அலகு 3

கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் வளர்சிதை மாற்றம்

குஸ்டாவ் எம்டன், ஓட்டோ மேயர்ஹாஸ்ப் மற்றும் ஜாகுப் கரோல் பர்னாஸ்.

குஸ்டாவ் எம்டன் (ஜெர்மன் உடற்செயலியல் வேதியியல் அறிஞர்). ஓட்டோ மேயர் ஹாப் (ஜெர்மன் உடலியல் மற்றும் உயிர்வேதியியல் அறிஞர்) மற்றும் ஜாகுப்கரோல் பர்னாஸ் (ஜுவிஸ் – போலிஸ் – சோயித் உயிர் வேதியியல் அறிஞர்) ஆகியோர் கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் வளர்சிதை மாற்றத்தினை பற்றி ஆய்ந்தறிந்தனர். மேலும் இவர்கள் கிளைக்காலிஸ் வினைகளை முழுவதுமாக விளக்கினார்கள். பல்வேறு அறிஞர்களால் கண்டறியப்பட்ட எளிய வினைகளை தொகுத்து முழுமையான வினை வழி முறையினை விளக்கினார்கள். கிளைக்காலிஸ் வினையின் முழுமையான வினை வழி முறையினை முழுமையாக கண்டறிய ஏறத்தாழ ஒரு நூற்றாண்டு தேவைப்பட்டது. ஓட்டோ மேயர் ஹாஃப் கிளைக்காலிஸ் மற்றும் தசைகளில் நிகழும் வளர்சிதை மாற்ற வினைகளை கண்டறிந்தமைக்காக, உடற்செயலியல் மற்றும் மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசினை அர்சிபால்ட் விவியன்ஹில் உடன் இணைந்து பெற்றுள்ளவர் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

கற்றலின் நோக்கங்கள் :

இந்த பாடப்பிரிவை கற்றறிந்த பின்னர், மாணவர்கள் கீழ்க்கண்டவற்றை புரிந்துகொள்ள முடியும்

- வளர்சிதை மாற்ற வினைகளான வளர்தொகுப்புமாற்ற வினை மற்றும் சிதைவு வினைகளை விவரித்தல் கிளைக்காலிசிஸ் மற்றும் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் ஆகியனவற்றில் நிகழும் வினைகளை விவரித்தல்.
- ஹெக்ஸோஸ் மோனோபாஸ்பேட் (mono-phosphate shuttle pathway) வினைவழி முறை மற்றும் TCA சுற்றினை விவரித்தல்.
- கார்போஹைட்ரேட்டுகள் இல்லாத மூலமாக இல்லாத குளுக்கோஸை தொகுத்தலை விளக்குதல்.
- நீரிழிவு நோயின் வகைகள், அறிகுறிகள் மற்றும் காரணங்களை விவாதித்தல்
- இரத்தத்தில் காணப்படும் குளுக்கோஸின் அளவினை தீர்மானிக்கும் முறையினை விளக்குதல்

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 65 4/20/2020 1:32:18 PM

பாட அறிமுகம்

3.1 வளர்சிதை மாற்றம் ஒரு முன்னோட்டம்

புரதங்கள், அமினோ அமிலங்கள், கார்போஹைட்ரேட்டுகள் போன்ற பல்வேறு உயிர் மூலக்கூறுகளின் வடிவமைப்பு மற்றும் அவைகளின் செயல்பாடுகளை நாம் ஏற்கனவே பதினோறாம் வகுப்பில் கற்றறிந்தோம். எந்த ஒரு உயிரியல் அமைப்பும் இயல்பாக செயல்பட உயிர் மூலக்கூறுகள் முக்கிய பங்காற்றுகின்றன என நாம் அறிவோம். இந்த உயிர் மூலக்கூறுகள் நாம் உண்ணும் உணவிலிருந்தோ அல்லது செல்களில் தொகுப்பு வினைகளின் மூலமாகவோ பெறப்படுகின்றன. அடுத்த சில பாடப்பகுதிகளில் நாம் பல்வேறு உயிர் மூலக்கூறுகளை தொகுத்தல் மற்றும் அவைகளின் சிதைவு வினைகளை கற்றறிய உள்ளோம். இத்தகைய உயிர் வேதியியல் பற்றிய ஆய்வுகள் வளர்சிதை மாற்றம் என குறிப்பிடப்படுகிறது. தொடர்ச்சியான ஒன்றோடொன்று தொடர்புடைய ஒரு குறிப்பிட்ட விளைபொருளைத் தரும் நொதி வினைவேகமாற்ற வினைகளை உள்ளடக்கியது வளர்சிதை மாற்ற வினைகளாகும். இத்தகைய வினைகளோடு தொடர்புடைய பல்வேறு பொருட்கள் வளர்சிதை மாற்றபொருட்கள் (metabolites) என அழைக்கப்படுகின்றன. ஒளிச்சேர்க்கை என்பது கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்ற வினைக்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டாகும்.

இதில் பல்வேறு தொடர்ச்சியான வேதி வினைகளின் விளைவாக கார்பன்டை ஆக்ஸைடு மற்றும் நீர் ஆகியன குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுகிறது. அடுத்தடுத்த பாடப்பகுதிகளில் புரதங்கள், லிப்பிடுகள் ஆகியனவற்றின் வளர்சிதை மாற்றங்களைப் பற்றி கற்றறிய உள்ளோம். படம் 3.1 ஆனது பல்வேறு வளர்சிதை மாற்ற வினைகளைப் பற்றி ஒரு ஒட்டுமொத்த புரிதலைத் தருகிறது.

கார்போஹைட்ரேட் செரிக்கப்படும் போது, குளுக்கோஸ், கேலக்டோஸ் மற்றும் ப்ரக்டோஸ் ஆகிய மூன்று முக்கிய விளைபொருட்கள் உருவாகின்றன என நாம் முந்தைய பாடப்பகுதியில் கற்றிந்தோம். இந்த ஒற்றைச் சர்க்கரைகள் உறிஞ்சப்பட்டு இரத்த ஓட்டத்தில் கலக்கிறது.

இவைகள் உறிஞ்சப்பட்ட பின்னர், ஒற்றைச் சர்க்கரைகள் கல்லீரலுக்கு பரிமாற்றப்படுகின்றன. அங்கு பிரக்டோஸ் மற்றும் கேலக்டோஸ் ஆகியன விரைவாக குளுக்கோஸாக மாற்றமடைகின்றன.

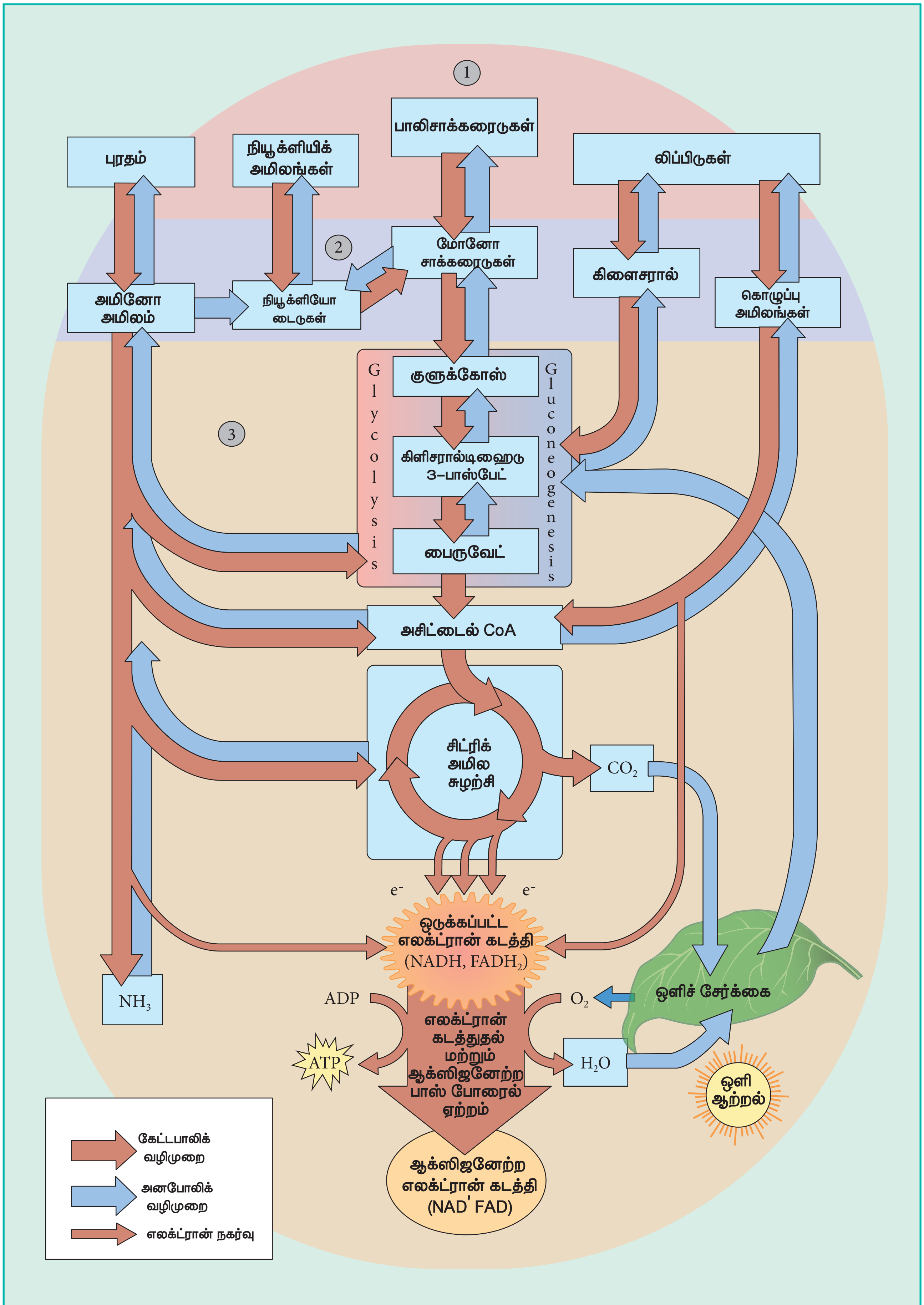
இப்பாடப்பகுதியில் நாம் கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் வளர்சிதை மாற்ற வினைகளைப் பற்றி கற்க உள்ளோம். நியூக்ளிக் அமிலங்கள், அமினோ அமிலங்கள் போன்ற உயிர் மூலக்கூறுகளுடன் ஒப்பிடும் போது, கார்போஹைட்ரேட்டுகள் எளிமையானவை மேலும் நமது உடலின் ஆற்றல் தேவைகளில் பாதிக்கும் மேற்பட்ட ஆற்றல்கள் கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் வளர்சிதை மாற்றங்களின் மூலமே பெறப்படுகிறது. குறிப்பாக நமது மூளை தனது ஆற்றல் தேவைக்கு முக்கியமாக கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றத்தை மட்டுமே சார்ந்துள்ளது.

3.1.1 வளர்தொகுப்பு மாற்றம் மற்றும் சிதைவுமாற்றம்

பல்வேறு வளர்சிதை மாற்ற வினை வழிகளை உடைய ஆயிரக்கணக்கான வினைகளை ஒவ்வொரு செல்லும் தன்னகத்தே கொண்டுள்ளன. இந்த வளர்சிதை மாற்ற வினைகளில், வளர் தொகுப்பு மாற்ற வினைகள் (anabolism) மற்றும் சிதைவு மாற்ற வினைகள் (catabolism) என இரு வகைகள் காணப்படுகின்றன.

