக எலக்ட்ரான்கள் கடத்துப்படுதலும், மைட்டோகாண்ட்ரியா உட்சவ்விற்கு குறுக்காக அமைந்துள்ள அணிகளிலிருந்து சவ்விடைப் பகுதிக்கு புரோட்டான்களும் கட்டத்தப்படுதலும் இணைந்தே நிகழ்கின்றன. pH வேறுபாட்டினால் உருவான கட்டிலா ஆற்றல்

XII U8 Biological oxidation.indd 198 5/8/2019 4:26:21 PM

சேமிப்பானது ADP லிருந்து ATP தொகுப்பையும், ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றத்தின் மூலமாக Pi உருவாக்கத்தையும் நிகழ்த்துகிறது.

8.2.1 ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க மின்னழுத்தம்

பொதுவாக எலக்ட்ரான்கள் மீதான ஒரு பொருளின் கவர்திறனை அதன் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க மின்னழுத்தம் E காட்டுகிறது. இது ஹைட்ரஜனுடன் ஒப்பீட்டு மதிப்பாக கணக்கிடப்படுகிறது. கருத்தியலாக, ஒரு பொருளின் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க மின்னழுத்தம் நேர்க்குறி மதிப்பை பெற்றிருந்தால் அப்பொருளின் எலக்ட்ரான்கள் மீதான கவர்ச்சியானது, ஹைட்ரஜனின் கவர்ச்சியைவிட அதிகம் என பொருள் கொள்ளலாகிறது. மேலும், அப்பொருள் ஹைட்ரஜனிடமிருந்து எலக்ட்ரானை பெற்றுக்கொள்ளும் எனவும் எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. ஒரு பொருளின் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க மின்னழுத்தம் எதிர்க்குறி மதிப்பை பெற்றிருந்தால், அப்பொருளின் எலக்ட்ரான்கள் மீதான கவர்ச்சி ஹைட்ரஜனைவிட குறைவு. மேலும், அது H^+ அயனிகளுக்கு, எலக்ட்ரான்களை வழங்கி ஹைட்ரஜனை உருவாக்குகிறது. ஹைட்ரஜனைவிட அதிக எலக்ட்ரான் கவர்திறன் கொண்ட எந்த ஒரு அணு அல்லது மூலக்கூறுக்கும் நேர்க்குறி (+)ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க மின்னழுத்தமும், குறைந்த எலக்ட்ரான் கவர்திறன் கொண்டவற்றிற்கு எதிர்க்குறி (–) ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க மின்னழுத்தமும் ஒதுக்கப்படுகிறது. இரண்டு பொருட்களின் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க மின்னழுத்த வேறுபாடு (ΔE) அதிகமாக இருப்பின் குறைந்த நேர்மின்தன்மை கொண்ட பொருளிலிருந்து அதிக நேர்மின்தன்மை கொண்ட பொருளுக்கு எலக்ட்ரான்கள் தன்னிச்சையாக பாய்கின்றன. ΔE மதிப்பானது வோல்ட் (volts) அலகில் எழுதப்படுகிறது.

pH 7 எனும் திட்ட நிலையில் ஏற்படும் கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் ΔG° என குறிப்பிடப்படுகிறது. வினைப்பொருள் மற்றும் விளைப்பொருட்களின் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க மின்னழுத்த மாற்றங்களிலிருந்து (ΔE^o) திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றத்தை கணக்கிட முடியும். இங்கு n என்பது ஒரு மோல் வினைபொருளினால் மாற்றப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையை குறிப்பிடுகிறது. ΔE^0 மதிப்பு வோல்ட் (V) அலகிலும் ΔG^0 மதிப்பு கிலோகலோரி மோல்$^{-1}$ (kcal mol^{-1}) அலகிலும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. F என்பது ஃபாரடே மாறிலி (96,494 கூலூம்). வினையின் திட்ட கட்டிலா ஆற்றல் மதிப்பு $\Delta G^{o'} = -nF\Delta E^o$.

8.3 எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலி

உயிரியல் ஆக்ஸிஜனேற்றம் மற்றும் எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலியை புரிந்து கொள்வதற்கு, ஆக்ஸிஜனேற்ற– ஒடுக்கம் மற்றும் மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உயிரியல் ஆகியவற்றை புரிந்து கொள்ளுதல் மிக அவசியம். யூகேரியோட் செல்களில், செல்லின் முக்கிய பகுதிகளில் செல் வளர்சிதை மாற்றம் நிகழ்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, கிளைக்காலைசிஸ் சைட்டோசால்களில் நிகழ்கிறது, ஆனால் பைருவேட்டின் ஆக்ஸிஜனேற்றம், கொழுப்பு அமிலங்களின் β ஆக்ஸிஜனேற்றம், சிட்ரிக் அமில சுழற்சி ஆகியன மைட்டோகாண்டிரியா அணிகளில் (mitochondrial matrix) நிகழ்கிறது.

மைட்டோகாண்டிரியாவின் எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலி (ETC) ஒரு சிக்கலான அமைப்பாகும், இதில் எலக்ட்ரான் மீதான நாட்டத்தின் ஏறுவரிசையில் எலக்ட்ரான் ஏந்திகள், மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்சவ்வில் தொடர்ச்சியாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அவை ஒடுக்கப்பட்ட நொதிகளிலிருந்து ஆக்ஸிஜனுக்கு எலக்ட்ரான்களை மாற்றுகின்றன.

XII U8 Biological oxidation.indd 199 5/8/2019 4:26:21 PM