www.tnschoolbooks.in

தமிழ்நாடு அரசு

மேல்நிலை இரண்டாம் ஆண்டு

உயிர் வேதியியல்

தமிழ்நாடு அரசு விலையில்லாப் பாடநூல் வழங்கும் திட்டத்தின் கீழ் வெளியிடப்பட்டது

பள்ளிக் கல்வித்துறை

தீண்டாமை மனிதநேயமற்ற செயலும் பெருங்குற்றமும் ஆகும்

Introduction Pages.indd 1 4/21/2020 4:01:21 PM

www.tnschoolbooks.in

தமிழ்நாடு அரசு

முதல் பதிப்பு - *2019*

திருத்திய பதிப்பு - *2020, 2022*

மறுபதிப்பு - *2021, 2023, 2024*

(புதிய பாடத்திட்டத்தின்கீழ்
வெளியிடப்பட்ட நூல்)

விற்பனைக்கு அன்று

பாடநூல் உருவாக்கமும் தொகுப்பும்

மாநிலக் கல்வியியல் ஆராய்ச்சி
மற்றும் பயிற்சி நிறுவனம்
© SCERT 2019

நூல் அச்சாக்கம்

தமிழ்நாடு பாடநூல் மற்றும்
கல்வியியல் பணிகள் கழகம்

www.textbooksonline.tn.nic.in

Introduction Pages.indd 2 16/12/2023 16:42:23

www.tnschoolbooks.in

முக்கிய அம்சங்கள் ...

	உயிர் வேதியியலின் இலக்கு	உயிர் வேதியியல் புலத்தில் உயர் கல்விக்கான வாய்ப்புகள் பற்றிய விவரங்கள்	
	கற்றல் நோக்கங்கள்	மாணவர்கள் பெறவேண்டிய செயலாக்கத் திறனை / குறிப்பிட்ட திறன்களை விவரித்தல்	
	தங்களுக்குத் தெரியுமா	அன்றாட வாழ்க்கை / துறைசார்ந்த வளர்ச்சியோடு பாடப்பொருளைத் தொடர்புபடுத்தும் கூடுதல் விவரங்கள்	
	எடுத்துக்காட்டுக் கணக்குகள்	மாணவர்களின் தெளிவான புரிதலுக்காகத் தீர்க்கப்பட்ட மாதிரிக் கணக்குகள்	
	சுய மதிப்பீடு	மாணவர் தம்முடைய கற்றறிந்த திறனைத் தாமே மதிப்பீடு செய்துகொள்ள உதவுதல்.	
	விரைவுத் துலக்கக் குறியீடு (QR Code)	கருத்துகள்,காணொலிக் காட்சிகள்,அசைவூட்டங்கள் மற்றும் தனிப்பயிற்சிகள் ஆகியவற்றை விரைவாக அணுகும் வசதி	
	தகவல் தொடர்புத் தொழில்நுட்பம்	கற்றலுக்கான வளங்களுக்கு வழிகாட்டல், மாணவர்கள் அவற்றை அணுக வாய்ப்பளித்தல், கருத்துகள்/தகவல்களைப் பரிமாற வாய்ப்பளித்தல்.	
	பாடச்சுருக்கம்	பாடப்பகுதியின் கருத்தினைச் சுருக்கிய வடிவில் தருதல்	
	கருத்து வரைபடம்	பாடப்பகுதியின் கருத்துகளை ஒன்றோடொன்று தொடர்புபடுத்துவதன் வாயிலாகப் பாடப்பொருளை உணரச் செய்தல்	
	மதிப்பீடு	பன்முகத் தெரிவு வினா, எண்ணியல் கணக்கீடுகள் போன்றவற்றின் வாயிலாக மாணவரின் புரிதல் நிலையினை மதிப்பிடுதல்	
	மேற்கோள் நூல்கள்	தொடர் வாசித்தலுக்கு ஏற்ற குறிப்புதவி நூல்களின் பட்டியல்	
	விடைக் குறிப்புகள்	மாணவர் கண்டறிந்த விடைகளின் சரியான தன்மையினை உறுதிசெய்யவும் கற்றல் இடைவெளிகளைச் சரிசெய்துகொள்ளவும் உதவுதல்	
	சொற்களஞ்சியம்	முக்கியக் கலைச்சொற்களுக்கு இணையான தமிழ்ச்சொற்கள்	

Introduction Pages.indd 3 4/21/2020 4:01:22 PM

இந்தியாவிலுள்ள பல்வேறு உயிர்–வேதியியல் ஆராய்ச்சி நிறுவனங்கள்

நிறுவனத்தின் பெயர்	மேற்கொள்ளப்பட்டு வரும் ஆராய்ச்சிகள்	இணையதளம்
Indian institute of Science (IISC) **இந்திய அறிவியல் கழகம்** பெங்களூரு, கர்நாடகம்	❖ பெப்டைடுகள் மற்றும் பெப்டிடோமிமிடிக்ஸ்: அமினோ அமிலங்கள் ❖ சிகிச்சைக்கான ஒலிகோ நியூக்ளியோடைடு ❖ கார்போஹைட்ரேட் – புரதம் இடையீடுகள் ❖ மென் மற்றும் கலப்புப் பொருட்களின் செயல்பாடு ❖ கிளை மூலக்கூறுகள் மற்றும் நீர்மப் படிகங்கள் பற்றிய ஆய்வு ❖ கனிம மற்றும் கரிமக் குறைக்கடத்திகள்	www.iisc.ac.in
Indian institute of Technology (IITM) **இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கழகம்** சென்னை, தமிழ்நாடு	❖ புள்ளியியல் தொடர்பு மற்றும் தகவல் செயலாக்கம் ❖ அயனித்தன்மை கொண்ட திரவ அச்சு வரிசை மீசோபோரஸ் சிலிக்கேட்டுகள் ❖ ஆற்றல் மற்றும் எரிபொருள் ஆய்வு ❖ பொருட்களின் மூலக்கூறுப் பொறியியல் ❖ வினைவேக மாற்றிகள் மற்றும் மென் பொருட்கள் ❖ அமைப்புப் பொறியியல் மற்றும் தரவு அறிவியல்	www.iitm.ac.in
நோய் தடைக்காப்பியல் நிறுவனம் (NII) , புதுடெல்லி	❖ நோய்த் தடைக்காப்பு மற்றும் நோய்த் தொற்று ❖ இனப்பெருக்கம், வளர்ச்சி மற்றும் செல்லுயிரியல் ❖ மரபியல், புற்றுநோய் உயிரியல், வேதி உயிரியல், உயிர் வேதியியல் மற்றும் கட்டமைப்பு உயிரியல்.	www.nii.res.in
தேசிய உயிரி வேதியியல் நிறுவனம் பெங்களூரு, கர்நாடகம்	❖ புரதச் சுய மடிப்பதால் ❖ புரத அறிவியலுக்கான கணினி வழி அணுமுறை ❖ புற்று நோய் மரபு தகவல் வரிசை அறிதல்	www.ncbs.res.in
Central Electrochemical Research Institute (CECRI) **மத்திய மின்வேதி ஆராய்ச்சி நிறுவனம்** காரைக்குடி, தமிழ்நாடு	❖ லித்தியம் மின்கலன்கள் ❖ அரிமானம் ❖ பயோசென்சார்கள் ❖ மின்வேதியியல் ❖ மின் வினைவேக மாற்றி மற்றும் எரிபொருள் மின்கலம்	www.cecri.res.in

Introduction Pages.indd 4 4/21/2020 4:01:23 PM

நிறுவனத்தின் பெயர்	மேற்கொள்ளப்பட்டு வரும் ஆராய்ச்சிகள்	இணையதளம்
மத்திய உணவுத் தொழில்நுட்ப ஆராய்ச்சி நிறுவனம் (CFTRI), மைசூரு, கர்நாடகம்	❖ மீஉயரழுத்த உணவு பதப்படுத்த அமைப்பு ❖ சவ்வு தொழில்நுட்பத்தின் நீரற்ற பயன்பாடுகள்.	www.cftri.res.in
Central Salt & Marine Chemicals Research Institute **மத்திய உப்பு மற்றும் வேதிப்பொருட்கள் ஆராய்ச்சி நிறுவனம்** பாவ்நகர், குஜராத்	❖ உப்பு மற்றும் கடல் சார் வேதிப்பொருட்கள ❖ கனிம பொருட்கள் மற்றும் வினைவேக மாற்றிகள் ❖ மின்னியற் சவ்வு செயல்பாடுகள் ❖ எதிர் சவ்வூடு பரவல்	www.csmcri.org
National Institute of Pharmaceutical Education and Research (NIPER) **தேசிய மருந்தாக்கக் கல்வியியல் மற்றும் ஆராய்ச்சி நிறுவனம்** மொகாலி, பஞ்சாப்	❖ வாய்வழி நீரழிவு மருந்துகள் உருவாக்கம் ❖ நானோ படிக வடிவ திடப்பொருட்கள் ❖ ஸாந்தேன் ஆக்ஸிடேஸ் மட்டுப்படுத்திகள் ❖ சிகிச்சை நோக்கில் நுண்ணுயிர் மற்றும் கடல்சார் பொருட்கள் ❖ மூலிகை மருந்துகளின் தரநிர்ணயம் மற்றும் தரக் கட்டுப்பாடு ❖ முக்கியமான இயற்கை பொருட்களை பிரித்தெடுத்தலுக்கான வேதிச் செயல்முறைப பொறியியல் மேம்பாடு	www.niper.gov.in
செல் மற்றும் மூலக்கூறு உயிரியல் மையம், ஹைதராபாத், தெலுங்கானா	❖ புற்று நோய் உயிரியல் ❖ கண் புரை மற்றும் பிற கண்நோய்கள் ❖ விலங்கினப் பெருக்கத்திற்கான மூலக்கூறு அணுகுமுறை. ❖ மீன்வளர்த்தல் தொழில்நுட்பம்	www.ccmb.res.in
Laboratory of Advanced Research in Polymeric Materials (LARPM) **பலபடிப் பொருட்களுக்கான மேம்படுத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சி ஆய்வகம்** புவனேஷ்வர், ஒடிசா	❖ உயிர்ப் பலபடி ❖ எரிபொருள் மின்கலம் ❖ நானோ பலபடிக் கலப்பு ❖ கார்பன் நானோ குழாய்கள் ❖ கலப்பு பலபடிகள் மற்றும் உலோகக் கலவைகள் ❖ மின் கழிவு மறுசுழற்சி	www.larpm.gov.in
Tata institute of fundamental research (TIFR) **டாட்டா அடிப்படை ஆராய்ச்சி நிறுவனம்** மும்பை, மஹாராஷ்ட்ரா	❖ மூலக்கூறு உயிர் இயற்பியல் மற்றும் படமாக்கல் ❖ வேதி உயிரியல் மற்றும் உற்பத்தி வேதியியல் ❖ உயிர் கனிம வேதியியல் மற்றும் பயோமிமிடிக் வேதியியல் ❖ நானோ அறிவியல் மற்றும் வினைவேக மாற்றம் ❖ வேதி இயற்பியல் மற்றும் இயக்கவியல்	www.tifr.res.in

பன்னிரெண்டாம் வகுப்பு முடித்தவர்களுக்கு நடத்தப்படும் போட்டித் தேர்வுகள்

தேர்வின் பெயர்	தேர்வு செய்யும் முறை	பாடப்பிரிவு	இணையதளம்
நீட் – இளங்லை (National Eligibility cum Entrance test for UG)	எழுத்துத் தேர்வு	MBBS., BDS.,	www.cbscneet.nic.in
எய்ம்ஸ் (All India Institute of Medical Sciences)	எழுத்துத் தேர்வு	MBBS.,	www.aiimsexams.org
ஜிப்மர் (Jawaharlal Institute Of Postgraduate Medical Education & Research)	கணினி மூலம் எழுத்துத் தேர்வு	MBBS.,	www.jipmer.edu.in
ஏ.எப்.எம்.சி (Armed Forces Medical College Entrance Exam)	எழுத்துத் தேர்வு	M.B.B.S., (ஆயுதப்படையில் 7 ஆண்டுகள் பணியாற்ற வேண்டும்)	www.afmc.nic.in
ஐஐடி – ஜெ.இ.இ (IIT- Joint Entrance Exam)	எழுத்துத் தேர்வு	B.E., B.Tech., B.Arch.,	www.jeemain.nic.in
CUCET (மத்திய பல்கலைக்கழகங்களுக்கான பொது, நுழைவுத் தேர்வு)	எழுத்துத் தேர்வு	ஒருங்கிணைந்த M.Tech., B.Tech., ஒருங்கிணைந்த B.Sc., B.Ed., ஒருங்கிணைந்த M.Sc., ஒருங்கிணைந்த M.A., B.Des., (கைவினை மற்றும் வடிவமைப்பு)	www.cucet.co.in
தேசிய அறிவியல் கல்வி மற்றும் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் (National Institute of Science Education and Research	எழுத்துத் தேர்வு	ஒருங்கிணைந்த M.Sc., (உயிரியல், வேதியியல், கணிதம் மற்றும் இயற்பியல்)	www.niser.ac.in
இந்திய அறிவியல் கழகம் (Indian Institute of Science Bangalore)	எழுத்துத் தேர்வு	B.Sc., (4 ஆண்டுகள்)	www.iisc.ernet.in

Introduction Pages.indd 6 4/21/2020 4:01:23 PM

தேர்வின் பெயர்	தேர்வு செய்யும் முறை	பாடப்பிரிவு	இணையதளம்
இந்திய அறிவியல் கல்வி மற்றும் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் (Indian Institutes of Science Education and Research)	எழுத்துத் தேர்வு	5 – ஆண்டுகள் BS –MS dual degree (உயிரியல், வேதியியல், கணிதம் மற்றும் இயற்பியல்) **IISER Kolkata offers major in Earth Sciences	www.iiserpune.ac.in
கட்டிடக்கலைக்கான தேசிய திறனறித் தேர்வு (National Aptitude Test in Architecture)	கணினி மூலம் எழுத்து தேர்வு	B.Arch.,	www.nata.in
தேசிய ஃபேசன் தொழில்நுட்பக் கழகம் (national institute of fashion technology)	எழுத்துத் தேர்வு	B.Des., BFTech.,	www.nift.ac.in
இந்திய ஃபேசன் தொழில்நுட்பக் கழகம் (indian institute of fashion technology)	எழுத்துத் தேர்வு	B.Sc., (ஃபேஷன் மற்றும் ஆடை வடிவமைப்பு)	www.iiftbangalore.com
வடிவமைப்பிற்கான தேசிய நுழைவுத் தேர்வு (Nation al Entrance Exam for Design	எழுத்துத் தேர்வு	B.Des., (4 ஆண்டுகள்)	www.nid.edu
இந்திய விண்வெளி தொழில்நுட்ப நிறுவனம் (Indian Institute of Space Technology)	எழுத்துத் தேர்வு	B.Tech., (வான் பயண மின்னணுவியல் / விண்வெளிப் பொறியியல்/ இயற் அறிவியல்)	www.iist.ac.in
சட்டப்படிப்பு சேர்க்கைக்கான பொது நுழைவுத் தேர்வு (Common Law Admission Test)	எழுத்துத் தேர்வு	ஒருங்கிணைந்த LLB (5 ஆண்டுகள்)	www.cbscneet.nic.in
தேசிய ஹோட்டல் நிர்வாகம் கேட்டரிங் தொழில்நுட்பக் கழகம் (National Council for Hotel Management Catering Technology Joint Entrance Exam)	எழுத்துத் தேர்வு	B.Sc., (விருந்தோம்பல் மற்றும் ஹோட்டல் நிர்வாகம்)	www.nchm.nic.in
தேசிய பாதுகாப்பு அகாடமி மற்றும் கடற்படை அகாடமி (National Defence Academy and Naval Academy)	எழுத்துத் தேர்வு	ராணுவம் / கப்பற்படை / விமானப்படை ஆகியவற்றில் நுழைவதற்கான மூன்று ஆண்டுகள் பயிற்சி	www.nda.nic.in
அனைத்திந்திய கடற்படை சார்ந்த படிப்புகளுக்கான நுழைவுத் தேர்வு (All India Merchant Navy Entrance Test)	எழுத்துத் தேர்வு	B.Tech., கடல்சார் பொறியியல் B.Sc., கடல்சார் அறிவியல் B.Tech., கடற்படை கட்டுமானம் மற்றும் கப்பல் கட்டுதல்	www.aim.net.co.in

பன்னிரெண்டாம் வகுப்பு முடித்தவர்களுக்கு மத்திய அரசால் வழங்கப்படும் பல்வேறு கல்வி உதவித்தொகை திட்டங்கள்

கல்வி உதவித் தொகை திட்டங்கள்	வழங்குபவர்கள்	விண்ணப்பம் அனுப்புவதற்குரிய மாதங்கள்
Central Sector Scheme of Scholarship for College and University Students	மத்திய மனிதவள மேம்பாட்டுத் துறை அமைச்சகம் (MHRD)	ஜுலை முதல் அக்டோபர் வரை
Kishore Vaigyanik Protsahan Yojana (KVPY)	இந்திய அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத் துறை (DST)	ஜுன் முதல் ஆகஸ்டு வரை
Inspire Scholarship	இந்திய அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத் துறை (DST)	அக்டோபர் முதல் டிசம்பர் வரை
ONGC scholarship (SC / ST மாணவர்களுக்கு மட்டும்)	இந்திய எண்ணெய் மற்றும் இயற்கை வாயு நிறுவனம் (ONGC)	ஜனவரி முதல் மார்ச் வரை
National Fellowship and Scholarship for Higher Education of ST Students	மத்திய பழங்குடியினர் நல அமைச்சகம்	ஜுலை முதல் அக்டோபர் வரை
MOMA scholarship (சிறுபான்மை மாணவர்களுக்கு மட்டும்)	மத்திய சிறுபான்மையினர் நல அமைச்சகம்	ஜுலை முதல் செப்டம்பர் வரை
Scholarships for Top Class Education for Students with Disabilities	மத்திய சமூக நல அமைச்சகம்	ஜுலை முதல் அக்டோபர் வரை
Saksham Scholarship (மாற்றுத் திறனாளி மாணவர்களுக்கு மட்டும்)	அனைத்திந்திய தொழில்நுட்பக் கல்விக் கழகம் (AICTE)	செப்டம்பர் முதல் நவம்பர் வரை
AICTE Pragati scholarship (பெண்களுக்கு மட்டும்)	அனைத்திந்திய தொழில்நுட்பக் கல்விக் கழகம் (AICTE)	செப்டம்பர் முதல் நவம்பர் வரை

www.tnschoolbooks.in

பொருளடக்கம்

உயிர் வேதியியல்

அலகு 1	செல் சவ்வு	01	ஜுன்
அலகு 2	செரித்தல்	27	
அலகு 3	கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் வளர்சிதை மாற்றம்	65	ஜுலை
அலகு 4	புரதங்களின் வளர்சிதை மாற்றம்	98	
அலகு 5	லிப்பிடுகளின் வளர்சிதை மாற்றம்	122	ஆகஸ்ட்
அலகு 6	மூலக்கூறு உயிரியல்	146	
அலகு 7	வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழிக் கோளாறுகள்	176	அக்டோபர்
அலகு 8	உயிரியல் ஆக்ஸிஜனேற்றம்	196	
அலகு 9	நொதி வினைவேக மாற்றம்	217	நவம்பர்
அலகு 10	நோய்த் தடைக்காப்பியல்	240	
	உயிர் வேதியியல் செய்முறைகள்	279	

3XZ7E

மின்னூல்

2HI40

மதிப்பீடு

Introduction Pages.indd 9 4/21/2020 4:01:24 PM

www.tnschoolbooks.in

Introduction Pages.indd 10 4/21/2020 4:01:24 PM

www.tnschoolbooks.in

அலகு
1

செல் சவ்வு

S. J. சிங்கர் மற்றும் G.L. நிக்கல்சன்

செல் சவ்வின் அமைப்பை விளக்குவதற்காக, முதன் முதலில் , S.J சிங்கர் (அமெரிக்க செல் உயிரியலாளர்) மற்றும் G L. நிக்கல்சன் (அமெரிக்க உயிர்வேதியியலாளர்) ஆகியோரால், 1972 ஆம் ஆண்டு "நீர்ம மொசைக் அமைப்பு மாதிரி" முன்மொழியப்பட்டது. அவர்கள், செல் உயிரியல் சஞ்சிகையில் (cell biology journal) " "செல் சவ்வின் அமைப்பு" எனும் தலைப்பில் ஆய்வுக் கட்டுரை வெளியிட்டனர். இந்த அமைப்பு மாதிரியின்படி, செல் சவ்வானது இரண்டு பாஸ்போலிப்பிடு அடுக்குகளை கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொரு பாஸ்போலிப்பிடு மேக்ரோமூலக்கூறும் தனக்குள்ளே ஒரு நீர்விரும்பும் தலைப்பகுதியையும், நீர் வெறுக்கும் வால்பகுதியையும் பெற்றுள்ளது. நீர்விரும்பும் தலைப்பகுதிகள் நீரை நோக்கி கவரப்படுகின்றன, ஆனால் நீர் வெறுக்கும் வால்பகுதிகள் நீரால் விலக்கப்படுகிறன. இந்த கவர்தல் மற்றும் விலக்குதல் நிகழ்வுகள், லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கிற்கு நிலைப்புத் தன்மையை தருகின்றன.

VAWTB

கற்றலின் நோக்கங்கள் :

இந்த பாடப்பிரிவை கற்றறிந்த பின்னர் மாணவர்கள் கீழ்க்கண்டவற்றை புரிந்துகொள்ள முடியும்

- ஒரு உயிரியல் செல் சவ்வின் அமைப்பு மற்றும் அதன் இயைபை விவரித்தல்.
- உயிரியல் சவ்வு அமைப்பு மாதிரிகளை விளக்குதல்.
- சவ்வின் ஊடாக சேர்மங்கள் கடத்தப்படுதலை விளக்குதல்.
- சவ்வின் பண்புகளை ஆய்ந்தறிதல்.
- பல்வேறு தாங்கல் கரைசல் அமைப்புகள் மற்றும் அவற்றின் செயல்பாடுகளை விளக்குதல்.

XII U1 Cell Membrane.indd 1 4/22/2020 11:25:52 AM

பாட அறிமுகம்

சவ்வுகள் என்றழைக்கப்படும் ஒருதளத்தில் அமைந்த இடைப்பொதிவுகளை சார்ந்தே செல்லின் உயிர்வாழ்தல் அமைந்துள்ளது. இவை, புறச்சூழலிருந்து செல்களை தனிமைப்படுத்தி பாதுகாக்கின்றன. பொதுவாக இந்த சவ்வுகள், பெரிய மூலக்கூறுகளை தன்வழியே நுழைய அனுமதிப்பதில்லை. ஆனால் சில மூலக்கூறுகள் நுழைந்து செல்ல வசதி ஏற்படுத்தித் தந்து நீர்ச்சமநிலையை பராமரிக்க உதவிபுரிகின்றன.

சவ்வுகள் என்பவை, புரதங்கள் புதைந்துள்ள இரண்டு லிப்பிடு அடுக்குகளால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. செல்லின் வெளிப்புற நீர்ப்பகுதியை நோக்கிய முனைவு தொகுதி மற்றும் செல்லின் உட்புறத்தை நோக்கிய ஹைட்ரோகார்பன்களை கொண்ட வால்பகுதி என இருபரிமாண கூறுகளாக சவ்வுகள் செயல்படுகின்றன. முழுச் செல்லையும் சூழ்ந்துள்ள சவ்வானது, வெளிப்புறச் சூழலிருந்து செல்லை பாதுகாக்கும் தடுப்பானாக செயல்படுகிறது. ஒவ்வொரு உள்ளுறுப்பைச் சுற்றியும் அமைந்துள்ள சவ்வானது அந்த உள்ளுறுப்பின் சிறப்புவாய்ந்த உயிர்வேதிவினைகளுக்கு தகுந்த உட்சூழலை உருவாக்கி தந்து, செல்லுக்கு உயிரூட்டுகிறது.

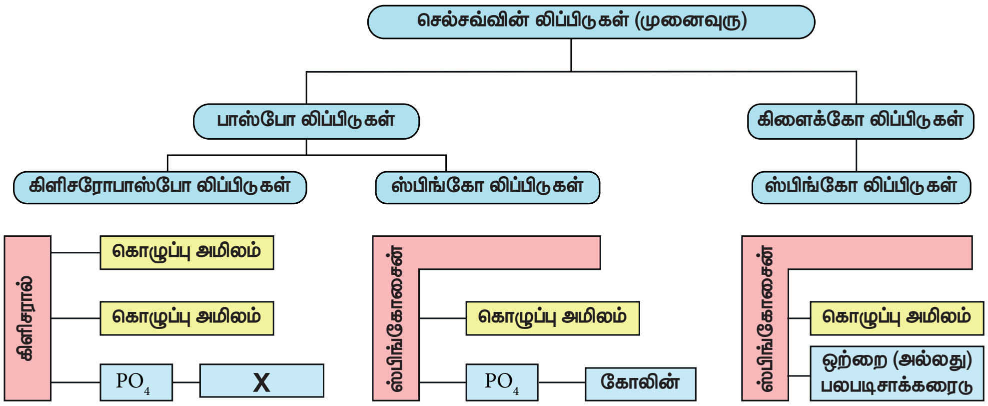
தற்போது நாம் கொண்டுள்ள, சவ்வுகள் பற்றிய அறிவானது 1855 ஆம் ஆண்டில் E.கோலி கண்டறியப்பட்டதிலிருந்து தொடங்கியது. சவ்வுகள் என்பவை லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கை கொண்டுள்ளன என்பதை அது விளக்கியது. தொடர்ந்து வந்த நூற்றாண்டில், உயிரியல் வல்லுநர்கள் மற்றும் X–கதிர் வல்லுநர்களின் கருத்துப்படி, சவ்வுகள் என்பவை மேற்பரப்பில் புரதப் பூச்சு பூசப்பட்ட, சவ்வினுள் பொதிந்த அல்லது மிதக்கும் அல்லது லிப்பிடு நங்கூரங்களுடன் படர்ந்த அமைப்புகளாகும்.

பின்வரும் பாடப்பகுதியை கற்பதன் மூலம் சவ்வின் அமைப்பு மற்றும் இயைபைப் பற்றிய முழுமையான அறிவை பெறலாம்.

1.1. வேதி இயைபு

1.1.1. லிப்பிடு

சவ்வு கட்டமைப்பானது, லிப்பிடுகளில், நங்கூரமிடப்படும் புரதங்களால் உருவாக்கப்படுகிறது என்பது பாட அறிமுகப் பகுதியிலிருந்து தெளிவாகிறது. லிப்பிடு மூலக்கூறுகளின் உருவளவு 1000 டால்டனை விட குறைவாக உள்ளது. இவை அலிஃபாடிக் / அரோமேட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களைக் கொண்டுள்ளன. சவ்வின் இரட்டை அடுக்கு அமைப்பானது பல்வேறு வகை லிப்பிடுகளால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.



X என்பதற்க்கு – அட்டவணை 1ஐ உற்று நோக்குக

படம் 1.1 லிப்பிடுகளால் உருவாக்கப்பட்ட இரட்டை அடுக்கு சவ்வமைப்பு

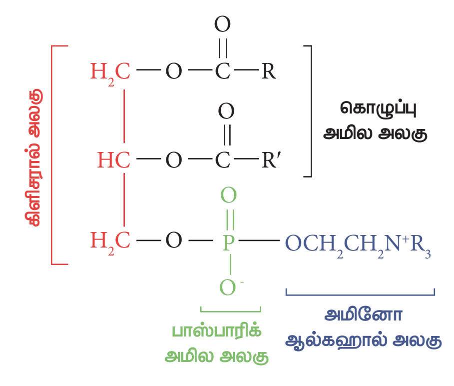
பாஸ்போகிளிசரைடுகள்:

பாஸ்போகிளிசரைடுகள், பாஸ்பேட்டை கொண்டிருப்பதால் கிளிசரால்பாஸ்போலிப்பிடுகள் எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. அவை சவ்வின், லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கின் முக்கிய பகுதிக்கூறுகளாகும். பாஸ்போகிளிசரைடுகள் மூன்று கூறுகளை கொண்டுள்ளன.

(i) கிளிசராலிலுள்ள மூன்று கார்பன்களைக் (C1, C2, C3) கொண்ட சங்கிலி,

(ii) C1 மற்றும் C2 உடன் எஸ்டராக்கப்பட்டுள்ள 2 நீண்டசங்கிலி கொழுப்பு அமிலங்கள்.

(iii)கிளிசராலின் C3 உடன் எஸ்டராக்கப்பட்டுள்ள பாஸ்பாரிக் அமிலம்.

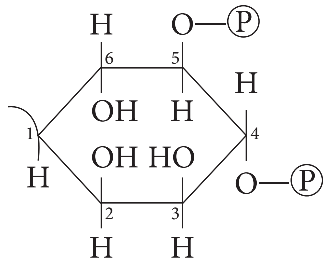
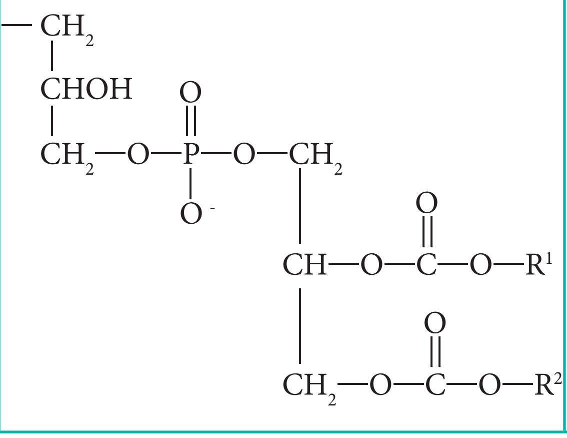


படம் 1.2. பாஸ்போகிளிசரைடுகளின் அமைப்பு

பாஸ்போகிளிசரைடுகள் ஈரியல்புத் தன்மை கொண்டவை (நீர் வெறுக்கும், நீர் விரும்பும் பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளன). சவ்விலுள்ள பாஸ்போகிளிசரைடுகள் தோராயமாக செவ்வக வடிவில் உள்ளன (படம்). கொழுப்பு அமிலங்கள் அலிஃபாடிக் தன்மையுடையவை, அவை இரட்டை பிணைப்புகளை கொண்டிருக்கலாம் அல்லது இல்லாமலும் இருக்கலாம் (C1 ல்) அல்லது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இரட்டை பிணைப்புகளைக் கொண்டிருக்கலாம் (C2 ல்).

அட்டவணை 1: கிளிசரோபாஸ்போலிப்பிடுகளில் பொதுவாக காணப்படும் தலைப்பகுதிகள் மற்றும் அவற்றின் சிறப்புப்பண்புகள்

கிளிசரோபாஸ்போ லிப்பிடு பெயர்	X இன் பெயர்	X இன் வாய்ப்பாடு	நிகர மின்சுமை (PH =7 இல்)
பாஸ்பாடிடிக் அமிலம்	-	-H	-1
பாஸ்படிடைல் எத்தனாலமீன்	எத்தனாலமீன்	$-CH_2-CH_2-\overset{+}{N}H_3$	0
பாஸ்படிடைல் கோலின்	கோலின்	$-CH_2-CH_2-\overset{+}{N}(CH_3)_3$	0
பாஸ்படிடைல் செரைன்	செரைன்	$-CH_2-CH(COO^-)-\overset{+}{N}H_3$	-1
பாஸ்படிடைல் கிளிசரால்	கிளிசரால்	$-CH_2-CH(OH)-CH_2-OH$	-1

பாஸ்படிடைல் ஐயனோசிடால் 4,5 பிஸ்பாஸ்பேட்	மயோ– ஐயனோசிடால் 4,5 பிஸ்பாஸ்பேட்		-4
கார்டியோலிபின்	பாஸ்படிடைல் கிளிசரால்		-2

கிளைக்கோலிப்பிடுகள்:

பெயரில் குறிப்பிட்டுள்ளவாறே கிளைக்கோலிப்பிடுகள் எனபவை சர்க்கரைகளைக் கொண்டுள்ள லிப்பிடுகளாகும். இந்த சர்க்கரை அலகுகள் எப்பொழுதும் சவ்வின் மேற்பகுதியிலேயே அமைந்துள்ளன. மூன்று வகையான கிளைக்கோலிப்பிடுகள் உள்ளன.

(i) ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள்

(ii) கிளிசரால்கிளைக்கோலிப்பிடுகள்:இவற்றில்உள்ளசர்க்கரைஅலகுகள்ட்ரைகிளிசரைடுகளின் C3 இல் உள்ள ஹைட்ராக்ஸில் தொகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

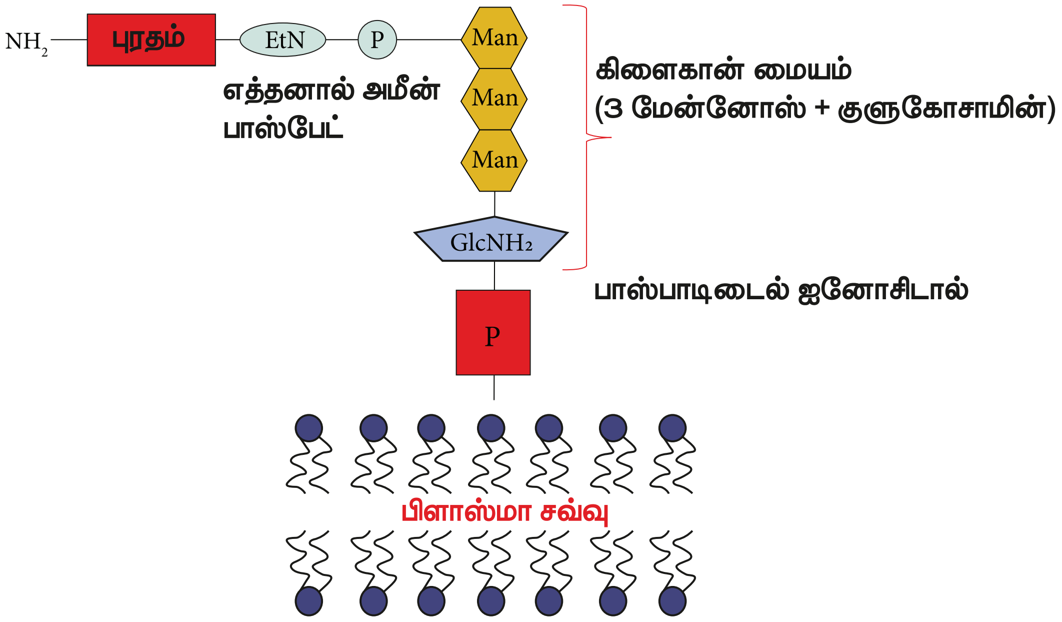
(iii) கிளைக்கோசில் பாஸ்போடிடைல் ஐனோசிடால் (GPI): இந்த GPI ஆனது பிளாஸ்மா சவ்வின் வெளிப்பகுதியின் இலை அமைப்புடன், புரதங்களை நிலைநிறுத்துகின்றன. ஒரு புரதத்தின் C- முனைப் பெறுதியானது, பாஸ்போஜனோசிடாலுடன் சர்க்கரை (மேன்னோஸ் மற்றும் குளுக்கோசமின்) முதுகெலும்பினால் இணைக்கப்பட்டுள்ள எத்தனாலமினின் அமினோ தொகுதியுடன் அமைடு பிணைப்புகளால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது.

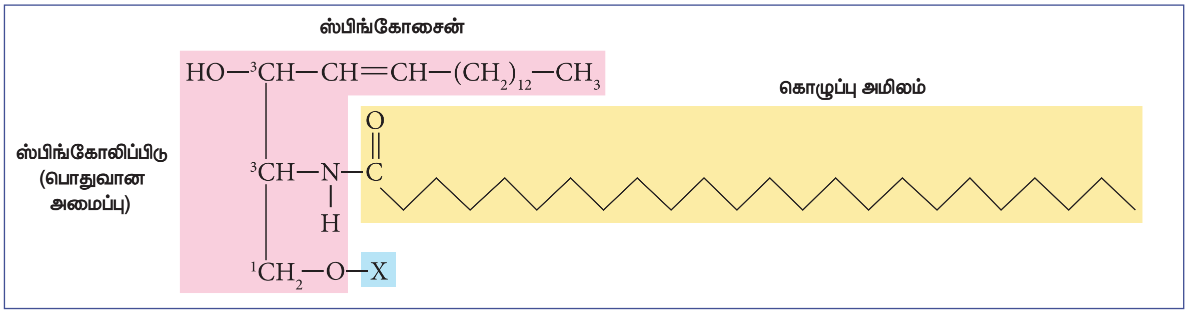
ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள்

ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகளில் உள்ள நீர் வெறுக்கும் பகுதியானது பொதுவாக 18 கார்பன்களைக் கொண்ட நீண்ட சங்கிலி ஸ்பிங்கோ காரத்தை கொண்டுள்ளது. இது கொழுப்பு அமிலத்தின் அசைல் தொகுதியுடன் அமைடு பிணைப்பின் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. C1 உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள முனைவுற்ற தலைப்பகுதி (X) ஆனது தாய்ச் சேர்மமான செராமைடில் X=H என அமையப்பெற்றுள்ளது.

உயிரியல் சவ்வில், சர்க்கரைகள் மூலக்கூறை கொண்டுள்ள ஸ்பிங்கோலிப்பிடு கூறுகள் கிளைக்கோலிப்பிடுகள் என குறிப்பிடப்படுகின்றன. இந்த லிப்பிடுகள், C_1 உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள முனைவுற்ற தலைப்பகுதியுடன் ஸ்பிங்கோசின்னிலிருந்து இப்பெயர் பெற்றன (படம்). சவ்வில் ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள் ஏராளமாக காணப்படுகின்றன. (i) C2 உடன் அமைடு பிணைப்பால் இணைக்கப்பட்டுள்ள கொழுப்பு அமிலம் அல்லது (ii) C1 இல் உள்ள ஹைட்ராக்ஸில் தொகுதியுடன்

எஸ்டராக்கப்பட்டுள்ள முனைவுற்ற தலைப்பகுதியின் தன்மை ஆகியவற்றைப் பொருத்து வெவ்வேறு ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள் காணப்படுகின்றன. ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சர்க்கரை அலகுகளுடன் கூடிய ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள் , கிளைக்கோபாஸ்போலிப்பிடுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவை நடுநிலைத் தன்மை கொண்டவைகளாகவோ அல்லது எதிர்மின்சுமை கொண்டவைகளாகவோ இருக்கலாம். சில அமைப்புகளில், ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகளின் C1 உடன் காரத்தை (கோலின் அல்லது பாஸ்போகிளிசரைடுகளை ஒத்த எத்தனாலமீன்) பாஸ்பேட் எஸ்டர்கள் இணைக்க முடியும். இது ஸ்பிங்கோமைலின் என்றழைக்கப்படுகிறது. கேங்லியோசைடுகள் போன்ற சிக்கலான கிளைக்கோலிப்பிடுகள், ஒலிகோசர்க்கரைகளை தங்களின் முனைவுற்ற தலைப்பகுதியாகவும், ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சியாலிக் அமிலப் பெறுதிகளை தங்களின் வால்பகுதி சர்க்கரைகளாகவும் பெற்றுள்ளன.





படம் 1.3. ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகளின் அமைப்பு

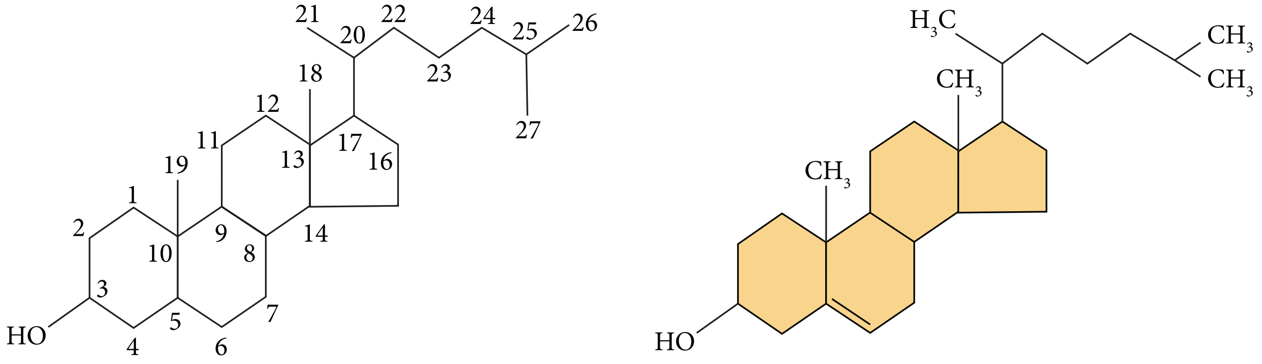
ஸ்டீரால்கள்

லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கிலுள்ள, லிப்பிடு கூறுகளில் மூன்றாவது முக்கிய கூறு ஸ்டீரால்களாகும் (படம் 1.4). கொலஸ்டிரால், விலங்கு சவ்வுகளில் காணப்படும் மிக முக்கியமான ஸ்டீரால் ஆகும். ஆனால், பாக்டீரியா, தாழ்நிலை யூகேரியோட்டுகள் மற்றும் தாவரங்களில் தட்டையான ஸ்டீரால்களைக் காண முடியும். கொலஸ்டிராலின் வளையபென்டனோபெர்ஹைட்ரோபினாந்த்ரீன் வளையமானது முனைவுத் தன்மையுடையது. மேலும், இவை புறப்பரப்பில் அமைந்துள்ள ஹைட்ராக்ஸில் தொகுதியுடன், C3 வழியாக லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கின் அடிஆழம் வரை

XII U1 Cell Membrane.indd 5 4/22/2020 11:25:55 AM

www.tnschoolbooks.in

நுழைக்கப்பட்டுள்ளது. கொலஸ்டிராலின் வினைத்தொடக்கக் கூறுகளான ஐசோபிரினால், ஜெரானைல் மற்றும் ஃபார்னிசைல் ஐசோபிரினால் ஆகியன பல்வேறு சவ்வு புரதங்களுக்கு நங்கூரங்களாக செயல்படுகின்றன.



படம் 1.4: ஸ்டீரால்களின் அமைப்பு

ட்ரைகிளிசரைடுகள்

அனைத்து 'C' களிலும் கொழுப்பு அமிலங்களால் எஸ்டராக்கப்பட்டுள்ள கிளிசரால்களால் ட்ரைகிளிசரைடுகள் உருவாகின்றன. அவற்றில் முனைவுற்ற தலைப்பகுதி இல்லை, ஆனால் இவை சவ்வுகளில் காணப்படுவதில்லை.

லிப்போபுரதங்கள் என்பவை சவ்வு லிப்பிடுகளுடன் வேதியியலாக இணைக்கப்பட்டுள்ள புரதங்கள் என குறிப்பிடப்படுகின்றன. மேலும் அவை சவ்வின் இருபுறங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

பொதுக் கரைப்பானான நீரும், செல்லின் மற்றொரு முக்கிய பகுதிக் கூறாக அமைந்துள்ளது. செல் சவ்வுகளிலுள்ள நீரானது, சவ்வு மூலக்கூறுகளின் முனைவுப் பகுதியிலுள்ள, வெளித்தெரியும் முனைவுத் தொகுதிகளுடன் கட்டுண்ட நீர் மூலக்கூறுகள் (அமைப்பு நீர்) அல்லது நுண்துளைகள் மற்றும் சவ்வுகளின் குறுக்காக அமைந்துள்ள சில குறிப்பிட்ட அயனி வழிப்பாதைகளில் காணப்படும் கட்டுறா நீர் மூலக்கூறுகள் (திரள் நீர்) ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது.

அயனிகள், சவ்வுகளின் இரண்டு பரப்புகளுடனும் எளிய பரப்புக் கவர்தல் மூலமாக பிணைக்கப்பட்டுள்ளன அல்லது அயனி வழிப்பாதை (சவ்வு புரதங்கள்) அல்லது அயனி இறைப்பிகள் (நொதித் தன்மை கொண்ட சவ்வு புரதங்கள்) வழியாக கடந்து செல்கின்றன. H^+, Na^+, K^+, Cl^-, Ca^{2+}, HCO_3^- ஆகிய அயனிகள் சவ்வின் அமைப்பு மற்றும் அதன் செயல்பாடுகளை கட்டுப்படுத்துவதில் பெரும் பங்காற்றுகின்றன.

1.1.2. புரதங்கள்

சவ்வு புரதங்கள்

சவ்வின் பெரும்பாலான செயல்பாடுகள், அவற்றிலுள்ள புரதத்தை சார்ந்தே அமைகின்றன. இரண்டு வெவ்வேறு வகையான புரதங்கள் உள்ளன என முன்னரே கற்றதை நீங்கள் நினைவுகூற இயலும்.

ஒருங்கிணைந்த மற்றும் புற அமைவு சவ்வுப் புரதங்கள் ஆகிய இரண்டும் சவ்வு அமைப்பை உருவாக்குகின்றன. ஒருங்கிணைந்த மற்றும் புற அமைவு புரதங்கள் இரண்டும் ஹைட்ரோகார்பன்களால் ஆன உள்ளகம் மற்றும் லிப்பிடு கூண்டின் புறப்பகுதி என நீர் வெறுக்கும் மற்றும் நீர்விரும்பும் இடையீட்டு பரப்புகளை பெற்றுள்ளன.

XII U1 Cell Membrane.indd 6 4/22/2020 11:25:55 AM

1.1.2.1. ஒருங்கிணைந்த புரதம்

சில சவ்வு புரதங்கள், சவ்வுடன் இறுக்கமாக பொதிந்துள்ளன, சவ்வு சிதைவடையும் வரை அவற்றை சவ்விலிருந்து பிரித்தெடுக்க முடியாது. அத்தகைய புரதங்கள் ஒருங்கிணைந்த புரதங்கள் அல்லது உள்ளார்ந்த புரதங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. அவை மேலும் இரண்டு வகைகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன

a) **டிரான்ஸ் சவ்வு புரதங்கள்:**

இவை சவ்வை கடந்து செல்கின்றன அல்லது சவ்வை சுற்றிப் படர்ந்து காணப்படுகின்றன. இந்த புரதங்கள், சவ்வின் இருபுறமும் களங்களை அமைக்கின்றன. பல்வேறு செல்பரப்பு உணர்வேற்பிகள் இந்த வகையைச் சார்ந்தவைகளாகும்

b) **லிப்பிடு நங்கூரமிடப்பட்ட புரதங்கள்:**

இவை உயிரணுக்கணிகத்தின் உள்ளே அல்லது வெளியே காணப்படுகின்றன. அவை N முனையுடன் இணைந்துள்ள லிப்பிடுகளின் (அசைல் சங்கிலி)வழியாக சவ்வினுள் தங்களைத் தாங்களே புதைத்துக் கொள்கின்றன. டிரான்ஸ்சவ்வு புரதங்கள் இரண்டு வகைப்படும்.

(i) **ஒற்றைக் கடவு டிரான்ஸ்சவ்வு புரதங்கள்:** இவை சவ்வை ஒரேயொரு முறை கடந்து செல்கின்றன.

(ii) **பல்கடவு டிரான்ஸ்சவ்வு புரதங்கள்:** இவை சவ்வை ஒன்றுக்கும் அதிகமான முறைகள் கடந்து செல்கின்றன.

1.1.2.2. புற அமைவு புரதம்

சவ்வின் மேற்பரப்பில் அமைந்துள்ள புரதங்கள் புற அமைவு புரதங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. அவற்றை சவ்விலிருந்து எளிதாக பிரித்தெடுக்க முடியும். எடுத்துக்காட்டு : RBC சவ்விலுள்ள ஸ்பெக்ட்ரின்.

1.2 சவ்வு அமைப்புகளை விளக்கும் மாதிரிகள்

1.2.1. ஒற்றைஅடுக்கு அமைப்பு மாதிரி (1917).

நீர்விரும்பும் தொகுதியைக் கொண்ட, ஒரு லிப்பிடு மூலக்கூறை எளிதில் ஆவியாகும் கரைப்பானில் கரைத்து, அதில் சில துளிகளை கவனமுடன் நீரின் மேற்பரப்பில் வைக்கும்போது, லிப்பிடானது பரவி, மெல்லிய, ஒற்றை மூலக்கூறு படலத்தை உருவாக்குகிறது. இதன் அடிப்படையில், 1917 ஆம் ஆண்டு லாங்மியுர் எனும் அறிவியலாளர் சவ்வுகளின் ஒற்றை அடுக்கு அமைப்பை வெளியிட்டார். ஒற்றை அடுக்கு அமைப்பில், ஒவ்வொரு மூலக்கூறின் நீர்விரும்பும் பகுதியும் நீர்ப்பரப்பை நோக்கியும், நீர் வெறுக்கும் பகுதிகள் நீரிலிருந்து விலகியும் அமைந்துள்ளது கண்டறியப்பட்டது.

1.2.2. லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கு அமைப்பு அல்லது இரட்டை மூலக்கூறு லிப்பிடு அடுக்கு:

1925 ஆம் ஆண்டு கார்டர் மற்றும் கிரெண்டல் என்பவர்களால், இந்த அமைப்பு மாதிரி முன்மொழியப்பட்டது. எரித்ரோசைட்டுகளிலிருந்து லிப்பிடுகளை பிரித்தெடுத்து, நீரின் மேற்பரப்பில் பரப்பும்போது, லிப்பிடுகளால் ஆக்கிரமித்துக்கொள்ளப்படும் பரப்பு மதிப்பிடப்பட்டது. இதன் மூலம் சவ்வுகள் , லிப்பிடுகளால் ஆன இரட்டை அடுக்குகளை கொண்டவை என கண்டறியப்பட்டது. ஒவ்வொரு மூலக்கூறு அடுக்கின் முனைவுப் பகுதிகளும் இரட்டை அடுக்கின் வெளிப்புறத்தை நோக்கி அமைக்கப்பட்டுள்ளன என்பதை அவர்கள் கண்டறிந்தனர்.

XII U1 Cell Membrane.indd 7 4/22/2020 11:25:55 AM

1.2.3. இடைப்பொதிவு அமைப்பு:

1935 ஆம் ஆண்டு, டேனியலி மற்றும் டேவிட்சன் ஆகியோரால் லிப்பிடு இரட்டைஅடுக்கு அமைப்பை அடிப்படையாகக் கொண்டு "இடைப்பொதிவு அமைப்பு" முன்மொழியப்பட்டது. இவ்வமைப்பில், இரண்டு அடுத்தடுத்த புரத அடுக்குகளுக்கிடையே, லிப்பிடு இரட்டை அடுக்குகளாலான பிளாஸ்மா சவ்வு பொதிக்கப்பட்டுள்ளது. லிப்பிடு மூலக்கூறுகள் ஒழுங்காகவும், புறப்பரப்பிற்கு செங்குத்தாகவும் அடுக்கப்பட்டுள்ளன. சவ்வானது 75-100 Å தடிமனில் உள்ளது என கண்டறியப்பட்டது. இதில் புரத அடுக்கின் தடிமன் 20 Å எனவும் லிப்பிடு அடுக்கின் தடிமன் 35Å எனவும் கண்டறியப்பட்டது.

குறைபாடுகள்

இம்மாதிரியை அனைத்து சவ்வுகளுக்கும் பயன்படுத்த முடியாது, ஏனெனில், லிப்பிடுகளும், புரதங்களும் வரையறுக்கப்பட்ட விகிதங்களில் உள்ளன என்று இம்மாதிரி குறிப்பிடுகிறது. உண்மையில் அக்கூற்று பொய்யானது..

1.2.4. ஓரலகு சவ்வு அமைப்பு:

சவ்வின் அமைப்பு பற்றிய, ஓரலகு சவ்வு அமைப்புக் கொள்கையை 1953 ஆம் ஆண்டு ராபர்ட்சன் என்பவர் முன்மொழிந்தார். ஓரலகு சவ்வு அமைப்பில், புரத அடுக்குகள் சீர்மையற்றதாக உள்ளன. அறிவியலாளர்கள், எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் உதவியுடன், RBC சவ்வின் அமைப்பை ஆராய்ந்தனர். இதன்மூலம், எல்லா செல்சவ்வுகளும், மூன்று செல்சவ்வுகளை பெற்றிருப்பதை கண்டறிந்தனர். அதாவது, புரதங்களால் ஆன இரண்டு வெளி அடுக்குகளானவை, பாஸ்போலிப்பிடுகளால் ஆன ஒரு மெல்லிய மத்திய அடுக்கால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஓரலகு சவ்வு அமைப்பு மாதிரியானது செல் சவ்வை மூன்றடுக்கு அமைப்பாக உருவகப்படுத்துகிறது. இதில், வெளிர்நிற ஆஸ்மியம்விரும்பும் அடுக்கினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு அடர்நிற ஆஸ்மியம்விரும்பும் அடுக்குகளைக் கொண்ட மூவடுக்கு அமைப்பாக செல்கள் உருவகப்படுத்தப்படுகின்றன. 20 Å தடிமனுள்ள அடர்த்தியான புரதக் கற்றைகளுடன், 35 Å தடிமனுள்ள லிப்பிடு அடுக்கானது,சவ்வின் இரண்டு பக்கங்களிலும் அமைந்துள்ளது. மியுகோபுரதமானது RBC சவ்வின் வெளி மேற்பரப்பிலும், நான்மியுகோ புரதமானது உள் மேற்பரப்பிலும் அமைந்துள்ளன.

பின்வரும் சிறப்புப் பண்புகளின் காரணமாக இந்த அமைப்பு மாதிரியானது அனைவரால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட மாதிரியாக உள்ளது.

1. சவ்வின் எடையில் 40% லிப்பிடு உள்ளது. இதற்கு காரணம் நெருக்கமாக பொதிக்கப்பட்ட இரட்டைமூலக்கூறு லிப்பிடு அடுக்குகளாகும்.
2. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் கண்டறியப்பட்டவாறு, நிலையான சவ்வின் மூன்று அடுக்கு விறைப்பு அமைப்பை இந்த மாதிரி விளக்குகிறது.
3. செயற்கையான முறையில், நீர்ம சூழலுடன் சேர்க்கும்போது பாஸ்போலிப்பிடுகள் தன்னிச்சையாக இரட்டை மூலக்கூறு அமைப்புகளை உருவாக்குகின்றன. மேலும், செயற்கை சவ்வின் , தாழ்ஆற்றல் நிலை அமைப்பை நிலைப்படுத்த எவ்வித வேலையும் செய்யத்தேவையில்லை.
4. சவ்வுகள் அதிகளவில் ஹைட்ரோகார்பன்களை கொண்டுள்ளன,எனவே இவை மின்கடத்தா தன்மையை பெற்றுள்ளன.
5. இயல்பான சவ்வுகளின், முனைவற்ற மூலக்கூறுகளை எளிதாக அனுமதிக்கும் பண்பானது, முனைவற்ற லிப்பிடு நிலைமையில் அவற்றின் கரைதிறன் மூலம் விளக்கப்படுகிறது. அதே நேரத்தில், ஊடகத்தில் கரையாத சிறிய அயனிகள், சவ்வின் வழியே அனுமதிக்கப்படாததையும் இது விளக்குகிறது.

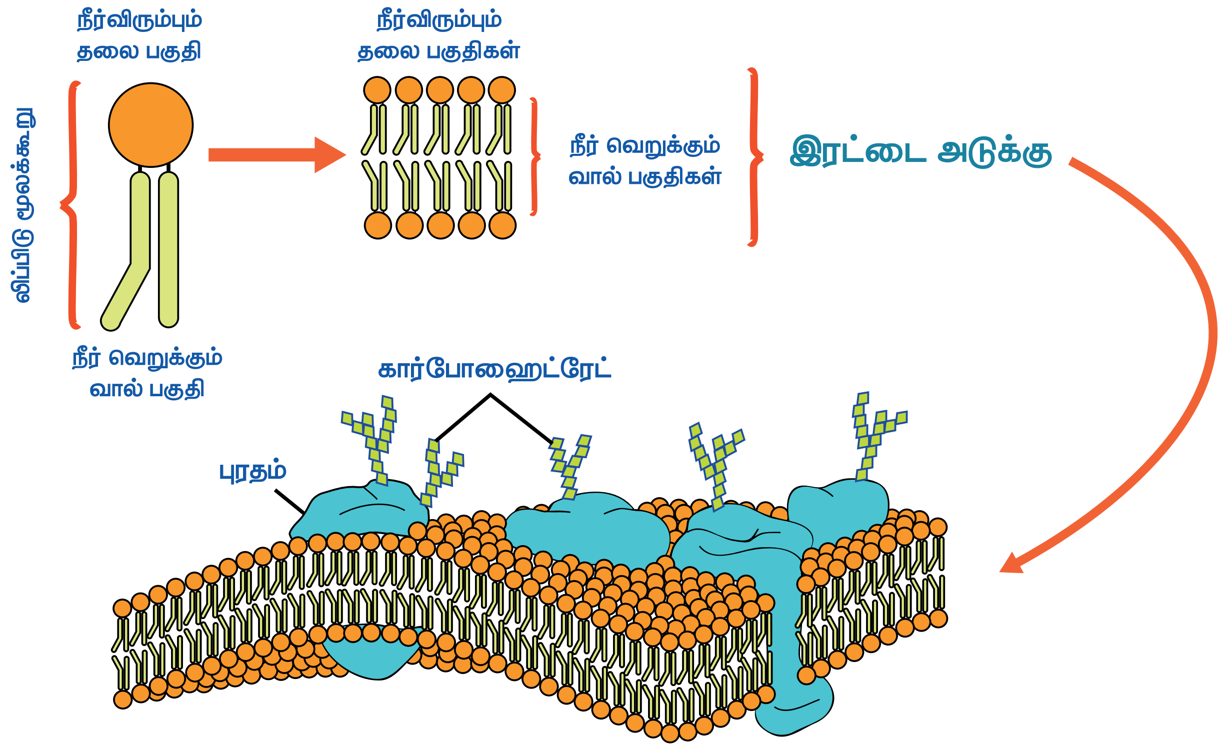
குறைபாடுகள்

(i) எண்டோபிளாச வலைப்பின்னல் அல்லது கோல்கை உறுப்புகளிலுள்ள செல்லிடைச் சவ்வுகளைவிட, பிளாஸ்மா சவ்வின் தடிமன் அதிகமாக உள்ளது என கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

(ii) நரம்பிழையின், மைலின் உறையை ஆய்வு செய்ததன் அடிப்படையில் இந்த மாதிரி உருவாக்கப்பட்டது. மைலின் உறை ஒரு வழக்கமான சவ்வு அல்ல. எனவே, இந்த மாதிரியை செல் சவ்வின் அமைப்பு மாதிரியாக மேற்கோள் காட்ட முடியாது.

1.2.5. நீர்ம மொசைக் அமைப்பு:

1972 ஆம் ஆண்டு S.J. சிங்கர் மற்றும் G.L. நிக்கல்சன் ஆகியோரால் செல் சவ்வின் நீர்ம மொசைக் அமைப்பு முன்மொழியப்பட்டது. பிளாஸ்மா சவ்வு என்பது, தாவர மற்றும் விலங்கு செல்களிலுள்ள முக்கிய பகுதிக்கூறாகும். சவ்வானது, செல்லின் உட்பகுதிக்கும் செல்லின் வெளிச்சூழலுக்கும் இடையே ஒரு தடுப்பு சுவராக செயல்படுகிறது. மேலும், இது சில குறிப்பிட்ட சேர்மங்களை செல்லின் உள்ளேயும், வெளியேயும் அனுமதிக்கிறது. எனவே, இது ஒரு கூறு புகவிடும் சவ்வு என குறிப்பிடப்படுகிறது. இந்த நீர்ம மொசைக் அமைப்பின்படி, பிளாஸ்மா சவ்வானது, இருமூலக்கூறு லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கைக் கொண்டுள்ளது, இரண்டு பரப்புகளும் புரத மூலக்கூறுகளால் தடுக்கப்பட்டுள்ளன. லிப்பிடுகள் மற்றும் புரதங்களின் மொசைக் அமைப்புகளாக, செல் சவ்வுகள் உருவகப்படுத்தப்படுகின்றன..



படம் 1.5: நீர்ம சவ்வு இரட்டை அடுக்கு

ஏற்கனவே குறிப்பிட்டபடி, பாஸ்போகிளிசரைடுகள் மற்றும் ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகளின் உருளைவடிவ அமைப்புகளும், ஈரியல்புத் தன்மை விகிதமும், ஒரு தள இரட்டை அடுக்கு உருவாதலை அனுமதிக்கின்றன. இரட்டை அடுக்கு உருவாதலின் போது, இரட்டை அடுக்கின் நீர் வெறுக்கும் சங்கிலிகளால் என்ட்ரோபி உயர்கிறது. இதனையொட்டி சவ்வமைப்பு உருவாக்கத்தில் இது உதவி புரிகிறது.

இந்த அமைப்பு மாதிரியின்படி, புரதம், கார்போஹைட்ரேட், கொலஸ்டிரால், போன்ற பல்வேறு மூலக்கூறுகள் சவ்வில் பொதிக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் அது பல்கூட்டமைப்பு (மொசைக்) வடிவம் என விளக்கப்படுகிறது. இரட்டை அடுக்கில் லிப்பிடுகள் முதன்மையாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன எனவும், இரட்டை அடுக்கில் புற அமைவு புரதங்களும், ஒருங்கமைவு புரதங்களும் வெவ்வேறு அளவுகளில் பொதிக்கப்பட்டுள்ளன எனவும் கருதப்படுகிறது. இந்த சவ்வு புரதங்கள் லிப்பிடினுள் நிலையாக பொருத்தப்படவில்லை. எனவே, அவை பக்கவாட்டில் நகர அனுமதிக்கப்படுகின்றன. சவ்வின் உருண்டையான புரதங்கள் இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன : புறமார்ந்த (புற அமைவு புரதங்கள்) மற்றும் உள்ளார்ந்த (ஒருங்கமைந்த புரதங்கள்).

சில புரதங்கள், லிப்பிடுகளின் முனைவு பரப்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால், மற்றவை இரட்டை அடுக்கில், பகுதியளவு நுழைந்தோ அல்லது இருபுறமும் ஒட்டிக்கொண்டு சவ்வு முழுவதும் படர்ந்தோ காணப்படுகின்றன. இயல்பில், புரதமானது, சர்க்கரைச் சங்கிலிகள் அல்லது ஒலிகோசர்க்கரைகளை கொண்டிருக்கும். சில லிப்பிடுகள், கிளைக்கோலிப்பிடுகளின் வெளிப்புற பரப்பில் காணப்படுகின்றன . செல் சவ்வானது கடினமான அல்லது திண்ம அமைப்பாக இருப்பதற்கு பதிலாக, அதிக திரவத் தன்மையுடன் உள்ளது. சவ்வின் திரவத்தன்மையானது, அதனுள் லிப்பிடு மற்றும் புரத மூலக்கூறுகளை பக்கவாட்டில் நகர அனுமதிக்கிறது. சவ்வுப் புரதங்கள், நொதிச் செயல்பாடுகள், மூலக்கூறுகள் கடத்துதல் மற்றும் உணர்வேற்பி செயல்பாடுகள் ஆகியவற்றுடன் சம்பந்தப்பட்டுள்ளன.

லிப்போபுரத கூட்டமைவானது நீர் வெறுக்கும் தன்மை கொண்டது, மேலும் நீர் வெறுக்கும் இடையீட்டின் காரணமாக சவ்விற்கு திரவத்தன்மை உருவாகிறது என சிங்கர் மற்றும் நிக்கல்சன் ஆகியோர் கருதினர். பாஸ்போலிப்பிடுகள் மற்றும் பல உள்ளார்ந்த புரதங்கள் ஈரியல்பு தன்மை கொண்ட மூலக்கூறுகள் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. அதாவது, நீர்விரும்பும் மற்றும் நீர் வெறுக்கும் தொகுதிகள் ஒரே மூலக்கூறில் அமைந்துள்ளன. X-கதிர் விளிம்பு விளைவு, வகைப்படுத்தப்பட்ட வெப்ப பகுப்பாய்வு மற்றும் எலக்ட்ரான் சுழற்சி ஒத்ததிர்வு (ESR) தொழிற்நுட்பங்களின் அடிப்படையில் லிப்பிடுகளின் திரவத்தன்மை நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.

லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கானது பல்வேறு இயக்கப் பண்புகளை பெற்றுள்ளன. அவை பின்வருமாறு:

1. ஒவ்வொரு லிப்பிடு மூலக்கூறுக்குள்ளும் அதிவேக உள்ளியக்கம் நிகழலாம்.
2. லிப்பிடு மூலக்கூறு பக்கவாட்டில் ஊடுருவலாம்.
3. இரட்டை அடுக்கின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து மற்றொரு பக்கத்திற்கு லிப்பிடு மூலக்கூறு கடத்தப்படலாம். இந்நிகழ்வானது ஏற்ற–இறக்க இயக்கம் என குறிப்பிடப்படுகிறது.
4. லிப்பிடு மூலக்கூறுகள் முழுவதுமாக அதன் அச்சில் வேகமாக சுழலாம்.

செல் சவ்வுகள் பற்றிய திரவ மொசைக் அமைப்பு மாதிரியானது, பரவலாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட மாதிரியாக உள்ளது. இதற்கு காரணம், லிப்பிடு : புரதம் விகிதத்தில் உள்ள வேறுபாடுகள் மற்றும் பண்பியல்புகளை கருத்திற்கொள்ளாமல் அனைத்து வகை சவ்வுகளுக்கும் இக்கொள்கையை பயன்படுத்த முடியும். உண்மையில், வேதி இயைபின் அடிப்படையில், சவ்வுகளின் மூலக்கூறு அமைப்புமுறை மற்றும் நுண்கட்டமைப்புகளுக்கு இக்கொள்கை விளக்கமளிக்கிறது.

XII U1 Cell Membrane.indd 10 4/22/2020 11:25:56 AM

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

இரத்த சிவப்புசெல் பிளாஸ்மா சவ்வுகளைப் பற்றிய நவீன அறிவானது 1968 ஆம் ஆண்டு மார்க்கெசி மற்றும் ஸ்டீர்ஸ் ஆகியோரால் ஸ்பெக்ட்ரின் கண்டறியப்பட்டதிலிருந்து தொடங்கியது. அதற்கு முன்னர் வரை, சவ்வுகள் பற்றி அறியப்பட்ட ஒரே தகவல் அவை லிப்பிடு இரட்டை அடுக்குகளை கொண்டுள்ளன என்பது மட்டுமே. உண்மையில், அமைப்பு புரதம் எனும் ஒரே ஒரு 22.5-kDa புரதத்தை மட்டும் இரத்த சிவப்புசெல்கள் கொண்டுள்ளன என நம்பப்பட்ட காலம் 1960 களில் இருந்தது.

செல் சவ்வின் திரவத் தன்மையை பாதிக்கும் மூன்று முக்கிய காரணிகள் :

1. வெப்பநிலை

பாஸ்போலிப்பிடுகளின் இயக்க முறைமை மற்றும் நெருக்கத்தை பாதிக்கிறது. குளிர்ச்சியான வெப்பநிலைகளில், அவை ஒன்றாக காணப்படுகின்றன. ஆனால் வெப்பமாக உள்ளபோது, அவை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று விலகிச் செல்கின்றன.

2. கொலஸ்டிரால்

இந்த மூலக்கூறுகள் ஒழுங்கின்றி, தன்னிச்சையாக லிப்பிடு இரட்டைஅடுக்கு முழுவதும் பரவியுள்ளன. இதனால் அடுக்கானது எல்லா சூழ்நிலைகளிலும் திரவத்தன்மையை பெற்றுள்ளது. பாஸ்போலிப்பிடுகளை கொலஸ்டிரால் இறுகப்பற்றியுள்ளதால், மூலக்கூறுகளின் தேவையற்ற இயக்கங்களை கட்டுப்படுத்துகிறது.

3. நிறைவுற்ற மற்றும் நிறைவுறா கொழுப்பு அமிலங்கள்

கொழுப்பு அமிலங்கள், பாஸ்போலிப்பிடுகளின் வால் பகுதியாக உள்ளன .

(i) **நிறைவுற்ற கொழுப்பு அமிலங்கள்:** அவை கார்பன் அணுக்களுக்கிடையே ஒற்றை பிணைப்புகளைக் கொண்ட கார்பன் சங்கிலிகளாகும். இதனால் அவை நேராக நீண்டு இறுக்கமாக பொதிகின்றன.

(ii) **நிறைவுறா கொழுப்பு அமிலங்கள் :** அவை கார்பன் அணுக்களுக்கிடையே இரட்டை பிணைப்புகளைக் கொண்ட கார்பன் சங்கிலிகளாகும்.இந்த இரட்டை பிணைப்புகள் சங்கிலியில் வளைவுகளை உண்டாக்குவதால், நெருக்கமாக பொதிவதில்லை. இவை சவ்வின் திரவத்தன்மையில் முக்கிய பங்குவகிக்கின்றன, ஏனெனில், முறுக்கல்கள் அல்லது வளைவுகள் பாஸ்போலிப்பிடுகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளியை அதிகரிக்கின்றன. இது, அவற்றை குறைந்த வெப்பநிலைகளில் உறையவிடாமல் செய்கின்றன. மேலும், CO_2 மற்றும் O_2 போன்ற மூலக்கூறுகளுக்கும் பாஸ்போலிப்பிடுகளுக்கிடையே சிறிய பகுதி தேவையாக உள்ளது, அதன் வழியாக இம்மூலக்கூறுகள் எளிதாகவும், வேகமாகவும் நகர முடியும். சாத்தியமான இரண்டு வெவ்வேறு வளைவுகள் பின்வருமாறு :

a. **சிஸ் – நிறைவுறா கொழுப்புகள்:** சங்கிலியின் இரு பக்கங்களும் ஒரே பக்கத்தில் அமைந்துள்ளன

b. **டிரான்ஸ் – நிறைவுறா கொழுப்புகள்:** சங்கிலியின் இரு பக்கங்களும் எதிரெதிர் பக்கங்களில் அமைந்துள்ளன.

1.3. சவ்வு கடத்தல்

செல்லின் ஒருங்கமைவை பராமரிக்க வேண்டுமெனில், செல்லினுள் காணப்படும் பல்வேறு பொருட்களின் செறிவுகள் பராமரிக்கப்பட வேண்டும். அயனிகள், சிறிய உயிரியல் மூலக்கூறுகள் மற்றும் ஊட்டச் சத்துகள் ஆகியவற்றின் நகர்வு ஒழுங்குபடுத்தப்பட வேண்டும், மேலும்

www.tnschoolbooks.in

கார்பன்–டை–ஆக்சைடு (CO_2) போன்ற கழிவுப் பொருட்கள் செல்களை விட்டு வெளியேற்றப்பட வேண்டும். செல்லினுள் காணப்படும் பொருட்களின் செறிவுகளை ஒழுங்குபடுத்த உதவும் வகையில், சிறப்புப் பண்புகளைப் பெற்று, செல் சவ்வுகள் ஆயத்தமாக உள்ளன. இந்த கடத்தல் செயல்முறைகளை கட்டுப்படுத்துவதில் இதுவரை விவரிக்கப்பட்ட லிப்பிடு இரட்டை அமைப்பானது முக்கிய பங்காற்றுகிறது. பொதுவாக, சவ்வுகளின் ஊடாக பொருட்களின் கடத்தலுக்கு, ஆற்றல் தேவைப்படுகிறதா? இல்லையா? என்பதைப் பொருத்து அவை வகைப்படுத்தப்படுகின்றன

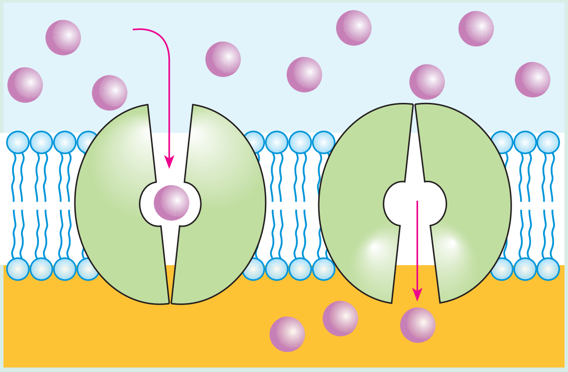
i. **இயல்பான கடத்தல் (Passive transport)** – எவ்வித ஆற்றல் செலவும் இன்றி சவ்வுகளின் ஊடாக பொருட்கள் கடத்தப்படுகின்றன.

ii. **ஊக்கக் கடத்தல் (Active transport)** – அடினோசின் ட்ரைபாஸ்பேட்டிலிருந்து (ATP) ஆற்றல் பெறப்பட்டு சவ்வுகளின் ஊடாக பொருட்கள் கடத்தப்படுகின்றன.

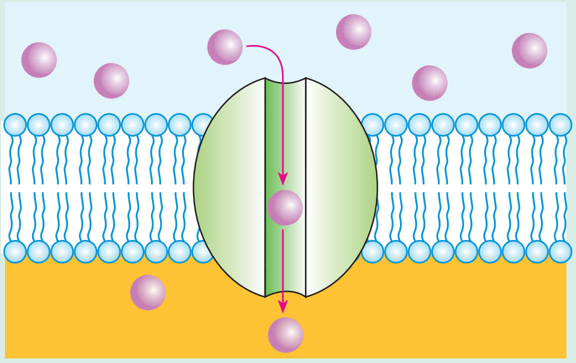
1.3.1. இயல்பான கடத்தல் (Passive transport)

மேற்கூறப்பட்ட இயல்பான கடத்தலை மெச்சுவதற்காக, செறிவு வீதம் மற்றும் ஊடுருவுதல் ஆகிய சொற்கூறுகளை கருதுவோம்.

செறிவு வீதம் என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதிக்கு (சவ்வு) இருபுறமும் உள்ள ஒரு பொருளின் செறிவுகளுக்கிடையே உள்ள வேறுபாடு ஆகும். செறிவு அதிகமாக உள்ள பகுதியிலிருந்து, செறிவு குறைவாக உள்ள பகுதிக்கு, அவற்றின் செறிவுகள் சமமாகும் வரை பரவுதல் / ஊடுருவுதல் முறையில் மூலக்கூறுகள் (அல்லது அயனிகள்) கடத்தப்படுகின்றன. (மூலக்கூறுகள் இவ்வழியில் நகரும்போது, செறிவு வீதத்தை குறைக்கின்றன). இயல்பான கடத்தல் என்பது எளிய ஊடுருவல், சவ்வூடு பரவல் மற்றும் புரதவழிக் கடத்தல் ஆகிய மூன்று வகைகளை உள்ளடக்கியது.



புரத வழிக்கடத்தல் மூலம் பொருட்களின் இடமாற்றம்



புரத கால்வாய் வழியாக பொருட்கள் எடுத்துச் செல்லப்படுதல்

படம் 1.6 புரத வழிக் கடத்தல்

1.3.2. புரத வழிக்கடத்தல் (Facilitated diffusion)

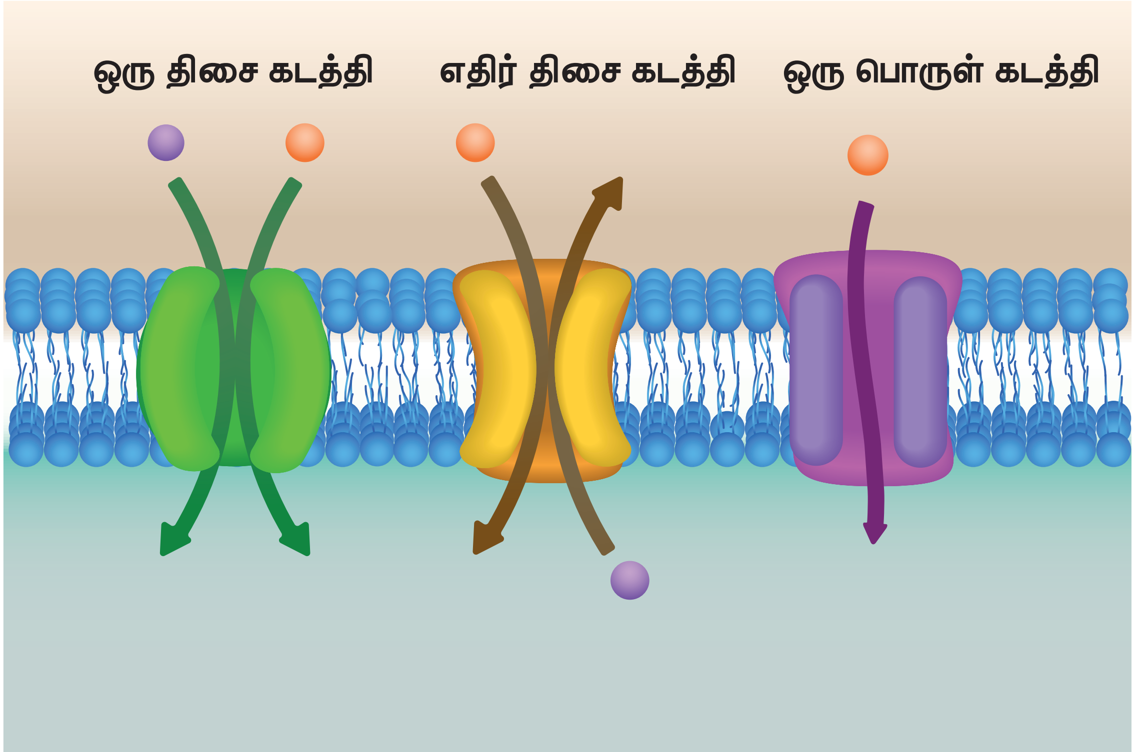
புரத வழிக்கடத்தலில், வழித்தட புரதங்கள் மற்றும் கடத்து புரதங்கள் போன்ற புரதங்களின் உதவியுடன் பொருட்கள் செல்களின் (பிளாஸ்மா) வழியாக பொருட்கள் கடத்தப்படுகின்றன. வழித்தட புரதங்களின் தேர்ந்து செயலாற்றும் தன்மையானது, கடத்து புரதங்களின் தேர்ந்து செயலாற்றும் தன்மையைவிட குறைவு. மேலும், பொதுவாக அவற்றின் உருவளவு மற்றும் மின்சுமையை பொருத்து அவற்றின் கடத்துதிறன்கள் சிறியளவில் வேறுபடுகின்றன. கடத்து புரதங்கள் தேர்ந்து செயலாற்றும் தன்மை கொண்டவை, அவை குறிப்பிட்ட சிலவகை மூலக்கூறுகளை மட்டுமே கடந்து செல்ல அனுமதிக்கின்றன.

1.3.3. செயல்மிகு கடத்தல் (ஊக்கக் கடத்தல்)

மேலே விளக்கப்பட்ட கடத்தல் வகைகளில், செல்கள் எவ்வித ஆற்றலையும் செலவழிப்பதில்லை. இயல்பான கடத்தலில் உதவிபுரியும் சவ்வு புரதங்கள், ATP மூலக்கூறுகளை பயன்படுத்தாமலேயே பொருட்களை கடத்துகின்றன. செயல்மிகு கடத்தலானது, ஊடுருவல் செயல்முறையிலிருந்து வேறுபடுகிறது. ஊடுருவல் செயல்முறையில் மூலக்கூறுகள் வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலையிலிருந்து விலக்கப்படுகின்றன. (எனவே ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது). தேவைப்படும் ஆற்றலானது, ATP நீராற்பகுத்தல், எலக்ட்ரான் நகர்வு அல்லது ஒளியிலிருந்து பெறப்படுகிறது. இந்த ஆற்றலானது, புரத கடத்திகளின் உதவியுடன், செறிவு வீதத்திற்கு எதிராக, சவ்வுகளின் ஊடாக பொருட்களை கடத்துகிறது. செயல்மிகு கடத்தல் வகைகளில் மிகப்பொதுவான ஒன்றில் புரதங்கள் இறைப்பிகளாக (pumps) செயல்படுகின்றன. சைக்கிள் டயர் அல்லது கூடைப்பந்தை எழும்பச் செய்ய காற்று நிரப்புவதை போல எனும் கருத்தை சுட்டிக்காட்ட இறைப்பி எனும் சொல் தேவைப்படுகிறது. இதேபோல, செறிவு வீதத்திற்கு எதிராக, சவ்வுகளின் வழியே மூலக்கூறுகள் அல்லது அயனிகளை கடத்துவதற்காக , ATP லிருந்து பெறப்படும் ஆற்றல் புரதங்களுக்கு தேவைப்படுகிறது.

உயிரியல் அமைப்புகளில், மின்வேதிச் செறிவு வீதங்களை பராமரித்தல் மிக முக்கியமானது, ஏனெனில், ஒரு செல்லில் செலவிடப்படும் மொத்த ஆற்றலில் ஏறக்குறைய 30–40% ஆற்றல் இதற்காக செலவிடப்படுகிறது. பொதுவாக, செல்கள் அவற்றினுள் நிகர எதிர்குறி மின்னழுத்த வேறுபாடு மட்டுமில்லாமல், குறைந்த Na+ அயனிச் செறிவையும், அதிக K^+ அயனிச் செறிவையும் பராமரிக்கின்றன. Na^+ மற்றும் K^+ அயனிகளால் கிளர்வுறுத்தப்பட்ட ATPase (Na^+–K^+ ATPase) இறைப்பிகளால் இந்த செறிவு வீதங்கள் பராமரிக்கப்படுகின்றன. ATPase என்பவை ஒரு ஒருங்கிணைந்த சவ்வு புரதமாகும், இதை கிளர்வுறுத்த பாஸ்போலிப்பிடுகள் தேவைப்படுகின்றன. இந்த ATPase கள், சவ்வின் சைட்டோபிளாச பகுதியில் ATP மற்றும் Na^+ அயனிகளுக்காக கிளர்வு மையங்களை பெற்றுள்ளன. ஆனால், K^+ அயனிகளை பிணைக்கும் மையமானது சவ்வின் செல்வெளிப்பகுதியில் அமைந்துள்ளது. குறிப்பாக நரம்பு செல்களில் இவ்வகை இறைப்பிகள் அதிகளவில் நிறைந்துள்ளன. இவை, தொடர்ந்து சோடியம் அயனிகளை வெளியே தள்ளியும், பொட்டாசியம் அயனிகளை உள்ளிழுத்தும் செல் சவ்வுகளினூடே மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை பராமரிக்கின்றன. மின்னழுத்த வேறுபாடு என்பது, ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதிக்கு இருபுறமும் உள்ள மின்சுமைகளுக்கிடையே உள்ள வேறுபாடாகும். எடுத்துக்காட்டாக, நரம்பு செல்களில், செல்லுக்கு உள்ளேயும், வெளியேயும் மின்னழுத்த வேறுபாடு காணப்படுகிறது. அதாவது செல்லின் வெளிப்புறத்தை ஒப்பிடும்போது உட்புறத்தில் அதிக எதிர்குறி மின்சுமை காணப்படுகிறது (தோராயமாக –70 mV). பயன்படுத்தப்படும் ஒவ்வொரு ATP மூலக்கூறுக்கும், ஒவ்வொரு Na^+/K^+ இறைப்பியும், மூன்று Na^+ அயனிகள் செல்லுக்கு வெளியேயும், இரண்டு K^+ அயனிகள் செல்லுக்கு உள்ளேயும் இறைக்கப்படுவதன் காரணமாக இந்த எதிர்மின்னழுத்த வேறுபாடு பராமரிக்கப்படுகிறது. நரம்பு செல்களில் இச்செயல்முறையானது மிக முக்கியமானது. இதனால் அவை பெரும்பாலான ATP மூலக்கூறுகளை பயன்படுத்துகின்றன.

இறைப்பிகளைப் போலவே, வளர்சிதைமாற்றத்திற்காக மூலக்கூறுகளை பரிமாரிக்கொள்ளவும், கழிவுப்பொருட்களை வெளியேற்றவும் ஏந்திகள் எல்லா சவ்வுகளிலும் காணப்படுகின்றன. இந்த ஏந்திகளானவை, ஊக்குவிப்பான்கள் அல்லது சுமப்பான்கள் அல்லது கடத்திகள் எனவும் அறியப்படுகின்றன. அயனிகள், கரையும் தன்மையுடைய சிறிய கரிம மூலக்கூறுகள், மற்றும் லிப்பிடில் கரையும் பொருட்கள் என பல பொருட்கள் இந்த ஏந்திகளால் கடத்தப்படுகின்றன.



படம் 1.7 : சவ்வுகளுனூடே செயல்வழிக் கடத்தல். முதன்மையான வினையானது இறைப்பிகளால் நடத்தப்படுகிறது. ஆனால் ஏந்திகள் (ஒருபொருள் கடத்திகள், ஒருதிசைக் கடத்திகள், எதிர்திசைக் கடத்திகள்) இரண்டாம் நிலை வினையை நடத்துகின்றன.

சவ்வின் வழியே ஒரே ஒரு பொருளை கடத்தி, அதன் செறிவு வேறுபாட்டை குறைக்கும் ஏந்திகள் ஒரு பொருள் கடத்திகள் (ஒரு பொருள் ஏந்தி– Uniporters) என்றழைக்கப்படுகின்றன. செறிவு வீதத்திற்கு எதிராக அல்லது செறிவு வீதத்தை உயர்த்துவதற்காக பல ஏந்திகள் பொருட்களை கடத்துகின்றன. ஏந்திகளின் உதவியால் சவ்வினூடே நிகழ்த்தப்படும் கடத்தலின்போது, மின்வேதி வேறுபாட்டை குறைப்பதற்காக, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பொருட்கள் கடத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: குளுக்கோஸ். குளுக்கோஸ், Na^+ அயனிகளுடன் சேர்த்தே பிளாஸ்மாவிலிருந்து, இரத்த சிவப்புச் செல்களுக்கும் (செறிவுவீதத்தை குறைக்கிறது), குடலுக்கும் (செறிவுவீதத்தை அதிகரிக்கிறது) கடத்தப்படுகிறது. குளுக்கோசும், Na^+ அயனிகளும் ஒரே திசையில் கடத்தப்படுவதால், இவை ஒரு திசைக் கடத்திகள் (symporter) என்றழைக்கப்படுகின்றன.