சிறிய மூலக்கூறுகளிலிருந்து, தேவையான பெரிய மூலக்கூறுகளை தொகுக்கும் செயல்முறைகள் வளர்தொகுப்பு மாற்ற வினைகள் எனப்படுகின்றன. இத்தகைய வினைகள் நிகழ ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒளிச்சேர்க்கையில், சிறிய மூலக்கூறான CO_2 மற்றும் நீர் ஆகியன ஆறு கார்பன்களை கொண்டுள்ள கார்போஹைட்ரேட்டை உருவாக்குகின்றன.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 66 4/20/2020 1:32:18 PM



படம் 3.1 வளர்சிதை மாற்றத்தை குறிக்கும் வரைபடம்

இவ்வினை நிகழ தேவையான ஆற்றலை, சூரிய ஒளி தருகிறது.

$$6CO_2 + 6H_2O + 2800kJ \xrightarrow[\text{குளோரோபில் \& நொதிகள்}]{\text{சூரிய ஒளி}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

வளர்தொகுப்பு மாற்ற வினைகளுக்கு நேரெதிரான வினைகள் சிதைவு மாற்ற வினைகளாகும். இவ்வினைகளில் பெரிய உயிர் மூலக்கூறுகள், சிறிய மூலக்கூறுகளாக சிதைவடைகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, குளுக்கோஸ் ஆக்சிஜனேற்றமடையும் வினையை நாம் கருதுவோம்.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 2800kJ$$

மேற்கண்டுள்ள வினை ஒளிச்சேர்க்கை வினைக்கு எதிர் திசையில் நிகழும் வினையாகும். இவ்வினையில் பெரிய (6C குளுக்கோஸ்) மூலக்கூறுகளானவை, CO_2 மற்றும் H_2O போன்ற சிறிய மூலக்கூறுகளாக சிதைக்கப்படுகின்றன. குளுக்கோஸை ஆய்வகத்தில் முற்றிலுமாக எரிக்கும் போது CO_2 மற்றும் நீர் மூலக்கூறுகளை நாம் பெறலாம். மேலும் இவ்வினையில் அதிக அளவிலான ஆற்றல் வெளிப்படும். ஆனால், உயிருள்ள செல்களில், குளுக்கோஸ் ஆக்சிஜனேற்றமடைதலானது, தொடர்ச்சியான நொதி – வினைவேக மாற்ற இடைநிலை வினைகளின் வழியே நிகழ்கிறது. மேலும் இவ்வினைகளில் உருவாகும் ஆற்றலின் பகுதியளவு ATP (அடினோசின் ட்ரை பாஸ்பேட்) ன் வேதிப்பிணைப்புகளில் சேகரித்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆற்றல் தேவைப்படும் போது, எடுத்துக்காட்டாக தசை சுருக்கத்தின் போது ATP பயன்படுத்தப்படுகிறது.

3.2 கார்போஹைட்ரேட் – ஒரு ஆற்றல் மூலம்

கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் முக்கியமான செயல்பாடானது எரிபொருளாக பயன்படுவதாகும். குளுக்கோஸின் நொதி ஆக்சிஜனேற்ற சிதைவு வினையானது ஆற்றலைத் தருகிறது. மேலும் வளர்சிதை மாற்ற வினை இடைநிலைப் பொருட்கள் பல்வேறு உயிர்தொகுப்பு வினைகளில் பயன்படுகிறது. ஓடுதல், படித்தல் போன்ற பல்வேறு செயல்களை மேற்கொள்ள நமக்கு ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் வளர்சிதை மாற்றம் நமக்குத் தேவையான ஆற்றலைத் தருகிறது. குளுக்கோஸ் ஆனது EMP (எம்டன் – மேயர்ஹாப் – பர்னாஸ்) வழிமுறையில் ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது மேலும் இவ்வழிமுறை கிளைக்காலிசிஸ் என அழைக்கப்படுகிறது. கிளைக்காலிசிஸின் போது, குளுக்கோஸ் ஆனது பைருவேட் ஆக மாற்றமடைகிறது. பைருவேட் ஆனது அசிட்டைல் துணைநொதி A ஆக மாற்றமடைந்து பின்னர் சிட்ரிக் அமில சுழற்சியின் போது, ஆக்சிஜன் உள்ள சூழலில் முழுவதுமாக ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து கார்பன் ஆக்சைடாக மாறுகிறது.

வரம்பிற்குட்பட்ட ஆக்சிஜன் அளவு காணப்படின், பைருவேட் ஆனது லாக்டேட் ஆக மாற்றமடைகிறது. பின்னர் லாக்டேட், கல்லீரலுக்கு பரிமாற்றமடையச் செய்யப்பட்டு அங்கு மேலும் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு உட்படுத்தப்படுகிறது.

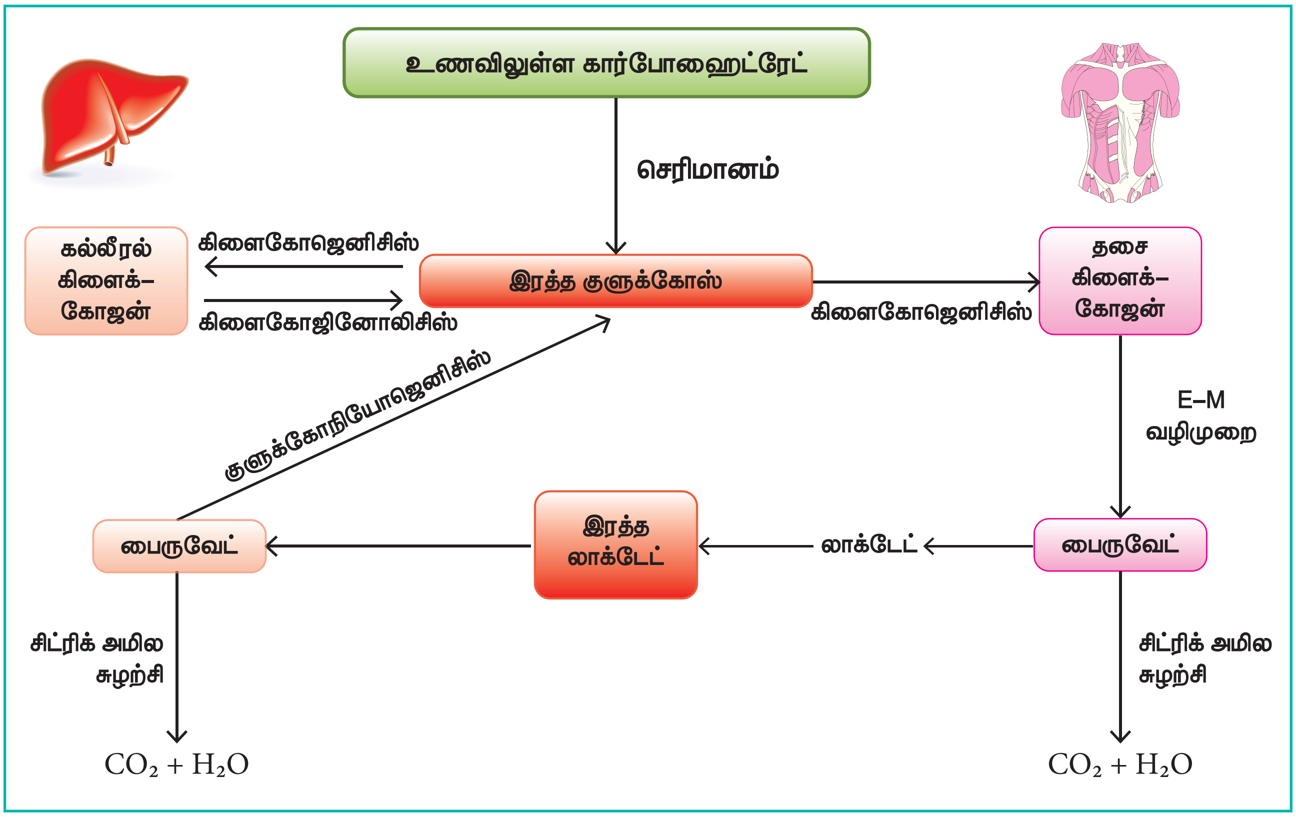
பைருவேட்டிலிருந்து குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் வழிமுறையினை பின்பற்றி குளுக்கோஸை தொகுக்க இயலும். இவ்வழிமுறையானது பின்னர் விரிவாக விவாதிக்கப்பட உள்ளது.

இரத்தத்தில் காணப்படும் குளுக்கோசின் அளவினை கல்லீரல் பராமரிக்கிறது. இரத்தத்தில் குளுக்கோசின் அளவானது மிகுதியாக உள்ளபோது, அது கல்லீரல் மற்றும் தசை திசுக்களில் கிளைக்கோஜனாக மாற்றப்படுகிறது. குளுகோஸிலிருந்து, கிளைக்கோஜன் தொகுக்கப்பெறும் செயல்முறையானது கிளைக்கோஜெனிஸ் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இத்துடன் மேலும் கிளைக்காலிடிக் வழிமுறையும் முடுக்குவிக்கப்படுகிறது.

இரத்தத்தில் காணப்படும் குளுக்கோசின் அளவானது குறைவுபடும் நிலையில், கிளைக்கோஜன்

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 68 4/20/2020 1:32:21 PM

நீராற்பகுப்படைந்து குளுக்கோசைத் தருகிறது. கிளைக்கோஜன் நீராற்பகுப்படைந்து குளுக்கோசைத் தரும் இச்செயல்முறை கிளைக்கோஜினோலிசிஸ் என்று அழைக்கப்படுகிறது. குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் வழிமுறையின் படியும் குளுக்கோசின் அளவு அதிகரிக்கலாம். கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றத்தின் ஒட்டுமொத்த நிகழ்வினை கிழ்க்கண்டுள்ள படம் விளக்குகிறது.



3.3 கிளைக்காலிசிஸ்

கிளைக்காலிசிஸ் ஒரு ஆக்சிஜனேற்ற வளர்சிதை மாற்ற செயல்முறையாகும். இச்செயல்முறையில், தொடர்ச்சியான பத்து நொதி வினைவேக மாற்ற வினைகளினால், குளுக்கோசானது இரு மோல் பைருவேட்டாக மாற்றமடைகிறது. மேலும் ATP வடிவில் வேதி ஆற்றல் உருவாகிறது. இச்செயல்முறையில் துணை நொதி NAD^+ ஆனது ஆக்சிஜனேற்றியாக செயல்படுகிறது. கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வில் ஆக்சிஜன் மூலக்கூறு ஏதும் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. எனவே இச்செயல்முறை ஒரு காற்றில்லா வழிமுறையாகும் (anaeraobic pathway) காற்றுள்ள சூழலில், சிட்ரிக் அமில சுழற்சியின் மூலம் கிளைக்காலிசிஸ் செயல்முறையில் உருவான பைருவேட் ஆனது மேலும் CO_2 ஆக ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. ஆனால், காற்றில்லா சூழலில், பைருவேட் ஆனது லாக்டேட் ஆக மாற்றடைகிறது. இச்செயல்முறை அனைத்து செல்களிலும் உள்ள சைட்டோபிளாசத்தில் நிகழ்கிறது.

3.3.1 கிளைக்காலிசிஸ் வழிமுறையின் வினைகள்

கிளைக்காலிசிஸ் செயல்முறையில் இரு படிநிலைகள் உள்ளன. அவையானவை முன்துவக்க நிலை மற்றும் ஆற்றல் பெறும் நிலை.

முன்துவக்க நிலை

இப்படிநிலையானது, முதல் ஐந்து வினைகளை உள்ளடக்கியது. இப்படிநிலையில் ஒரு

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 69 4/20/2020 1:32:21 PM

மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் ஆனது இரு மூலக்கூறு கிளிசரால்டிஹைடு –3– பாஸ்பேட் ஆக மாற்றமடைகிறது. இப்படிநிலையானது ஆற்றலை பயன்படுத்தும் நிலையாகும். இதில் இரு ATP மூலக்கூறுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஆற்றல் பெறும் நிலை

இப்படிநிலையானது, மீதமுள்ள ஐந்து வினைகளை உள்ளடக்கியது. இதில் கிளிசரால்ஹைடு – 3 – பாஸ்பேட்டானது பைருவேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இப்படிநிலை ஆற்றல் உருவாகும் படிநிலையாகும். ஒரு கிளிசிரால்ஹைடு – 3 – பாஸ்பேட் மூலக்கூறுக்கு இரு மூலக்கூறு ATP ஆனது ADP யிலிருந்து உருவாகிறது. அதாவது இரு கிளிசிரால்ஹைடு – 3 – பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகளுக்கு மொத்தமாக நான்கு ATP மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன.