எதிர்திசைக் கடத்திகள் (antiporters) என்றழைக்கப்படும் மற்றொரு வகை கடத்திகள் உள்ளன. வினையை ஊக்குவிக்கும் அயனிச் செறிவு வேறுபாட்டிற்கு, எதிரான திசையில் பொருட்களை கடத்துவதால் இவை எதிர்திசைக் கடத்திகள் எனப்படுகின்றன. இத்தகைய ஏந்தித் தூண்டல் துலங்கள்கள் அனைத்தும் மீள்தன்மை கொண்டவைகளாகும்.

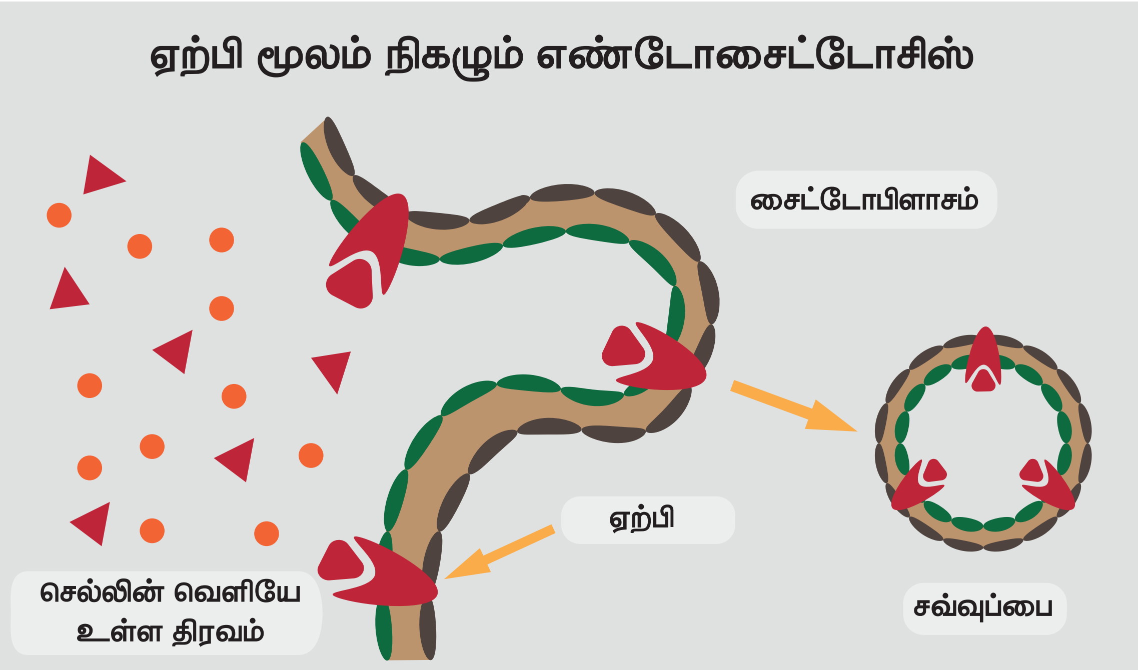
செல்லின் உட்புறத்தை, வெளிச் சூழலிலிருந்து சவ்வுகள் பாதுகாக்கின்றன என்பது தெளிவாக புரிந்துகொள்ளப்பட்ட ஒன்றாகும். பொதுவாக, சவ்வுகள் எளிதில் புகமுடியாதவைகளாக இருந்தாலும், வெளிச் சூழலிலிருந்து உயிரணு உட்கவர்தல் (endocytosis) என்றழைக்கப்படும் செயல்முறையின் மூலம் மூலக்கூறுகள் செல்லினுள் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றன.

1.3.4. உயிரணு உட்கவர்தல்

உயிரணு உட்கவர்தல் செயல்முறையில், சவ்வின் ஒரு பகுதியானது, அகவயப்படுத்தப்பட வேண்டிய பொருளை சூழ்ந்து கொள்கிறது. பொருளைச் சுற்றிக்கொண்ட சவ்வின் பகுதியானது

XII U1 Cell Membrane.indd 14 4/22/2020 11:25:57 AM

செல்லினுள் துளிர்விட்டு, சிறு குமிழியை உருவாக்குகிறது, இதன்மூலம் உட்செலுத்தப்பட்ட பொருளை தக்கவைத்துக்கொள்கிறது.



படம் 1.8. உணர்வேற்பி – வழி உயிரணு உட்கவர்தல். ஒரு குறிப்பிட்ட பொருள் சவ்வின் வெளிப்பகுதியில் உள்ள உணர்வேற்பியுடன் இணைந்து உட்கவரப்படுகிறது.

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

கல்லீரல் செல்களில் , உணர்வேற்பி வழி உயிரணு உட்கவர்தல் மூலமாக, குறைந்த அடர்த்தி கொண்ட லிப்போபுரதம் அல்லது LDL கெட்ட கொலஸ்டிரால் என்றழைக்கப்படும் ஒருவகை கொலஸ்டிராலை உட்கொள்ளப்படுகிறது. உணர்வேற்பி வழி உயிரணு உட்கவர்தல் வெற்றிகரமாக நிகழாமல் போனால், கெட்ட கொழுப்பு நீக்கப்படாமல், திரள்கிறது. இதனால் மிகை இரத்தக்கொழுப்பு நோய் உருவாகலாம்.

உணர்வேற்பி – வழி உட்கவர்தல்

உயிரணு உட்கவர்தல் போல அல்லாமல், உணர்வேற்பி–வழி உட்கவர்தலானது ஒரு இலக்குச் செயல்முறையாகும். பொதுவாக, இங்கு செல்லுக்குள் கடத்தப்படவேண்டிய வினைப்பொருளுடன் பிணைவதற்காக, சவ்வின் வெளிப்பகுதியில் உணர்வேற்பி மூலக்கூறுகள் பணியமர்த்தப்பட்டுள்ளன. செயல்முறையை நிறைவேற்றும் பொருளின் மீதான பிணைப்புக் கவர்ச்சியை உணர்வேற்பிகள் பெற்றுள்ளன. கிளாத்ரின் பூசிய குமிழ் என்றழைக்கப்படும் புரதம் பூசிய சவ்வுப்பையானது, சவ்வின் உயிரணுக்கணிகப் பகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது, மேலும் பொருளானது சவ்வுப்பைக்குள் கடத்தப்பட்டவுடன் இது தனியாக பிரிந்து செல்கிறது.

உயிரணு பருகுதல் (Pinocytosis) என்றழைக்கப்படும் ஒரு வகை உயிரணு உட்கவர்தலை செல்கள் பயன்படுத்துகின்றன. உயிரணுப் பருகுதலில், எப்பொழுதெல்லாம் செல்லுக்கு,

வெளிச்செல் திரவத்திலிருந்து மூலக்கூறுகள் தேவைப்படும்போதெல்லாம் சிறிய சவ்வுப்பைகளை பயன்படுத்துகின்றன. போட்டோசைட்டோசிஸ் எனப்படும் மற்றொரு உயிரணு பருகும் செயல்முறையானது கேவியோலின் எனும் பூச்சு புரதத்தை பயன்படுத்துகிறது. இதன் செயல்பாடு கிளாத்ரினின் செயல்பாட்டை ஒத்துள்ளது. சவ்வுகள், கேவியோலின் மட்டுமில்லாமல், நுண்குழிகளையும்கொண்டுள்ளன.இந்தநுண்குழிகள்,வெற்றிடத்துளைகளைஉருவாக்குகின்றன. மேலும், இவை உணர்வேற்பிகள் மற்றும் லிப்பிடு குவியல்களைக் கொண்டுள்ளன.

1.4. பாகுநிலைத் தன்மை மற்றும் பரப்பு இழுவிசை

உயிரியல் சவ்வுகளின் வியக்கத்தக்க பண்புகளில் ஒன்று, சவ்விலுள்ள லிப்பிடு மற்றும் புரதக் கூறுகள் இரண்டும் விடாமல் நகர்ந்து கொண்டே உள்ளன என்பதாகும். இது, பாகுநிலைத்தன்மை கொண்ட திரவ மூலக்கூறின் பண்பாகும். சவ்வுகள் இரு பரிமாண திரவங்களைப் போன்று செயல்படுகின்றன, இவற்றில், படகுகள் போன்று புரதக்கூறுகள் உலாவுகின்றன.

லிப்பிடுகளுக்கிடையே சகப்பிணைப்புகள் இல்லாதபோது, லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கானது, இருபரிமாண திரவம் போல செயல்படுகிறது. சிறப்புத் தன்மைவாய்ந்த புறப்பரப்பு பாகுநிலைத் தன்மையானது, அவற்றின் அழுத்த உருக்குலைவிற்கு எதிரான தடையாக உள்ளது. இரட்டை அடுக்கின் இரண்டு இலை அமைப்புகளுக்கிடைப்பட்ட சார்பு இயக்கமானது, உராய்வு விசையால் எதிர்க்கப்படுகிறது. உயிருள்ள செல்கள், அவற்றின் சவ்வுகளில் காணப்படும் லிப்பிடுகள் மற்றும் ஸ்டீரால்கள்கலவையைமாற்றியமைப்பதன்மூலம்இத்தகையவிசைகளைக்கட்டுப்படுத்துகின்றன.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

பழங்காலத்தில், கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவில், தாவரத்திலிருந்து பெறப்பட்ட உவாபெயின் எனும் நச்சுத் தன்மை கொண்ட சேர்மத்தை அம்புகளில் தடவி போர்களிலும் மற்றும் வேட்டையாடுதலிலும் பயன்படுத்தினர். உவாபெயின் ஒரு இதய கிளைக்கோசைடாகும். இச்சேர்மத்தை குறைந்த அளவுகளில் பயன்படுத்தி குருதி ஊட்டக்குறை மற்றும் தாழ் இரத்த அழுத்தம் ஆகியவற்றை குணப்படுத்த முடியும். இச்சேர்மம், ATPase இன் செயல்பாட்டை தடுக்கிறது.

1.4.1. பாகுநிலைத் தன்மை மற்றும் பரப்பு இழுவிசையின் உயிரியல் முக்கியத்துவம்

1. இரத்த ஓட்டத்தை சீராக பராமரிக்க, இரத்தத்தின் பாகுநிலைத் தன்மை உதவுகிறது. இரத்த பிளாஸ்மாவின் பாகுநிலைத் தன்மை மதிப்பு 15 – 20 மில்லிபாய்ஸ். பாகுநிலைத் தன்மையில் உருவாகும் மாற்றம், நோயுற்ற நிலையை காட்டும் அறிகுறியாகும். பெரும்புரததமனி மிகை இரத்த சோகை, விழித்திரை இரத்தக் கசிவு, மற்றும் மாரடைப்பு ஆகியவற்றின்போது பாகுநிலைத் தன்மை அதிகரிக்கிறது.

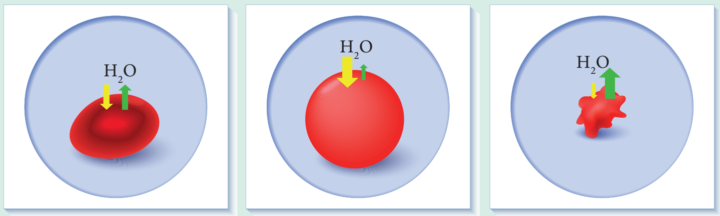
2. கார்போஹைட்ரேட்டுகள்மற்றும்புரதங்கள்அதிகபாகுநிலைத்தன்மையைகொண்டவைகளாகும். மூட்டு திரவத்தின் உயவுத் தன்மையானது, அதிலுள்ள மியூகோபாலிசாக்கரைடுகளின் பாகுநிலைத் தன்மையினால் உருவாகிறது.

3. டைபால்மிடாயில் எனும் பரப்புஇழுவிசை குறைப்பியானது, நுரையீரலின் மூச்சு சிற்றறைகளில் சுரக்கப்படுகிறது. இது, பரப்பு இழுவிசையை குறைப்பதன் மூலம் வெளிச்சுவாசத்தின்போது நுரையீரல் மூச்சுசிற்றறைகள் சிதைவடையாமல் பாதுகாக்கின்றன. சில குறைப்பிரசவ சிசுக்கள் குறைந்தளவில் இத்தகைய பரப்புஇழுவிசை குறைப்பிகளை பெற்றிருப்பதால் அவை கடுமையான சுவாச இடர்ப்பாடுகளை சந்திக்கின்றன.

1.5. சவ்வூடு பரவல்

செறிவு குறைந்த பகுதியிலிருந்து, செறிவு மிகுந்த பகுதிக்கு ஒருகூறு புகவிடும் சவ்வின் வழியாக கரைபொருள் மூலக்கூறுகளின் நிகர நகர்வு சவ்வூடு பரவல் என்றழைக்கப்படுகிறது.

உடலின் உரத் தன்மை மற்றும் சவ்வூடு பரவல்



படம் 1.9 : சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டி மற்றும் அதன் விளைவால் செல்லில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

தசை நெகிழ்வு (Tonicity) காரணமாக நீரானது செல்லுக்கு உள்ளிருந்து வெளியேயும். வெளியிலிருந்து உள்ளேயும் சென்று வருகிறது. ஒரு கரைசலின் தசை நெகிழ்வானது அதன் சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டியுடன் தொடர்பு படுத்தப்படுகிறது. சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டி என்பது கரைசலிலுள்ள அனைத்து கரைப்பொருட்களின் மொத்த செறிவாகும். குறைந்த சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டியை கொண்டுள்ள கரைசல், ஒரு லிட்டர் கன அளவில் குறைந்தளவு கரைப்பொருள் மூலக்கூறுகளைப் பெற்றுள்ளன. ஆனால், அதிக சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டியை கொண்டுள்ள கரைசலில், சற்று அதிகளவு கரைப்பொருள் மூலக்கூறுகள் உள்ளன. நீர் மூலக்கூறுகளை மட்டும் அனுமதித்து, கரைபொருளை தடுத்து நிறுத்தும், ஒருகூறு புகவிடும் சவ்வைக் கொண்டு, இரண்டு வெவ்வேறு சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டியை கொண்டுள்ள கரைசல்களை பிரித்து வைக்கும்போது, குறைந்த மோலாரிட்டியுடைய கரைசலிலிருந்து, அதிக மோலாரிட்டியுடைய கரைசலுக்கு நீர் மூலக்கூறுகள் நகருகின்றன.

- வெளிச்செல் திரவத்தின் சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டி மதிப்பானது, உட்செல் திரவத்தை விட குறைவாக இருந்தால், அது ஹைப்போடானிக் எனப்படுகிறது, இந்நிலையில் நீரானது செல்லுக்குள் நுழைகிறது. (ஹைப்போ – குறைவாக)
- இதற்கு மாறாக, வெளிச்செல் திரவமானது, செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தைவிட அதிக சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டி மதிப்பை பெற்றிருந்தால், அது ஹைப்பர்டானிக் எனப்படுகிறது. இந்நிலையில், நீரானது செல்லுக்கு வெளியே உள்ள செறிவுமிகு கரைசலுக்கு பாய்கிறது. (ஹைப்பர் – அதிகமாக)
- ஐசோடானிக் கரைசல்களில், வெளிச்செல் திரவத்தின் சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டி மதிப்பும், உட்செல் திரவத்தின் மதிப்பும் ஒன்றாக உள்ளது. இந்நிலையில், நீரானது செல்லுக்கு உள்ளேயும், வெளியேயும் நகருவதில்லை.

ஹைப்போடானிக், ஹைப்பர்டானிக் மற்றும் ஐசோடானிக் ஆகியவை ஒப்பீட்டு சொற்களாகும். அதாவது, சவ்வூடுபரவல் மோலாரிட்டியின் அடிப்படையில், ஒரு கரைசல், மற்றொரு கரைசலுடன் எவ்வாறு ஒப்பிடப்படுகிறது என்பதை இச்சொற்கள் விளக்குகின்றன. உதாரணமாக, உள்செல் திரவமானது, அதைச் சுற்றியுள்ள வெளிச்செல் திரவத்தைவிட அதிக சவ்வூடு பரவல் மோலாரிட்டியையும், கொண்டிருந்தால், செல்லின் உட்புறமானது அதைச்சுற்றியுள்ள திரவத்திற்கு ஹைப்பர்டானிக் எனவும், வெளிச்செல் திரவமானது, செல்லின் உட்புறத்திற்கு ஹைப்போடானிக் எனவும் பொருள் கொள்ளலாம்.

XII U1 Cell Membrane.indd 17 4/22/2020 11:25:58 AM

1.5.1. உயிரியல் முக்கியத்துவம்

1. **செல் வெடித்தல் மற்றும் செல் சுருங்குதல் (Hemolysis and Crenation).**
   0.9% NaCl நீர்க் கரைசலானது உடலியல் அல்லது ஐசோடானிக் உப்புநீர்க் கலவை எனப்படுகிறது. இரத்த சிவப்பு செல்களை 0.3% NaCl (hypotonic solution) கரைசலில் வைக்கும்போது, செல்லுக்குள் நீர் நுழைகிறது. இதனால் செல் வெடித்து அதிலுள்ள அனைத்து கூறுகளும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சி செல் வெடித்தல் (hemolysis) என்றழைக்கப்படுகிறது. மீதமுள்ள சவ்வுகள் கோஸ்ட்கள் (ghosts) என்றழைக்கப்படுகின்றன. அதே சமயம், செல்கள் 1.5% NaCl கரைசலில் வைக்கப்படும்போது, நீர் செல்லை விட்டு வெளியே வருகிறது, இதனால் செல் சுருங்குகிறது. இச்செயல்முறையானது " செல் சுருங்குதல் (crenation) என்றழைக்கப்படுகிறது.

2. எரித்ரோசைட் முறிவுச் சோதனையானது, சவ்வூடு பரவல் பண்பை அடிப்படையாகக் கொண்டது. ஹைப்போடானிக் அகரைசல்களுக்கு எதிராக சவ்வின் தாக்குபிடிக்கும் திறனானது அதன் ஒட்டுமொத்த அமைப்பைப் பொருத்து அமைகிறது. அரிவாளணுச்சோகை போன்ற மரபணுக் கோளாறுகள் மற்றும் வைட்டமின் E குறைபாடு ஆகியவற்றால் எரித்ரோசைட் சவ்வுகள் எளிதில் முறியும் தன்மையைப் பெறுகின்றன.

3. இரத்தத்திலுள்ள சோடியம், பொட்டாசியம், குளோரைடு, கால்சியம் போன்ற கனிம அயனிகள் மற்றும் புரதங்களால் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் உருவாகிறது. பிளாஸ்மா சவ்வின் வழியே கூழ்ம துகள்களை புகவிடாததன் காரணமாக உருவாகும் புரதங்களின் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம், குறிப்பிடத்தகுந்த உயிரியல் முக்கியத்துவம் பெறுகிறது.

4. சவ்வூடுபரவல் காரணமாக குடலில் நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது. சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் காரணமாக சிறுநீரகங்களில் சிறுநீர் உருவாகிறது. நிலைநீர் அழுத்தம் மற்றும் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள நிகர வேறுபாடானது, நுண்குழாய்களின் தமனி முனையில் நீர் வடிகட்டப்படுவதற்கும், சிரை முனையில் மீளுறிஞ்சுதலுக்கும் காரணமாக அமைகிறது. தமனி முனையில் நிலைநீர் அழுத்த மதிப்பு 22 mmHg, சவ்வூடு பரவல் அழுத்த மதிப்பு 15 mm Hg. திரவத்தை வெளியேற்ற கிடைக்கும் அழுத்தம் 7 mm Hg. சிரை முனையில் நிலைநீர் அழுத்த மதிப்பு 15 mm Hg , சவ்வூடு பரவல் அழுத்த மதிப்பு 7 mm Hg. நுண் குழாய்களில் நீரை மீண்டும் உறிஞ்சுவதற்கு கிடைக்கும் நிகர அழுத்தம் $15 - 7 = 8$ mm Hg. இது ஸ்டார்லிங் கருதுகோள் என்றழைக்கப்படுகிறது.

1.6. தாங்கல் கரைசல்கள்

சிறிதளவு அமிலம் அல்லது காரம் சேர்க்கப்பட்ட பின்னரும் தன்னுடைய pH மதிப்பை மாறாமல் தடுக்கும் கரைசலானது தாங்கல் கரைசல் என வரையறுக்கப்படுகிறது. தாங்கல் கரைசல்கள் என்பவை, வலிமை குறைந்த அமிலம் மற்றும் அதன் உப்பு (அல்லது) வலிமை குறைந்த காரம் மற்றும் அதன் உப்பு ஆகியவற்றின் கலவைகளாகும். ஒரு கரைசலின் pH என்பது, அதன் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவின் எதிர் மடக்கை மதிப்பு என வரையறுக்கப்படுகிறது. தாங்கல் கரைசல்களின் pH மதிப்பு ஹெண்டர்சன் ஹேசல்பாக் சமன்பாட்டைக் கொண்டு நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

$$pH = pka + \log \frac{[\text{உப்பு}]}{[\text{அமிலம்}]}$$

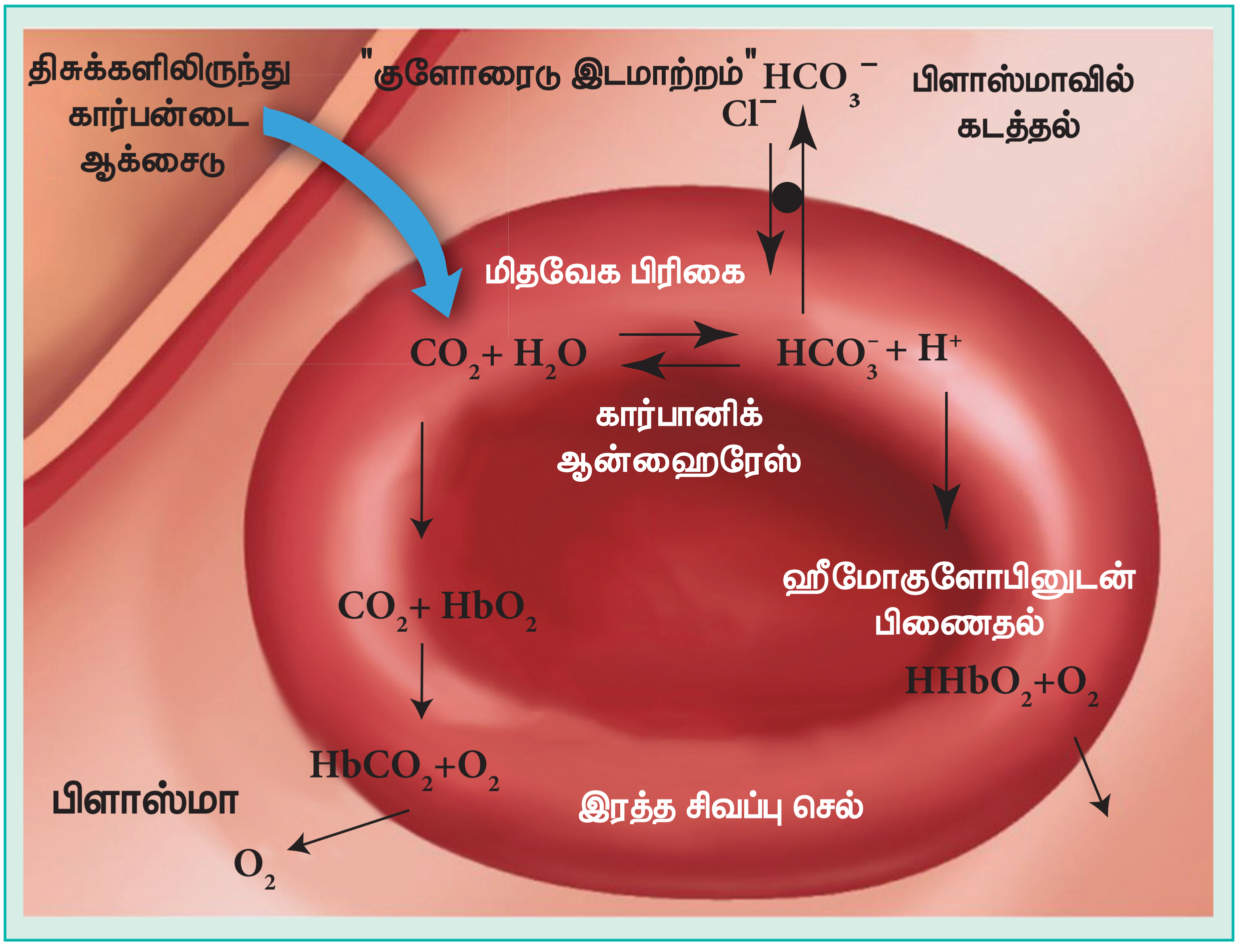
இரத்தத்தின் pH ஐ ஒழுங்குபடுத்துதல்

இரத்தத்தின் pH மதிப்பு, அதன் இயல்பான மதிப்பிலிருந்து விலகும்போது, சமநிலையை மீண்டும் கொண்டுவருவதற்காக உடலிலுள்ள இரண்டு அமைப்புகள் இணைந்து இயங்குகின்றன.

i. **சுவாச அமைப்பு :** சுவாச வேகத்தை சரிசெய்வதன் மூலம் இரத்தத்திலுள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடின் செறிவை கட்டுப்படுத்துகிறது.

ii. **சிறுநீரக அமைப்பு :** மீளுறிஞ்சுதல் மற்றும் (அல்லது) பை கார்பனேட்/ ஹைட்ரஜன் அயனிகளை உருவாக்கத்தை மாற்றியமைக்கிறது. இந்த சமநிலையானது "ஈடுசெய்தல்" என அறியப்படுகிறது.

1.7.1 ஹீமோகுளோபின் தாங்கல் கரைசல் அமைப்பு



வளர்சிதை மாற்ற செயல்முறையின் காரணமாக திசுக்களில் கார்பன் டை ஆக்சைடு உருவாக்கப்பட்டு இரத்தத்தினுள் நுழைகிறது. இந்த CO_2 நீரேற்றம் அடைந்து H_2CO_3 உருவாகிறது, பின்னர் இது பிரிகையடைந்து அடைந்து H^+ மற்றும் HCO_3^- அயனிகளை தருகிறது. திசுக்களில் ஆக்ஸிஜன் அளவு குறைந்த உடன் , ஆக்ஸி–ஹீமோகுளோபின் சிதைந்து ஆக்ஸிஜனை உருவாக்குகிறது, இதனால் ஒடுக்கப்பட்ட ஹீமோகுளோபின் உருவாகிறது.

நுரையீரல்களில், ஒடுக்கப்பட்ட ஹீமோகுளோபினிலிருந்து ஹைட்ரஜன் அயனிகள் விடுவிக்கப்பட்டு ஆக்ஸி–ஹீமோகுளோபின் உருவாகிறது. இந்த ஹைட்ரஜன் அயனிகள் பைகார்பனேட்டுடன் வினைப்பட்டு கார்பானிக் அமிலத்தை தருகின்றன. நுரையீரல்களில் CO_2 அளவு குறைவதன் காரணமாக, சமநிலையானது கார்பன் டை ஆக்சைடு உருவாதலை நோக்கி நகர்த்தப்படுகிறது, இதனால் மூச்சு விடுதலின்போது CO_2 தொடர்ந்து வெளியேற்றப்படுகிறது.

$$H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H_2O + CO_2$$

XII U1 Cell Membrane.indd 19 4/22/2020 11:25:58 AM

ஒடுக்கப்பட்ட ஹீமோகுளோபின் ஆனது எதிரயனிகளாக செயல்பட்டு H^+ அயனிகளை பெற்றுக் கொண்டு அமில–ஒடுக்கப்பட்ட ஹீமோகுளோபினை (HHb) உருவாக்குகிறது. வலிமை குறைந்த அமிலங்களை உருவாக்குவதன் மூலம் H^+ அயனிகள் தாங்கல் கரைசல்களாக மாற்றப்படுகின்றன, இதனால் pH மதிப்பில் சிறிய மாற்றம் உண்டாகிறது.

இரத்தம் நுரையீரலுக்கு திரும்பும்போது, மேலே குறிப்பிட்டபடி ஆக்ஸி– ஹீமோகுளோபின் (stronger acid) உருவாவதால் இந்த H^+ அயனிகள் விடுவிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு விடுவிக்கப்பட்ட H^+ அயனிகள் உடனடியாக HCO_3^- அயனிகளால் நடுநிலையாக்கப்படுகின்றன. நுரையீரல்கள் CO_2 வெளியிடுவதை தவிர்க்க முடியாது.

குளோரைடு இடமாற்றம்

1. RBC க்களில், CO_2 நீருடன் வினைப்பட்டு கார்பானிக் அமிலத்தை தருகிறது. இவ்வினை கார்பானிக் அன்ஹைட்ரேஸ் எனும் நொதியால் வினையூக்கம் பெறுகிறது.
2. உருவாக்கப்பட்ட கார்பானிக் அமிலமானது, பாஸ்பேட் தாங்கல் மற்றும் ஹீமோகுளோபின் தாங்கல் ஆகியவற்றால், தாங்கல் கரைசலாக மாற்றப்படுகிறது..
3. பை கார்பனேட், பிளாஸ்மாவிற்கு திரும்பி, இரத்தத்தில் CO_2 அளவு அதிகரிக்கும்போது செல்லுக்குள் நுழையும் குளோரைடு அயனிகளுடன் பரிமாற்றம் அடைகிறது.
4. மாறாக, ஒருவேளை CO_2 செறிவு குறைக்கப்பட்டால், செல்லிலிருந்து குளோரைடு அயனிகள் வெளியேறி பிளாஸ்மாவிற்குள் நுழைகின்றன.
5. பொதுவாக, இரத்த சிவப்பணுக்கள் சோடியம் அல்லது பொட்டாசியத்தை அனுமதிப்பதில்லை ஆனால், ஹைட்ரஜன், பைகார்பனேட் மற்றும் குளோரைடு அயனிகளை அனுமதிக்கின்றன. எதிரயனிப் (குளோரைடு) பரிமாற்றத்தின் வாயிலாக பிளாஸ்மாவிற்கு பொட்டாசியம் நேரயனிகள் கிடைக்கின்றன. இதனால், உருவாக்கப்பட்ட CO_2 ஆனது பிளாஸ்மாவால் சோடியம் பைகார்பனேட்டாக எடுத்துச்செல்லப்படுகிறது.
6. CO_2 நுழைந்து, இரத்தம் சிவப்புச் செல்களுக்கு கடத்தப்பட்டு கார்பானிக் அன்ஹைட்ரேஸ் உதவியுடன் கார்பானிக் அமிலமாக மாற்றப்படுவதால் இந்தச் சுற்றுச் செயல்முறை தொடர்ந்து நிகழ்கிறது (பகுதியளவு பிளாஸ்மாவிற்கு மீண்டும் திரும்புகிறது). மீதமுள்ள கார்பானிக் அமிலம் பின்னர் ஹீமோகுளோபின் தாங்கல் கரைசல்களுடன் வினைப்பட்டு பைகார்பனேட்டுகளை தருகின்றன. இவை பிளாஸ்மாவிற்கு பயணித்து, குளோரைடு அயனிகளுடன் பரிமாற்றப்பட்டு கடத்தப்படுகின்றன.
7. இதுவரை குறிப்பிடப்பட்ட அனைத்து வினைகளும் மீள்வினைகளாகும். இரத்தம் தமனியில் உள்ளபோது, நுரையீரல் திசுக்களில், குளோரைடு அயனிகள் மீண்டும் பிளாஸ்மாவிற்கு மாற்றப்படுகின்றன. இறுதியாக, செல்களுக்கிடையே உள்ள பொட்டாசியம் அயனிகள், ஆக்ஸி–ஹீமோகுளோபினை தாங்கல் கரைசலாக மாற்றுவதற்காக வெளிவிடப்படுகின்றன. பிளாஸ்மாவில், இது சோடியத்தை நடுநிலையாக்குகிறது.

1.6.2. சுவாச ஒழுங்கமைவு வழிமுறை

கார்பானிக் அமிலமானது CO_2 மற்றும் H_2O ஆக பிரிகையடையும் என்பதை நாம் அறிவோம். இரத்தத்தினுள் அதிகளவு H^+ அயனிகள் இருப்பின், நுரையீரல்கள் அதிகளவு CO_2 ஐ வெளியேற்றும். அதிகளவு HCO_3^- அயனிகள் இருப்பின், நுரையீரல்கள் சுவாச வேகத்தை குறைத்து, CO_2 தங்குதலை

XII U1 Cell Membrane.indd 20 4/22/2020 11:25:58 AM

அதிகரித்து கார்பானிக் அமிலத்தை உருவாக்கும். இது அதிகமாக உள்ள பைகார்பனேட்டை தாங்கல் கரைசலாக மாற்றும்.

நுரையீரல்களின் மூச்சு சிற்றறைகளும் மற்றும் சிறுகுழல்களும் இத்தகைய செயல்பாடுகளை திறம்பட செய்கின்றன. நுரையீரலிலுள்ள சில குறிப்பிட்ட செல்களால் சுரக்கப்படும் பாஸ்போ லிப்போபுரத மூலக்கூறுகளால் இந்த சிற்றறைகளும் , சிறுகுழல்களும் பூசப்பட்டுள்ளன. இவை மூச்சு சிற்றறை சவ்வுகளின் பரப்பு இழுவிசையை குறைத்து, மூச்சுவிடுதல், மூச்சிழுத்தலின் போது சிற்றறைகளை பாதுக்காக்கின்றன.

1.6.3. சிறுநீரக ஒழுங்கமைவு வழிமுறை

சிறுநீரகத்தின் முக்கியமான செயல்பாடு, நீர் மற்றும் மின்பகுளிச் சமநிலையை பாராமரித்தல் ஆகும். கழிவுப் பொருட்களை சிறுநீர் வழியாக வெளிவேற்றுவதன் மூலம் இது நிகழ்த்தப்படுகிறது. சிறுநீர் உருவாதல் மூன்று படிநிலைகளில் நிகழ்கிறது.

i. வடிகட்டுதல்

ii. மீளுறிஞ்சுதல்

iii. சுரத்தல்.

சிறுநீரகத்தின் ஒழுங்கமைக்கும் பண்பானது அதன் தாங்கல் கரைசலாக்கும் திறனால் சாத்தியமாகிறது. இந்த செயல்பாட்டில் சவ்வு முக்கிய பங்காற்றுகிறது. சவ்வூடு பரவல் மற்றும் செல்பருகுதல் ஆகியவை மட்டுமில்லாமல் இயல்பான மற்றும் செயல்வழிக் கடத்தல்களும் நிகழ்கின்றன (படம் 1.10).

இயல்பான கடத்தல்
- எளிய விரவுதல்
- புரதவழி கடத்துதல் செல்சவ்வில் (குளுக்கோஸ் உள்மேற் பரப்பில்)

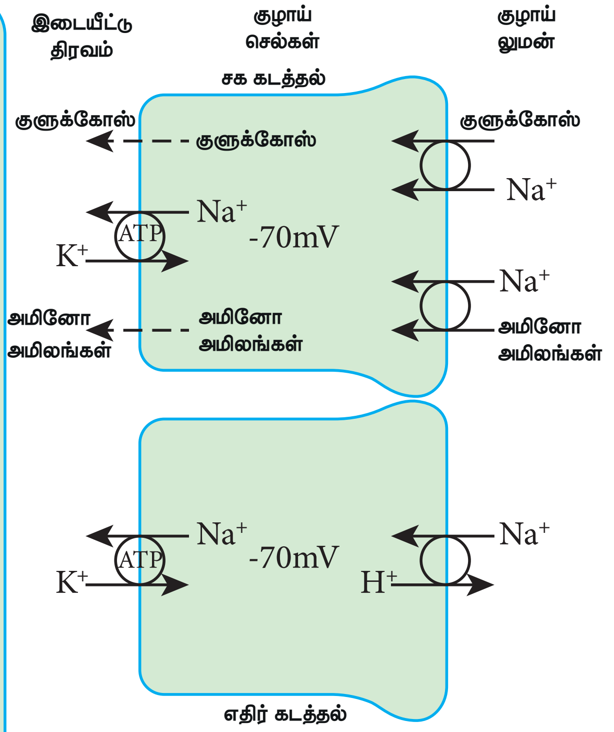
செயல்வழி கடத்தல்

செயல்வழி மீள்உறிஞ்சுதல்
- முதன்மை செயல்வழி கடத்தல் (சோடியம் –பொட்டாசியம் ATP– பம்பு)
- இரண்டாம் நிலை செயல்வழி கடத்தல்
- இரண்டாம் நிலை செயல்வழி மீள் உறிஞ்சுதல் (PTல் சோடியத்தினால் குளுக்கோஸ்)

செயல்வழி சுரத்தல்
- முதன்மை செயல்வழி சுரத்தல்
- இரண்டாம் நிலை செயல்வழி சுரத்தல் (PTல் சோடியத்தினால் H^+)

சவ்வூடுபரவல்

செல் உறிஞ்சுதல்



படம் 1.10 : சிறுநீரகங்களில், சிறுநீர் உருவாக்கத்தில் உதவும் சிறுநீரக குழாய் சவ்வின் வழியாக பொருட்கள் நகர்தல் (வடிகட்டல், மீளுறிஞ்சுதல், சுரத்தல் மூலமாக).

XII U1 Cell Membrane.indd 21 4/22/2020 11:25:59 AM

செயல்பாடு

1. ஊடுருவலை பற்றி அறிந்துகொள்ள சாயம் கலந்த நீர் அல்லது ஜெல் போன்ற பொருட்களை பயன்படுத்தி சோதனை செய்க. நீர், ஆக்ஸிஜன் மற்றும் சிறிய மூலக்கூறுகள் எவ்வாறு சவ்வின் வழியே கடத்தப்படுகின்றன என்பதை புரிந்துகொள்ள நீர் உதவுகிறது. (காகிதத் தாளை சவ்வாக பயன்படுத்துக). சோதனையை வெப்பத்தின் முன்னிலையில் மற்றும் வெப்பமில்லா நிலையில் செய்க. அதாவது வெந்நீர் மற்றும் குளிர்ந்த நீர். (உயர் வெப்பநிலைகளில் மூலக்கூறுகள் அதிக இயக்க ஆற்றலை பெற்றுள்ளதால் ஊடுருவல் வேகமாக நிகழ்கின்றன).
2. சவ்வூடு பரவலை புரிந்து கொள்ள உருளைகிழங்கு மற்றும் சர்க்கரை கரைசல்களை பயன்படுத்துங்கள். உருளைக்கிழங்கில் தோண்டப்பட்ட பகுதியில் வைக்கப்பட்டுள்ள சாய நீரின் உயரத்தில் ஏற்பட்ட வேறுபாட்டை கணக்கிடுக.

பாடச்சுருக்கம்

- செல்லின் உயிர்வாழ்தலுக்கும் அதன் நீர்ச்சமநிலைக்கும் செல் சவ்வு இன்றியமையாதது.
- செல் அதன் புறச்சூழலுடன் இடையீடு செய்வதை சவ்வு ஒழுங்குபடுத்துகிறது, மேலும் பொருட்கள் செல்லுக்குள் நுழைவதையும், செல்லைவிட்டு வெளியேறுதலையும் கட்டுப்படுத்துகிறது.
- லிப்பிடுகள் மற்றும் புரதங்களால் சவ்வுகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. கார்போஹைட்ரேட்டுகள் சிறிய பங்களிப்பை அளிக்கின்றன.
- சவ்வின் அமைப்பு மற்றும் செயல்பாட்டை, லிப்பிடுகள் மற்றும் புரதங்கள் (ஒருங்கிணைந்த மற்றும் புற அமைவு) பராமரிக்கின்றன.
- சவ்வின் அமைப்பை விளக்குவதற்காக பல்வேறு மாதிரிகள் முன்மொழியப்பட்டுள்ளன.
- நீர்ம மொசைக் அமைப்பானது பொதுவாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட அமைப்பாகும். இது பெரும்பாலான செல் சவ்வுகளின் அமைப்பை தெளிவாக விளக்குகிறது.
- பாஸ்போலிப்பிடுகளிலுள்ள கொலஸ்டிரால் மற்றும் கொழுப்பு அமிலங்கள் செல்சவ்வின் திரவத்தன்மையை கட்டுப்படுத்துகின்றன.
- லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கிலுள்ள புரதங்கள் சவ்வின் பல்வேறு செயல்பாடுகளை செயல்படுத்துகின்றன. அவை உணர்விகளாகவும், நொதிகளாகவும் செயலாற்றுகின்றன.
- சவ்வானது இயல்பான மற்றும் செயல்மிகு கடத்தல்களை பயன்படுத்துகிறது.
- உயிரணு உட்கவர்தல் செயல்முறை மற்றும் அதில் உருவாகும் மாற்றங்கள் பொருட்கள் செல்லினுள் நுழைய அனுமதிக்கப்படுகின்றன. உயிரணு வெளித்தள்ளுதல் மூலம் பொருட்கள் செல்லுக்கு வெளியே அனுப்பப்படுகின்றன. (இந்த செயல்முறைகளால் சவ்வின் உருவளவு பராமரிக்கப்படுகிறது)
- சவ்வானது பாகுநிலைத் தன்மை, பரப்பு இழுவிசை மற்றும் சவ்வூடுபரவல் போன்ற சிறப்புப் பண்புகளை பெற்று செல்லின் ஒருங்கமைப்பை பராமரிக்கும் இன்றியமையாத கருவியாக செயல்படுகிறது.

XII U1 Cell Membrane.indd 22 4/22/2020 11:25:59 AM

- தாங்கல் கரைசல்கள் இயல்பான உடலியல் pH மதிப்பை பராமரிக்கின்றன. இரத்தத்தின் pH மதிப்பை பராமரிப்பதில், ஹீமோகுளோபின் தாங்கல் கரைசல்கள் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. சுவாச ஒழுங்கமைவு வழிமுறை, சிறுநீரக ஒழுங்கமைவு வழிமுறை ஆகிய செயல்பாடுகள் முறையே நுரையீரல் மற்றும் சிறுநீரக சவ்வுகளை பெரிதும் சார்ந்துள்ளன. அதாவது இந்த சவ்வுகளின் வழியே பொருட்கள் கடத்தப்பட்டு மிகவும் இன்றியமையாத நீர்ச்சமநிலைக்கு தேவையான pH சமநிலை பராமரிக்கப்படுகிறது.

மதிப்பீடு

சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக:

1. ஒரு சவ்விலுள்ள, கார்போஹைட்ரேட் கூறுகள், கிளைக்கோபுரதங்கள் அல்லது கிளைக்கோலிப்பிடுகள் ஆகியன

   அ. வெளிப்புறத்தை நோக்கி அமைந்துள்ளன

   ஆ. உட்புறத்தை நோக்கி அமைந்துள்ளன

   இ. வெளிப்புறம் மற்றும் உட்புறத்தை நோக்கி அமைந்துள்ளன.

   ஈ. தாறுமாறாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

2. லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கானது _______ தன்மையுடையது

   அ. நீர்விரும்பும் ஆ. நீர் வெறுக்கும்

   இ. இரண்டும் ஈ. வெளிச்சூழலை பொருத்து அதன் தன்மை அமைகிறது.

3. மிக அதிகளவில் புரதங்களை கொண்டுள்ள சவ்வு ___________.

   அ. இரத்தம் சிவப்பணுச் சவ்வு ஆ. மைலீன் உறை

   இ. லைசோசோம் சவ்வு ஈ. மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் வெளிச்சவ்வு

4. சவ்வில் இயல்பான புரதங்களின் பங்கீடானது

   அ. சீர்மைத்தன்மையுடையது ஆ. சீர்மைத்தன்மையற்றது

   இ. தன்னிச்சையானது ஈ. சீரானது

5. பின்வரும் கூற்றுகளில் ஒரு செல் சவ்வின் பங்கை விளக்கும் கூற்று எது?

   அ. செல்லின் வழியாக பொருட்கள் எளிதாக உள்நுழையவும்,வெளியேறவும் முடியும்.

   ஆ. செல்லின்வழியாக பொருட்கள் கட்டுபடுத்தப்பட்ட இயக்கத்தின் மூலம் நகருகின்றன.

   இ. செல்லினுள் பொருட்கள் நுழைவதை தடை செய்கின்றன.

   ஈ. செல்லிலிருந்து பொருட்கள் வெளியேறுவதை தடுக்கின்றன.

6. லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கின் வழியே ------------- எவ்வித உதவியும் இன்றி கடத்தப்படுகின்றன.

   அ. கொழுப்பில் கரையும் மூலக்கூறுகள் ஆ. அயனிகள்

   இ. அ மற்றும் ஆ இரண்டும் ஈ. மேற்கூறிய ஏதுவுமில்லை

7. கடத்துவழி புரதமானது அயனிகளை கடத்துவதற்கு ------------ வழியை தேர்ந்தெடுக்கிறது.

அ. புரத வழிக் கடத்தல் ஆ. செயல்மிகு கடத்தல்

இ. ஆ மற்றும் ஆ இரண்டும் ஈ. மேற்கூறிய ஏதுவுமில்லை

8. பின்வருவனவற்றுள் எது செல் சவ்வின் முக்கியப் பணி?

அ. பிரித்து அமைத்தல் ஆ. செல்வெளிக் கூறுகளிலிருந்து பாதுகாத்தல்

இ. வெப்பநிலை பராமரிப்பு ஈ. மேற்கூறிய ஏதுவுமில்லை

9. நிலையான ____________ பராமரித்தலுக்காக, செல்சவ்வின் வழியாக பொருட்கள் கடத்தப்பட அனுமதிக்கப்படுகின்றன.

அ. செறிவு வேறுபாடு ஆ. செறிவு

இ. ஊட்டச் சத்துகள் ஈ. தாங்கல்

10. புரதங்கள் ___________ வகையில் பொதிக்கப்பட்டுள்ளன என்பதை புரிந்து கொள்ள திரவ மொசைக் அமைப்பு மாதிரி உதவுகிறது.

அ. எபிலிக் ஆ. குறுக்கு மறுக்கு

இ. ஏற்ற இறக்கம் ஈ. மொசைக்

11. பிளாஸ்மா சவ்வின் பரப்பு இழுவிசையை பொருத்தவரையில் சரியான கூற்று

அ. சவ்வின் பரப்பு இழுவிசையானது, தூய லிப்பிடின் பரப்பு இழுவிசையைவிட அதிகம்.

ஆ. சவ்வின் பரப்பு இழுவிசையானது, தூய லிப்பிடின் பரப்பு இழுவிசையைவிட குறைவு.

இ. செல் சவ்வுகள் பரப்பு இழுவிசையை பெற்றிருப்பதில்லை

ஈ. சவ்வின் பரப்பு இழுவிசையும், தூய லிப்பிடின் பரப்பு இழுவிசையும் சமமாக உள்ளன

12. பின்வருவனவற்றுள் எது சவ்வின் செயல்பாடு அல்ல?

அ. குரோமோசோம் பிரிப்பு ஆ. கடத்துதல்

இ. செல்வெளி இடையீடு ஈ. ஆற்றல் வடிவமாற்றம்

13. பிளாஸ்மா சவ்வில் உருவாக்கப்பட்ட சவ்வுப்பைகள் _________ செயல்முறையில் பொருட்களை செல்லினுள் கொண்டுவருகின்றன.

அ. உயிரணு உட்கவர்தல் ஆ. உயிரணு வெளியேற்றம்

இ. பிளாஸ்மா பிளத்தல் ஈ. உருவாக்கம்

14. ________ புரதங்களினால் சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியம் கடத்தப்படுகின்றன.

அ. ஏந்திப் ஆ. கடத்துவழி

இ. உணர்வேற்பி ஈ. நொதிப்

XII U1 Cell Membrane.indd 24 4/22/2020 11:25:59 AM

15. கிளாத்ரின் பூசப்பட்ட குழிகள் ___________ உதவி புரிகின்றன

அ. உணர்வேற்பி வழி உயிரணு உட்கவர்தலில்

ஆ. உயிரணு வெளியேற்றத்தில்

இ. உயிரணு விழுங்குதலில்

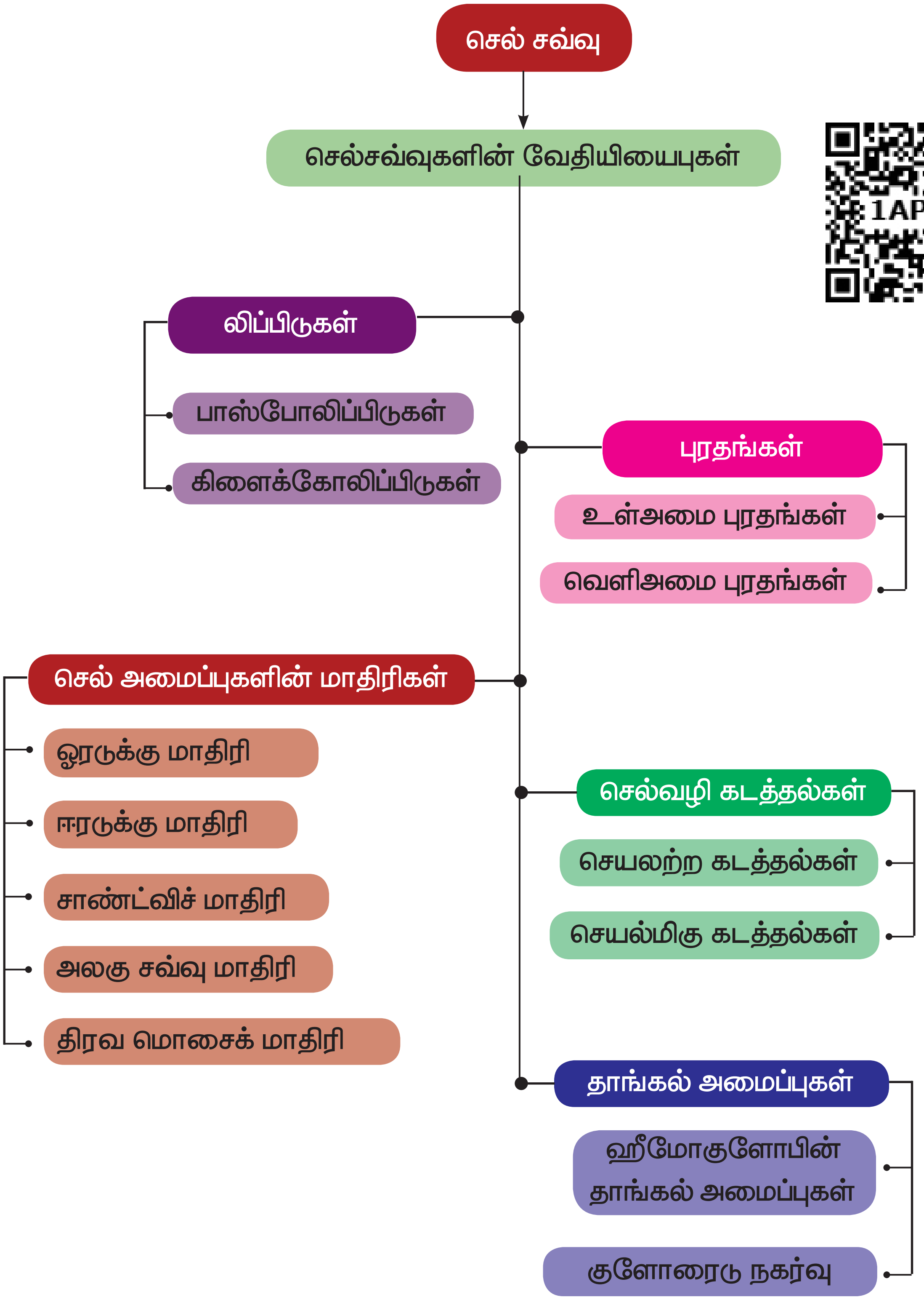
ஈ. ஊடுருவுதலில்

பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடையளி

1. சவ்வு என்றால் என்ன?
2. ஊடுருவல் மற்றும் சவ்வூடுபரவல் ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள வேறுபாடு என்ன?
3. தசை நெகிழ்வு (Tonicity) பற்றிய உன் கருத்தை எழுதுக.
4. சவ்வு அமைப்பை விளக்கும் பல்வேறு அமைப்பு மாதிரிகளை விளக்குக.
5. ஒரு சவ்வின் புரத இயைபு பற்றி விளக்குக.
6. ஒரு சவ்வின் லிப்பிடு இயைபு பற்றி விளக்குக.
7. ஹீமோகுளோபின் தாங்கல் கரைசல் அமைப்பு பற்றி விளக்குக.
8. pH ஐ ஒழுங்கமைத்தலில் சிறுநீரகங்கள் எவ்வாறு சிறப்பாக செயலாற்றுகின்றன ?
9. சவ்வுக் கடத்தல் பற்றி தெளிவாக விளக்குக.
10. உயிரணுப் பருகுதல் மற்றும் போட்டோ சைட்டோசிஸ் என்றால் என்ன?
11. சவ்வுகளில் காணப்படும் மூன்று வகையான கிளைக்கோலிப்பிடுகள் யாவை?
12. செல் சவ்வின் மொசைக் அமைப்பு மாதிரியை விளக்குக. அதன் இயக்கவியற் பண்புகளையும், அந்த அமைப்பு மாதிரியானது ஏன் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது என்பதையும் விளக்குக.
13. ஒருபொருள் கடத்திகள், எதிர்திசைக் கடத்திகள் மற்றும் ஒருதிசைக் கடத்திகள் என்பவை யாவை?
14. உணர்வேற்பி வழி உட்கவர்தல் பற்றி நீங்கள் புரிந்து கொண்டது என்ன?
15. சவ்வூடு பரவலின் உயிரியல் முக்கியத்துவத்தை தருக.
16. பாகுநிலைத் தன்மையின் உயிரியல் முக்கியத்துவத்தை தருக.
17. சவ்வு ஸ்டீரால்கள் பற்றி குறிப்பு வரைக.
18. சவ்வுகளில் காணப்படும் ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள் பற்றி குறிப்பு வரைக.
19. இடைப்பொதிவு அமைப்பு மாதிரியின் குறைபாடுகள் யாவை?
20. சவ்வின் செயல்வழிக் கடத்தல் பற்றி குறிப்பு வரைக.

XII U1 Cell Membrane.indd 25 4/22/2020 11:25:59 AM

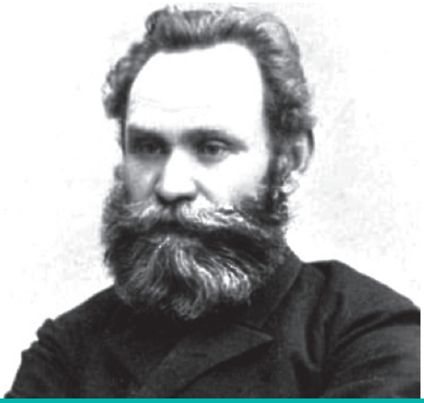
கருத்து வரைபடம்


செல் சவ்வு
செல்சவ்வுகளின் வேதியியைபுகள்
லிப்பிடுகள்
பாஸ்போலிப்பிடுகள்
கிளைக்கோலிப்பிடுகள்
புரதங்கள்
உள்அமை புரதங்கள்
வெளிஅமை புரதங்கள்
செல் அமைப்புகளின் மாதிரிகள்
ஓரடுக்கு மாதிரி
ஈரடுக்கு மாதிரி
சாண்ட்விச் மாதிரி
அலகு சவ்வு மாதிரி
திரவ மொசைக் மாதிரி
செல்வழி கடத்தல்கள்
செயலற்ற கடத்தல்கள்
செயல்மிகு கடத்தல்கள்
தாங்கல் அமைப்புகள்
ஹீமோகுளோபின் தாங்கல் அமைப்புகள்
குளோரைடு நகர்வு

www.tnschoolbooks.in

அலகு 2

செரித்தல்



Dr. இவான் பாவ்லோவ்

டாக்டர் இவான் பெட்ரோவிச் பாவ்லோவ் என்பவருக்கு, அவர் மேற்கொண்ட செரித்தல் பற்றிய உடலியக்க ஆய்வை அங்கீகரிக்கும் வகையில், 1904 ஆம் ஆண்டில் மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. நாய்களை அறுவைசிகிச்சை செய்து, செரித்தலின்போது நிகழும் பல்வேறு செயல்முறைகள ஆராய்வதில் அவர் முன்னோடியாக திகழ்ந்தார். கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அனிச்சை செயல்கள், குடலியக்கங்கள் மற்றும் இரைப்பை திரவ சுரப்பு ஆகியவற்றில் நரம்பமைப்பின் ஈடுபாடு ஆகியவற்றை அவர் ஆய்வு செய்தார். இரைப்பை திரவ சுரப்பில், மனநோய்க் காரணிகளின் முக்கியத்துவம் பற்றி ஆய்வு செய்தார்.

கற்றலின் நோக்கங்கள் :

இந்த பாடப்பிரிவை கற்றறிந்த பின்னர், மாணவர்கள் கீழ்க்கண்டவற்றை புரிந்துகொள்ள முடியும்

- செரிமான அமைப்பின், உடற்கூறியலை புரிந்து கொள்ளுதல்,
- செரிமான சுரப்பிகள் மற்றும் அவை சுரக்கும் திரவங்கள் பற்றிய அறிவைப் பெறுதல்,
- செரித்தலின், இயந்திரவியல் மற்றும் வேதிக்கூறுகளை சிந்தித்தல்,
- பெருமூலக்கூறுகள் செரித்தலில், செரித்தல் நொதிகளின் பங்கை விளக்குதல்,
- பல்வேறு வகையான ஊட்டச் சத்துகளின் உறிஞ்சு முறைமைகள் மற்றும் தன்மயமாதல் பற்றி விளக்குதல்,
- செரித்தலில், இரைப்பைக் குடல் ஹார்மோன்களின் பங்கை கண்டுணர்தல்

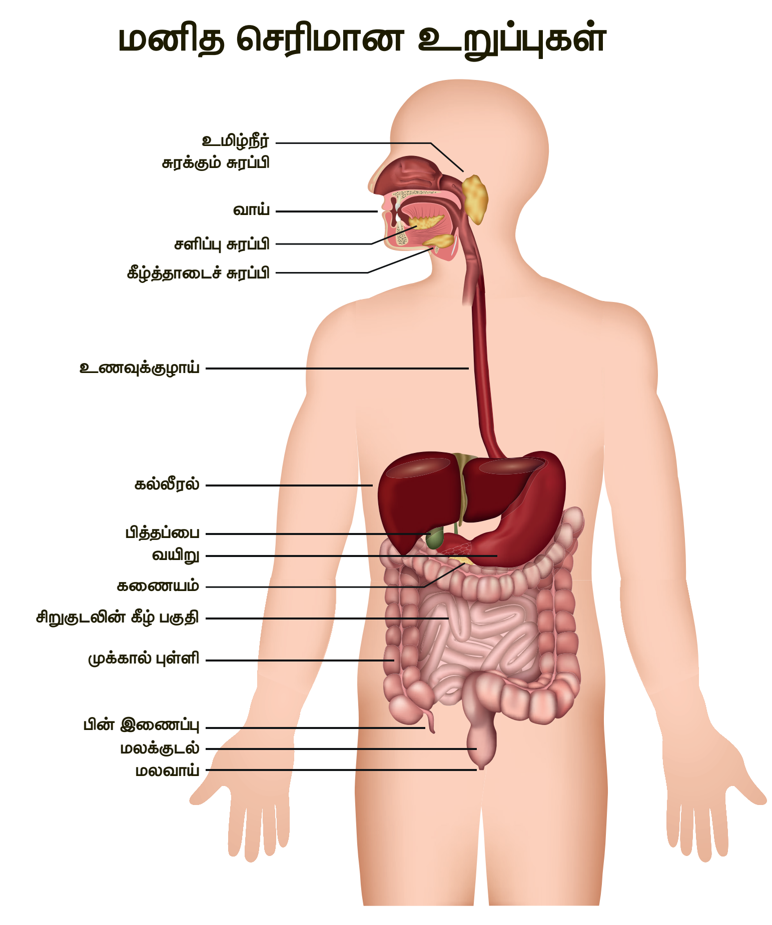
XII U2 Digestion-TM.indd 27 4/22/2020 11:30:31 AM

பாட அறிமுகம்

அனைத்து உயிரினங்களும் உயிர்வாழ உணவு மிக அவசியம். நாக்கில் எச்சில் ஊறவைக்கும் பீட்சா, பர்கர், மற்றும் இட்லி , தோசை போன்ற நாம் உண்ணும் வெவ்வேறு உணவுகளிலுள்ள சிக்கலான மூலக்கூறுகளை, நம் உடலில் உள்ள கோடி, கோடிக் கணக்கான செல்கள் நேரடியாக பயன்படுத்திக் கொள்ள முடியாது. இத்தகைய சிக்கலான மூலக்கூறுகளை செல்கள் மூலம் உறிஞ்சி, அவற்றை பயன்படுத்திக்கொள்ள வேண்டுமெனில், அவை எளிய மூலக்கூறு வடிவங்களாக சிதைக்கப்பட வேண்டும். நம் உடலில் உள்ள செல்கள் பயன்படுத்திக்கொள்ளும் வகையில், சிக்கலான உணவு மூலக்கூறுகளை, இயந்திரவியலாகவும் (வாய் மற்றும் இரைப்பையில் அரைத்தல்), வேதியியலாகவும், சிதைத்து சிறிய மூலக்கூறுகளாக மாற்றும் செயல்முறையானது செரித்தல் என்றழைக்கப்படுகிறது. தாவரங்கள் போன்ற தன்னூட்ட உயிரிகள் (autotrophs) தங்களுக்குத் தேவையான உணவை தாங்களே தயாரித்துக்கொள்கின்றன. அதேபோல, அயலூட்ட உயிரிகளில் (heterotrophs) செரித்தல் நிகழ்வு தனிச்சிறப்பு வாய்ந்தது. உணவை, செல்கள் பயன்படுத்திக் கொள்ளத்தக்க வகையில் எரிபொருளாக மாற்றும் செயல்முறையில், செரிமான மண்டலம் பேருதவி புரிகிறது. மேலும், இது விலங்குலகத்தில் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த உடலியல் கூறாக அமைந்துளளது.

2.1 செரிமான மண்டலம்:

செரிமான மண்டலம் என்பது குழாய் வடிவ இரைப்பை குடல் பாதையினால் (GI tract) ஆனது. பல்வேறு சுரப்பிகளை உள்ளடக்கிய இப்பாதையானது வாய் முதல் ஆசனவாய் (மலத்துளை) வரை நீள்கிறது (படம் 2.1). இந்த இரைப்பை குடல் பாதையில் வாய்க்குழி, தொண்டை (Pharynx), இரைப்பை, சிறுகுடல், பெருங்குடல், மலக்குடல் (rectum) மற்றும் ஆசனவாய் (மலத்துளை) ஆகியன அடங்கியுள்ளன. உபரியாக, உமிழ்நீர் சுரப்பிகள், உள் மற்றும் வெளி இரைப்பைச்சுவர் சுரப்பிகள், சிறுகுடல் மேற்பகுதி சுரப்பிகள், கல்லீரல், பித்தப் பை மற்றும் கணையம் (கணைய நாளம்) ஆகியனவும் இதில் அடங்கியுள்ளன.

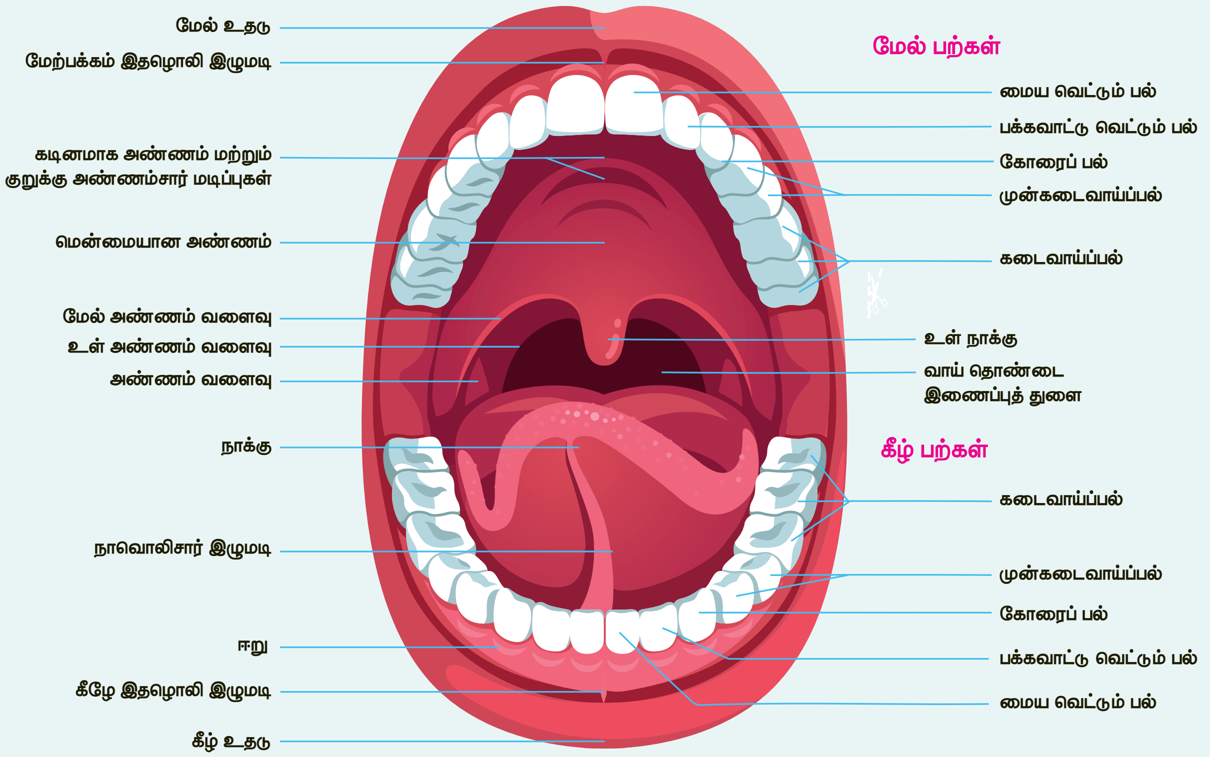


படம் 2.1 மனித செரிமான மண்டலம்

XII U2 Digestion-TM.indd 28 4/22/2020 11:30:32 AM

2.1.1 இரைப்பைக் குடல்:

2.1.1.1 வாய்க் குழி



படம் 2.2 வாய்க் குழியின் உடற்கூறியல்

வாய் அல்லது வாய்க்குழியானது, கன்னங்கள், கடின மற்றும் மிருதுவான அண்ணங்கள், நாக்கு மற்றும் மேல் மற்றும் கீழ் தாடைகளில் பொதிக்கப்பட்ட பற்கள் ஆகியவற்றை கொண்டுள்ளது (படம் 2.2). வாய்க்குழியின் பக்கச் சுவர்களில் கன்னங்கள் அமைந்துள்ளன. அண்ணம் என்பது வாயை மூக்கறையிலிருந்து பிரிக்கும் தடுப்புசுவராகும். முற்பகுதியிலுள்ள கடினமான அண்ணமானது எலும்பு போன்ற அமைப்பை கொண்டுள்ளது, அதே சமயம், பிற்பகுதியிலுள்ள மிருவான அண்ணமானது தசைகளால் ஆன அமைப்பை பெறுள்ளது. மேலும், இது மூக்குத் தொண்டையிலிருந்து வாய்த் தொண்டையை பிரிக்கிறது. இந்த மிருதுவான பின் அண்ணத்தில், தசையாலான, தொங்கிக் கொண்டிருக்கும் உள்ளுறுப்பு உள்நாக்கு (uvula) என்றழைக்கப்படுகிறது. (யுவ்லா– uvula என்பதன் பொருள் சிறு திராட்சை என்பதாகும்). நாக்கு என்பது வாய்க்குழியின் தரைப்பகுதியில் ஃப்ரெனுலுத்தால் இணைக்கப்பட்டுள்ள தசைகளாலான உள்ளுறுப்பாகும். இதன் முன்பகுதியானது இணைக்கப்படாமல் தனித்து விடப்பட்டுள்ளது. இது உணவை மெல்லுவதற்கும், விழுங்குவதற்கும் பயன்படுகிறது. மேலும் இதில் சுவை மொட்டுகள் உள்ளன. நாக்கு மற்றும் உள்நாக்கு (uvula) ஆகியன விழுங்குதல் செயல்முறைக்கு பொறுப்பேற்கின்றன. உணவை வெட்டுவதற்கு உதவும் வெட்டும் பற்கள், உணவை பிடித்துக்கொள்ள, கிழிக்க உதவும் கோரைப்பற்கள், உணவை அரைப்பதற்கு உதவும் முன்கடைவாய்ப் பற்கள் மற்றும் பின்கடைவாய்ப் பற்கள் என நான்கு வகையான பற்கள் உள்ளன . குழிப்பற்கள் (தாடை பல்எலும்புகுழிகளில் பொதிக்கப்பட்டுள்ளன), இரட்டைப் பல்வரிசை (தற்காலிகமான மற்றும் நிரந்தர பல்வரிசைகள்) மற்றும் கலப்பு பல்வரிசைகளாக மனிதப் பற்கள் அமைந்துள்ளன. வளர்ந்த மனிதனின் மேல் மற்றும் கீழ் தாடையின் ஒவ்வொரு பாதியிலும் அமைந்துள்ள பற்களின் சூத்திரம் 2123/2123.

2.1.1.2 தொண்டை (PHARYNX)

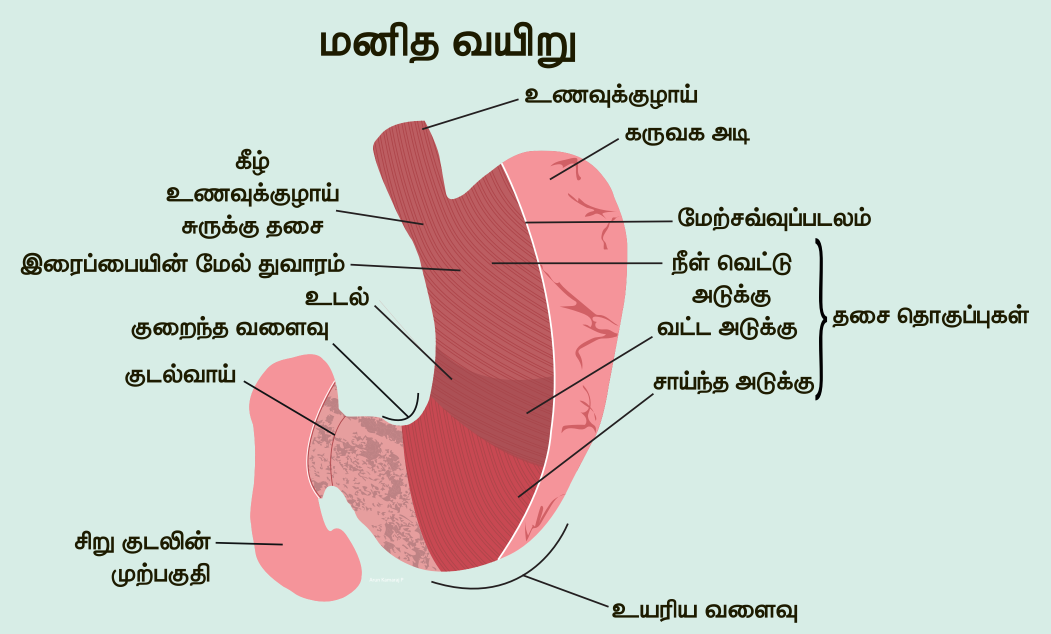
தொண்டை (Pharynx) என்பது வாய் மற்றும் மூக்கறையை, உணவுக்குழாய் மற்றும் மூச்சுக்குழலுடன் இணைக்கும் புனல் வடிவமுடைய அமைப்பாகும். உணவுக் கவளத்தை விழுங்குவதற்கு உதவுதலே, தொண்டையின் முக்கிய வேலையாகும். அடித்தொண்டை வரை விழுங்குதல் 6 விநாடிகளுக்குள் நிறைவடைகிறது. இந்த நேரத்தில், விழுங்கு மையமானது, மெடுல்லாவின் சுவாச மையத்தை தடுத்து, சுவாசத்தை நிறுத்தி, விழுங்குதலை தொடர அனுமதிக்கிறது.

2.1.1.3 உணவுக்குழாய்

உணவுக் கவளமானது, தொண்டையிலிருந்து உணவுக்குழாய்க்குள் செல்கிறது. குரல்வளை மூடியானது விழுங்கப்படவேண்டிய உணவை குரல்வளைக்குள் செல்லாமல் தடுக்கிறது. டான்சில் எனும் நிணநீர் திசுக்களாலான உள்ளுறுப்பானது தொண்டையின் இருபுறமும் அமைந்துள்ளது. மார்புப் பகுதியில், மூச்சுக் குழலுக்குப் பின்புறமாக, தசைகளால் ஆன உணவுக்குழாய் அமைந்துள்ளது. இது தொண்டையை இரைப்பையுடன் இணைக்கிறது. உணவுக் கவளத்தை இரைப்பைக்கு கடத்துவதே உணவுக்குழாயின் வேலையாகும். உணவுக்குழாயின் முனையானது, இரைப்பையை சந்திக்கும் இடத்தில் உணவுக்குழாய் சுருக்குத் தசை (Sphincter) எனப்படும் வட்டவடிவ தசை காணப்படுகிறது. இரைப்பை சுரப்பு திரவங்கள் அதிக அமிலத்தன்மை கொண்டவைகளாக உள்ளன. மேலும் இவற்றில் பல புரதச்சிதைவு நொதிகள் காணப்படுகின்றன. உணவுக் குழாயின் அடிப்பகுதியில் எட்டில் ஒரு பகுதியை தவிர மற்ற பகுதியிலுள்ள சளிப்படலமானது இரைப்பை திரவங்களின் செயல்பாடுகளை தடுக்கும் திறனை பெற்றிருக்கவில்லை. இரைப்பையிலுள்ள உணவுப் பொருட்கள், உணவுக்குழாய்க்குள் பின்னோக்கி செல்வதை. உணவுக்குழாய் சுருக்குத் தசைகள் தடுக்கின்றன. இரைப்பை அமிலம் உணவுக்குழாய்க்குள் பின்னோக்கி செல்வதால் (GERD) நெஞ்செறிச்சல் உருவாகிறது.

2.1.1.4 இரைப்பை

இரைப்பை குடல் பாதையில் காணப்படும் J வடிவ வீக்கம் இரைப்பை எனப்படுகிறது. இது, இரைப்பை நுழைவாயில் (cardia), நடுப்பகுதி (fundus), உடல்பகுதி (body), மற்றும் பின்முனைச் சுறுக்கம் (pyloric part) என உடற்கூறியலாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது (படம் 2.3).



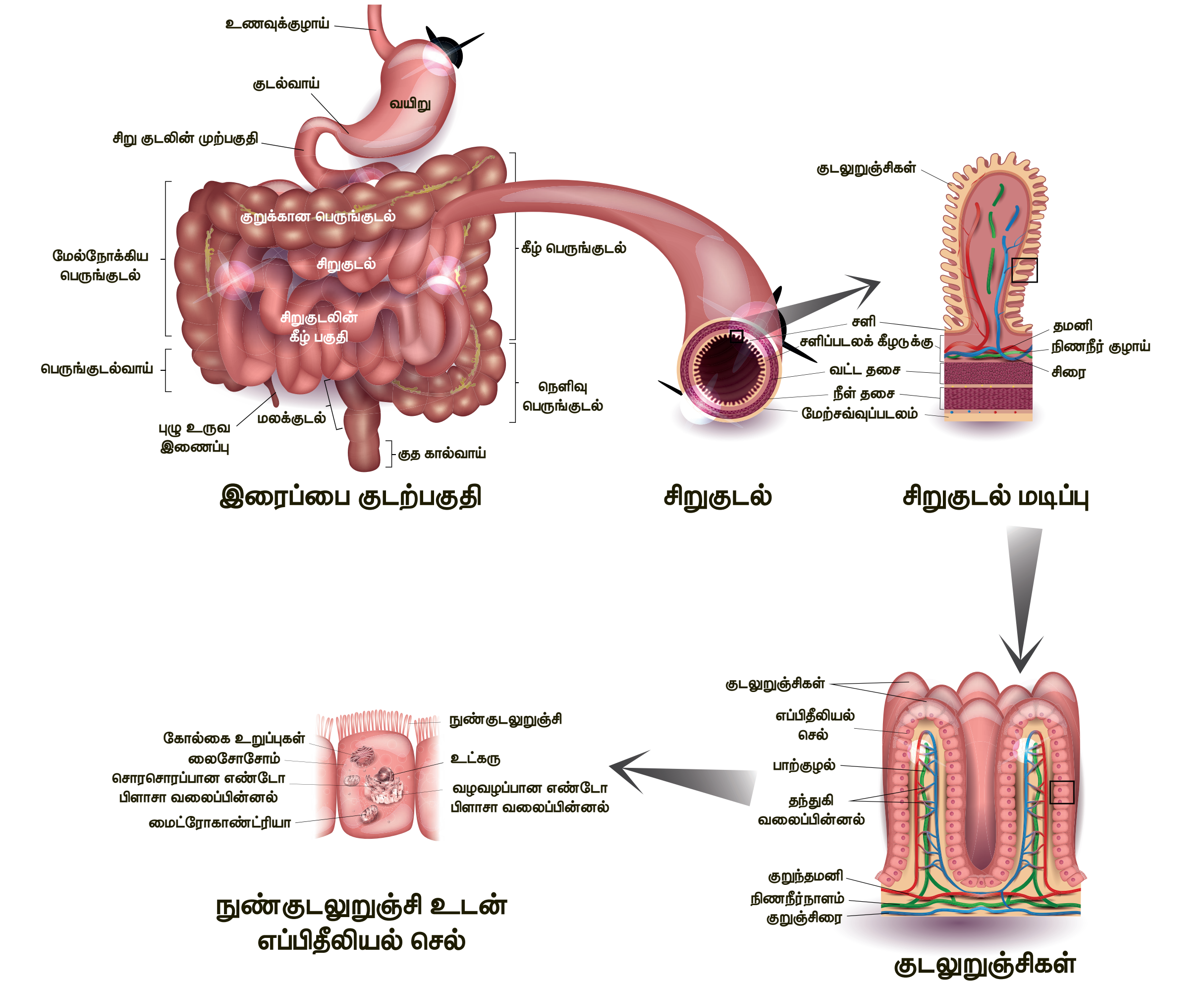
படம் 2.3 இரைப்பை பகுதிகளின் முன்பக்க தோற்றம்

இரைப்பையின் செயல்பாடுகள்:

1. இது, அரைத் திண்ம உணவுக் கவளத்தை, இரைப்பை திரவங்களுடன் கலந்து இரைப்பை பாகு (chyme) எனும் திரவமாக மாற்றுகிறது.
2. நாம் உணவு உண்ணும் அதே வேகத்தில் செரித்தலும் நிகழமுடியாது. இரைப்பையானது, சேமிப்புக் களமாக செயல்பட்டு, கட்டுப்படுத்தப்பட்ட இடைவெளிகளில் உணவை முன்சிறுகுடலினுள் செலுத்துகிறது.
3. இரைப்பையில் B_{12} போன்ற சில வைட்டமின்கள் உறிஞ்சப்படுகின்றன.
4. இது இரைப்பைச் சாறை சுரக்கிறது, அதிலுள்ள HCl அமிலம் பாக்டீரியாக்களை கொல்கிறது. மேலும் புரதத்தை இயல்பு திரியச் செய்கிறது. இரைப்பைச் சாறில் உள்ள பெப்சின் ஆனது புரதங்களை செரிக்கிறது. லிப்பேஸ் நொதியானது ட்ரைகிளிசரைடுகளை செரிக்கிறது.
5. மேலும் இது, இரைப்பைச் சார் இயக்கங்களில் உதவிபுரியும் இரைப்பை புரதத்தை (gastrin) இரத்தத்தினுள் சுரக்கிறது.

பட்டினியின்போது, இரைப்பையின் சளிப்படல அடுக்குகள் உட்குழிவுகளாக மடிந்து சுருக்கங்களை உருவாக்குகின்றன. அதிகளவு உணவு உண்ணப்படும்போது இந்த சுருக்கங்கள் விரிகின்றன. இரைப்பையின் பின்முனைச் சுறுக்கமானது முன்சிறுகுடலுடன் மிருதுவான சுருக்குத் தசைகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன (Sphincter). இவை, பைலோரிக் சுருக்குத்தசைகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

2.1.1.5 சிறுகுடல்



படம் 2.4 சிறுகுடல் மற்றும் குடலுறிஞ்சிகளின் அமைப்பு

சிறுகுடலானது, பைலோரிக் சுருக்குத் தசைகளில் தொடங்கி, பெருங்குடலில் சென்று திறக்கிறது. உயிருள்ள மனிதனில், இந்த சிறுகுடலின் விட்டம் 2.5 cm ஆகவும் நீளம் 10 அடி ஆகவும் உள்ளது. இரைப்பை குடல் பாதையில், செரித்தல் மற்றும் உறிஞ்சப்படுதலின் பெரும்பகுதி சிறுகுடல் பகுதியில்தான் நிகழ்கிறது. சிறுகுடலில், ஊட்டச் சத்துகளை உறிஞ்சுவதற்காக, நுண்ணிய குடலுறிஞ்சிகள் அமைந்துள்ளதால், அதன் பரப்பளவு அதிகமாக உள்ளது.

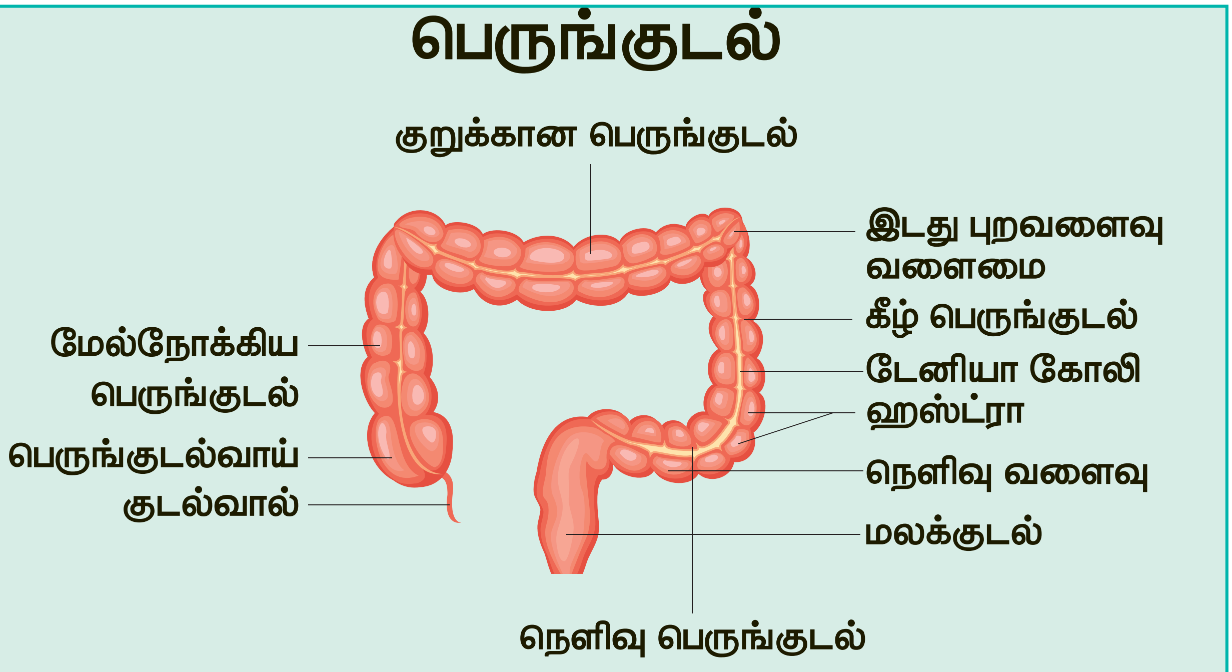
சிறுகுடலானது மூன்று பகுதிகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது: முன்சிறுகுடல், இது C வடிவ குழாயாகும், இது பைலோரிக் சுருக்குத் தசையில் துவங்கி, ஏறக்குறைய 25 cm (10 இன்ச்) நீண்டு சிறுகுடலின் நடுப்பகுதியுடன் (jejunum – ஜெஜூனம்) ஒன்றிணைகிறது. ஏறக்குறைய 1 m (3 அடி) நீளமுடைய இந்த ஜெஜூனம் ஆனது பின்சிறுகுடல் (இலீயம் – ileum) வரை நீள்கிறது. இந்த இலீயம் சிறுகுடலின் கடைசி மற்றும் மிகநீண்ட பகுதியாகும், இதன் நீளம் ஏறக்குறைய 2 m (6 அடி); இலீயம் இலியோசீகல் அடைப்பான் என்றழைக்கப்படும் மிருதுவான சுருக்கு தசைகளுடன் பெருங்குடலை இணைக்கிறது.

குடலுறிஞ்சிகளின் அமைப்பு

சிறுகுடலில், சிறிய விரல் போன்ற நீட்சிகளாக, காணப்படும் உட்குழல் பகுதிகள் குடலுறிஞ்சிகள் எனப்படுகின்றன (படம் 2.4). ஒவ்வொரு குடலுறிஞ்சியும், எபிதீலிய பரப்பிலிருந்து நீளும் பல நுண்ணிய குடலுறிஞ்சிகளால் ஒன்றிணைந்து தூரிகை முனை போன்ற அமைப்பை உருவாக்குகிறது. அதிக மேற்பரப்பை அளிப்பதால், குடலுறிஞ்சிகள் ஊட்டச்சத்துகள் உறிஞ்சப்படுதலில் உதவிபுரிகின்றன. மேலும், குடலினுள் ஊட்டச்சத்துகள் விரவுதல் முறையில் ஊடுருவதற்கான தடையை இவற்றின் மெல்லிய சுவர் குறைக்கிறது. குடலுறிஞ்சிகளுக்கிடையே லீபர்குன் சிற்றறைகள் என்றழைக்கப்படும் சிற்றறைகள் காணப்படுகின்றன.இவை குறு சுரப்பிகளாகும். சிறுகுடலில், நிணநீர்த் திசுக்களுடன் இணைந்த குடல்நாளம் அல்லது பேயர் இணைப்புகள் காணப்படுகின்றன. இவை. நோயுண்டாக்கும் கிருமிகளிலிருந்து குடலை பாதுகாக்கின்றன.

ஒவ்வொரு குடலுறிஞ்சியும், இரத்த நுண்குழாயைச் சுற்றி ஒரு செல் தடிமனுடைய, மெல்லிய எபிதீலியத்தையும், நுண்பால்குழல்கள் எனப்படும் சிறிய நிணநீர்ப் பைகளையும் கொண்டுள்ளது.

2.1.1.6 பெருங்குடல்

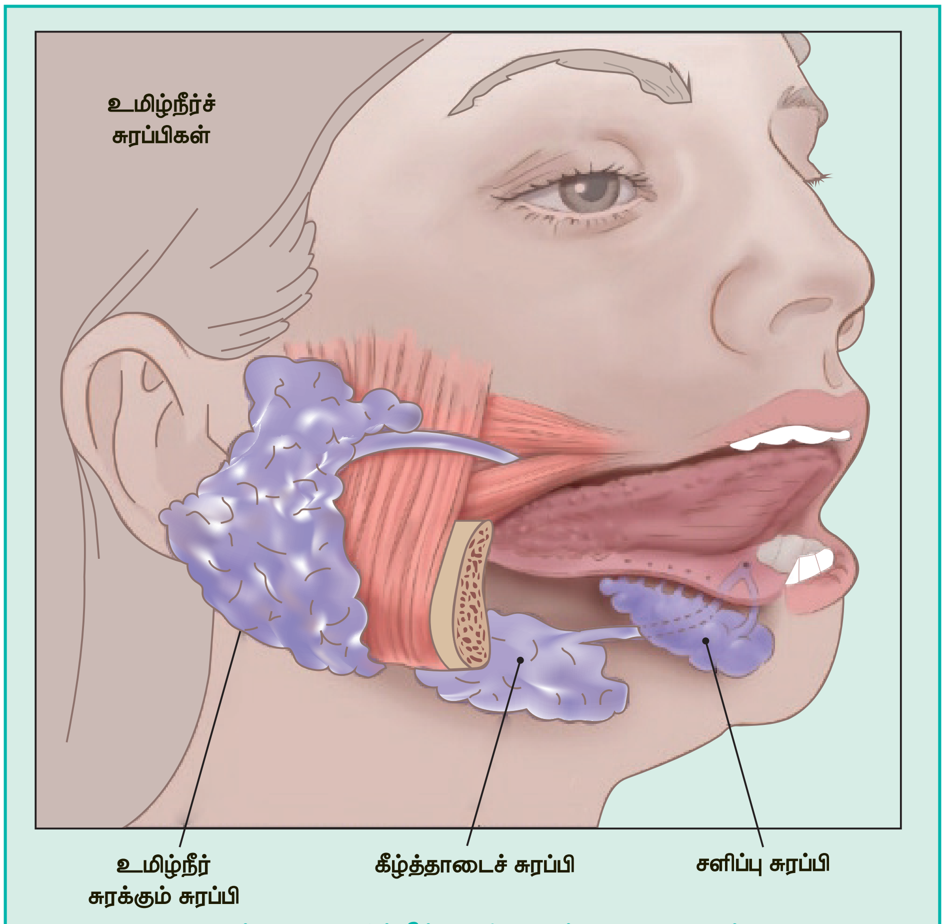


படம் 2.5 பெருங்குடலின் முன்பக்கத் தோற்றம்

XII U2 Digestion-TM.indd 32 4/22/2020 11:30:39 AM

பெருங்குடல் என்பது பெருங்குடல்வாய், பெருங்குடல், மலக்குடல் (rectum) மற்றும் குத கால்வாய் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது (படம் 2.5). இது சிறுகுடலை விட அதிக விட்டம் கொண்டதாகும் (2.5 cm உடன் ஒப்பிடும்போது 6.5 cm), ஆனால், இதன் நீளம் குறைவு. பெருங்குடலானது நீர், உப்புகள் மற்றும் சில வைட்டமின்களை உறிஞ்சுகிறது. செரிக்கப்படாத உணவுப்பொருட்கள் ஆசனவாய் வழியாக வெளியேற்றப்படும் வரை பெருங்குடலில் சேகரிக்கப்படுகின்றன. பெருங்குடல்வாய்,புழுவடிவ குடல்வால் எனப்படும் ஒரு சிறிய நீட்சியை பெற்றுள்ளது. பெருங்குடலானது, மேல்நோக்கிய பெருங்குடல் எனவும் குறுக்கு பெருங்குடல் எனவும் பிரிக்கப்படுகிறது. மேல்நோக்கிய பெருங்குடல், அடிவயிற்றிலிருந்து வலது புறமாக கல்லீரல் வரை மேல்நோக்கி செல்கிறது. குறுக்கு பெருங்குடல், கல்லீரல் மற்றும் மேல்நோக்கிய பெருங்குடல் ஆகியவற்றிற்கு கீழாக வயிற்றுக்குழியை கடந்து சென்று, உடலின் இடது புறத்தில் கீழிறங்குகிறது. மேலும் S வடிவ சிக்மாய்டு பெருங்குடல் மலக்குடலினுள் நுழைகிறது. இங்கு மலம் சேமிக்கப்படுகிறது. போதுமான அளவு மலம் சேகரிக்கப்பட்டவுடன், மலக்குடலானது (rectum) ஆசனவாயில் (மலத்துளை) திறக்கிறது. ஆசனவாயில் மலம் கழித்தல் நிகழ்கிறது. உள் மற்றும் வெளி ஆசனவாய் சுருக்குத் தசைகள் ஆசனவாயை மூடிவைப்பதற்காக உதவி புரிகின்றன. செரிக்கப்படாத மிச்சங்களை வெளியேற்றுவதன் மூலம் பெருங்குடல் சீரான உடல்நிலையை பராமரிக்கிறது.

2.1.2 சுரப்பிகள்



படம் 2.6 உமிழ்நீர் சுரப்பியின் அமைவிடம்

2.1.2.1 உமிழ்நீர் சுரப்பிகள்

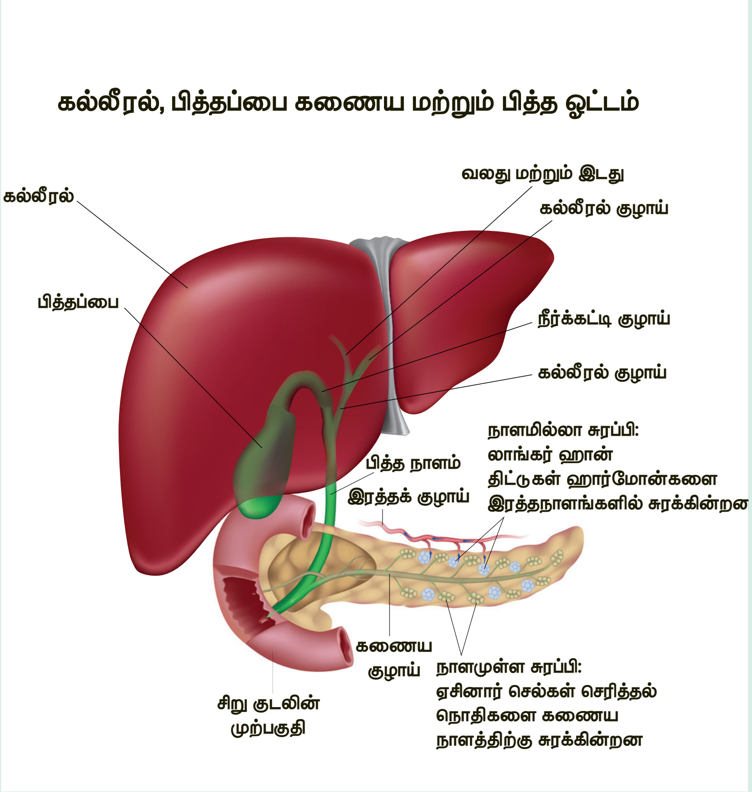
முக்கியமான மூன்று ஜோடி உமிழ்நீர் சுரப்பிகள் உள்ளன. அவையாவன, (அ) காதுகளுக்கு கீழே முன்புறத்தில் அமைந்துள்ள பரோடிட் சுரப்பிகள், (ஆ) வாயின் தரைப்பகுதியில் அமைந்துள்ள கீழ்தாடைச் சுரப்பிகள் (submandibulr glands) (இ) நாக்கிற்கு கீழே அமைந்துள்ள அடிநாக்குச்

XII U2 Digestion-TM.indd 33 4/22/2020 11:30:39 AM

சுரப்பிகள் (sublingual glands). இவை தவிர கன்னங்கள், உதடுகள் மற்றும் அன்னங்களில் மீதும் சில உமிழ்நீர் சுரப்பிகள் காணப்படுகின்றன (படம் 2.6). முக்கிய உமிழ்நீர் சுரப்பிகளிருந்து சுரக்கப்படும் உமிழ்நீரானது ஸ்டென்சன் நாளம், வார்டன் நாளம் மற்றும் பார்தோலின் நாளம் ஆகியவற்றின் வழியாக வாயை வந்தடைகிறது. ஒரு சராசரி மனிதன், ஒரு நாளில் தோராயமாக 1 முதல் 1.5 லிட்டர்கள் உமிழ்நீரை சுரக்கின்றான். உமிழ்நீரின் 99.5% நீரால் ஆனது. எஞ்சியவை சளி, மின்பகுளிகள், எதிர் நுண்ணுயிர்க் காரணிகள் மற்றும் நொதிகள் ஆகும். நீரானது உணவை கரைப்பதற்கு பயன்படுகிறது, இதன் மூலம் சுவை உணர் மொட்டுகளை தூண்டுகின்றன. அதே சமயம், ஸ்டார்ச்சை செரிப்பதற்காக, குளோரைடு அயனிகள் அமைலேஸை தூண்டுகின்றன. உமிழ்நீரிலுள்ள IgA ஆனது நுண்ணுயிரிகளுக்கு எதிராக செயல்புரிகிறது. உமிழ்நீரானது, உணவை பந்துபோல உருட்டி, விழுங்குவதற்கு எளிதானதாக மாற்றுகிறது.

2.1.2.2 இரைப்பை சுரப்பிகள்

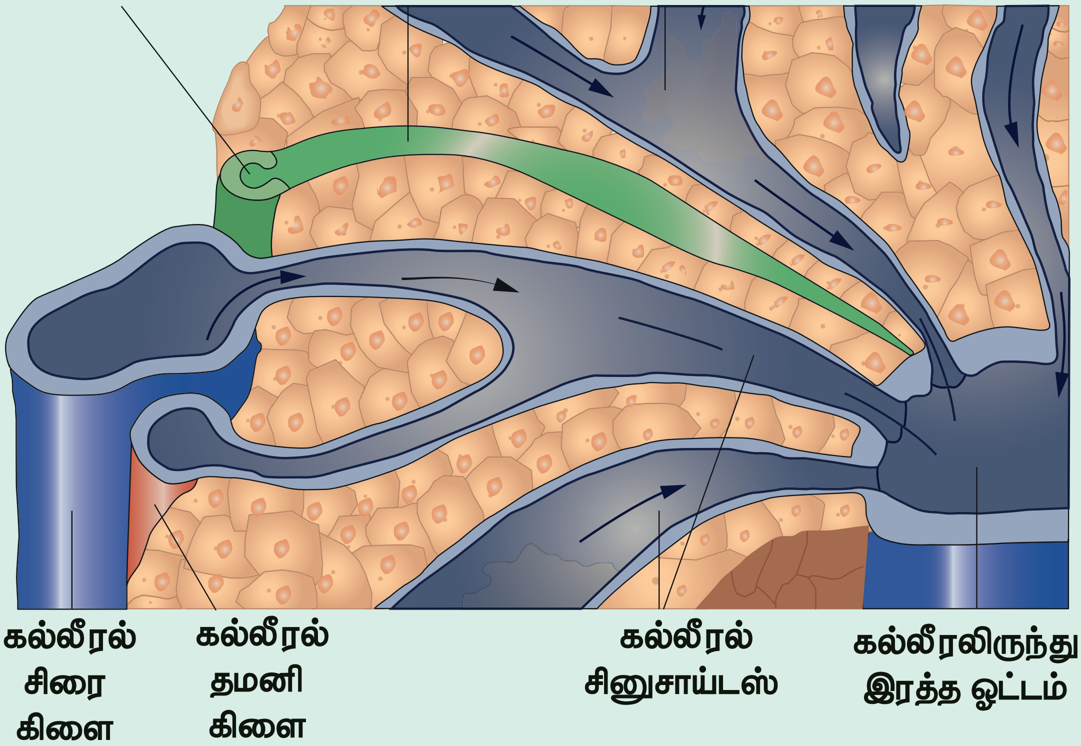
இரைப்பை உள்பக்க சுவர்களில் காணப்படும் இரைப்பை சுரப்பிகளிலுள்ள பல்வேறு வகையான எக்சோகிரைன் செல்களால் இரைப்பை திரவம் (இரைப்பைச்சாறு) சுரக்கப்படுகிறது. இந்த சுரப்பி செல்கள், இரைப்பை குழிக்குள் திரவங்களை நிரப்புகின்றன. மூன்று வகையான என்சோகிரைன் செல்கள் காணப்படுகின்றன: சுவர்ச் செல்கள் (parietal), அகக் காரணி மற்றும் HCl ஆகியவற்றைச் சுரக்கின்றன. முதன்மைச் செல்கள், பெப்சினோஜென் மற்றும் குடல் லிப்பேஸ் ஆகியவற்றை சுரக்கின்றன. மியூகோசல் செல்கள், சளிப்படலத்தை சுரக்கின்றன. மியூகோசல், சுவர், மற்றும் முதன்மைச் செல்கள் மூன்றும் இணைந்து ஒரு நாளைக்கு 2 முதல் 3 லிட்டர்கள் வரை இரைப்பை திரவத்தை சுரக்கின்றன. எண்டிரோஎண்டோகிரைன் தன்மை கொண்ட G செல்கள் (இரைப்பை குடலின் எண்டோகிரைன் செல்கள்) பைலோரிக் குழிகளில் அமைந்துள்ளன. இவை இரத்த ஓட்ட மண்டலத்திற்குள் இரைப்பை புரதத்தை (gastrin) சுரக்கின்றன.



படம் 2.7 கல்லீரலின் முகப்புத் தோற்றம்

2.1.2.3 கல்லீரல்

மனித உடலில் உள்ள மிகப்பெரிய உள்ளுறுப்பு கல்லீரல் ஆகும். இது அடிவயிற்றின் வலது மேற்புறப் பகுதியிலும், உதரவிதானத்திற்கு சற்று கீழேயும் அமைந்துள்ளது. கல்லீரலில், ஒரு பெரிய வலது மடல் மற்றும் சிறிய இடது மடல் என இரண்டு முக்கியமான மடல்கள் காணப்படுகின்றன. இவை, மேலும் பல சிற்றிதழ்களாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளன, இந்த சிற்றிதழ்கள் கல்லீரலின் அமைப்பு மற்றும் செயல்பாட்டு அலகுகளாக செயலாற்றுகின்றன (படம் 2.7). இந்த சிற்றிதழானது, கல்லீரலின் மைய நம்பிலிருந்து நாலாபக்கமும் விரிந்த ஹெபாடிக் செல்களினால் ஆன கற்றைகளை



படம் 2.8 கல்லீரல் முனைகள்

கொண்டுள்ளது. ஹெபாடிக் சினுசாய்டுகள் இந்த செல்கற்றைகளை தனித்தனியாக பிரிக்கின்றன. ஹெபாடிக் சினுசாய்டுகளின் பக்கச் சுவர்களில் உயிரணு விழுங்கும் தன்மை கொண்ட கூப்ஃபர் செல்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன(படம் 2.8).

ஒவ்வொரு நாளும் கல்லீரல் செல்கள் ஏறக்குறைய 1 லிட்டர் பித்தநீரை சுரக்கின்றன. இது, மஞ்சள், ஆலிவ் பச்சை அல்லது பழுப்பு நிற திரவமாகும், இதன் pH மதிப்பு 7.6 முதல் 8.6 வரை இருக்கும். பித்தநீரில், பித்தநீர் உப்புகள், கொலஸ்டிரால், லெசிதின், பித்தநீர் நிறமிகள் மற்றும் பல்வேறு அயனிகள் காணப்படுகின்றன.

கல்லீரலின் செயல்பாடுகள்:

தொகுப்பு செயல்பாடுகள்

- கொழுப்புகளை பால்மமாக்குவதற்காக பித்தநீரின் தொகுப்பு, சேமிப்பு மற்றும் விடுவிப்பு.
- பிளாஸ்மா புரத தொகுப்பு.

சேமித்தல் செயல்பாடுகள்

- கொழுப்பில் கரையும் வைட்டமின்கள் மற்றும் இரும்பு ஆகியவற்றை சேமிக்கிறது.
- குளுக்கோஸை, கிளைக்கோஜனாக சேமித்து, கொழுப்புகளாக மாற்றி, அடிப்போஸ் திசுக்களில் சேமிப்பதற்காக லிப்போ புரத பொதிகளாக மாற்றுகிறது.

நீர்ச்சமநிலை செயல்பாடுகள்

- இரத்த குளுக்கோஸை பராமரிக்க உதவுகிறது.
- சிறிதளவு கொலஸ்டிராலை பித்தநீர் உப்புகளாக மாற்றுவதன் மூலம் கொலஸ்டிரால் சமநிலையை பராமரிக்கிறது.

நஞ்சு நீக்குதல் செயல்பாடு

- அம்மோனியா நச்சை, யூரியாவாக மாற்றுகிறது.
- நச்சுத் தன்மையுடைய பொருட்களை நீக்குவதில் உதவுகிறது.
- முதுமையடைந்த இரத்த சிவப்பணுக்கள் மற்றும் வெள்ளையணுக்களை விழுங்குகிறது.

2.1.2.4 பித்தப் பை

பித்தப்பை என்பது பேரிக்காய் வடிவ தசைகளாலான பை ஆகும், இது கல்லீரலின் தாழ்வான பரப்பிலுள்ள குழியில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. அதிகப்படியான பித்தநீரானது பித்தப்பையில் சேகரிக்கப்படுகிறது. பித்தப்பையிலுள்ள பித்தநீரிலிருந்து, நீரானது மீளுறிஞ்சப்பட்டு கெட்டியான, சளி போன்ற பொருளாக மாற்றப்படுகிறது. பித்தப்பையிலிருந்து சிஸ்டிக் நாளமும், கல்லீரல் நாளமும், இணைந்து பித்தநீர் நாளத்தை உருவாக்குகின்றன, இது முன்சிறுகுடலில் நுழைகிறது. பித்தநீரிலுள்ள கொலஸ்டிரால் ஆனது படிகமாக்கப்பட்டு, உருவளவில் பெரிதாவதால் , பித்தநீர்க்கட்டிகள் உருவாகின்றன. சில நேரங்களில், இந்த பித்தநீர்க்கட்டிகள் பித்தநீர் நாளத்தை அடைத்து மஞ்சள் காமாலை நோயை உருவாக்கலாம். அத்தகைய நேர்வுகளில் பித்தப்பை நீக்கப்படுகிறது.

2.1.2.5 கணையம்

வயிற்றுக் குழியின் அடி ஆழத்தில், வயிற்றுச் சுவரின் பிற்பகுதியில் அமைந்துள்ள இடது மேல் அடிவயிற்றில், இரைப்பைக்கு பின்புறமாக கணையம் அமைந்துள்ளது. கணையத்தின் அகன்ற பகுதியானது, தலைப்பகுதி என்றழைக்கப்படுகிறது, மேலும், இது முன்சிறுகுடலால் உருவாக்கப்பட்ட வளைவை நிரப்புகிறது. கணையத்தின் குறுகிய பகுதியானது வால்பகுதி என்றழைக்கப்படுகிறது. நாளமில்லா சுரத்தல் (இரத்த ஓட்டத்தினுள் குளுக்ககான் மற்றும் இன்சுலின் சுரத்தல்) மற்றும் நாளமுள்ள சுரத்தல் (கணைய நீர் சுரத்தல்) ஆகிய இரண்டு செயல்பாடுகளையும் கணையம் பெற்றுள்ளது. கணையத்தின் அசினார் செல்கள் கணைய நீரை சிறிய குழல்களினுள் சுரக்கின்றன. இந்த குழல்கள் ஒன்றிணைந்து கணைய நாளத்தை உருவாக்குவதால் கணையத்தின் நீளம் அதிகரிக்கிறது. இந்த கணைய நாளம், பித்தநீர் நாளத்துடன் இணைந்து, ஹெபாடோ கணைய நாளத்தை (Ampulla of Vater) உருவாக்குகின்றன. இது, ஒட்டி (oddi) சுருக்குத் தசைகளால் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

லீபர்குன் சுரப்பிகள்

இவை, குடலுறிஞ்சிகளுக்கும், சிறுகுடலின் உள்பரப்பிற்கும் இடையே அமைந்துள்ள குழல்வடிவ சுரப்பிகளாகும்.

2.1.2.6 புருன்னர் சுரப்பிகள்

ஒட்டி(oddi) சுருக்குத் தசைக்கு மேற்புறத்தில் அமைந்துள்ள முன்சிறுகுடலின் சவ்வடிப் படலமானது டியோடினல் சுரப்பிகளை கொண்டுள்ளது. இவை புருன்னர் சுரப்பிகள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இது குடலின் உட்குழல் பகுதியில் காரத்தன்மையுடைய சளிப்படலத்தை சுரக்கிறது. இந்த சளிப்படலத்தின் செயல்பாடுகள் பின்வருமாறு:

- இரைப்பைப் பாகில் உள்ள அமிலத்தை நடுநிலையாக்குதல்.
- குடல் நொதிகளை செயல்படவைக்க தேவையான கார pH சூழலை உருவாக்குதல்.
- குடலின் சுவர்களை பாதுத்தல்.

குடல் திரவத்தில் பெரும்பகுதி புருன்னர் சுரப்பிகள் மற்றும் லீபர்குன் சுரப்பிகள் ஆகியவற்றில் சுரக்கப்படும் திரவங்களால் ஆனது. தினமும், ஏறத்தாழ 1-2 லிட்டர்கள் குடல்சாறு சுரக்கப்படுகிறது.

2.2 செரித்தல்

இரைப்பை குடல்வழிப் பாதை	சுரப்பிகள்
வாய்க் குழி	உமிழ்நீர் சுரப்பிகள்
தொண்டை	இரைப்பை சுரப்பிகள்
உணவுக்குழல்	கல்லீரல் மற்றும் பித்தப்பை
வயிறு	கணையம்
சிறுகுடல்	சிறுகுடல் மேற்பகுதி சுரப்பிகள் (புருன்னர் சுரப்பிகள்)
பெருங்குடல்	
மலக்குடல்	
மலவாய்	

2.2.1 இயந்திர செரித்தல்

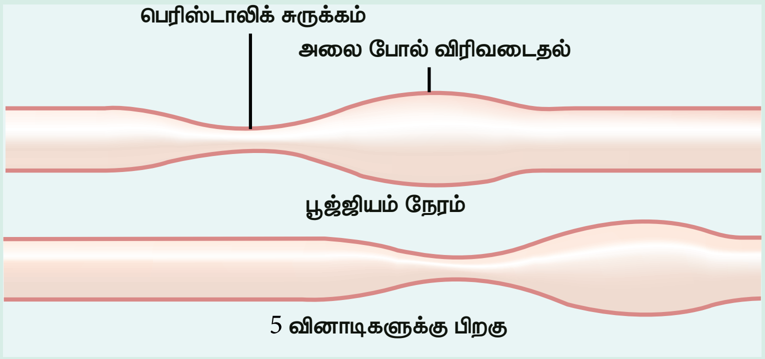
செரித்தலின் போது நிகழும் இயந்திரவியல் செயல்முறைகள் பின்வருமாறு:

1. விழுங்குதல் என்பது வாய் வழியாக உணவை உட்கொள்ளுதல் ஆகும். உண்ணும் உணவின் அளவானது ஒரு தனி நபரின் பசி மற்றும் பசியார்வத்தை பொருத்தது. பசி என்பது உணவுத் தேவை, பசியார்வம் என்பது உணவின் மீதுள்ள விருப்ப உணர்வு.

2. மெல்லுதல் என்பது உணவை அரைக்கும் செயல்முறையாகும். இதன் மூலம் உட்கொள்ளப்பட்ட உணவானது சிறு துகள்களாக சிதைக்கப்பட்டு அரைக்கப்படுகிறது. வாயில், அரைப்பதற்கு தகுந்த வகையில் பற்கள் படைக்கப்பட்டுள்ளன. வெட்டும் பற்கள் உணவை வலுவாக வெட்டுகின்றன, பின்கடைவாய்ப் பற்கள் உணவை அரைக்கின்றன. அனைத்து தாடை தசைகளும், ஒருங்கிணைந்து வேலை செய்யும்போது , வெட்டும் பற்களுக்கிடையே 55 பவுண்டு விசையும் ,பின்கடைவாய்ப் பற்களுக்கிடையே 200 பவுண்டு விசையும் உருவாகிறது.

3. விழுங்கல் என்பது, தன்னிச்சையாக பிழிதல் அல்லது உருளுதல் நிகழ்ந்து உணவானது தொண்டைக்குள் தள்ளப்படும் செயல்முறையும், அடித்தொண்டை செயல்பாட்டின் காரணமாக விருப்பமில்லாமல் உணவுக்குழாய்க்குள் உணவு தள்ளப்படும் செயல்முறையும் இணைந்ததாகும்.

4. பெரிஸ்டால்சிஸ் என்பது உணவுக்குழாயின் அலை போன்ற இயக்கத்தினால் உணவானது இரைப்பைக்குள் செலுத்தப்படும் நிகழ்வாகும் (படம் 2.9).



படம் 2.9 பெரிஸ்டால்டிக் இயக்கங்கள்

5. கலத்தல் மற்றும் முன்தள்ளல் – இரைப்பைக் குடல் வழிப் பாதையின் சுவர்களில் உள்ள மிருதுவான தசைகளின், சுருங்குதல் மற்றும் விரிவடைதல் செயல்களால், உணவானது இரைப்பை குடல் வழிப் பாதையில் சுரக்கப்பட்ட திரவங்களுடன் நன்கு கலக்கப்பட்டு முன்னோக்கி தள்ளப்படுகிறது. குடலின் இந்த செயலானது குடலியக்கம் (motility) என்றழைக்கப்படுகிறது.

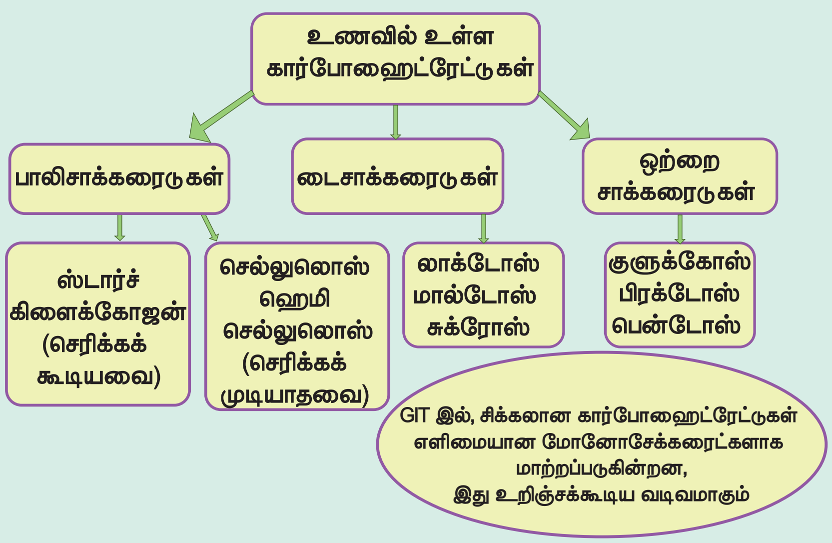
XII U2 Digestion-TM.indd 37 4/22/2020 11:30:42 AM

6. மலம் கழித்தல்– செரிமானப்பாதையில் செரிக்கப்பட்டு, ஆனால் உறிஞ்சப்படாத மற்றும் செரிக்கப்படாத கழிவுகள் ஆசனவாய் மூலம் உடலை விட்டு வெளியேற்றப்படும் செயல்முறை மலம் கழித்தல் என்றழைக்கப்படுகிறது. நீக்கப்பட்ட கழிவுப்பொருளானது மலம் அல்லது கழிமலம் எனப்படுகிறது.

2.2.2 வேதிச் செரித்தல்

2.2.2.1 கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் செரித்தல் மற்றும் உறிஞ்சுதல்

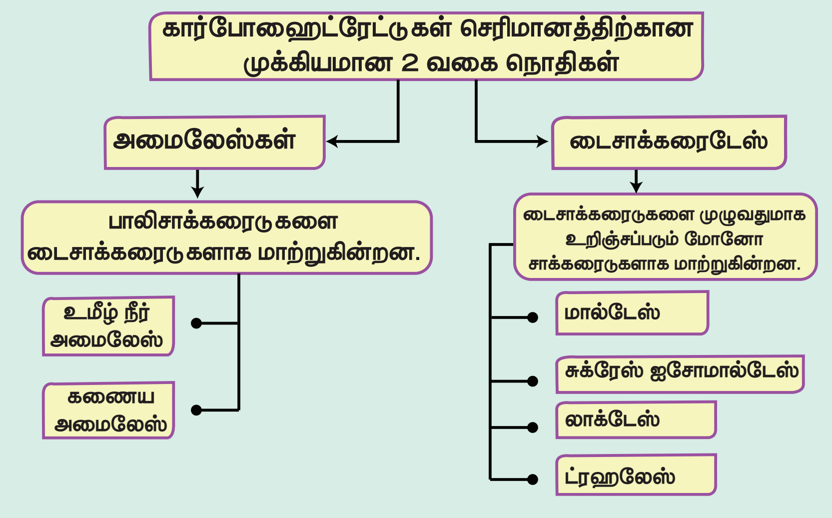
நாம் உண்ணும் உணவில், அதிகளவில் கார்போஹைட்ரேட்டுகள் இடம்பெறுகின்றன. அவை தினசரி ஆற்றல் தேவையின் பெரும்பகுதியை பூர்த்தி செய்கின்றன. ஸ்டார்ச், கிளைக்கோஜன், லாக்டோஸ், மால்டோஸ் மற்றும் சுக்ரோஸ் போன்ற செரிக்கக்கூடிய சேர்மங்கள், செல்லுலோஸ் மற்றும் ஹெமி–செல்லுலோஸ் போன்ற செரிக்க முடியாத நார்த் தன்மை கொண்ட சேர்மங்கள் ஆகிய இரண்டையும் உணவிலுள்ள கார்போஹைட்ரேட்டுகள் கொண்டுள்ளன (படம் 2.10).



படம் 2.10 உணவில் உள்ள முதன்மையான கார்போஹைட்ரேட்டுகள்

கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் செரித்தலின் சிறுபகுதி வாயிலும், பெரும்பகுதி சிறு குடலிலும் நிகழ்கிறது. எளிமையான செரித்தலுக்கு தகுந்தவாறு, பாலிசாக்கரைடுகள் சமைத்தலின் போது நீராற்பகுக்கப்படுகின்றன.

கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளை செரிக்க இரண்டு வகையான நொதிகள் தேவைப்படுகின்றன – அமைலேஸ்கள் மற்றும் டைசாக்ரிடேஸ்கள். அமைலேஸ்கள் உமிழ்நீரிலும், கணைய நீரிலும் காணப்படுகின்றன. ஆனால் டைசாக்ரிடேஸ்கள் குடலிலுள்ள தூரினை முனை சவ்வுகளில் காணப்படுகின்றன (படம் 2.11).



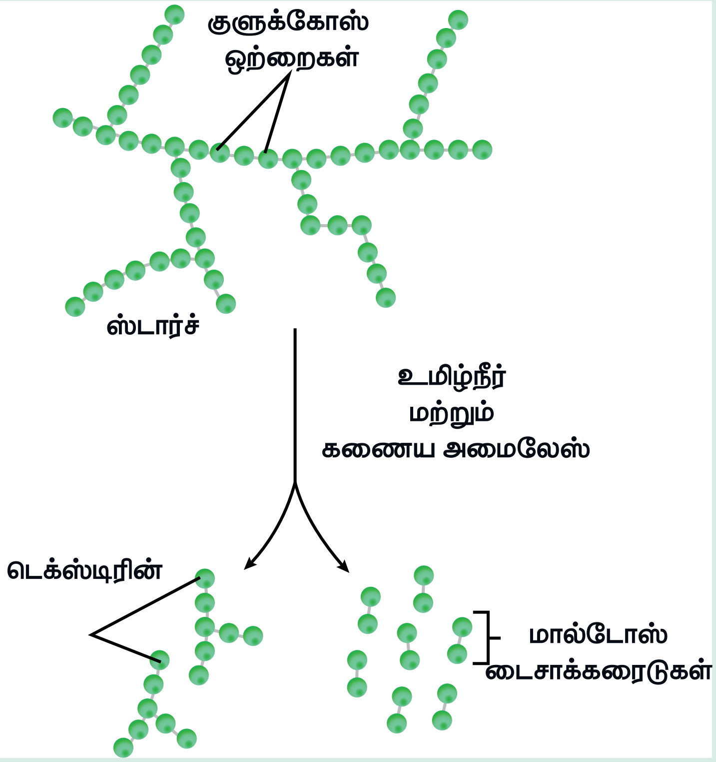
படம் 2.11 கார்போஹைட்ரேட்டுகள் செரித்தலில் ஈடுபடும் நொதிகள்

வாயில் செரித்தல்

பால், பழச்சாறுகளில் உள்ள கார்போஹைட்ரேட்டுகள் மற்றும் எளிய கார்போஹைட்ரேட்டுகள் வாயில் செரிக்கப்படாமல் தப்பி விடுகின்றன.

மனிதர்களில் ஸ்டார்ச் மற்றும் கிளைக்கோஜன் போன்ற செரிக்கக்கூடிய பாலிசாக்கரைடுகளின் செரித்தலானது , வாயில் தொடங்குகிறது. இதில் டையலின் எனும் உமிழ்நீர் நொதி பங்குகொள்கிறது.

டையலின் ஆனது α–அமைலேஸ் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது செயல்படுகிறது. உகந்த pH மதிப்பான 6.8 இல், இந்த நொதி $\alpha1\rightarrow4$ கிளைக்கோசிடிக் பிணைப்புகளை நீராற்பகுத்து சிறிய ஒலிகோசாக்கரைடு மூலக்கூறுகள் மற்றும் அதிக கிளைகளை கொண்ட டெக்ஸ்ட்ரின் ஆகியவற்றை உருவாக்குகிறது. (உள் $\alpha1\rightarrow4$ பிணைப்புகளை உமிழ்நீர் அமைலேஸ் பிளப்பதில்லை) (படம் 2.12). எனினும், உமிழ்நீர் அமைலேஸ் கொண்டு கார்போஹைட்ரேட்டுகளை செரிக்கும் நிகழ்வானது முழுமையடைவதில்லை. ஏனெனில் வாய் மற்றும் உணவுக்குழாயில் உணவு சிறிது நேரம் மட்டுமே தங்குகிறது. உணவுக்கவளமானது, இரைப்பையை அடைந்தவுடன், pH மதிப்பு குறைவதால், உமிழ்நீர் அமைலேஸ் செயலிழக்கிறது.



படம் 2.12 அமைலேஸ்களின் செயல்பாடு

இரைப்பையில் செரிமானம்

இரைப்பையில், கார்போஹைட்ரேட்டுகளை செரிப்பதற்காக இரண்டு நொதிகள் உள்ளன. இரைப்பை அமைலேஸ் இருப்பதற்கான சான்றுகள் கிடைப்பெற்ற போதிலும் ,அதன் முக்கியத்துவம் குறைவு. மேலும், இரைப்பையில் நிலவும் குறைந்த pH மதிப்பால், உமிழ்நீர் அமைலேஸ் செயலிழக்கிறது. கார்போஹைட்ரேட்டுகள் செரித்தல் பணியில், சுக்ரோஸிலுள்ள கிளைக்கோசிடிக் பிணைப்புகளை பிளப்பதே இரைப்பையின் முக்கிய பணியாகும். இதைத் தொடர்ந்து வேறெந்த கார்போஹைட்ரேட்டு செரித்தலும் இரைப்பையில் நிகழ்வதில்லை, மேலும் இரைப்பை பாகானது (கைம்) முன்சிறுகுடலுக்கு கடத்தப்படுகிறது.

முன்சிறுகுடலில் செரிமானம்

முன்சிறுகுடலை அடைந்த உடன் ,பித்தநீர் மற்றும் பைகார்பனேட்டுகளை கொண்டுள்ள கணைய நீருடன் கலப்பதால் இரைப்பை பாகு நடுநிலையாக்கப்படுகிறது. நொதிச் செயலில் உமிழ்நீர் அமைலேஸ் போலவே செயல்படும் கணைய அமைலேஸின் உகந்த pH மதிப்பு 6.9 முதல் 7.1 வரை உள்ளது. இது பாலிசாக்கரைடுகள் மீது செயல்பட்டு ஸ்டார்ச் மற்றும் கிளைக்கோஜன்களை உடைத்து மால்டோஸ் மற்றும் ஐசோமால்டோஸ் ($\alpha1\rightarrow6$ பிணைப்பை பெற்றுள்ளது) போன்ற டைசாக்கரைடுகளாக மாற்றுகிறது.

சிறுகுடலில் செரிமானம்

கணைய அமைலேஸின் செயல்பாட்டிற்கும் குளோரைடு அயனிகள் தேவைப்படுகின்றன. இது சிக்கலான மற்றும் பகுதியளவு செரிக்கப்பட்ட கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் மீது செயல்புரிகிறது. குடலில், கணைய அமைலேஸ் நொதியால் பாலிசாக்கரைடுகள் முழுமையாக செரிக்கப்படுகின்றன. இதற்கு காரணம்,

XII U2 Digestion-TM.indd 39 4/22/2020 11:30:43 AM

- இது, சிக்கலான கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் உள்பிணைப்புகளை பிளக்கும் திறனைப் பெற்றுள்ளது.
- முன்சிறுகுடல் மற்றும் குடலில் உணவு நீண்ட நேரம் தங்குகிறது.

அனைத்திற்கும் மேலாக, உணவிலுள்ள கார்போஹைட்ரேட்டுகளை செரிக்கத் தேவையான கணைய அமைலேஸின் அளவைவிட, 10 மடங்கு அதிகமாக கணைய அமைலேஸ் குடல் உள்குழாயில் சுரக்கிறது.

டைசாக்கரிடேஸ்கள்

மனிதனின், குடல் தூரிகை முனை சவ்வில், டைசாக்கரடுகளை நீராற்பகுக்க தேவையான நான்கு முக்கியமான டைசாக்ரிடேஸ்கள் உள்ளன (அட்டவணை 2.1). அவையாவன:

சுக்ரேஸ்: சுக்ரேஸ் ஆனது சுக்ரோஸ் மீது செயல்பட்டு அதை சம மோலார் அளவுள்ள குளுக்கோஸ் மற்றும் ஃபிரக்டோஸ் ஆக நீராற்பகுக்கிறது. இதன் உகந்த pH மதிப்பு 6.

ஐசோமால்டேஸ்: ஐசோமால்டேஸ் ஆனது தூய்மையாக்கலின் போது சுக்ரேஸ் உடன் இணைந்து கழுவப்படுகிறது, எனவே சுக்ரேஸ்/ஐசோமால்டேஸ் ஒரு சிக்கலான அணைவுப் புரதமாகும். ஐசோமால்டேஸ் $\alpha 1 \rightarrow 6$ பிணைப்பின்மீது செயல்பட்டு ஐசோமால்டேஸை உடைத்து இரண்டு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகிறது.

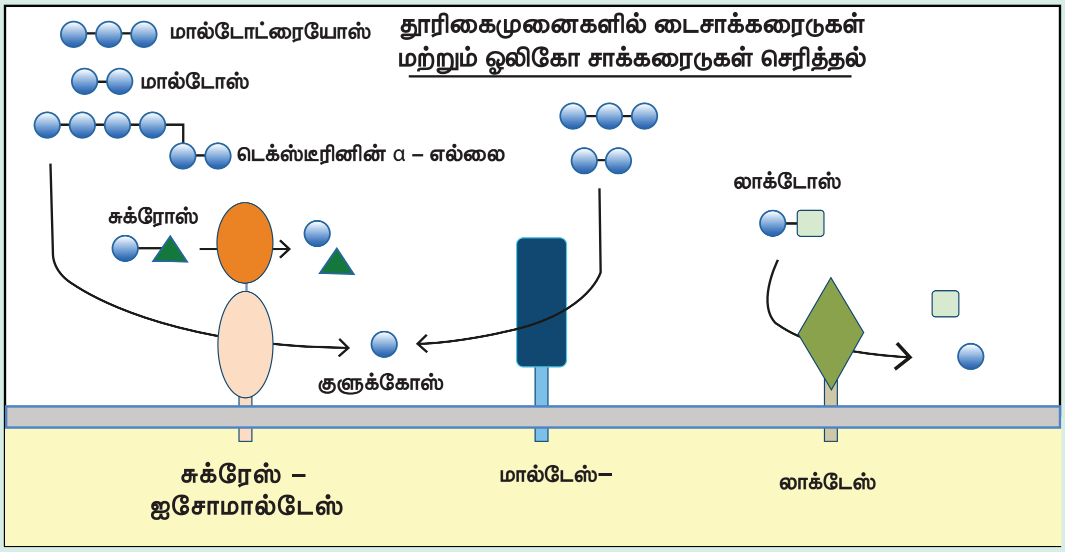
$$\text{ஐசோமால்டோஸ்} \xrightarrow{\text{ஐசோமால்டேஸ்}} \text{குளுக்கோஸ்} + \text{குளுக்கோஸ்}$$

லாக்டேஸ்: லாக்டோஸின் $\beta 1 \rightarrow 4$ கிளைக்கோசிடிக் பிணைப்பின் மீது லாக்டேஸ் செயல்பட்டு அதை சம மோலார் அளவுள்ள குளுக்கோஸ் மற்றும் காலக்டோஸ் மூலக்கூறுகளாக பிளக்கிறது. சுக்ரேஸின் உகந்த pH மதிப்பே, லாக்டேஸின் உகந்த pH மதிப்பாக அமைகிறது. இதன் மதிப்பு ஏறக்குறைய 6. லாக்டேஸினால் , மனித சிறுகுடலில் காணப்படும் 2 முதல் 7 வரையிலான அமில pH மதிப்புகளில் செயல்பட முடியும்.

$$\text{லாக்டோஸ்} \xrightarrow{\text{லாக்டேஸ்}} \text{குளுக்கோஸ்} + \text{காலக்டோஸ்}$$

மால்டேஸ்: பாலிசாக்கரைடுகளை அமைலேஸ் கொண்டு செரிக்கும் போது கிடைக்கும் மால்டோஸில் உள்ள $\alpha 1 \rightarrow 4$ பிணைப்புகள், மால்டேஸ் நொதியினால் பிளக்கப்பட்டு குடல் உட்குழல் பகுதியில் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகள் விடுவிக்கப்படுகின்றன. இதன் உகந்த pH மதிப்பும் ஏறக்குறைய 6 ஆக உள்ளது (படம் 2.13).

$$\text{மால்டோஸ்} \xrightarrow{\text{மால்டேஸ்}} \text{குளுக்கோஸ்} + \text{குளுக்கோஸ்}$$



படம் 2.13 தூரிகை முனைகளில் டைசாக்கரைடுகளின் செரித்தல்

XII U2 Digestion-TM.indd 40 4/22/2020 11:30:43 AM

செரிபுரோசைடிடேஸ்கள் – இவை சிறுபான்மை நொதித் தொகுதியாகும். இவை, கிளைக்கோலிப்பிடுகளில் காணப்படும் குளுக்கோ மற்றும் காலக்டோ செரிபுரோசைடுகளை நீராற்பகுக்கின்றன.

அட்டவணை 2.1 குடல் தூரிகை முனையிலுள்ள டைசாக்ரிடேஸ்கள் மற்றும் ஒலிகோசாக்ரிடேஸ்கள்

நொதிகள்	தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பிளத்தல்
மால்டேஸ்	மால்டோஸ், மால்டோட்ரையோஸ். மேலும் இது ஸ்டார்ச்சின் ஒடுக்கமடையா முனை மற்றும் ஸ்டார்ச்சிலுருந்து வருவிக்கப்பட்ட ஒலிகோசாக்ரைடுகளின் $\alpha(1\to4)$ பிணைப்பின் மீது எக்ஸோ கிளைக்கோசிடேஸாக செயல்படுகிறது
லாக்டேஸ்*	லாக்டோஸ் ; மற்றும் செல்லோபையோஸ்
செரிபுரோசிடேஸ்*	குளுக்கோ – மற்றும் காலக்டோசெரிபுரோசைடு
சுக்ரேஸ்	சுக்ரோஸ்; மால்டோஸ் மற்றும் மால்டோட்ரையோஸ்
ஐசோமால்டேஸ்	ஐசோமால்டேஸில் உள்ள $\alpha(1\to6)$ பிணைப்புகள் மற்றும் α -எல்லை டெக்ஸ்ட்ரின்கள்
ட்ரிஹேலேஸ்	ட்ரிஹேலோஸ்

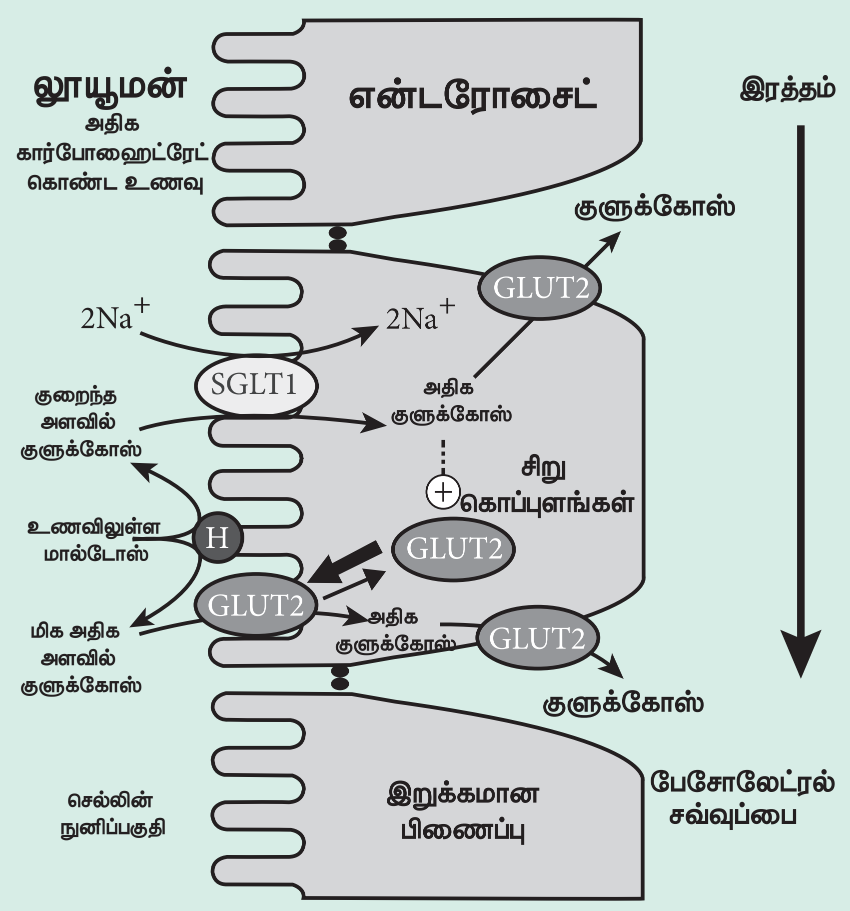
* லாக்டேஸ் மற்றும் செரிபுரோசிடேஸ்களின் செயல்பாடுகள் ஒரே பாலிபெப்டைடின் இரண்டு வெவ்வேறு குளோபுளர் டொமைன்களில் நிகழ்கின்றன.
# செல்லோபையோஸ் என்பது இரண்டு குளுக்கோஸ் அலகுகள் $\beta(1\to4)$ கிளைக்கோசிடிக் பிணைப்புகளால் பிணைக்கப்பட்டுள்ள டைசாக்கரைடாகும்.
ட்ரிஹேலோஸ் என்பவை காளான்களில் மட்டும் காணப்படும் டைசாக்கரைடுகளாகும், இவற்றின் அமைப்பு ∝-D-குளுக்கோபைரனோசைல் ∝-D-குளுக்கோபைரனோஸ் (1,1 கிளைக்கோசிடிக் பிணைப்பு)

கார்போஹைட்ரேட்டுகள் உறிஞ்சப்படுதல்

- மோனோசாக்கரைடுகள் மட்டும் குடலுறிஞ்சிகளால் உறிஞ்சப்படுகின்றன. எனினும், சில டைசாக்கரைடுகள் உயிரணுப் பருகுதல் மூலமாக உறிஞ்சப்பட்டு பின்னர் மோனோசாக்கரைடுகளாக நீராற்பகுக்கப்படுகின்றன.
- குளுக்கோஸ் (80%), காலக்டோஸ், ஃபிரக்டோஸ் மற்றும் ரிபோஸ், சைலுலோஸ், அராபினோஸ் போன்ற பென்டோஸ்கள் ஆகியன உணவிலுள்ள முதன்மையான மோனோசாக்கரைடுகள் அல்லது செரித்தல் நிகழ்வில் உருவாக்கப்படும் விளைபொருட்களாகும்.
- முன்சிறுகுடலிலும், சிறுகுடலின் மேற்பகுதியிலும் மோனோசாக்கரைடுகள் உறிஞ்சப்படுகின்றன.
- முக்கிய மோனோசாக்கரைடுகளின் உறிஞ்சப்படுதல் வரிசை பின்வருமாறு: காலக்டோஸ் > குளுக்கோஸ் > ஃபிரக்டோஸ் > மேன்னோஸ் > பென்டோஸ்கள்
- இயல்பான ஊடுருவல் மற்றும் செயல்மிகு கடத்தல் இரண்டின் வழியாகவும் மோனோசாக்கரைடுகள் உறிஞ்சப்படுகின்றன. வெவ்வேறு மோனோசாக்கரைடுகள் வெவ்வேறு வழிகளில் உறிஞ்சப்படுகின்றன. குளுக்கோஸ் மற்றும் காலக்டோஸ் ஆகியன செயல்மிகு கடத்தல் வழியாக உறிஞ்சப்படும் முக்கியமான மோனோசாக்கரைடுகள் ஆகும். ஆனால் ஃபிரக்டோஸ் மற்றும் பென்டோஸ்கள் கடத்தி வழிக் கடத்தல் மூலம் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

கடத்தி வழிக் கடத்தல்

ஆரம்பத்தில், செரிக்கப்பட்ட உணவில், குளுக்கோஸ் செறிவு அதிகமாக உள்ளபோது கடத்தி வழிக் கடத்தலானது உறிஞ்சப்படுதலில் முக்கிய பங்காற்றுகிறது. ஏனெனில், குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு அதிக முனைவுத் தன்மை கொண்டது, எனவே GLUT2 எனும் கடத்தியினால் இயல்பாக உறிஞ்சப்படுகிறது. GLUT5 எனும் கடத்தியினால் ஃபிரக்டோஸ் இயல்பாக உறிஞ்சப்படுகிறது.



படம் 2.14 சோடியம் குளுக்கோஸ் கடத்தி 1 மற்றும் GLUT2

செயல்மிகு கடத்தல்

செயல்மிகு கடத்துதலில், குழல்களில் SGLT1 (சோடியம் குளுக்கோஸ் கடத்தி 1) என்றழைக்கப்படும் புரதமும். பேசோலேட்ரல் பகுதியில் GLUT2 புரதமும் தரகர்களாக செயல்படுகின்றன. (படம் 2.14). கடத்தலில் நிகழும் நிகழ்வுகள் பின்வருமாறு:

1. குடல் தூரிகை முனை சவ்விலுள்ள என்ட்ரோசைட்டுகளில் Na^+–K^+ ATPase களின் உதவியுடன் அதிக K^+ அயனிச் செறிவும், குறைந்த Na^+ அயனிச் செறிவும் பராமரிக்கப்படுகின்றன. Na^+–K^+ ATPase தன்னுடைய இறைக்கும் செயலுக்காக ATP ஐ பயன்படுத்திக்கொள்கிறது.
2. SGLT1 ஒரு ஒருதிசைக் கடத்தியாகும், இது குடல்நாள குழல் பகுதியிலிருந்து வரும் Na^+ மற்றும் குளுக்கோஸ் ஆகியவற்றுடன் பிணைகிறது. செறிவு வீதத்திற்கு எதிராக, சோடியத்தை குறைப்பதன் மூலம் கிடைக்கப்பெறும் ஆற்றலைக் கொண்டு குளுக்கோஸை அதிகரிக்கும் வகையில் கடத்தப்படுகிறது. இதனால் என்ட்ரோசைட்டுகளின் உள்ளே குளுக்கோஸின் செறிவு அதிகரிக்கிறது. இந்த கடத்தல் செயல்முறையில் நிகழும் படிகள் பின்வருமாறு:
   - தொடக்கத்தில், கடத்தியானது உட்குழல் பகுதியை நோக்கி, சோடியத்துடன் பிணையும் வகையிலும், குளுக்கோஸுடன் பிணையா வகையிலும் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.
   - சோடியத்தை பிணைத்த பிறகு குளுக்கோஸை பிணைக்கும் குழிப்பகுதி திறந்து கொள்ளும் வகையில் வடிவ மாற்றம் தூண்டப்படுகிறது.
   - குளுக்கோஸ் பிணைந்தவுடன், கடத்தியானது சைட்டோசாலை நோக்கும் வண்ணம் வடிவ மாற்றம் தூண்டப்படுகிறது.
   - சோடியம் மற்றும் குளுக்கோஸ் இரண்டும் சைட்டோபிளாசத்தில் விடுவிக்கப்படுகின்றன.
   - சுமையை விடுவித்த பின்னர், மீண்டும் உட்குழல் பகுதியை நோக்கி திரும்பிக்கொள்கிறது.

XII U2 Digestion-TM.indd 42 4/22/2020 11:30:44 AM

3. பேசோலேட்ரல் சவ்வுகளின் மீதுள்ள GLUT2, கடத்தி வழிக் கடத்தல் மூலமாக குளுக்கோஸை என் ட்ரோசைட்டுகளிலிருந்து இரத்த ஓட்டத்திற்கு கடத்துகின்றன.
    - குளுக்கோஸ் மற்றும் காலக்டோஸ் ஆகியன சோடியத்துடன் இணைந்து அதே கடத்திகளின் உதவியுடன் என்ட்ரோசைட்டுகளினால் உறிஞ்சப்படுகின்றன.
    - அதாவது, சோடியம் சார்ந்த SGLT1 மற்றும் சோடியம் சாரா GLUT2 ஆகியன குளுக்கோஸ் உறிஞ்சப்படுதலில் முக்கிய பங்காற்றுகின்றன.

செரிமானப்பாதையில் இதுவரை செரிக்கப்படாத மற்றும் உறிஞ்சப்படாத கார்போஹைட்ரேட்டுகள் பெருங்குடலை அடைகின்றன. அங்கு அவை குடல் பாக்டீரியாக்களால் சிதைக்கபடுகின்றன. செரிக்க இயலாத நார் பொருட்களும், மற்ற கார்போஹைட்ரேட்டுகளும் மலத்தின் வழியாக வெளியேற்றப்படுகின்றன.

உறிஞ்சுதலை பாதிக்கும் காரணிகள்

- பழுதுபடாத சளியானது அதிகளவில் உறிஞ்சுகிறது. நோய் தொற்று மற்றும் பிறவிக் குறைபாடுகளால் குடல் சளியில் ஏதேனும் பழுது ஏற்பட்டால் உறிஞ்சுதலின் வேகம் குறைகிறது.
- தைராய்டு ஹார்மோன்கள், பிட்யூட்டரி ஹார்மோன்கள் மற்றும் மினரலோகார்டிகாய்டுகள் உறிஞ்சப்படுதலை அதிகப்படுத்துகின்றன, ஆனால் இன்சுலின், கார்போஹைட்ரேட்டுகள் உறிஞ்சப்படுதலை பாதிப்பதில்லை.
- வைட்டமின் B_6, B_{12} மற்றும் பென்டதானிக் அமில குறைபாடுகளினால் மோனோசாக்கரைடுகளின் உறிஞ்சப்படுதல் குறைகிறது.
- வயது முதிர்வின் காரணமாக, உறிஞ்சப்படுதல் குறைகிறது.
- கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் செரிமான நொதி தடுப்பான்கள் மற்றும் புளோரிஜின் போன்ற SGLT1 தடுப்பான்கள், உறிஞ்சப்படுதலை குறைக்கின்றன.

2.2.2.2 புரதங்களின் செரித்தல் மற்றும் உறிஞ்சப்படுதல்

குடல் நாளத்தில் புரதங்கள் உறிஞ்சப்படவேண்டும் எனில், புரதங்கள் அவற்றின் அமினோ அமில மூலக்கூறுகளாக சிதைக்கப்பட வேண்டும். மனிதர்களில் புரதங்களின் செரித்தல் மற்றும் உறிஞ்சப்படுதல் சிறப்பாக நிகழ்கிறது. புரதத் தேவையில் பால், இறைச்சி, முட்டை, பருப்பு வகைகள், சோயாபீன், கொட்டைகள் போன்ற அதிக புரதம் கொண்ட உணவுகள் பெரும்பங்களிக்கின்றன. செரிமான திரவங்களிலிருந்து கிடைக்கும் புரதங்கள் மற்றும் இறந்த போன குடல் எபிதீலிய செல்கள் ஆகியன உட்குழல் பகுதியில் கொட்டப்படுகின்றன.

வாயில் செரித்தல்

உமிழ்நீரில் புரதச் சிதைவு நொதிகள் காணப்படுவதில்லை. எனவே, புரதங்களின் செரித்தல் வாயில் நிகழ்வதில்லை. எனினும், இறைச்சி போன்ற கடினமான, புரதம் அதிகமாக உள்ள உணவுகளை மெல்லும்போது, உணவுத் துகள்களின் புறப்பரப்பு அதிகரிக்கப்படுகிறது, இதனால் அவற்றின் செரித்தல் எளிதாகிறது.

இரைப்பையில் செரிமானம்

இரைப்பையில் புரதங்கள் பின்வருமாறு மாற்றப்படுகின்றன: புரதம் → மெட்டா புரதம் → புரோட்டியோன் → பெப்டோன் → பெப்டைடு

HCl: பகுதியளவு இயல்பிழந்த புரதங்கள் (சமைத்தலின் போது புரத இயல்பிழத்தல் நிகழ்கிறது) அல்லது சமைக்கப்படாத உணவுகளிலுள்ள இயல்பிழப்பு செய்யப்படாத புரதங்கள் ஆகியன இரைப்பையில்

காணப்படும் அதிகப்படியான அமிலச் சூழலில் தொடர்ந்து இயல்பிழப்பு செய்யப்படுகின்றன. பெப்டிடேஸ்களில் இதற்காக கிளர்வு மையங்கள் புதிதாக திறக்கப்படுகின்றன. செயல்திறனற்ற பெப்சினோஜனை செயல்திறன் மிக்க பெப்சின் நொதியாக மாறும் நிகழ்வை HCl அமிலமும் துவக்குகிறது.

பெப்சின்: பெப்சின் ஆனது பெப்சினோஜன் எனும் செயல்திறனற்ற புரத வடிவில் சுரக்கப்படுகிறது. இதன் மூலக்கூறு எடை 42 kD. முதலில் பெப்சினோஜன் ஆனது அமில ஊடகத்தாலும் பின்னர் தன்னிச்சையாகவும் பிளந்து செயல்திறன் மிக்க பெப்சின் (34 kD) உருவாகிறது.

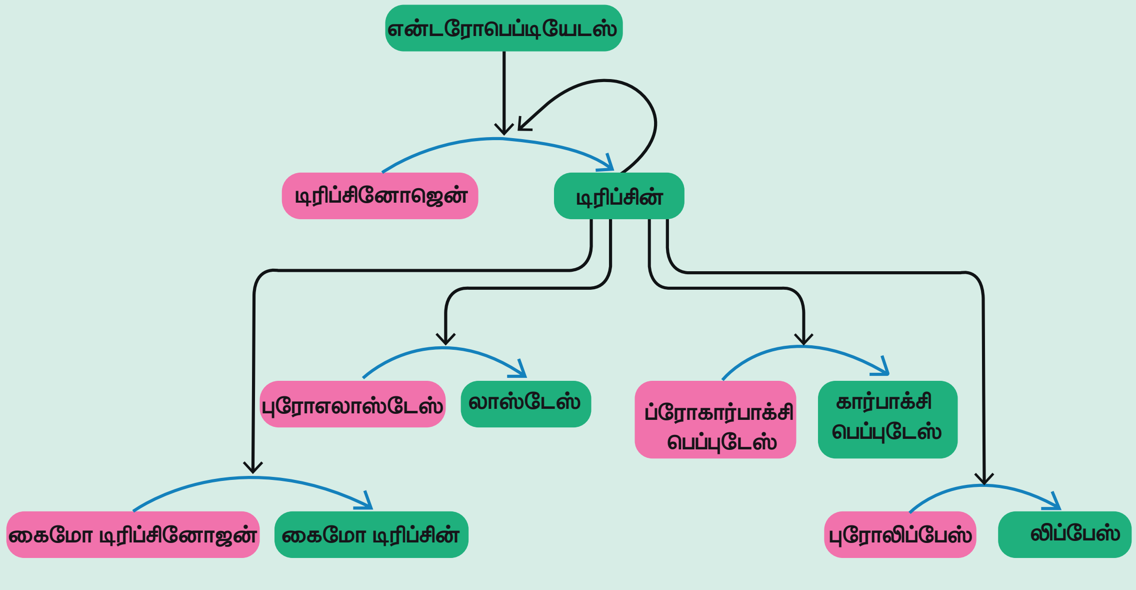
பெப்சின்:

- இது ஒரு எண்டோபெப்டிடேஸ் (புரதத்தின் உட்பகுதியில் செயல்படும் நொதியாகும்)
- விரிவான தேர்ந்து செயலாற்றும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது.
- அரோமேடிக் அமினோ அமிலங்களின் கார்பாக்ஸில் தொகுதி மற்றும் அமில அமினோ அமிலங்களில் இருந்து உருவான பெப்டைடு பிணைப்புகளின் மீது குறைந்தளவே செயல்படுகிறது.
- புரதங்களை பெப்டோன்களாக சிதைக்கிறது.
- இவற்றின் உகந்த pH மதிப்பு 2 ஆகும். இரைப்பை அமிலத்தை நடுநிலையாக்கும் அமிலமற்ற அல்லது அமிலநீக்கிகள் அல்லது புரோட்டான் இறைப்பு தடுப்பான்களை உட்கொள்ளுதல் போன்ற இரைப்பையின் அமிலப்பண்பை குறைக்கும் எந்த செயலானாலும் அது, பெப்சினின் செயல்திறனை குறைக்கிறது.

ரெனின்: ரெனின் அல்லது கைமோசின் எனப்படும் நொதி பாலை தயிராக்குகிறது. இது சிசுக்கள் மற்றும் குழந்தைகளில் மட்டுமே காணப்படுகிறது. இது பால் புரதத்தை பாராகேசினேட்டாக மாற்றுவதற்கு பொறுப்பாகிறது.

ஜெலாட்டினேஸ்: இறைச்சியிலுள்ள புரோட்டியோகிளைக்கேன்களான ஜெலாட்டின் மற்றும் கொல்லாஜன் வகை IV & V ஆகியவற்றின் செரித்தலில் ஜெலாட்டினேஸ் உதவுகிறது. காஸ்ட்ரிக்சின் என்பது இரைப்பை திரவத்தில் காணப்படும் மற்றொரு நொதியாகும். இது புரதங்களை செரிக்கிறது.

முன்சிறுகுடலில் செரிமானம்

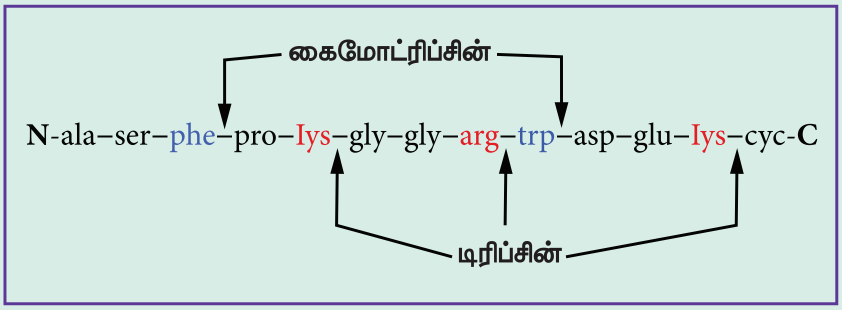


படம் 2.15 ட்ரிப்சினினின் செயல்பாடு

என்டிரோபெப்டிடேஸ்: என்டிரோபெப்டிடேஸ் அல்லது என்டிரோகினேஸ் என்பது சிறுகுடலின் நடுப்பகுதி மற்றும் முன்சிறுகுடலில் காணப்படும் எபிதீலிய செல்களால் சுரக்கப்படும் டிரான்ஸ் சவ்வுப் புரதமாகும். இது, Lys-Lys அல்லது Arg-Lys எனும் வினைப்பொருள் தேர்வைக் கொண்டுள்ளது. மேலும் இது ட்ரிப்சினை கிளர்வுறச் செய்கிறது.

மனிதனின் கணைய நீரானது, ட்ரிப்சினோஜென், கைமோட்ரிப்சினோஜென், புரோகார்பாக்ஸிபெப்டிடேஸ் A மற்றும் B, ட்ரிப்சின் தடுப்பானுடன் சேர்ந்த புரோ எலாஸ்டேஸ் போன்ற புரதச்சிதைவு நொதிகளின் முன்நொதிகளை கொண்டுள்ளது.

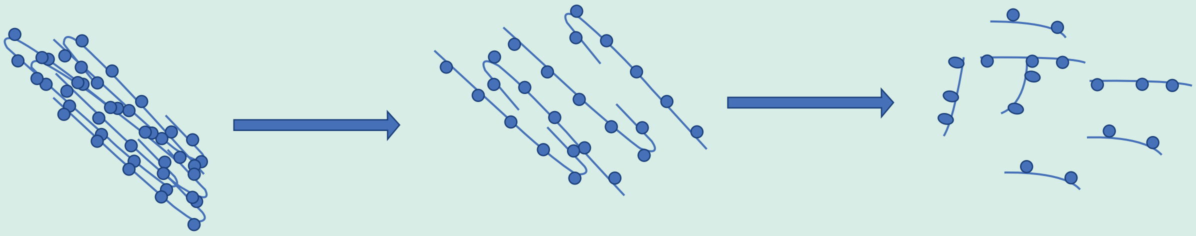
ட்ரிப்சின்: கணைய நீரிலுள்ள ட்ரிப்சினோஜன் ஆனது, என்டிரோகினேஸினால் ட்ரிப்சினான கிளர்வுறுத்தப்படுகிறது,பின்னர் இது கால்சியத்தால் நிலைப்படுத்தப்படுகிறது. கைமோட்ரிப்சினோஜனை கைமோட்ரிப்சினாகவும், புரோஎலாஸ்டேஸை எலாஸ்டேஸாகவும், புரோகார்பாக்ஸிபெப்டிடேஸை கார்பாக்ஸிபெப்டிடேஸாகவும் ட்ரிப்சின் மாற்றுகிறது (படம் 2.15). இது, Lys மற்றும் Arg ஆகியவற்றின் கார்பாக்ஸிலிக் தொகுதிகளால் உருவாக்கப்பட்ட பெப்டைடு பிணைப்புகளின் மீது செயல்படுகிறது (படம் 2.16). புரோலினால் உருவாக்கப்பட்ட பெப்டைடு பிணைப்புகளின் மீது இது செயல்படுவதில்லை. இதன் உகந்த pH மதிப்பு 8 முதல் 9 வரை. கணைய நீரிலுள்ள ட்ரிப்சின் தடுப்பான் ஆனது, சிறுகுடல் மற்றும் கணையத்தில் ட்ரிப்சினின் செயல்பாட்டை தடுக்கிறது.



படம் 2.16 கைமொட்ரிப்சின் மற்றும் ட்ரிப்சினின் செயல்பாட்டு மையங்கள்

கைமோட்ரிப்சின்

கைமோட்ரிப்சினும் ஒரு என்டோபெப்டிடேஸாகும், இது, கணையத்தால் அதன் முன்நொதி கைமோட்ரிப்சினோஜனாக சுரக்கப்படுகிறது. இதன் உகந்த pH மதிப்பு ஏறக்குறைய 8.0. பீனைல் அலனின் மற்றும் ட்ரிப்டோபேன் போன்ற நீர்வெறுக்கும் அமினோ அமிலங்களின் கார்பாக்ஸில் அமில தொகுதிகளால் உருவாக்கப்படும் பெப்டைடு பிணைப்புகளை நீராற்பகுக்கும் வினைகளுக்கு கைமோட்ரிப்சின் வினையூக்கியாக செயல்படுகிறது (படம் 2.17).


படம் 2.17 கைமோட்ரிப்சினால் பெப்டைடு பிணைப்பு நீராற்பகுக்கப்படுதல்

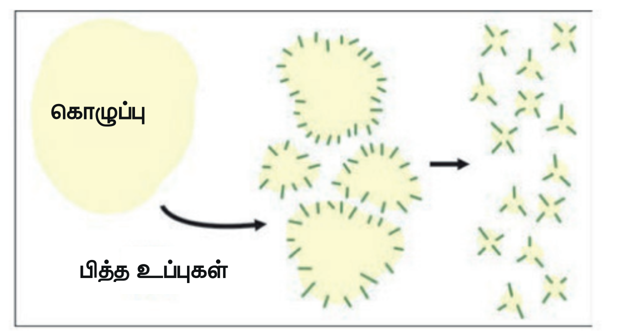
கார்பாக்ஸி பெப்சிடேஸ்கள்: கார்பாக்ஸி பெப்சிடேஸ்கள் A மற்றும் B ஆகியன ஜிங்கை (Zn) கொண்டுள்ள உலோக–நொதிகளாகும், இவை பெப்டைடு பிணைப்புகளை, பெப்டைடின் கார்பாக்ஸில் முனை அல்லது C-முனையில் பிளக்கின்றன. அரோமேட்டிக் மற்றும் கிளை சங்கிலி அமினோ அமிலத்தை கார்பாக்ஸிபெப்சிடேஸ் A யும், கார அமினோ அமிலங்களை

கார்பாக்ஸிபெப்சிடேஸ் B யும், தேர்ந்து முன்னுரிமையளித்து பிளக்கின்றன. எலாஸ்டேஸ்கள் மற்றும் ஜெலாட்டினேஸ்கள் ஆகியனவும் புரத செரித்தலில் பங்கேற்கின்றன. கணைய பெப்டிடேஸ்களின் ஒட்டுமொத்த செயல்பாட்டினால் உட்குழல் பகுதியில் தனித்த அமினோ அமிலங்களுடன் சேர்த்து பல டைபெப்டைடுகளும், ட்ரைபெப்டைடுகளும் உருவாக்கப்படுகின்றன.

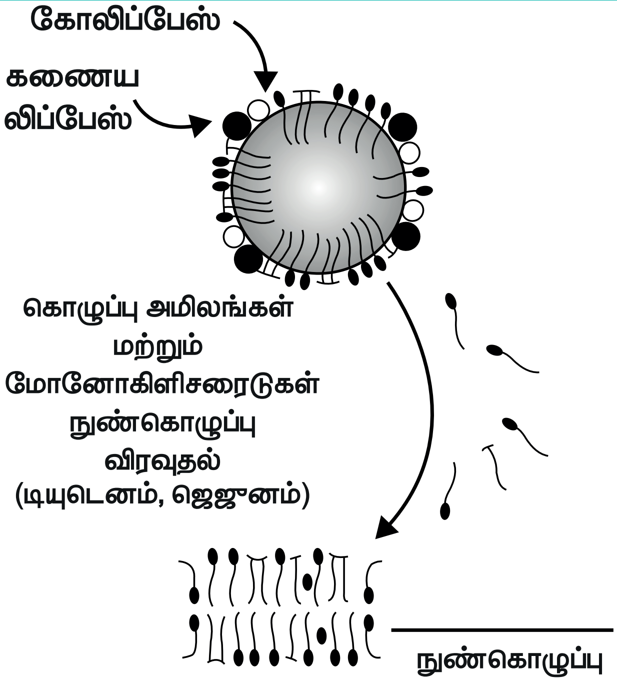
சிறுகுடலில் செரிமானம்

தூரிகை முனையில் செரித்தல்

கணைய நொதிகளால் உருவாக்கப்பட்ட டை பெப்டைடுகள் மற்றும் ட்ரை பெப்டைடுகள், இறுதியாக குடல் தூரிகை முனை சவ்வின் குழல் பகுதியில் காணப்படும் அமினோ பெப்டிடேஸ்களால் மற்றும் டை மற்றும் ட்ரைபெப்டிடேஸ்களால் செரிக்கப்படுகின்றன. லுயுசின் அமினோபெப்டிடேஸ் ஆனது N–முனை லுயுசின் பெறுதியை வெளிவிடுகிறது, புரோலின் அமினோ பெப்டிடேஸ் ஆனது பாலிபெப்டைடின் முனையிலுள்ள புரோலின் மீது சேர்ந்து தேர்ந்து செயலாற்றுகிறது. மற்ற தூரிகை முனை சவ்வு நொதிகளுடன் இணைந்து புரத செரித்தல் முழுமையடைகிறது.



படம் 2.19 சிறுகுடலில் செரிமானம்



படம் 2.20 கணைய லிப்பேஸின் செயல்பாடு

அமினோ அமிலங்கள் உறிஞ்சப்படுதல்

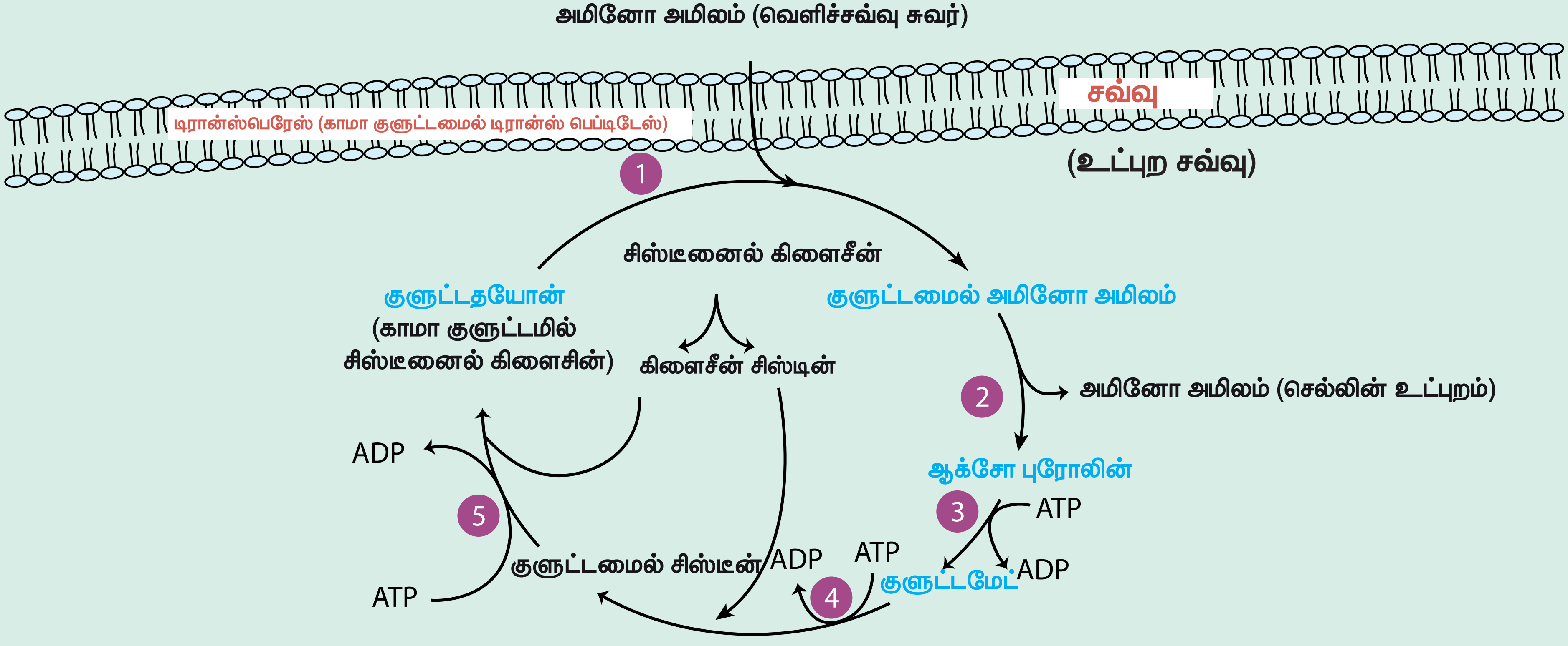
1. உடல் வெப்பநிலையில், அமினோ அமிலங்கள் மற்றும் சிறிதளவு டை மற்றும் ட்ரை பெப்டைடுகள், குடலுறிஞ்சிகளில் காணப்படும் சோடியம் சார்ந்த கடத்திகளால் செயல்மிகு உறிஞ்சுதல் மூலம் உறிஞ்சப்படுகின்றன. பாக்டீரியாக்களால் உருவாக்கப்படும் D அமினோ அமிலங்கள் இயல்பாக உறிஞ்சப்படுகின்றன, ஆனால் L அமினோ அமிலங்கள் செயல்மிகு உறிஞ்சுதல் மூலம் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

குறைந்தது ஐந்து தூரினை முனைக் கடத்திகள் காணப்படுகின்றன. – நடுநிலை அமினோ அமிலங்கள் (மின்சுமையற்ற அலிஃபாடிக் மற்றும் அரோமேட்டிக்), கார அமினோ அமிலங்கள் (Lys, Arg, Cys, Cys-Cys), அமில அமினோ அமிலங்கள் (Asp, Glu), இமினோ அமிலங்கள் (Pro, Hydroxyproline) மற்றும் டை மற்றும் ட்ரை பெப்டைடுகள்.

மெய்ஸ்டர் சுழற்சி (காமா குளுட்டமைல் சுழற்சி)

நடுநிலை அமினோ அமிலங்களின் உறிஞ்சப்படுதல் காமா குளுட்டமைல் சுற்றால் தூண்டப்படுகிறது. குளுட்டாதையோன் (GSH–காமா குளுட்டமைல் சிஸ்டினைல் கிளைசீன்), எனும் ட்ரைபெப்டைடு இந்த சுற்றில் பங்கு கொள்கிறது (படம் 2.18). இவ்வினையின் படிகள் பின்வருமாறு:

XII U2 Digestion-TM.indd 46 4/22/2020 11:30:45 AM



1 காமா குளுட்டமைல் டிரான்ஸ் பெரேஸ் 2 காமா குளுட்டமைல் சைக்ளோ டிரான்ஸ் பொரேஸ்

3 5–ஆக்சோபுரோலினேஸ் 4 காமா குளுட்டமைல் சிஸ்டைன் சிந்தடேஸ் 5 குளுட்டதயோனின் சிந்தடேஸ்

படம் 2.18 காமா குளுட்டமைல் சுழற்சி (மெய்ஸ்டர் சுழற்சி)

XII U2 Digestion-TM.indd 47 4/22/2020 11:30:46 AM

1. காமா குளுட்டமைல் டிரான்ஸ்பெரேஸ் ஆனது நடுநிலை அமினோ அமிலத்துடன் குளுட்டாதையோன் வினைப்பட்டு காமா குளுட்டமைல் அமினோ அமிலத்தையும், சிஸ்டினைல் கிளைசீனையும் உருவாக்கும் வினைக்கு வினையூக்கியாக செயல்படுகிறது. இவ்வினை தூரிகை முனை சவ்வுச் செல்களின் சைட்டோபிளாசத்தில் நிகழ்கின்றன.
2. பின்னர், சைட்டோசாலினுள் இந்த குளுட்டமைல் அமினோ அமிலம் பிளக்கப்பட்டு தனித்த அமினோ அமிலங்கள் உருவாகின்றன.அமினோ அமிலங்கள் சவ்வின் வழியாக கடத்தப்பட்டதே செயல்முறையின் நிகர பலனாகும்.
3. ஆக்சோ–புரோலின் ஆனது குளுட்டமேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. சிஸ்டினைல் கிளைசீன் ஆனது சிஸ்டின் மற்றும் கிளைசீன் ஆக பிளக்கப்படுகிறது.
4. மூன்று அமினோ அமிலங்களிலிருந்து, குளுட்டாதையோன் மீளுருவாக்கம் செய்யப்படுகிறது.
5. GSH மீளுறுவாக்கத்துடன் சேர்த்து ஒரு அமினோ அமில மூலக்கூறை கடத்துவதற்காக 3 ATP மூலக்கூறுகள் தேவைப்படுகின்றன.

சைட்டோசாலில் விடுவிக்கப்பட்ட பின்பு, அமினோ அமிலங்கள் இரத்த ஓட்டத்தில் கலந்து என்டிரோ– ஹெபாடிக் சுழற்சி ஓட்டத்தின் வாயிலாக கல்லீரலுக்கு கடத்தப்படுகின்றன.

சில ஒலிகோபெப்டைடுகள், பெரிய பெப்டைடுகள் அல்லது புரதங்கள் டிரான்ஸ் சைட்டோசிஸ் எனப்படும் செயல்முறையின் வாயிலாக, தூரினை முனை சவ்வை கடந்து செல்ல முடியும். இது குறிப்பாக சிசுக்களின் வயிற்றில் நிகழ்கிறது, இங்கு, தாய்ப்பாலில் உள்ள இம்மியுனோகுளோபுளின்கள் குழந்தைக்கு கடத்தப்படுகின்றன. லீபர்குன் சுரப்பியின் குழிகளில் அமைந்துள்ள என்டிரோசைட்டுகள் இச்செயல்முறையில் ஈடுபடுகின்றன. ஆனால், இந்த செயல்முறையானது, பெரியவர்களில் குறைந்தளவே நிகழ்கிறது.

உறிஞ்சப்படுதலை பாதிக்கும் காரணிகள்

- அமினோ அமிலங்களின் உறிஞ்சப்படுதலுக்கு குளுட்டாதையோன் மிக அவசியம். சிறந்த முறையில் உறிஞ்சப்படுதலுக்கு இதன் மீளுருவாக்கம் சிறப்பாக இருத்தல் வேண்டும்.
- ஒரே கடத்தியால் கடத்தப்படும் அமினோ அமிலங்கள் உறிஞ்சப்படுதலுக்காக ஒன்றுடன் ஒன்று போட்டியிடுகின்றன. எனவே அதிக செறிவுடைய அமினோ அமிலம், மற்றவற்றின் மீது ஆதிக்கம் செலுத்துகிறது.
- குடலில் அமினோ அமிலங்கள் குறிப்பாக டிரிப்டோபேன் உறிஞ்சப்படுதலை சாலிசிலேட்டுகள் குறைக்கின்றன.
- டைநைட்ரோ பீனால் மற்றும் இண்டோமெத்தாசின் ஆகியன அமினோ அமிலங்களின் உறிஞ்சுதலை தடுக்கின்றன.

2.2.2.3 லிப்பிடுகளின் செரித்தல் மற்றும் உறிஞ்சப்படுதல்

கொழுப்புகள் செரித்தலில் இருக்கும் மிக முக்கியமான சிக்கல் யாதெனில், கொழுப்பு செரிப்பில் ஈடுபடும் அனைத்து நொதிகளும் நீர்விரும்பும் தன்மை கொண்டவை, ஆனால் கொழுப்புகள் நீரில் கரையாதவை. இச்சிக்கலானது பால்மமாக்கல் எனும் செயல்முறையின் வாயிலாக தந்திரமாக வெற்றி கொள்ளப்படுகிறது. பால்மமாக்கும்போது, கொழுப்பானது சிறிய துளிகளாக விரவுகிறது, மேலும் அவற்றின் பரப்பு இழுவிசை குறைக்கப்படுகிறது, புறப்பரப்பு அதிகரிக்கப்படுகிறது.

XII U2 Digestion-TM.indd 48 4/22/2020 11:30:46 AM

இச்செயல்முறையானது பின்வரும் காரணிகளால் தூண்டப்படுகிறது:

- பித்தநீர் உப்புகளின் டிடர்ஜெண்ட் செயல்பாடு.
- இயந்திரக் கலத்தல் அதாவது மெல்லுதல் மற்றும் பெரிஸ்டால்சிஸ் இயக்கங்களினால் புறப்பரப்பு அதிகரிக்கிறது.
- நுண் கொழுப்புப் பொருள் (micelle) உருவாக்கத்திற்காக பாஸ்போலிப்பிடுகள் உள்ளன.

வாயில் செரித்தல்

லிப்பிடுகளின் செரித்தலானது வாயில் துவங்குகிறது. நாக்கில் சுரக்கும் லிப்பேஸ்கள் லிப்பிடுகளின் மீது செயல்படுகின்றன. லிப்பேஸ்களின் உகந்த pH மதிப்பு 4.5 க்கும் 5.4 க்கும் இடையில் உள்ளது. இவை, பால், வெண்ணெய் மற்றும் நெய்யில் உள்ள ட்ரைகிளிசரைடுகளின் குறுகிய சங்கிலியின்மீது செயல்படுகின்றன. சிசுக்கள் மற்றும் குழந்தைகளுக்கு இந்த லிப்பேஸ்கள் மிக இன்றியமையாதவைகளாகும். (அட்டவணை 2.2).