ஒட்டுமொத்த கிளைகாலிசிஸ் செயல்முறையில், ஒவ்வொரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறும் பைருவேட்டாக மாற்றப்படும் போது, நிகர ஆதாயமாக இரு ATP மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன. ஒட்டுமொத்த செயல்முறையை பின்வரும் சமன்பாட்டின் மூலம் குறிப்பிட இயலும்.

குளுக்கோஸ் $+ 2NAD^+ + 2ADP + 2P_i \rightarrow 2$ பைருவேட் $+ 2NADH + 2\ ATP + 2H^+ + 2H_2O$

முன்துவக்க நிலையில் நிகழும் வினைகள்

படி 1: ATP மூலக்கூறிலிருந்து ஒரு பாஸ்பேட் தொகுதியானது, குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுக்கு மாற்றப்படுவதால் குளுக்கோஸ் பாஸ்பாரிலேற்றம் அடைந்து குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட் மற்றும் ADP யைத் தருகிறது. இப்படிநிலை ஆற்றல் பயன்படுத்தப்படும் படிநிலையாகும். மேலும் தேவையான ஆற்றல் ATP மூலக்கூறுகள் சிதைக்கப்படுவதால் உருவாகிறது. குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட் ஆனது குளுக்கோஸைக் காட்டிலும் அதிக வினைத்திறன் மிக்கது. மேலும் அதனால் செல்சவ்வின் வழியே வெளியேற இயலாது. எனவே இது செல்லினுள் இருத்தி வைக்கப்படுகிறது. இப்படிநிலையில் ஹெக்சோகைனேஸ் என்ற நொதியானது வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

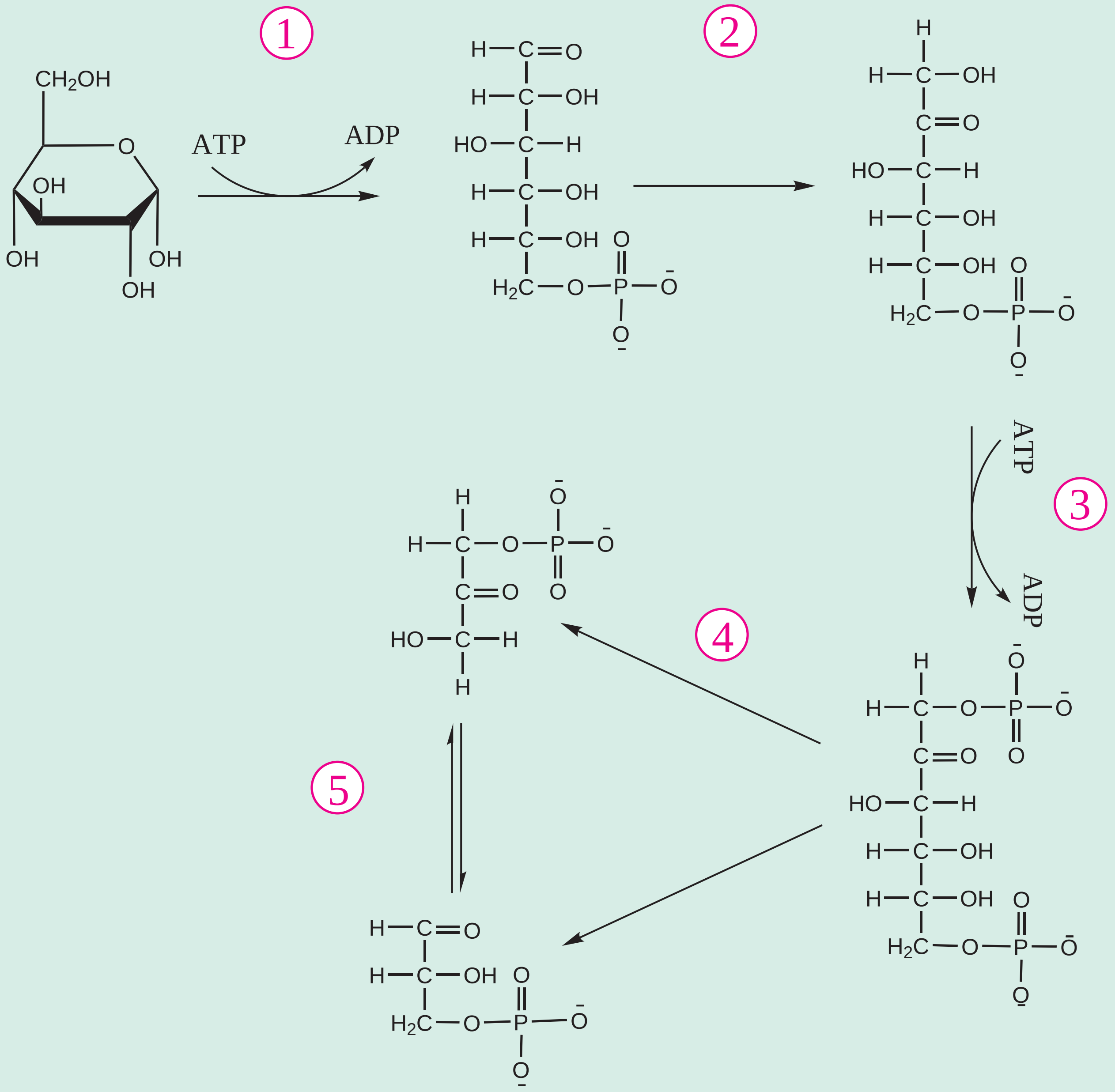
படி 2: குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட் மாற்றியமாதலுக்கு உட்பட்டு ஃபிரக்டோஸ் – 6 – பாஸ்பேட் ஆக மாற்றமடைகிறது. இப்படிநிலையில் பாஸ்போகுளுக்கோஐசோமரேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

படி 3: முதல் படியைப் போலவே இப்படிநிலையில் ஃபிரக்டோஸ் –6– பாஸ்பேட்டானது ATP யால் பாஸ்பாரிலேற்றத்திற்கு உட்பட்டு ஃபிரக்டோஸ் – 1,6– பிஸ்பாஸ்பேட்டை தருகிறது. இப்படிநிலையில் பாஸ்போஃபிரக்டோகைனேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

படி 4: இப்படிநிலையில் 6 கார்பனைக் கொண்ட ஃபிரக்டோஸ் –1, 6 – பிஸ்பாஸ்பேட்டானது பிளவுற்று இரு மூலக்கூறு 3 கார்பன் சர்க்கரை மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகிறது. அவையாவன, டைஹைட்ராக்சி அசிட்டோன் பாஸ்பேட் (DHAP) மற்றும் கிளிசரால்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட். இவைகள் ஒன்றுக்கொன்று மாற்றியங்களாகும். இப்படிநிலையில் ஆல்டோலேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

படி 5: இப்படிநிலையில் ட்ரையோஸ்பாஸ்பேட் ஐசோமரேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்பட்டு டைஹைட்ராக்சி அசிட்டோன் மற்றும் கிளிசிரால்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட் ஆகியன ஒன்றிலிருந்து ஒன்றாக மற்றொன்றாக மாற்றமடைதலை ஊக்குவிக்கிறது. இவ்விரு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே சமநிலை காணப்படுகிறது. ஆனால், கிளைக்காலிசிஸின் அடுத்தடுத்த தொடர்ச்சியான படிநிலைகளில் கிளிசரால்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட்டானது

பயன்படுத்தப்படுவதால் சமநிலையானது கிளிசரால்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட் உருவாதலை நோக்கி நகர்கிறது. கிளைக்காலிசிஸ் தொடர்ந்து நடைபெறும் போது அனைத்து DHAP மூலக்கூறுகளும் கிளிசரால்டிஹைடு – 3– பாஸ்பேட்டாக மாற்றமடைகின்றன. (படம் 3.3)



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.

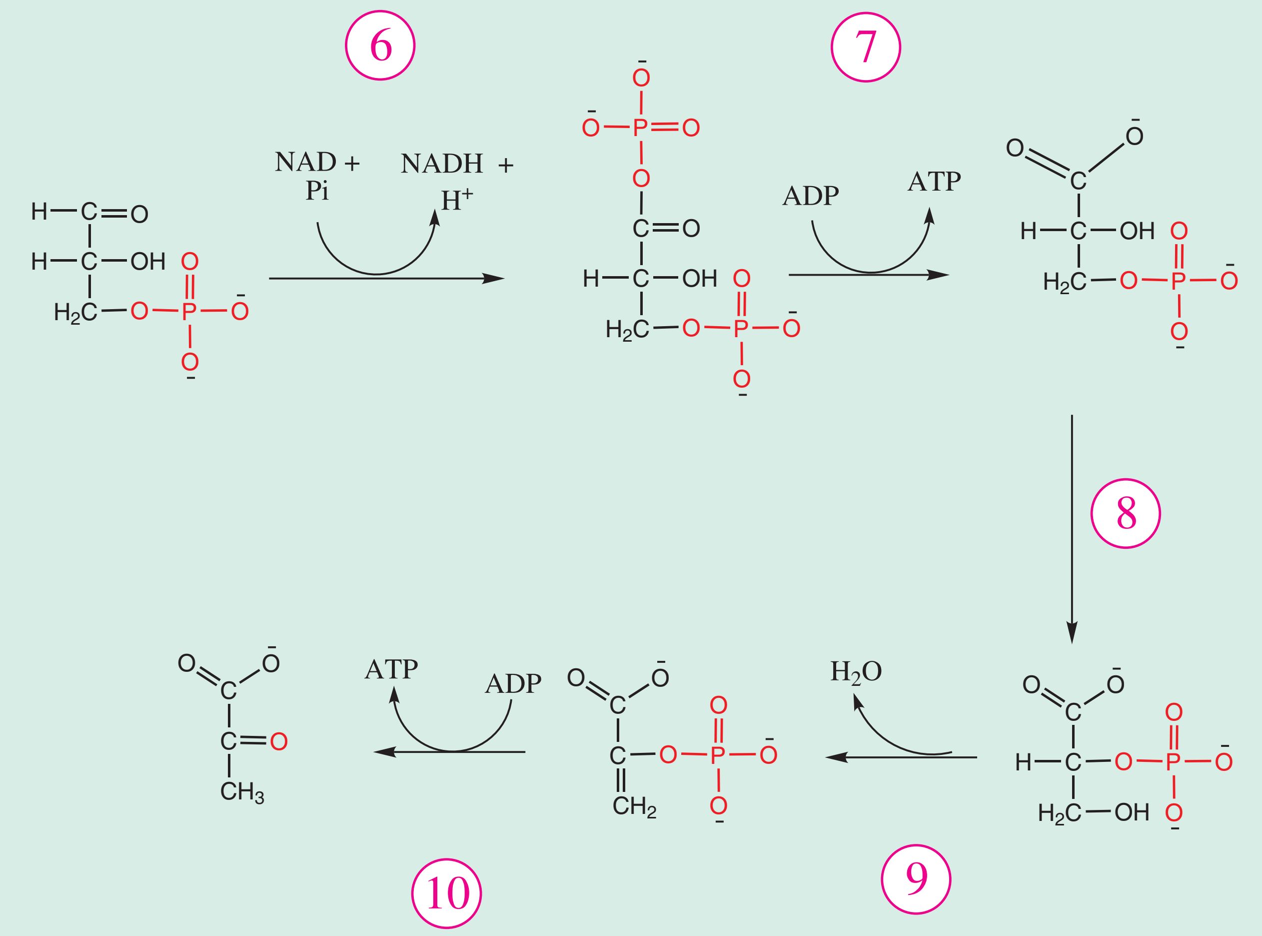
XII U3 Carbohydrates_TM.indd 71 4/20/2020 1:32:21 PM

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.