அட்டவணை 2.2 பல்வேறு லிப்பேஸ்கள் மற்றும் அவற்றின் செயல்பாட்டு மையங்கள்

லிப்பேஸ்	செயல்பாட்டு மையம்	விருப்பமான வினைப்பொருள்	விளைபொருு (கள்) ள்
நாக்கு / அமில நிலைப்புத்தன்மை கொண்ட லிப்பேஸ்	வாய், வயிறு	TAG உடன் நடுத்தர / குறுகிய FAs சங்கிலி	FFA+DAG
கணைய லிப்பேஸ் + துணை–லிப்பேஸ்	சிறு குடல்	TAG உடன் நீண்ட FAs சங்கிலி	FFA+2MAG
பித்தநீர் அமிலங்களுடன் குடல் லிப்பேஸ்	சிறு குடல்	TAG உடன் நடுத்தர FAs சங்கிலி	FFA + கிளிசரால்
பாஸ்போ லிப்பேஸ் A_2 + பித்தநீர் அமிலங்கள்	சிறு குடல்	PLs உடன் 2 ஆம் இடத்தில் நிறைவுறா FA	நிறைவுறா FFA + லைசோலெசிதின்

இரைப்பையில் செரிமானம்

இரைப்பையில் காணப்படும் முதன்மைச் செல்களால் இரைப்பை லிப்பேஸ் சுரக்கப்படுகிறது. இதன் உகந்த pH மதிப்பு 4–5 ஆகும். இந்த லிபேஸ்களும் கொழுப்பை பிளப்பதில் ஈடுபடுகின்றன. எனினும், இரைப்பை லிபேஸ்களின் அதிக அமில pH மதிப்பாலும், பால்மமாக்கல் நிகழாததாலும் கொழுப்பை குறைந்தளவே செரிக்கின்றன. ஆனால். பெப்சினைப் போலில்லாமல் இது அமில pH ஐ சார்ந்திருப்பதில்லை, எனவே சிறுகுடலில், அதிக செயல்திறனுடன் செயல்படுகிறது.மேலும் இது 3 மணி நேரத்தில் சுரக்கும் மொத்த லிப்பேஸ் அளவில் ஏறக்குறைய 30% உள்ளது. கொழுப்பை செரிக்க இரைப்பை லிப்பேஸ்கள் தேவையற்றவை. ஆனால் பெப்சினால் உருவாக்கப்படும் கொழுப்பு அமிலங்கள் மற்றும் பெப்டைடுகள் இரைப்பையை காலிசெய்யவும், கணைய சுரத்தலையும் ஒருங்கிணைக்கின்றன.

தெவிட்டிய நிலை: கொழுப்புகள் மிக அதிக தெவிட்டிய நிலை (இரைப்பை நிரம்புதல்) மதிப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. இவை இரைப்பையிலிருந்து முன்சிறுகுடலுக்கு இரைப்பை பாகு திரவத்தை இயங்கவிடாமல் தடுக்கின்றன. உணவிலுள்ள லிப்பிடுகளின் இந்த விளைவில் என்டிரோகேஸ்ட்ரோன் ஹார்மோன்கள் இடைத்தரகர்களாக செயல்படுகின்றன.

www.tnschoolbooks.in

முன்சிறுகுடலில் செரிமானம்

முன்சிறுகுடலில் நுழையும் பித்தநீரானது (pH = 7.7), இரைப்பையிலிருந்து வரும் அமிலத் தன்மை கொண்ட இரைப்பை பாகு திரவத்தை நடுநிலையாக்குகிறது. இதன் மூலம் கணைய நொதிகள் மற்றும் சிறுகுடல் நொதிகளுக்கு உகந்த pH சூழலை வழங்குகிறது (படம் 2.19).

பித்தநீர் உப்புகளின் நீர்வெறுக்கும் பகுதிகள், லிப்பிடு திரள்களில் சென்று செருகிக் கொள்கின்றன, நீர்விரும்பும் களங்கள் மேற்பரப்பை நோக்கி அமைந்துள்ளன. இதனால் பெரிய திரள்கள் உடைக்கப்பட்டு சிறிய திரவதுளிகளாக மாற்றப்படுகின்றன. இதனால் லிப்பேஸின் செயல்பாட்டிற்கு தேவையான புறப்பரப்பு அதிகரிக்கிறது.

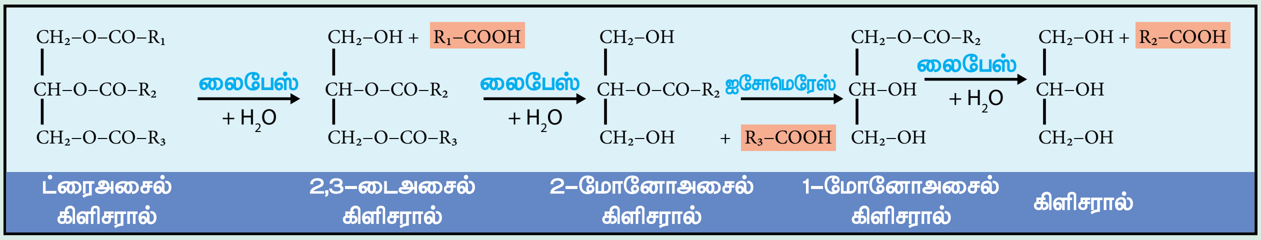
கணைய நீரில் உள்ள கொழுப்பு சிதைக்கும் நொதிகள் :

1. துணை லிப்பேஸ் உடன் கூடிய கணைய லிப்பேஸ்

கணைய லிப்பேஸ் கொண்டு கிளிசராலில் முதல் மற்றும் மூன்றாம் கார்பன் அணுக்களிலுள்ள எஸ்டர் பிணைப்புகளை நீராற்பகுத்து 2–மோனோ அசைல் கிளிசராலை உருவாக்க முடியும். ஐசோமரேஸ் உதவியுடன், இரண்டாம் இடத்திலுள்ள கொழுப்பு அமிலம் முதல் இடத்திற்கு மாற்றப்படுகிறது. இதனால் உருவாகும் 1– மோனோ அசைல் கிளிசரால் பின்னர் லிப்பேஸால் நீராற்பகுக்கப்பட்டு கிளிசரால் மற்றும் கொழுப்பு அமிலத்தை உருவாகிறது. இணை–லிப்பேஸ் என்பது ஒரு புரதமாகும், இது ட்ரைகிளிசரால் மூலக்கூறுகளுடன் இடைப்பரப்பில் பிணைகிறது. இது லிப்பேஸின் செயல்பாட்டிற்கு அத்தியாவசியமானதாகும். இந்த இணை – லிப்பேஸ் ஆனது கணையத்தால் முன் நொதி வடிவில் சுரக்கப்பட்டு டிரிப்சினால் கிளர்வுறுத்தப்படுகிறது (படம் 2.20).

கொலஸ்டிரால்எஸ்டர்கள், கொலஸ்டிரால்எண்டரேஸ்எனும்நொதியால்தனித்தகொலஸ்டிரா லாகவும், கொழுப்பு அமிலமாகவும்நீராற்பகுக்கப்படுகின்றன.

ட்ரைகிளிசரைடுகளுக்கு அடுத்தபடியாக, குடல் உட்குழல் பகுதியில் அதிகமாக காணப்படும் பாஸ்போலிப்பிடு, பாஸ்படிடைல் கோலின் ஆகும். பாஸ்படிடைல் கோலின் மற்றும் கொலஸ்டிரால் இரண்டும் பித்தநீரின் வழியாக குடல்நாளத்திற்குள் நுழைகின்றன. இது குடல் நாளத்தின் மொத்த லிப்பிடு செறிவில் முக்கால் பங்காக உள்ளது.நாக்கு மற்றும் குடல் லிப்பேஸ்கள், பாஸ்படிடைல் கோலினை நீராற்பகுப்பதில்லை. சுரக்கப்பட்ட கணைய பாஸ்போலிப்பேஸ் A2 (PLA2) வும், மற்ற லிப்பேஸ்களும் பாஸ்போலிப்பிடுகள் மீது செயல்படுகின்றன.பாஸ்போலிப்பேஸ் A2 வின் செயல்பாட்டினால் லைசோபாஸ்போலிப்பிடுகளும், கொழுப்பு அமிலமும் உருவாகின்றன.

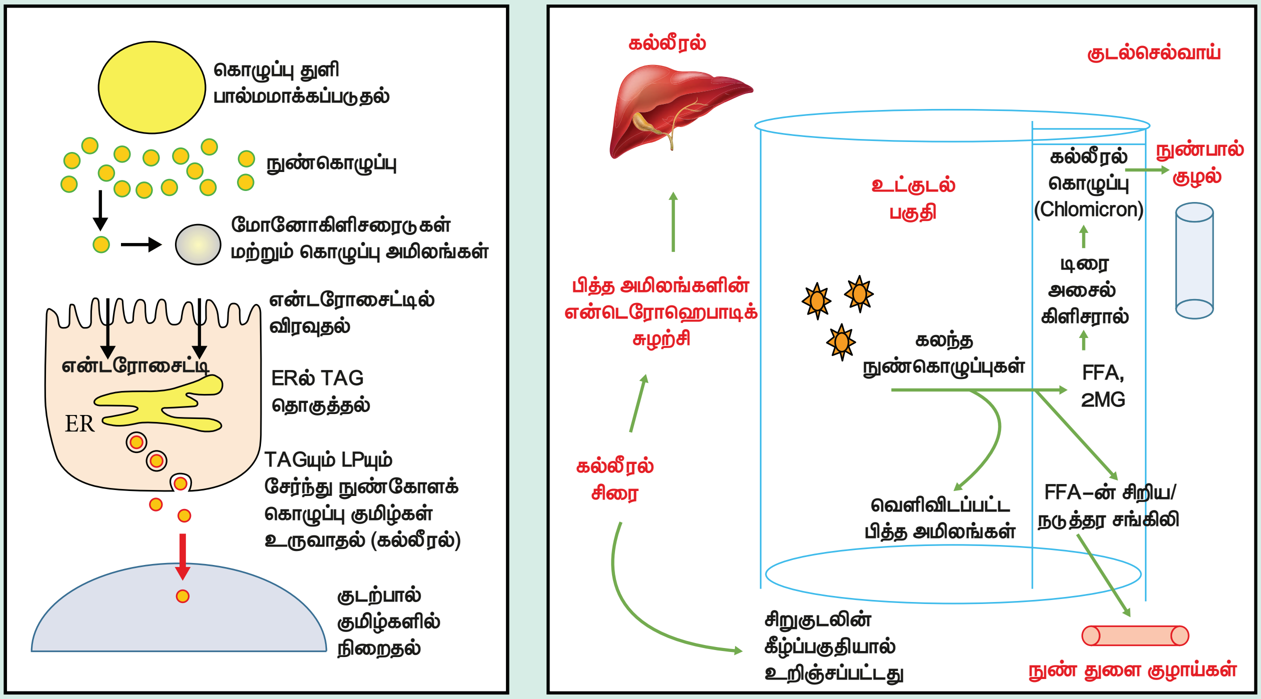


படம் 2.21 ட்ரைகிளிசரைடுகளின்முழுமையானநீராற்பகுப்பு

XII U2 Digestion-TM.indd 50 4/22/2020 11:30:46 AM

www.tnschoolbooks.in

லிப்பிடுகள் உறிஞ்சப்படுதல்



படம் 2.22 கொழுப்பானது கல்லீரல் கொழுப்பாக (கைலோமைக்ரான்)உறிஞ்சப்படுதல்

சிறுகுடலின் நடுப்பகுதிக்கு அருகாமையில், இயல்பான ஊடுருவல் முறையில் கொழுப்புகள்உறிஞ்சப்படுகின்றன (படம்2.22).

கூட்டுநுண் கொழுப்புப் பொருள் (micelle) உருவாதல்

கொழுப்பு அமிலங்கள், மோனோ மற்றும் டைகிளிசரைடுகள் மற்றும் கொலஸ்டிரால், லிப்பிடுசெரித்தலில் நொதி நீராற்பகுப்பின்போது உருவாகும் விளைபொருட்கள், மற்றும் பித்தநீர்உப்புகள் இவை அனைத்தும் ஒன்றிணைந்து நீரில் கரையும் தன்மை கொண்ட, 0.1 முதல் 0.5 μm வரை விட்டமுடைய மூலக்கூறு திரள்களை உருவாக்குகின்றன. இந்த திரள்கள் " கூட்டு நுண் கொழுப்புப் பொருள்" என்றழைக்கப்படுகின்றன. இந்த நுண்கொழுப்பு பொருட்கள் முதன்மையாக முன்சிறுகுடல் மற்றும் நடுச்சிறுகுடலில் உறிஞ்சப்படுகின்றன.கரோட்டின் மற்றும் வைட்டமின்கள் போன்ற சில கொழுப்பில் கரையும் பொருட்களும் நுண் கொழுப்புப் பொருளில்,சென்று சேர முடியும்.

- என்ட்ரோசைட்டுகளின் தூரிகை முனைகளுக்கு அருகில் வரும்போது,நுண் கொழுப்புப் பொருள் அணைவுகள் சிதைக்கப்பட்டு, அதன் உட்கூறுகள் விடுவிக்கப்படுகின்றன.
- இதைத் தொடர்ந்து, செரிக்கப்பட்ட கொழுப்புகள் குழல் செல் சவ்வுகளின் வழியாக இயல்பாக ஊடுருவுகின்றன.
- ஒலீயிக் அமிலம் மற்றும் லினோலினிக் அமிலம் போன்ற சில கொழுப்பு அமிலங்கள் மட்டும் கடத்திவழி மூலம் ஊடுருவுகின்றன.
- என்ட்ரோசைட்டுகளின், எண்டோபிளாச வலைப்பின்னலில் ட்ரை அசைல் கிளிசரால்கள் மற்றும் கொலஸ்டிரால்கள் மீள்தொகுக்கப்படுகின்றன.
- சிறிதளவு பாஸ்போலிப்பிடுகள்மற்றும் அபோலிப்போபுரதம் B–48 ஆகியவற்றுடன் இந்த மீள் தொகுக்கப்பட்ட லிப்பிடுகள் ஒன்றிணைந்துகல்லீரல் கொழுப்பை உருவாக்குகின்றன.

- கல்லீரல் கொழுப்பானது (கைலோமைக்ரான்கள்) செல் சவ்வின் மற்றொரு பக்கத்தை கடந்து நிணநீர்ப் பைகளுக்குள் நுழைகின்றன.
- குறுகிய சங்கிலி கொழுப்பு அமிலங்களின் ட்ரை அசைல் கிளிசரால்களும், 6 முதல் 10 கார்பன் அணுக்களை கொண்ட, தனித்த, குறுகிய சங்கிலி கொழுப்பு அமிலங்களும் நேரடியாக கடத்து மண்டலத்திற்குள் நுழைகின்றன.

நுண் கொழுப்புப் பொருளிலுள்ள பித்தநீர் உப்புகள் ஆரம்பத்தில் உறிஞ்சப்படுவதில்லை, ஆனால் அவை சிறுகுடலின் கீழ்பகுதியில் மீளுறிஞ்சப்பட்டு, கல்லீரல் சிரை வழியே கல்லீரலுக்கு திரும்பி பித்தநீரினுள் மீள்சுரக்கப்படுகின்றன. இந்த செயல்முறையானது பித்தநீர் உப்புகளின் "என்ட்ரோஎபாடிக் சுழற்சி" என அறியப்படுகிறது.

உறிஞ்சப்படுதலை பாதிக்கும் காரணிகள்

- குறுகிய சங்கிலிகொழுப்பு அமிலங்கள், நீண்ட சங்கிலி கொழுப்பு அமிலங்களைவிட வேகமாக உறிஞ்சப்படுகின்றன.
- ஸ்டிக்மாஸ்டீரால் மற்றும் சைட்டோஸ்டீரால் போன்ற தாவர ஸ்டீரால்கள், கொலஸ்டிராலின் உறிஞ்சப்படுதலை தடுக்கின்றன. கிரீன் டீ யிலுள்ள ஸ்டாடின்கள் மற்றும் சில தாவர வேதிப்பொருட்கள், கொழுப்புகள்உறிஞ்சப்படுதலை குறைக்கின்றன.
- பித்தநீர்உப்புகள், கொழுப்புகளின் செரித்தலையும், உறிஞ்சப்படுதலையும் அதிகரிக்கின்றன. தனித்த நிறைவுறா கொழுப்பு அமிலங்களும் கொலஸ்டிரால் உறிஞ்சப்படுதலை அதிகரிக்கின்றன.
- மஞ்சள் காமாலை மற்றும் கணைய கோளாறுகள் கொழுப்புகள் உறிஞ்சப்படுதலை குறைக்கின்றன.

2.2.2.4 நியூக்ளிக் அமிலங்களின் செரித்தல் மற்றும் உறிஞ்சப்படுதல்

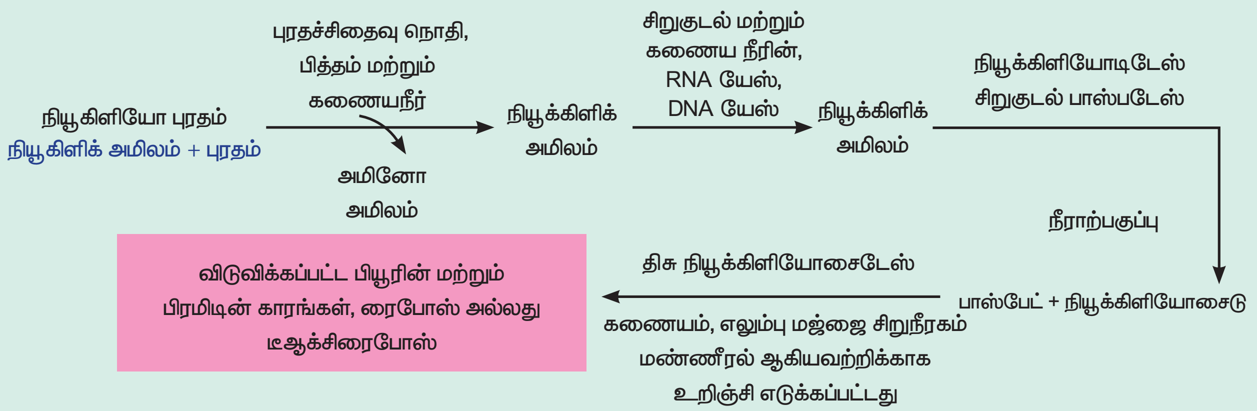
வாயில் செரித்தல் : வாயில், நியூக்ளிக் அமிலங்கள் செரிக்கப்படுவதில்லை.

இரைப்பையில் செரிமானம் : அமிலச் சூழல் கொண்ட இரைப்பையில், நியூக்ளியோபுரதங்கள் இயல் பிழப்பு செய்யப்பட்டு, நியூக்ளியோடைடுகள் விடுவிக்கப்படுகின்றன. சமீப கால ஆராய்ச்சி முடிவுகளிலிருந்து, இரைப்பையில் காணப்படும் பெப்சின் நியூக்ளிக் அமிலங்களின் பிளப்படை தூண்டுகின்றன என அறிய முடிகிறது.

முன்சிறுகுடல் மற்றும் சிறுகுடலில்செரிமானம் : கணைய மற்றும் குடல் நீரில் காணப்படும் ரிபோநியூக்ளியேஸ்கள் மற்றும் டிஆக்ஸி ரிபோநியூக்ளியேஸ்களால் நியூக்ளிக் அமிலங்கள் நீராற்பகுக்கப்பட்டு நியூக்ளியோடைடுகளின் கலவை உருவாகிறது. இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட நியூக்ளியோடைடுகளின் மீது நியூக்ளியோடிடேஸ்கள் செயல்படுவதால், நியூக்ளியோசைடுகள் உருவாக்கப்பட்டு பாஸ்பேட்டுகள் விடுவிக்கப்படுகின்றன. இதில் உருவான நியூக்ளியோசைடுகள் உறிஞ்சப்படுகின்றன, அல்லது நியூக்ளியோசிடேஸ்கள் உதவியுடன் நீராற்பகுக்கப்பட்டு பியூரின், பிரிமிடின் காரங்களும், பென்டோஸ் சர்க்கரைகளும் உருவாகின்றன. சில உறிஞ்சப்படாத பியூரின் காரங்கள், குடல் பாக்டீரியாக்களால் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன.

நியூக்ளிக் அமிலங்கள் உறிஞ்சப்படுதல் : நியூக்ளிக் அமில காரங்கள் செயல்மிகு கடத்தல் மூலம் சிறுகுடலில் உறிஞ்சப்படுகின்றன. மேலும், பென்டோஸ்கள் மற்ற சர்க்கரைகளுடன் இணைந்து உறிஞ்சப்படுகின்றன.

www.tnschoolbooks.in



படம் 2.23 நியூக்ளிக் அமிலங்களின் செரித்தல் மற்றும் உறிஞ்சப்படுதல்

2.3. இரைப்பைக்குடல் ஹார்மோன்கள்

அட்டவணை 2.3 இரைப்பைக்குடல் ஹார்மோன்களின் செயல்பாடுகள், சுரப்புத்தூண்டி மற்றும் சுரப்புமையம்

ஹார்மோன்	சுரப்புத்தூண்டி	சுரப்புமையம்	செயல்பாடுகள்
கேஸ்ட்ரின்	புரதம்	இரைப்பைக் குழிகள், முன்சிறுகுடல், நடுசிறுகுடல் ஆகியவற்றின் G செல்கள்	இரைப்பை அமில சுரப்பு, சளிப்படல வளர்ச்சி ஆகியவற்றை தூண்டுகிறது
கோலிசிஸ்டோகினின்	புரதம், கொழுப்பு, அமிலம்.	முன்சிறுகுடல் நடுசிறுகுடல் கீழ்சிறுகுடல் ஆகியவற்றின் I செல்கள்	கணைய நொதிச் சுரப்பு, கணைய பைகார்பனேட் சுரப்பு,பித்தப்பை சுருக்கம், வெளிச்சுரப்பு கணைய வளர்ச்சி ஆகியவற்றை தூண்டுகிறது. இரைப்பை காலியாதலை தடுக்கிறது.
செக்ரிடின்	அமிலம், கொழுப்பு.	முன்சிறுகுடல், நடுசிறுகுடல், கீழ் சிறு குடல் ஆகியவற்றின் S செல்கள்	பெப்சின் சுரத்தல், கணைய பைகார்பனேட் சுரப்பு, பித்தநீர் பைகார்பனேட் சுரப்பு, வெளிச்சுரப்பு கணைய வளர்ச்சி ஆகியவற்றை தூண்டுகிறது. இரைப்பை அமில சுரப்பை தடுக்கிறது.

XII U2 Digestion-TM.indd 53 4/22/2020 11:30:47 AM

இரைப்பை தடுப்பு பெப்டைடு (GIP)	புரதம், கொழுப்பு, கார்போஹைட்ரேட்	முன்சிறுகுடல் நடு சிறு குடல் ஆகியவற்றின் K செல்கள்	இன்சுலின் விடுவிப்பை தூண்டுகிறது. இரைப்பை அமில சுரப்பை தடுக்கிறது
மோடிலின்	கொழுப்பு, அமிலம், நரம்பு.	முன்சிறுகுடல் நடு சிறு குடல் ஆகியவற்றின் M செல்கள்	இரைப்பை இயக்கம், குடலியக்கம் ஆகியவற்றை தூண்டுகிறது

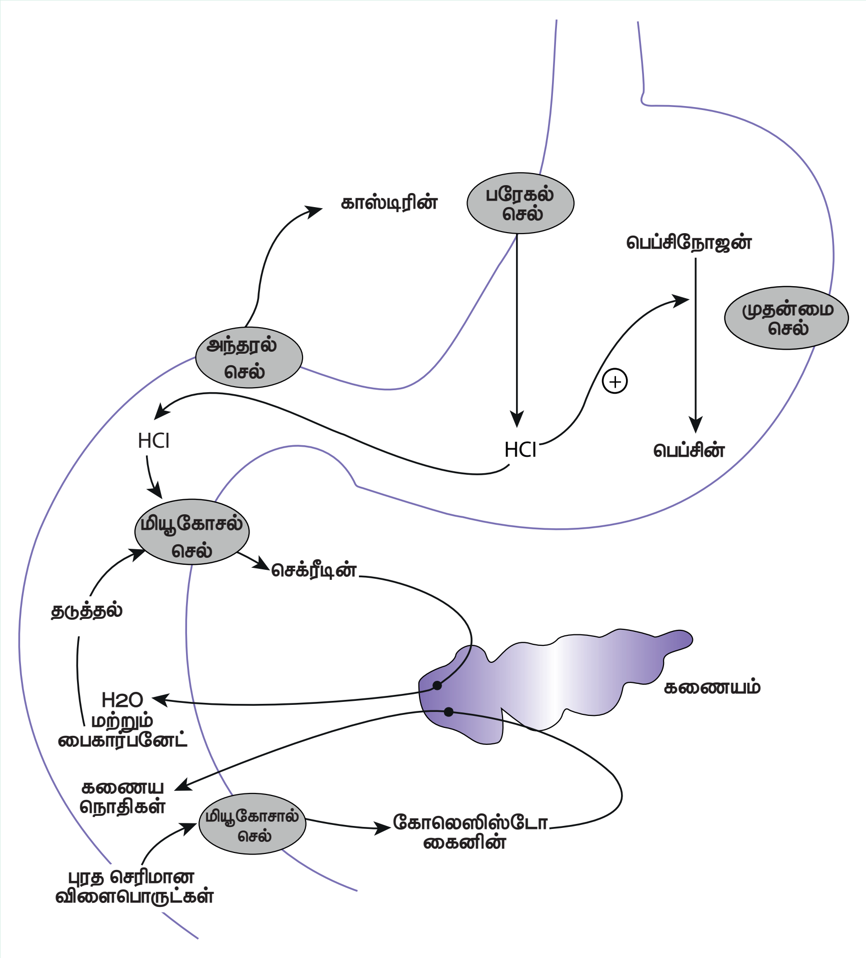
ஐந்து முக்கிய ஹார்மோன்கள் செரித்தலில் உதவிபுரிகின்றன. அவையாவன,

1. இரைப்பை புரதமானது (கேஸ்ட்ரின்) இரைப்பைகுழியிலுள்ள G செல்களால் சுரக்கப்படுகிறது. இது, பெப்சினோஜென் மற்றும் HCl ஆகியவற்றை சுரக்க இரைப்பை சுரப்பிகளை தூண்டுகிறது. இரைப்பையில் உள்ள உணவானது, இரைப்பை புரத உருவாக்கத்தை தூண்டுகிறது. குறைந்த pHசூழலில் இது தடுக்கப்படுகிறது. இரைப்பை புரதமானது சளிப்படலம் உருவாவதை தூண்டுகிறது.
2. முன்சிறுகுடலில் உள்ள அமிலத்தன்மை கொண்ட இரைப்பை பாகு, செக்ரிடின் எனும் ஹார்மோன் சுரப்பைத் தூண்டுகிறது. இந்த செக்ரிடின் ஹார்மோன் கணையத்தை தூண்டி அதிக பைகார்பனேட் செறிவு கொண்ட திரவத்தை சுரக்க வைக்கிறது.இது கல்லீரலில், பித்தநீர் சுரப்பையும் தூண்டுகிறது.
3. கோலிசிஸ்டோகினின் (CCK) என்பது முன்சிறுகுடலில் காணப்படும் மற்றொரு ஹார்மோன் ஆகும். இது,கணையத்திலிருந்து செரிமான நொதிகள் விடுவிக்கப்படுதலை தூண்டுகிறது. மேலும், பித்தநீரை நீக்கி பித்தப்பையை காலிசெய்வதில் ஈடுபடுகிறது. இரைப்பை பாகு திரவத்தில் அதிகளவு கொழுப்பு இருக்கும்போது இந்த ஹார்மோன் சுரப்பு நிகழ்கிறது.
4. முன்சிறுகுடலிலிருந்து வெளிப்படும் என்டிரோகேஸ்ட்ரோன் மற்றும் இரைப்பை தடுப்பு பெப்டைடு (GIP)ஆகியன இரைப்பையின் கடைதல் செயல்பாட்டையும், இரைப்பை காலியாக்கப்படும் வேகத்தையும் குறைக்கின்றன. இது இன்சுலின் சுரப்பை தூண்டுகிறது.
5. மோடிலின் எனும் சிறுகுடல் மேற்பகுதி ஹார்மோன், இரைப்பை குடலியக்கத்தை சீராக்குகிறது. மேலும், இது பெப்சின் உருவாக்கத்தை தூண்டுகிறது.
6. மற்றவை: ஹெபாடோகிரினின், குறைந்தளவு உப்புகளைக் கொண்ட பித்தநீர் உருவாக்கத்தை தூண்டுகிறது.என்ட்ரோகிரினின் எனும் ஹார்மோன் குடல்சளியிலிருந்து நொதிகள் சுரப்பதை தூண்டுகிறது. கணையத்திலிருந்து கைமோட்ரிப்சின் சுரத்தலை கைமோடெனின் எனும் ஹார்மோன் தூண்டுகிறது.

பசியார்வ சீரமைப்பு ஹார்மோன்கள்

இரைப்பையில் வெளிப்படும் கெரிலின் எனும் ஹார்மோன், பிட்யூட்டரி சுரப்பி மீது செயல்பட்டு பசியுணர்வை தூண்டுகிறது. கெரிலின் செயல்பாட்டிற்கு எதிரான செயல்பாட்டை சிறுகுடலில் வெளியாகும் PYY ஆனது கெரிலின் செயல்பாட்டிற்கு எதிரான செயல்பாட்டைகொண்டுள்ளது. நீங்கள் போதுமான அளவு உணவு உட்கொண்டவுடன் பசியுணர்வை அடக்குகிறது.

XII U2 Digestion-TM.indd 54 4/22/2020 11:30:47 AM



படம் 2.24. குடல் ஹார்மோன்களின் வெளிப்பாடு மற்றும் செயல்பாடு

பாடசுருக்கம்

- செரிமான மண்டலம் என்பது குழாய்வடிவ இரைப்பை குடல்பாதை (GI tract) மற்றும் பல்வேறு சுரப்பிகளை உள்ளடக்கியது.
- இரைப்பை குடல் பாதையானது வாய்க் குழி, தொண்டை, இரைப்பை, சிறுகுடல், பெருங்குடல், மலக்குடல் மற்றும் ஆசன வாய் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது.
- உபரியாக, உமிழ்நீர்சுரப்பிகள், இரைப்பையின் உள் மற்றும் வெளிச்சுவர் சுரப்பிகள், சிறுகுடல் மேற்பகுதி சுரப்பிகள், கல்லீரல், பித்தப்பை மற்றும் கணையம் (கணையநாளம்) ஆகியனவும் இதில் அடங்கியுள்ளன.
- இரைப்பை குடல் பாதையில் காணப்படும் J வடிவவீக்கம் இரைப்பை எனப்படுகிறது. இது, உணவை அரைப்பதில் ஈடுபடுகிறது. மேலும் HCl, இரைப்பை லிப்பேஸ் மற்றும் பெப்சின் ஆகியவற்றை சுரக்கிறது.
- சிறு குடலானது முன் சிறுகுடல், சிறுகுடலின் நடுப்பகுதி மற்றும் பின் சிறுகுடல் ஆகியற்வறைக் கொண்டுள்ளது. சிறுகுடலில், ஊட்டச்சத்துகளை உறிஞ்சுவதற்காக நுண்ணிய குடலுறிஞ்சிகள் அமைந்துள்ளதால், அதன் பரப்பளவு அதிகமாக உள்ளது.

- பெருங்குடல் என்பது பெருங்குடல் வாய், பெருங்குடல், மலக்குடல் மற்றும் குதகால்வாய் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது. செரிக்கப்படாத உணவுப் பொருட்கள் பெருங்குடலில் சேமிக்கப்பட்டு ஆசன வாய்வழியே வெளியேற்றப்படுகிறது.
- உமிழ்நீர் சுரப்பிகள், இரைப்பை சுரப்பிகள், கல்லீரல், கணையம், லீபர்குன் மற்றும் புருன்னர் சுரப்பிகள் ஆகியன இரைப்பை குடல்வழி பாதையின் சுரப்பிகளாகும்.
- உட்கொள்ளுதல், அரைத்தல்,விழுங்குதல், பெரிஸ்டால்சிஸ், கலத்தல், முன்தள்ளல் மற்றும் மலம் கழித்தல் ஆகியன செரித்தலின் போது நிகழும் இயந்திரவியல் செயல்முறைகள் ஆகும்.

கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் செரித்தல் மற்றும் உறிஞ்சப்படுதல்

- கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் செரித்தலின் சிறு பகுதி வாயிலும், பெரும் பகுதி குடலிலும் நிகழ்கிறது.உமிழ்நீர் மற்றும் கணைய நீரில் உள்ள அமைலேஸ்கள் மற்றும் குடலின் தூரிகை முனை சவ்வுகளில் காணப்படும் டைசாக்ரிடேஸ்கள் (சுக்ரேஸ், மால்டேஸ் மற்றும் ஐசோமால்டேஸ்) ஆகியன கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் செரித்தலுக்கு பொறுப்பேற்கின்றன.
- எளிமையான செரித்தலுக்கு தகுந்தவாறு, பாலிசாக்கரைடுகள் சமைத்தலின் போது நீராற்பகுக்கப்படுகின்றன.
- இயல்பான ஊடுருவல் மற்றும் செயல்மிகு கடத்தல் இரண்டின் வழியாகவும் மோனோசாக்கரைடுகள் உறிஞ்சப்படுகின்றன. GLUT 2 எனும் கடத்தியின் உதவியுடன் குளுக்கோஸ் இயல்பாக உறிஞ்சப்படுகிறது. செயல்மிகு கடத்தலானது உட்குழல் பகுதியில் SGLT 1 எனும் புரதத்தாலும், அடிப்பக்க வாட்டுப் பகுதியில் GLUT 2 எனும் புரதத்தாலும் கடத்தப்படுகிறது.

புரதங்களின் செரித்தல் மற்றும் உறிஞ்சப்படுதல்

- இரைப்பையில் உள்ள HCl, புரதங்களை இயல்பிழக்கச் செய்து, பெப்டிடேஸ்களின் செயல்பாட்டு மையங்களுக்கு அனுப்புகிறது.
- இரைப்பையில் உள்ள பெப்சின், ரெனின், ஜெலாட்டினேஸ் மற்றும் கேஸ்ட்ரிக்சின் ஆகியனவும், என் டிரோபெப்டிடேஸ், ட்ரிப்சின், கைமோட்ரிப்சின், கார்பாக்ஸிபெப்டிடேஸ்கள், எலாஸ்டேஸ்கள், ஜெலாட்டினேஸ்கள், மற்றும் அமினோ பெப்டிடேஸ்கள் ஆகியனவும் புரத செரித்தலில் பங்கேற்கின்றன.
- பாக்டீரியாக்களால் உருவாக்கப்படும் D அமினோ அமிலங்கள் இயல்பாக உறிஞ்சப்படுகின்றன, ஆனால் L அமினோ அமிலங்கள் செயல் மிகு உறிஞ்சுதல் மூலம் உறிஞ்சப்படுகின்றன. சில டை மற்றும் ட்ரை பெப்டைடுகளும் உறிஞ்சப்படுகின்றன.
- நடுநிலை அமினோ அமிலங்கள் உறிஞ்சப்படுதலில், காமா குளுட்டமைல் சுழற்சி ஈடுபடுகிறது.

கொழுப்புகளின் செரித்தல் மற்றும் உறிஞ்சப்படுதல்

- பித்தநீர்உப்புகளின் டிடர்ஜெண்ட் செயல்பாடு மற்றும் நுண் கொழுப்புப் பொருள் உருவாக்கம் ஆகியவற்றால் கொழுப்பு செரித்தல் நிகழ்வு தூண்டப்படுகிறது.கணைய லிப்பேஸ், கொலஸ்டிரால் எஸ்டரேஸ் மற்றும் பாஸ்போலிப்பேஸ் A2மற்றும் பிற நொதிகள் ஆகியன லிப்பிடு செரித்தலை நிறைவு செய்கின்றன. உணவுகளின் தெவிட்டிய நிலை மதிப்புக்கு காரணம் அவற்றிலுள்ள கொழுப்பே ஆகும்.
- சிறு குடலின் நடுப்பகுதியின் அருகில் (proximal jejunum) கொழுப்புகள் இயல்பான ஊடுருவல் முறையில் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

XII U2 Digestion-TM.indd 56 4/22/2020 11:30:47 AM

நியூக்ளிக் அமிலங்களின் செரித்தல் மற்றும் உறிஞ்சப்படுதல்

- இரைப்பையில் நியுக்ளிக் அமிலங்களின் செரித்தல் நிகழ்வதில்லை.
- கணைய மற்றும் குடல் திரவங்களில் காணப்படும் ரிபோநியுக்ளியேஸ்கள் மற்றும் டி ஆக்ஸிரிபோநியுக்ளியேஸ்கள், நியுக்ளிக் அமிலங்களை நீராற்பகுத்து நியுக்ளியோடைடுகளின் கலவையை உருவாக்குகின்றன.

இரைப்பைக் குடல் ஹார்மோன்கள்

- இரைப்பை புரதம், கோலிசிஸ்டோகினின், என்டிரோகேஸ்ட்ரோன், செக்ரிடின் மற்றும் மோடிலின் ஆகியன செரித்தலில் உதவும் ஐந்து முக்கிய ஹார்மோன்களாகும்.

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

- வைரஸ் தொற்றால் ஏற்படும் பராடிட் சுரப்பி அழற்சி மற்றும் வீக்கமானது, பொன்னுக்கு வீங்கி (Mumps) எனப்படுகிறது. மிதமான ஜுரம், உடல்நலக்குறைவு, தொண்டை வீக்கம் ஏற்படும்போது அதீத வலி ஆகியன இந்நோயின் அறிகுறிகளாகும். முகத்தின் ஒரு பக்கத்திலோ அல்லது இரண்டு பக்கங்களிலோ வீக்கம் உண்டாகிறது. இந்த வீக்கம் கீழ்தாடையின் முன்புறப் பக்கத்தில் உண்டாகிறது.வயதுவந்த 30% ஆண்களில், விரைகளிலும் அழற்சி உண்டாகலாம், எனினும், ஒரு பக்க விதை மட்டுமே பாதிக்கப்படுவதால் மலட்டுத்தன்மை அரிதாகவே நிகழ்கிறது.
- மலக்குடலின் நுனியில், ஆசனவாய்க்கு சற்று உள்ளே அமைந்துள்ள இரத்தக் குழாய்களால் நிரப்பப்பட்ட திசுக்களால் ஆன மெத்தை போன்ற அமைப்பானது மூலம் எனப்படுகிறது. இவை, குத சுருக்குத் தசைகளுடன் சேர்ந்து பெருங்குடலை மூடி உடலிலிருந்து மலம் வெளியேறுவதை தடுக்கிறது. பெரிதான மூலம் " மூல நோய்" என அறியப்படுகிறது, இதனால் விரும்பத்தகாத அறிகுறிகளை உருவாக்குகிறது.
- நடுநிலை அமினோ அமில கடத்திகள் குறைபாட்டினால் ஹார்ட்நூரப் நோய் எனும் மரபணு நோய் உண்டாகிறது.
- அறிகுறிகள்: டிரிப்டோபேன் சரியாக உறிஞ்சப்படாததால் உருவாகும் தோல் அழற்சி.
- விளைவுகள்: தீவிரமாக ஏதுமில்லை. டை மற்றும் ட்ரைபெப்டைடுகள் உறிஞ்சப்படுவதால் தேவையான அளவு அமினோ அமிலங்கள் உணவின் மூலம் சரிகட்டப்படுகின்றன.
- குழந்தை பிறந்த உடன், சிசுவின் சிறுகுடலில், உயிரணு உட்கவர்தல் மூலம் பழுதாகாத புரதங்கள் மற்றும் பாலிபெப்டைடுகள் உறிஞ்சப்படுகின்றன. இம்மியூனோகுளோபின்கள் குழந்தைக்கு கடத்தப்படுவதற்கு இச்செயல்முறை மிக அவசியமானதாகும். சீம்பால் அதிகளவில் இம்மியூனோகுளோபின்களைக் கொண்டுள்ளது.
- வாய்க் குழியின் அடிநாக்குப் பகுதியில் சில மருந்துகள் உறிஞ்சப்படுகின்றன. கிளிசரைல் ட்ரைநைட்ரேட் எனப்படும் இதய குருதிநாள விரிவாக்கியானது,கடும் இதயவலி அறிகுறியிலிருந்து உடனடி நிவாரணம் அளிக்கும் மிகச்சிறந்த மருந்தாக கருதப்படுகிறது. இதை தொடர்ந்து பயன்படுத்தும்போது சிறப்பான பலன்கள் கிடைக்கின்றன.

செயல்பாடு

1. உமிழ்நீர்அமைலேஸ் – சோதனை

A மற்றும் B என குறியிடப்பட்ட இரண்டு சோதனைக் குழாய்களை எடுத்துக்கொள். இரண்டிலும், 5 ml 1% ஸ்டார்ச்கரைசலை சேர்த்து, பின்னர் சோதனைக்குழாய் B யில் மட்டும் 2 மி.லி உமிழ்நீரை சேர். இரண்டு சோதனைக் குழாய்களையும் 15 நிமிடங்களுக்கு பாதுகாத்து, பின்னர் இரண்டிலும் அயோடின் கரைசலைச் சேர். நிறமாற்றத்தை கவனி. அதற்கான காரணத்தை விளக்கு.

- வரைபடம் தயாரித்தல்

கார்போஹைட்ரேட்டுகள், லிப்பிடுகள்மற்றும் புரதங்கள் ஆகியவற்றின் செரித்தலில் ஈடுபடும் பல்வேறு நொதிகளை பட்டியலிடும் வகையில் ஒரு வரைபடம் தயாரிக்கவும்.

- உருப்படிவ மாதிரி தயாரித்தல்

மனித செரிமான மண்டலத்தின் உருப்படிவ மாதிரியை தயார் செய்து விளக்குக.

- பயிற்சி பாடம் தயாரித்தல்

செரித்தலின் போது நிகழும் மாற்றங்களால் உருவாகும் நோய்கள் குறித்து பயிற்சிப் பாடம் ஒன்றை தயார் செய்க.

மதிப்பீடு

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக

1. நாக்கு என்பது வாய்க் குழியின் தரைப்பகுதியில்,______ஆல் இணைக்கப்பட்டுள்ள தசைகளாலான உள்ளுறுப்பாகும்.

   (a) ஃப்ரனுலம் (b) உள்நாக்கு

   (c) வாய்த் தொண்டை (d) மூக்குத் தொண்டை

2. உணவை பிடித்துக்கொள்ளவும், கிழிக்கவும் பயன்படும் பற்கள்

   (a) வெட்டும் பற்கள் (b) கோரைப் பற்கள்

   (c) முன்கடை வாய்ப்பற்கள் (d) பின்கடை வாய்ப்பற்கள்

3. குழிப்பற்கள் என்பவை_____

   (a) தாடை எலும்புக் குழிகளில் பதிக்கப்பட்டவை (b) தற்காலிக பற்கள்

   (c) நிரந்தர பற்கள் (d)ஒரே அமைப்பு கொண்டவை

4. பெரியவர்களில், ஒவ்வொரு மேல் மற்றும் கீழ் அரைதாடைகளின் பற் சூத்திரம்

   (a) 2323/2121 (b) 2123/2123

   (c) 2321/2321 (d) 2322/2322

5. உணவை நுரையீரலுக்குள் செல்ல விடாமல் தடுப்பது எது?

   (a) எபிகாட்டிஸ் (b) அடிநாக்குச்சதை

   (c) மூச்சுக்குழல் (d) தொண்டை

6. குடலை, வெளிச்சூழல் நுண்ணுயிரிகளிடமிருந்து ___ பாதுகாக்கின்றன.

(a)நுண் குடலுறிஞ்சிகள் (b) பேயர் இணைப்புகள்

(c) லீபர்குன்சிற்றறைகள் (d) HCl

7. சிறு குடலின் நீளம் தோராயமாக

(a) 9 அடி (b) 10 அடி

(c) 12 அடி (d) 15 அடி

8. ________, புழு வடிவ குடல்வால் எனப்படும் ஒரு சிறிய நீட்சியை பெற்றுள்ளது.

(a) பெருங்குடல்வாய் (b) பெருங்குடல்

(c) மலக்குடல் (d) மலக்கால்வாய்

9. __________ செல்கள் HCl ஐசுரக்கின்றன.

(a) முதன்மைச்செல்கள் (b) G செல்கள்

(c) சுவர்ச்செல்கள் (d) சளிச்செல்கள்

10. உயிரணு விழுங்கும் தன்மை கொண்ட செல்கள் எவை?

(a) குப்ஃபர்செல்கள் (b) சினிசாய்டுகள்

(c) சளிச்செல்கள் (d) G–செல்கள்

11. அமினோ அமிலங்கள் உறிஞ்சப்படுவதற்கு ________ தேவைப்படுகிறது.

(a) குளுட்டாதையோன் (b) லிப்பிடு

(c) நியுக்ளிக் அமிலம் (d) கேட்டகாலமீன்கள்

12. பித்தப்பை கற்கள், ___________ ஆல் ஆக்கப்பட்டுள்ளன.

(a) யூரிக்அமிலம் (b) கொலஸ்டிரால்

(c) கால்சியம்ஆக்சலேட் (d) கிளைசீன்

13. நாளமில்லா மற்றும் நாளமுள்ள சுரத்தல் ஆகிய இரண்டு செயல்பாடுகளையும் கொண்ட உள்ளுறுப்பு

(a) இரைப்பை (b) கல்லீரல்

(c) பித்தப் பை (d) கணையம்

14. சிறுகுடலின் உள்பரப்பில் குடலுறிஞ்சிகளுக்கு இடையே அமைந்துள்ள குழல் சுரப்பிகள்,

(a) லீபர்குன்சுரப்பிகள் (b) புருன்னர்சுரப்பிகள்

(c) அட்ரீனல்சுரப்பி (d) தைராய்டுசுரப்பி

15. உணவில் உள்ள கார்போஹைட்ரேட்டுகளில் காணப்படும் செரிக்க முடியாத நார்ப் பொருளுக்கு எடுத்துக்காட்டு ___________

(a) அமைலோபெக்டின் (b) கிளைக்கோஜன்

(c) ஸ்டார்ச் (d) ஹெமி–செல்லுலோஸ்

16. பால் புரதம், பாராகேசினேட்டாக மாறுவதற்கு காரணம்,

(a) கேஸ்டிக்சின் (b) ரெனின்

(c) ஜெலாட்டினேஸ் (d) புரோமிலெனின்

17. இரைப்பையின் உட்புற சளிப்படலங்கள் மடிந்து உருவாகும் உட்குழிவுகள் ______ என்றழைக்கப்படுகின்றன.

(a) இரைப்பைசுருக்கங்கள் (b) ஃபிரனுலம்

(c) குடலுறிஞ்சிகள் (d) உள்நாக்கு

18. டியோடினல்சுரப்பிகள் ___________ எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.

(a) அட்ரீனல் சுரப்பி (b) புருன்னர் சுரப்பிகள்

(c) தைராய்டு சுரப்பி (d) லீபர்குன் சுரப்பிகள்

19. உமிழ்நீரில் உள்ள________, நுண்ணுயிரிகளுக்கு எதிராக செயல்படுகிறது.

(a) உமிழ்நீர் அமைலேஸ் (b) கரை பொருட்கள்

(c) IgA (d) IgG

20. ஒரு திசைக் கடத்தி எது?

(a) GLUT 1 (b) GLUT 2

(c) SGLT 1 (d) GLUT 4

21. பொருந்தாத ஒன்றை தேர்ந்தெடு.

(a) பெப்சின் (b) ரெனின்

(c) ட்ரிப்சின் (d) ஜெலாட்டினேஸ்

22. பின்வருவனவற்றுள் எக்சோபெப்டிடேஸை கண்டுபிடி.

(a) ட்ரிப்சின் (b) கைமோட்ரிப்சின்

(c) கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸ் (d) பெப்சின்

23. கோலிசிஸ்டோகினின் எனும் ஹார்மோனை சுரப்பது

(a) இரைப்பை குழிகளிலுள்ள G செல்கள் (b) முன் சிறு குடலிலுள்ள S செல்கள்

(c) முன் சிறு குடலிலுள்ள I செல்கள் (d) முன் சிறு குடலிலுள்ள C செல்கள்

24. உணவு உண்ண சமிக்ஞை தர காரணமான ஹார்மோன் __________

(a) கெரிலின் (b) PYY

(c) எண்டிரோகேஸ்ட்ரோன் (குடல்சுரப்பு இயக்க நீர்) (d) மோடிலின்

25. பித்தப்பை என்பது ஒரு ___________ வடிவ பை ஆகும்.

(a) பேரிக்காய் (b) கோளவடிவம்

(c) முட்டை வடிவம் (d) உருளை வடிவம்

II. ஓரிரு வரிகளில் விடையளி

1. செரித்தல் என்றால் என்ன? ஏன் செரித்தல் அவசியமாகிறது?
2. வெவ்வேறு வகையான உமிழ் நீர் சுரப்பிகளை அவற்றின் அமைவிடங்களுடன் குறிப்பிடுக.
3. உமிழ் நீரின் இயைபு மற்றும் செயல்பாடுகளை எழுதுக.
4. இரைப்பை சுரப்பிகளின் வெவேறு சுரப்புச் செல்கள் பற்றி விளக்குக.
5. குடலியக்கம் என்றால் என்ன?
6. கார்போஹைட்ரேட்டுகளை செரிப்பதில், உமிழ் நீர் அமைலேஸைவிட கணைய அமைலேஸ் மேம்பட்டது ஏன்?
7. பெப்சின் மற்றும் எண்டிரோபெப்டிடேஸின் தேந்து செயலாற்றும் தன்மையை குறிப்பிடுக.
8. டிரான்ஸ்சைட்டோசிஸ் என்றால் என்ன?
9. கைலோமைக்ரான்கள் என்றால் என்ன?
10. கூட்டுநுண் கொழுப்புப் பொருள் எவ்வாறுஉருவாகிறது.
11. தெவிட்டிய நிலை வரையறு.
12. இரைப்பை புரதம் பற்றி சிறு குறிப்பு வரைக.
13. வாயில் கொழுப்புகள் செரிக்கப்படுதல் பற்றி குறிப்பு வரைக.
14. இரைப்பையில் புரதங்களை செரிக்கும் நொதிகளைபட்டியலிடுக.
15. ட்ரிப்சினின் உகந்த pH மற்றும் தேர்ந்து செயலாற்றும் தன்மை பற்றி சிறு குறிப்பு வரைக.

III சுருக்கமாக விடையளி

1. மெல்லுதல் என்றால் என்ன? வாயில் உணவு எவ்வாறு மெல்லப்படுகிறது?
2. டைசாக்கரைடுகள் என்றால் என்ன? சிறு குடலில் காணப்படும் டைசாக்கரடுகளை பட்டியலிடுக.
3. பித்தப்பையின் உடற் கூறியல் பற்றி சிறு குறிப்பு வரைக.
4. சிறு குடல் மேற்பகுதி சுரப்பு திரவங்களிலுள்ள சளிப்படலத்தின் ஏதேனும் மூன்று செயல்பாடுகளை எழுதுக.
5. கடத்தி வழி ஊடுருவல் என்றால் என்ன?
6. புரதங்களின் மீது செயல்படும் டியோடினநொதி குறித்து விளக்குக.
7. அமினோ அமிலங்கள் உறிஞ்சப்படுதலை பாதிக்கும் ஏதேனும் மூன்று காரணிகளை எழுதுக.
8. கொழுப்புகள் செரிக்கப்படுதலில் பித்த நீரின் பங்கை விளக்குக.
9. புரதம் செரிக்கப்படுதலில் வாய்க்கு ஏதெனும் பங்கு உள்ளதா?
10. பாலில் உள்ள பெருமூலக்கூறுகள் செரிக்கப்படுதலில், முதுமை அடைதலின் காரணமாக உண்டாகும் விளைவுகள் பற்றி குறிப்பு வரைக.

IV விரிவாக விடையளி

1. வாயின் உடற் கூறியல் பற்றி விவரி.
2. உணவுக் குழாயின் அமைப்பு மற்றும் செயல்பாடுகளை சுருக்கமாக எழுதுக.

XII U2 Digestion-TM.indd 61 4/22/2020 11:30:48 AM

3. இரைப்பையின் செயல்பாடுகளை பட்டியலிடுக.
4. குடலுறிஞ்சிகளின் அமைப்பை படம் வரைந்து விளக்குக.
5. இரைப்பை சுரப்பிகளில் சுரக்கும் பல்வேறு சுரப்பு செல்கள் பற்றி விவரி.
6. செரித்தலில் பெருங்குடலின் பங்கை விவரி.
7. கல்லீரலின் செயல்பாடுகளை பட்டியலிடு.
8. செரித்தலில் நிகழும் இயந்திரவியல் செயல்பாடுகளை விளக்குக.
9. செரிமான அமைப்பின் சுரப்பிகளை விளக்குக.
10. இரைப்பை குடலின் உடற் கூறியலை தெளிவான படத்துடன் விளக்குக.
11. வாயில் கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் செரித்தலை பற்றி விவரி.
12. கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் செரித்தலை பற்றி சுருக்கமாக விவரி.
13. குடல் தூரிகைமுனை சவ்வின்ஊடாக குளுக்கோஸின் செயல் மிகு கடத்தலை விளக்குக.
14. கார்போஹைட்ரேட்டுகள் உறிஞ்சப்படுதலை பாதிக்கும் காரணிகளை எழுதுக.
15. புரத செரித்தல் பங்கு கொள்ளும் நொதிகளை அட்டவணைப்படுத்துக.
16. காமாகுளுட்டமைல் சுற்றின் மூலம் புரதங்கள் உறிஞ்சப்படுதல் மற்றும் உறிஞ்சப்படுதலை பாதிக்கும் காரணிகள் குறித்து தெளிவாக விளக்குக.
17. இரைப்பையில் புரதங்களின் செரித்தல் பற்றி சிறு குறிப்பு வரைக.
18. லிப்பிடுகளின் மீது இரைப்பை லிப்பேஸ்களின் செயல்பாட்டை எழுதுக.

அட்டவணையை கூர்ந்து நோக்கி, பின் வருவனவற்றைப் பொருத்துக

உள்ளுறுப்பு	நொதி	பெரு மூலக்கூறு
உமிழ்நீர்	கணைய அமைலேஸ்	டை/ட்ரைபெப்டைடு
கணையம்	ஜெலாட்டினேஸ்	ஸ்டார்ச்
குடல்	உமிழ்நீர் அமைலேஸ்	வகை IV கொல்லாஜன்
இரைப்பை	ட்ரிப்சின்	டெக்ஸ்ட்ரின்
முன் சிறு குடல்	லுயுசின் அமினோபெப்டிடேஸ்	கைமோட்ரிப்சினோஜன்

விடை

உள்ளுறுப்பு	நொதி	பெரு மூலக்கூறு
உமிழ்நீர்	உமிழ்நீர் அமைலேஸ்	ஸ்டார்ச்
கணையம்	கணைய அமைலேஸ்	டெக்ஸ்ட்ரின்
குடல்	லுயுசின் அமினோபெப்டிடேஸ்	டை/ட்ரைபெப்டைடு
இரைப்பை	ஜெலாட்டினேஸ்	வகை IV கொல்லாஜன்
முன் சிறுகுடல்	ட்ரிப்சின்	கைமோட்ரிப்சினோஜன்

கூற்று மற்றும் காரணம்:

விடையளிக்கும் முறை:

பின்வரும் ஒவ்வொரு வினாக்களிலும், ஒரு கூற்றும் (A) அதற்கு கீழே ஒரு காரணமும் (A) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. கீழ்காணும் விடைகளில் பொருத்தமானதை தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும்.

a) A மற்றும் R இரண்டும் உண்மை மேலும் R ஆனது Aக்கான சரியான விளக்கமாகும்

b) A மற்றும் R இரண்டும் உண்மை ஆனால், R ஆனது Aக்கான சரியான விளக்கமல்ல

c) A மட்டும்உண்மை ஆனால் R தவறு

d) A மற்றும் R இரண்டும் தவறு.

1. **கூற்று :கார்போஹைட்ரேட்டுகள் உறிஞ்சப்படுதலை புளோரிஜின் குறைக்கிறது.**

   காரணம் : புளோரிஜின், GLUT 2 வின் தடுப்பானாகும்.

2. **கூற்று** : கொழுப்பு நீர்ச் சமநிலைக்கு கல்லீரல் பொருப்பாகிறது.

   காரணம் : கல்லீரல், சிறிதளவு கொழுப்பை பித்தநீர்உப்புகளாக மாற்றுகிறது.

3. **கூற்று** : புருன்னர்சுரப்பிகளில் சுரக்கும் திரவங்கள், குடல் நொதிகளை செயலிழக்கச் செய்கின்றன.

   காரணம் : புருன்னர் சுரப்பியிலுள்ள G–செல்கள், HCl ஐ சுரக்கின்றன.

4. **கூற்று :** ரெனின்,பால் செரித்தலில் உதவி புரிகிறது.

   காரணம்: ரெனின், சிசுக்கள் மற்றும் குழந்தைகளில் மட்டுமே காணப்படுகிறது.

5. **கூற்று** : கொழுப்புகளின்செரித்தலானது வாயில் துவங்குகிறது.

   காரணம் : நாவின் லிப்பேஸ், ட்ரைகிளிசரைடுகளை கொண்டுள்ள நீண்ட சங்கிலி கொழுப்பு அமிலங்களின் மீது செயல்படுகிறது.

விடைகள்:

1. c) A மட்டும் உண்மை ஆனால் R தவறு

2. a) A மற்றும் R இரண்டும் உண்மை மேலும் R ஆனது Aக்கான சரியான விளக்கமாகும்

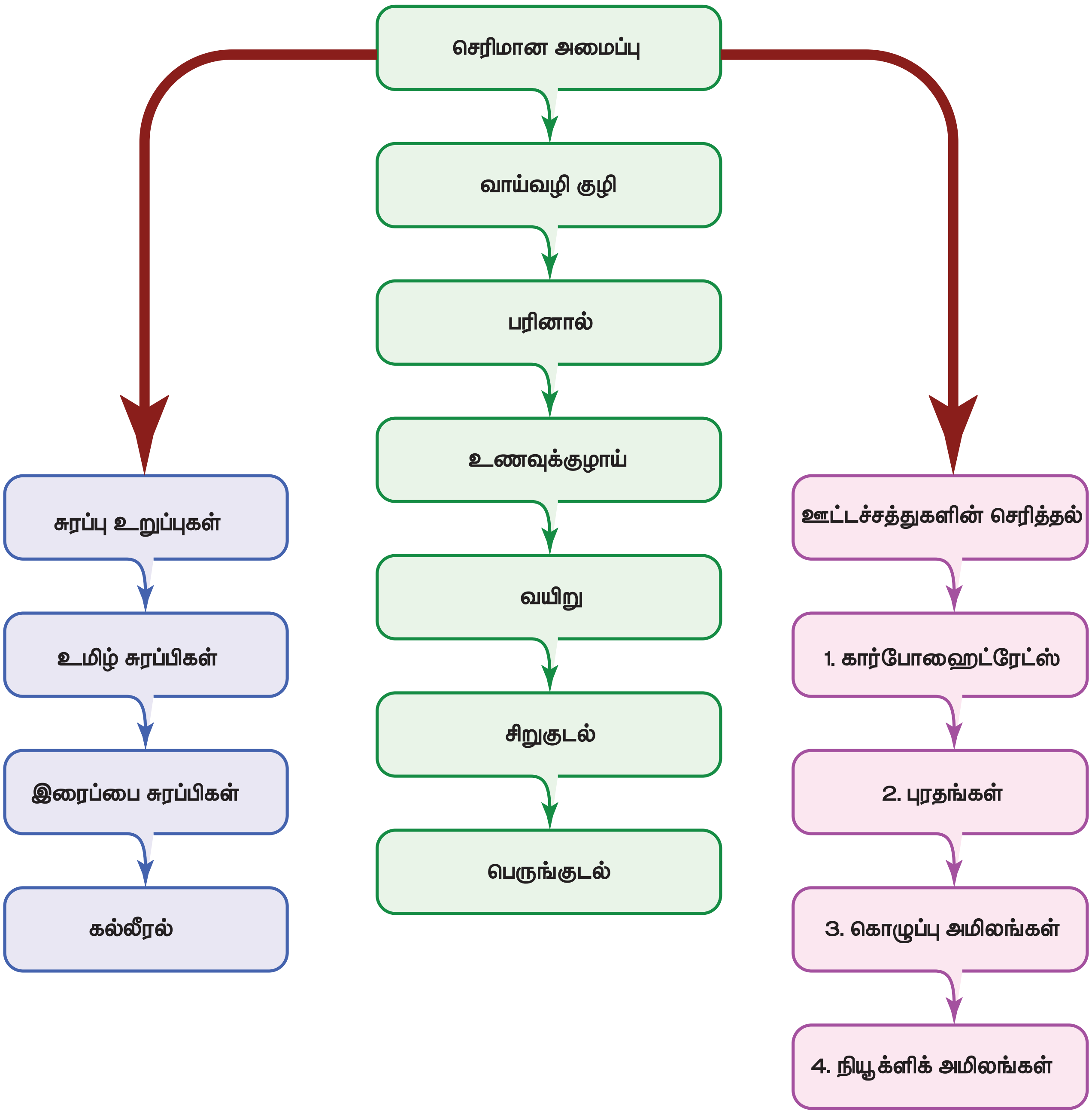
3. d) A மற்றும் R இரண்டும் தவறு.

4. b) A மற்றும் R இரண்டும் உண்மை ஆனால், R ஆனது Aக்கான சரியான விளக்கமல்ல

5. c) A மட்டும் உண்மை ஆனால் R தவறு

கருத்து வரைபடம்

செரிமானம்



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.

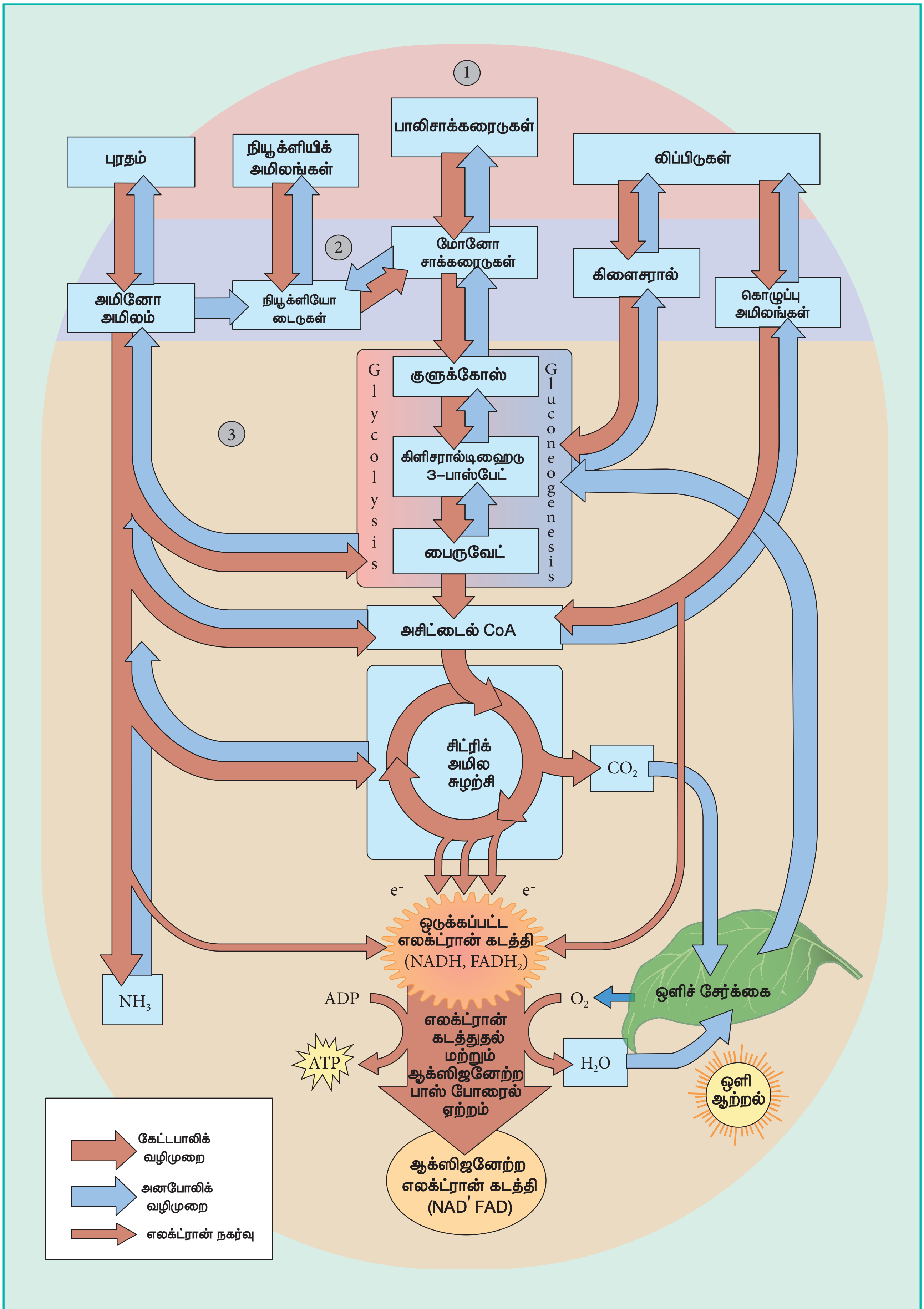
இப்பாடப்பகுதியில் நாம் கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் வளர்சிதை மாற்ற வினைகளைப் பற்றி கற்க உள்ளோம். நியூக்ளிக் அமிலங்கள், அமினோ அமிலங்கள் போன்ற உயிர் மூலக்கூறுகளுடன் ஒப்பிடும் போது, கார்போஹைட்ரேட்டுகள் எளிமையானவை மேலும் நமது உடலின் ஆற்றல் தேவைகளில் பாதிக்கும் மேற்பட்ட ஆற்றல்கள் கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் வளர்சிதை மாற்றங்களின் 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

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 67 4/20/2020 1:32:19 PM

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.

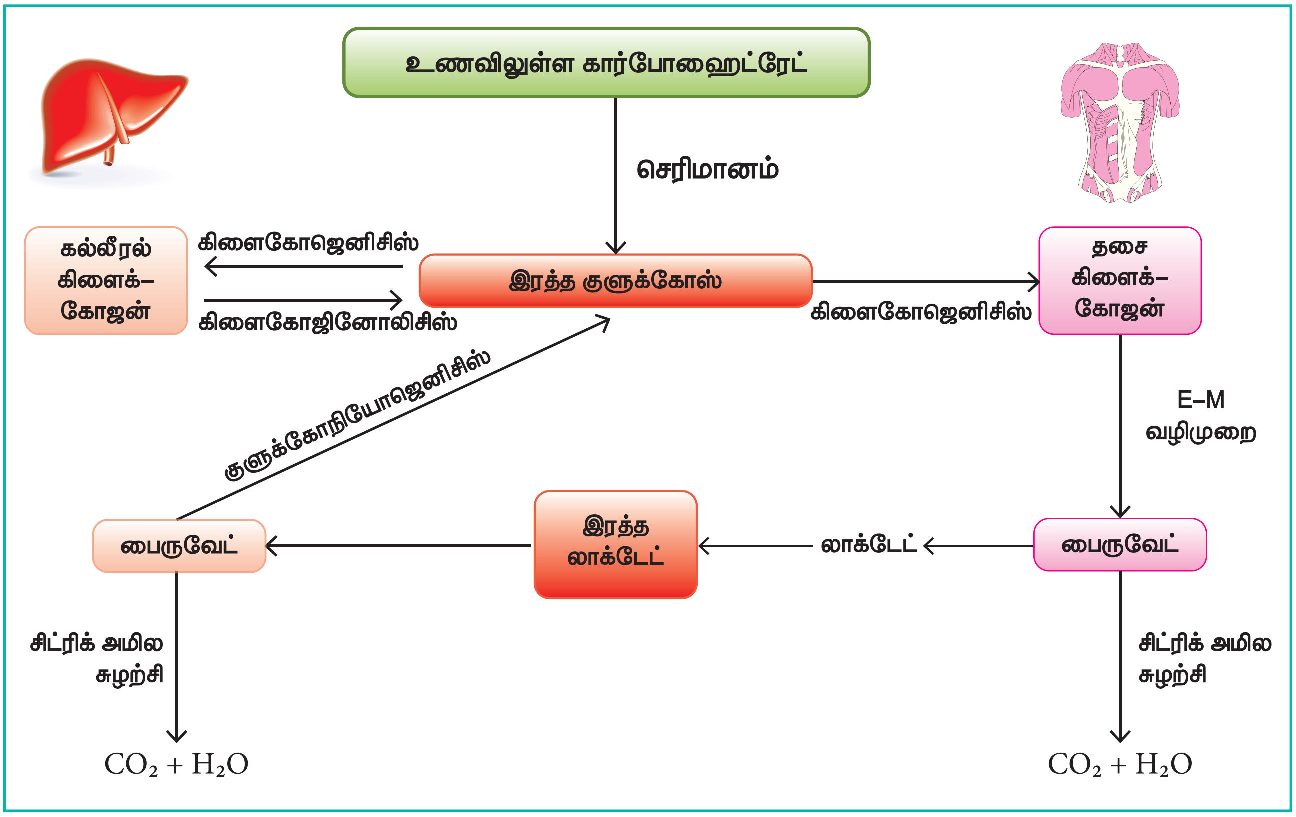
வரம்பிற்குட்பட்ட ஆக்சிஜன் அளவு காணப்படின், பைருவேட் ஆனது லாக்டேட் ஆக மாற்றமடைகிறது. பின்னர் லாக்டேட், கல்லீரலுக்கு பரிமாற்றமடையச் செய்யப்பட்டு அங்கு மேலும் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு உட்படுத்தப்படுகிறது.

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

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 $+ 2NADH + 2\ ATP + 2H^{+} + 2H_{2}O$

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.

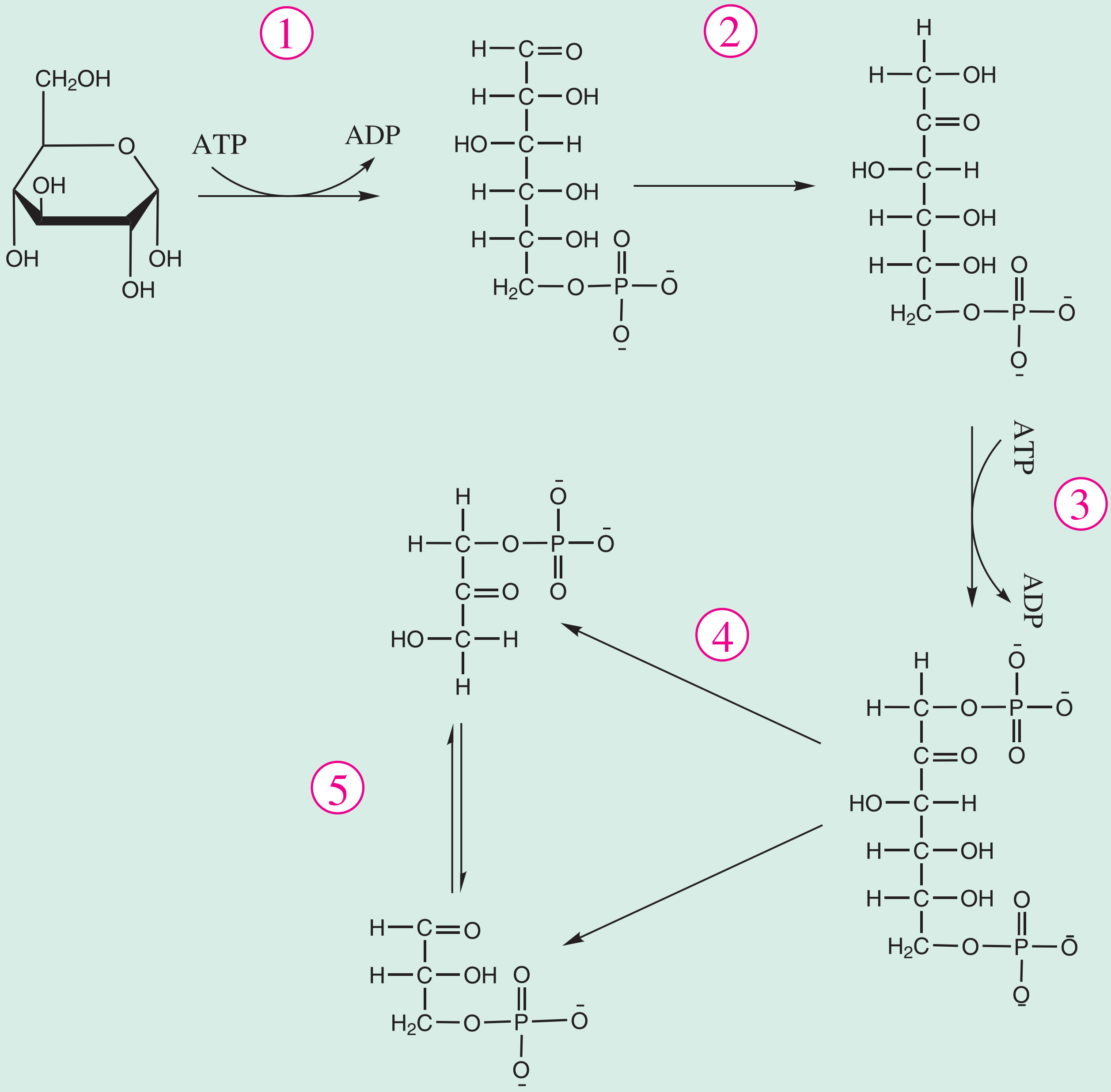
படி 2: குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட் மாற்றியமாதலுக்கு உட்பட்டு ஃபிரக்டோஸ் – 6 – பாஸ்பேட் ஆக மாற்றமடைகிறது. இப்படிநிலையில் பாஸ்போகுளுக்கோஐசோமரேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது.

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

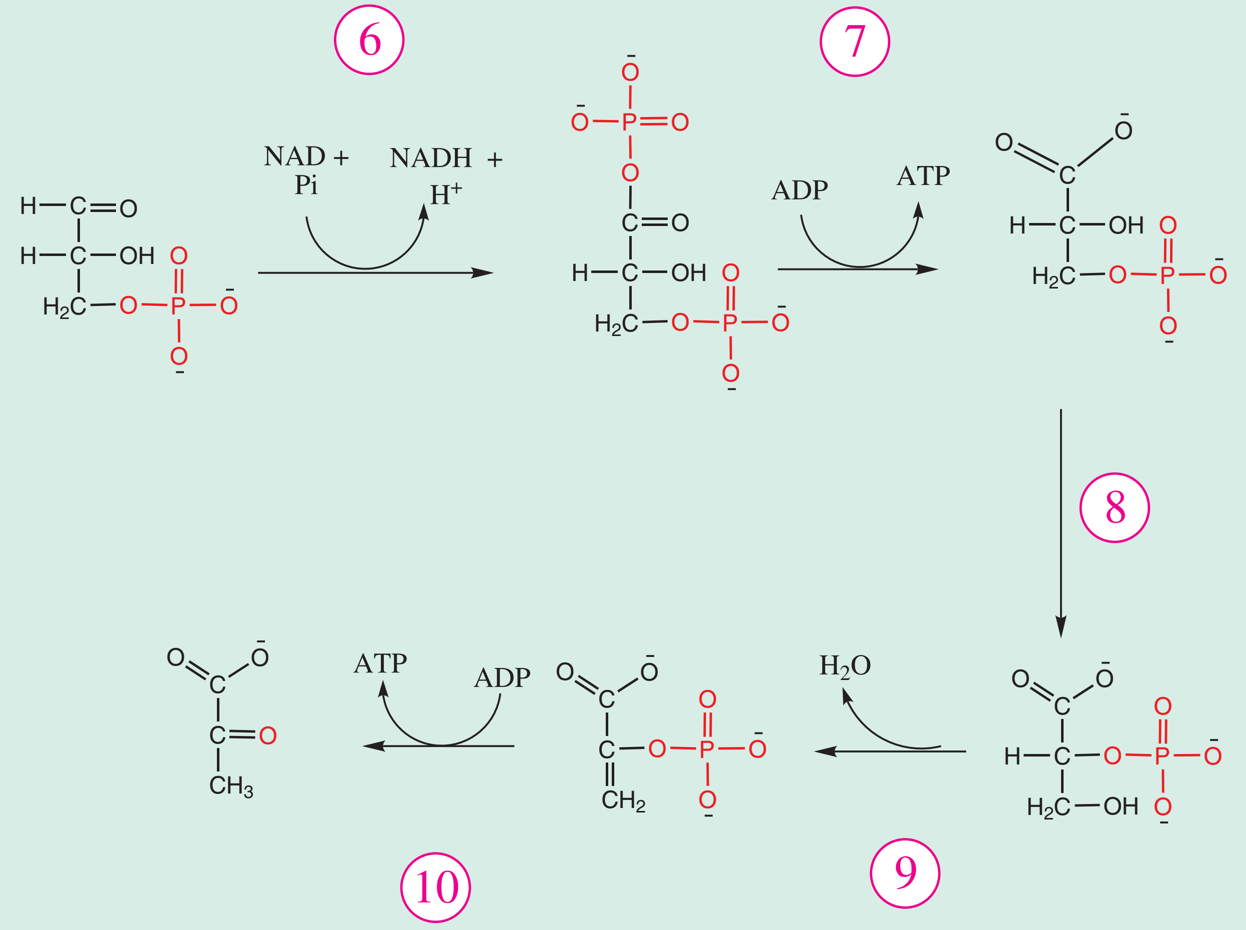
படி 6: கிளிசரால்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட்டானது NAD^+ ஆல் ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. இவ்வினையில் NAD^+ ஆனது NADH மற்றும் H^+ ஆக ஒடுக்கமடைகிறது. இவ்வினை ஆற்றல் தரும் வினையாகும், வெளிப்படும் ஆற்றல் கிளிசரால்டிஹைடு – 3 – பாஸ்பேட்டை அதிக ஆற்றல் மூலக்கூறான 1,3 பிஸ்பாஸ்போகிளிசரேட்டாக பாஸ்பாரிலேற்றம் செய்ய பயன்படுகிறது.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

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.

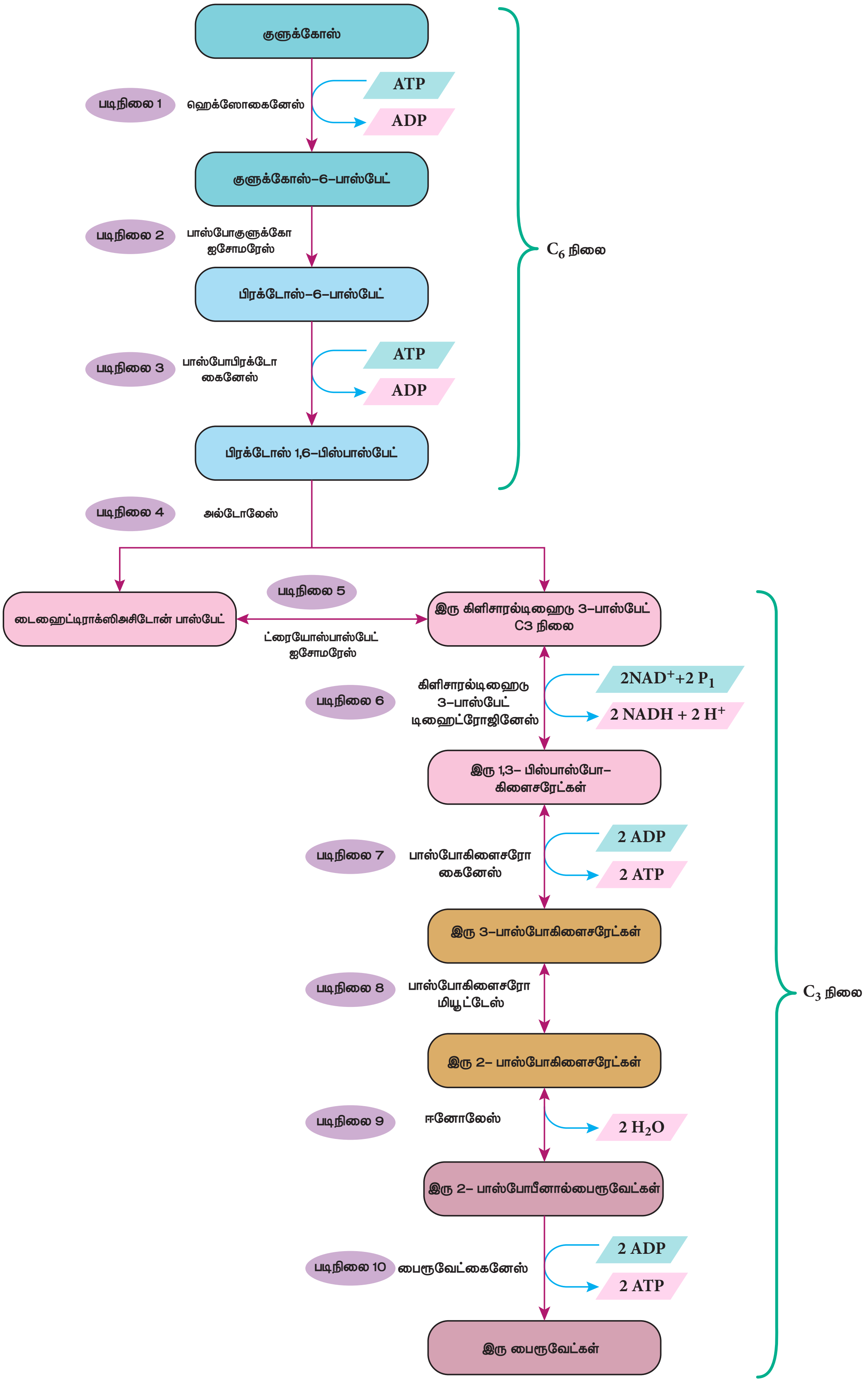
படி 9: 2 – பாஸ்போகிளிசரேட்டானது ஒரு நீர் மூலக்கூறை இழந்து பாஸ்போஈனால் பைருவேட்டைத் (PEP) தருகிறது. இப்படிநிலையில் ஈனாலேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது. PEP ஆனது நிலைப்புத் தன்மை அற்ற அதிக ஆற்றலையுடைய மூலக்கூறு ஆகும். கிளைக்காலிசிஸின் இறுதி படிநிலையில் இது பாஸ்பேட் தொகுதியை இழக்கிறது.

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)



படம் 3.4 கிளைகாலிஸ்சின் செயல்முறையின் ஆற்றல் பெறும் நிலை

கிளைகோலைஸிஸ்



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– பாஸ்போஈனால்பைருவேட்கள்
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

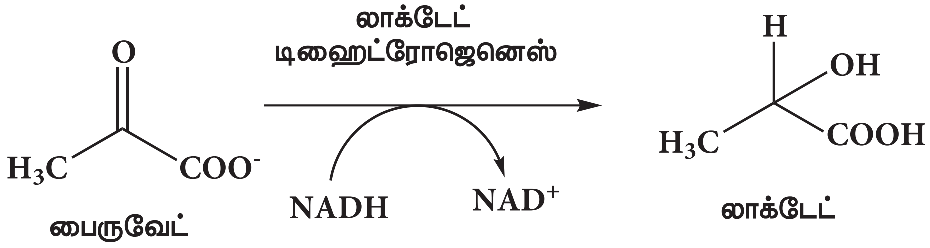
3.3.4 காற்றில்லா சூழலில் கிளைக்காலிசிஸ்

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

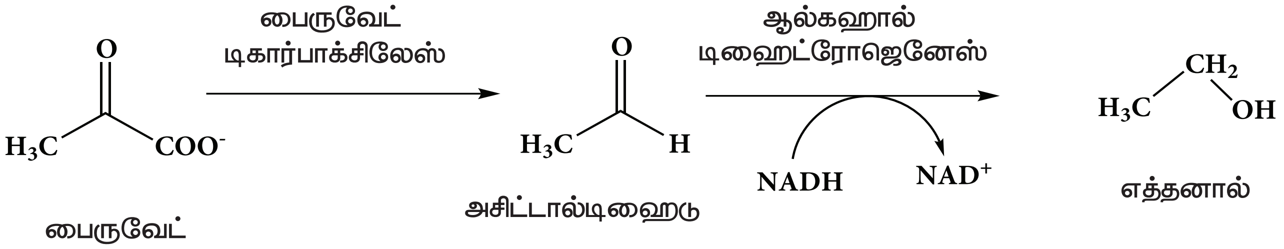
ஏற்கனவே விவரிக்கப்பட்டவாறு, வரம்பிற்குட்பட்ட ஆக்சிஜன் காணப்படும் போது, காற்றில்லா கிளைக்காலிசிஸ் செயல்முறையில் குளுக்கோஸானது லாக்டேட்டாக மாற்றமடைகிறது. ஆக்சிஜன்

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 அசிட்டால்ஹைடாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வினையின் போது கார்பன் டை ஆக்சைடு வெளியேறுகிறது. அசிட்டால்டிஹைடானது பின்னர் ஆல்கஹால் டிஹைட்ரோஜெனேஸ் என்ற நொதியால் எத்தனாலாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வினையில் NADH ஆனது NAD^+ ஆக ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது.



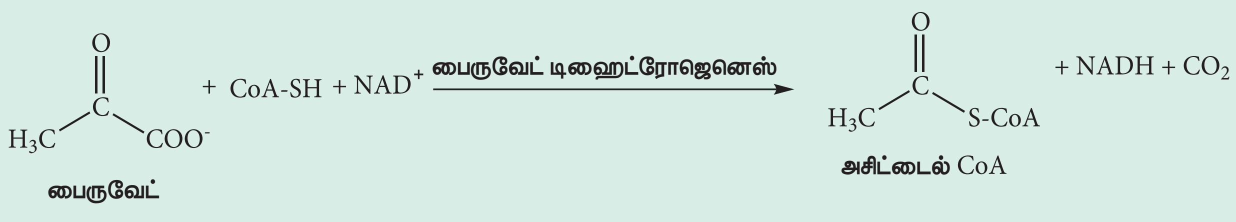
3.4 டிரைகார்பாக்சிலிக் அமில சுழற்சி

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 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.

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.



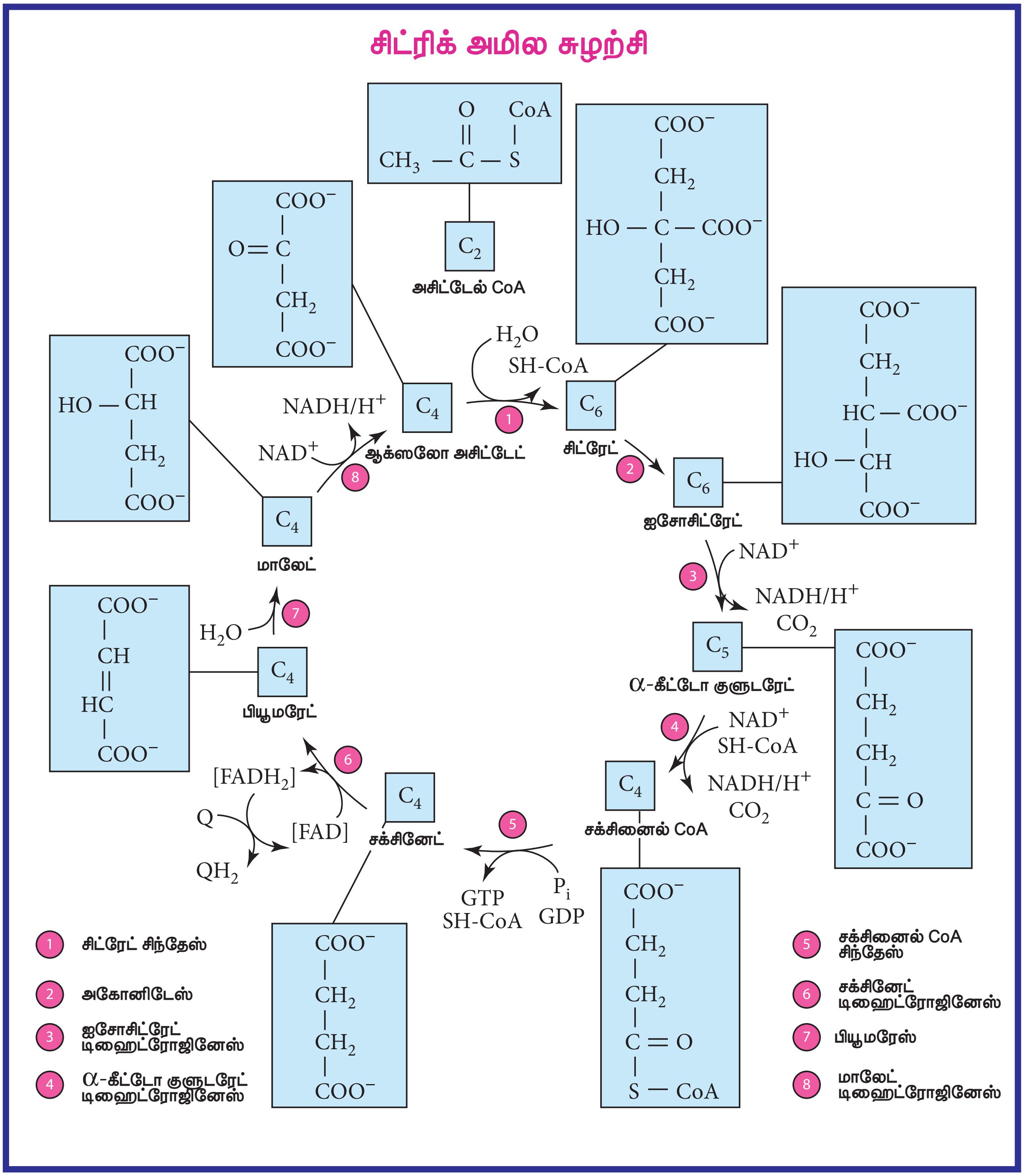
படி 1: இச்சுழற்சியின் முதல் படிநிலையில் அசிட்டைல் இணை நொதி – A (இரு கார்பன்) ஆனது ஒரு ஆக்சலோ அசிட்டேட் மூலக்கூறு (4 கார்பன்) உடன் குறுக்க வினையில் ஈடுபட்டு சிட்ரேட்டைத் (6 கார்பன்) தருகிறது. இவ்வினையில் சிட்ரேட் சின்தேஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது. இணை நொதி – A ஆனது ஒரு தயால் (SH) தொகுதியுடன் 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.

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

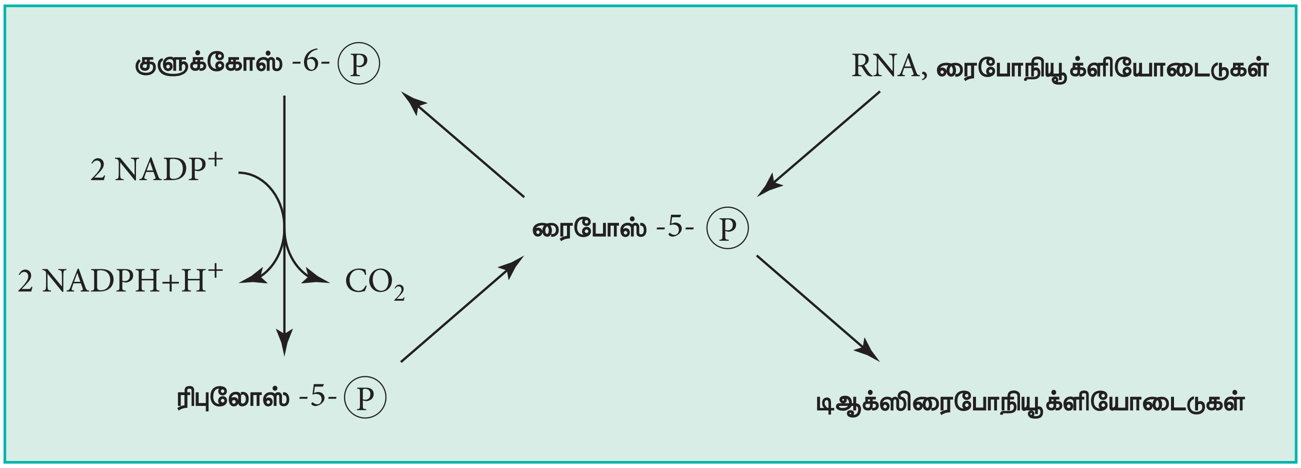
குளுக்கோஸானது கிளைக்காலிசிஸ் மற்றும் சிட்ரிக் அமில சுழற்சியின் மூலமாக ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து ஆற்றலை உருவாக்குகிறது மேலும் தேவையான முன்வினை பொருட்களை உருவாக்குகிறது என நாம் இதுவரையில் பயின்றுள்ளோம். எனினும், மற்ற பிற வழிமுறைகளும் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. அத்தகைய ஒரு வழிமுறை ஹேக்சோஸ்மோனோபாஸ்பேட் இணை வழித்தடமாகும். 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

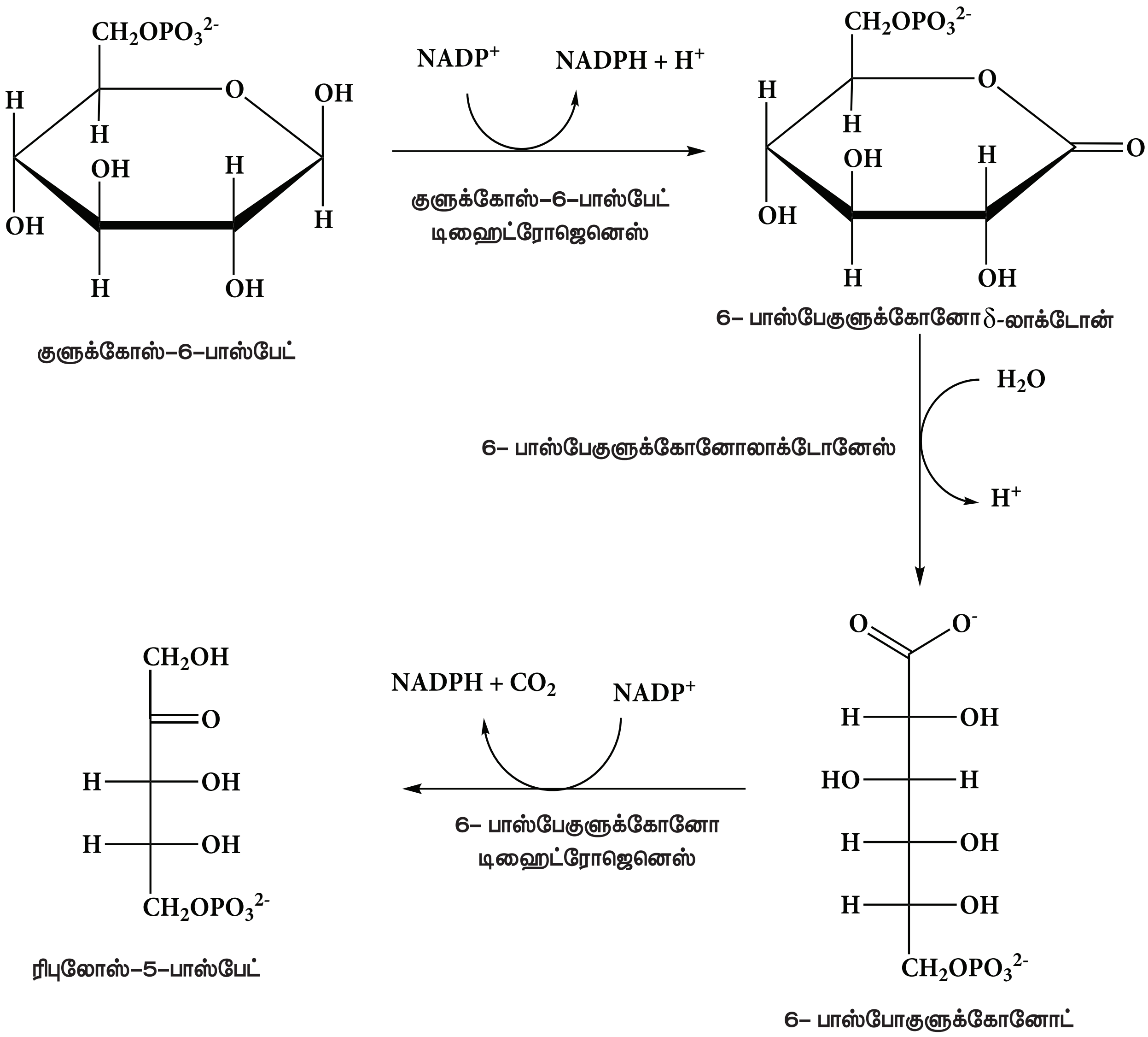
ஆக்சிஜனேற்ற படிநிலையில் மூன்று நொதிகள் தேவைப்படுகின்றன.

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.

www.tnschoolbooks.in



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.

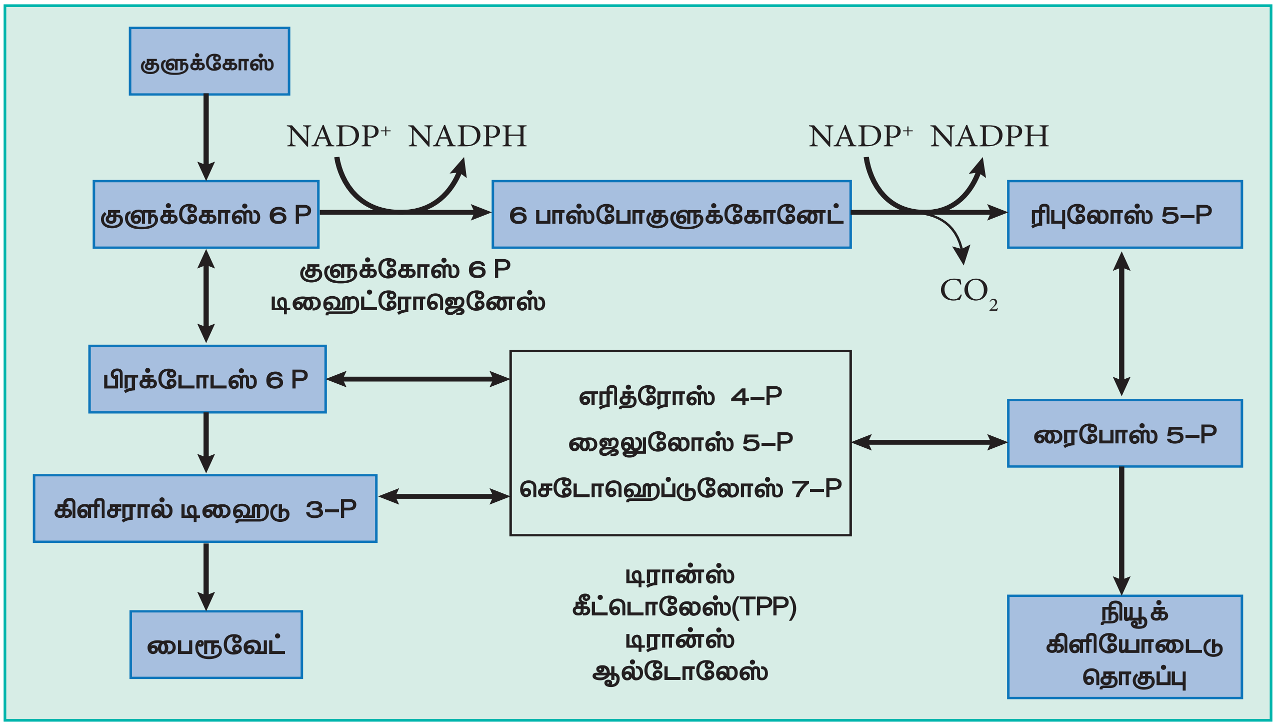
படி 1: இரு மூலக்கூறு ரிபுலோஸ் – 5 –பாஸ்பேட்டானது சைலுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டாக ரிபுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட் எபிமரேஸ் என்ற நொதியால் மாற்றமடைகிறது. மேலும், ரிபுலோஸ் – 5 – பாஸ்பேட் ஐசோமரேஸ் என்னும் நொதியால் மூன்றாவது மூலக்கூறானது ரிபோஸ் – 5 – பாஸ்பேட்டாக மாற்றமடைகிறது.

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.இரத்தத்தில்சர்க்கரையின்அளவுபொதுமான அளவிற்கு 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.

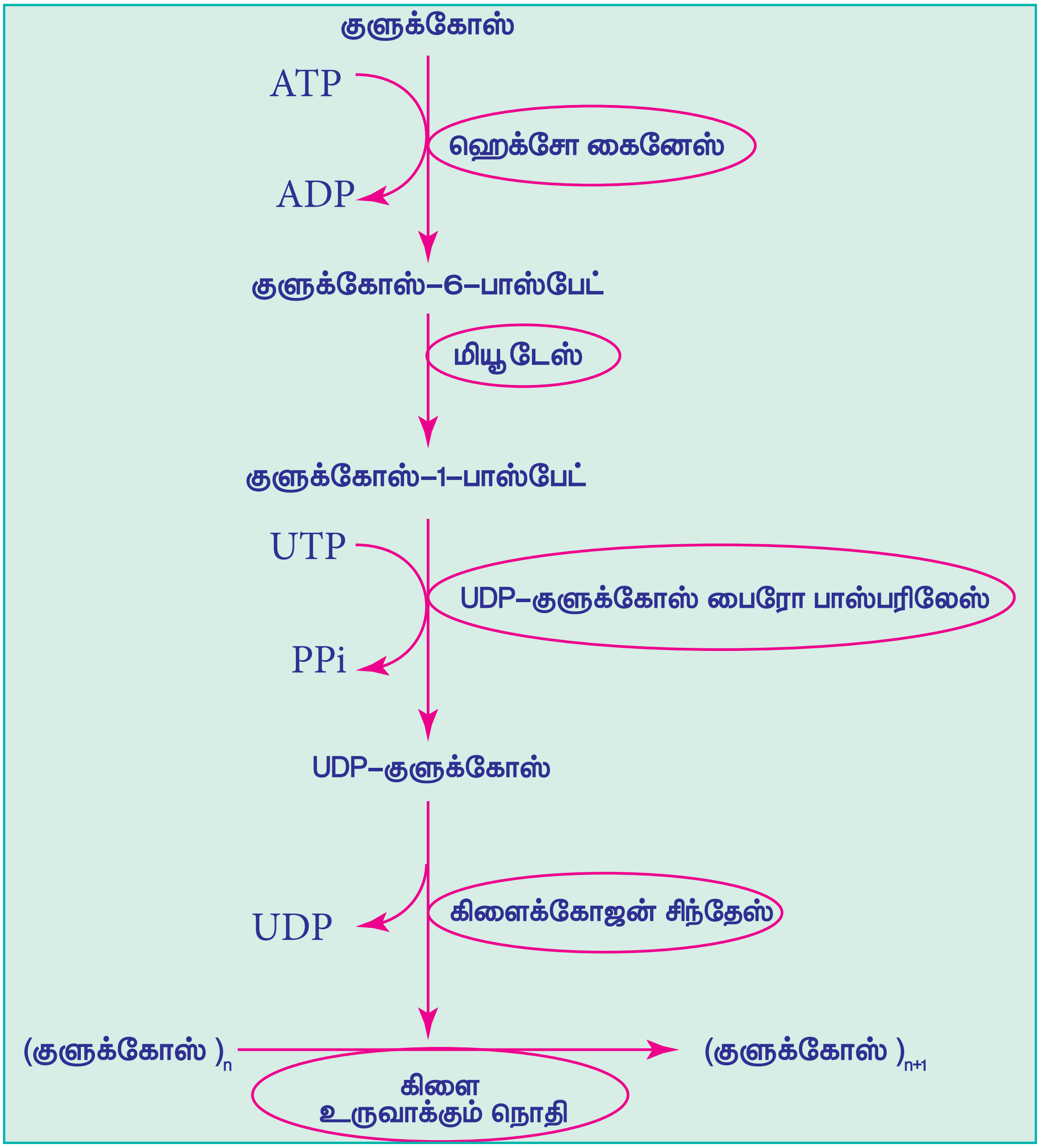
படி 4: கிளைக்கோஜன் தொகுத்தலை தூண்டும் பொருட்டு, UDP – குளுக்கோஸ் ஆனது கிளைக்கோஜன் ஒருபடியுடன் (primer) (கிளைக்கோஜனின் ஏற்கனவே உள்ள ஒரு சிறு பகுதி ஒருபடியாக பயன்படுகிறது) இணைக்கப்படுகிறது. UDP – குளுக்கோஸ் வடிவில் உள்ள குளுக்கோஸானது கிளைக்கோஜெனினால் ஏற்கப்படும். ஆரம்பத்திலுள்ள குளுக்கோஸ் அலகானது கிளைக்கோஜெனினின் தைரோசினினின் ஹைட்ராக்சில் தொகுதியுடன் இணைக்கப்படும். முதல் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு கிளைக்கோஜெனினின்றகு 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



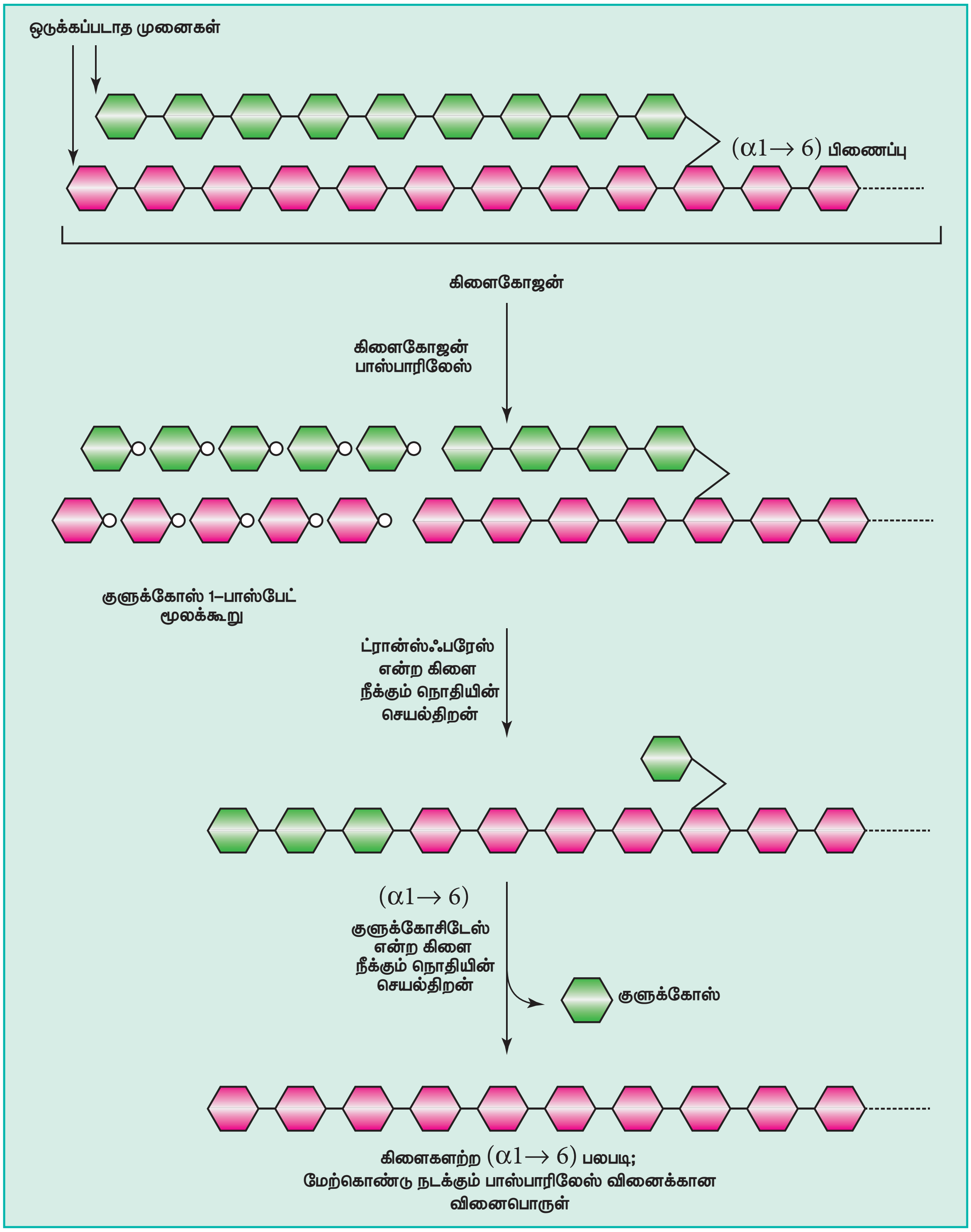
3.6.2 கிளைக்கோஜினாலிசிஸ்

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.

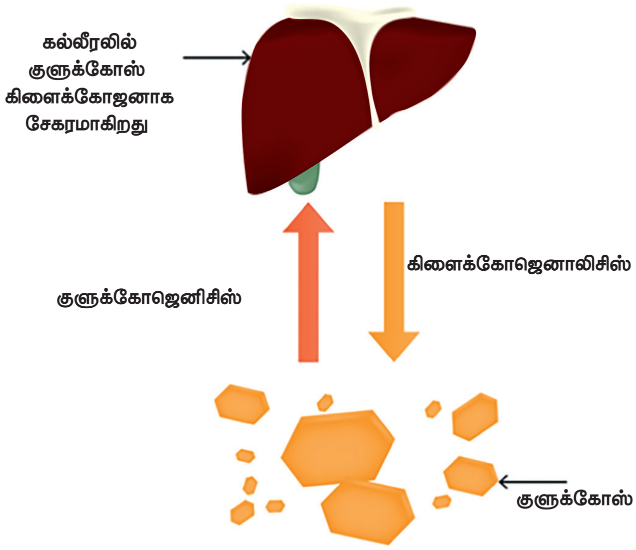
இரண்டாவது நொதியான பாஸ்போ குளுக்கோமியூட்டேஸ் ஆனது குளுக்கோஸ் – 1 – பாஸ்பேட்டை குளுக்கோஸ் – 6 – பாஸ்பேட்டாக மாற்றுகிறது. கிளைக்கோஜனில் நேரான α (1–4) இணைப்பு மற்றும் கிளைகளுடைய α (1–6) இணைப்பு ஆகியன காணப்படுகின்றன.



கிளைக்கோஜினொலைஸ் நிகழ்வின் போது, கிளைக்கோஜெனினின் கிளைகளிலிருந்து குளுக்கோஸ் அலகுகள் பாஸ்பாரிலேற்றம் அடைகின்றன.

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

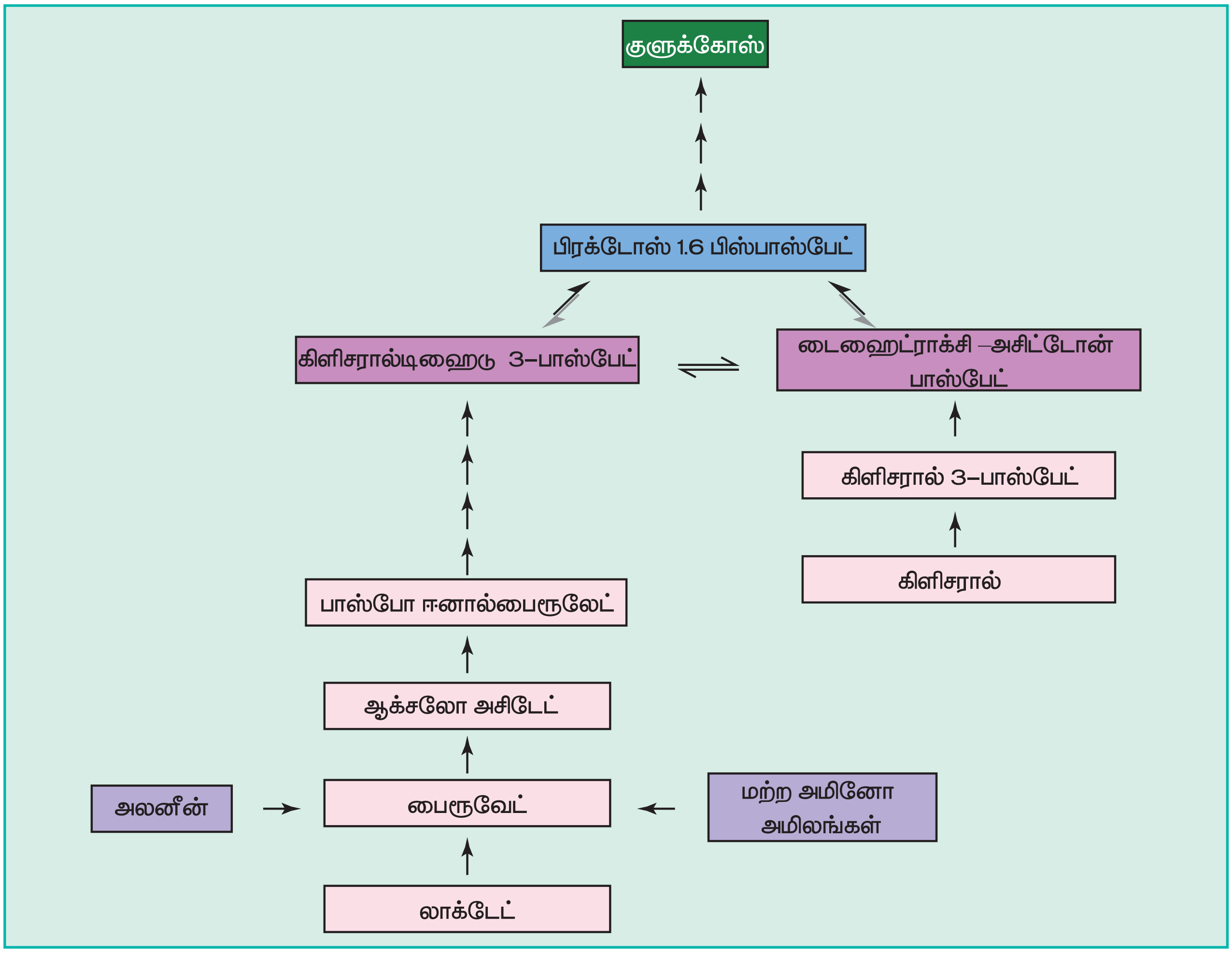
குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் நிகழ்வின் மூலமாக கார்போ ஹைட்ரேட் அல்லாத லாக்டேட், பைருவேட், கிளிசரால் மற்றும் அமினோ அமிலங்கள் போன்ற வினை முன்பொருட்கள் குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுகின்றன.

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

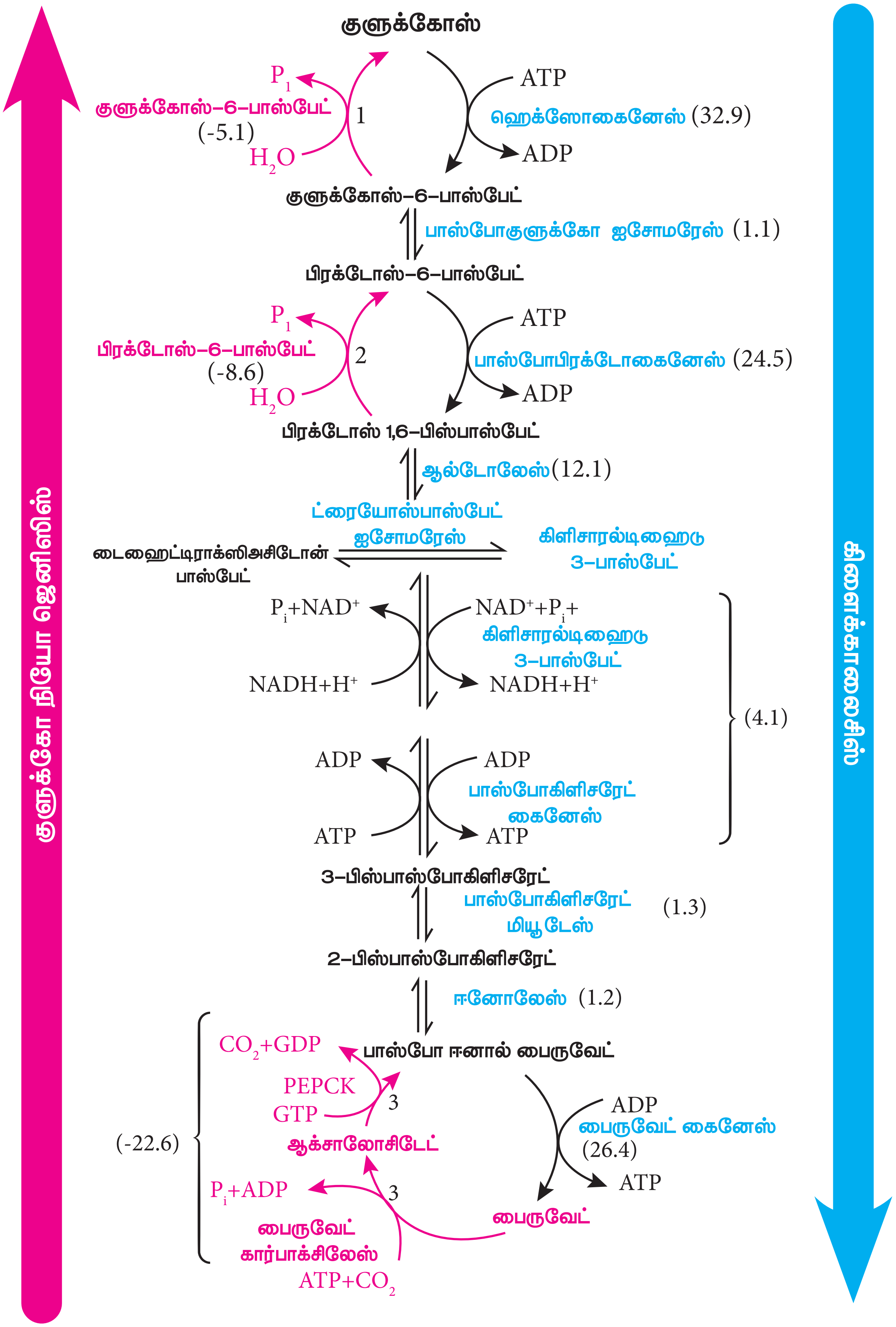
குளுக்கோஸாக மாற்றப்படும் கார்போ ஹைட்ரேட் அல்லாத வினை முன் பொருட்களாவன : கிளைக்காலிசிஸ் மூலம் பெறப்படும் லாக்டேட் மற்றும் பைருவேட், சிட்ரிக் அமில சுழற்சியின் வினை

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.



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

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 87 4/20/2020 1:32:25 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 டிஹைட்ரோஜெனேஸால் மாற்றப்படுகிறது. இறுதியாக ஆக்சலோ அசிட்டேட்டானது 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.

XII U3 Carbohydrates_TM.indd 88 4/20/2020 1:32:25 PM

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.

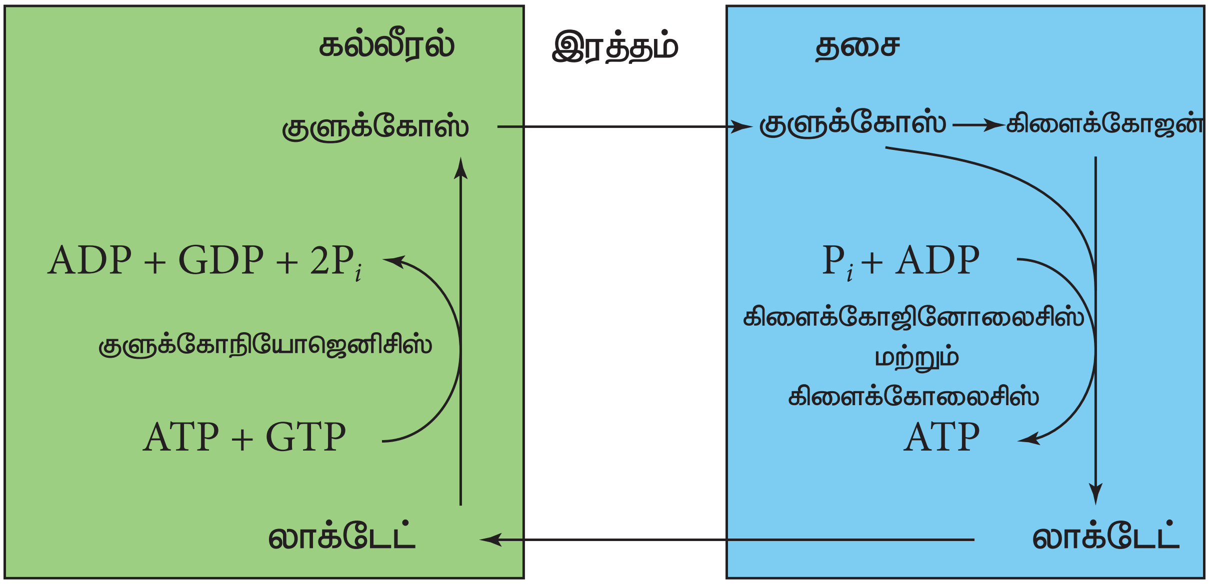
$$\text{கிளிசரால்} + ATP \xrightarrow[\text{கைனேஸ்}]{\text{கிளிசரால்}} \text{கிளிசரால் – 3– பாஸ்பேட்} + ADP$$

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

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

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 முலமாக 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 தூண்டடப்பட்ட 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 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

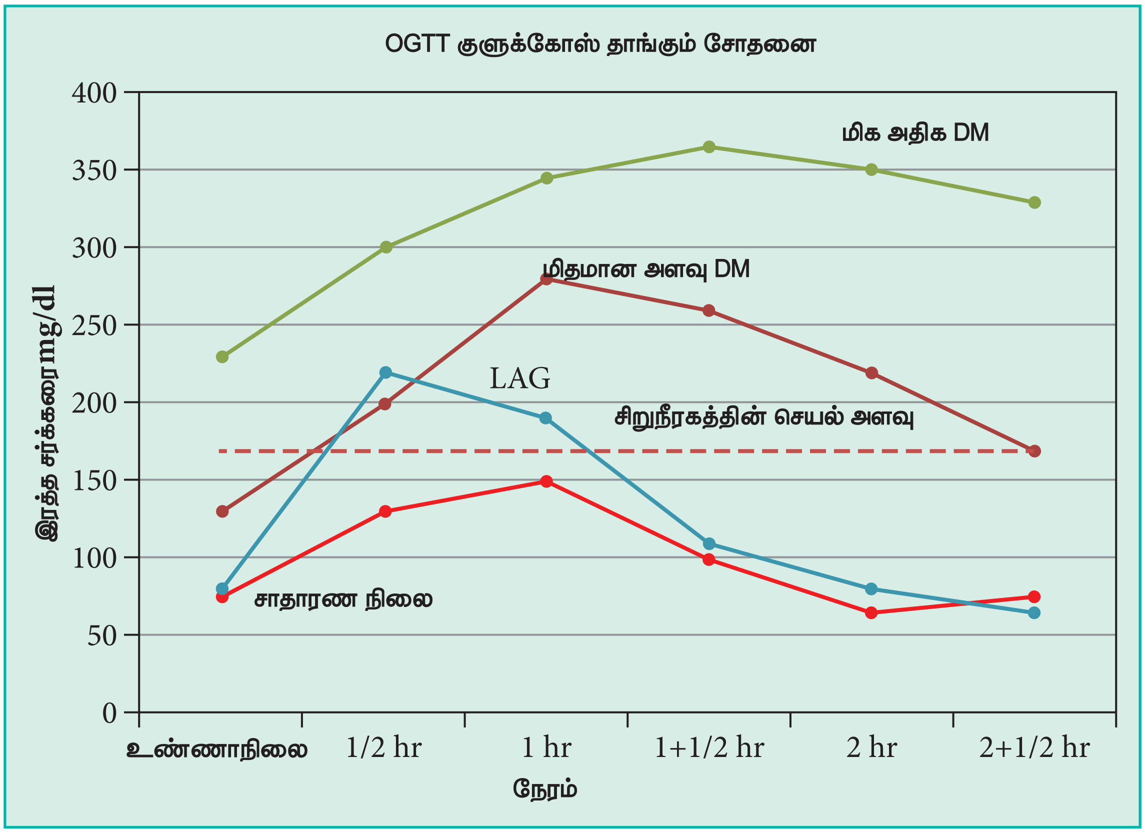
நீரிழிவு நோயானது உண்ணா நிலையில் இரத்த சர்க்கரை அளவைக் கண்டறிதல் அல்லது HbA_1C, இரத்த சோதனையின் (கிளைகேட்டட் ஹீமோகுளோபின் சோதனை எனவும் அழைக்கப்படுகிறது) மூலம் கண்டறியப்படுகிறது. HbA_1C சோதனை மேற்கொள்ள உண்ணாமல் இருக்க வேண்டிய அவசியமில்லை. உண்ணா நிலை இரத்த சர்க்கரை கண்டறியும் சோதனைக்கு குறைந்தபட்சம் எட்டு 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.

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

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 பெயர்கரைத் 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?

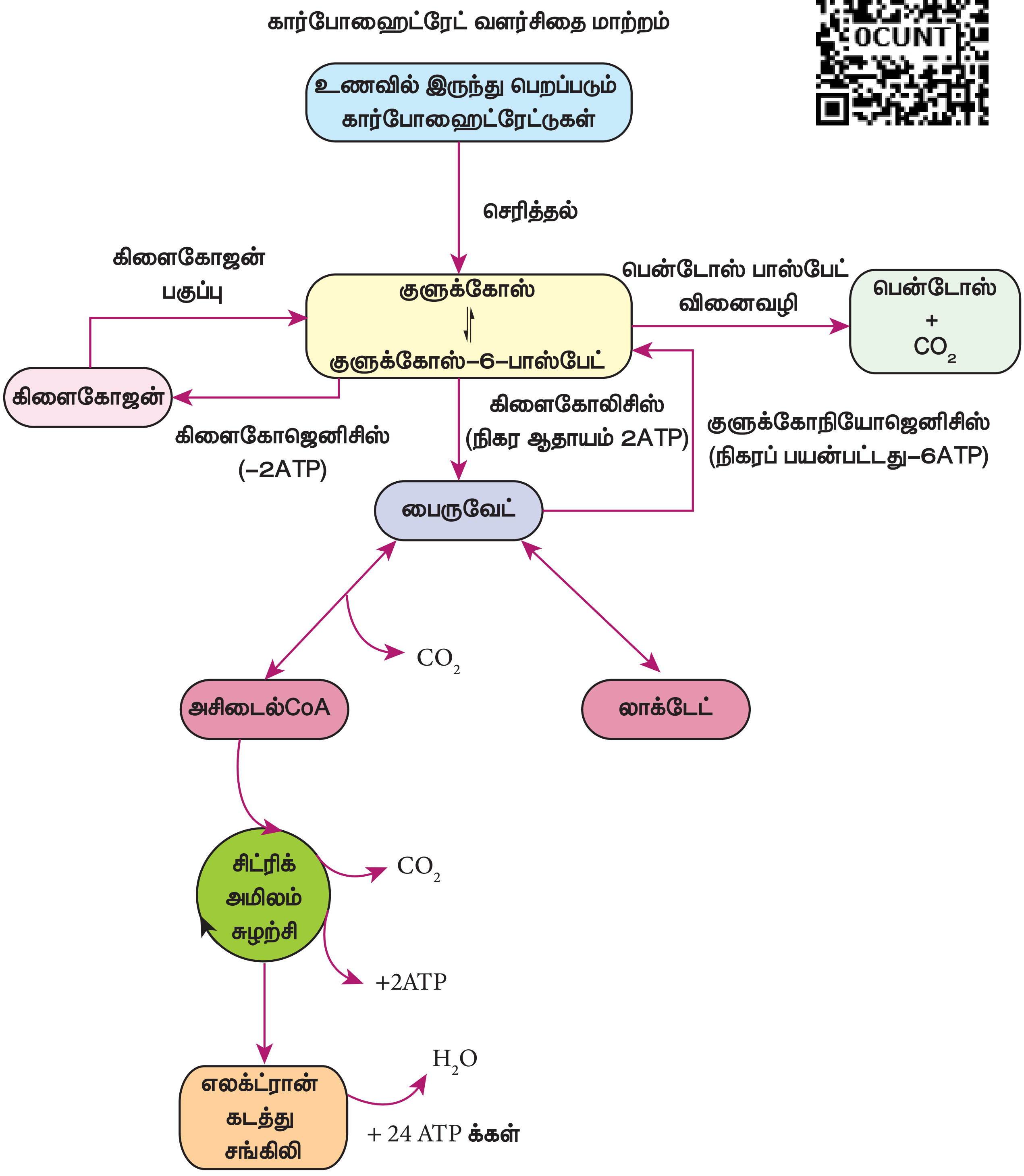
9. கிளைக்காலிசிஸ் செயல்முறையின் தொடர்பினைகளை கூறுக.
10. சிட்ரிக் அமில சுழற்சி, எலக்ட்ரான் கடத்தல் மற்றும் ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பரிலேற்றத்தால் 0.5 மோல் அசிட்டைல் CoA விலிருந்து உருவாகும் ATP மூலக்கூறுகளின் மோல்களின் எண்ணிக்கை யாது?
11. கிளைக்கோஜன் வளர்சிதை மாற்றத்தோடு தொடர்புடைய படிநிலைகள் யாவை?
12. கிளைக்கோஜெனிசிஸ் 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 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 4/20/2020 1:32:26 PM

கருத்துவரைபடம்


கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றம்
உணவில் இருந்து பெறப்படும் கார்போஹைட்ரேட்டுகள்
செரித்தல்
கிளைகோஜன் பகுப்பு
குளுக்கோஸ்
குளுக்கோஸ்–6–பாஸ்பேட்
பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வினைவழி
பென்டோஸ் + CO_2
கிளைகோஜன்
கிளைகோஜெனிசிஸ் (–2ATP)
கிளைகோலிசிஸ் (நிகர ஆதாயம் 2ATP)
குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் (நிகரப் பயன்பட்டது–6ATP)
பைருவேட்
CO_2
அசிடைல்CoA
லாக்டேட்
சிட்ரிக் அமிலம் சுழற்சி
CO_2
+2ATP
எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி
H_2O
+ 24 ATP க்கள்

அலகு 4

புரதங்களின் வளர்சிதை மாற்றம்

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.

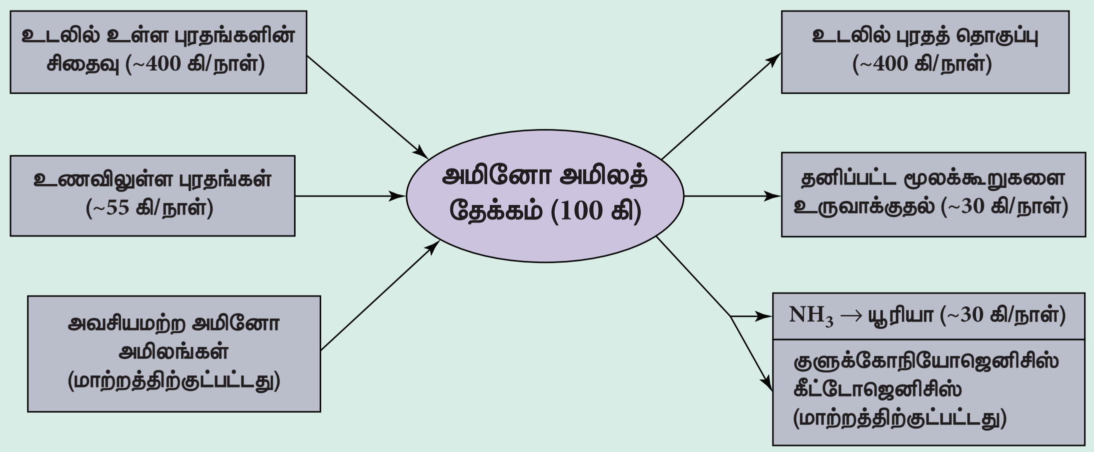
XII U4 Protein new_tamil.indd 98 4/22/2020 11:32:08 AM

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 மற்றும் சிதைமாற்றம்

4.1 அமினோ அமிலங்களின் பொதுவான வினைகள்

அவசியமில்லா அமினோ அமிலங்கள் அவற்றின் α கீட்டோ அமிலங்களிலிருந்து ட்ரான்ஸ் அமினேசுகளின் உதவியினால் அமினோ தொகுதி இடமாற்றத்தினால் உருவாக்கப்படுகினறன. எனினும், அவசியமான அமினோ அமிலங்கள் α கீட்டோ அமிலத்திலிருந்து தொகுக்கமுடியாது.

அமினோ தொகுதி பரிமாற்றமானது அமினோ அமிலத்தின் சிதைமாற்றத்தின்போதும் நடைபெறுகிறது.

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

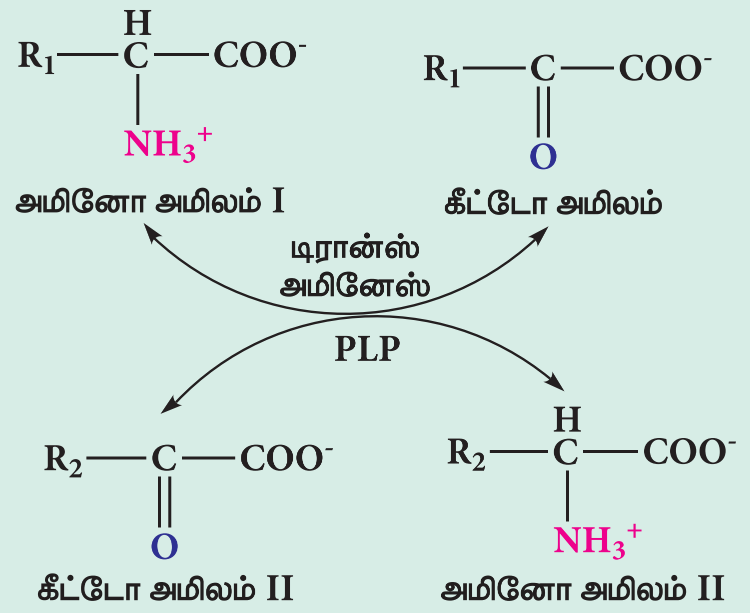
அமினோ அமிலங்களின் கார்பன் கட்டமைப்பு, TCA சுழற்சியில் நுழைவதன் மூலம் சிதைக்கப்படுகின்றன.

4.1.2. 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 4/22/2020 11:32:08 AM

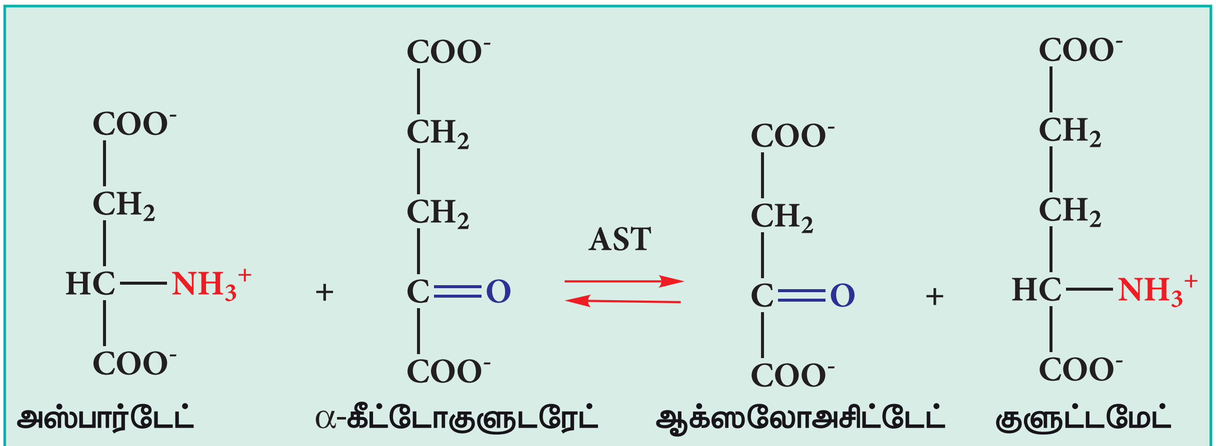
4.1.2. ட்ரான்ஸ் அமினேற்றம் (AST மற்றும் ALT)



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 ட்ரான்ஸ் அமினேஸ் (AST) ஆகியவை முக்கிய ட்ரான்ஸ் அமினேஸ்கள் ஆகும்.

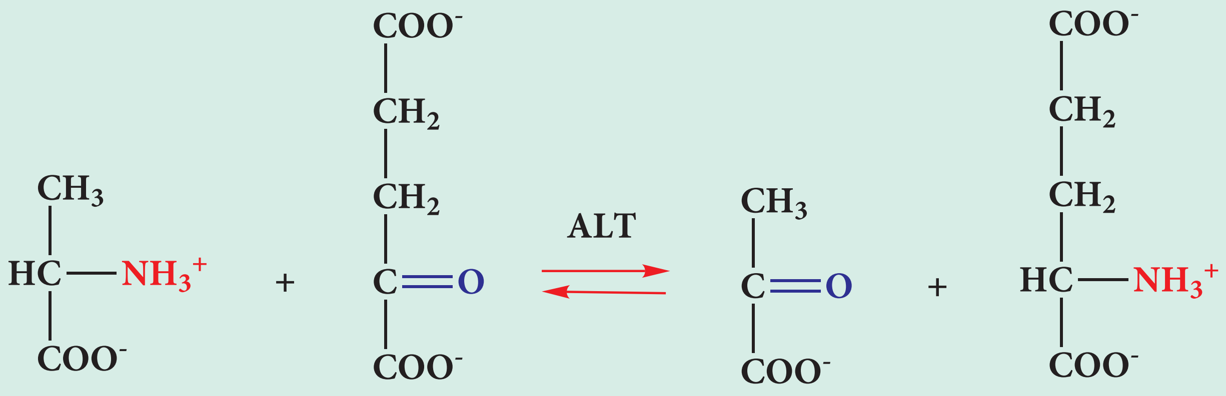
ட்ரான்ஸ் அமினேற்றம் (AST மற்றும் ALT)



படம் 4.3 அஸ்பார்டேட் அமினோ டிரான்ஸ்பெரேஸின் (Aspartate aminotransferase) வினை

அஸ்பார்டேட் ட்ரான்ஸ் 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).

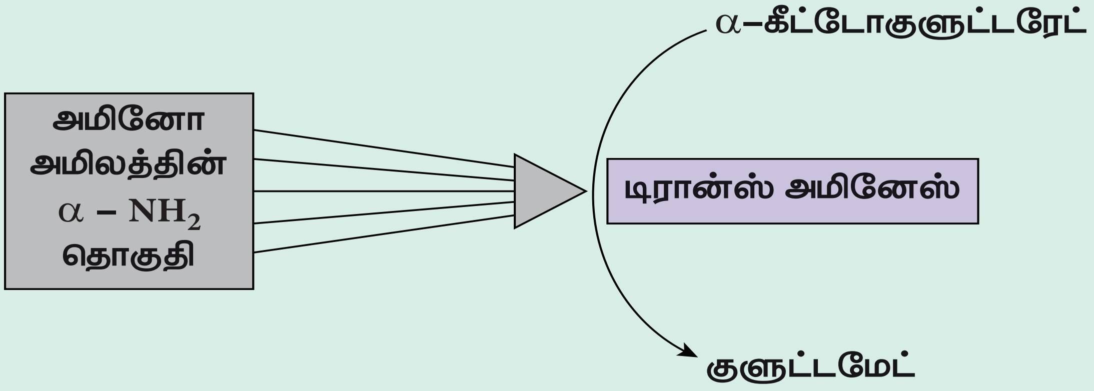
XII U4 Protein new_tamil.indd 100 4/22/2020 11:32:09 AM



அலனின் α–கீட்டோ குளுட்டரேட் பைருவேட் குளுட்டமேட்

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

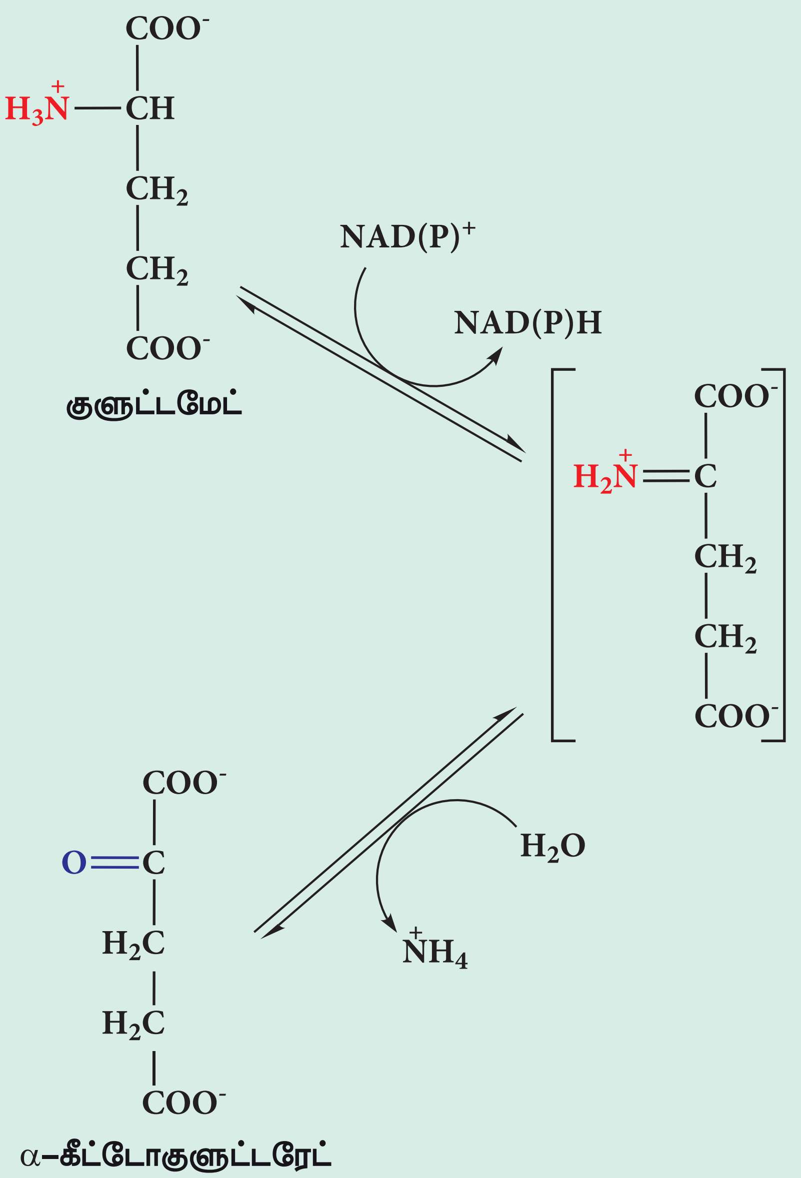
- ட்ரான்ஸ் அமினேற்ற வினைகள் மீள்வினைகள் ஆகும்.
- லைசின், தியோனைன், புரோலின் மற்றும் ஹைட்ராக்சி புரோலின் தவிர அனைத்து அமினோ அமிலங்களும் ட்ரான்ஸ் அமினேற்றம் அடைகின்றன.
- கல்லீரல் மற்றும் இதயநோயைக் கண்டறிய இரத்த திரவத்திலுள்ள ட்ரான்ஸ் அமினேஸ்கள் முக்கிய அடையாள அளவைகளாகும்.
- பல அவசியமில்லா அமினோ அமிலங்கள்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

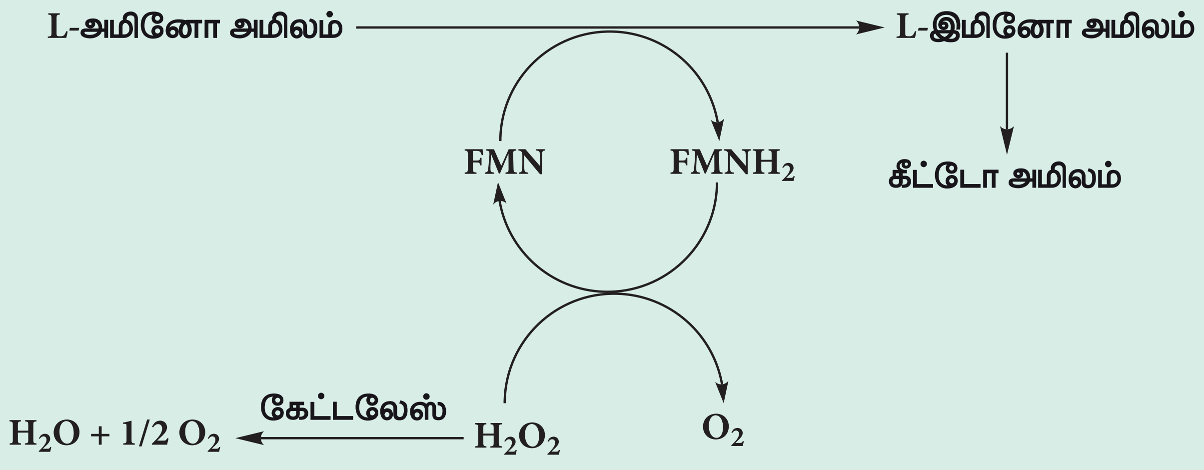


படம் 4.6 குளுட்டமினின் ஆக்சிஜனேற்ற அமினோ தொகுதி நீக்கம்

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 டீஹைட்ரேசுகள் செயல்பட்டு, முறையே பைருவேட் மற்றும் α கீட்டோ பியூட்ரிக் அமிலமாக மாற்றுகின்றன.

சிஸ்டின் சல்பியுரேஸ் சிஸ்டினிலுள்ள தயால் (SH) தொகுதியை நீக்கி பைருவேட்டாக மாற்றுகிறது.

குளுட்டமினிலும் அஸ்பார்ஜினிலும் உள்ள அமைடு தொகுதிகளை குளுட்டமினேஸ் மற்றும் அஸ்பாரஜினேஸ் நீக்குகின்றன.

4.1.2.3 கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்கம் (DECARBOXYALATION)

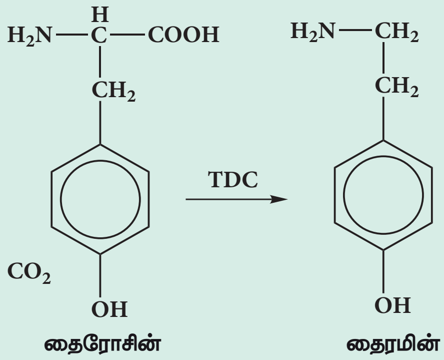
அமினோ அமிலங்களிலுள்ள கார்பாக்சில் தொகுதிகள் CO_2 நீக்கம் பெறுவது கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்கம் ஆகும். இம்முறையின் மூலமாக உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த அமீன்கள் தொகுக்கப்படுகின்றன (படம் 4.8). கல்லீரல், சிறுநீரகம், நுரையீரல் மற்றும் மூளை ஆகிய திசுக்களில் பல்வேறு அமினோ அமிலங்கள் டீகார்பாக்சிலேசுகள் (Amino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

ஹிஸ்டிடின் ------ ஹிஸ்டமின் + CO_2

தைரோசின் ------ தைரமின் + CO_2

டிரிப்டோபேன் ------ டிரிப்டமின் + CO_2

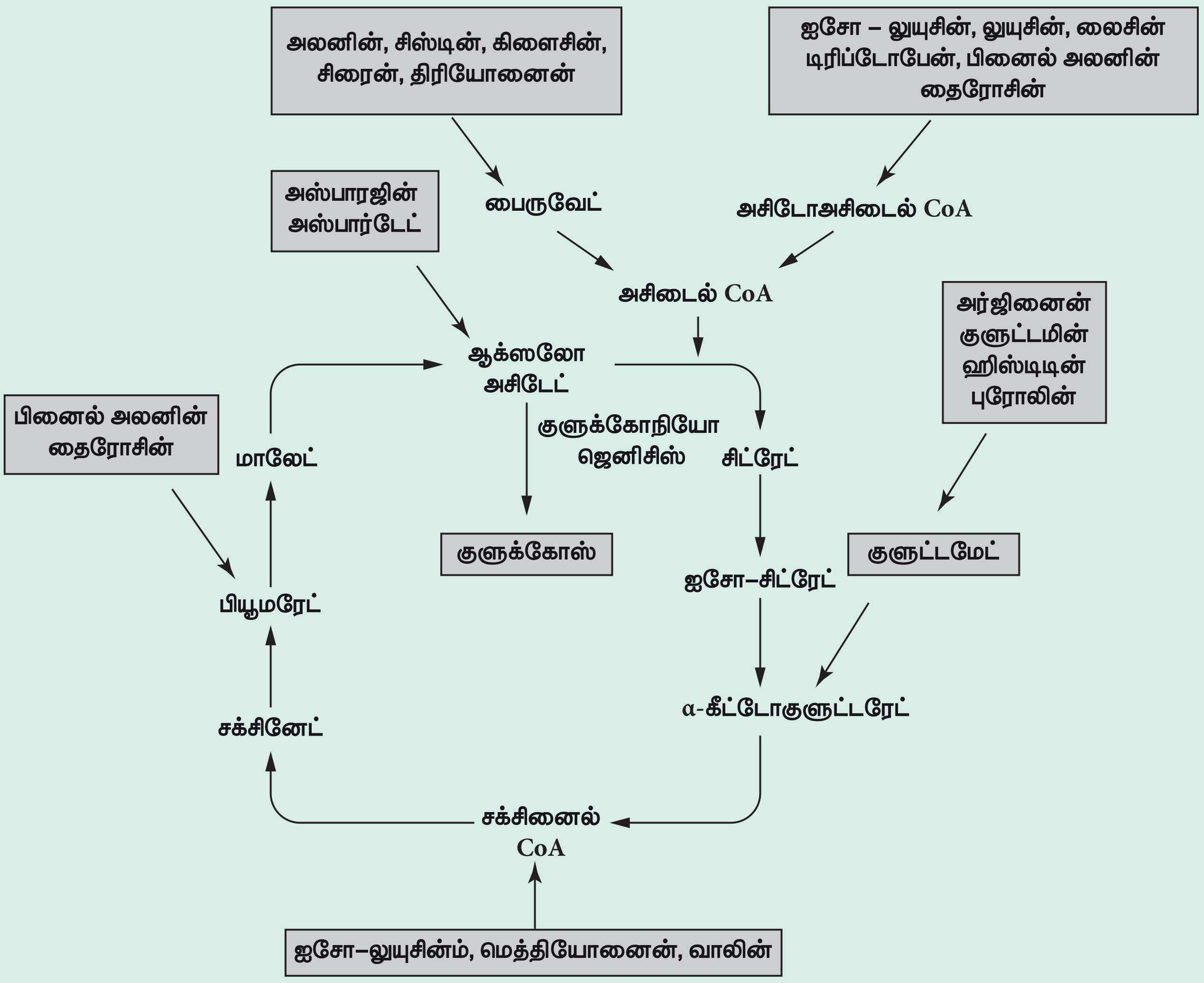
குளுட்டமிக் அமிலம் ------ γ–அமினோ பியூட்ரிக் அமிலம் + CO_2



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 சுழற்சியில் அவற்றின் 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

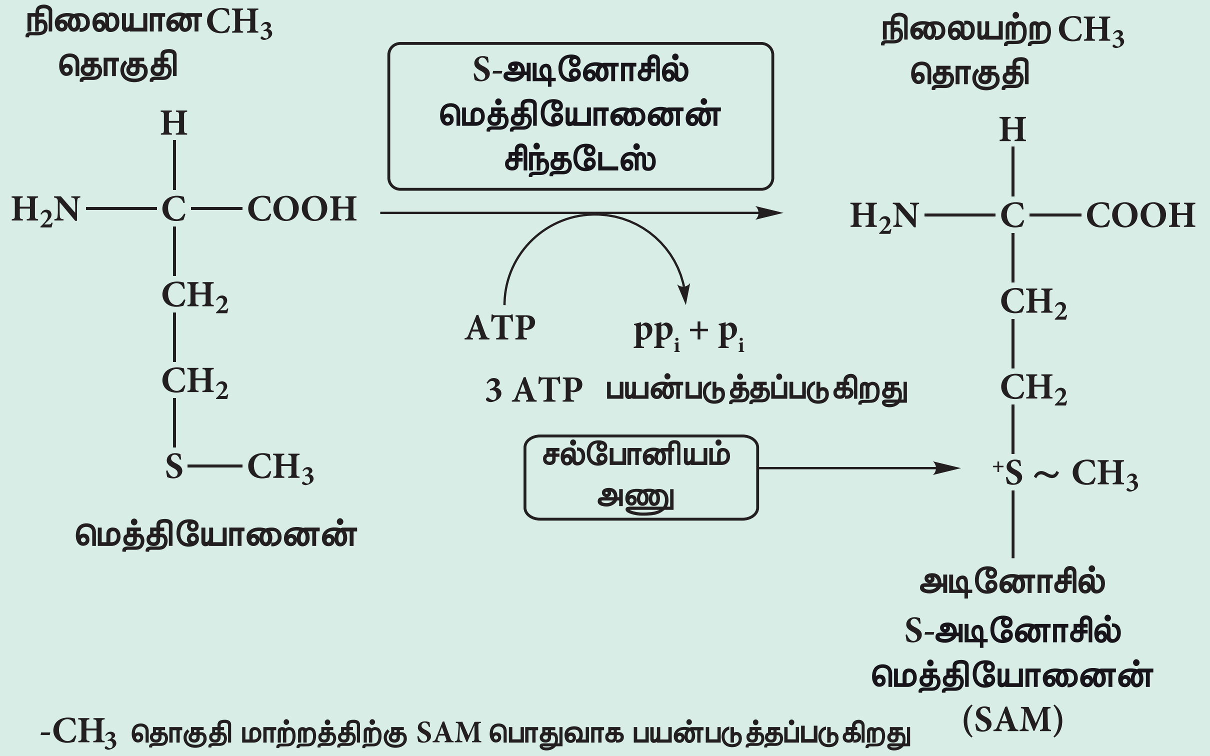
உருவாகும் ஃப்யூமேரேட் (Fumarate) TCA சுழற்சியில் நுழைகின்றது. நுழையும் இடைநிலைகள் குளுக்கோநியோஜெனிசிற்கு முன்னோடி மூலக்கூறுகளாகத் திகழ்கின்றன (படம் 4.9). இதனால், தங்கள் கார்பன் கட்டமைப்புகளை குளுக்கோஸ் தொகுப்பிற்காகக் கொடுக்கும் அமினோ அமிலங்கள் குளுக்கோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் எனப்படும். எ.கா கிளைசின், 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 (Reductive 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 பொன்றவை ஒரு கார்பனை கொண்டுள்ளன. மெத்தில் தொகுதியைத் தவிர மற்ற அனைத்து ஒரு கார்பன் பரிமாற்ற வினைகளும், N_5 மற்றும் N_{10} இடங்களில் மெத்தில் தொகுதியைக் கொண்ட டெட்ராஹைட்ரோ போலேட், கிளைசின், சிரைன் மற்றும் கோலின் போன்றவை டைட்ரா ஹைட்ரோ ஃபோலேட்டுக்கு மெத்தில்

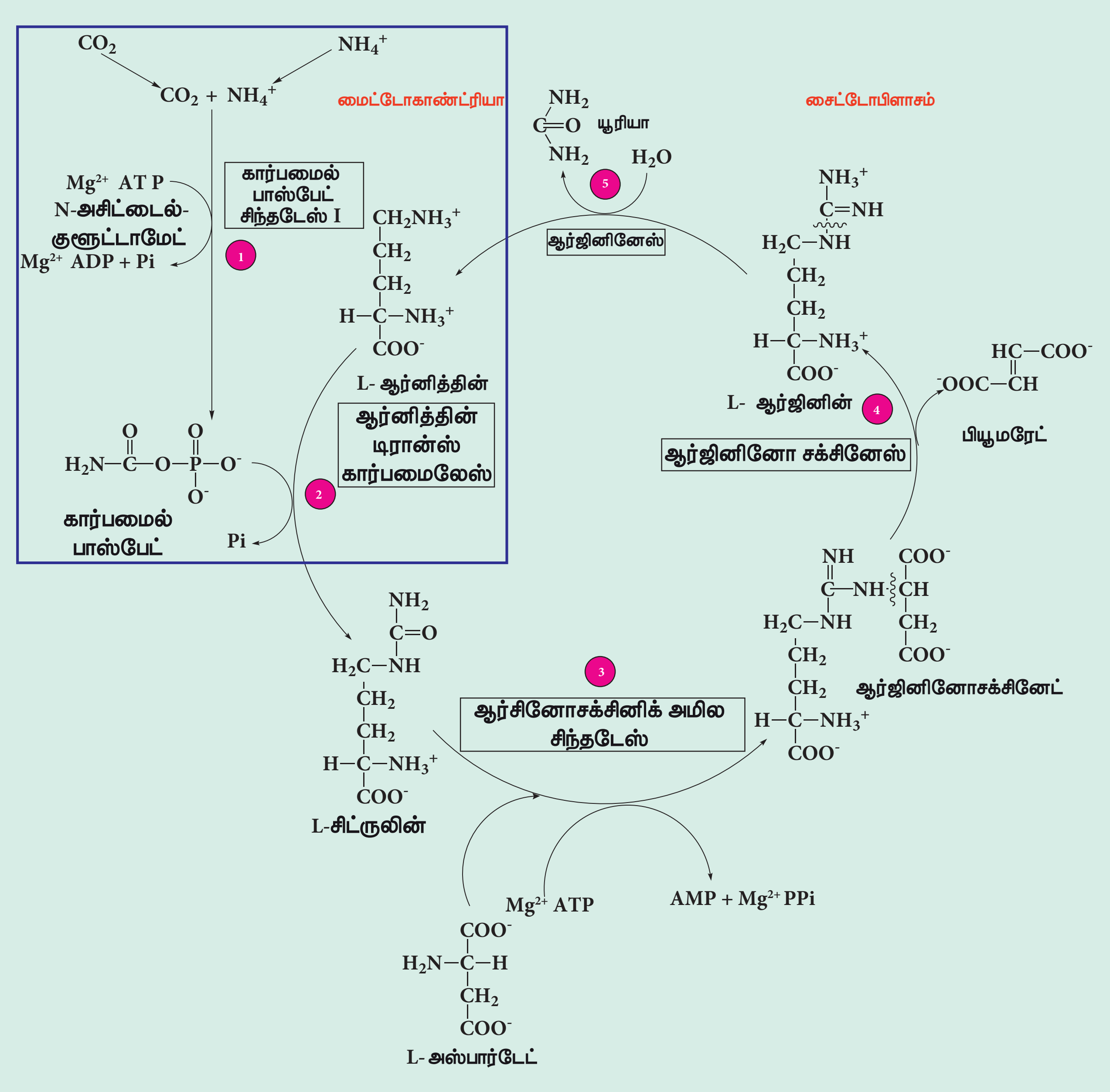
XII U4 Protein new_tamil.indd 105 4/22/2020 11:32:10 AM

www.tnschoolbooks.in

தொகுதி வழங்கிகளாகச் 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



படம் 4.11 யூரியா சுழற்சி

அம்மோனியாவின் நச்சுத் தன்மை

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 4/22/2020 11:32:10 AM

மண்டலத்தைப் பாதித்து, நடுக்கம், மங்கலான பார்வை, கோமா (coma) போன்ற அறிகுறிகளை ஏற்படுத்துவதோடு மட்டுமின்றி இறப்பிற்கும் வழிவகுக்கும். அதிகப்படியான அம்மோனியாவால் நியூரானிலுள்ள 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 மைட்டோகாண்டீரியாவிலும், மற்றவை சைட்டோபிளாசத்திலும் அமைந்துள்ளன. யூரியாவின் இரு அமினோ தொகுதிகளில், ஒன்று கார்பமைல் 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 transcarbamylase) கார்பமைல் பாஸ்பேட்டை ஆர்னிதின்னுடன் 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. சிட்ருலைல் AMP ஐ இடைநிலையாகக் கொண்டு ஊக்கவிக்கப்படும் இவ்வினைக்கு ATP தேவை (யூரியா தொகுப்பிற்கான இரண்டாம் நைட்ரஜன் அணுவை அஸ்பார்டேட் வழங்குகிறது).

4. **ஆர்ஜினினோ சக்சினேட்டிலிருந்து ஆர்ஜினைன் உருவாதல்:** ஆர்ஜினினோ சக்சினேஸ் ஊக்குவிக்கும் இவ்வினை ஆர்ஜினைனையும், ஃப்யூமரேட்டையும் (TCA சுழற்சிக்குள் நுழையும்) உருவாக்குகிறது.

5. **யூரியா உருவாக்கம் மற்றும் ஆர்னிதின் மறு உற்பத்தி:** யூரியா தொகுப்பின் இறுதிப்படியில், ஆர்ஜினேஸ் நொதி ஆர்ஜினையிலிருந்து யூரியாவை விடுவித்து, ஆர்னிதினை மறுஉற்பத்தி 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.

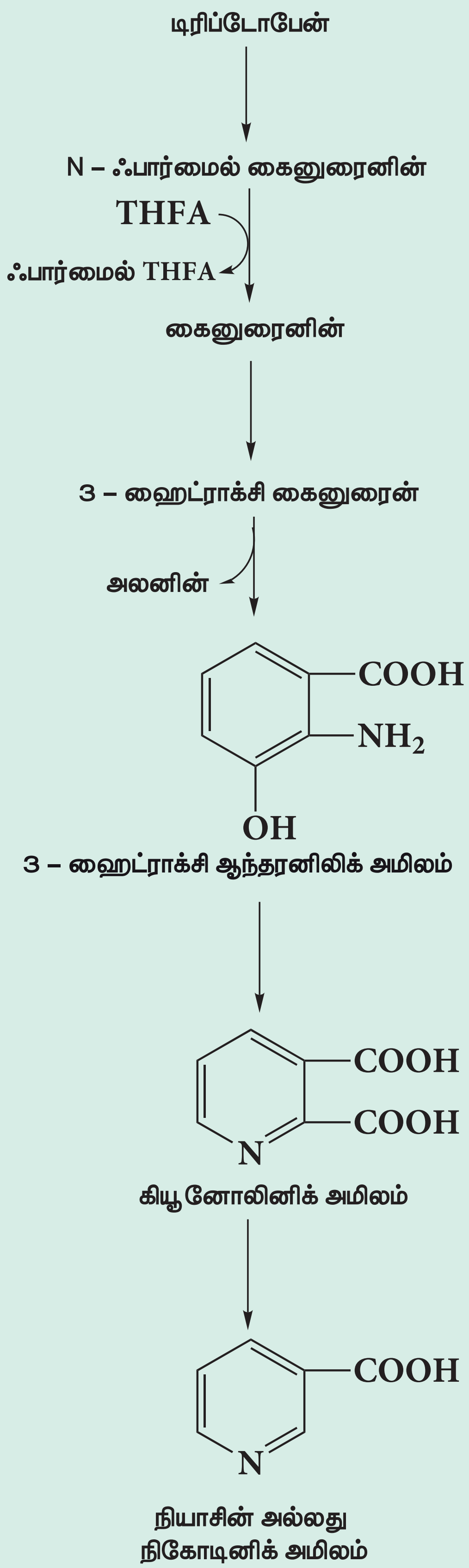
4.3 நியாசின் உருவாதல்

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.

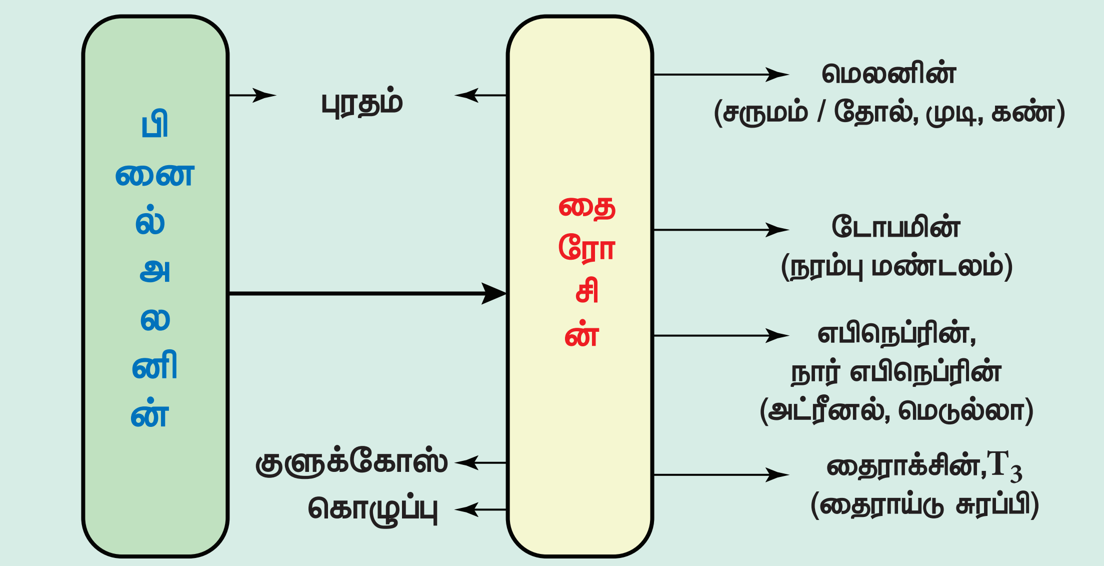


படம் 4.12 நியாசின் உருவாதல்

XII U4 Protein new_tamil.indd 108 4/22/2020 11:32:11 AM

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 கியூனோலினிக் அமிலமாக மாறுகிறது.
6. கியூனோலினிக் அமிலம் கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்கவினைக்கு உட்பட்டு நியாசினாக மாறுகிறது.

தைரோசினிலிருந்து உருவாகும் தனிப்பட்ட விளைபொருட்கள்



படம் 4.13 அமினோ அமிலங்களில் இருந்து உருவாகும் தனிப்பட்ட விளைபொருள்கள்

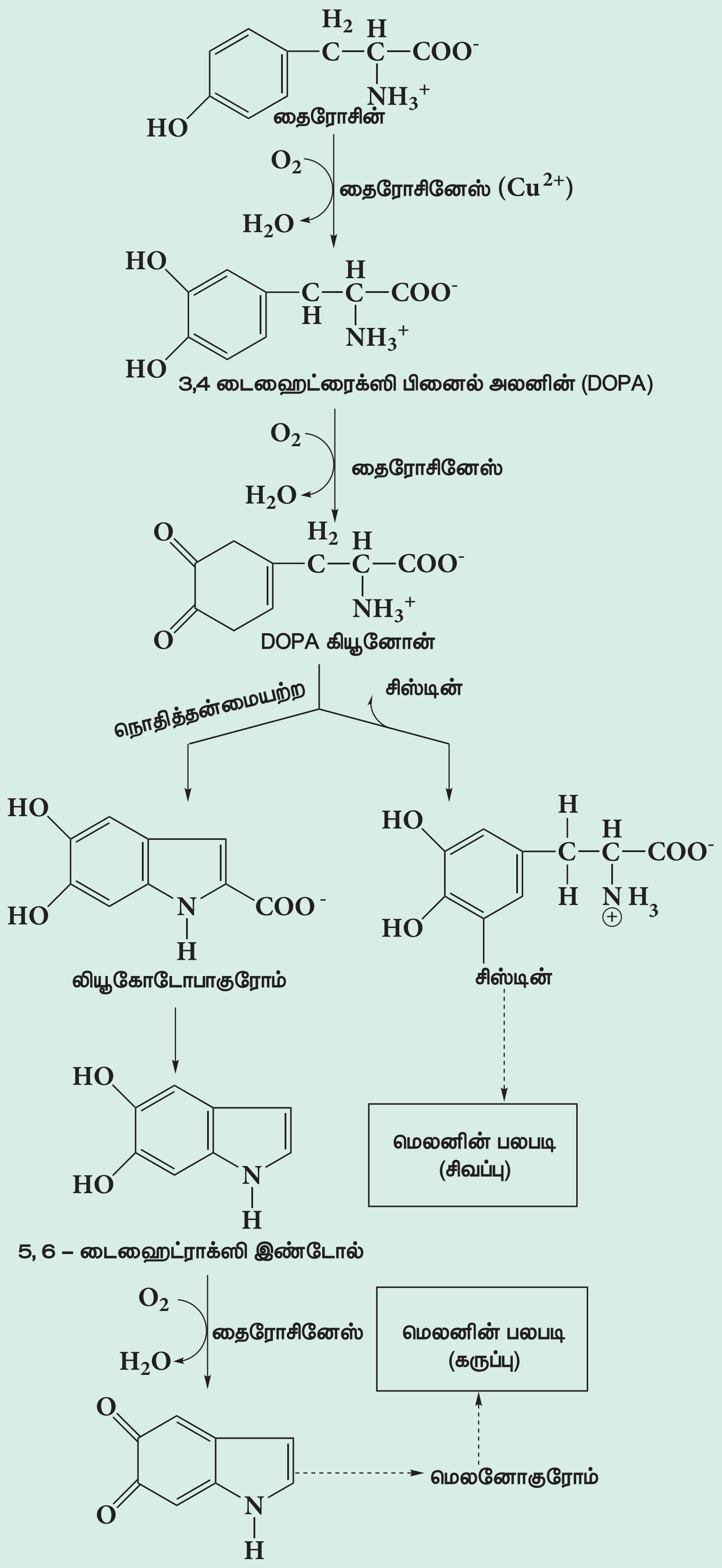
பல்வேறு திசுக்களில் தைரோசினிலிருந்து பல முக்கியமான தனிப்பட்ட விளைபொருட்கள் உருவாகின்றன. நரம்பு மண்டலத்தில் தைரோசின், டோபமின் தொகுப்பிற்கு முன்னோடி மூலக்கூறாக செயல்படுகிறது. அட்ரீனல் சுரப்பியில், தைரோசின் மன அழுத்தம் தொடர்பான ஹார்மோன்களான எபிநெப்ரின் மற்றும் நார் எபிநெப்ரினாக மாறுகிறது.