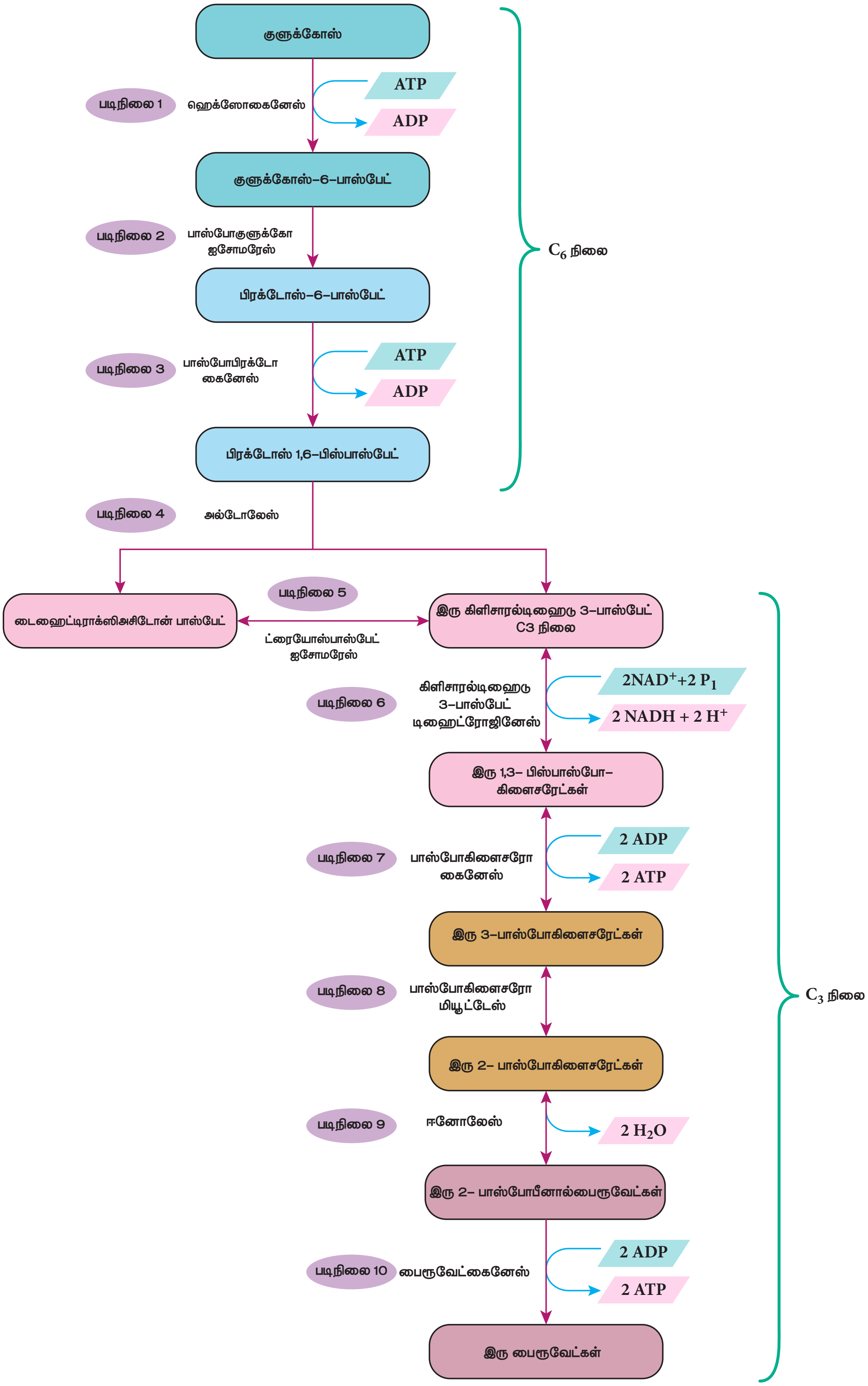
படி 10: இறுதி படிநிலையில் PEP ஆனது பாஸ்பேட் தொகுதியை ADP யிடம் இழந்து பைருவேட்டை தருகிறது. இது கிளைக்காலிசிஸின் இறுதி வினைப்பொருளாகும். இவ்வினையில் ஒரு மூலக்கூறு ATP உருவாகிறது. மேலும், இவ்வினையில் பைருவேட் கைனேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது. (படம் 3.4)



படம் 3.4 கிளைகாலிஸ்சின் செயல்முறையின் ஆற்றல் பெறும் நிலை

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 72 4/20/2020 1:32:21 PM

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
டைஹைட்டிராக்ஸிஅசிடோன் பாஸ்பேட்
படிநிலை 5
ட்ரையோஸ்பாஸ்பேட் ஐசோமரேஸ்
இரு கிளிசரால்டிஹைடு 3–பாஸ்பேட் C3 நிலை
படிநிலை 6
கிளிசரால்டிஹைடு 3–பாஸ்பேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ்
$2NAD^+ + 2 P_1$
$2 NADH + 2 H^+$
இரு 1,3– பிஸ்பாஸ்போ– கிளைசரேட்கள்
படிநிலை 7
பாஸ்போகிளைசரோ கைனேஸ்
2 ADP
2 ATP
இரு 3–பாஸ்போகிளைசரேட்கள்
படிநிலை 8
பாஸ்போகிளைசரோ மியூட்டேஸ்
இரு 2– பாஸ்போகிளைசரேட்கள்
படிநிலை 9
ஈனோலேஸ்
$2 H_2O$
இரு 2– பாஸ்போபீனால்பைருவேட்கள்
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	கிளிசரால்டிஹைடு – 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

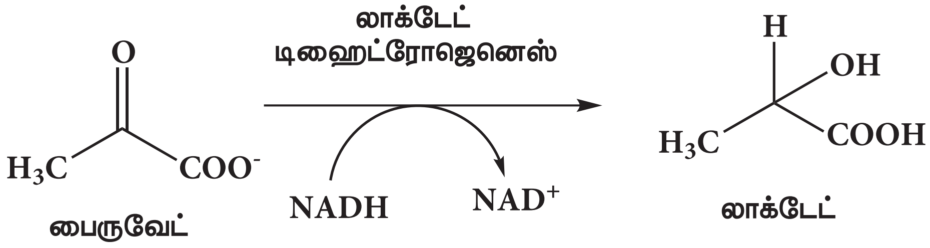
3.3.4 காற்றில்லா சூழலில் கிளைக்காலிசிஸ்

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

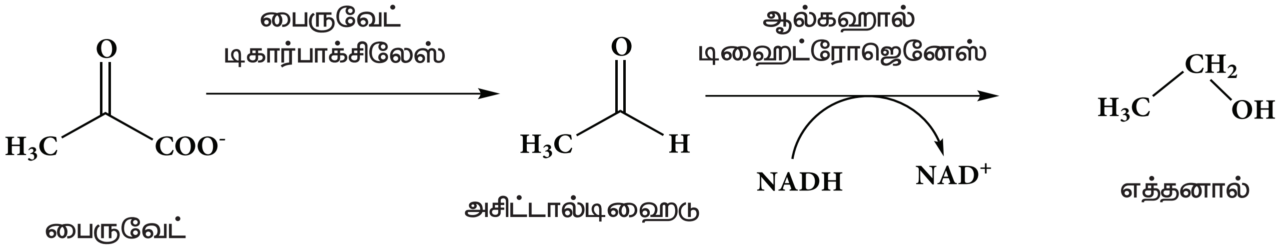
ஏற்கனவே விவரிக்கப்பட்டவாறு, வரம்பிற்குட்பட்ட ஆக்சிஜன் காணப்படும் போது, காற்றில்லா கிளைக்காலிசிஸ் செயல்முறையில் குளுக்கோஸானது லாக்டேட்டாக மாற்றமடைகிறது. ஆக்சிஜன்

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 74 4/20/2020 1:32:22 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 அசிட்டால்டிஹைடாக 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

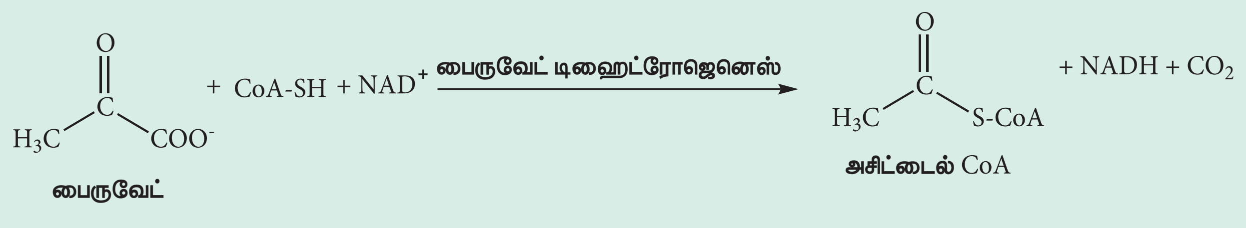
யூக்கேரியாட்டுகள் மற்றும் புரோக்கேரியாட்டுகளில் நிகழும் ஒரு பொதுவான ஆக்சிஜனேற்ற சிதைதல் சிட்டிரிக் அமில சுழற்சி ஆகும். இச்செயல்முறை மைட்டோகாண்டிரியாவில் நிகழ்கிறது. இச்சுழற்சி செயல்முறையானது டிரைகார்பாக்சிலிக் அமில சுழற்சி அல்லது கிரெப் சுழற்சி எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. மேலும், இது செல் சுவாசத்தின் மைய 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 இருமைத் 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 4/20/2020 1:32:22 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.