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 4/22/2020 11:32:11 AM

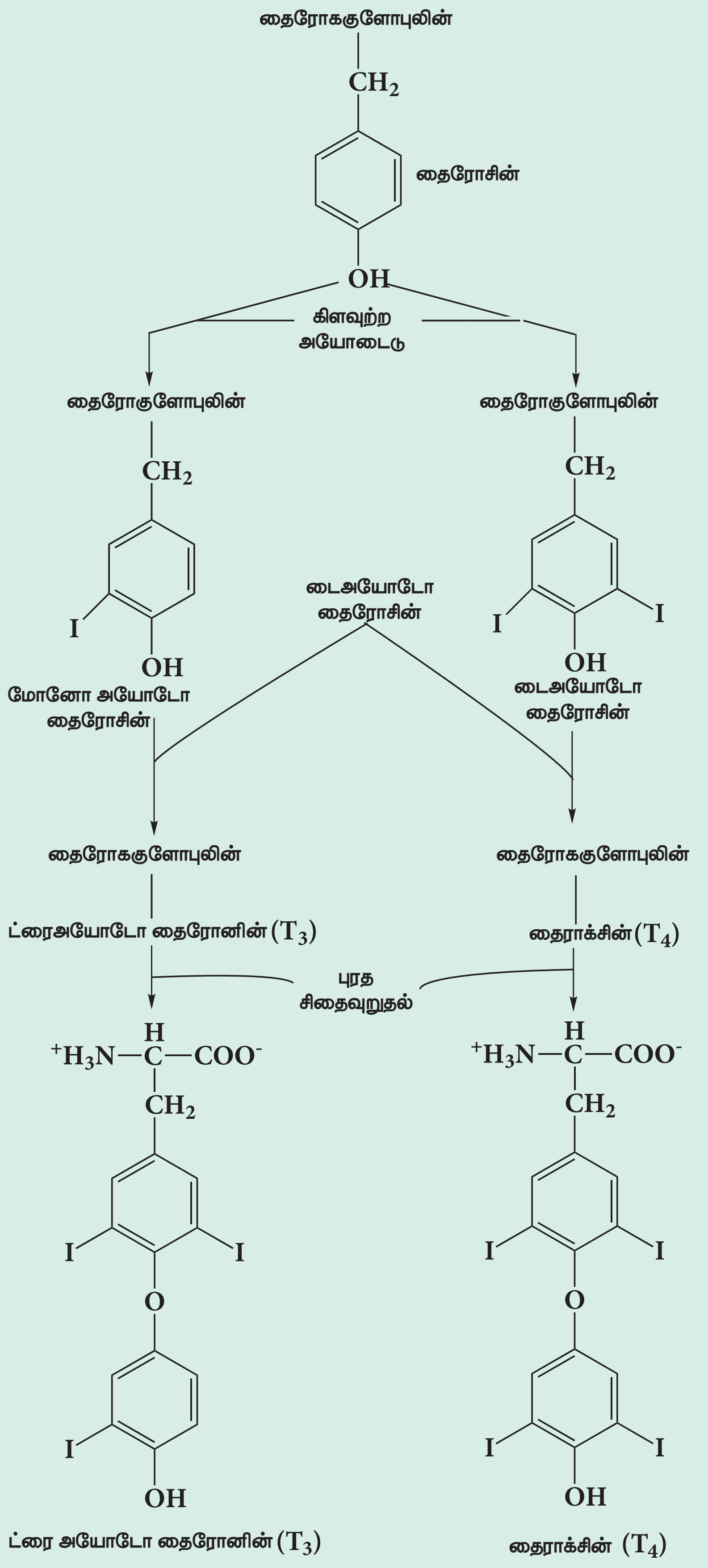


படம் 4.14 மெலனின் உருவாக்கம்

1. தைரோசினானது ஹைட்ராக்சிலேற்றம் அடைந்து டைஹைட்ராக்சி பினைல் அலனினாக மாறுகிறது. (தைரோசினானது ஹைட்ராக்சிலேற்றம் அடைந்து டைஹைட்ராக்சி பினைல் அலனினாக மாறுகிறது. (DOPA)
2. DOPA கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்கம் (Decarbozylation) பெற்று டோபாகுயினோனாக உருவாக்கம் பெறுகிறது.
3. பல்வேறு வினைகளில் மூலம் டோபாகுயினோனானது இன்டோல் குயினோனாக மாறுகிறது.
4. இண்டோல் குயினோன் பல படியாக்கல் மூலம் (polymerization) மெலனின் பெறப்படுகிறது.

4.5 தைராய்டு ஹார்மோன்களின் உருவாக்கம்

1. கனிம அயோடின் (inorganic iodine) அயோடைடாக மாற்றப்படுகிறது. (அயோடினைக் கிளர்வுறச் செய்தல்).
2. தைரோகுளோபுலின் என்னும் புரதத்திலுள்ள தைரோசின் வளையமானது அயோடினேற்றம் பெற்று மோனோ அயோடோ தைரோசின் (MIT) மற்றும் டைஅயோடோ தைரோசின் (DIT) உருவாகிறது.



படம் 4.15 தைராய்டு ஹார்மோன் தொகுப்பு

XII U4 Protein new_tamil.indd 111 4/22/2020 11:32:11 AM

3. அலனின் இணைப்பு மற்றும் நீக்கல் மூலமாக டை –அயோடா தைரோனின் மற்றும் டெட்ரா அயோடோ தைரோனின் உருவாகின்றன. அயோடினேற்றம் பெற்ற பெறுதிகளை கொண்ட தைரோகுளோபுலின் தைராய்டு சுரப்பியில் சேகரிக்கப்படுகிறது.

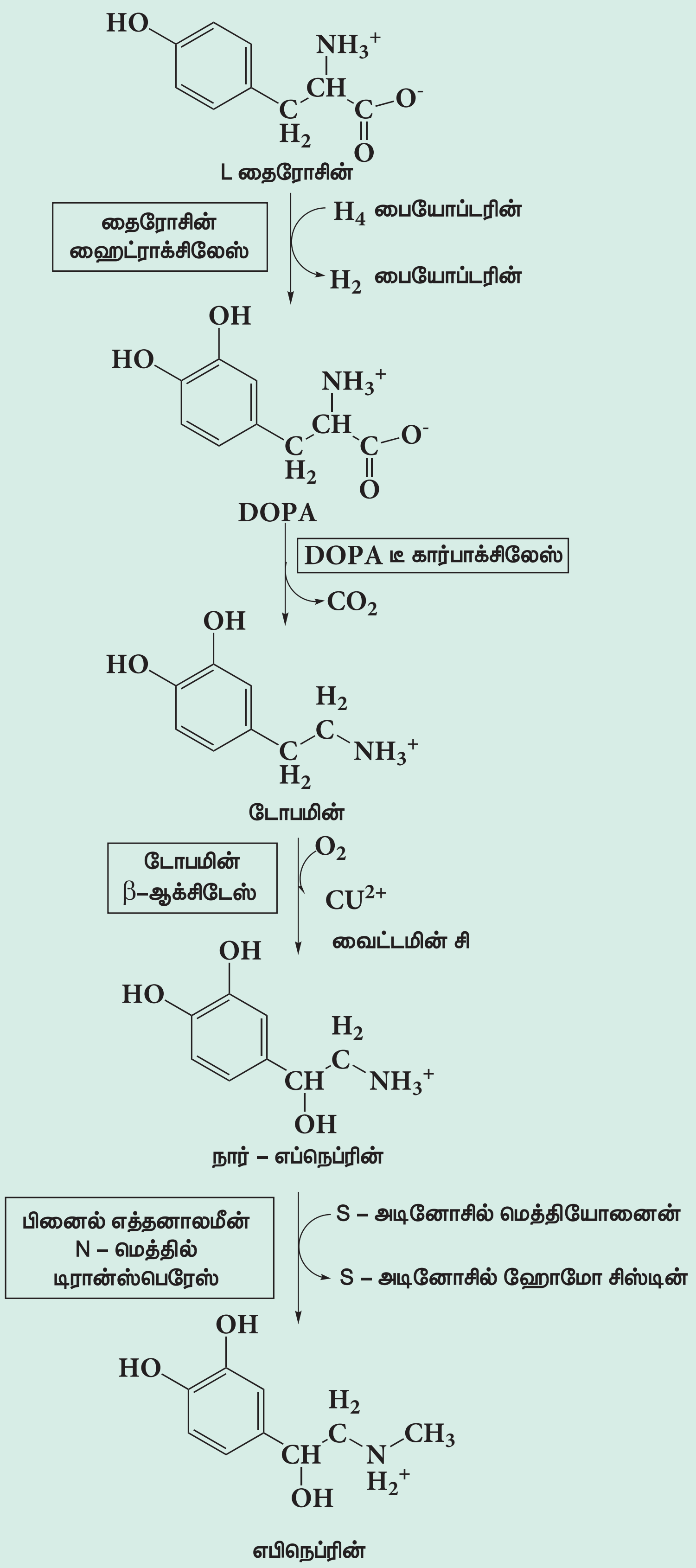
4. உடலின் தேவைக்கேற்றவாறு தைராய்டு தூண்டும் ஹார்மோன் (TSH) தைராய்டு சுரப்பியைத் தூண்டுவதால் தைரோகுளோபுலின் ஆனது புரதச்சிதைவுற்று T_3 மற்றும் T_4 ஐ வெளியேற்றுகின்றன.

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 செயல்தாக்கத்தைக் 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. இவ்வினையில், S – அடினோசில் மெத்தியோனைன் மெத்தில் தொகுதி வழங்கியாகவும், N – மெத்தில் ட்ரான்ஸ்பெரேஸ் (N - methyl transferase) நொதியாகவும் செயல்படுகின்றன.

செயல்பாடு

1. அமினோ அமில வளர்சிதை மாற்றத்திற்கும், TCA சுழற்சிக்கும் இடையேயான இணைப்புகளைக் கண்டறிய உதவும் விளக்கப்படத்தைத் தயாரிக்கவும்.
2. யூரியா சுழற்சியை விளக்கும் விளக்கப்படம் தயாரிக்கவும்.
3. மின்நூல்களின் துணைகொண்டு யூரியா தொகுப்பு தொடர்பான நோய் அறிகுறிகளை (symdromes) 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. இதன் மூலம் கல்லீரல் பாதிப்படையும். மேலும் AST மற்றும் ALT அளவு அதிகரிக்கும்.
- இன்சுலின், இன்சுலின் போன்ற வளர்ச்சி காரணி – 1 (Insulin linke growth factor - I) மற்றும் வளர்ச்சி ஹார்மோன் ஆகியவை புரத வளர்சிதைமாற்றத்தில் புரதத் தொகுப்பை ஊக்குவிக்கின்றன.
- புரதங்களை உட்கொள்ளுவதாலோ அல்லது அமினோ அமிலங்களை உட்செலுத்துவதாலோ புரதவளர்சிதை மாற்றத்தில் புரதத்தொகுப்பை ஊக்குவிக்கின்றன.

www.tnschoolbooks.in

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 அமினோ 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 ட்ரான்ஸ் அமினேஸ் (AST) ஆகியவை முக்கிய ட்ரான்ஸ் 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 4/22/2020 11:32:12 AM

- 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 அமின்கள் 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 அமினேற்றம்

   ஈ. ஆக்சிஜனேற்றமற்ற அமினோ நீக்க வினை

2. முக்கியமான அமினோ அமிலங்கள்

   அ. கல்லீரலில் தொகுக்கப்படுகின்றன.

ஆ. புரத தொகுத்தலில் மட்டும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன

இ. உடலில் தொகுக்க இயலாது

ஈ. சிதைவடைதல் மூலம் யூரியாவைத் தருகிறது.

3. டிரான்ஸ் அமினேற்றம் 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 அமினேற்றம் 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.

8. DOPA என்பது

அ. டிஹைட்ராக்ஸி பினைல் அலனைன்

ஆ.டைஹைட்ராக்ஸ் பினைல் அலனைன்

இ. டைஹைட்ராக்ஸி பினைல் அலனைன்

ஈ. டீஹைட்ரோ பினைல் 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 குளூடமேட் டிஹைட்ரோஜெனேசால் 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

14. பினைல் 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. ஓரிரு வரிகளில் விடையளி

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 டோபாகுயூனோனாக மாற்றப்படுகிறது?
10. நார் எபிநெப்ரினை எபிநெப்ரினாக மாற்றும் வினையில் S அடினோசில் மெத்தியோனினின் பங்கு யாது?

III. சுருக்கமாக விடையளி

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?

IV. விரிவாக விடையளி

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. கேட்டிக்காலமீன்கள் 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

XII U4 Protein new_tamil.indd 119 4/22/2020 11:32:12 AM

V. கூற்று மற்றும் காரணம் அறிதல்

வழிகாட்டுதல் – பின்வரும் ஒவ்வொரு வினாக்களிலும் ஒரு கூற்று (A) கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். மேலும் தொடர்புடைய விளக்க காரணம் (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 அமினேற்ற வினையில் உருவாகிறது.

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

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

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

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

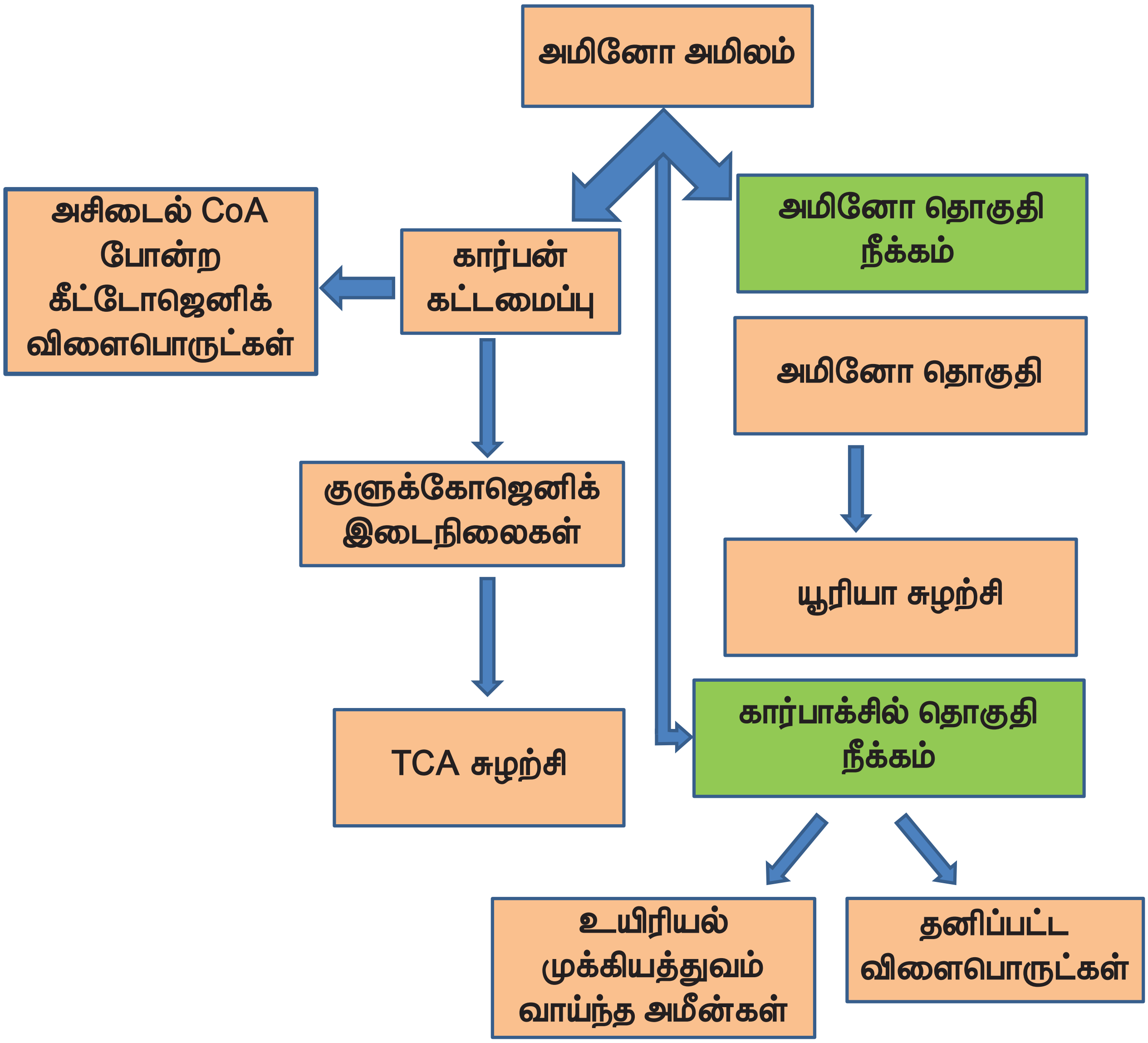
   காரணம்: பினைல் அலனைனின் சிதைவினால் பியூமரேட் உருவாகி TCA சுழற்சியினுள் உருவாகிறது.

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.

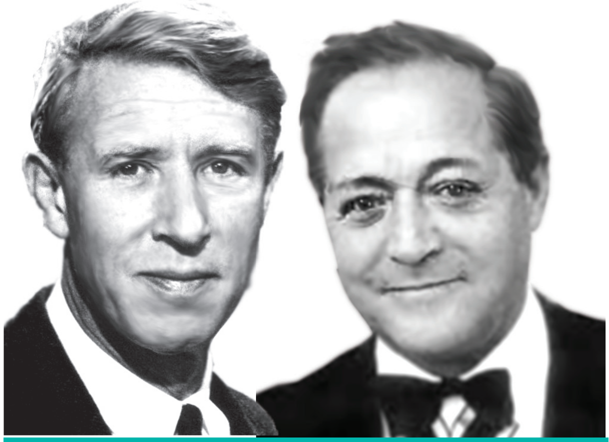
XII U4 Protein new_tamil.indd 120 4/22/2020 11:32:12 AM

கருத்து வரைபடம்


அமினோ அமிலம்
அசிடைல் CoA போன்ற கீட்டோஜெனிக் விளைபொருட்கள்
கார்பன் கட்டமைப்பு
அமினோ தொகுதி நீக்கம்
அமினோ தொகுதி
குளுக்கோஜெனிக் இடைநிலைகள்
யூரியா சுழற்சி
கார்பாக்சில் தொகுதி நீக்கம்
TCA சுழற்சி
உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த அமீன்கள்
தனிப்பட்ட விளைபொருட்கள்

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.

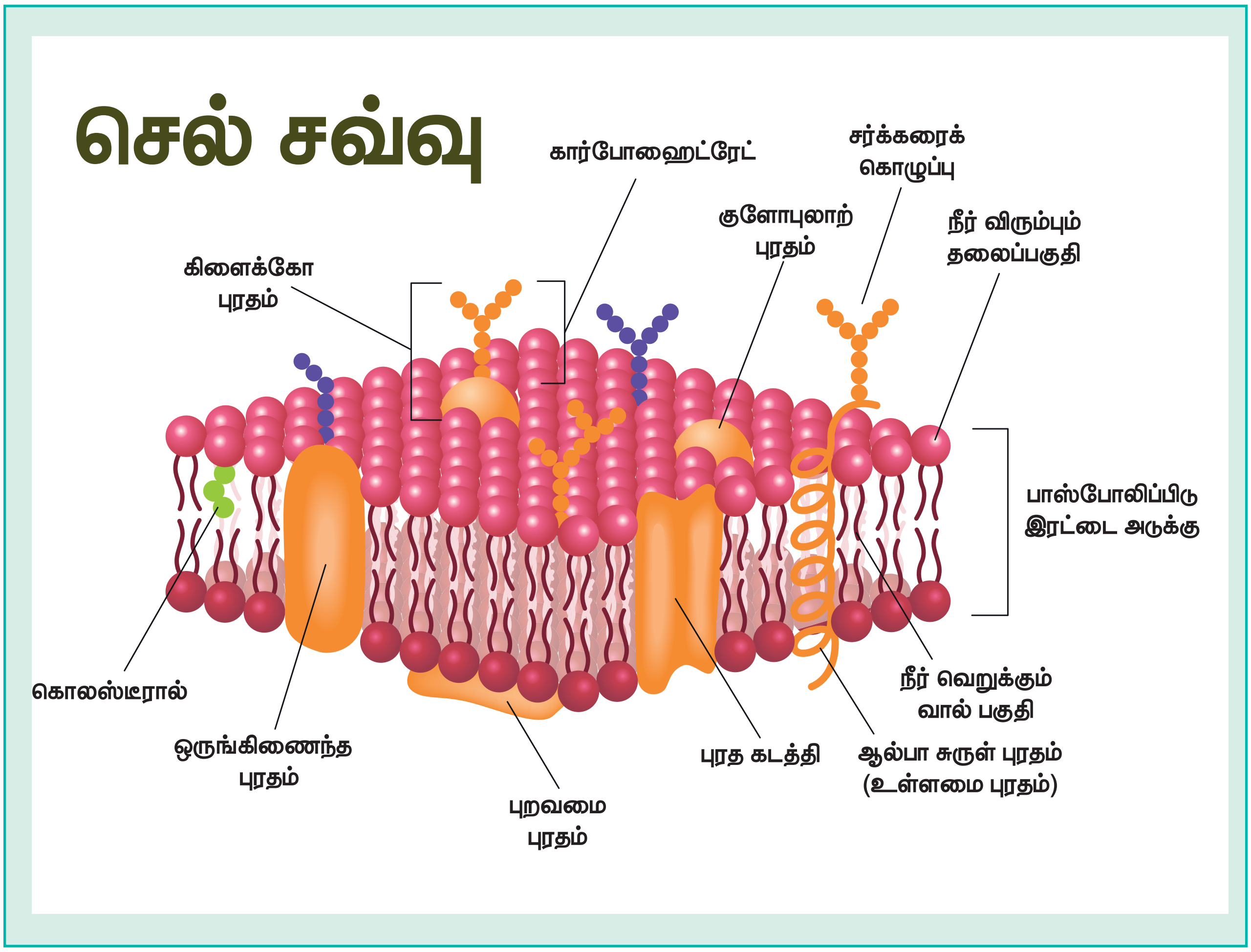
கற்றலின் நோக்கங்கள்:

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.

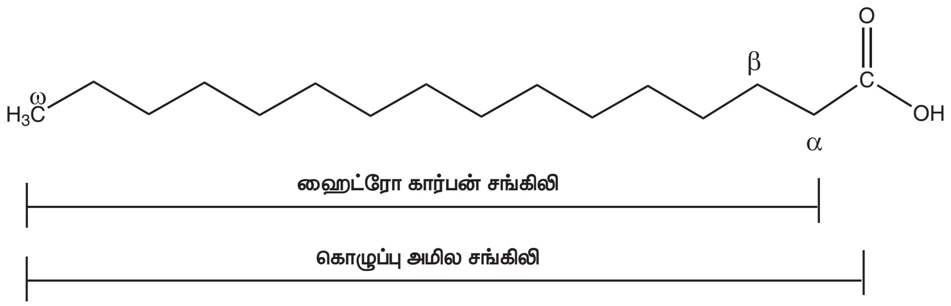
iv. செல்களின் வளர்ச்சிதை மாற்ற ஒழுங்குபடுத்திகளில் லிப்பிடுகள் மிக முக்கியமானவை (ஸ்டீராய்டு ஹார்மோன்கள் மற்றும் புரோஸ்டோகிளான்டுகள்)

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) துணைக் காரணிகள் (வைட்டமின் K) டிடெர்ஜென்டுகள் (பித்த உப்புகள்) மற்றும் பல்வேறு செயல்பாடுகளில் பயன்படுகிறது.

5.2 கொழுப்பு அமிலங்களின் உயிர்த்தொகுப்பு

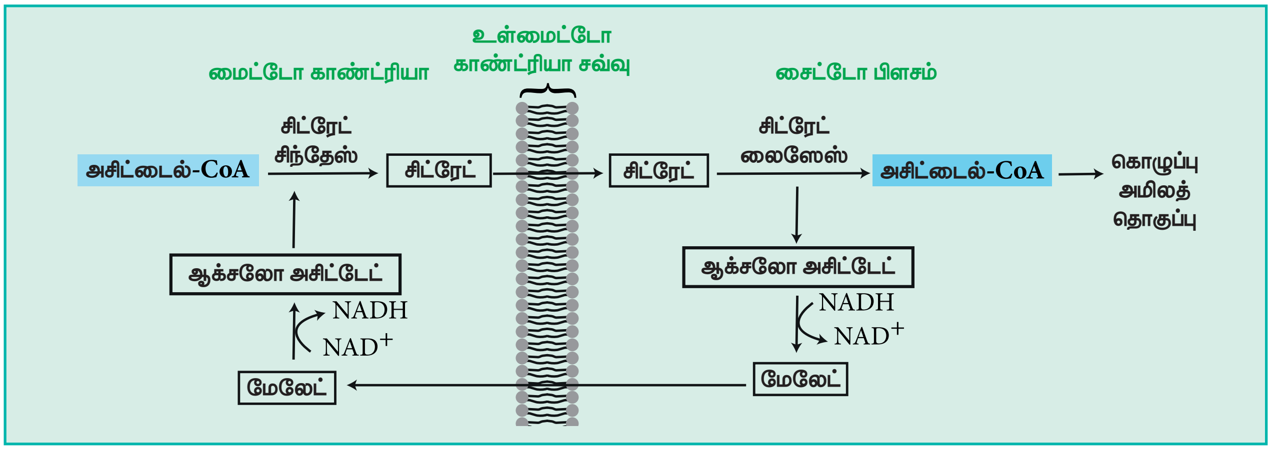
கொழுப்பு அமிலங்கள் என்பன லிப்பிடுகளின் எளிய வடிவங்களாகும். மேலும் இவைகள் ஒரு கார்பாக்சில் அமிலத் தொகுதியுடன் கூடிய பெரிய சிக்கலான லிப்பிடுகளின் பகுதிப்பொருளாக உள்ளன. இவைகள் 4 முதல் 36 கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட நீண்ட ஹைட்ரோ கார்பன் சங்கிலியை பெற்றுள்ளன. இவைகள் முனைவுற்ற மற்றும் முறைவுறா ஆகிய இரு முனைகளையும்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



கொழுப்பு அமிலங்களில் இரண்டாவது கார்பன் α – கார்பன் எனப்படுகிறது. மூன்றாவது கார்பன் β மற்றும் 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 அமினோ 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.



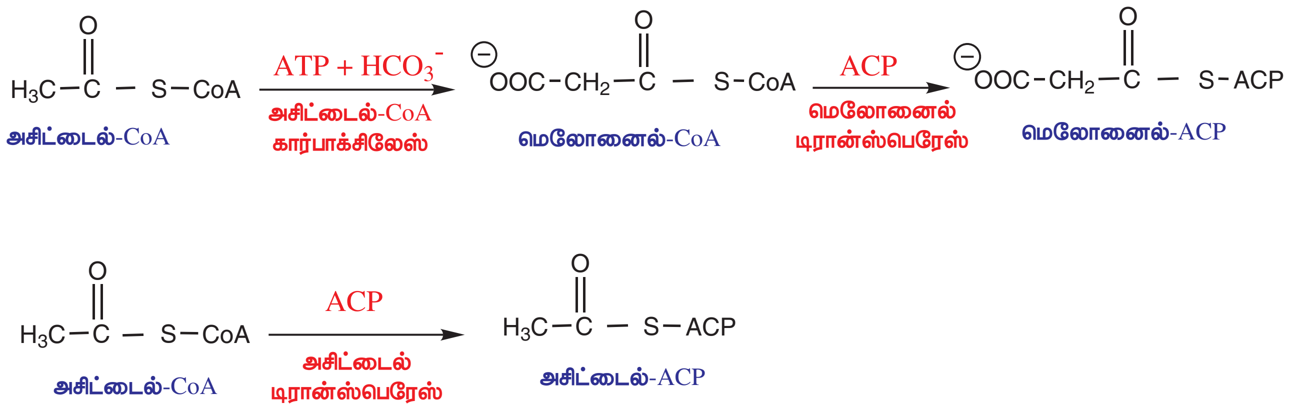
மைட்டோகாண்டீரியவினுள், அசிட்டைல் CoA ஆனது ஆக்சலோஅசிட்டேட்டுடன் வினைபட்டு சிட்ரேட்டை தருகிறது. இவ்வினையில் சிட்ரேட் சிந்தேஸ் வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது. அசிட்டைல் தொகுதியானது மைட்டோகாண்ட்ரியாவிலிருந்து சிட்ரேட் ஆக வெளியேறுகிறது. சைட்டோசாலில் சிட்ரேட் ஆனது சைட்டோசாலிக் CoA உடன் வினைபட்டு அசிட்டைல் CoA மற்றும் ஆக்சலோசிட்டேட்டைத் தருகிறது. ஆக்சலோ அசிட்டேட் ஆனது மாலேட்டாக ஒடுக்கமடைகிறது. பின்னர் மைட்டோகாண்டீரியில் மேட்ரிக்ஸ் பகுதிக்கு 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 விளைப்பொருள் 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 4/20/2020 5:11:37 PM

(கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வில் உருவான டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன்பாஸ்பேட்டிலிருந்து பெறப்படுபவை) சேர்ந்து ட்ரைகிளிசரைடுகளை உருவாக்குகின்றன. இவைகள் புரதங்களுடன் இணைந்து லிபோ புரதங்களைத் தருகின்றன. மேலும் இவை இரத்த சுழற்சியினுள் சென்று ஆக்சிஜனேற்றம்சேமித்தல்மற்றும்புதியலிப்பிடுகளைஉருவாக்குதல்போன்றஉயிர்ச்செயல்முறைகளில் ஈடுபடுகின்றன. எனவே, இரத்தத்தில் பல்வேறு கொழுபபு அமிலங்கள் தனித்த நிலையிலேயோ அல்லது அவைகளின் எஸ்டர் வடிவிலோ (டிரைகிளிசரைடுகள்) காணப்படுகின்றன.

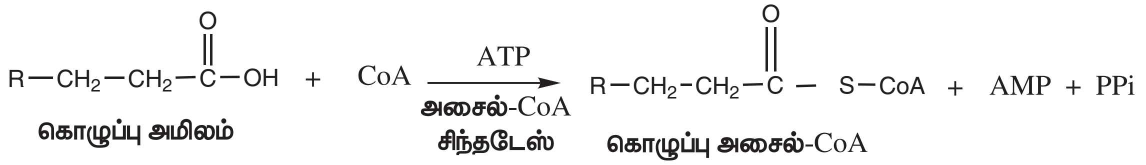
கல்லீரல், அடிப்போஸ்திசுக்கள், தசைகள், இதயம், சிறுநீரகம், மூளை, நுரையீரல் மற்றும் விரைகள் போன்ற பல்வேறு திசுக்களில் கொழுப்பு ஆக்சிஜனேற்றமடைதலுக்கு உடனடி மூலம் கொழுப்பு அமிலங்களாகும். உடலில் உள்ள கொழுப்பு அமிலங்கள் மைட்டோகாண்டீரியவில், பெரும்பாலும் β ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்றன. கொழுப்பு அமிலங்களின் β கார்பனில் 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.

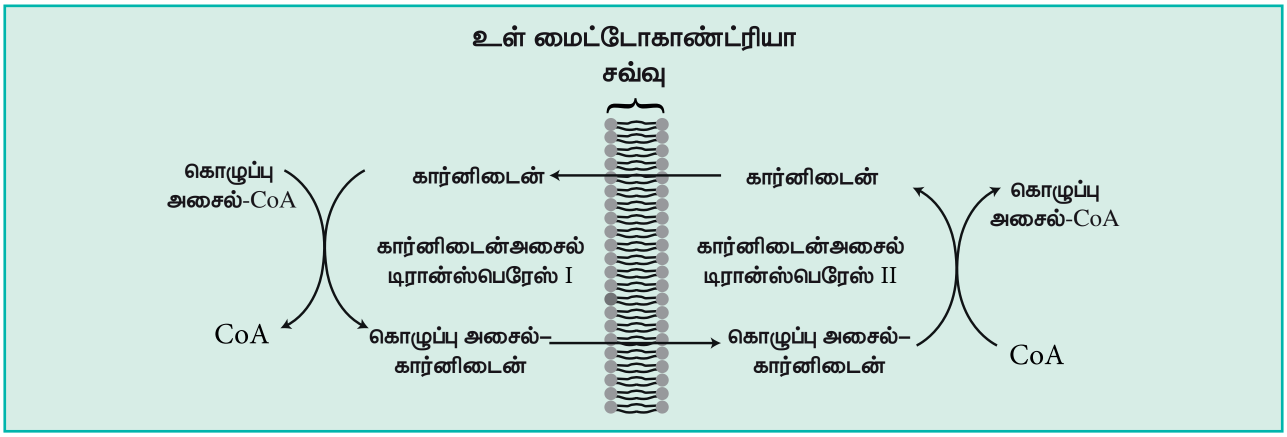
I. சைட்டோசாலில் கொழுப்பு அமிலங்கள் கிளர்வுறுதல்

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



II. கொழுப்பு அமிலங்கள் மைட்டோகாண்டீரியவிற்கு கடத்தப்படுதல்

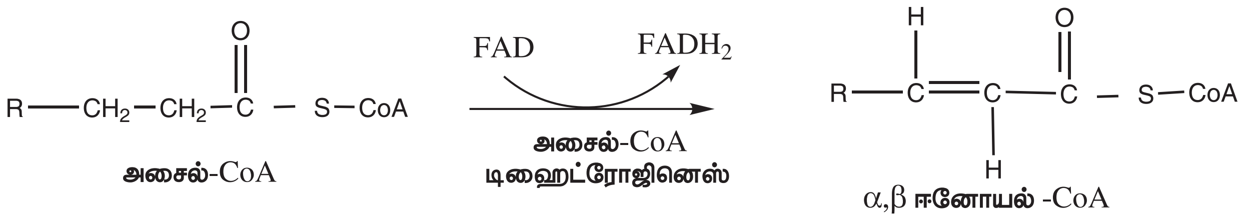
கொழுப்பு அமிலங்கள் சைட்டோசாலில் ஆக்சிஜனேற்றமடைய கிளர்வுற்ற போதிலும் அவைகள் மைட்டோகாண்டீரியாவில் ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்றன. மைட்டோகாண்டீரியல் சவ்வானது நீண்ட சங்கிலி கொழுப்பு அமிலங்களை புகுந்து செல்ல அனுமதிக்காததால் அவைகள் கார்னிடைன் எனும் ஒரு சிறப்பு கடத்து மூலக்கூறால் கடத்தப்படுகின்றன.



III. மைட்டோகாண்டிரியல் மேட்ரிக்ஸில் β ஆக்சிஜனேற்றம் அடைதல்

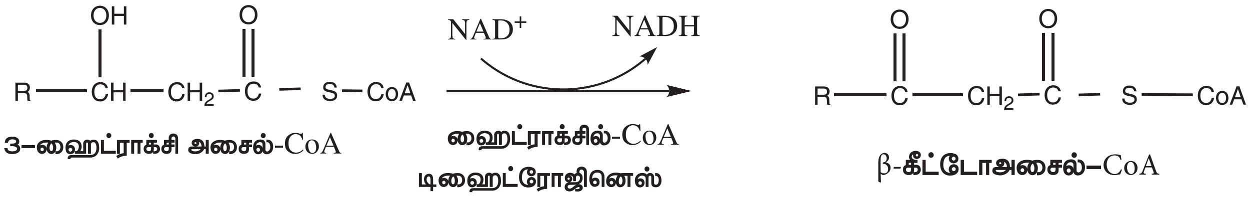
மைட்டோகாண்டிரியல் மேட்ரிக்ஸினுள் நுழைந்தவுடன், கொழுப்பு அசைல் CoA ஆனது β கார்பனில் ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. மேலும் நீண்ட சங்கிலி அசைல் CoA ஆனது மீண்டும் நிகழும் நான்கு படிநிலை வினைகளுக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. இதில் இறுதியாக இரண்டு கார்பன் துண்டு கிடைக்கும் வரை நீண்ட சங்கிலியிலிருந்து இரண்டு கார்பன் சங்கிலி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

ஆக்சிஜனேற்றம்

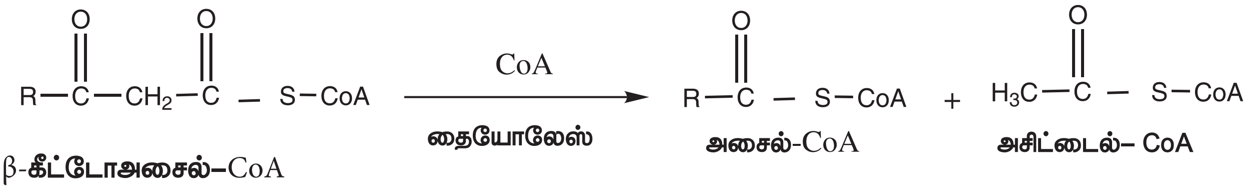


நீராற் பகுத்தல்

ஆக்சிஜனேற்றம்



தையோலைசிஸ்



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

5.4 கொலஸ்டிரால்

கொலஸ்டிரால் ஆனது, செல் சவ்வு மற்றும் லிப்போபுரதங்களின் 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 $<200 mg / dL$.

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.

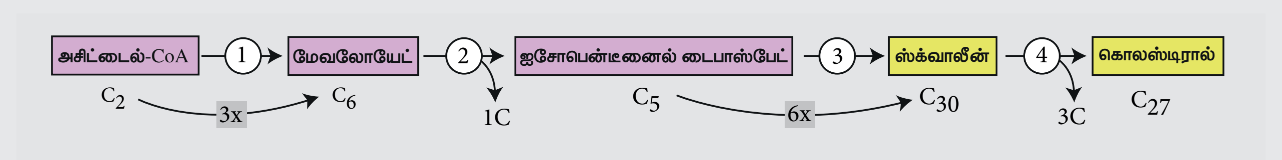
ii. உடலில் மற்ற ஸ்டீராய்டு சேர்மங்களான. ஹார்மோன்கள், வைட்டமின் D மற்றும் பித்த உப்புகள் ஆகியவற்றின் தொகுத்தலுக்குக் கொலஸ்டிரால் முன்னோடி சேர்மமாகும்.

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

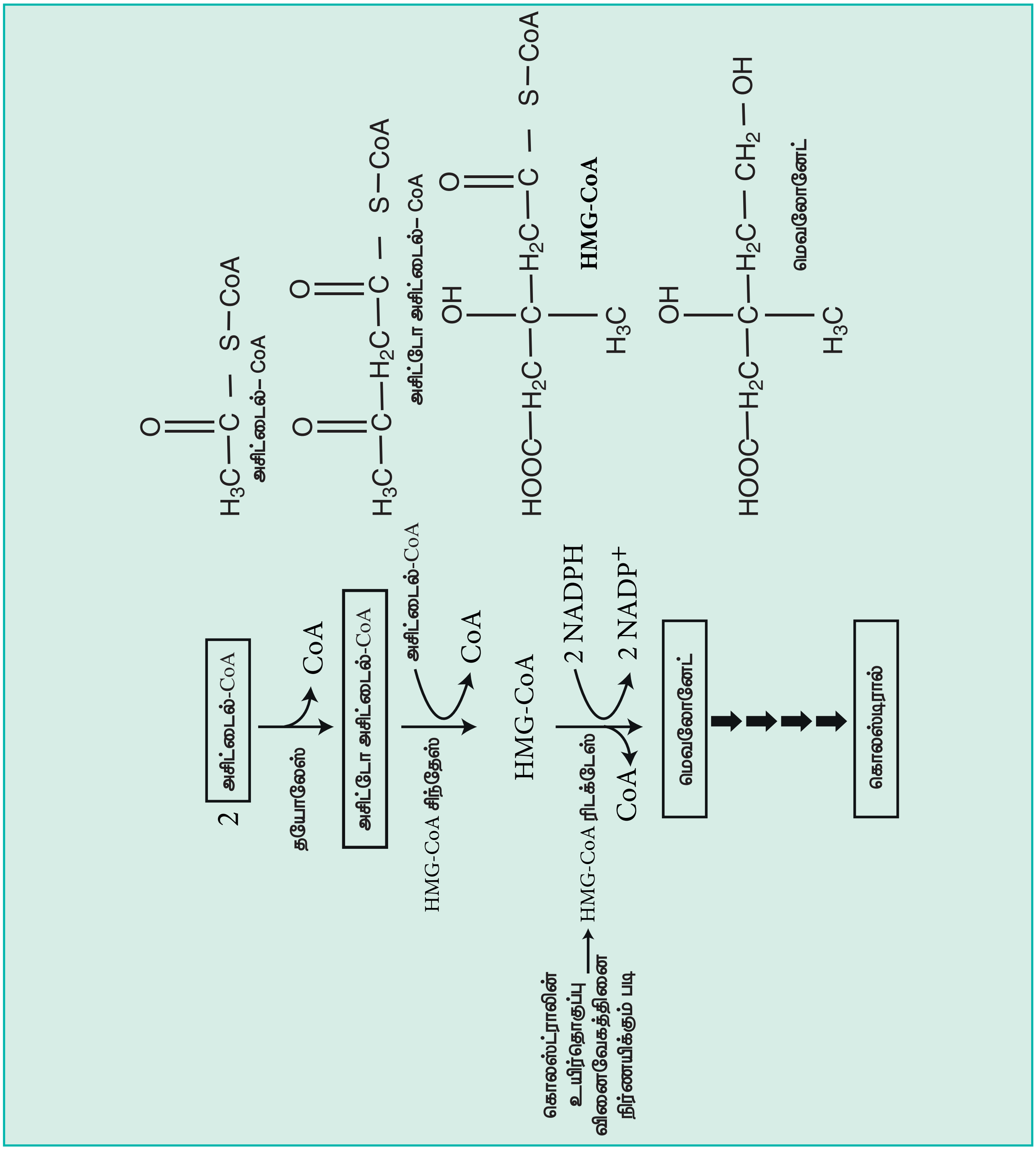
அசிட்டோஅசிட்டைல் CoA ஆனது மேலும் ஒரு மூலக்கூறு அசிட்டைல் CoA உடன் குறுக்கமடைந்து HMG – CoA (3 – ஹைட்ராக்ஸி – 3 – மீத்தைல் குளுட்டரைல் – CoA) வைத் தருகிறது. இவ்வினையில், HMG – CoA சிந்தஸ் என்ற நொதி வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுகிறது.

XII U5 Lipids.indd 129 4/20/2020 5:11:38 PM

www.tnschoolbooks.in

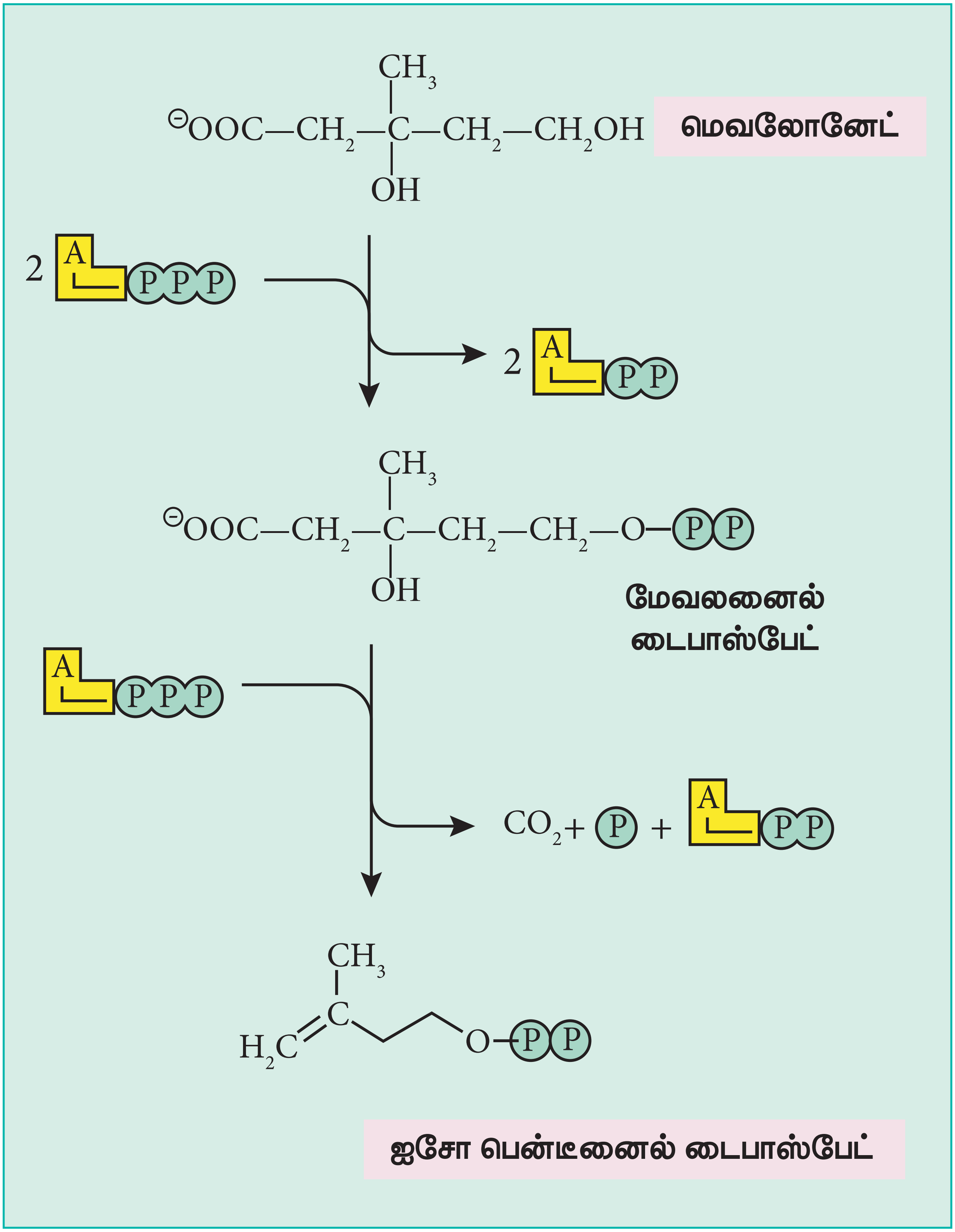
iv. மெவலோனேட் உருவதால்

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

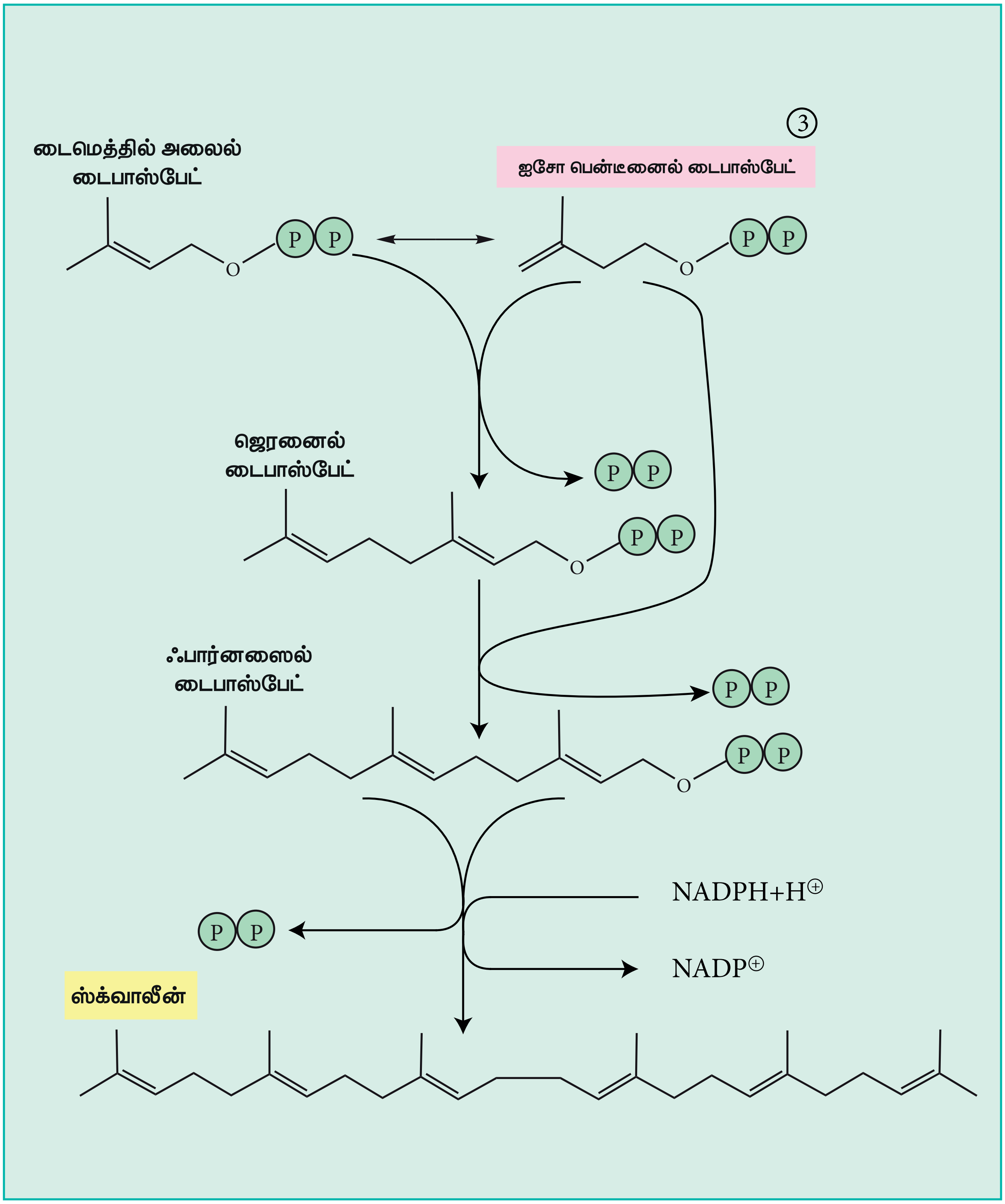


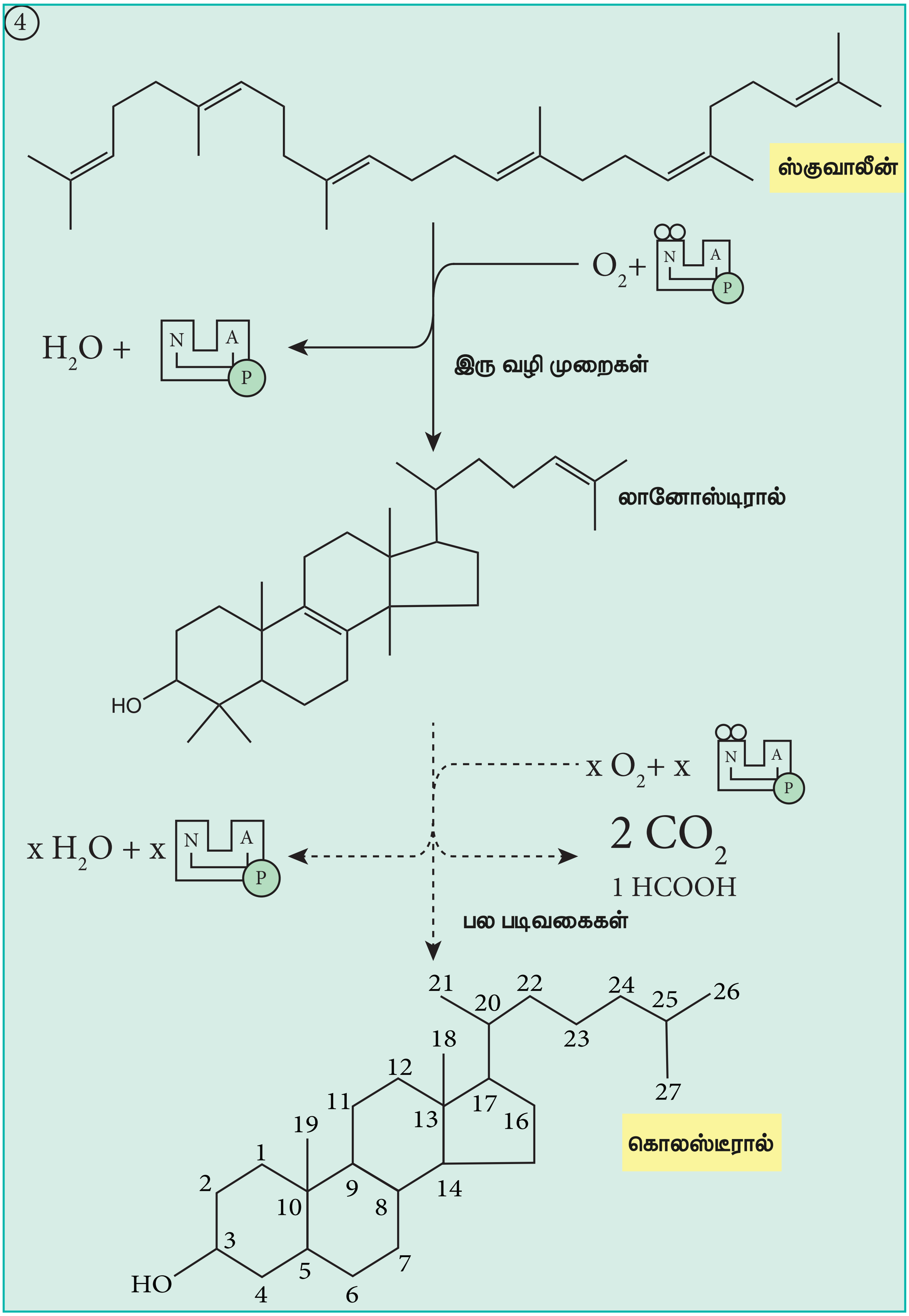
இவ்வாறு உருவான மெவலோனேட் ஆனது பல்வேறு படிநிலைகளின் வழியே ஸ்குவாலீனைத் தருகிறது. ஸ்குவாலீன் பல்வேறு வினை இடைநிலைகள் உருவாகும் வினைகள் வழியே இறுதியாக விளைபொருள் கொலஸ்டிராலைத் தருகிறது.

XII U5 Lipids.indd 130 4/20/2020 5:11:38 PM



CH3
⊖OOC—CH2—C—CH2—CH2OH
OH
மெவலோனேட்
2 A PPP
2 A PP
CH3
⊖OOC—CH2—C—CH2—CH2—O—PP
OH
மேவலனைல் டைபாஸ்பேட்
A PPP
CO2+ P + A PP
CH3
H2C=C
O—PP
ஐசோ பென்டீனைல் டைபாஸ்பேட்


3
டைமெத்தில் அலைல் டைபாஸ்பேட்
ஐசோ பென்டீனைல் டைபாஸ்பேட்
ஜெரனைல் டைபாஸ்பேட்
ஃபார்னஸைல் டைபாஸ்பேட்
NADPH+H⊕
NADP⊕
ஸ்க்வாலீன்


4
ஸ்குவாலீன்
O2+ NAP
H2O + NAP
இரு வழி முறைகள்
லானோஸ்டிரால்
HO
x O2+ x NAP
x H2O + x NAP
2 CO2
1 HCOOH
பல படிவகைகள்
21 20 22 24 25 26 23 18 27 12 11 17 16 13 19 1 2 9 10 8 14 3 5 7 4 6
HO
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.

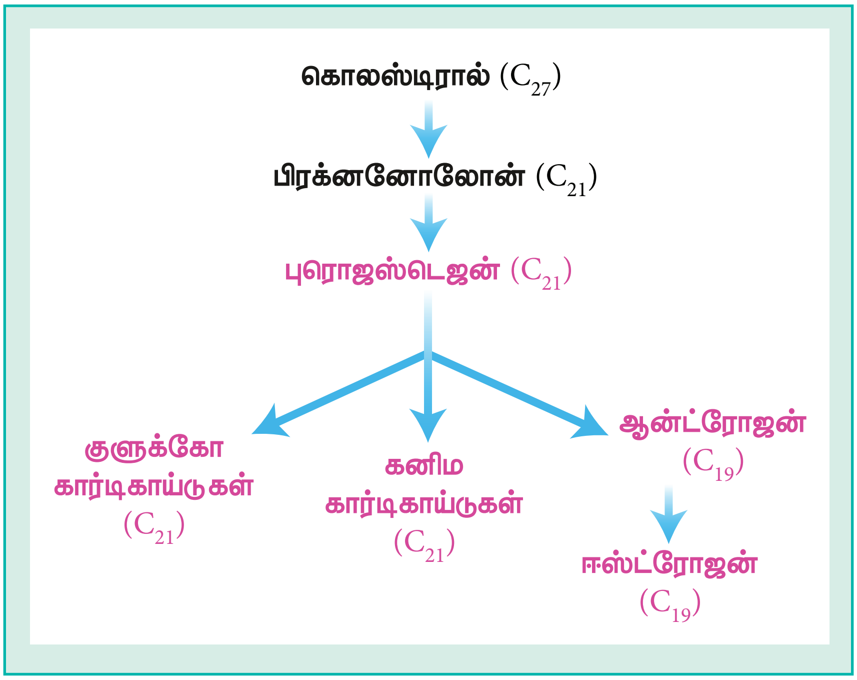
நற்திறனுடைய மறுசுழற்சி அமைப்பானது பித்த உப்புக்களை மீளவும் இரத்த ஓட்டத்தில் அனுமதிக்கிறது. மேலும் மறு பயன்பாட்டிற்காக கல்லீரலுக்குத் திரும்புகிறது. மேலும் மிகச் சிறிதளவு பித்த உப்புக்கள் மட்டுமே இந்த மறுசுழற்சி அமைப்பிலிருந்து தப்பிச் செல்கின்றன. இது மட்டுமே உடலிலிருந்து கொலஸ்டிரால் வெளியேறுவதற்கான ஒரே 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 4/20/2020 5:11:39 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 பகுதிப்பொருளாக சிரைன் போன்ற அமினோ அமிலம், எத்தனோலமைன் கோலின், கிளிசரால் மற்றும் இனோசிடால் ஆகியன 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

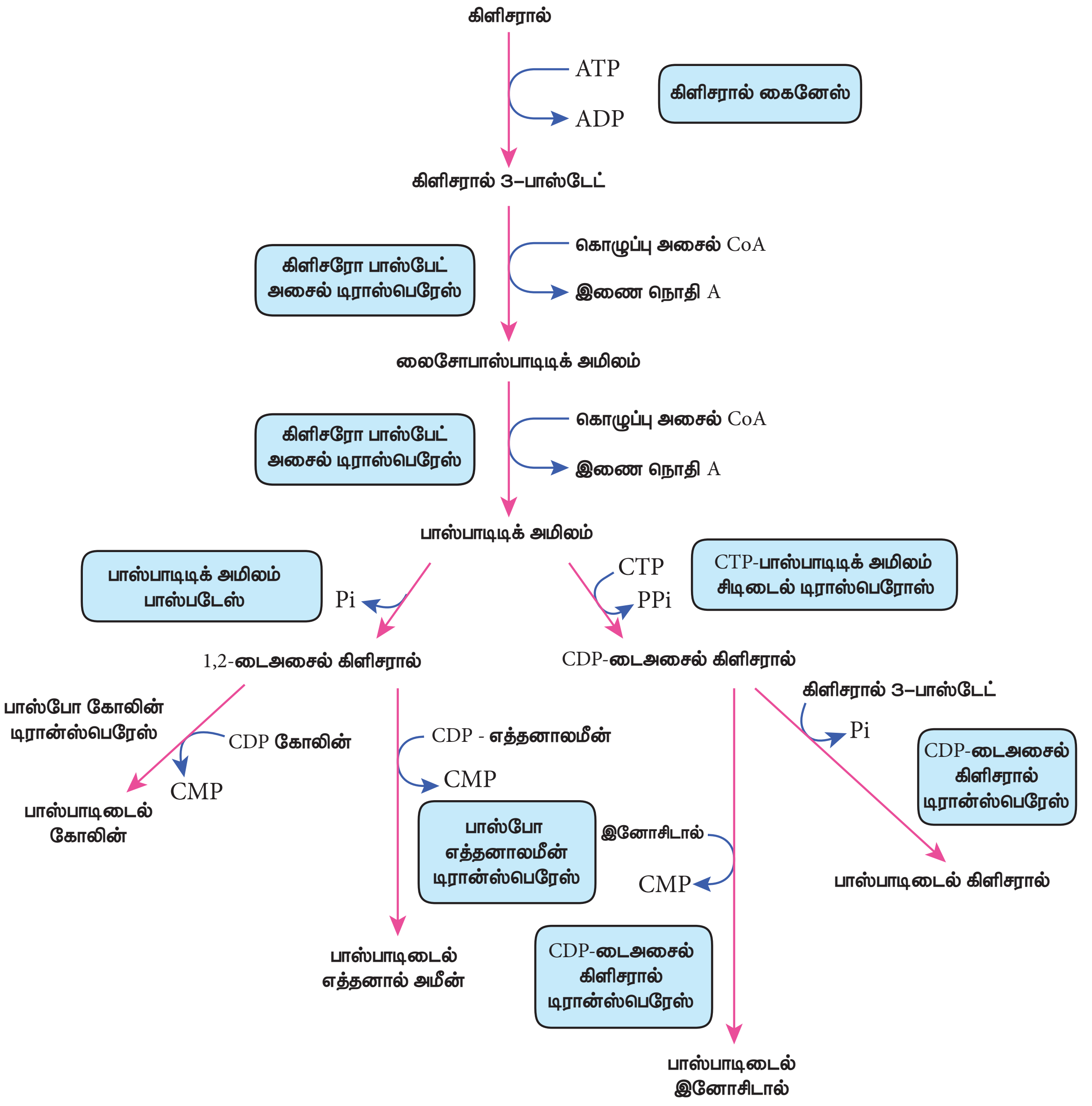
1. பாஸ்படிடைல் சிரைன்
2. பாஸ்படிடைல் கோலின்
3. பாஸ்படிடைல் எத்தனோலமைன்
4. பாஸ்படிடைல் இனோசிடால்
5. ஸ்பின்கோமைலின்

5.5.2 பாஸ்போலிப்பிடுகளின் உயிர்த்தொகுப்பு

பாஸ்போலிப்பிடுகளை இரு வகையான வினை வழிமுறைகளை பின்பற்றி தொகுக்க இயலும். ஒரு வினைவழிமுறையில் பாஸ்படிடிக் 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 பாஸ்படிடிக் அமிலம் உருவாகிறது. பாஸ்படேஸ் ஆனது பாஸ்பேடிடிக் அமிலத்தை டை அசைல் கிளிசராலாக மாற்றுகிறது. டை அசைல் கிளிசராலுடன் வெவ்வேறு முனைவு தலைத் தொகுதிகள் இணைக்கப்படுவதால் பின்னர் பாஸ்படிடைல் கோலின், பாஸ்படிடைல் எத்தனோலமைன் அல்லது பாஸ்படிடைல் சிரைன் போன்றவை உருவாகின்றன.

XII U5 Lipids.indd 135 4/20/2020 5:11:39 PM

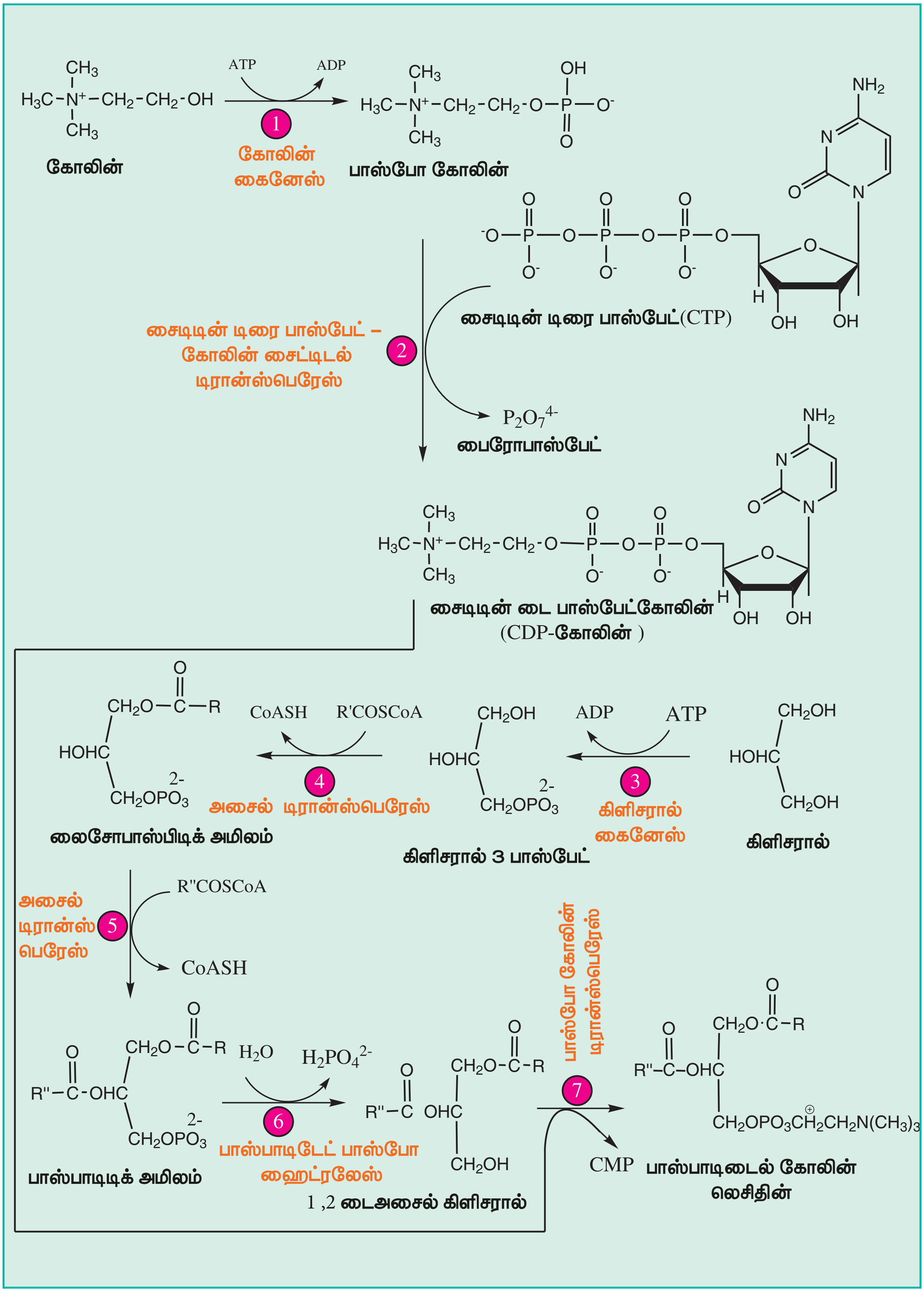
பாஸ்போலிப்பிடுகளின் உயிர்த்தொகுத்தல்



5.5.3 லெசித்தினின் உயிர்தொகுப்பு

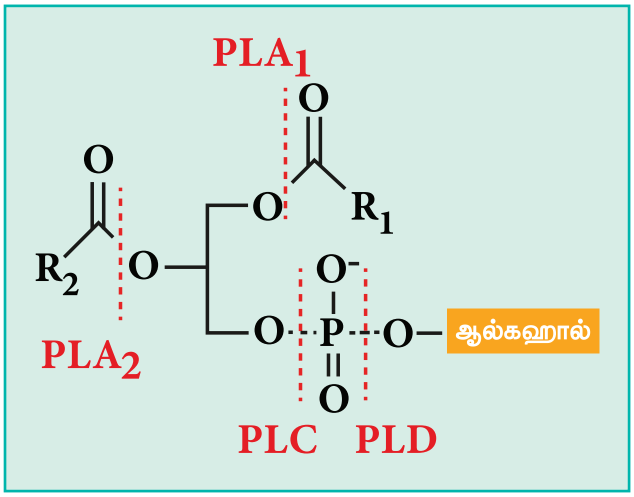
லெசித்தின் (பாஸ்பேடிடைல் கோலைன்) ஆனது கோலைன் தொகுப்பின் வினைமுன்பொருள் ஆகும். நரம்புமண்டல சைகைகடத்தியான அசிட்டைல் கோலைன் தொகுத்தலில் இரு பங்காற்றுகிறது. மேலும் செல்சவ்வு உட்புகுதிறனை ஒழுங்குபடுத்துதல் உள்ளிட்ட சிக்கலான செல்லிடை செயல்முறைகளில் பயன்படுகிறது.

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



கோலின்
ATP
ADP
1
கோலின் கைனேஸ்
பாஸ்போ கோலின்
சைடிடின் டிரை பாஸ்பேட் – கோலின் சைட்டிடல் டிரான்ஸ்பெரேஸ்
2
சைடிடின் டிரை பாஸ்பேட்(CTP)
$P_2O_7^{4-}$
பைரோபாஸ்பேட்
சைடிடின் டை பாஸ்பேட்கோலின் (CDP-கோலின்)
CoASH
R'COSCoA
4
அசைல் டிரான்ஸ்பெரேஸ்
லைசோபாஸ்பிடிக் அமிலம்
3
கிளிசரால் கைனேஸ்
கிளிசரால் 3 பாஸ்பேட்
கிளிசரால்
அசைல் டிரான்ஸ் பெரேஸ்
5
R"COSCoA
CoASH
H_2O
$H_2PO_4^{2-}$
6
பாஸ்பாடிடேட் பாஸ்போ ஹைட்ரலேஸ்
பாஸ்பாடிடிக் அமிலம்
1 ,2 டைஅசைல் கிளிசரால்
பாஸ்போ கோலின் டிரான்ஸ்பெரேஸ்
7
CMP
பாஸ்பாடிடைல் கோலின் லெசிதின்

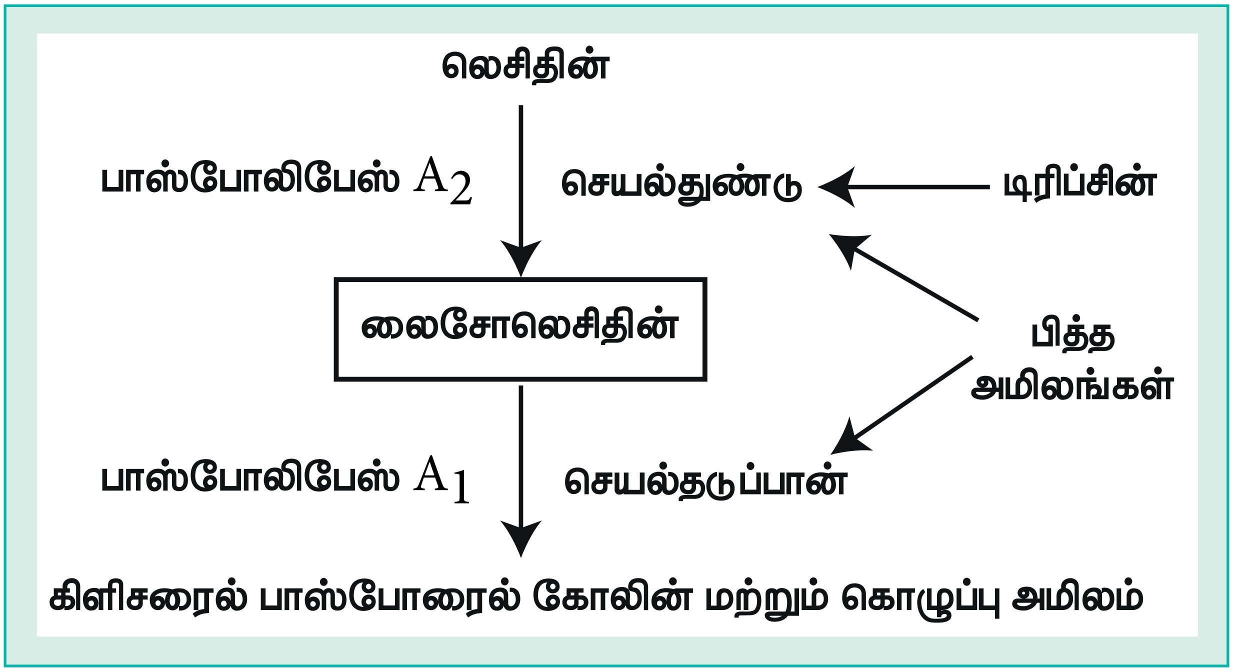
5.5.4 பாஸ்போலிப்பிடுகள் சிதைவடைதல்



பாஸ்போ லைப்பேஸ்கள் என்பன கார்பாக்ஸி மற்றும் பாஸ்போடைஎஸ்டர் பிணைப்புகளின் நீராற்பகுப்பு 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 பாஸ்படிடைல் கோலின்கள் (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 அமினோ அமிலத்தால் கிளர்வுறச் செய்யப்படுகிறது. லைசோலெசித்தின் ஆனது பாஸ்போலைபேஸ் A_1 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

XII U5 Lipids.indd 138 4/20/2020 5:11:40 PM

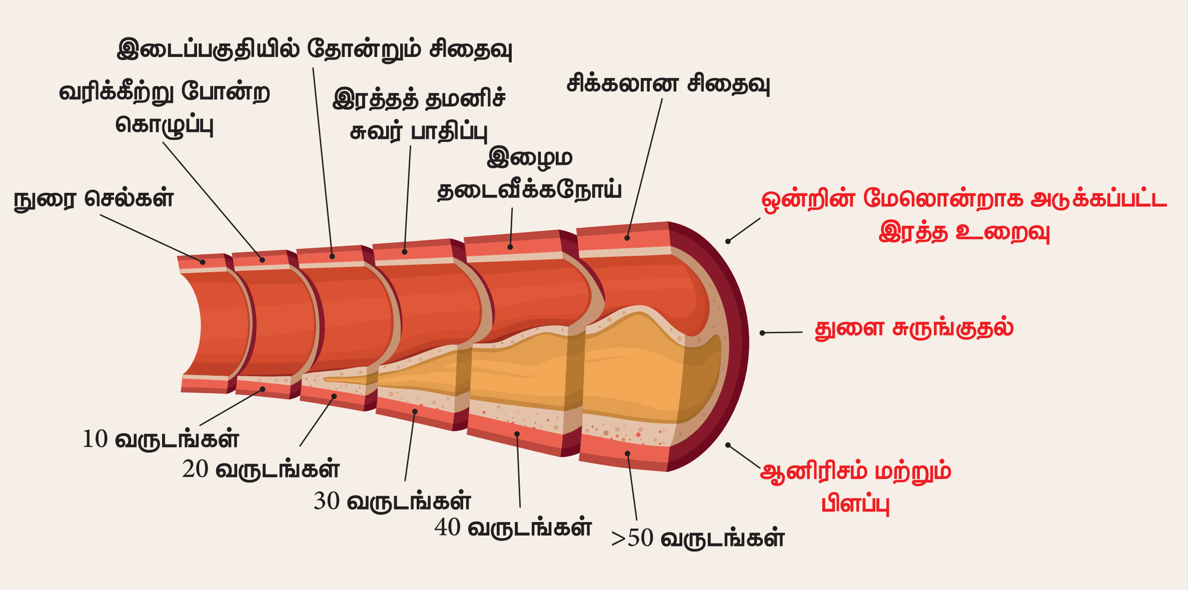
சீராகவும் எளிதாகவும் பரவும் இயல்பினைக் கொண்டது. எனவே LPC ஆனது உணவு மற்றும் மருந்தாக்க தொழிற்சாலைகளில் பெருமளவில் பயன்படுகிறது. மேலும் கால்நடை மற்றும் பறவை பண்ணைகளில் தீவனமாகவும் பயன்படுகிறது.

5.6 செஃப்பாலின்

செஃப்பாலின் ($C_{40}H_{80}NO_8P$) என்பது ஒரு பாஸ்போலிப்பிடு சேர்மமாகும். இது பாஸ்படிடைல் எத்தனோலமைன் மற்றும் பாஸ்பேடிடைல் சீரைன் ஆகியனவற்றை உள்ளடக்கியது. இந்த எஸ்டர்கள் உடல் முழுவதும் பரவிக் காணப்படுகின்றன. குறிப்பாக மூளை மற்றும் தண்டுவடத்தில் காணப்படுகின்றது. மேலும் இது 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.

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 அமிலங்களாக 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 ஸ்டிரால் 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 நிர்ணயிக்கும் 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

ஆல்கஹால் கிளிசரால் அல்லது ஸ்பின்கோசைன் ஆகியன பாஸ்போலிப்பிடுகள் கட்டமைக்கப்படுவதற்கான அடிப்படைத் தளமாக அமைகின்றன.

16. பாஸ்போலிப்பிடுகளை இரு வகையான வினை வழிமுறைகளை பின்பற்றி தொகுக்க இயலும். ஒரு வினைவழிமுறையில் பாஸ்படிடிக் 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 நீராற்பகுப்பு வழியே பாஸ்போலிப்பிடுகளை சிதைவடையச் செய்யும் நொதிகளாகும்.
19. செல்சவ்விற்கு லைசோலெசித்தின் ஒரு நச்சாகும். மேலும் பித்த உப்புக்களைப் பேலவே 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. லினோலெனிக் அமிலம்

இ. அரக்கிடோனிக் அமிலம் ஈ. ஓலியிக் அமிலம்

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

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

3. பின்வருவனவற்றுள் எது நிறைவுற்ற அமிலம்?

அ. ஒலியிக் அமிலம் ஆ. செரிப்புரோனிக் அமிலம்

இ. நெர்வோனிக் அமிலம் ஈ. ஸ்டீயரிக் அமிலம்

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

அ. குளுக்கோறியோஜெனிசிஸ் ஆ. லிப்போஜெனிசிஸ்

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

XII U5 Lipids.indd 141 4/20/2020 5:11:40 PM

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. லிப்போஜெனிசிஸ் செயல்முறையில் பின்வருவனவற்றுள் எது இடைநிலைப் பொருளாகும்.

அ. ஐசோபென்டைல் பைனோ பாஸ்பேட் ஆ. மோலோனைல் ACP

இ. ஆக்சலோ அசிட்டேட் ஈ. அசிட்டோ அசிட்டேட்

8. பின்வருவனவற்றுள் எது ஒரு கீட்டோன் பொருள்?

அ. கார்னிடைன் ஆ. அசிட்டோஅசிட்டேட்

இ. ஆக்சலோ அசிட்டேட் ஈ. அசிட்டைல் CoA

9. ___________ ஆனது லெசித்தின் மீது செயல்படுவதால் லைசோலெசித்தின் உருவாகிறது.

அ. லெசித்தினேஸ் A_1 ஆ. லெசித்தினேஸ் A_2

இ. லெசித்தினேஸ் C ஈ. லெசித்தினேஸ் D

10. ஒரு C_{18} கொழுப்பு அமில மூலக்கூறை வளர்ச்சிதைமாற்றத்திற்கு உட்படுத்த எத்தனை முறை β ஆக்சிஜனேற்ற வழிமுறைகள் தேவைப்படுகின்றது.

அ. ஏழு ஆ. பதினெட்டு

இ. ஒன்பது ஈ. எட்டு

11. β ஆக்சிஜனேற்ற வழிமுறையில் ஏற்படும் வினைசெயல்தொகுதி மாற்றம் என்ன?

அ. ஆல்கேனிலிருந்து ஆல்கீன்

ஆ. 2^0 ஆல்கஹாலில் இருந்து கீட்டோன்

இ. ஆல்கீனிலிருந்து 2^0 ஆல்கஹால்

ஈ. ஆல்கேனிலிருந்து 2^0 ஆல்கஹால்

II. கோடிட்ட இடத்தை நிரப்பு

1. β ஆக்சிஜனேற்றத்திற்கு உட்படும் கொழுப்பு அமிலங்களின் செயலுறு இடைநிலை வடிவம் ______________

2. ஸ்பின்கோலிப்பிடுகளில் காணப்படும் அமினோ ஆல்காஹால் ______________

3. கொலஸ்டிரால் உயிர்தொகுத்தலில் வினைவேகத்தை நிர்ணயிக்கும் படி __________

4. அத்திரோஸ்கிளிரோசிஸ் படிவில் உள்ளது ______________

III. சரியா, தவறா எனக் கூறுக

1. உடலில் ஏறத்தாழ வரம்பற்ற அளவில் லிப்பிடுகளை சேமிக்க இயலும்.
2. கொழுப்பு அமில உயிர்தொகுப்பு வினைகளோடு தொடர்புடைய நொதி அசிட்டைல் CoA டிஹைட்ரோஜினேஸ்
3. செஃபாலின் ஆனது பாஸ்பேடிடைல் எத்னோலமைன் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.
4. ஆத்திரோ ஸ்கிளோரிஸை 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

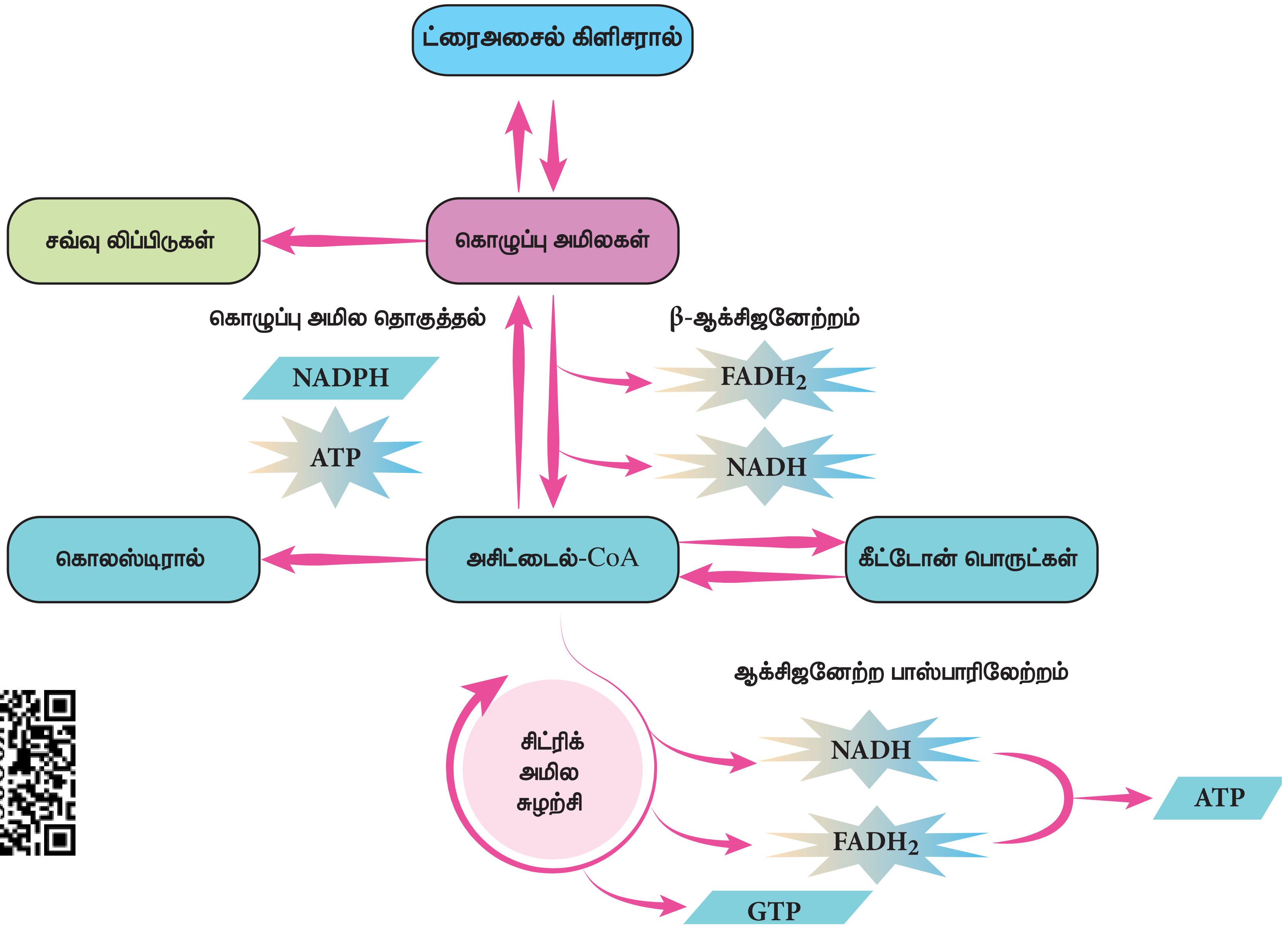
V. பின்வருவனவற்றிற்கு சுருக்கமாக விடையளி

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

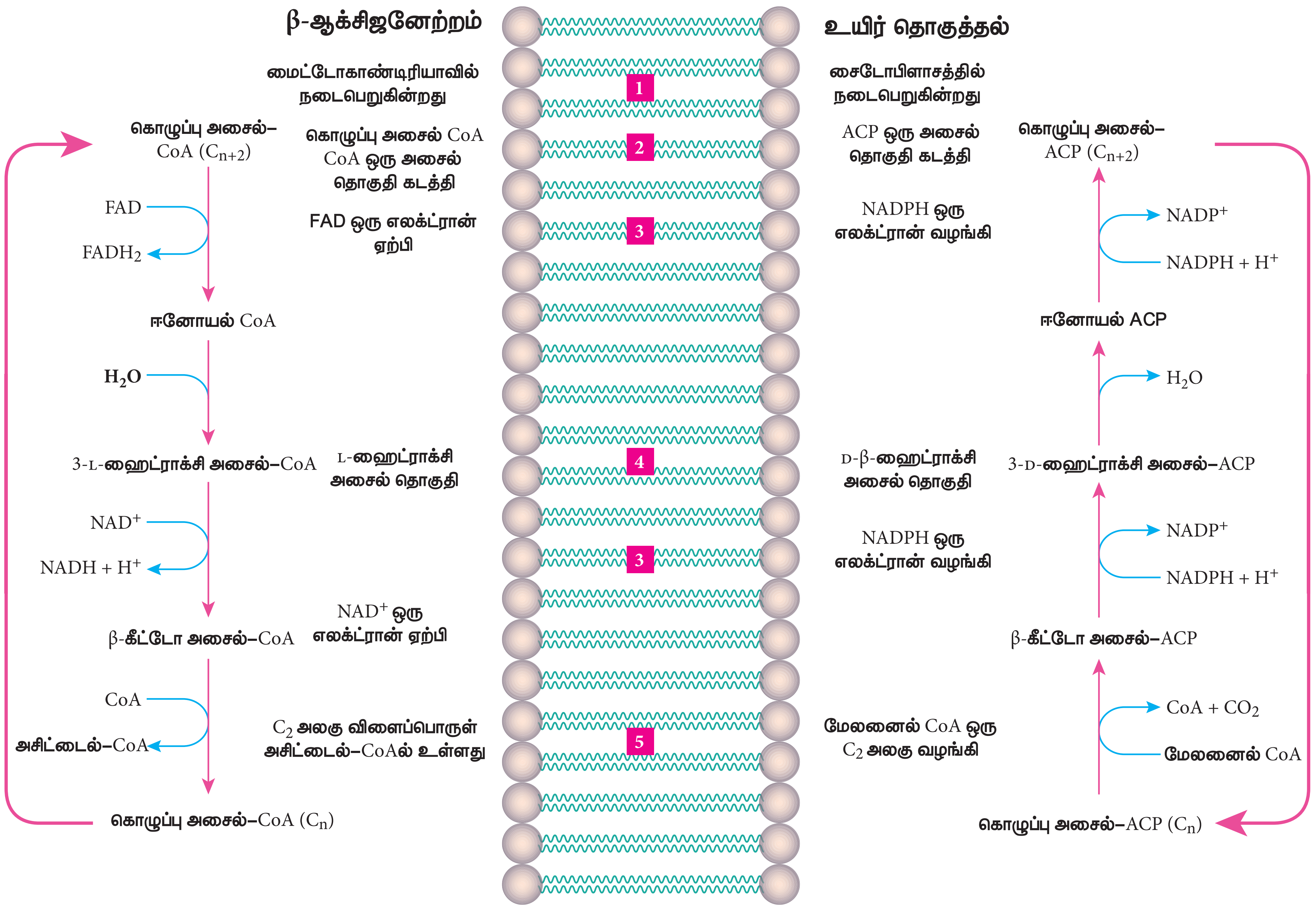
www.tnschoolbooks.in

கருத்து வரைபடம்

லிப்பிடு வளர்சிதை மாற்றம்



XII U5 Lipids.indd 144 4/20/2020 5:11:40 PM


β-ஆக்சிஜனேற்றம்
மைட்டோகாண்டிரியாவில் நடைபெறுகின்றது
கொழுப்பு அசைல்–CoA (C_{n+2})
FAD
$FADH_2$
ஈனோயல் CoA
H_2O
3-L-ஹைட்ராக்சி அசைல்–CoA
NAD^+
$NADH + H^+$
β-கீட்டோ அசைல்–CoA
CoA
அசிட்டைல்–CoA
கொழுப்பு அசைல்–CoA (C_n)
கொழுப்பு அசைல் CoA CoA ஒரு அசைல் தொகுதி கடத்தி
FAD ஒரு எலக்ட்ரான் ஏற்பி
L-ஹைட்ராக்சி அசைல் தொகுதி
NAD^+ ஒரு எலக்ட்ரான் ஏற்பி
C_2 அலகு விளைப்பொருள் அசிட்டைல்–CoAல் உள்ளது
1
2
3
4
3
5
உயிர் தொகுத்தல்
சைட்டோபிளாசத்தில் நடைபெறுகின்றது
ACP ஒரு அசைல் தொகுதி கடத்தி
NADPH ஒரு எலக்ட்ரான் வழங்கி
D-β-ஹைட்ராக்சி அசைல் தொகுதி
NADPH ஒரு எலக்ட்ரான் வழங்கி
மேலனைல் CoA ஒரு C_2 அலகு வழங்கி
கொழுப்பு அசைல்–ACP (C_{n+2})
$NADP^+$
$NADPH + H^+$
ஈனோயல் ACP
H_2O
3-D-ஹைட்ராக்சி அசைல்–ACP
$NADP^+$
$NADPH + H^+$
β-கீட்டோ அசைல்–ACP
$CoA + CO_2$
மேலனைல் CoA
கொழுப்பு அசைல்–ACP (C_n)

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, தடய அறிவியல் விசாரணையிலும் பாலிமரேஸ் தொடர் வினையாக்கி பயன்படுகிறது. கேரி முல்லிஸ் எனும் அமெரிக்க உயிர்வேதியியல் அறிஞர் பாலிமரேஸ் தொடர் வினையாக்கி கண்டுபிடித்தற்காக 1993–ஆம் ஆண்டு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

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

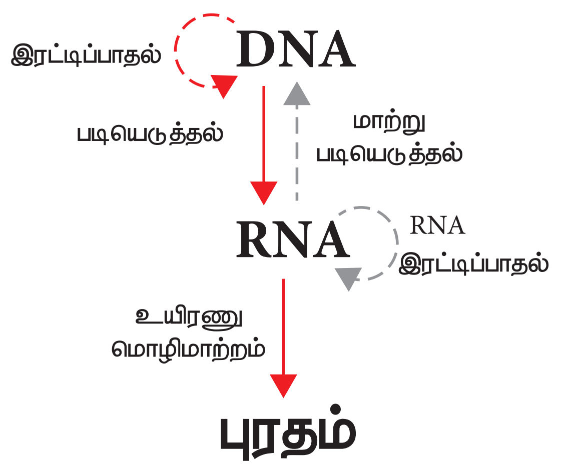
XII U6 Mol Bio_TM.indd 146 4/20/2020 5:57:21 PM

6.1 அறிமுகம்

உயிரியல் பிரிவில் செல் வளர்ச்சி, செல் பிரிகை அடைதல், செல்லின் தனித்தன்மை செல் இயக்கம் மற்றும் செல் இடையீடுகள் போன்ற அடிப்படை செல் செயல்முறைகளை அறிவது மூலக் கூறு உயிரியலின் நோக்கமாகும். மூலக்கூறு உயிரியல் எனும் வார்த்தை இராக்பெல்லர் அமைப்பில் இயற்கை அறிவியல் 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 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 என்ற அறிஞர் 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. இவ்வாறு மரபுத் தகவல்கள் DNA மூலக்கூறு, RNA புரதம் என கடத்தப்படுவது எல்லா உயிர்களுக்கும் பொதுவானதாகும். ஆனால் அரிதாக ரெட்ரோ வைரஸ்களில் RNA –விலிருந்து DNA தொகுக்கப்படுகிறது. இந்நிகழ்வு மீள்படியெடுத்தல் (Reverse Transcription) எனப்படும். இதேபோல் RNA வைரஸ்களான போலியோ மற்றும் மென்கோ (Mengo) போன்றவற்றில் RNA இரட்டிப்படைதல் நிகழ்கிறது.



படம் 1: மூலக்கூறு உயிரியலின் மையக் கோட்பாடு

XII U6 Mol Bio_TM.indd 147 4/20/2020 5:57:22 PM

6.2 DNA இரட்டிப்படைதல் (DNA REPLICATION)

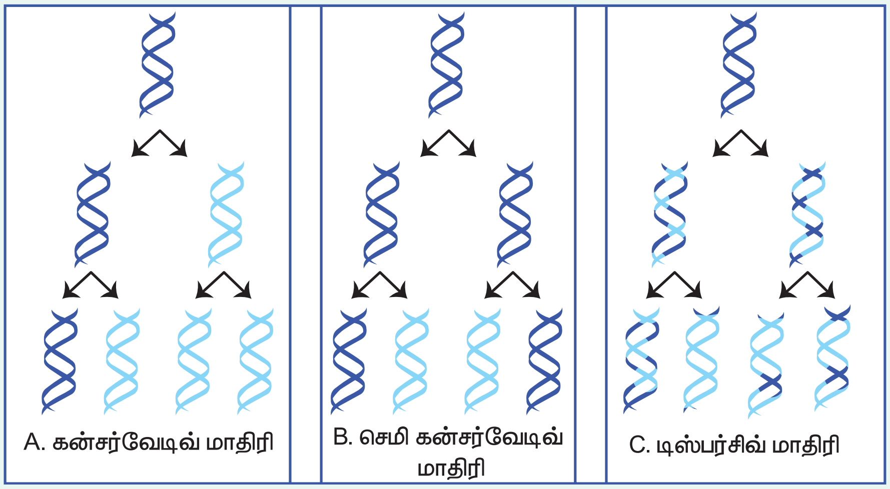
பெற்றோர்களின் செல்களிலிருந்து மரபுத் தகவல்கள் அடுத்த தலைமுறைக்கு கடத்தப்படும் முறை நம்பத்தன்மையுடைய வழிமுறையாகும். செல்களில் ஏற்கனவே உள்ள DNA விலிருந்து புதிய DNA–க்கள் உருவாக்கப்படுவது (இரட்டிப்படைதல்) மையக்கோட்பாட்டின் முதல்படியாகும். **DNA இரட்டிப்படைதல் வழிமுறை கீழ்க்கண்ட சிக்கல் தன்மைகளை கடந்து 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 மீண்டும் இணைவதை தடுக்கவேண்டும். (Re-annealing)
4. DNA மூலக்கூறு பெரிதாக உள்ளதால், DNA இரட்டிப்படைதல் மூலக்கூறின் 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 4/20/2020 5:57:23 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 டிஸ்பர்சிவ் (DISPERSIVE)

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

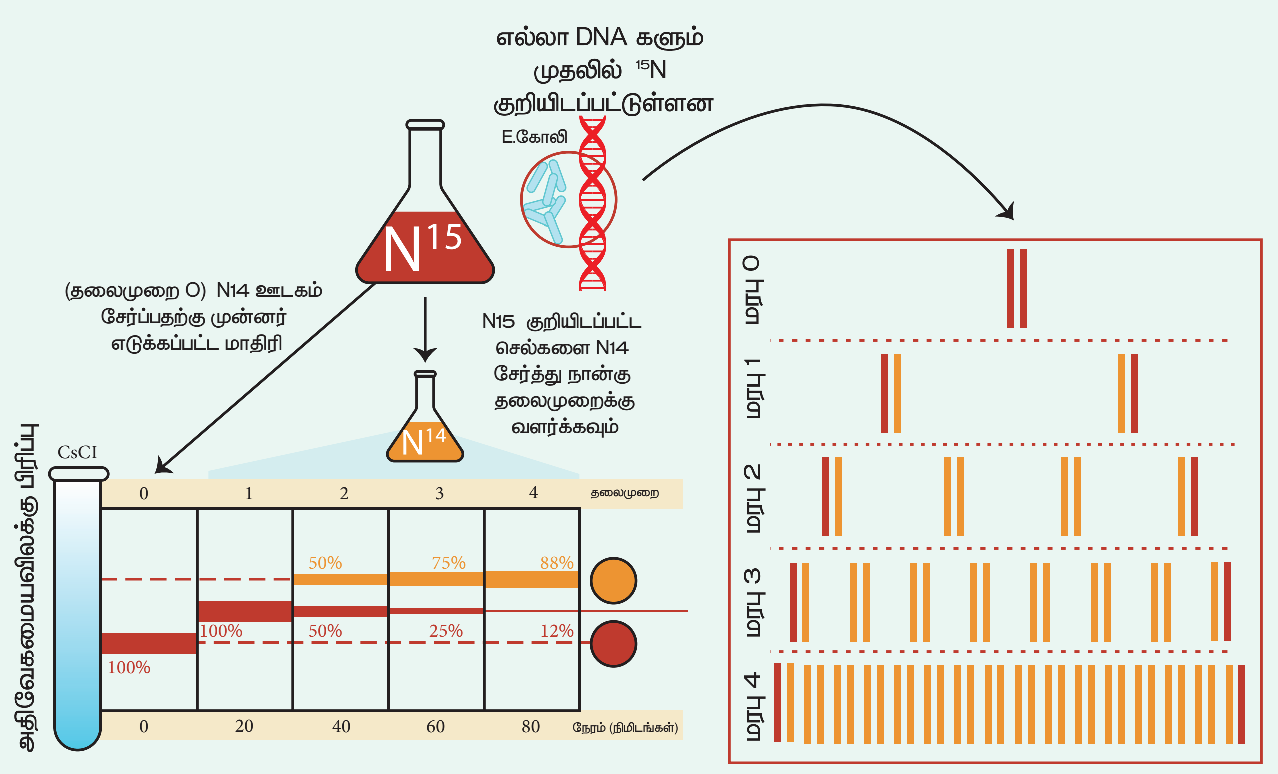
6.2.5 மெசல்சன் – ஸ்டாஸ் சோதனை (செமி கன்சர்வேடிவ் மாதிரியை உறுதிச் செய்தல்)

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 இலேசான ^{14}N ஐசோடோப் DNA–வில் சேர்க்கப்படுகிறது. இலேசான ^{14}N ஊடகத்தில் ஈகோலி பாக்டீரியாவை 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 அடிப்பகுதியிலும் 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.

XII U6 Mol Bio_TM.indd 149 4/20/2020 5:57:23 PM



படம் 3: மேசல்சன் – 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

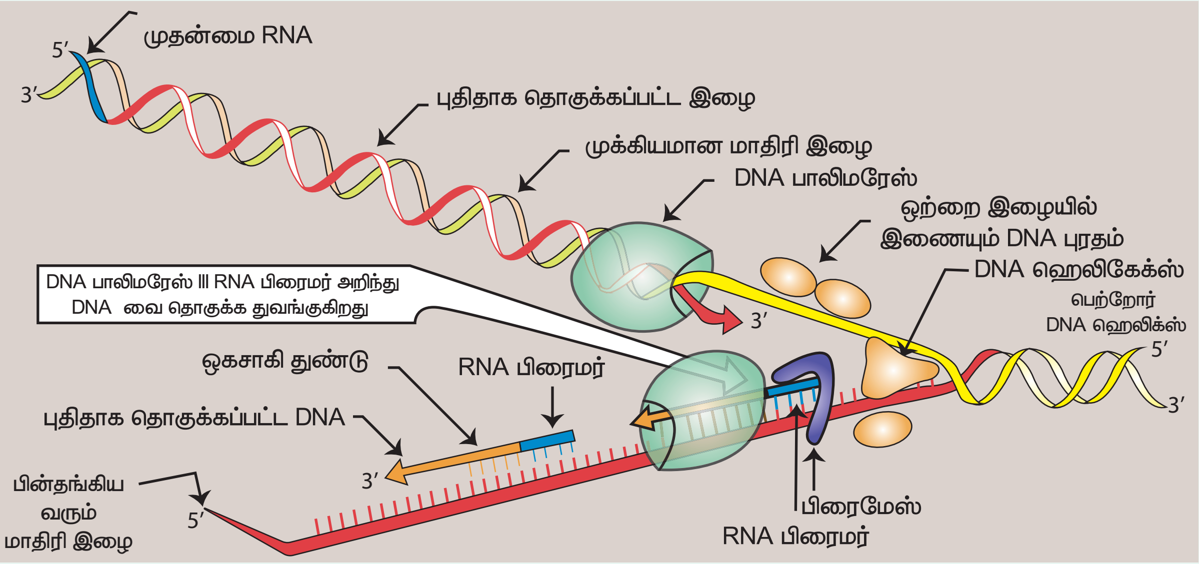
காரங்களை 5' லிருந்து 3' எனற திசையில் சேர்த்துக் கொண்டு இழையுடனே தொடர்ந்து நகர்ந்து செல்கிறது.

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 4/20/2020 5:57:24 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 பாலிமரேஸால் 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

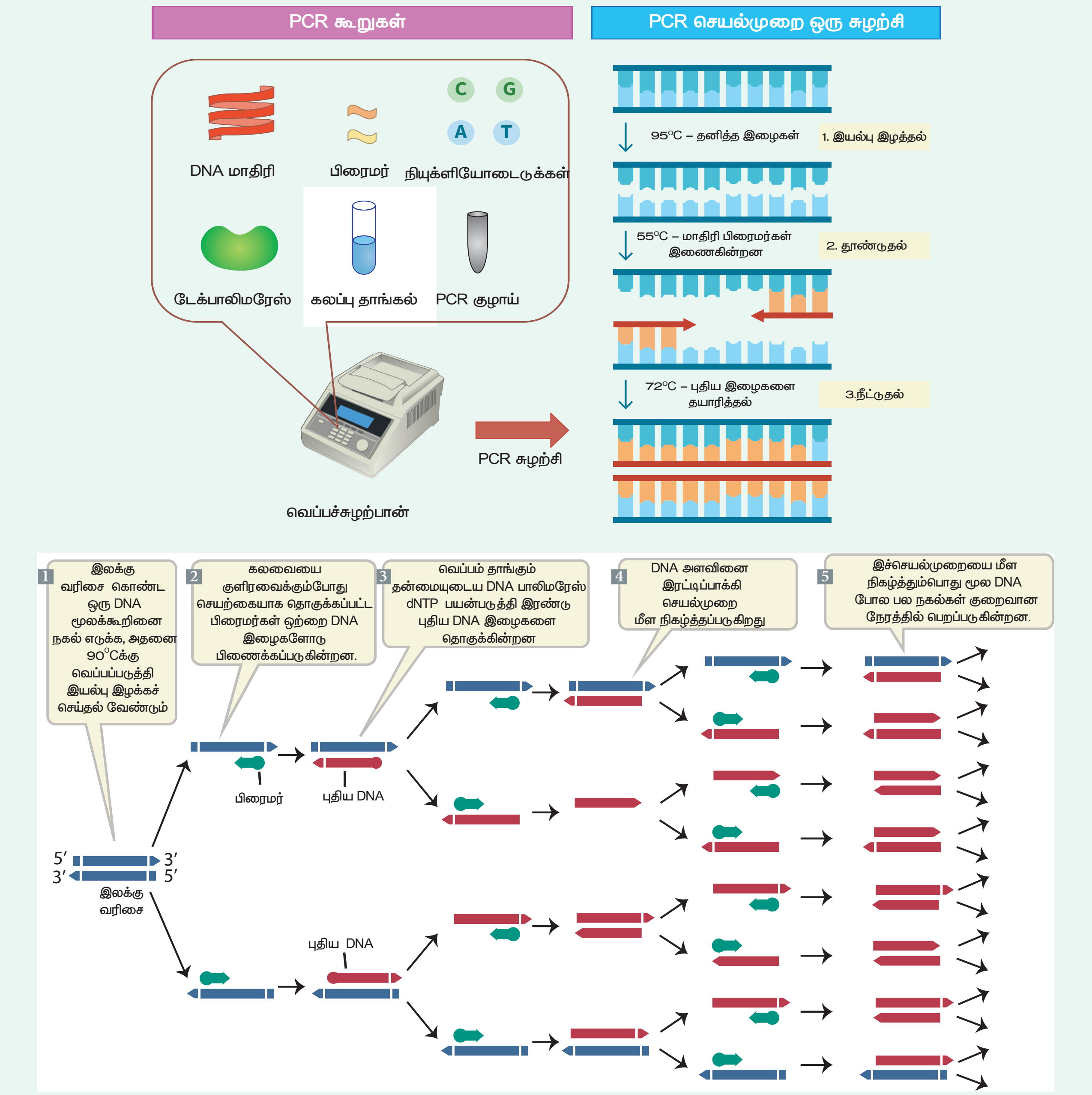
6.2.8 பாலிமரேஸ் சங்கிலித் தொடர் வினையாக்கி– மூலக்கூறு உயிரியலின் இன்றிமையாத கருவி

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 போதுமானதாக உருவாக்குவதே PCR பெருக்கத்தின் இலக்காகும். இதைக்கொண்டு DNA வரிசையறிதல், மின்முனைக் கவர்ச்சி மற்றும் பிளாஸ்மிடு குளோனிங் போன்றவற்றை நிகழத்தலாம். PCR முறை, மருத்துவம், மூலக்கூறு உயிரியல் ஆராய்ச்சி, நோய்களை கண்டறிதல், சூழ்நிலையியல் 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 இரட்டிப்படைதலுக்காக ஒரு சோதனைக் குழாயில் நிகழ்த்தப்படுகிறது. டாக் (Taq) பாலிமரேஸ், பிரைமர்கள், DNA அச்சுருக்கள்(Template) மற்றும் டி ஆக்ஸி ரிபோநியூக்ளியோடைகள் போன்றவை PCR வினையின் முக்கிய உட்கூறுகளாகும். டாக் (Taq) பாலிமரேஸ் என்பது வெப்பத்தாங்கும் திறன் கொண்ட தெர்மஸ் அக்வாடிகஸ் (Thermus Aquaticus) என்ற பாக்டீரியாவின் DNA பாலிமரேஸ் நொதியாகும். டாக் (Taq) பாலிமரேஸ் 70°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

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 டாக் (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.

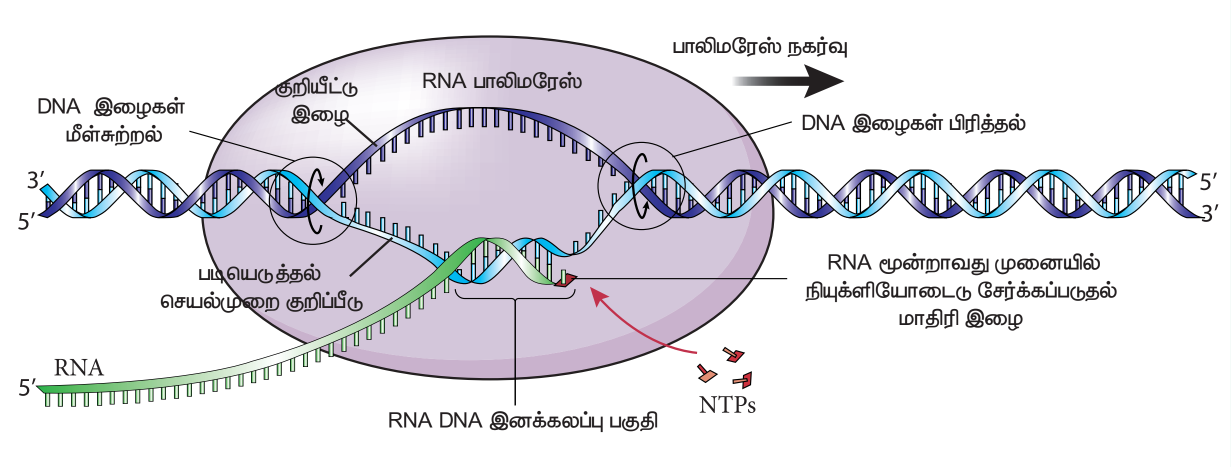
6.3.1 மரபணு மற்றும் மரபணு வெளிப்பாடு

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. புரோக்கேரியோடிக் மற்றும் யூக்கேரியோடிக் 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 சுருல் அமைப்பை பிரித்து படியெடுத்தல் குமிழியை (Transcription Bupple) உருவாக்கிறது. DNA–வில் உள்ள பொருத்தமான காரங்களுக்கு இடையே உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்பை உடைப்பதால் இது நிகழ்கிறது.

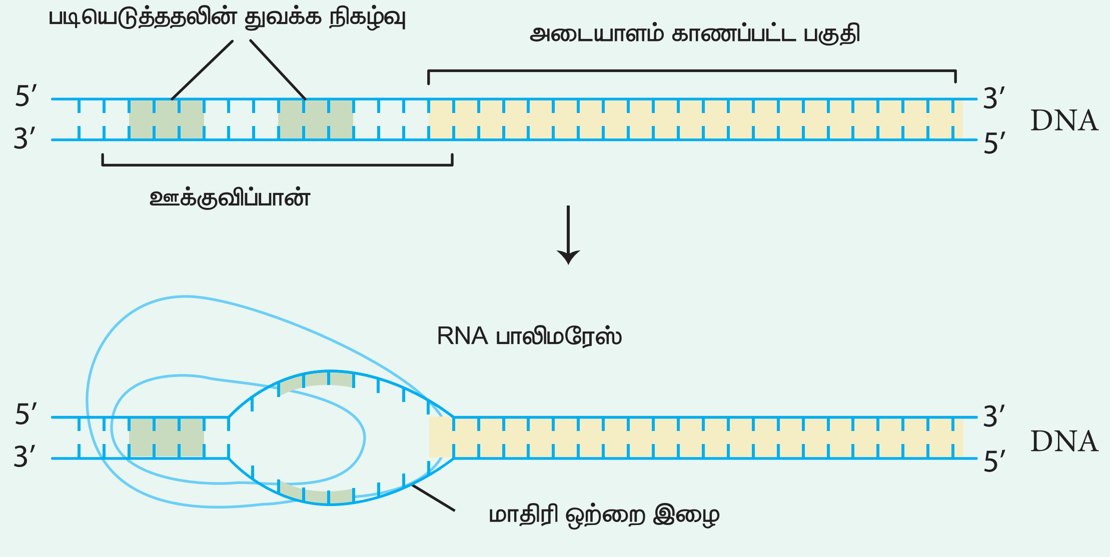
படியெடுத்தலில் தொடக்கநிலை, தொடர்நிலை, மற்றும் முடிவுநிலை ஆகிய மூன்று நிலைகள் உள்ளன.



படம் 6: படியெடுத்தல் செயல்முறை

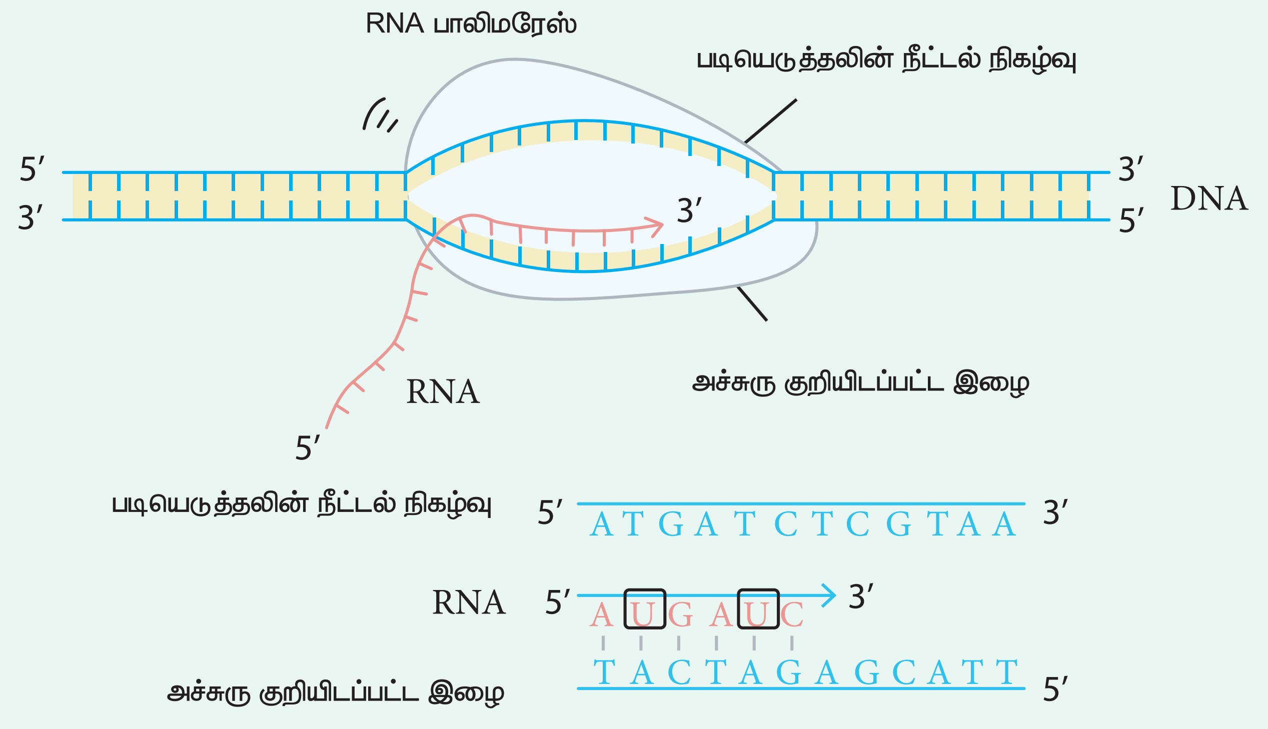
6.3.2.1 படியெடுத்தலின் துவக்க நிலை (INITIATION)

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 படியெடுத்ததல் தொடங்கும் இடத்தைப் பெற்றுள்ளது
4. RNA பாலிமரேஸ் DNA இழையில் இணைந்தவுடன் படியெடுத்தலுக்காக இரு ஒற்றை இழைகளாக பிரிக்கிறது.
5. RNA பாலிமரேஸ், DNAவின் இரட்டை திருகு அமைப்பை பிரித்து படியெடுத்ததல் குமிழியை (Transcription) உருவாக்குகின்றது. இது இரு இணையான நியூக்ளியோ டைடுகளுக்கிடையே உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளை பிளப்பதன் மூலம் நடக்கின்றது.



படம் 7: படியெடுத்தலின் துவக்க நிலை

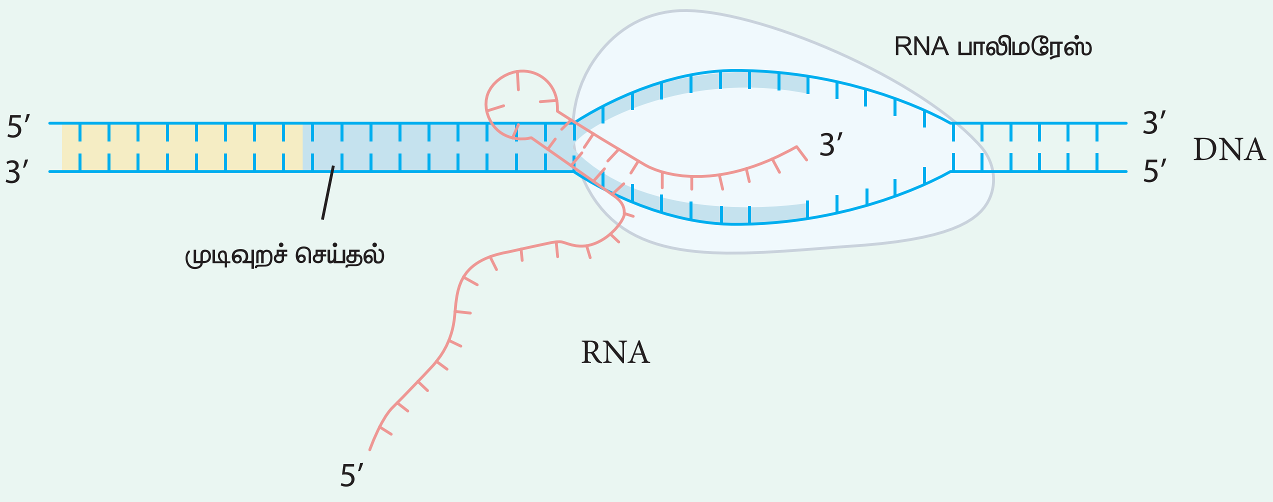
6.3.4 படியெடுத்தலின் தொடர்நிலை (ELONGATION)



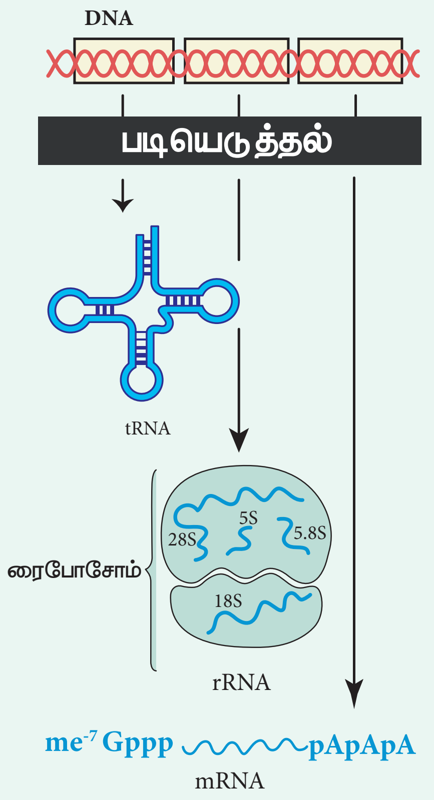
படம் 8: படியெடுத்தலின் தொடர் நிலை

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.

6.3.2.2 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.

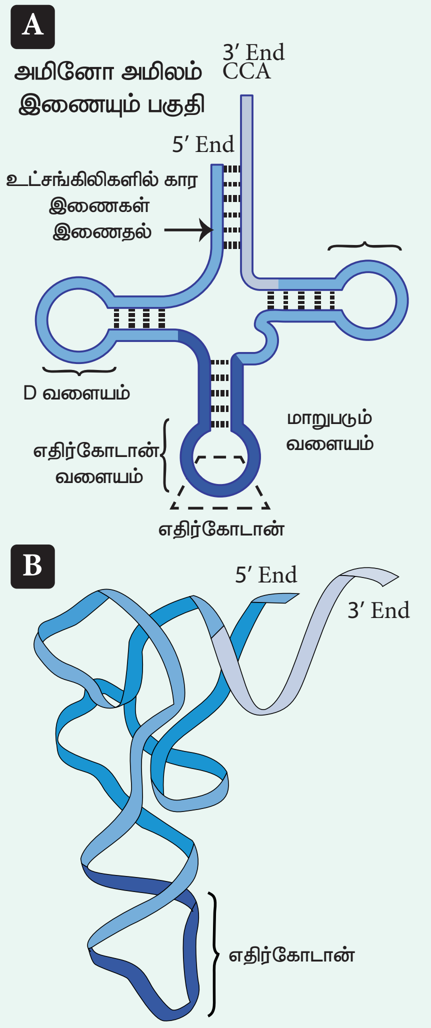
   i) ரோ (Rho) காரணி பொருத்தமையும் படியெடுத்தலின் முடிவு நிலை

   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

6.3.3 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.

6.3.3.1 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.

6.3.3.2 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.

6.3.3.3 தூது RNA (mRNA)

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.

6.3.4 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)

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

6.3.5 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 நிகழ்விற்கு 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 அங்கீகரிக்கின்றன.
6	படியெடுத்தல் பாலிசிஸ்ட்ரானிக் தன்மைகொண்டது	படியெடுத்தல் மோனோசிஸ்ட்ரானிக் தன்மைகொண்டது.
7	பொதுவாக படியெடுத்தலுக்கு பின் நிகழும் மாற்றங்கள் இல்லை.	படியெடுத்தலுக்கு பின் 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 4/20/2020 5:57:26 PM

www.tnschoolbooks.in

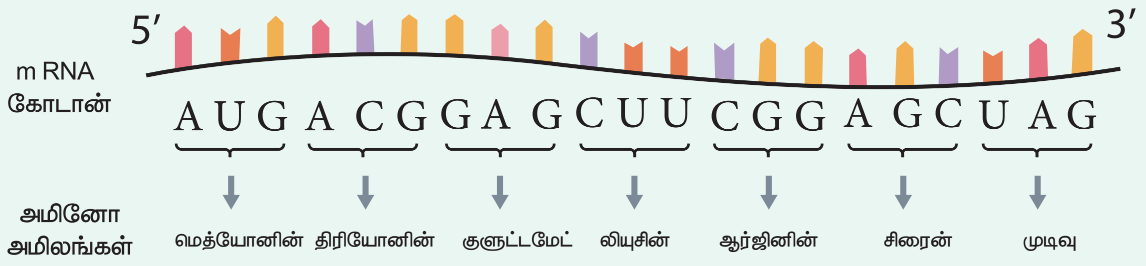
6.4 மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தல்

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)

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

XII U6 Mol Bio_TM.indd 160 4/20/2020 5:57:26 PM

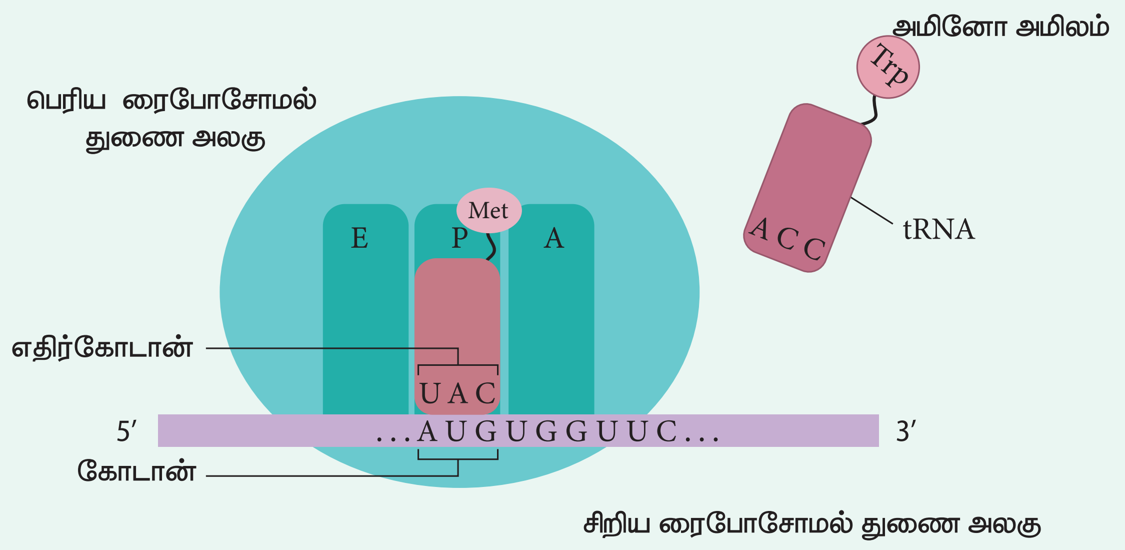
மேலும் இக்கோடான் மரபு வழி மொழிபெயர்த்தலை துவங்கும் கோடானாகும். மரபுக்குறியீடு என்பது பொதுவானதாகும். ஆனால் அரிதான தருணங்களின் அனைத்து உயிரினங்களும் இதைப் பின்பற்றுகின்றன. ஒரு கோடான் ஒரே ஒரு அமினோ அமிலத்தை குறிக்கும். ஆனால் ஒரு அமினோ அமிலம் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட கோடான்களால் குறிக்கப்பட்டால் அக்கோடான் **ஒரு குறி 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 படிக்கப்படுகிறது? 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 மொழிபெயர்த்தல் 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 4/20/2020 5:57:26 PM

இணைந்து பெப்டைடு சங்கிலியை உருவாக்கும் வேதிவினைக்கு தாமாகவே நொதியாக செயல்படுகின்றன.

6.4.4 மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தலில் நிகழும் மூலக்கூறு நிகழ்வுகள்

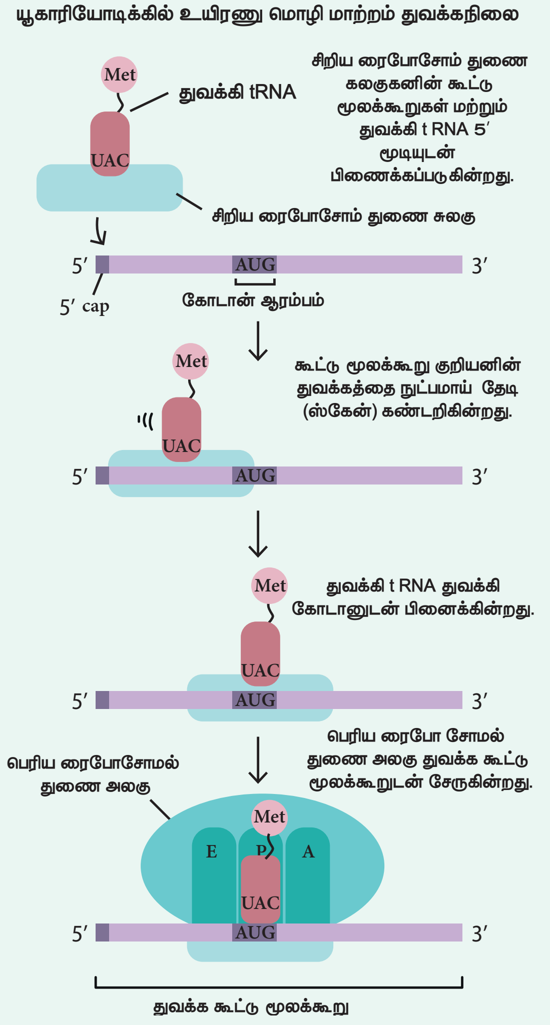
மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தல் மூன்று வெவ்வேறு நிலைகளாக பிரிக்கமுடியும். அது தொடக்க நிலை, தொடர்நிலை மற்றும் முடிவு நிலை ஆகும்.

6.4.4.1 மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தலின் 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.

மெத்தியோன் அமினோ அமிலத்தை கொண்டுள்ள tRNA, சிறிய ரிபோசோமல் துணை அலகுடன் இணைகிறது. யூ கேரியோட்டுகளில் 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.



படம் 15: யூ கேரியோட்டுகளில் மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தலின் துவக்க நிலை

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

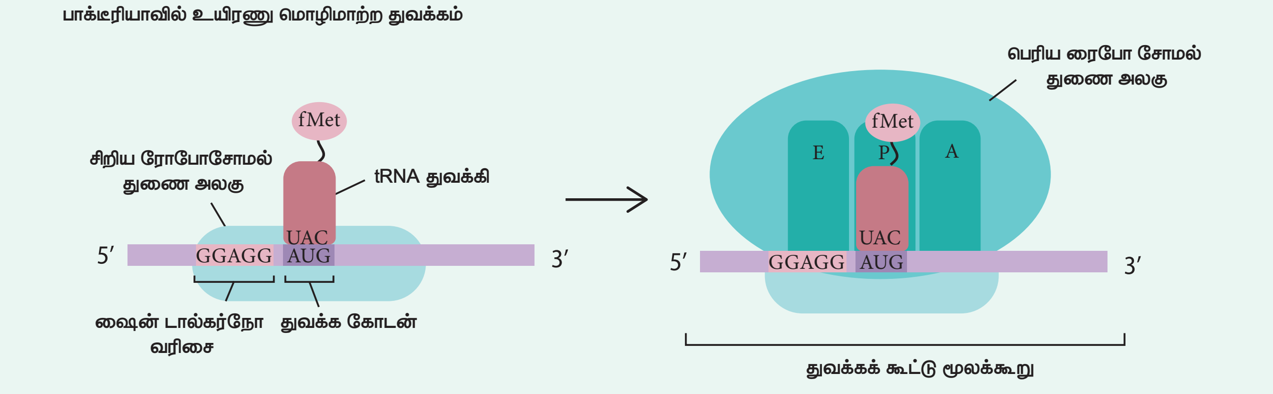
பாக்டீரியோ mRNA பாலிசிஸ்ட்ரானிக் வகையை சார்ந்துள்ளதால் அவை ஆப்ரான்களாக (operons) படியெடுக்கப்படுகின்றன. எனவே ஒரு பாக்டீரியா mRNA பல மரபணு கோடான்களை கொண்டுள்ளது. ஷைன் – டால்கர்னோ வரிசை அமைப்பு துவக்க கோடான் இடத்தை ரிபோசோமிற்குத் தருகிறது.

6.4.4.2 மரபுத் தகவல் மொழிப்பெயர்த்தல் தொடர்நிலை (ELONGATION)

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

XII U6 Mol Bio_TM.indd 162 4/20/2020 5:57:27 PM

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



படம் 16: புரோகேரியோடிக் 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.

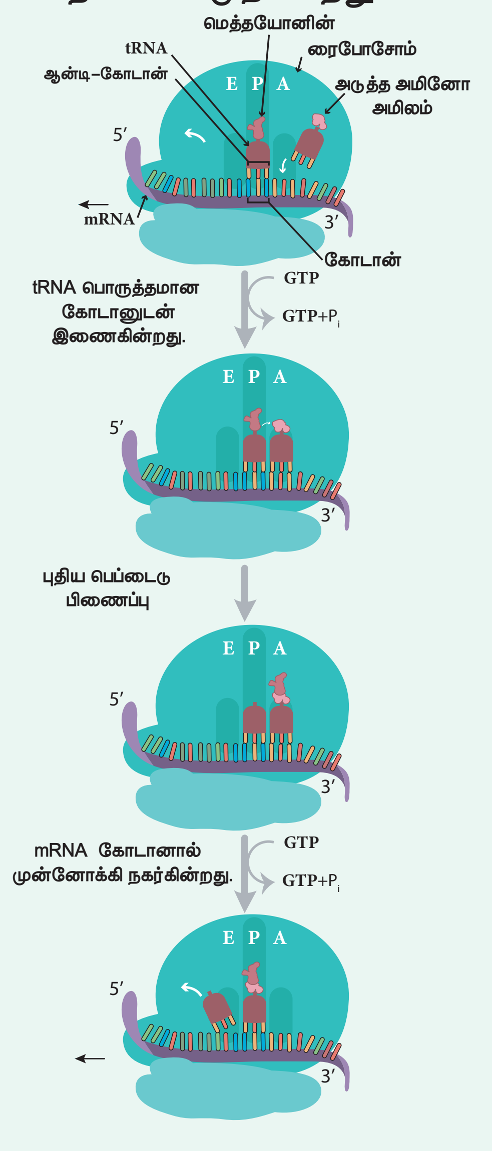
5. பெப்டைடு பிணைப்பு உருவான பிறகு, mRNA ரிபோசோமின் வழியே அடுத்த கோடானுக்கு முன்னோக்கி நகருகிறது. இந்த நகர்வு காலியான tRNA–வை E– பொருந்துமிடத்தின் வழியாக வெளியேற்றுகிறது. அதே வேளையில் A பொருந்தும் இடத்தில் புதிய tRNA நுழைகிறது.

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

6.4.4.3 மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தலில் இறுதி நிலை

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

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



படம் 17: மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தலின் தொடர்நிலை

XII U6 Mol Bio_TM.indd 163 4/20/2020 5:57:27 PM

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 யூ கேரியோடிக் ஆகியவற்றின் மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தலில் உள்ள வேறுபாடுகள்

வ.எண்	புரோகேரியோடிக் மரபுத் தகவல் மொழிபெயர்த்தல்	யூ கேரியோடிக் 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 4/20/2020 5:57:27 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 தொழில்நுட்பமானது 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 மரபணுக்களை 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.

XII U6 Mol Bio_TM.indd 165 4/20/2020 5:57:27 PM

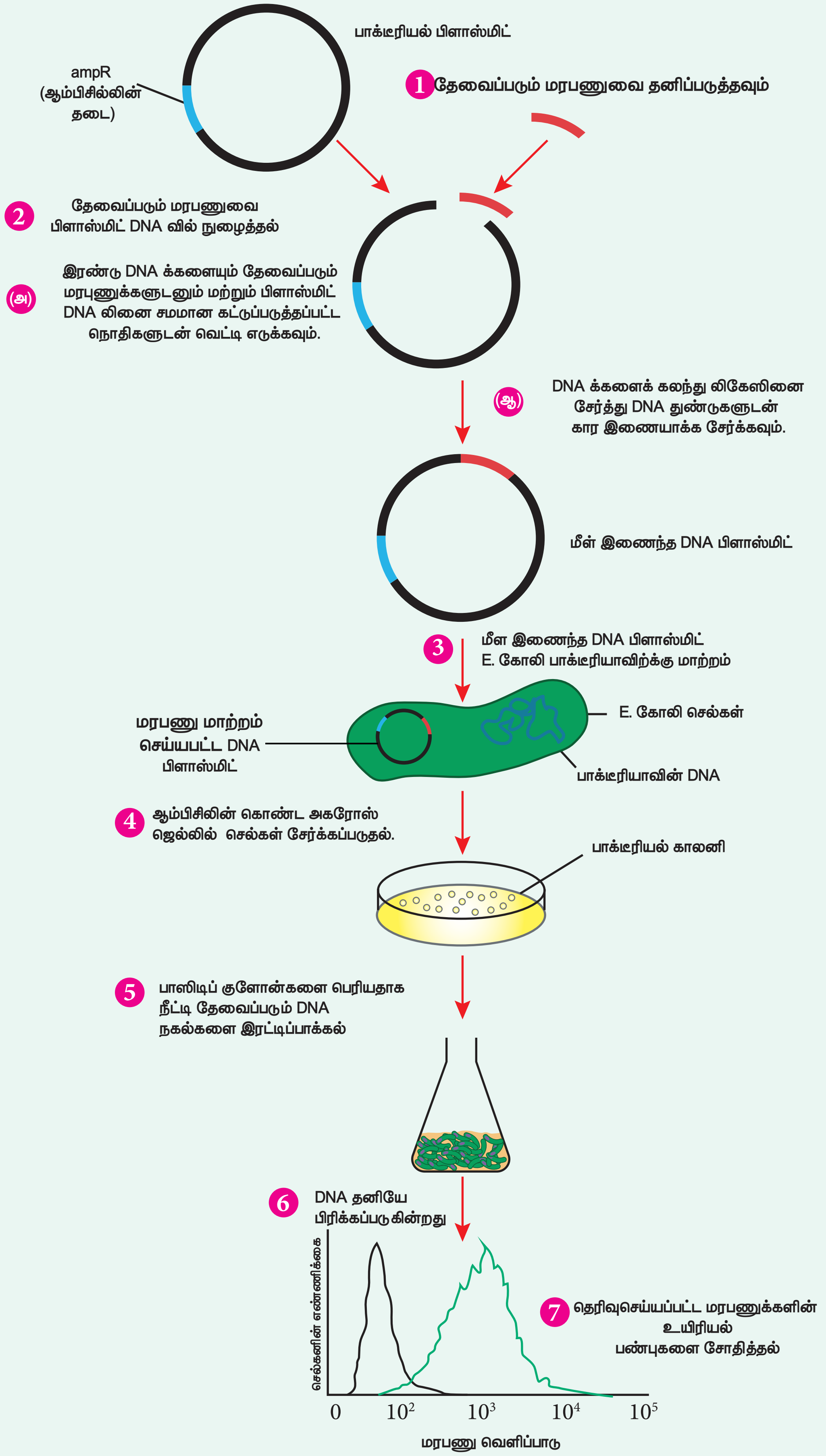
6.6 மரபு தகவல் தொகுப்பு வரிசை அறிதல் மற்றும் மரபணு மாற்ற சகாப்தம்

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.

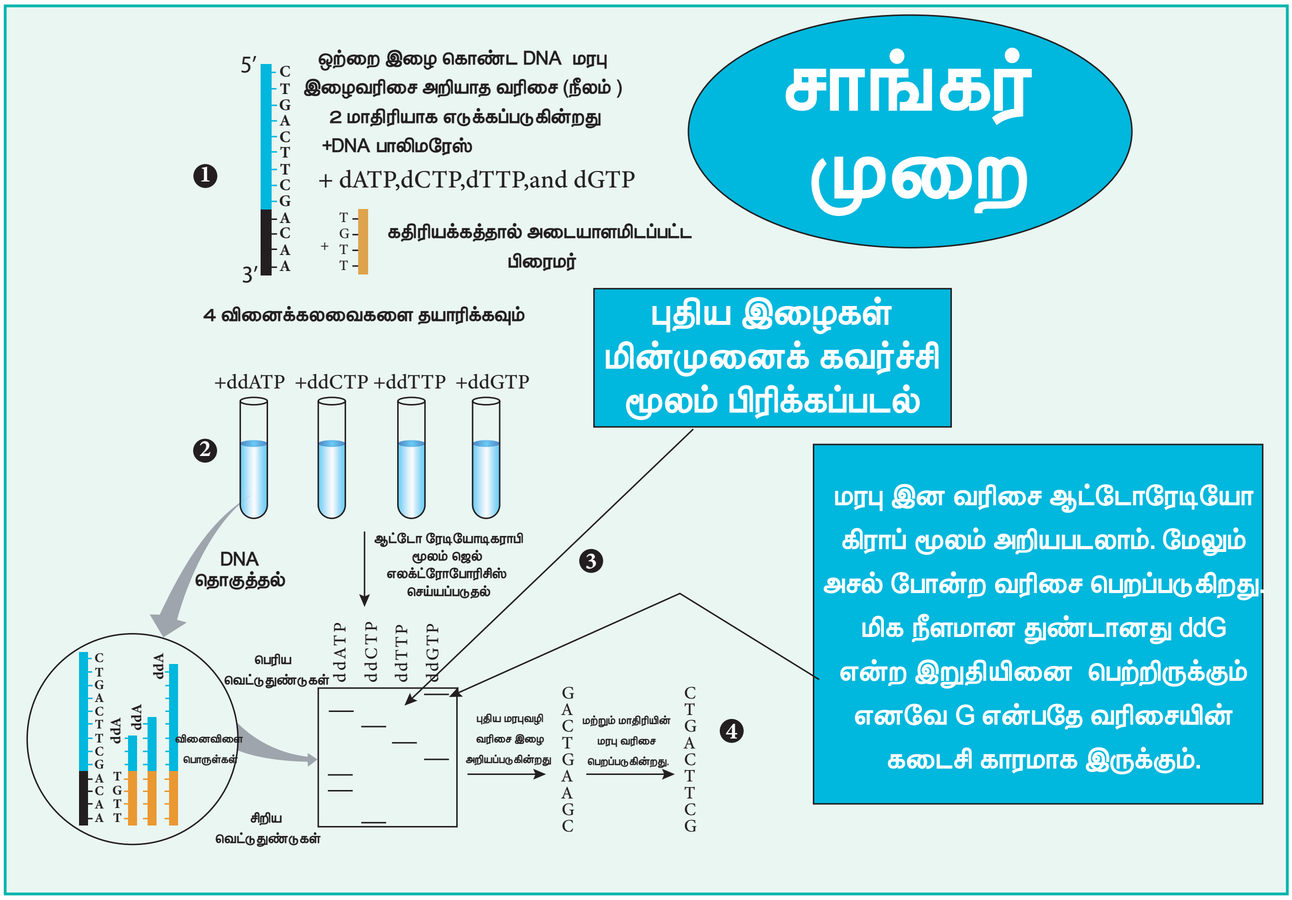
மரபுதகவல்தொகுப்பின்முழுமையானதொடர்அமைப்பைஅறிந்துஅவைகளைகட்டுப்படுத்துதல் மற்றும் பயன்படுத்துதல் ஆகியனவற்றை மேற்கொள்ள மரபணு வரிசை அறிதல் பரிசோதனைகள் முற்படுகின்றன. பிரடரிக் சாங்கர் அவர்களால் உருவாக்கப்பட்ட முன்னோடி வரிசை அமைப்பு கண்டறிதல் சோதனைகள் இன்று இதனை சாத்தியமாக்கி இருக்கின்றன. மேலும் தற்காலத்தைய 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 கதிரியக்க 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.



படம் 18: DNA மறுசேர்க்கை தொழில்நுட்பவியலின் படிகள்



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 4/20/2020 5:57:28 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.

www.tnschoolbooks.in

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 லியூ சின் 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 4/20/2020 5:57:28 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.

- 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 4/20/2020 5:57:29 PM

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

11. மரபுத்தகவல் மொழிபெயர்த்தலில் ஈடுபடும் சைட்டோபிளாச செல் உள்ளுறுப்பு__________.

12. புரதத் தொகுப்பில்_________ முக்கிய பங்காற்றுகிறது. 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.

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.

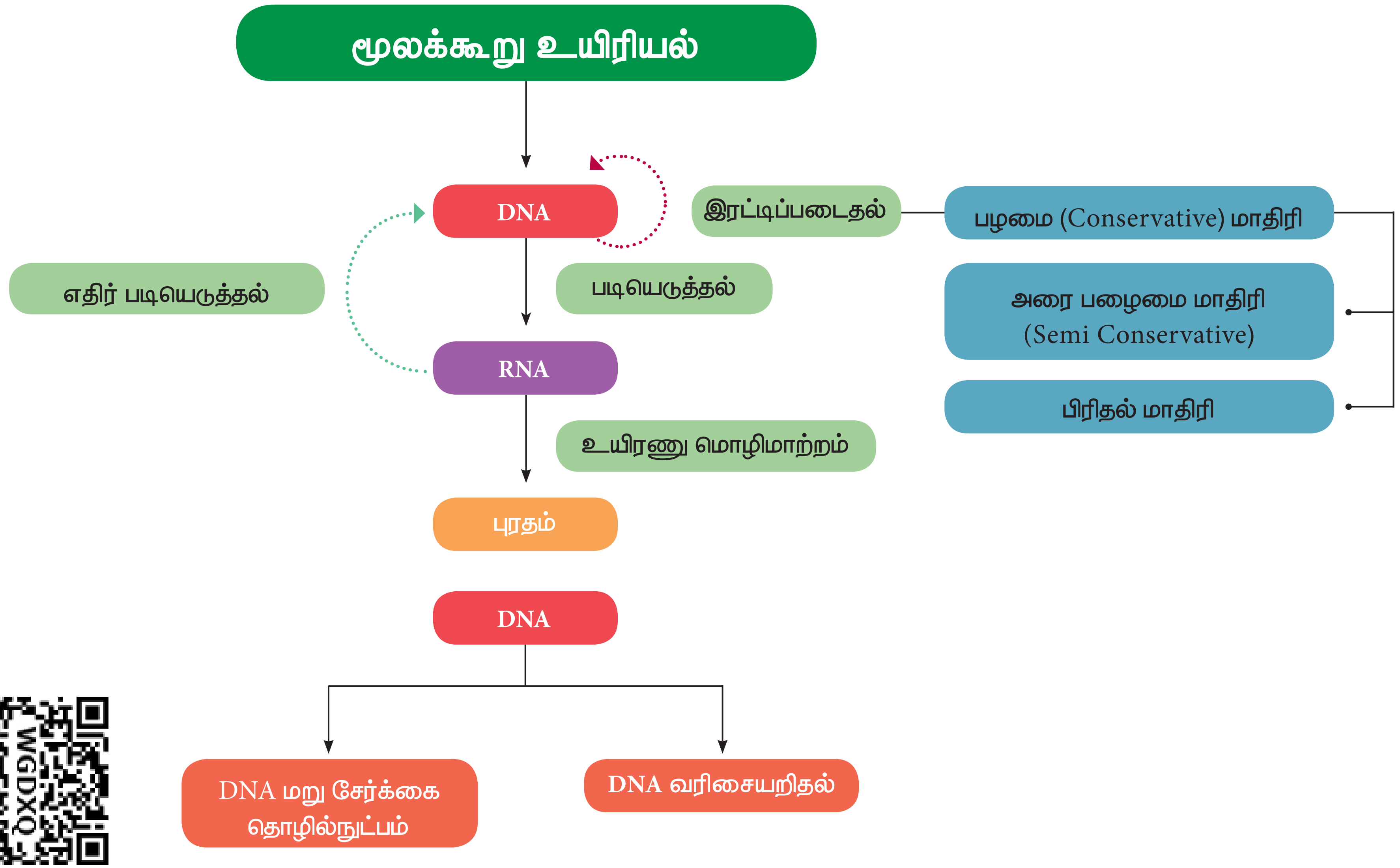
16. மரபியலில் அடுத்த தலைமுறை வரிசையறிதல் (NGS) தொழிற்நுட்பங்களின் பல்வேறு பயன்களை விளக்குக.

17. DNA இரட்டிப்படைதலின் மூன்று வெவ்வேறு மாதிரிகளின் பெயர்களை எழுதுக.

18. மூன்று வகையான RNAகளின் பெயர்களை எழுதுக?

19. மரபணு குறியீடு மொழிபெயர்ப்பு செயல்முறையில் நிகழும் பல்வேறு படிநிலைகளைகூறு.

கருத்து வரைபடம்



XII U6 Mol Bio_TM.indd 175
4/20/2020 5:57:29 PM

அலகு
7

வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழிக் கோளாறுகள்

DBNM7

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. அல்கேப்லூரியா என்ற நோய் பற்றி ஆய்வு மேற்கொண்டார். இந்நோய் உள்ளவர்களின் சிறுநீர் காற்றில் வைக்கப்படும் போது கருப்பு நிறமாக மாறுவதற்கு காரணம், மரபணு மாற்றம் ஆகும். இதன் விளைவாக ஹோமோஜென்டிஸிக் 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 வழிக் கோளாறுகளின் உயிர் வேதி அடிப்படை
- வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழிக் 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 4/21/2020 9:28:54 AM

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 குறைபாட்டினால் அல்லது ஒரு நொதி இல்லாமல் போவதால், அதற்கு முந்தைய இடைநிலைப் பொருள் சேகரமாகிறது. இது நச்சுத் தன்மையை உருவாக்குகிறது. மேலும் இதனால் விளைப்பொருள் (p) உருவாகும் அளவை பாதிக்கப்படுகிறது. அதனால் நோயை உருவாக்கும்.

வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறுகளின் வகைப்பாடு

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

நோய்கள்	எடுத்துக்காட்டுகள்
அமினோ 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

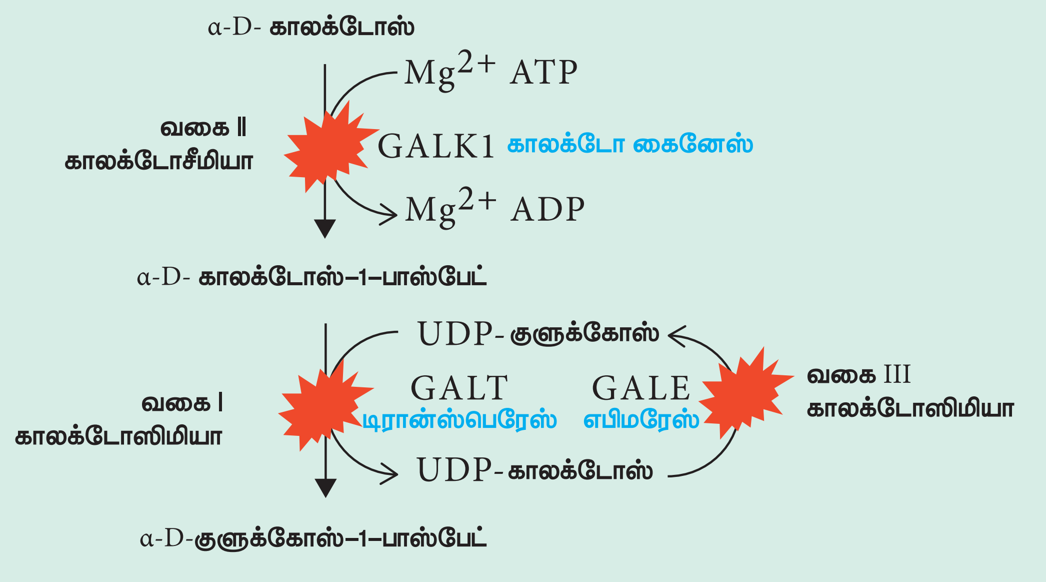
XII U7 Inborn_TM.indd 177 4/21/2020 9:28:54 AM

லைசோசோமல் சேமிப்பு நோய்கள்	மியூக்கோ பாலி சாக்ரிடோஸிஸ், 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 கார்பமைலேஸ் 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

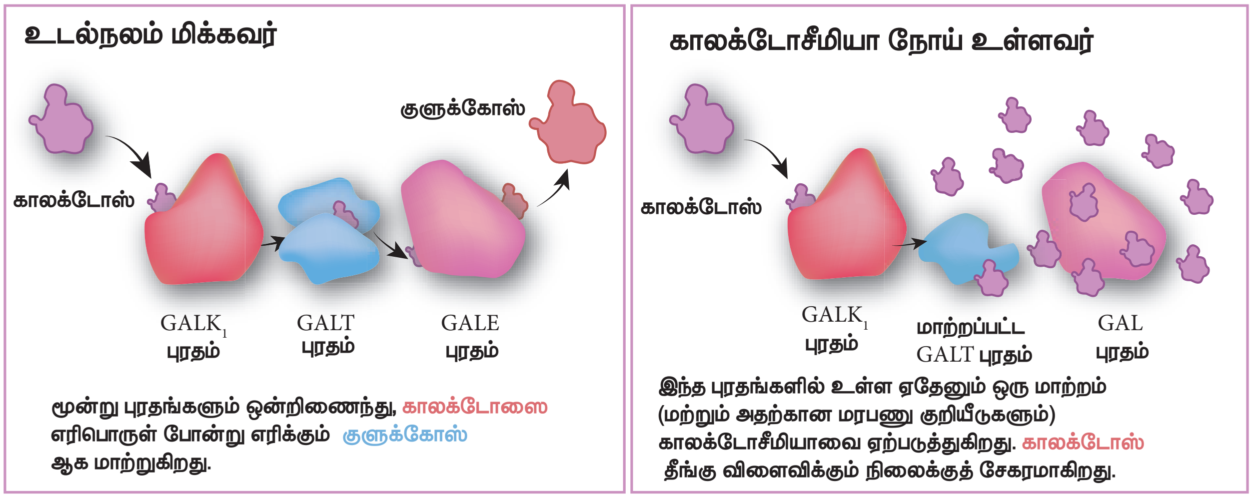
காலக்டோஸ் –1 – பாஸ்பேட் யூரிடைல்டிரான்ஸ்பெரெஸ் (GALT) என்ற நொதி இல்லாமல் போகும் போது காலக்டோஸிமியா உருவாகிறது. இந்நொதி கல்லீரலில் காணப்படுகிறது.

XII U7 Inborn_TM.indd 178 4/21/2020 9:28:55 AM

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 யூரிடைல்டிரான்ஸ்பெரஸ்), 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

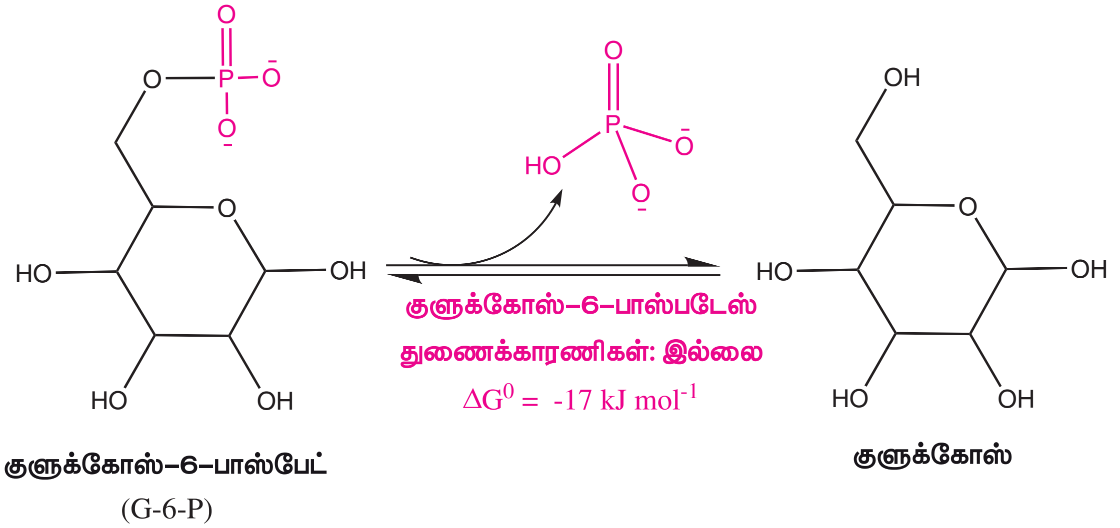
7.1.2 அறிகுறிகள்

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 லாக்டிக் 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, சொரூபமான 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 நினைவிழத்தாலால் 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 குறைக்கிறது. பிளேட்லெட்டுகள் என அழைக்கப்படும் சிறிய இரத்த செல்கள் (இரத்த தட்டுக்கள்) காயம்பட்ட இடத்தில் ஒட்டிக்கொள்வதன் மூலம் இரத்த இழப்பு தடுக்கப்படுகிறது. இரத்த தட்டினுள் காணப்படும் வேதிப் பொருட்கள் மற்ற செல்களை கவர்ந்து இழுத்து இரத்த தட்டு அடைப்பு என அழைக்கப்படும் ஒரு திரட்சியை (Clump) ஏற்படுத்துகிறது. காயம் ஏற்பட்ட இடத்தில், புரத தொகுப்பாலான இரத்தம் உறைதல் காரணிகள். இரத்த தட்டுகளின் 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 4/21/2020 9:28:55 AM

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 ஹீமோபிலியாக்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. உறைதல் காரணிகள் அட்டவணை 7.1 ல் தரப்பட்டுள்ளன.

உறைதல் காரணி	காரணிகளின் பெயர்	மூலம்
I	பைபிரினோஜன்	கல்லீரல்
II	புரோதுரோம்பின்	கல்லீரல்
III	துரோம்போபிளாஸ்டின் திசு	திசு செல்கள்
IV	கால்சியம் அயனிகள்	பிளாஸ்மா
V	நிலையற்ற காரணி (ஆக்சிலரீன் முன்பொருள்)	கல்லீரல், இரத்த தட்டுகள்
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

அட்டவணை 7.1 இரத்தம் உறைதல் காரணிகள்

7.3.1 காரணங்கள்

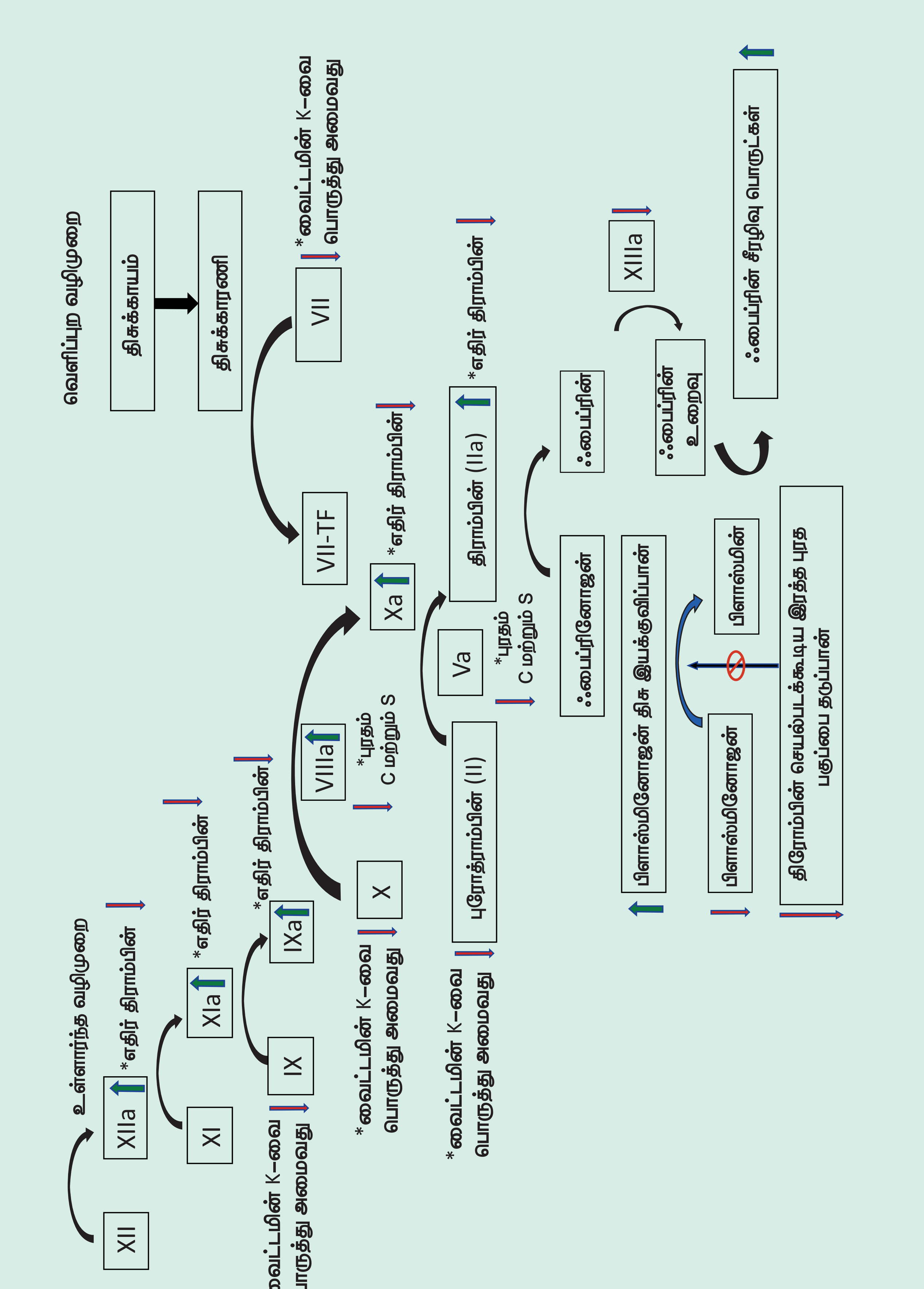
ஹீமோபிலியா ஒரு மரபு வழி நோயாகும். இந்நேர்வில், ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உறைதல் காரணிகள் இல்லாதிருப்பதால் இரத்தம் உறைதலானது வழக்கத்திற்கு மாறாக மிகவும் மெதுவாக நிகழ்கிறது. இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்கள் ஹீமோபிலியாக்ஸ் (haemophiliacs) அல்லது இரத்த வெளியேற்றியவர்கள் (bleeders) என அழைக்கப்படுகின்றனர். இந்நோயானது பெரும்பாலும் ஆண்களை பாதிக்கிறது எனினும் அரிதான சூழலில் பெண்களும் இந்நோயால் பாதிக்கப்படுகின்றனர். ஹீமோபிலியாவில், ஹீமோபிலியா 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 VIII 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 4/21/2020 9:28:56 AM



படம் 7.5 இரத்த உறைதல் நிகழ்வு

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 நிகழ்கிறது. 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 என்றால் 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 பிற்பகுதியில் 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.

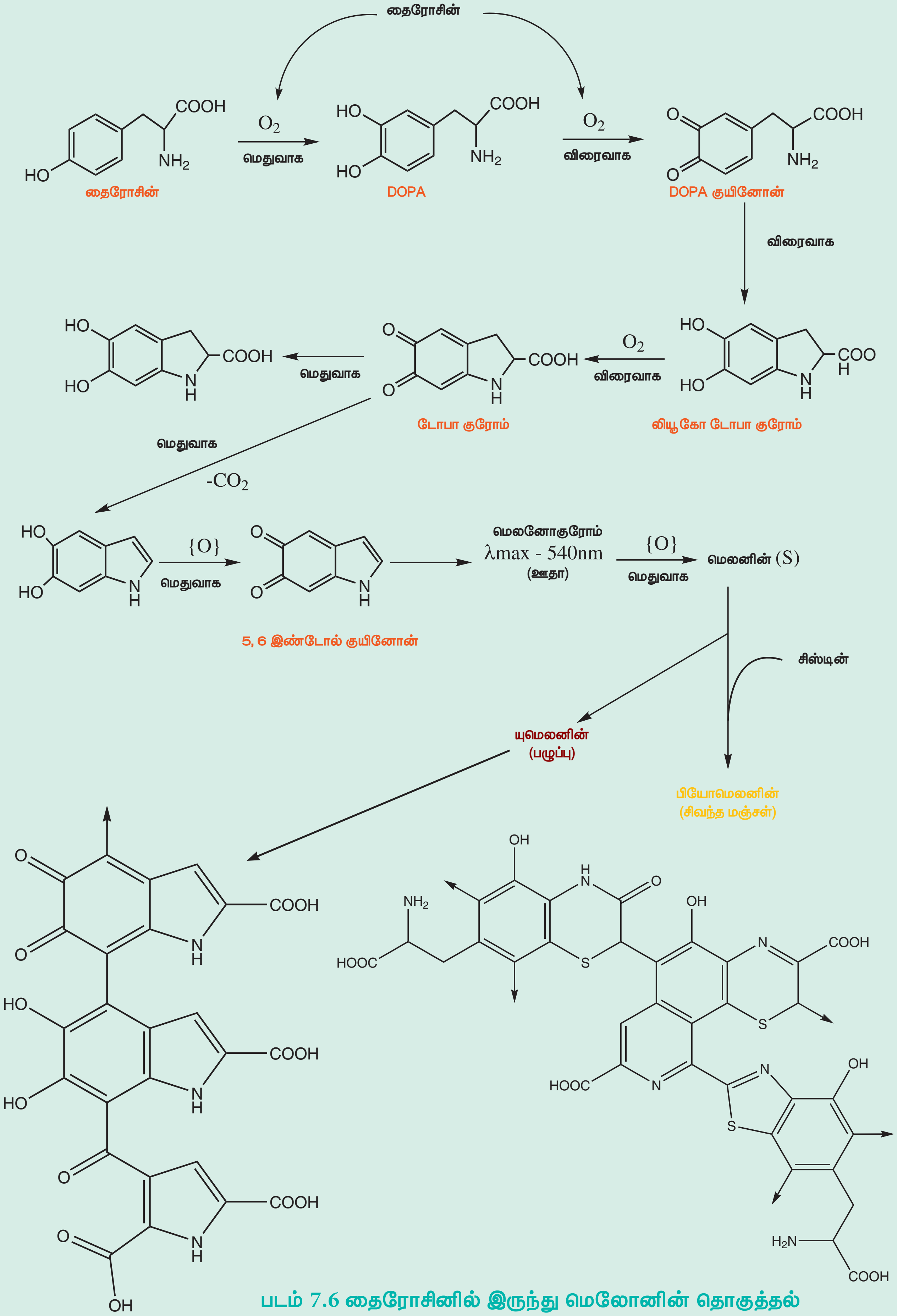
OCA1 : தைரோசினேஸ் குறைபாடு மேலும் இரண்டு உட்பிரிவுகளை உடையது. OCA1 மற்றும் OCA1b

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

OCA1b : OCA1b உடையவர்கள் 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

XII U7 Inborn_TM.indd 184 4/21/2020 9:28:56 AM



படம் 7.6 தைரோசினில் இருந்து மெலோனின் தொகுத்தல்

www.tnschoolbooks.in

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

OCA 3 : TYRP1 மரபணுவில் 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 இது கிழக்கு ஆசிய சந்ததியினரில் பொதுவாக காணப்படுகிறது.

7.4.1 காரணங்கள்

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட மெலானினை உற்பத்தி செய்யும் பல்வேறு மரபணுக்களுள் ஒன்றில் ஏற்படும் குறைபாட்டினால் அல்பினிசம் ஏற்படுகிறது. மனித கண்களில், உள் மற்றும் 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 மரபணு இரு பெற்றோர்களிடமிருந்தும் குழந்தைகளுக்கு கடத்தப்படுகிறது இதன் விளைவாக அல்பினிசம் ஏற்படுகிறது.

படம் 7.6 ல் தைரோசினிலிருந்து மெலானின் தொகுக்கப்படுதல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் மூலம் 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. மெலானின் 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 சிஸ்டின் முன்னிலையில், பியோ மெலோனின் உருவாகிறது (சிவப்பிலிருந்து மஞ்சள்). மெலானினானது மெலனோசைட்டில் முதன்மையாக உருவாகிறது. இது தோலில் உள்ள அடுக்கில் காணப்படுகிறது. அங்கு மெலானின் மற்றும் கரோட்டீன் இணைந்து தோல், கண்கள் மற்றும் முடி ஆகியனவற்றிற்கான நிறத்தினைத் தருகிறது.

7.4.2 அறிகுறிகள்

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

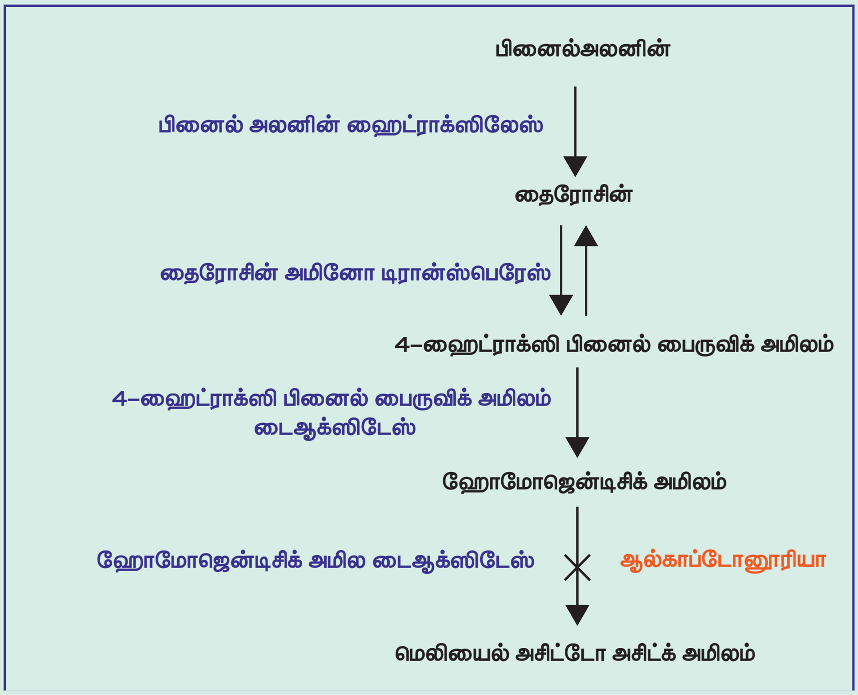
படம் 7.7 அல்பினிசம் நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட பெண்மணி

XII U7 Inborn_TM.indd 186 4/21/2020 9:28:57 AM

- 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, அக்குழந்தையின் சிறுநீர் காற்றின் படும்போது இங்க் போன்று கருமைநிறமாக மாறுகிறது என முதன் முதலில் விவரித்தார். 1859ல் போடீக்கர் முதன் முதலில் அல்காப்டோனூரியா என்ற வார்த்தையினை பயன்படுத்தினர். இது ஒரு அரிதான பிறவி வளர்ச்சிதை மாற்ற குறைபாடாகும். இக்குறைபாடுடையவர்களின சிறுநீரில் அதிக அளவு ஹோமோஜெனிடிசிக் அமிலம் காணப்படுகிறது. ஹோமோஜெனிடிசிக் அமிலம் (2,5 – டைஹைட்ராக்ஸி பினைல் அசிட்டிக் அமிலம்) ஆனது பீனைல் அலனைன் மற்றும் தைரோசின் வளர்ச்சிதை மாற்றத்தில் ஒரு முக்கிய வினை இடைபொருளாகும். ஹோமோஜெனிடிசிக் அமிலம் ஆனது மேலியைல் அசிட்டோ அசிட்டிக் அமிலமாக மாற்றப்படுவது ஹோமோஜெனிடிசிக் அமில 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 மேலியைல் 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,

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

படம் 7.8 அல்காப்டோனூரியா அறிகுறிகள்

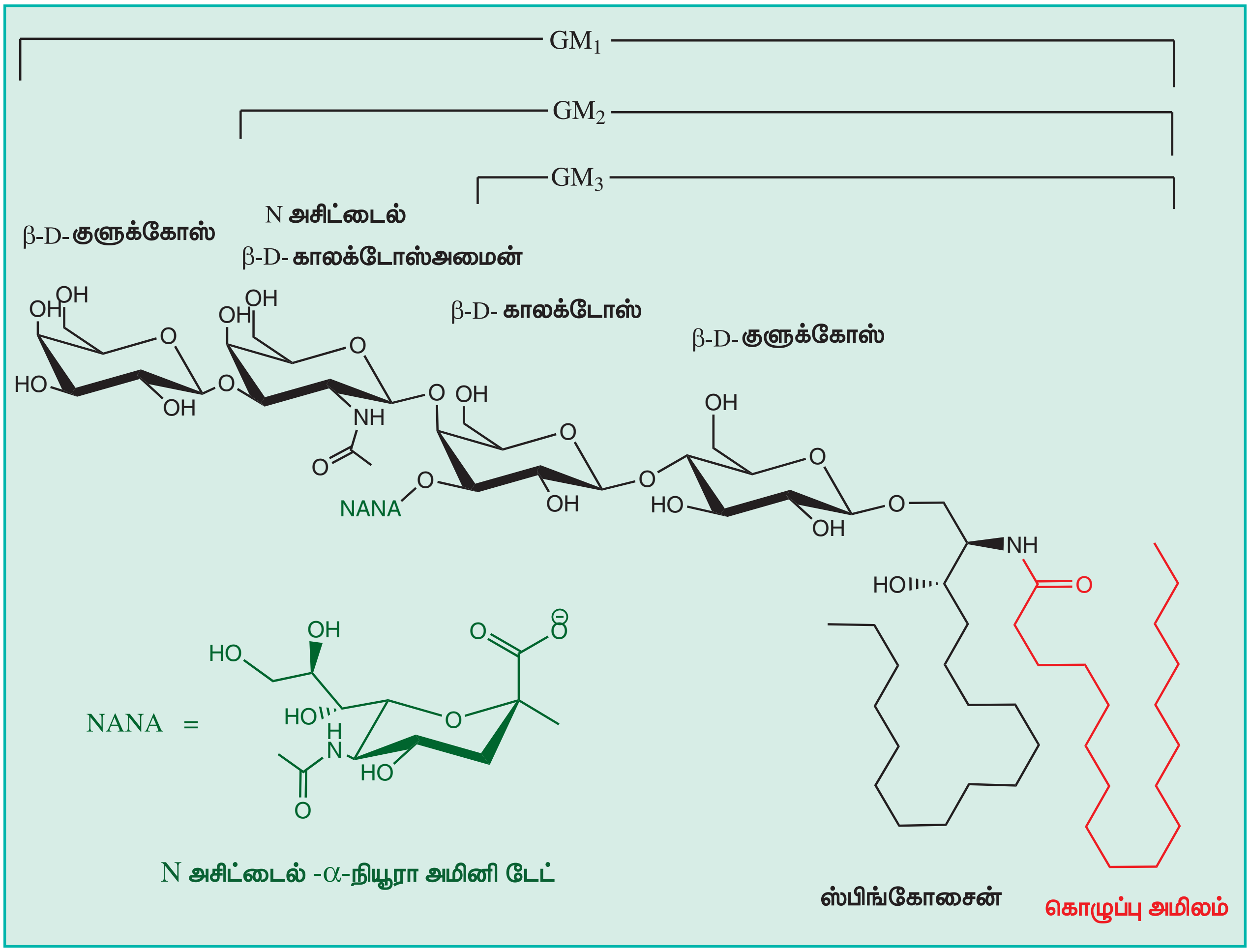
ஆரம்பகால வாழ்வில், அல்காப்டோனூரியா எவ்வித உடல்நல குறைபாட்டினை ஏற்படுத்துவதில்லை. ஆனால் வயதான காலத்தில் சிதைவு இவ்வாதத்தை (degenerative arthritis) ஏற்படுத்துகிறது. ஏனெனில், ஹோமோஜெனிடிசிக் அமிலத்தின் பெறுதிகள் காது மற்றும் பிற பகுதிகளில் துகள்களாகபடிகின்றன. இதன் வினைவாக இணைப்பு திசுக்களில் பொதுவான நிறமிழப்பு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

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 குழந்தைகளுக்கானது. மேலும் 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.