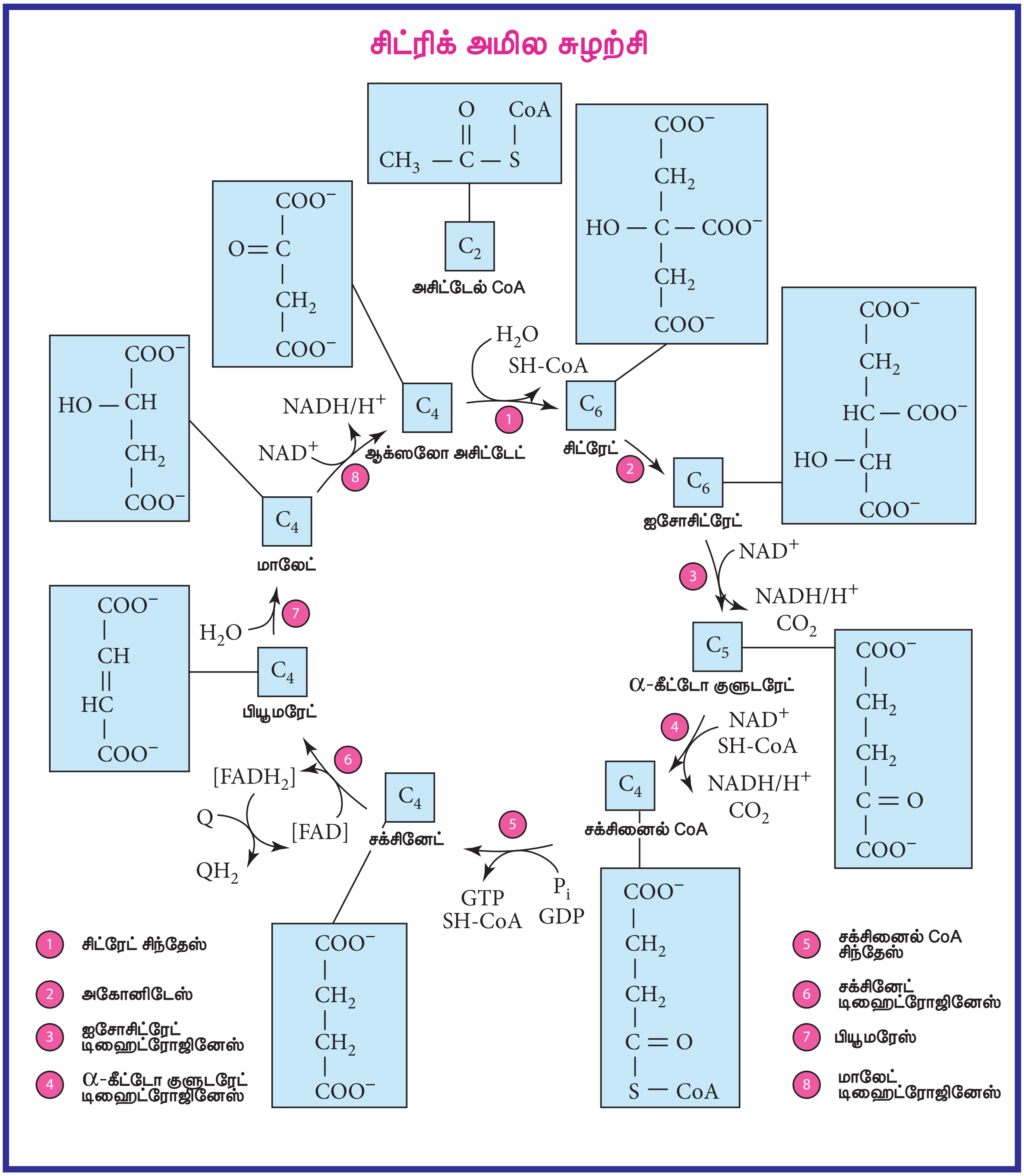
படி 1: இச்சுழற்சியின் முதல் படிநிலையில் அசிட்டைல் இணை நொதி – A (இரு கார்பன்) ஆனது ஒரு ஆக்சலோ அசிட்டேட் மூலக்கூறு (4 கார்பன்) உடன் குறுக்க வினையில் ஈடுபட்டு சிட்ரேட்டைத் (6 கார்பன்) தருகிறது. இவ்வினையில் சிட்ரேட் சின்தேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது. இணை நொதி – A ஆனது ஒரு தயால் (SH) தொகுதியுடன் 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 குளுட்ரேட்டை 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 குளுட்ரேட்டானது இணை நொதி – A யின் முன்னிலையில் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து நான்கு கார்பன் மூலக்கூறான சக்சினைல் இணை நொதி – A வைத் தருகிறது. இப்படிநிலையிலும் NAD^+ ஆனது NADH ஆக ஒடுக்குகிறது. இப்படிநிலையில் α – கீட்டோ குளுட்ரேட்டிஹைட்ரோஜெனேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 76 4/20/2020 1:32:22 PM



படி 5: இப்படியில் சக்சினைல் இணை நொதி – A ஆனது சக்சினேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வினையில் அதிகளவு ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இந்த ஆற்றலானது குவானோசின் டைபாஸ்பேட்டுடன் (GDP) ஒரு கனிம பாஸ்பேட்டை சேர்த்து, குவானோசின் 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 (சக்சினேட் தயொகைனேஸ்) என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 77 4/20/2020 1:32:23 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 டிரைகார்பாக்சிலிக் 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

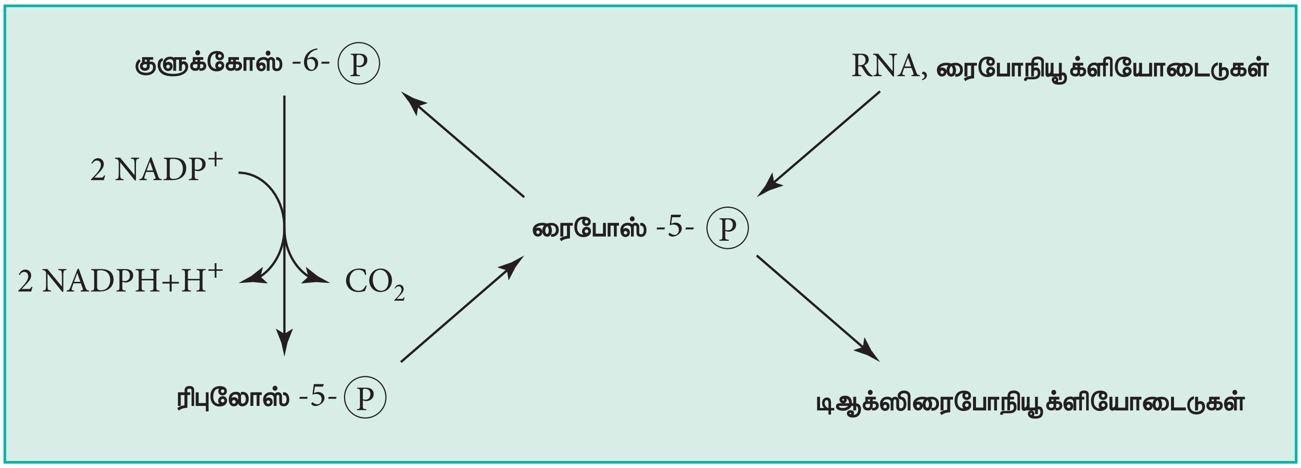
குளுக்கோஸானது கிளைக்காலிசிஸ் மற்றும் சிட்ரிக் அமில சுழற்சியின் மூலமாக ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து ஆற்றலை உருவாக்குகிறது மேலும் தேவையான முன்வினை பொருட்களை உருவாக்குகிறது என நாம் இதுவரையில் பயின்றுள்ளோம். எனினும், மற்ற பிற வழிமுறைகளும் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. அத்தகைய ஒரு வழிமுறை ஹேக்சோஸ்மோனோபாஸ்பேட் இணை வழித்தடமாகும்.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

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 78 4/20/2020 1:32:23 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 அனுமதிப்பதுடன் குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டை (ஆறு சுழற்சிகளில்) கார்பன் டை ஆக்சைடாக மாற்றுகிறது.



ஆக்சிஜனேற்ற படிநிலையில் நிகழும் வினைகள்

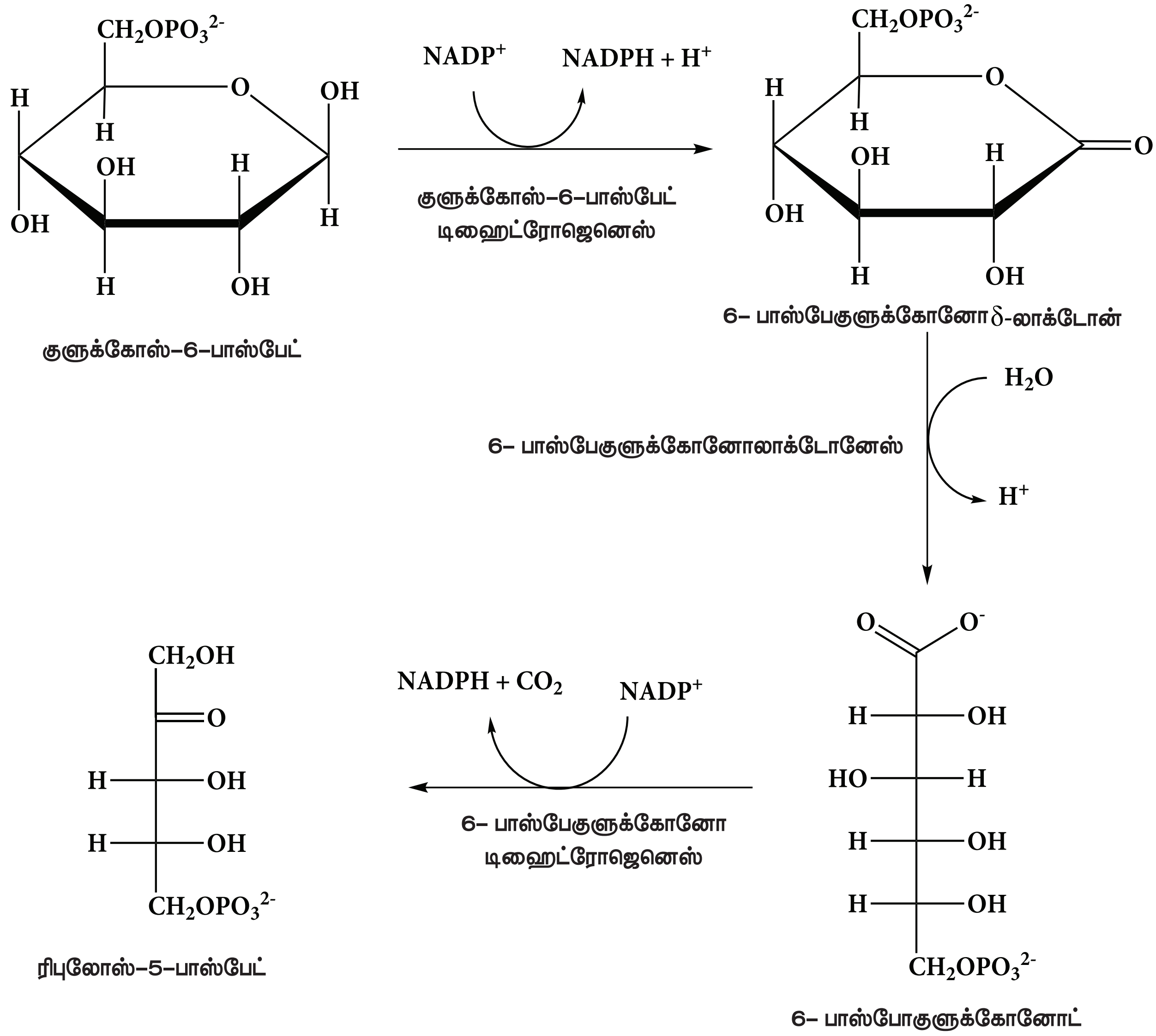
ஆக்சிஜனேற்ற படிநிலையில் மூன்று நொதிகள் தேவைப்படுகின்றன.

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 $NADP^+$ ஐ ஒடுக்குகிறது. மேலும் 6 – பாஸ்போ குளுக்கோனேட்டை கார்பாக்சில் நீக்கமடையச் செய்து ரிபுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டைத் (பென்டோஸ்) தருகிறது.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 79 4/20/2020 1:32:23 PM



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.

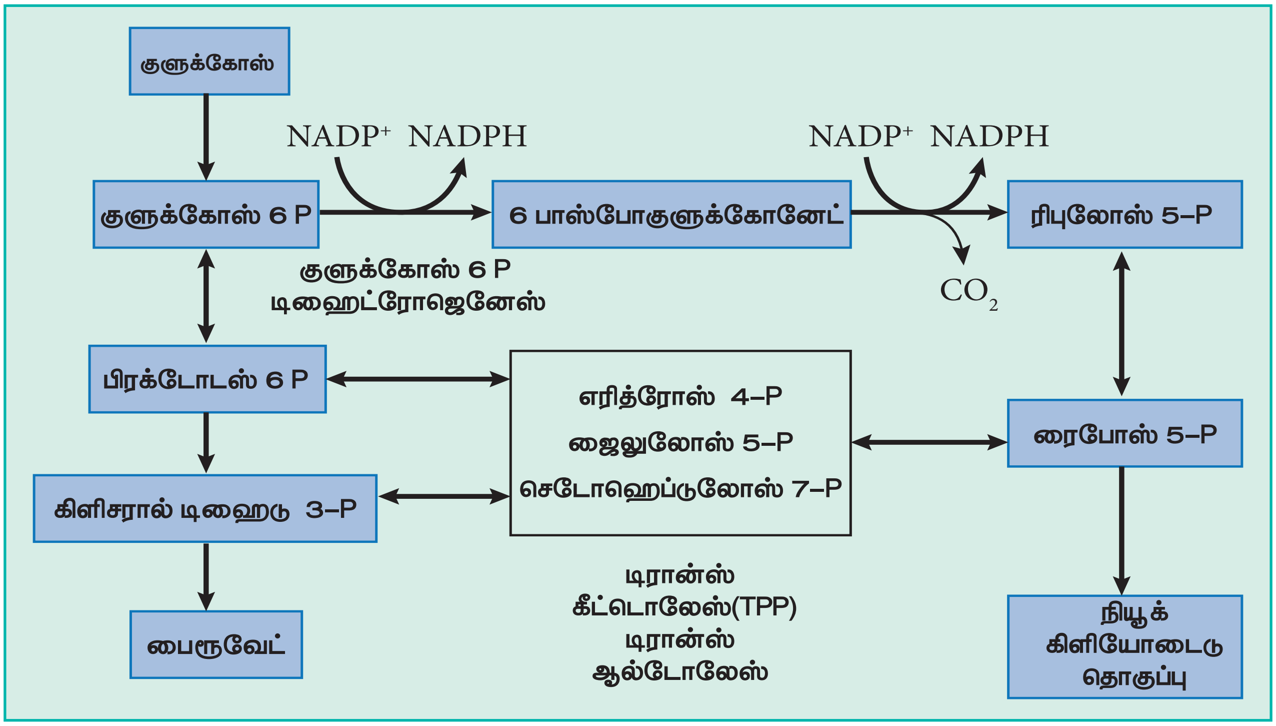
படி 1: இரு மூலக்கூறு ரிபுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டானது சைலுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டாக ரிபுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட் எபிமரேஸ் என்ற நொதியால் மாற்றமடைகிறது. மேலும், ரிபுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட் ஐசோமரேஸ் என்னும் நொதியால் மூன்றாவது மூலக்கூறானது ரிபோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டாக மாற்றமடைகிறது.

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 4/20/2020 1:32:23 PM

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



3.6 கிளைக்கோஜன் வளர்சிதை மாற்றம்

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 கிளைக்கோஜனை பெறும் உயிரித்தொகுப்பு வினைகள் கிளைக்கோஜெனிசிஸ்என அழைக்கப்படுகிறது.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 4/20/2020 1:32:24 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.

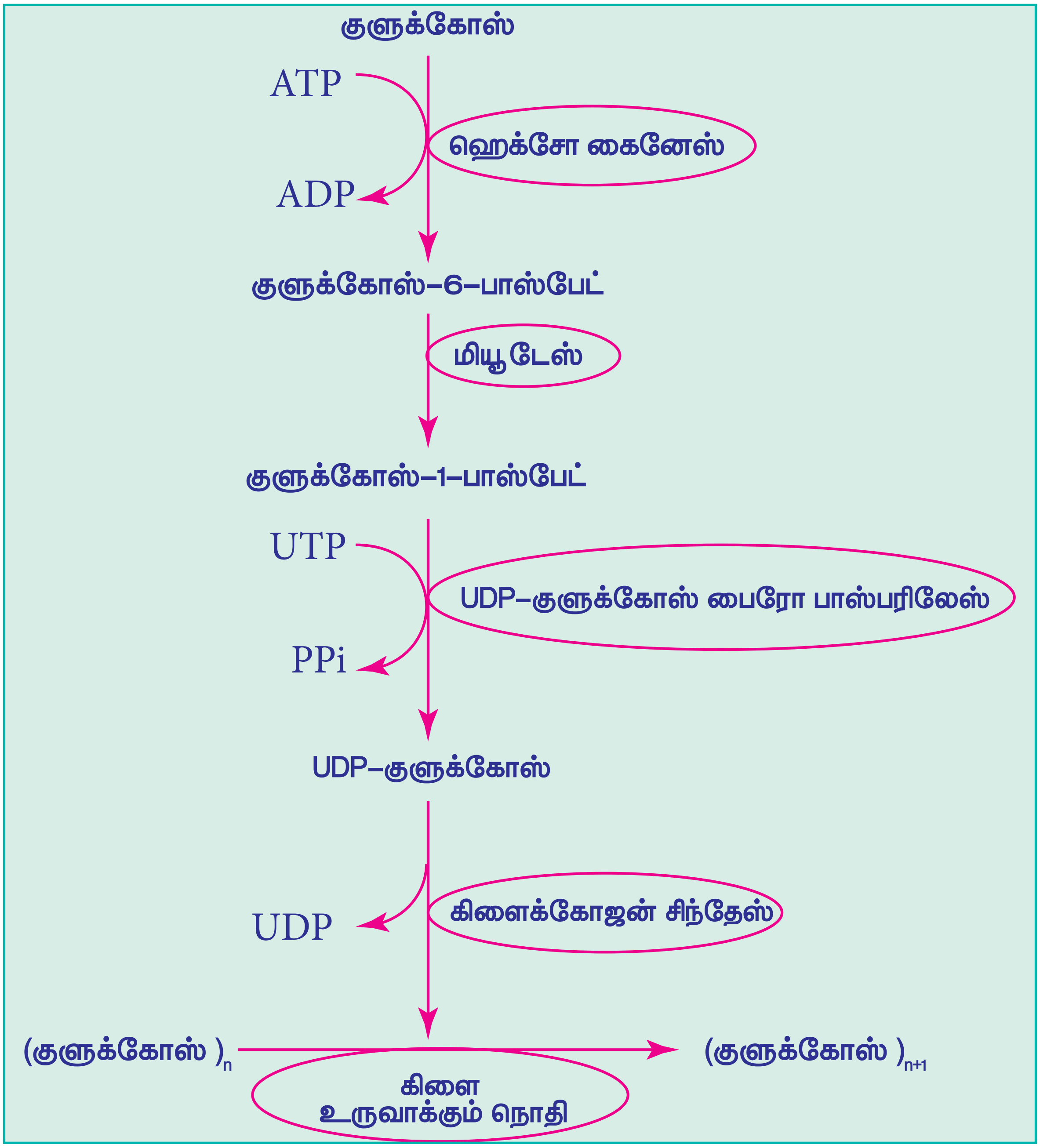
படி 4: கிளைக்கோஜன் தொகுத்தலை தூண்டும் பொருட்டு, UDP – குளுக்கோஸ் ஆனது கிளைக்கோஜன் ஒருபடியுடன் (primer) (கிளைக்கோஜனின் ஏற்கனவே உள்ள ஒரு சிறு பகுதி ஒருபடியாக பயன்படுகிறது) இணைக்கப்படுகிறது. UDP – குளுக்கோஸ் வடிவில் உள்ள குளுக்கோஸானது கிளைக்கோஜெனினால் ஏற்கப்படும். ஆரம்பத்திலுள்ள குளுக்கோஸ் அலகானது கிளைக்கோஜெனினின்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

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.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 82 4/20/2020 1:32:24 PM



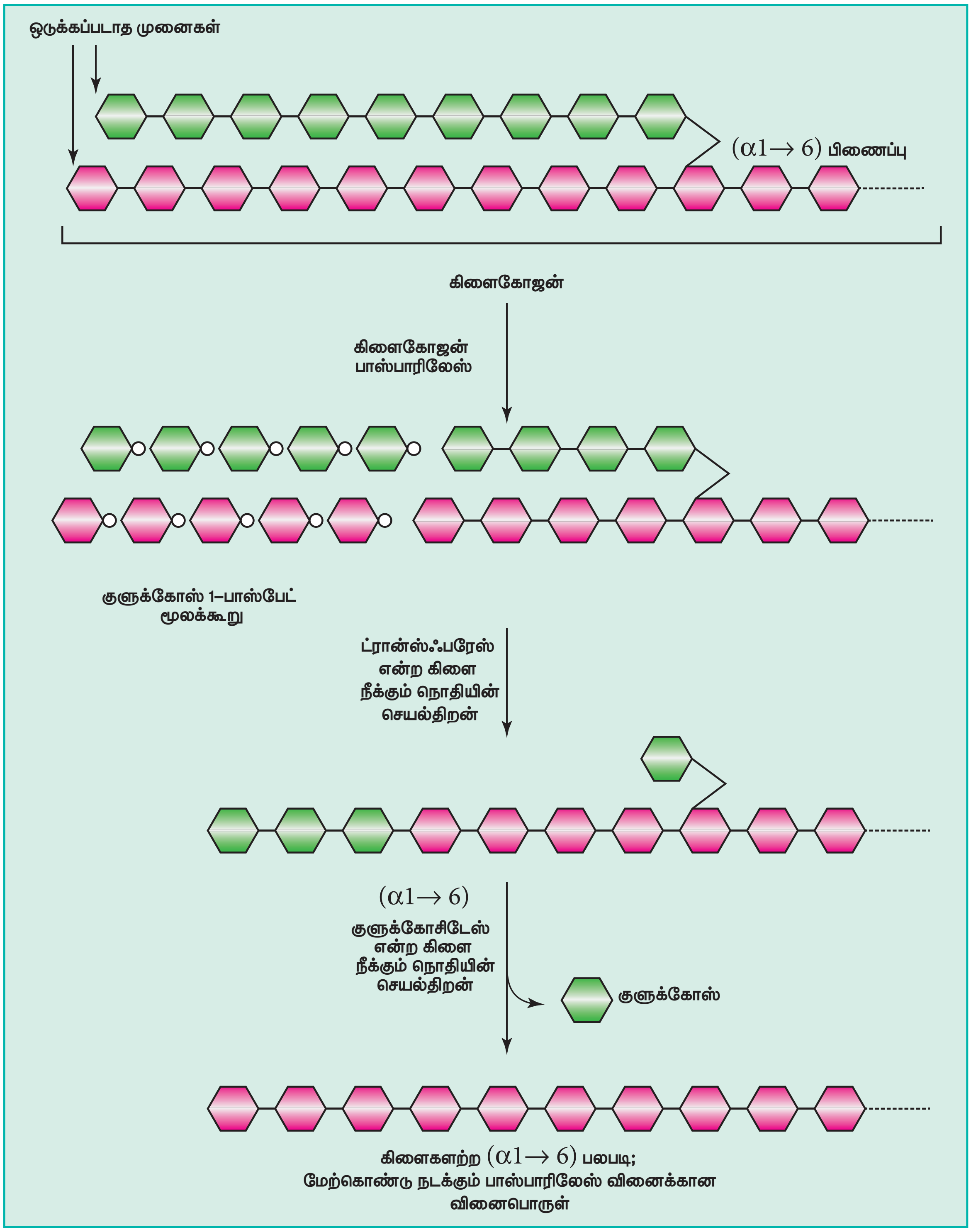
3.6.2 கிளைக்கோஜினாலிசிஸ்

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 தூண்டப்பட்ட 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 பாஸ்பாரிலேற்றம் அடைந்த குளுக்கோஸ் ஒருபடிகள் படிபடியாக நீக்கப்படுதலை உள்ளடக்கிய செயல்முறை கிளைக்கோஜனாலிசிசிஸ் ஆகும். முனைய குளுக்கோஸை கிளைக்கோஜன் கிளையுடன் இணைக்கும் கினக்கோசைடிக்

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.

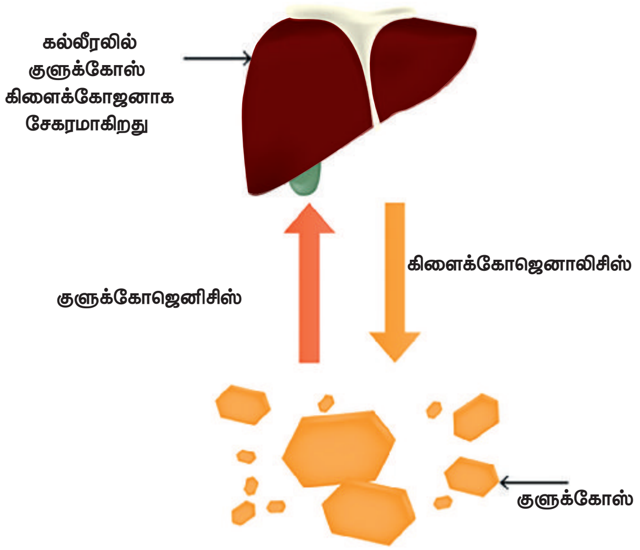
இரண்டாவது நொதியான பாஸ்போ குளுக்கோமியூட்டேஸ் ஆனது குளுக்கோஸ் – 1 – பாஸ்பேட்டை குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டாக மாற்றுகிறது. கிளைக்கோஜனில் நேரான α (1–4) இணைப்பு மற்றும் கிளைகளுடைய α (1–6) இணைப்பு ஆகியன காணப்படுகின்றன.



கிளைக்கோஜினொலைஸ் நிகழ்வின் போது, கிளைக்கோஜெனினின் கிளைகளிலிருந்து குளுக்கோஸ் அலகுகள் பாஸ்பாரிலேற்றம் அடைகின்றன.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 84 4/20/2020 1:32:24 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.

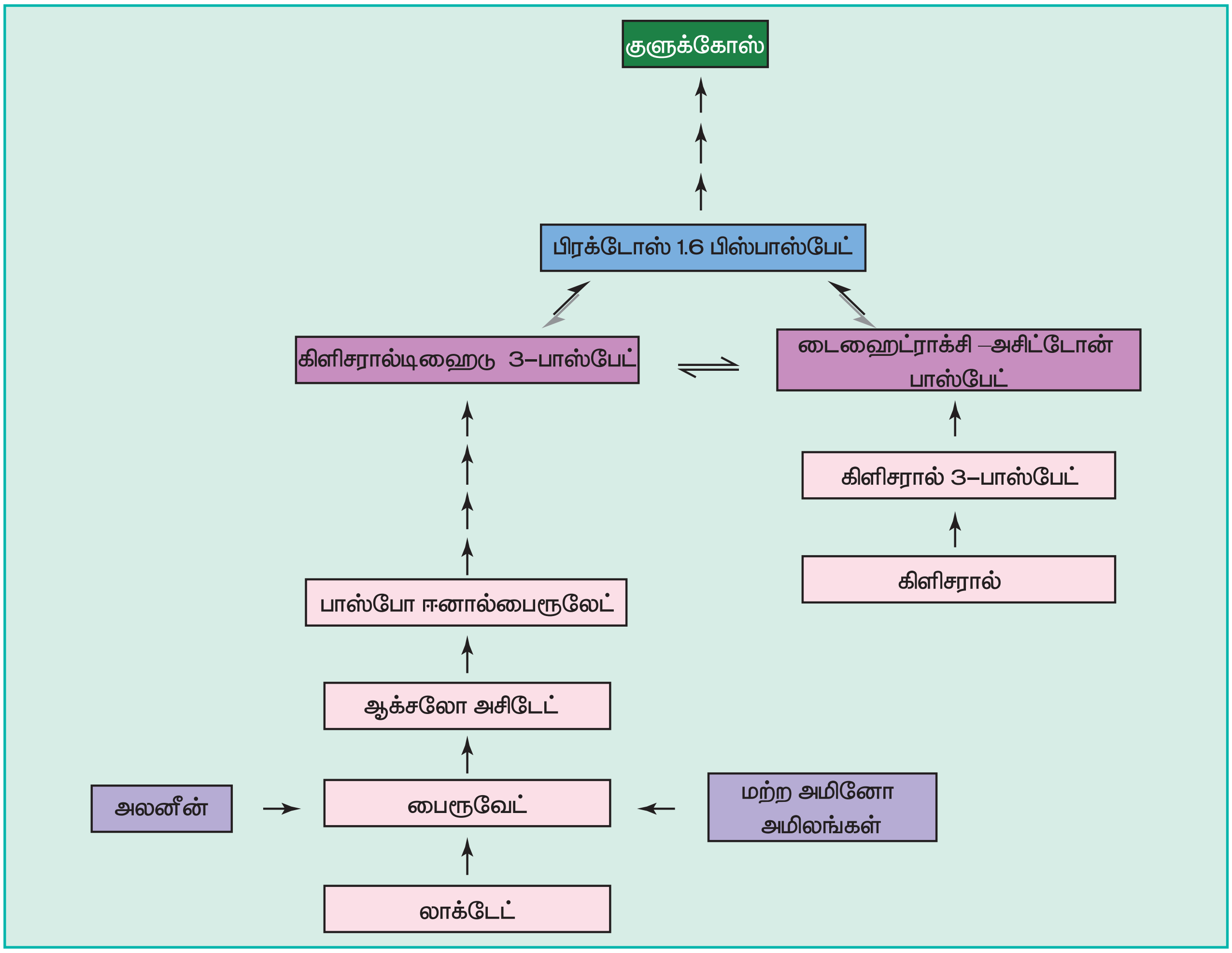
குளுக்கோஸானது வளர்சிதை மாற்றத்தில் எரிப்பொருளாகவும் மற்ற உயிர் மூலக்கூறுகள் தொகுக்கப்படுவதற்கு தேவையான முக்கிய வினை முன்பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. மூளை மற்றும் இரத்த சிகப்பணுக்கள் தங்கள் ஆற்றல் தேவைக்கு பெரும்பாலும் குளுக்கோஸ் வளர்ச்சிதை மாற்றத்தை நம்பியே உள்ளன. உண்ணா நிலையில், மூளைக்கு குளுக்கோஸை அரை 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 4/20/2020 1:32:25 PM

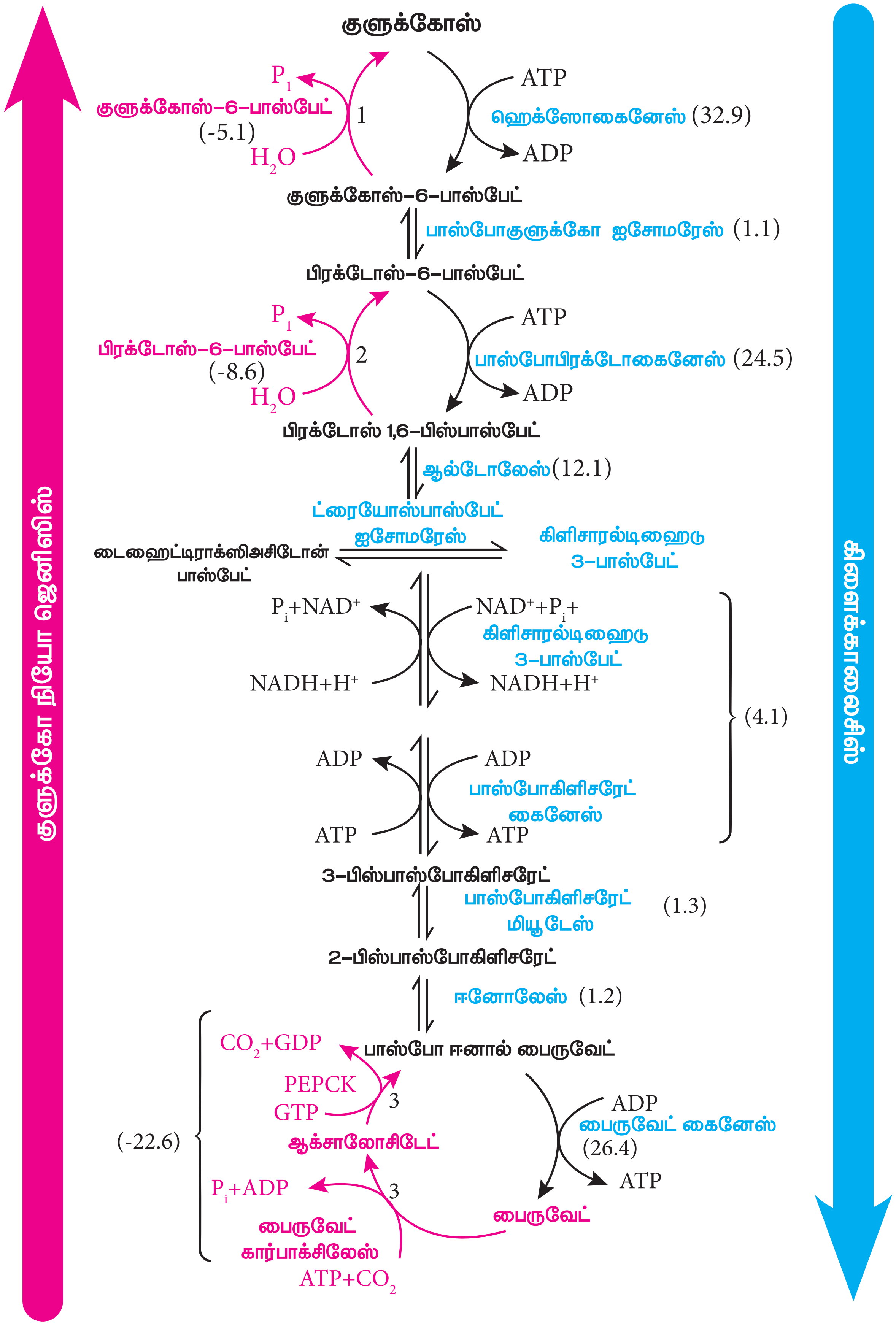
இடைநிலை பொருட்கள், பெரும்பாலான அமினோ அமிலங்களில் கார்பன் பின்புலம் எனினும் முதலில் மேற்கொண்டுள்ள அனைத்து வினைப்பொருட்களும் ஆக்சலோ அசிட்டேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இதுவே குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் செயல்முறையின் துவக்க வினைப்பொருளாகும்.



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 மீளா 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 வெவ்வேறான நொதிகள் 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 4/20/2020 1:32:25 PM



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

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 டிஹைட்ரோஜெனேஸால் மாற்றப்படுகிறது. இறுதியாக ஆக்சலோ அசிட்டேடானது PEP கார்போ கைனேசால் PEP ஆக மாற்றப்படுகிறது.

இதனை தொடர்ந்து நிழும் பல்வேறு படிகள் கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வில் நடக்கும் வினைகளுக்கு எதிர்திசையில் 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 பாஸ்போஈனால் பைருவேட்டாக 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 குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ்: 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 குளுக்கோசின் முக்கிய 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.

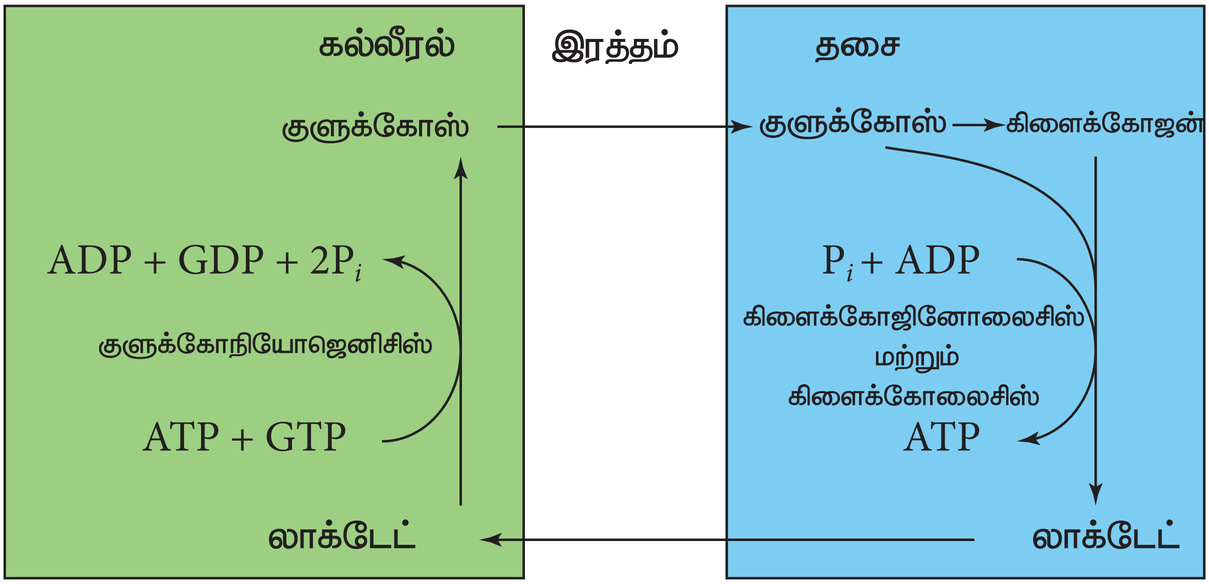
$$\text{கிளிசரால்} + \text{ATP} \xrightarrow[\text{கைனேஸ்}]{\text{கிளிசரால்}} \text{கிளிசரால் – 3– பாஸ்பேட்} + \text{ADP}$$

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

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

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 மூலமாக ATP மீளவும் உருவாகிறது. ATP தேவையானது ஆக்சிஜனேற்ற

பாயத்தை (flux) 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. இது **கோரி சுழற்சி** என அழைக்கப்படுகிறது.

இது ATP பயன்படுத்தப்படும் கிளைக்காலிசிஸ் / குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் வழிமுறையினை 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 லேக்டேட்டுகளும் 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 குளுக்கோசுடன் கூடிய அதிக அளவு சிறுநீர் வெளியேறுகிறது.

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

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 புரத ஏற்பியுடன் பிணைந்து இன்சுலின் 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 குளுக்ககானுடன், 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.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 90 4/20/2020 1:32:26 PM

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 நீரிழிவு 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 இனங்காண 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.
- **பாலியூரியா** இது அதிக அளவு சிறுநீர் வெளியேறுதலைக் குறிப்பிடுகிறது. சிறுநீரில் காணப்படும் அதிகப்படியான குளுக்கோசினை வெளியேற்ற இந்நிகழ்வு ஏற்படுகிறது.
- **பாலிடிப்சியா** அதிக தாகத்தின் காரணமாக நீர் எடுத்துக்கொள்ளுதல் அதிகரிக்கிறது. இந்நிலை பாலிடிப்சியா எனப்படுகிறது. பாலியூரியா நிகழ்வினால் வெளியேற்றப்படும் நீரினை பதிலீடு செய்ய இந்நிலை 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 பூஞ்சைத்தொற்று மற்றும் சிறுநீர் வெளியேறும் புறவழியில் தொற்று ஏற்படுதல்

3.8.3 கண்டறிதல்

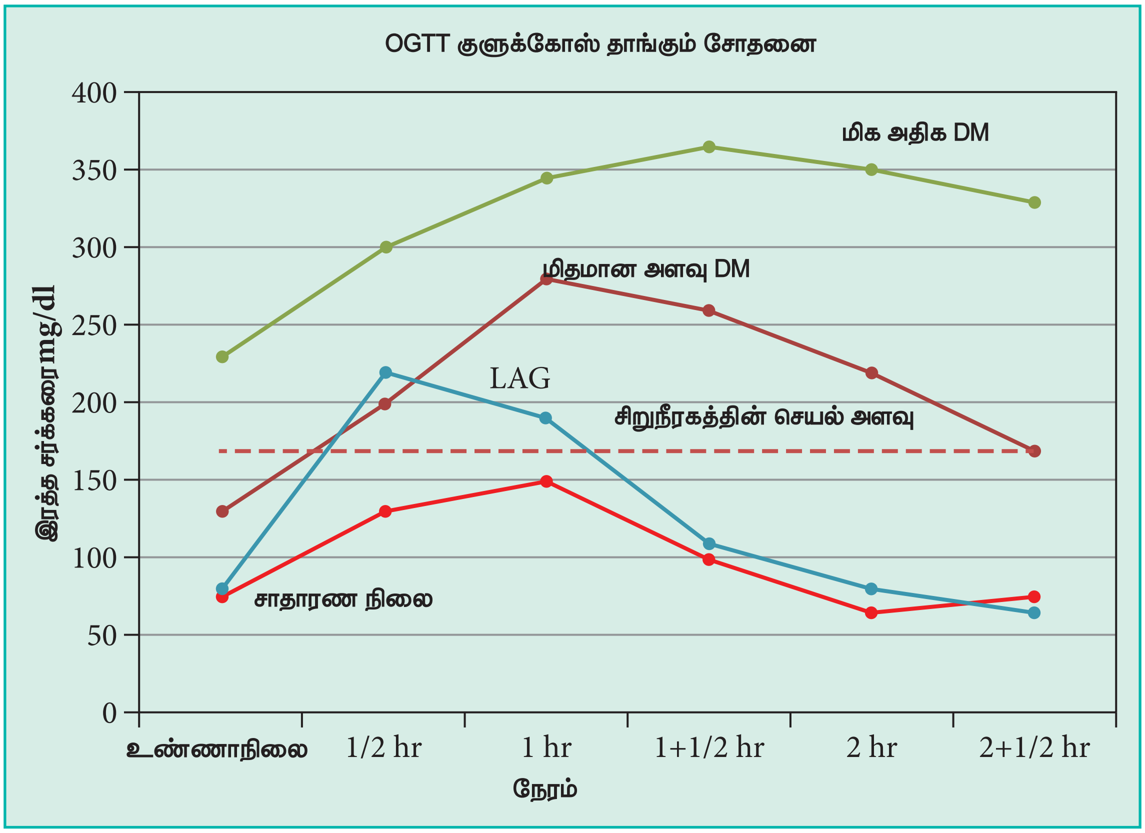
நீரிழிவு நோயானது உண்ணா நிலையில் இரத்த சர்க்கரை அளவைக் கண்டறிதல் அல்லது HbA_1C, இரத்த சோதனையின் (கிளைகேட்டட் ஹீமோகுளோபின் சோதனை எனவும் அழைக்கப்படுகிறது) மூலம் கண்டறியப்படுகிறது. HbA_1C சோதனை மேற்கொள்ள உண்ணாமல் இருக்க வேண்டிய அவசியமில்லை. உண்ணா நிலை இரத்த சர்க்கரை கண்டறியும் சோதனைக்கு குறைந்தபட்சம் எட்டு மணிநேரம் எதனையும் உண்ணாமல் இருக்க வேண்டும். உண்ணாநிலையில் இயல்பான இரத்த சர்க்கரையின் அளவு 100mg / dl (5.6 mmol/L)

சோதனை	இயல்பான குளுக்கோஸ் அளவு	நீரிழிவு நோயாளியின் இரத்த குளுக்கோஸ் அளவு
உண்ணா நிலை இரத்த 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_1C 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 ஆனது சர்க்கரைக்கு (glucose) எவ்வாறு எதிர்வினையாற்றுகிறது என்பதனை அளந்தறிய குளுக்கோஸ் உடல் சகிப்புத்தன்மை சோதனை அல்லது வாய்வழி குளுகோஸ் உடல் சகிப்புத் தன்மை சோதனை (OGTT) பயன்படுகிறது. இச்சோதனை வகை – 2 நீரிழிவு 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 இரத்த குளுக்கோஸ் அளவு கண்டறியப்படுகிறது. இச்சோதனை மேற்கொள்ள தோராயமாக மூன்று மணிநேரம் தேவைப்படுகிறது.

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

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 92 4/20/2020 1:32:26 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 நிகழ்வில் 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. காற்றுள்ள சூழலில் 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 4/20/2020 1:32:26 PM

9. லாக்டேட் ஆனது குளுக்கோஸாக 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 4/20/2020 1:32:26 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 சுழற்சியில் 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?

9. கிளைக்காலிசிஸ் செயல்முறையின் தொடர்பினைகளை கூறுக.

10. சிட்ரிக் அமில சுழற்சி, எலக்ட்ரான் கடத்தல் மற்றும் ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பரிலேற்றத்தால் 0.5 மோல் 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 அளவிளான பாஸ்பாரிலேற்றமா?

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

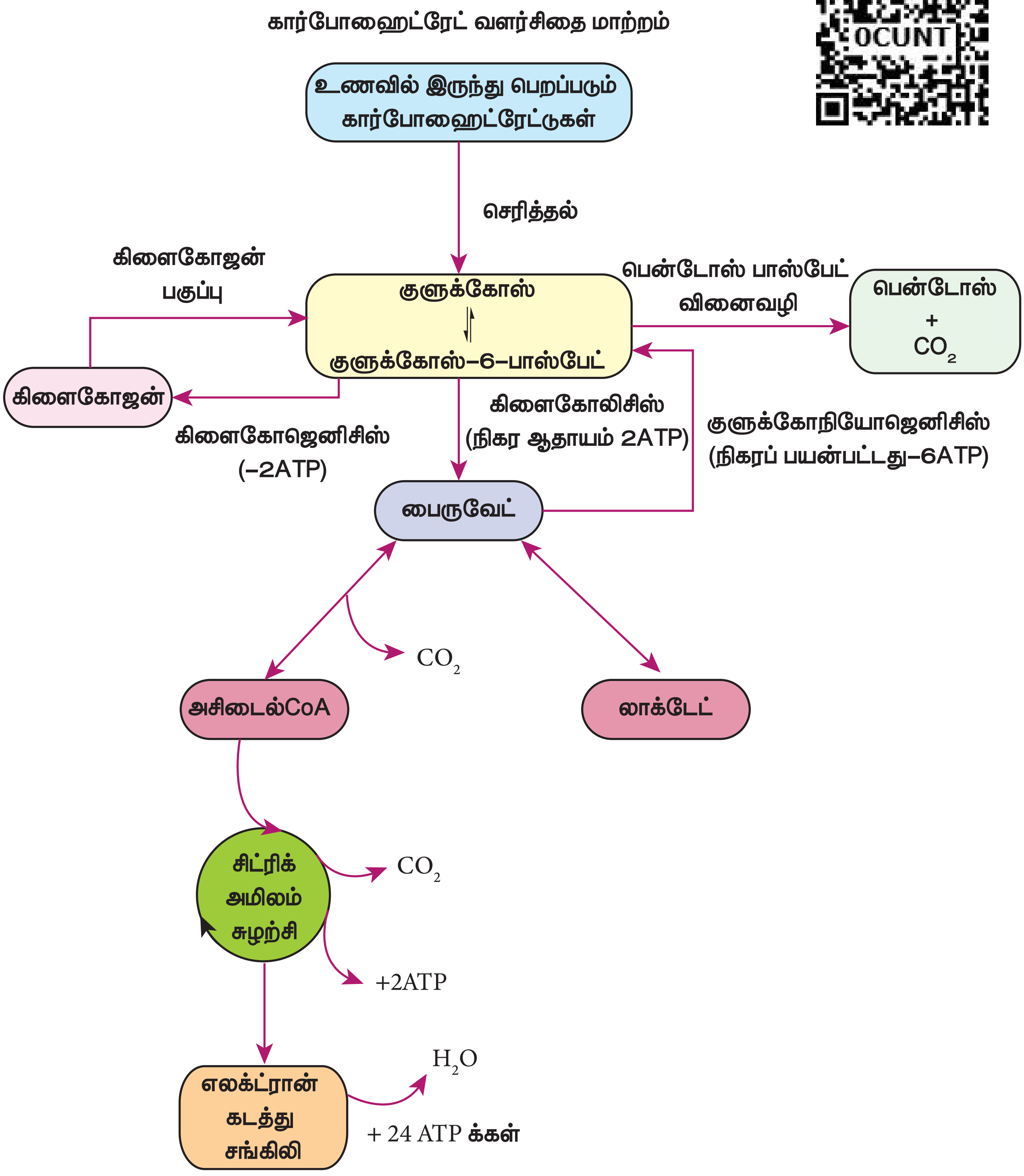
22. தசைதிசுக்களில், காற்றில்லா நிலையில் குளுக்கோசின் சிதைவு மாற்ற வினையின் இறுதி விளைபொருள் யாது?

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 4/20/2020 1:32:26 PM

கருத்துவரைபடம்



XII U3 Carbohydrates_TM.indd 97 4/20/2020 1:32:27 PM