GM1 —β-காலக்டோஸிடேஸ்→ **GM2** —ஹெக்சா அமினடேஸ்-A→ **GM3**

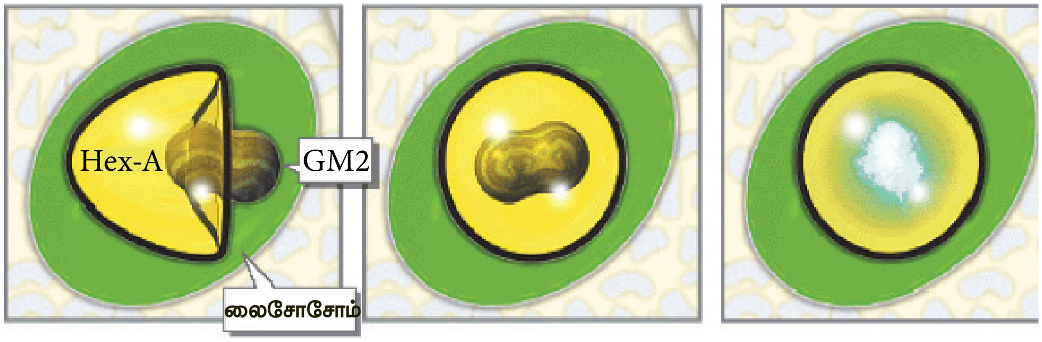
மேலும் சில பாக்டீரிய நச்சுகளுக்கு ஏற்பியாகவும் செயல்படுகிறது. செல் – செல் கண்டுணர்தலிலும் கேங்லியோலிப்பிடுகள் பங்கு வகிக்கின்றன. பொதுவாக, கிளைக்கோலிப்பிடுகளின் கார்போஹைட்ரேட் பகுதியானது லைசோசோமல் ஹைட்ரலேஸால் இச்சேர்மங்கள் உருவாகும். ஆரம்ப நிலையிலேயே நீக்கப்படுகினறன. கேங்லியோஸைடு சிதைதலில் ஏற்படும் குறைபாடானது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

7.6.1 காரணங்கள்

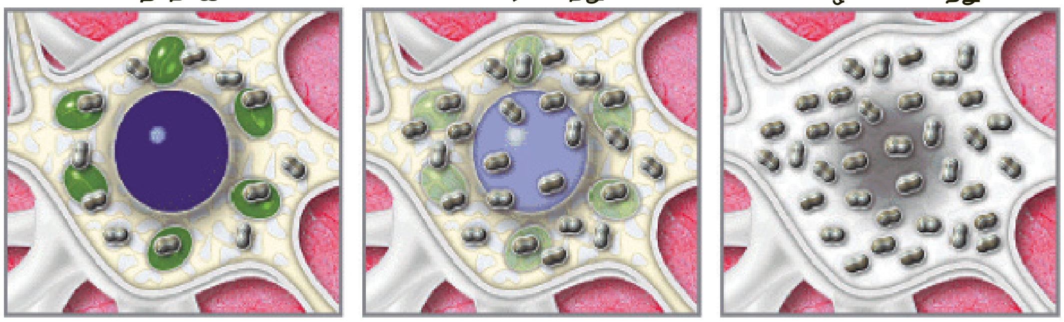
டே – சாக்ஸ் நோயானது லைசோசோமல் சேகரமாகும் நோய் என வகைப்படுத்தப்படுகிறது படம் 7.9) ஒரு ஆரோக்கியமான குழந்தையில், GM2 கேங்லியோசைடு என அறியப்படும் ஒரு லிப்பிடானது, உணவின் வழியே நரம்பு செல்களை அடைகிறது. செல்லின் பகுதிப்பொருட்களுள் ஒன்று லைசோசோமல் பைகள் ஆகும். இவை GM2 கேங்லியோசைடை செரிப்பதற்கு உரிய ஹெக்ஸோஅமினிடேஸ்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

XII U7 Inborn_TM.indd 189 4/21/2020 9:28:57 AM

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.



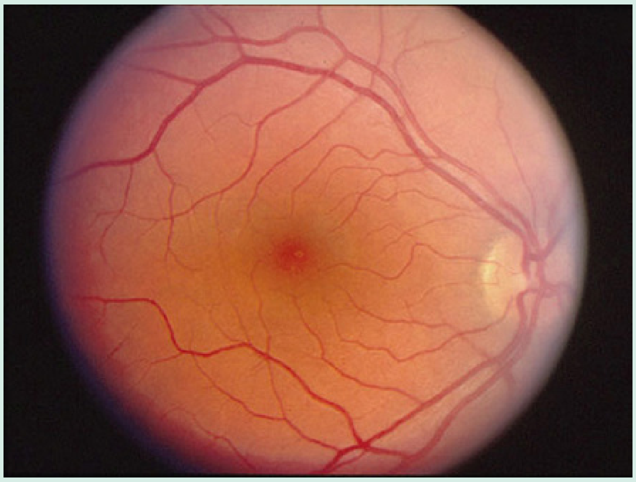
டே– சாக்ஸ் நோயால் பாதிக்கப்பட்ட குழந்தையின் செல்
Hex–A என்ற நொதி இல்லாத குழந்தைகளில் GM2 பெருக்கமடைகிறது. இது இறுதியில் செல்களை அழிக்கிறது. மேலும் நரம்பு மண்டலத்தை சீராக செயலிழக்க செய்கிறது.



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

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 மரபணு 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. கேலக்டோசீமியா, 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 ஸ்பிங்கோலிப்பிடு சேகரமாதல் உள்ளிட்ட டே – சாக்ஸ் நோய்க்கு காரணமாக அமைகிறது.

XII U7 Inborn_TM.indd 191 4/21/2020 9:28:57 AM

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. ஹைபோகிளைசீமியா

ஆ. ஹைப்பர்கிளைசீமியா

இ. கல்லீரலில் கிளைக்கோஜன் அளவு குறைவு

ஈ. இவை எதுமில்லை

5. கீழ்க்கண்டவற்றில் எது வான்–கீர்க்ஸ் நோயின் அறிகுறியல்ல ?

அ. கீட்டோசிஸ் ஆ. ஹைப்பர்லிப்டிமியா

இ. ஹைப்போகிளைசீமியா ஈ. ஹைப்பர்கிளைசீமியா

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. ஹகீமன் காரணி

XII U7 Inborn_TM.indd 192 4/21/2020 9:28:57 AM

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 அமிலங்கள் ________________

அ. கிளைசின் மற்றும் அலனைன்

ஆ. சிஸ்டின் மற்றும் மெத்தியோனைன்

இ. டிரிப்டோபேன் மற்றும் லைசின்

ஈ. பினைல் 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 குறைபாடுடைய மரபணுக்களின் இரு நகல்கள் குழந்தைக்கு கடத்தப்படுகிறது.

ஆ. குறைபாடுடைய மரபணுவானது தாயிடம் இருந்து குழந்தைக்கு கடத்தப்படுகிறது.

இ. குறைபாடுடைய மரபணுவானது தந்தையிடம் இருந்து குழந்தைக்கு கடத்தப்படுகிறது.

ஈ. குறைபாடுடையமரபணுவானது தாய்மற்றும்தந்தை ஆகிய இருவரின் குரோமோசோம்களிலும் காணப்படுவதில்லை.

15. ஒரு மரபணு 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

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 மாற்றப்படும் வினையை 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 4/21/2020 9:28:57 AM

கருத்துவரைபடம்

வளர்சிதை மாற்ற மரபு வழி கோளாறுகள்

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

XII U7 Inborn_TM.indd 195 4/21/2020 9:28:58 AM

அலகு
8

உயிரியல் ஆக்ஸிஜனேற்றம்

ஆல்பர்ட் லெஸ்டர் லெஹன்கர் மற்றும் யூஜீன் பேட்ரிக் கென்னடி

ஆல்பர்ட்லெஸ்டர் லெஹன்கர் என்பவர் அமெரிக்காவின் உயிர் ஆற்றலியலை சார்ந்த ஒரு உயிர்வேதியியல் அறிஞர் ஆவார். அவர் மூலக்கூறு அளவிலான வளர்ச்சிதை மாற்றத்திற்கு தற்கால அடிப்படை புரிதலுக்கான தனது ஆய்வினை அளித்தார். 1948 இவர் யூஜீன் பாட்ரிக்வுடன் (அமெரிக்காவைச் சார்ந்த சவ்வின் செயல்பாடு மற்றும் லிப்பிடு செயல் வழிமுறை அறிதலுக்கு பெயர் பெற்ற உயிர் வேதியியல் அறிஞர்) இணைந்து யூகாரியோட்டிலுள்ள மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றம் நடைபெறுகின்றதென கண்டறிந்தார். இது ஆற்றல் பரிமாற்றத்திற்கான புதிய முயற்சியாக அமைந்தது.

5H6SE

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.

XII U8 Biological oxidation.indd 196 4/21/2020 9:59:22 AM

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 டிஸ்மியுட்டேஸ் 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 ஒட்டோ 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 சிதைவடைதலை 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.

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 மேட்ரிக்ஸ் பகுதியிலிருந்து சவ்விடைப் பகுதிக்கு புரோட்டான்களும் கடத்தப்படுதலும் இணைந்தே நிகழ்கின்றன. pH வேறுபாட்டினால்

XII U8 Biological oxidation.indd 198 4/21/2020 9:59:23 AM

உருவான கட்டிலா ஆற்றல் 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 கொள்ளலாம். 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 கூலும்). 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 மேட்ரிக்ஸ் பகுதியில் (mitochondrial matrix) நிகழ்கிறது.

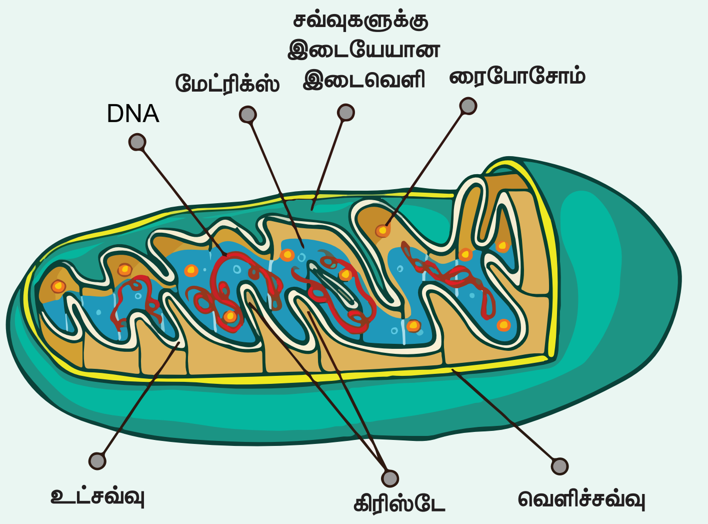
மைட்டோகாண்டிரியாவின் எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலி (ETC) ஒரு சிக்கலான அமைப்பாகும், இதில் எலக்ட்ரான் மீதான நாட்டத்தின் ஏறுவரிசையில் எலக்ட்ரான் ஏந்திகள், மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்சவ்வில் தொடர்ச்சியாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அவை ஒடுக்கப்பட்ட நொதிகளிலிருந்து ஆக்ஸிஜனுக்கு எலக்ட்ரான்களை மாற்றுகின்றன.

XII U8 Biological oxidation.indd 199 4/21/2020 9:59:24 AM

8.3.1 மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உள்ளமைப்பு

மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உருவளவு பாக்டீரியத்தின் உருவளவுக்கு ஏறக்குறைய சமமாக உள்ளது. (1 முதல் 2μm வரை). பரிணாம வளர்ச்சியின் ஆரம்பகட்டத்தில் மைட்டோகாண்ட்ரியாவானது காற்று சுவாச பாக்டீரியாவிலிருந்து உருவானதாக நம்பப்படுகிறது. இவை ஆரம்ப கால காற்றில்ல சுவாச யூகேரியோட்களின் இணைந்து கூட்டுவாழ்வினுள் (symbiosis) நுழைந்தன. இந்நிகழ்வானது உள்ளுறை கூட்டுயிராதல் அல்லது எண்டோசிம்பயோசிஸ் (endosymbiosis) என அறியப்படுகிறது.

மைட்டோகாண்ட்ரியா இரண்டு சவ்வுகளைக் கொண்டுள்ளது. மிருதுவான வெளிச்சவ்வு மற்றும் ஒரு உட்சவ்வு. உட்சவ்வானது கிரிஸ்டே எனப்படும் எண்ணிக்கையில்லா மடிப்பு நீட்சிகளை உருவாக்குகிறது. இந்த நீட்சிகள் மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உள்நோக்கியும், மேட்ரிக்ஸை சூழ்ந்தும் அமைந்துள்ளன (படம்.8.1). சுவாச புரதங்கள் உட்சவ்வில் பொதிந்துள்ளதால், கிரிஸ்டேவின் அடர்த்தியானது செல்லின் சுவாச செயல்முறையுடன் தொடர்புபடுத்தப்பட்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, கல்லீரலுடன் ஒப்பிடும்போது, கடினமான ஆக்ஸிஜனேற்ற வளர்சிதைமாற்றத்தைக் கொண்டுள்ள இதய தசைகள் அதிக எண்ணிக்கையிலான மைட்டோகாண்ட்ரியாக்களை பெற்றுள்ளன. செல்லின் செயல்பாட்டுநிலையைப் பொருத்து, ஒரே வகையான செல்களில் கூட மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் வடிமைப்பு மாறுகிறது.



படம் 8.1 மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உள்ளமைப்பு

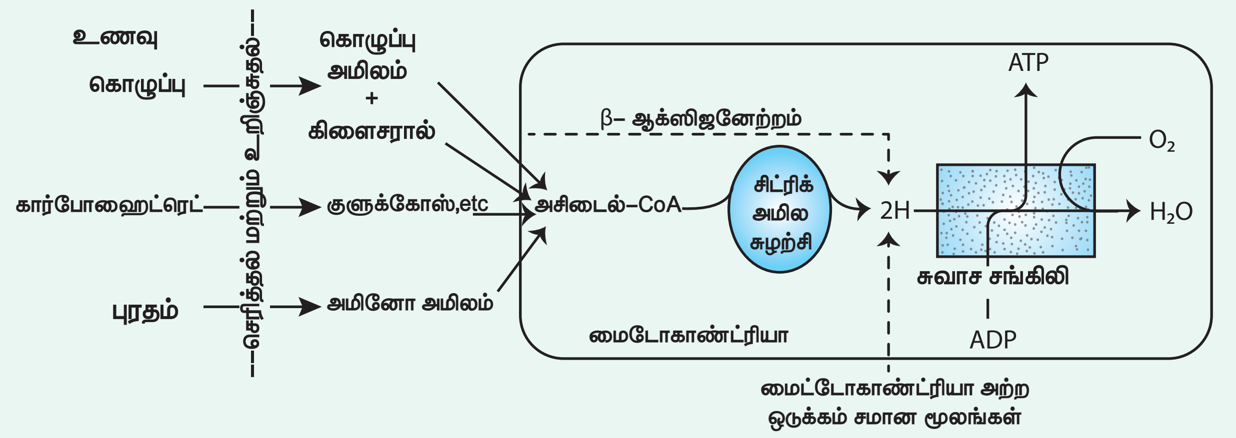
மைட்டோகாண்ட்ரியா சவ்வுகள் புரதங்களால் ஆனவை, சைட்டோபிளாசம் மற்றும் உட்சவ்வு இடைவெளி ஆகியவற்றிற்கிடையே சிறிய மூலக்கூறுகள் பரிமாற்றப்படுதலை மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் வெளிச்சவ்விலுள்ள போரின்கள் (Porins) அனுமதிக்கின்றன. எனினும், மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்சவ்வானது ஆக்ஸிஜன், கார்பன் டை ஆக்சைடு மற்றும் நீர் மூலக்கூறுகளைத் தவிர மற்ற சிறிய மூலக்கூறுகளை அனுமதிப்பதில்லை. மைட்டோகாண்ட்ரியா வளர்சிதைமாற்ற வினைப்பொருட்களும், அவற்றின் விளைபொருட்களும், சிறப்புத் தன்மைவாய்ந்த கடத்திகளின் மூலமாக உட்சவ்வின் வழியாக நகர்த்தப்படுகின்றன. மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்சவ்வினுள் பொதிந்துள்ள சைட்டோகுரோம் போன்ற புரதத் தாங்கிகள் கடத்திகளாக செயல்படுகின்றன.

சுவாச சங்கிலியானது, பல புரதங்களாலான அணைவுகளாக அமைக்கப்படுகிறது. ATP சிந்தடேஸ் மற்றும் பல நொதிகள் சவ்விடைப்பகுதியில் காணப்படுகின்றன. உட்சவ்வானது ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றத்தில் முக்கிய பங்காற்றுகிறது. மைட்டோகாண்ட்ரியா மேட்ரிக்ஸ் ஆனது ஜெல் போன்று காணப்படுகிறது.இதில் ~50% புரதம் உள்ளது. பைருவேட் ஆக்ஸிஜனேற்றத்தில் ஈடுபடும் நொதிகள், அமினோ அமிலங்கள், கொழுப்பு அமிலங்கள், TCA சுற்று, NAD^+, FAD, ADP மற்றும் Pi ஆகியவை இந்த மேட்ரிக்ஸில் காணப்படுகின்றன.

XII U8 Biological oxidation.indd 200 4/21/2020 9:59:24 AM

www.tnschoolbooks.in

கார்போஹைட்ரேட் மற்றும் உணவை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்யும்போது வெளிப்படும் ஆற்றலானது, மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் ஒடுக்கும் தன்மையுள்ள சமானங்களாக (2H) கிடைக்கிறது. இவை ஆக்ஸிஜனேற்றத்திற்காகவும், ஒருங்கிணைந்த ATP உருவாக்கத்திற்காகவும் சுவாச சங்கிலியால் சேகரிக்கப்படுகின்றன. (படம் 8.2).



படம் 8.2. உணவு செரித்தல் மற்றும் உறிஞ்சப்படுதல் மேலும் ஆற்றல் உருவாதல்

8.3.2 எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலியின் பகுதிக் கூறுகள் Electron Transport Chain (ETC)

யூகேரியோட்டுகளில், மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்சவ்வில், நான்கு பெரிய புரத அணைவுகளாக ETC யின் பகுதிக்கூறுகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன (படம் 8.3). இந்த அணைவுகள் பல்வேறு புரதங்களையும், இணைத்தொகுதிகளையும் கொண்டுள்ளன. இவற்றைத் தவிர, துணைநொதி Q மற்றும் சைட்டோகுரோம் c ஆகிய இரண்டு மூலக்கூறுகள் ETC யில் குறிப்பிடத்தகுந்த பங்காற்றுகின்றன.

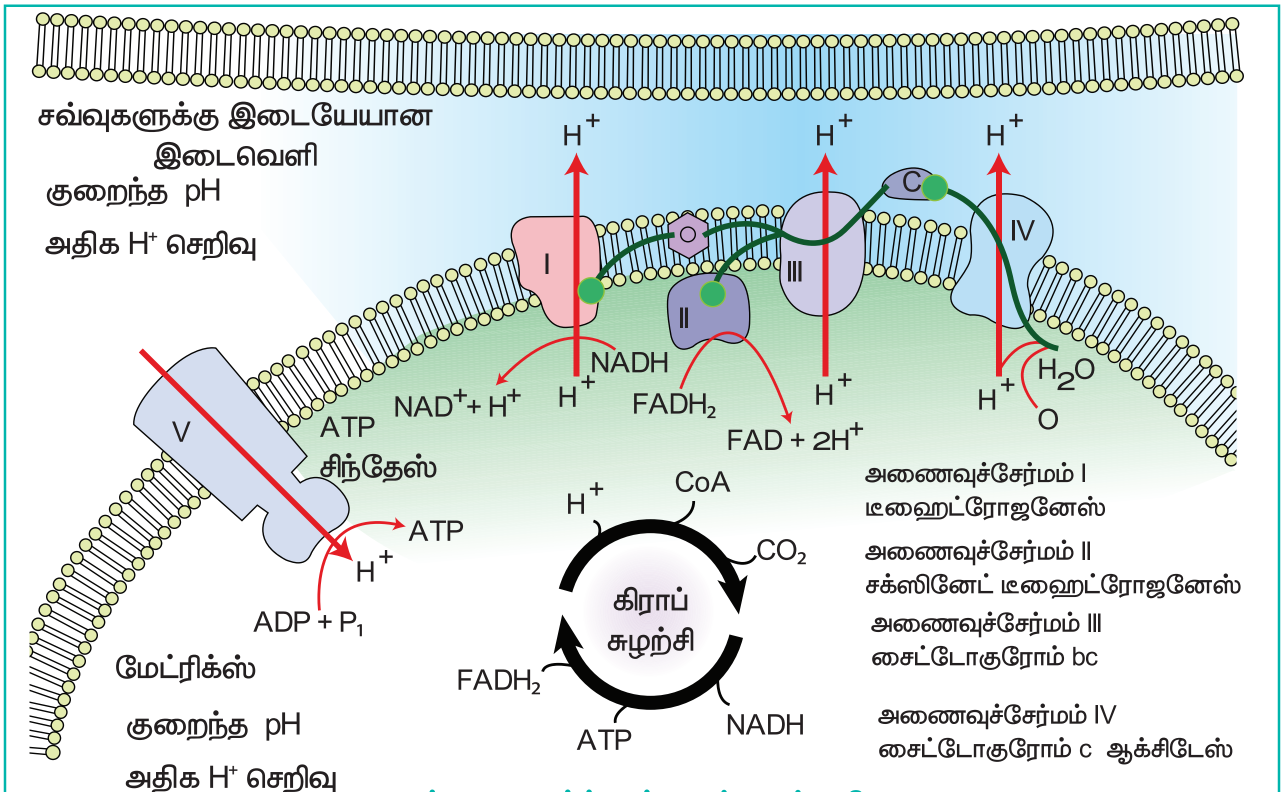
அணைவு I ஆனது NADH-துணை நொதி Q ஆக்ஸிடோரிடக்டேஸ் அல்லது NADH டிஹைட்ரஜனேஸ் எனவும் அறியப்படுகிறது. இது உயிரியல் அமைப்பு முழுவதும் பரவி இருப்பதால் NADH லிருந்து துணைநொதி Q (CoQ) அல்லது யுபிகுயினோன் (UQ) க்கு எலக்ட்ரான் கடத்தப்படும் செயல்முறைக்கு வினையூக்கியாக செயல்படுகிறது. இதில், ஒரு ஃபிளாவின் மோனோ நியுக்ளியோடைடு (FMN) மூலக்கூறும், எலக்ட்ரான் கடத்துதலில் பங்கெடுக்கும் எட்டு இரும்பு–சல்பர் திரள்களும் அடங்கியுள்ளன.

அணைவு II என்பது சக்சினேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் அல்லது சக்சினேட்–துணைநொதி Q ஆக்ஸிரிடக்டேஸ் ஆகும். இது, சக்சினேட் டிஹைட்ரஜனேஸையும், மூன்று சிறிய நீர்வெறுக்கும் துணை அலகுகளையும் கொண்டுள்ளது, மேலும் சக்சினேட்டிலிருந்து CoQ க்கு எலக்ட்ரான்களை கடத்துகிறது.

அணைவு III என்பது துணைநொதி QH_2-சைட்டோகுரோம் c ஆக்ஸிடோரிடக்டேஸ் ஆகும். இது ஒடுக்கப்பட்ட CoQ லிருந்து சைட்டோகுரோம் c க்கு எலக்ட்ரான்களை கடத்துகிறது. இதில் சைட்டோகுரோம்கள் b, c1 மற்றும் ஒரு [2Fe-2S] திரள் ஆகியன அடங்கியுள்ளன.

அணைவு IV என்பது சைட்டோகுரோம் c ஆக்ஸிடேஸ் ஆகும். இது, நான்கு அடுத்தடுத்த ஒடுக்கப்பட்ட சைட்டோகுரோம் c மூலக்கூறுகளின் ஒரு எலக்ட்ரான் ஆக்ஸிஜனேற்ற வினையையும், ஒரு ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறை ஒடுக்கி இரண்டு நீர் மூலக்கூறுகளை உருவாக்கும் நான்கு எலக்ட்ரான் ஆக்ஸிஜனேற்ற வினையையும் ஊக்குவிக்கிறது.

XII U8 Biological oxidation.indd 201 4/21/2020 9:59:24 AM



படம் 8.3. எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கலி

I லிருந்து IV வரையிலான அணைவுகளின் வழியாக எலக்ட்ரான்கள் பாயும் செயல்முறையின் விளைவால், மைட்டோகாண்ட்ரியா உட்சவ்விற்கு குறுக்காக அமைந்துள்ள மேட்ரிக்ஸ்களிலிருந்து சவ்விடைப் பகுதிக்கு புரோட்டான்கள் இறைக்கப்படுகின்றன. உற்பத்தி செய்யப்பட்ட புரோட்டான் இயக்க விசையானது ATP தொகுப்பிற்கு ஆற்றலை வழங்குகிறது. அணைவு V ஆனது ATP தொகுப்பிற்கு வினையூக்கம் அளிக்கிறது. அணைவு I லிருந்து அணைவு IV க்கு நகரும் ஒரு ஜோடி எலக்ட்ரான்கள் 3ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகின்றன. அதே சமயம், அணைவு II லிருந்து அணைவு IV க்கு நகரும் ஒரு ஜோடி எலக்ட்ரான்கள் 2ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகின்றன.

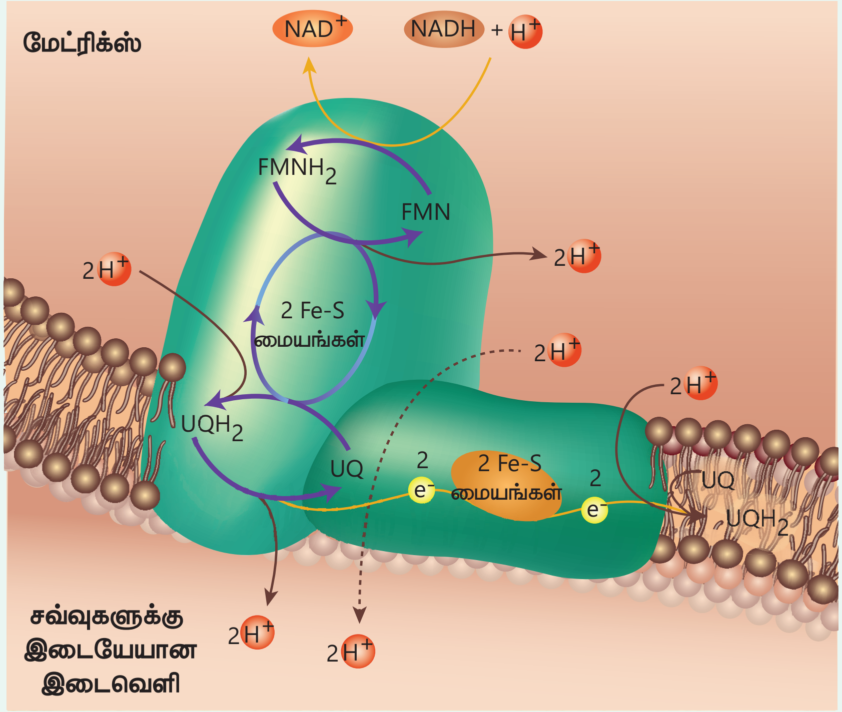
8.3.3 எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலியின் வினைகள்

துணை நொதி Q ஐ தவிர சுவாச சங்கிலியின் பகுதிப்பொருட்கள் அமைத்தும் புரதங்களாகும். இந்த புரதங்கள் நொதிகளாக செயலாற்றுகின்றன, எடுத்துக்காட்டு: டிஹைட்ரஜனேஸ்கள். அல்லது அவை இரும்பு–சல்பர் மையத்தின் ஒரு பகுதியாக இரும்பைக் கொண்டிருக்கலாம். மேலும் சைட்டோகுரோம்களில் காணப்படுவதைப் போல ஃபார்பைரின் வளையத்துடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ள இரும்பைக் கொண்டிருக்கலாம். அல்லது சைட்டோகுரோம் a + a3 அணைவிலுள்ளதைப் போல காப்பரை கொண்டிருக்கலாம்.

NADH உருவாதல் : NAD^+ ஆனது டிஹைட்ரஜனேஸ்களால் NADH ஆக ஒடுக்கப்படுகிறது. இதில் வினைப்பொருளிலிருந்து இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் நீக்கப்படுகின்றன. NADH இன் முக்கிய மூலங்கள், சிட்ரிக் அமில சுழற்சி வினைகள், கொழுப்பு அமில ஆக்ஸிஜனேற்றம் போன்றவற்றை உள்ளடக்கியுள்ளன. எலக்ட்ரான்களும், ஒரு புரோட்டானும் NAD^+ க்கு மாற்றப்பட்டு NADH மற்றும் தனித்த புரோட்டான் H^+ ஆகியவை உருவாக்கப்படுகின்றன.

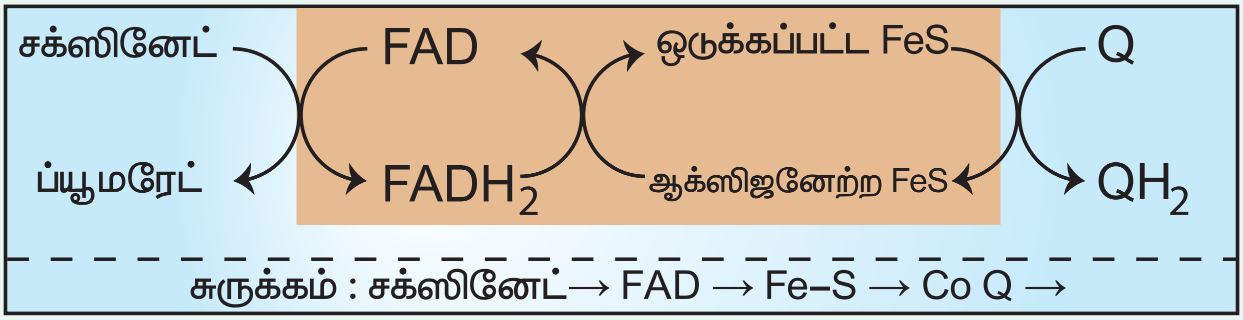
NADH டிஹைட்ரஜனேஸ்: NADH மற்றும் உருவாக்கப்பட்ட H^+ அயனிகள் ஆகியன NADH டிஹைட்ரஜனேஸிற்கு மாற்றப்படுகின்றன. இந்த அணைவு I ஆனது 46 பாலிபெப்டைடுகளை

உள்ளடக்கிய பெரிய புரதமாகும். இது மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்சவ்வில் புதைக்கப்பட்டு, ஃபிளாவின் மோனோ நியுக்ளியோடைடு (FMN) மூலக்கூறால் சூழப்பட்டுள்ளது. NADH டிஹைட்ரஜனேஸ், FMN ஐ $FMNH_2$ ஆக ஒடுக்குகிறது. சமமான எண்ணிக்கையிலான சல்பைடு அயனிகளுடன் பிணைந்துள்ள இரும்பு அணுக்களை கொண்டுள்ள இரும்பு சல்பர் மையத்திற்கு இரண்டு எலக்ட்ரான்களை மாற்றும் தொடர் நிகழ்வானது சவ்விடைப் பகுதியினுள் நான்கு புரோட்டான்களை வெளியிடுகிறது. (படம்.8.4). NADH லிருந்து உயர் ஆற்றல் எலக்ட்ரான்களை பெறுவதற்காக, NADH டிஹைட்ரஜனேஸ் சிக்கலான செயல்முறைகளை மேற்கொள்கிறது. எலக்ட்ரான் நகர்வைப் பயன்படுத்தி, உட்சவ்வுப் பகுதிக்கு ஹைட்ரஜன் அயனிகளை இடம் மாற்றும் புரோட்டான் இறைப்பியாக இது செயல்படுகிறது. சங்கிலியின் அடுத்த பகுதிக்கும், துணைநொதி Q க்கும் ஹைட்ரஜன்களை கடத்துவதற்கு இந்த திரள்கள் இன்றியமையாதவைகளாக உள்ளன.



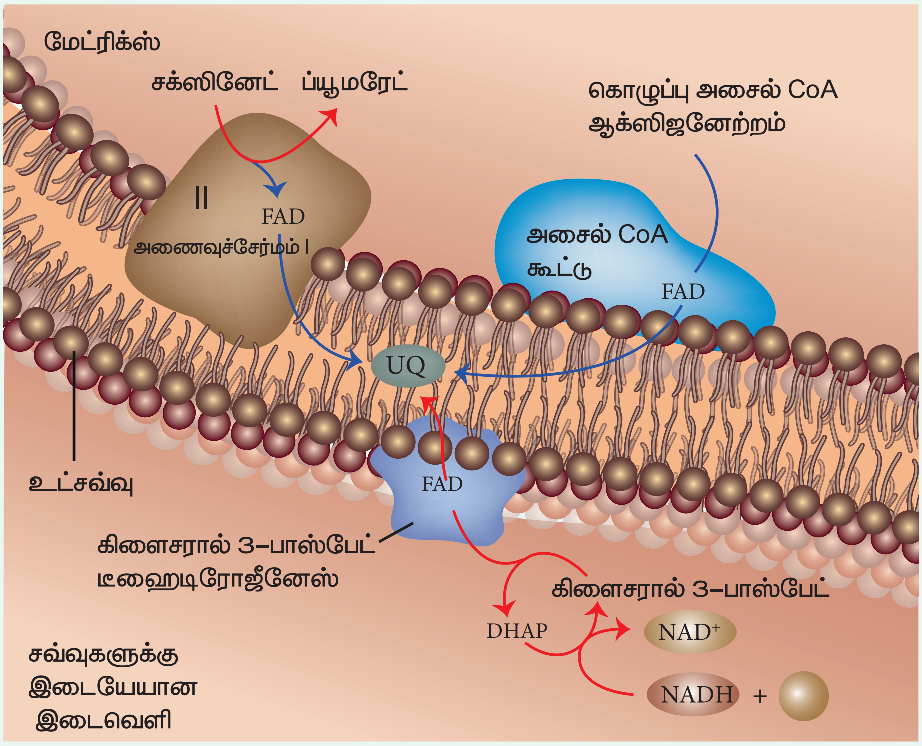
படம் 8.4 டிஹைட்ரஜனேஸ் அணைவு

சக்சினேட் ரிடக்டேஸ் அணைவு: இந்த அணைவு II ஆனது சக்சினேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் நொதியை கொண்டுள்ளது. மேலும், இது TCA சுற்றில் சக்சினேட்டை ஃபியூமரேட்டாக மாற்றுவதிலும், $FADH_2$ உருவாக்க செயல்முறையிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உருவாக்கப்பட்ட $FADH_2$ ஆனது அணைவிலேயே தங்கி, தொடர்ச்சியான Fe-S திரள்களுக்கு இரண்டு எலக்டான்களை வழங்குகிறது. இந்த எலக்ட்ரான்கள் யுபிகுயினோனுக்கு கடத்தப்படுகின்றன. (படம் 8.5). இந்த அணைவானது புரோட்டான் இறைப்பியாக செயல்படுவதில்லை. மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் மேட்ரிக்ஸ்களிலிருந்து சவ்வின் வழியாக சவ்விடைவெளிக்கு ஹைட்ரஜன் அயனிகளை தள்ளுவதில்லை.



படம் 8.5 அணைவு IIல் நடைபெறும் வினைகள்

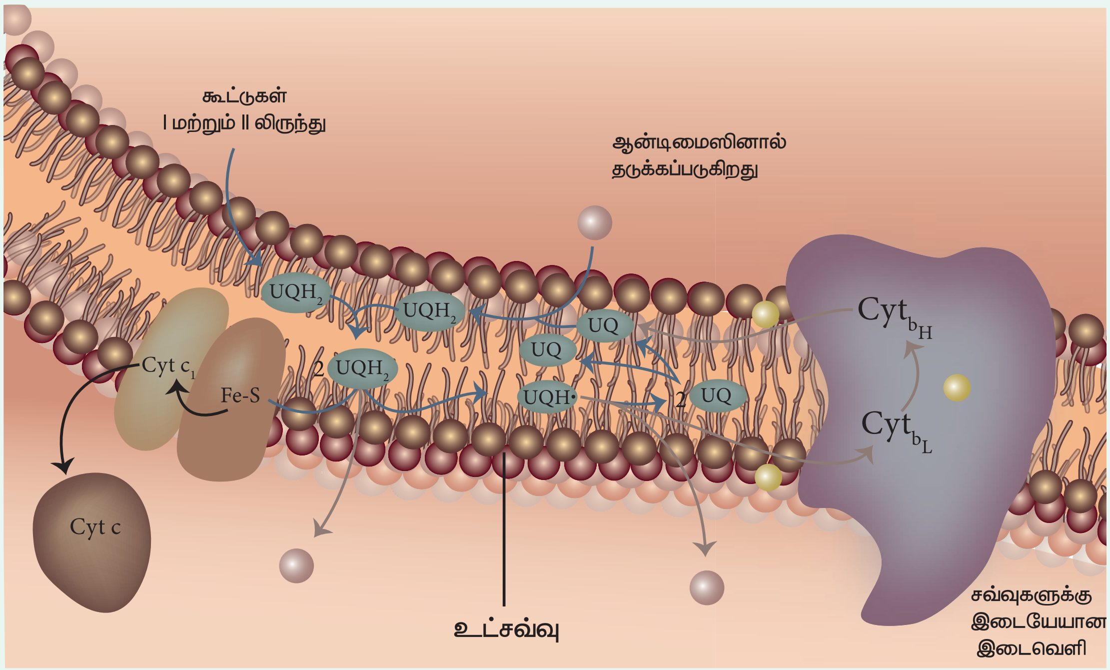
துணைநொதி Q : அணைவு II இல் உள்ள சக்சினேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் அணைவானது TCA சுற்று நொதியான சக்சினேட் டிஹைட்ரஜனேஸையும், இரண்டு இரும்பு–சல்பர் மையங்களையும் கொண்டுள்ளது. அணைவு II இல், இரும்பு–சல்பர் மையங்களின் வழியாக சக்சினேட்டிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் துணைநொதி Q(UQ) க்கு கடத்தப்படுகின்றன. CoQ ஆனது NADH டிஹைட்ரஜனேஸிலுள்ள (அணைவு I) $FMNH_2$ விடமிருந்தும், சக்சினேட் டிஹைட்ரஜனேஸிலுள்ள (Complex II) $FADH_2$ விடமிருந்தும் ஹைட்ரஜன் அணுக்களை பெற்றுக்கொள்ள முடியும். மேலும், சைட்டோபிளாச NADH லிருந்து பெறப்படும் எலக்ட்ரான்களும், யுபிகுயினோனுக்கு கிளிசரால் 3 பாஸ்பேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் மற்றும் அசைல் CoA டிஹைட்ரஜனேஸ் வழியாக கடத்தப்படுகின்றன (படம் 8.6).



படம் 8.6 சக்சினேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் அணைவு

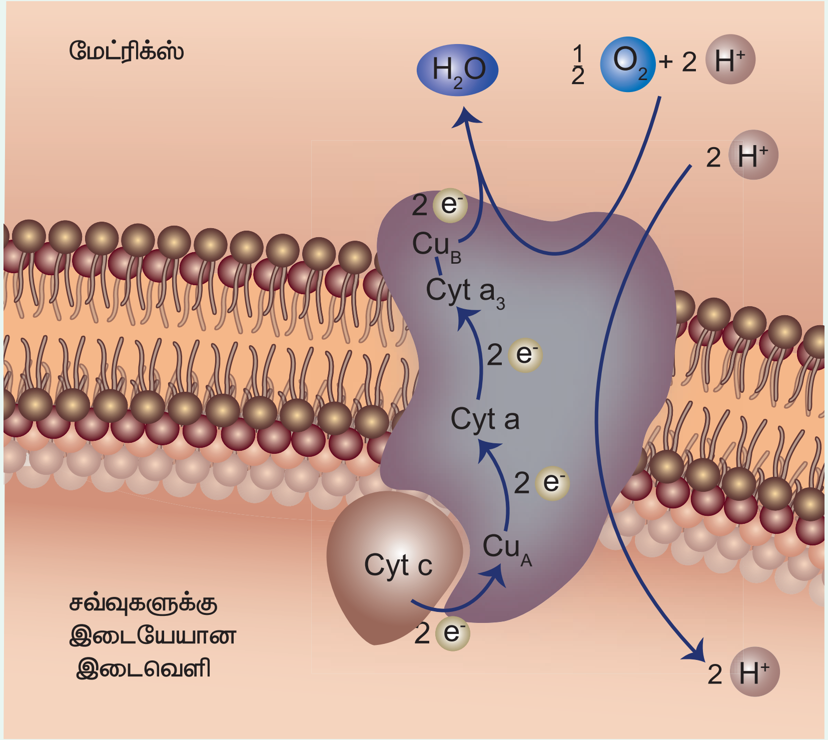
சைட்டோகுரோம் ரிடக்டேஸ்: அணைவு III ன் வழியாக ஒடுக்கப்பட்ட யுபிகுயினோனிலிருந்து (UQH_2) சைட்டோகுரோம் c க்கு எலக்ட்ரான்கள் நகருகின்றன. சைட்டோகுரோம்கள் என்பவை ஹீம் இணைத்தொகுதியுடன் இணைந்த புரதங்களாகும். அனைத்து சைட்டோகுரோம்களும் எலக்ட்ரான் ஏந்திகளாக செயலாற்றும் திறனைப் பெற்றுள்ளன. எலக்ட்ரானை ஏற்றுக்கொண்ட உடன், ஹீம் தொகுதியிலுள்ள இரும்பு Fe^{3+} நிலையிலிருந்து Fe^{2+} நிலைக்கு மாறுகிறது. UQH_2 லிருந்து சைட்டோகுரோம் c க்கு எலக்ட்ரான் மாற்றப்படும் வழிமுறையானது மிகவும் சிக்கலானது. படம் 8.7 இல் காட்டியுள்ளவாறு, UQH_2 பலபடிகளில் UQ ஆக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைகிறது. ரீஸ்கே Fe-S புரதம் / cyt c1 வழியாக ஒரு எலக்ட்ரான் சைட்டோகுரோம் c க்கு மாற்றப்படுகிறது. இரண்டாவது எலக்ட்ரான் Cyt b க்கு மாற்றப்படுகிறது. உருவாக்கப்பட்ட இரண்டு UQ மூலக்கூறுகளில் ஒன்று மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் மேட்ரிக்ஸ்களுக்குள் ஊடுருவுகிறது, அங்கு அவை ஒடுக்கப்பட்டு UQH_2 உருவாகிறது. இவ்வாறு உருவான UQH_2 அதன் ஆக்ஸிஜனேற்ற மையத்திற்குள் ஊடுருவி அணைவுகள் I மற்றும் II லிருந்து உருவான UQH_2 தேக்கத்தில் சென்று இணைகிறது. இச்செயல்முறையின்போது, சவ்விடைப் பகுதியினுள் 2H அணுக்கள் வெளிவிடப்படுகின்றன.

XII U8 Biological oxidation.indd 204 4/21/2020 9:59:29 AM



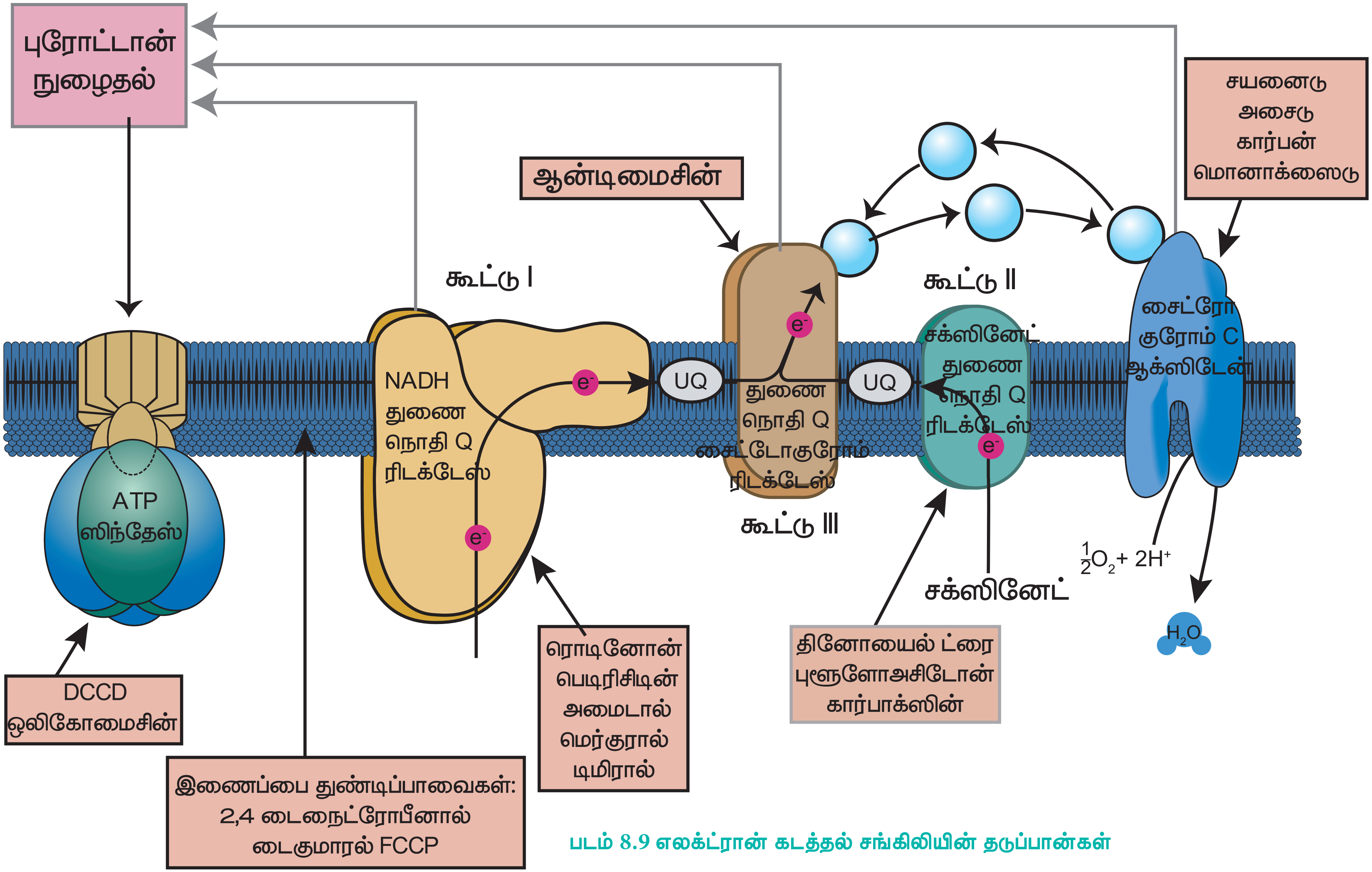
படம் 8.7 அணைவு IIIல் நடைபெறும் வினைகள்

சைட்டோகுரோம் c ஆக்ஸிடேஸ்: அணைவு IV இல் உள்ள சைட்டோகுரோம் c ஆக்ஸிடேஸ் ஆனது நான்கு அடுத்தடுத்த ஒடுக்கப்பட்ட சைட்டோகுரோம் c மூலக்கூறுகளின் ஒரு எலக்ட்ரான் ஆக்ஸிஜனேற்ற வினைக்கும், உடன்நிகழும் ஒரு ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறின் நான்கு எலக்ட்ரான் ஒடுக்க வினைக்கும் வினையூக்கியாக செயல்படுகிறது. சைட்டோகுரோம் c ஆக்ஸிடேஸ் ஆனது இரண்டு சைட்டோகுரோம்களை (a மற்றும் b) கொண்டுள்ளது. Cyt a காப்பர் அணுவுடன் இணைந்துள்ளது, CuA மற்றும் Cyt a_3 ஆகியன முறையே மற்றொரு காப்பர் அணு மற்றும் CuB உடன் இணைந்துள்ளது. ஒவ்வொரு ஒடுக்கப்பட்ட Cytc மூலக்கூறும், ஒரு நேரத்தில் ஒரு எலக்ட்ரான் வீதம் CuA க்கு வழங்குகிறது. இதைத் தொடர்ந்து எலக்ட்ரான்கள் Cyta, Cyta$_3$, CuB ஆகியவற்றிற்கு கடத்தப்படுகின்றன. Cytc லிருந்து மாற்றப்பட்ட நான்கு எலக்ட்ரான்கள், ஆக்ஸிஜனையும், நான்கு புரோட்டான்களையும் இணைத்து இரண்டு நீர் மூலக்கூறுகளாக மாற்றுகின்றன. (படம்.8.8)



படம் 8.8 அணைவு IVல் நடைபெறும் வினைகள்

www.tnschoolbooks.in



படம் 8.9 எலக்ட்ரான் கடத்தல் சங்கிலியின் தடுப்பான்கள்

XII U8 Biological oxidation.indd 206 4/21/2020 9:59:47 AM

அணைவு எண்	அணைவின் பெயர்	பாலிபெப்டைடுகள்	இணைத் தொகுதிகள்
அணைவு I	NADH டிஹைட்ரஜனேஸ்	ஏறத்தாழ 46	FMN, Fe-S மையங்கள்
அணைவு II	சக்ஸினேட் டிஹைட்ரஜனேஸ்	2 Fe-S புரதங்கள்	FAD, Fe-S மையங்கள்
அணைவு III	சைட்டோகுரோம் b c_1 அணைவு	2 சைட்டோகுரோம்கள் 1 Fe-S புரதம் 6-8 மற்ற புரதங்கள்	b மற்றும் c வகை ஹீம்கள் (Cyt b_1, b_H, c_1) Fe-S மையங்கள்
அணைவு IV	சைட்டோகுரோம் ஆக்ஸிடேஸ்	ஏறத்தாழ 13	a வகை ஹீம்கள் (Cyt a,a_3) 2 Cu

8.3.4 எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலி தடுப்பான்கள்

பல்வேறு தடுப்பான்களினால் ETC தடுக்கப்படலாம். ETC யில் சரியான பகுதியில் பிணைவதன் மூலமாக ETC தடுப்பான்கள் செயல்படுகின்றன. ஒரு ஏந்தியிலிருந்து மற்றொன்டிற்கு எலக்ட்ரான் கடத்தப்படுதலை இவை தடுக்கின்றன. ஒவ்வொரு தடுப்பானும் ஒரு குறிப்பிட்ட ஏந்தியுடன் பிணைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ரொட்னொன் (rotenone) மற்றும் அமிடால் (amytal) ஆகியன NADH டிஹைட்ரஜனேஸிலுள்ள அணைவு I ஐ தடுத்து NADH ஆக்ஸிஜனேற்றத்தை தடை செய்கிறது. ஆன்டிமைசின் A மற்றும் டைமெர்காப்டால் ஆகியன ETC யில் உள்ள அணைவு III ஐ தடுக்கின்றன. ஹைட்ரஜன் சல்பைடு, சயனைடு, அசைடு மற்றும் கார்பன் மோனாக்சைடு ஆகிய நச்சுப்பொருட்கள் அணைவு IV ஐ தடுக்கின்றன. ஒலிகோமைசின் என்பது ATP சிந்தடேஸ் தடுப்பானாகும். ETC யின் தடுப்பான்களை பயன்படுத்தி, சுவாச சங்கிலி குறித்த பல தகவல்கள் பெறப்பட்டன. தடுப்பான்களைப் பயன்படுத்தி ETC கூறுகளின் சரியான வரிசை நிர்ணயிக்கப்பட்டது. ஆக்ஸிஜன் மின்முனையை பயன்படுத்தி, எலக்ட்ரான் கடத்துதலின் எல்லை அளக்கப்பட்டது. இச்செயல்முறையின் போது, எலக்ட்ரான் கடத்துதல் தடை செய்யப்படும்போது ஆக்ஸிஜன் நுகர்வு குறைகிறது.(படம்.8.9).

8.4 ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றம்

காற்றுள்ள செல் சுவாசத்தின்போது, பெரும்பாலான ATP மூலக்கூறுகள் ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றத்தின் மூலமாக உருவாக்கப்படுகின்றன. இங்கு, சுவாச சங்கிலியில் எலக்ட்ரான் கடத்துதல் மூலமாக NADH மற்றும் $FADH_2$ ஆகியன ஆக்ஸிஜனேற்றமடைவதால் எலக்ட்ரான்கள் பெறப்படுகின்றன. ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றத்தின்போது TCA சுற்றில் கார்பன் எரிபொருட்கள் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து, உயர் கடத்து மின்னழுத்தமுடைய எலக்ட்ரான்களை தருகின்றன. இந்த எலக்ட்ரான் இயக்கு விசையானது புரோட்டான் இயக்கு விசையாக மாற்றப்பட்டு இறுதியாக பாஸ்போரைல் கடத்து மின்னழுத்தமாக மாற்றப்படுகிறது.

NADH-Q ஆக்ஸிடோரிடக்டேஸ், Q-சைட்டோகுரோம் c ஆக்ஸிடோரிடக்டேஸ், மற்றும் சைட்டோகுரோம் c ஆக்ஸிடேஸ் ஆகிய மூன்று எலக்ட்ரான் –இயக்க புரோட்டான் இறைப்பிகளால், எலக்ட்ரான் இயக்கு விசையை, புரோட்டான் இயக்கு விசையாக மாற்றும் செயல்முறை நிகழ்த்தப்படுகிறது. இந்த பெரிய மாற்றுமென்படல அணைவுகள் ஆனவை குயினோன்கள், ஃபிளாவின்கள், இரும்பு–சல்பர் திரள்கள் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கிய பல ஆக்ஸிஜனேற்ற–ஒடுக்க மையங்களை பெற்றுள்ளன. ATP சிந்தேஸ்களால் ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றத்தின் இறுதிச் சுற்று நிகழ்த்தப்படுகிறது. மைட்டோகாண்ட்ரியா மேட்ரிஸ்களுக்குள் மீண்டும் நுழையும் புரோட்டான்களால் இந்த ATP தொகுக்கும் அமைப்புகள் இயக்கப்படுகின்றன. இந்த குறிப்பிடத்தக்க நொதியின் கூறுகள் அதன் வினையூக்க இயக்கத்தின் ஒரு பகுதியாக அமைந்துள்ளன.

உயிரியல் அமைப்புகளில், புரோட்டான் செறிவு வேறுபாட்டை , கட்டிலா ஆற்றலாக மாற்ற இயலும் என்பதை ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றம் தெளிவாக விளக்குகிறது. பாஸ்பாரிலேற்றமடைந்த வேதி இடைச்சேர்மங்கள் உருவாகாததாலும், வேதிச்சவ்வூடு பரவல் எனும் வினைவழிமுறையை பின்பற்றுவதாலும் ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றம் ஆனது வினைப்பொருள் அளவிலான பாஸ்பாரிலேற்றத்திலிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்டதாக உள்ளது.

8.4.1 வேதிச்சவ்வூடு பரவல் கொள்கை (CHEMIOSMOTIC THEORY)

1961ஆம் ஆண்டில், பீட்டர் மிட்சல் என்பவர் வேதிச்சவ்வூடு பரவல் கொள்கையை வெளியிட்டார். ETC யிலுள்ள பகுதிக்கூறுகளின் ஆக்ஸிஜனேற்றத்தின் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட ஆற்றலானது, மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உள்பகுதியிலிருந்து, மைட்டோகாண்ட்ரியா சவ்வின் உள்பரப்பின் வெளிப்பகுதிக்கு புரோட்டான்களை இடம் மாற்றும் செயல்முறையுடன் இணைக்கப்படுகிறது என்பதை இக்கொள்கை விளக்குகிறது. ஹைட்ரஜன் அயனிகளின் சீரற்ற பங்கீட்டால் உருவாகும் வேதி மின்னழுத்த வேறுபாடானது, ATP உருவாக்கத்தின் வழிமுறையை கண்டறிய பயன்படுத்திக்கொள்ளப்படுகிறது. ஏற்கனவே விவரித்த படி, சுவாச சங்கிலியின் அணைவுகள் புரோட்டான் இறைப்பிகளாக செயலாற்றுகின்றன. மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்சவ்வானது தன்வழியே அயனிகளை குறிப்பாக புரோட்டான்களை அனுமதிப்பதில்லை, இதனால் புரோட்டான்கள் சவ்விற்கு வெளியே குவிக்கப்படுவதால் சவ்வு முழுமைக்கும் வேதி மின்னழுத்த வேறுபாடு ($\Delta\mu H^+$) உருவாகிறது. இது, வேதி மின்னழுத்தம் என்றழைக்கப்படுகிறது.

வேதிச் சவ்வூடு பரவல் கொள்கையின் சிறப்பம்சங்கள்:

1. ETC வழியாக எலக்ட்ரான்கள் நகரும் அதே சமயத்தில், மேட்ரிக்ஸ்களிலிருந்து புரோட்டான்கள் நகர்த்தப்பட்டு சவ்விடைப் பகுதிக்குள் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. உட்சவ்விற்கு குறுக்காக, மின்னழுத்தம் (ψ) மற்றும் புரோட்டான் செறிவு வேறுபாடு (ΔpH) ஆகியன உருவாகின்றன. இந்த மின்வேதிப் புரோட்டான் செறிவு வேறுபாடானது, புரோட்டான் இயக்கு விசை என்றழைக்கப்படுகிறது.

2. இப்பொழுது, புரோட்டான்கள் சவ்விடைப்பகுதியில் மிக அதிகளவில் குவிக்கப்பட்டுள்ளன. இவை குறிப்பிட்ட வழித்தடங்கள் வழியாக நேரடியாக உட்சவ்வில் நுழைந்து மீண்டும் மேட்ரிக்ஸ்களுக்கு நகர்வதால் செறிவு வேறுபாடு குறைகிறது, ATP உருவாக்கப்படுகிறது.

8.4.2 ATP சிந்தேஸின் பங்கு

ATP சிந்தேஸ் எனும் நொதி அணைவானது நொதி V என அறியப்படுகிறது. இது, எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலியால் உருவாக்கப்பட்ட புரோட்டான் செறிவு வேறுபாட்டின் ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி ATP ஐ தொகுக்கிறது. மைட்டோகாண்டியாவிற்கு மீண்டும் புரோட்டான்களை கொண்டு வருதலே

இந்த ATPase இன் முக்கிய நோக்கமாகும். மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்பகுதி காரத்தன்மை கொண்டதால், வினையானது ATP தொகுப்பு நிகழ சாதகமாக அமைகிறது.

ADP மற்றும் Pi ஆகியவற்றிலிருந்து தொகுக்கப்பட்ட ATP ஐ கிளர்வு மையத்திலிருந்து விடுவிக்க F_1F_0 ATPase வழியாக நிகழும் புரோட்டான் நகர்வானது தேவைப்படுகிறது. சைட்டோசாலில் ATP ஐ இருத்திவைப்பதற்காக, மைட்டோகாண்ட்ரியாவினுள் உருவாக்கபட்ட ATP ஆனது, மைட்டோகாண்ட்ரியாவிற்கு வெளியிலுள்ள ADP உடன் பரிமாறிக்கொள்ளப்பட வேண்டும். சைட்டோபிளாஸ ADP க்காக மைட்ரோகாண்ட்ரியா ATP பரிமாற்றப்படும் செயல்முறையானது ATP/ADP டிரான்ஸ்லொகேஸ் எனும் நொதியால் வினையூக்கம் பெறுகிறது. NADH லிருந்து 2 எலக்ட்ரான்கள் முழுமையாக ஆக்ஸிஜனுக்கு கடத்தும் ETC செயல்முறையின் வாயிலாக 3 ATP மூலக்கூறுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. முதல் ATP உருவாகும் படிக்கு பிறகு, ஒரு $FADH_2$ ஆனது துணைநொதி Q க்குள் எலக்ட்ரான்களை செலுத்துகிறது. ஃபிளாவின் இணைந்த வினைப்பொருள் சங்கிலியிலிருந்து கடத்தப்படும் இரண்டு எலக்ட்ரான்களுக்கு இரண்டு 2 ATP மூலக்கூறுகளை மட்டுமே உருவாக்குகிறது. முதல் ATP ஏற்கனவே உருவாக்கப்பட்ட பிறகு எலக்ட்ரான்களை வழங்குவது மட்டுமே இதற்கு காரணம் அல்ல, NADH போன்று வலுவான ஒடுக்கும் காரணியாக $FADH_2$ இல்லாததும் காரணமாகும். $FADH_2$ மூலக்கூறை ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையச் செய்து 3 ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்குவதற்கு போதுமான ஆற்றல் இல்லை .

8.5 உயர் ஆற்றல் சேர்மங்கள்

உயர் ஆற்றல் சேர்மங்கள் பொதுவாக உயர் ஆற்றல் பாஸ்பேட்டுகள் என குறிப்பிடப்படுகின்றன. கனிம பாஸ்பேட் தொகுதிகள் உயர் ஆற்றல் பிணைப்புகளை உருவாக்குகின்றன. பிணைப்புகள் பிளக்கப்படும்போது வெளிப்படும் ஆற்றலின் உதவியுடன் உயிரினங்களில் வளர்சிதை மாற்ற செயல்முறைகளை நிகழ்த்தும் திறனைப் இவை பெற்றுள்ளன. நீராற்பகுப்பின் போது, உயர் ஆற்றல் பாஸ்பேட் பிணைப்புகள் ஆற்றலை வெளிப்படுகிறது. ஒரு வினை நிகழவேண்டுமெனில், அதன் ΔG (கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம்) எதிர்குறி மதிப்பை பெற்றிருக்க வேண்டும். பாஸ்பேட்டுகளை கொண்டுள்ள சேர்மங்கள் உயர் ஆற்றல் சேர்மங்களாக அறியப்படுகின்றன. இவற்றின் ΔG மதிப்புகள் -25 அல்லது -30 kJ/mol எனும் அளவில் அமைந்துள்ளன.

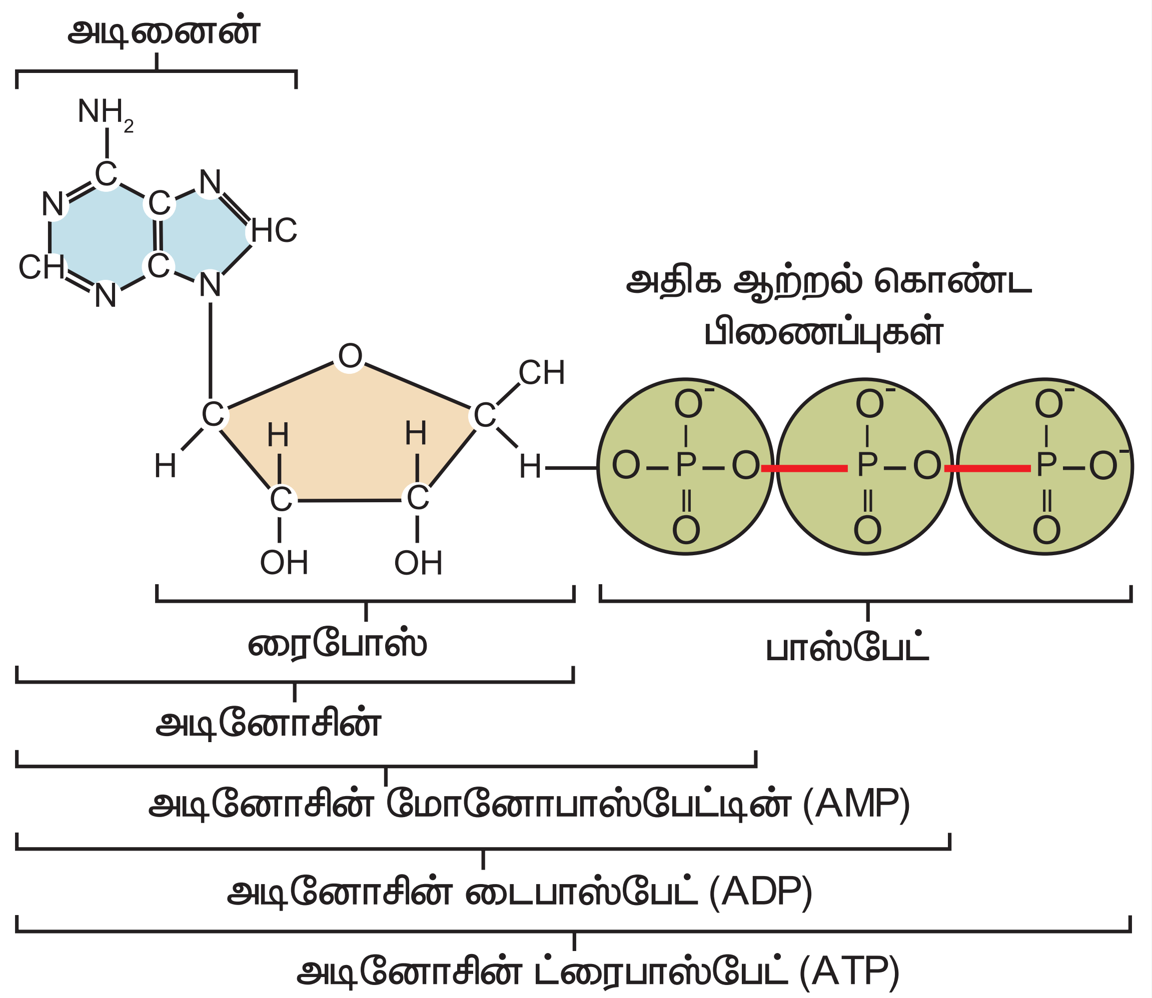
8.5.1 உயர் ஆற்றல் சேர்மங்களின் சேமிப்பு வடிவம்:

உயிரினங்கள், இருவகையான ஆற்றல் சேமிப்புகளை பயன்படுத்துகின்றன. முதலாவதாக, கிளைக்கோஜன் மற்றும் ட்ரைகிளிசரைடுகள் போன்ற ஆற்றல் நிறைந்த மூலக்கூறுகள். இந்த மூலக்கூறுகள், வேதிச் சகப்பிணைப்புகளின் வடிவில் ஆற்றலை சேமிக்கின்றன. செல்கள், இத்தகைய மூலக்கூறுகளை தொகுத்து, பிற்கால ஆற்றல் பயன்பாட்டிற்காக சேமித்து வைக்கின்றன. உயிரியல் ஆற்றல் சேமிப்பின் இரண்டாம் வகை மின்வேதி வினைகளாகும். செல் சவ்வுகளுக்கிடையேயான அயனிச் செறிவுகளின் வேறுபாட்டிலிருந்து ஆற்றலை பெறுகின்றன.

8.5.2 ATP –ஒரு உயர் ஆற்றல் மூலக்கூறு

செல்களின் ஆற்றல் மூலமாக, அடினோசின் ட்ரைபாஸ்பேட் (ATP) விளங்குகிறது. நீராற்பகுத்தலின் போது ATP மூலக்கூறிலுள்ள வேதிப்பிணைப்புகளிலிருந்து, செல் செயல்முறைகளுக்குத் தேவையான ஆற்றல் வெளிவிடப்படுகிறது. செல்லுக்கு ஆற்றல் தேவைப்படும்போது, ஆற்றல் தேக்க மூலக்கூறிலிருந்து ATP ஆக மாற்றப்படுகிறது. ATP உயர் ஆற்றல் மூலக்கூறாக இருப்பதற்கு காரணம் அதிலுள்ள

இரண்டு உயர் ஆற்றல் பாஸ்பேட் பிணைப்புகளே ஆகும். பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட பிணைப்புகள் பாஸ்போஅன்ஹைட்ரைடு பிணைப்புகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. ATP மூலக்கூறின் அமைப்பானது படம் 8.10 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 8.10 அடினோசின் பாஸ்பேட் அமைப்பு

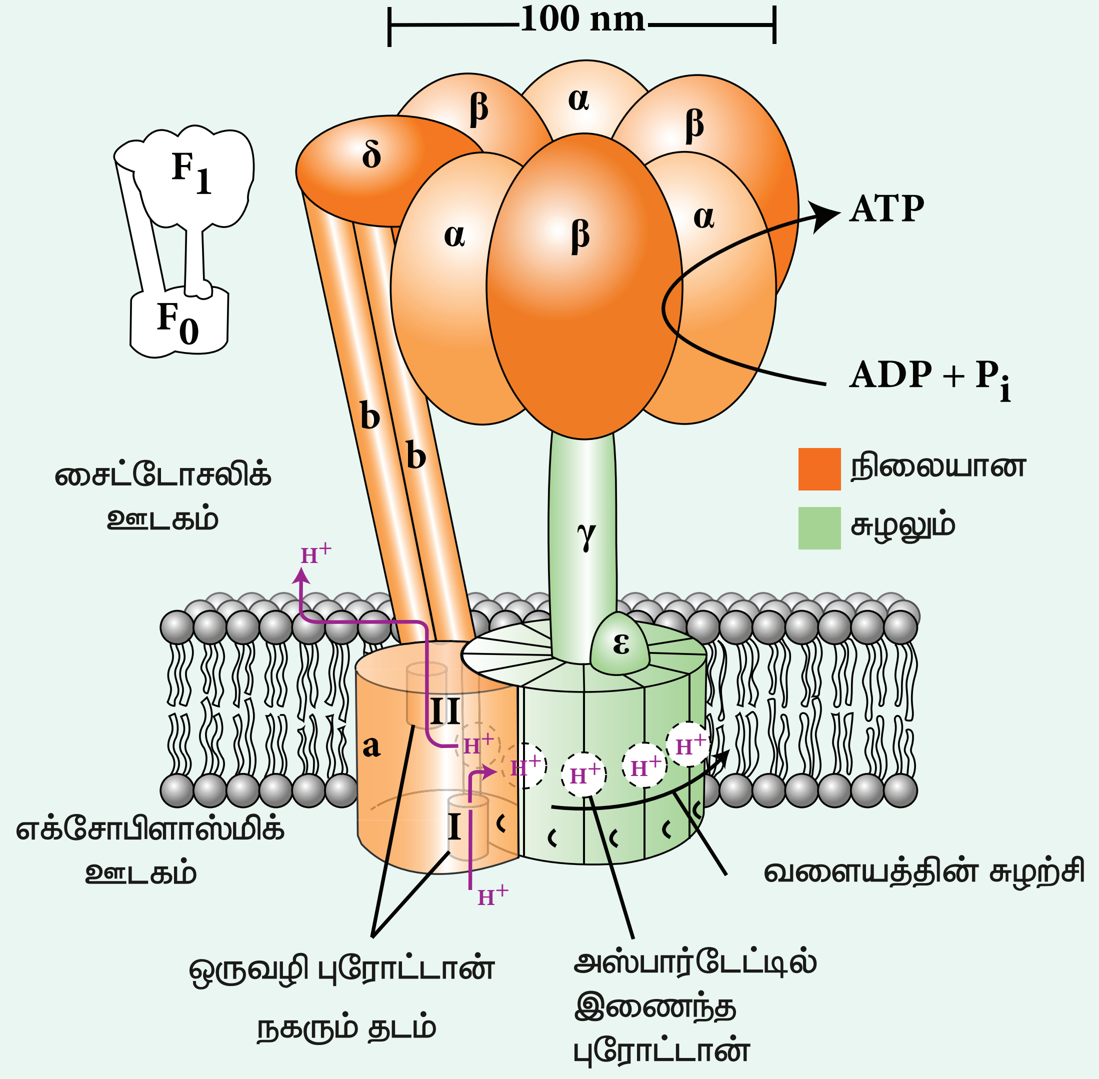
8.5.2.1 ATPயேஸ் இன் வடிவமைப்பு (F_1F_0 ATPயேஸ்) - ATPase

மைட்டோகாண்ட்ரியா ATP சிந்தடேஸ் ஒரு F-வகை ATPயேஸ் ஆகும். குளோரோபிளாஸ்ட் மற்றும் யுபாக்டீரியா ஆகியவற்றிலிருந்து வருவிக்கப்பட்ட மற்ற ATP சிந்தேஸ்களுடன் ஒப்பிடும்போது, இதன் அமைப்பு தனித்தன்மை வாய்ந்ததாக அமைந்துள்ளது. வடிவமைப்பை உற்றுநோக்கும்போது, மைட்டோகாண்ட்ரியா உட்சவ்வில் காணப்படும் பெரிய நொதி அணைவாக ATPயேஸ் உள்ளது. படம் 8.11 இல் காட்டியுள்ளவாறு இது ADP மற்றும் Pi ஆகியவற்றிலிருந்து ATP உருவாதலை ஊக்குவிக்கிறது. ATP சிந்தடேஸ் இரண்டு தனித்தனி கூறுகளை கொண்டுள்ளது.

F_1 (**வினையூக்க அலகு**) : இது மைட்டோகாண்ட்ரியா மேட்ரிக்ஸ்ல் அமைந்துள்ளது, மேலும் இது ஐந்து வகை பாலிபெப்டைடு சங்கிலிகளை (α_3, β_3, γ, ε மற்றும் δ சங்கிலிகள்) கொண்டுள்ள புற அமைவு புரதமாகும்.

XII U8 Biological oxidation.indd 210 4/21/2020 9:59:47 AM

F_o (o - **ஒலிகோமைசின்-நுண் உணர்திறன் கொண்டிருப்பதை குறிப்பிடுகிறது**): இது ஒரு ஒருங்கிணைந்த சவ்வுப் புரதமாகும், இதில் a, b, மற்றும் c ஆகிய மூன்று துணை அலகுகள் ab_2c_{10-12}. என்ற விகிதத்தில் அமைந்துள்ளன.



படம் 8.11 ATP சிந்தேசின் அமைப்பு

β துணை அலகானது, ADP / P_i பிணைப்பு மையங்களை கொண்டுள்ளது; α துணை அலகால் ATP ஐ பிணைக்க இயலும்.; γ துணை அலகானது சுழன்று ஆல்ஃபா மற்றும் பீட்டா வடிவங்களாக மாறுகிறது. F_0 அலகின் c துணைஅலகானது புரோட்டான் அரை வழித்தடங்களை கொண்டுள்ளது; 'c' துணை அலகுகளுக்குள் புரோட்டான் நுழையும் மையமாக 'a' செயல்படுகிறது.

F1 **வினையூக்க அலகு**: மூன்று α மற்றும் மூன்று β சங்கிலிகள் ஒன்றிணைந்து ஹெக்சாமெரிக் $\alpha_3\beta_3$ ஐ உருவாக்குகிறது. இது ATP தொகுப்பு வினையூக்கத்திற்கு பொறுப்பாகிறது. γ மற்றும் ε பாலிபெப்டைடு சங்கிலிகள் ஒன்றிணைந்து மையக் தாங்கும் பகுதியை உருவாக்குகின்றன, இது ஹெக்சாமெரிக் வளைய குழிக்குள் நீள்கிறது. γ துணை அலகானது, $\alpha_3\beta_3$ ஐ தாங்கி பிடித்துக்கொள்ளவும், இயந்திரம் சுழல்வதை வெளிக்காட்டவும் உதவுகிறது. இந்த அணைவானது எலக்ட்ரான் கடத்துதலினால்

XII U8 Biological oxidation.indd 211 4/21/2020 9:59:48 AM

வெளிப்பட்ட ஆற்றலை பாதுகாத்து ATP தொகுப்பை உந்துகிறது. அதேசமயம், F_1 கூறு தனியாக ATP மூலக்கூறை நீராற்பகுக்கிறது.

புரோட்டான் இறைப்பியின் F_0 பகுதி : இது 10-14 c துணை அலகுகளை ஒன்றிணைத்து வளைய அமைப்பை உருவாக்கி புரோட்டான் வழித்தடமாக (proton channel) செயல்படுகிறது. ஒரு ஒற்றை 'c' அலகானது F_0 அலகை ஐ F_1 அலகுடன் இணைக்கிறது. $\gamma\varepsilon$ மையக் தாங்கும் பகுதியின் ஊடாகவும், ஒரு a , இரண்டு b மற்றும் ஒரு δ துணை அலகு ஆகியவற்றால் உருவாக்கப்பட்ட நீட்சி ஊடாகவும் F_0 மற்றும் F_1 அலகுகள் இரண்டு புள்ளிகளில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

8.5.2.2 ATP நீராற்பகுத்தலின் கட்டிலா ஆற்றல்

பாஸ்பேட்டைக் கொண்டுள்ள மூலக்கூறுகளில், ATP மிக முக்கியமான மூலக்கூறாகும். இது, நொதிகளுக்கிடையே ஆற்றலை பரிமாற்றம் செய்கிறது. ATP மூலக்கூறு நிலைப்புத் தன்மையற்றது, நீராற்பகுப்படைந்து ADP ஆகவும், கனிம பாஸ்பேட்டாகவும் மாறுகிறது. ATP இல் உள்ள இரண்டு உயர் ஆற்றல் பாஸ்போஅன்ஹைட்ரைடு பிணைப்புகளினால் அது உயர் ஆற்றல் மூலக்கூறாக உள்ளது.

ATP மூலக்கூறின் நீராற்பகுப்பு வினையின் ΔG° மதிப்பு –30.5 kJ/mol. மேலும், செல்லில் ADP யின் செறிவைவிட ATP யின் செறிவு அதிகமாக இருப்பதால், $\Delta G^{\circ\prime}$ மதிப்பைவிட, வினையின் ΔG அதிக எதிர்குறி மதிப்பை பெறுகிறது. எனவே, ATP நீராற்பகுப்பினால் உருவாகும் ஆற்றலானது மற்ற அமைப்புகளுக்கு வழங்கப்படுகிறது. இதனால் வெப்ப இயக்கவியலாக சாதகமற்ற வினைகளை நிகழ்த்த அந்த அமைப்புகள் அனுமதிக்கப்படுகின்றன.

பயன்படுத்தக்கூடிய ஆற்றலை பாஸ்பேட் பிணைப்புகள் கொண்டுள்ளன. AMP மூலக்கூறிலிருந்து தனித்த அடினோசின் மூலக்கூறை விடுவிக்கும் பாஸ்பேட்டின் நீராற்பகுப்பு வினைவின் $\Delta G^{\circ\prime}$ மதிப்பு –14 kJ/mol; இது உயர் ஆற்றல் பாஸ்பேட் பிணைப்பாக கருதப்படுவதில்லை, மேலும் பிணைப்பானது நேர்க்கோடாக குறிப்பிட்டுக் காட்ட வலியுறுத்தப்படுகிறது.

பாஸ்பேட் மாற்றம் நிகழாத, வெப்ப இயக்கவியலாக சாத்தியமற்ற வினைகளை நிகழ அனுமதிக்கும் வெப்ப இயக்கவியல் உந்து விசையாக ATP நீராற்பகுத்தல் திகழ முடியும் என்பதே நிகர விளைவாகும். பரவலாக பயன்படும் உயர் மூலக்கூறாக ATP இருப்பினும், உடலியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த மேலும் சில உயர் ஆற்றல் மூலக்கூறுகள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, அசிட்டைல் – CoA விலுள்ள உயர் ஆற்றல் தயோஎஸ்டர் பிணைப்பு.

8.6 இணைத் தடுப்பான்கள்

2, 4 டைநைட்ரோபீனால் (DNP) போன்ற வேதிப்பொருட்கள் இணைத் தடுப்பான்களாக செயல்படுகின்றன. அதாவது, அவை ATP தொகுப்பை தடைசெய்கின்றன, ஆனால் ETC தொடர்ந்து இயங்குவதால் ஆக்ஸிஜன் தொடர்ந்து நுகரப்படுகிறது. DNP யும், மற்ற இணைத் தடுப்பான்களும் லிப்பிடுகளில் கரையும் சிறிய அமைப்புக்கூறுகளாகும், மேலும் இவை H^+ அயனிகளுடன் பிணைந்து அவற்றை சவ்வுகளுக்கிடையே கடத்துகின்றன.

பாடச் சுருக்கம்

யூகேரியோட் செல்களில், காற்றுச் சூழல் வினைகள் மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் நிகழ்கின்றன. ஒரு உள் சவ்வானது மைட்டோகாண்ட்ரியாவை மேட்ரிக்ஸ் மற்றும் சவ்விடைப் பகுதி என இரண்டு பகுதிகளாக பிரிக்கிறது : உட்சவ்வில் நிகழும் ETC செயல்முறையானது, NADH மற்றும் சக்சினேட்டை ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்து, ஆக்ஸிஜனை பயன்படுத்தி ATP ஐ உருவாக்குகிறது. சுவாச சங்கிலி மற்றும் சுவாச சங்கிலி இணைவதால் ATP உருவாதல் ஆகியவற்றை பின்வருமாறு சுருக்கிக்கூற முடியும்.

1. வினைப்பொருட்களுக்கிடையே எலக்ட்ரான்களை பரிமாறிக்கொள்ளும் வேதிவினைகள் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.
2. ஆக்ஸிஜனேற்றத்தின் போது வினைப்பொருள் எலக்ட்ரான்களை இழக்கிறது அல்லது ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைகிறது. ஒடுக்கத்தின்போது வினைப்பொருள் எலக்ட்ரான்களை ஏற்றுக்கொள்கிறது அல்லது ஒடுக்கம் அடைகிறது.
3. எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலியானது நான்கு அணைவுகளை உள்ளடக்கிய, பல படிகளில் நிகழும் செயல்முறையாகும். ஃபிளாவோபுரதங்கள், சைட்டோகுரோம்கள், இரும்பு–சல்பர் திரள்கள் மற்றும் குயினோன் ஆகியன எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலியின் பகுதிக்கூறுகளாகும்.
4. அணைவு I ஆனது NADH லிருந்து எலக்ட்ரான் ஏந்தியான யுபிகுயினோனுக்கு எலக்ட்ரானைக் கடத்துகிறது. அணைவு II ஆனது சக்சினேட்டிலிருந்து யுபிகுயினோனுக்கு எலக்ட்ரானைக் கடத்துகிறது.
5. bL, bH மற்றும் இரும்பு சல்பர் மையம் c + ஆகிய மூன்று முக்கிய சைட்டோகுரோம்களை அணைவு III உள்ளடக்கியுள்ளது. இவை, ஒடுக்கப்பட்ட யுபிகுயினோனிலிருந்து (UQH_2) சைட்டோகுரோம் c க்கு எலக்ட்ரானை கடத்துகின்றன.
6. அணைவு IV ஆனது இரண்டு சைட்டோகுரோம்களையும் (a மற்றும் a3), இரண்டு காப்பர் அணுக்களையும் பெற்றுள்ளது. மேலும் இது ஆக்ஸிஜனுக்கு எலக்ட்ரான்களை கடத்துகிறது.
7. MPTP, ரொட்டினோன், அசைடு மற்றும் சயனைடு போன்ற பல்வேறு நச்சுத்தன்மை கொண்ட சேர்மங்கள் எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலியை தடைசெய்கின்றன.
8. ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றத்தின்போது NADH மற்றும் $FADH_2$ ஆகியவற்றிலிருந்து பெறப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் ஆக்ஸிஜனுடன் இணைகின்றன மேலும் வெளிப்படும் ஆற்றலானது ADP லிருந்து ATP தொகுக்கப்படும் வினையை நிகழ்த்த பயன்படுத்தப்படுகிறது.
9. ATP சிந்தேஸ் ஒரு மீள் பிணைப்பு சாதனமாகும். மின்வேதி புரோட்டான் செறிவு வேறுபாட்டு ஆற்றலை, வேதிப்பிணைப்பு ஆற்றலாகவும் அல்லது நேர்மாறாகவும் இதனால் மாற்றமுடியும்.
10. NADH/$FADH_2$ லிருந்து O_2 க்கு ஆற்றல் கடத்தப்படும் செயல்முறையில், கடத்தப்பட்ட ஒவ்வொரு இரண்டு எலக்ட்ரான்களுக்கும் -52.5kcal/mol எனும் உயர் ΔG மதிப்பை உருவாக்குகிறது.

மதிப்பீடு

சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. காற்றுள்ள செல் சுவாசத்தின்போது, பெரும்பாலான ATP மூலக்கூறுகள் __________ மூலம் உருவாக்கப்படுகின்றன.

அ. வினைப்பொருள் அளவிலான பாஸ்பாரிலேற்றம்

ஆ. பைருவேட் கைனேஸ்

இ. கிளைக்காலைசிஸ்

ஈ. ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றம்

2. NADH டிஹைட்ரஜனேஸின் இணைத் தொகுதி

அ. FMN ஆ. NADH

இ. FAD ஈ. NADPH

3. வேதிச்சவ்வூடு பரவல் கொள்கைப்படி நிகழாதது எது?

அ. சவ்வின் வழியே புரோட்டான்கள் நுழைய முடிவதில்லை.

ஆ. சுவாச சங்கிலியினால் நிகழும் எலக்ட்ரான் நகர்வு, மைட்டோகாண்ட்ரியாவிலிருந்து புரோட்டான்களை வெளியே இறைக்கின்றன.

இ. மைட்டோகாண்ட்ரியாவினுள் புரோட்டான்கள் பாய்தல் நிகழ்வு ADP + Pi ஆகியவற்றை சார்ந்துள்ளது.

ஈ. புரோட்டான் கட்த்துதல் மட்டுமே ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டுள்ளது. மற்ற நேர்மின் அயனிகள் மைட்டோகாண்ட்ரியா சவ்வின் வழியே எளிதில் ஊடுருவ முடியும்.

4. பின்வருவனவற்றுள் எது ஒரே ஒரு எலக்ட்ரானை ஏற்றுக்கொள்கிறது?

அ. சைட்டோகுரோம் ஆ. துணைநொதி Q

இ. FMN ஈ. FAD

5. எலக்ட்ரான் இழைப்பை _________ என பெயரிட முடியும்.

அ. வளர்சிதை மாற்றம் ஆ. வளர்மாற்றம்

இ. ஆக்ஸிஜனேற்றம் ஈ. ஒடுக்கம்

6. எந்த அணைவு புரோட்டான் இறைப்பியாக செயல்படாது?

அ. NADH டிஹைட்ரஜனேஸ் அணைவு I

ஆ. சக்சினேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் அணைவு II

இ. சைட்டோகுரோம் ரிடக்டேஸ் அணைவு III

ஈ. சைட்டோகுரோம் ஆக்ஸிடேஸ் அணைவு IV

7. ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றத்தின் இணை தடுப்பான்

அ. DNP ஆ. DTT

இ. அசைடு ஈ. ரொட்டினோன்

ஓரிரு வரிகளில் விடையளி:

1. ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகளை விளக்குக.
2. மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உள்ளமைப்பை விளக்குக.
3. எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலியின் தடுப்பான்கள் பற்றி விவரி.
4. ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிலேற்றம் பற்றி நீவீர் புரிந்து கொண்ட்து என்ன?
5. உயர் ஆற்றல் பாஸ்பேட் பிணைப்புகள் பற்றி விளக்குக.

விரிவாக விடையளி

1. எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலியில் நிகழும் எலக்ட்ரான்களின் பாய்தலை படம் வரைந்து விளக்குக.
2. ATP சிந்தேஸின் வடிவமைப்பு அம்சங்களை விளக்குக.

மாணவர்கள் செயல்பாடு

ஒரு அட்டையினைப் பயன்படுத்தி ஒரு மைட்டோகாண்ட்ரியானை உருவாக்கவும் மற்றும் அதன் பாகங்களை குறிக்கவும்.

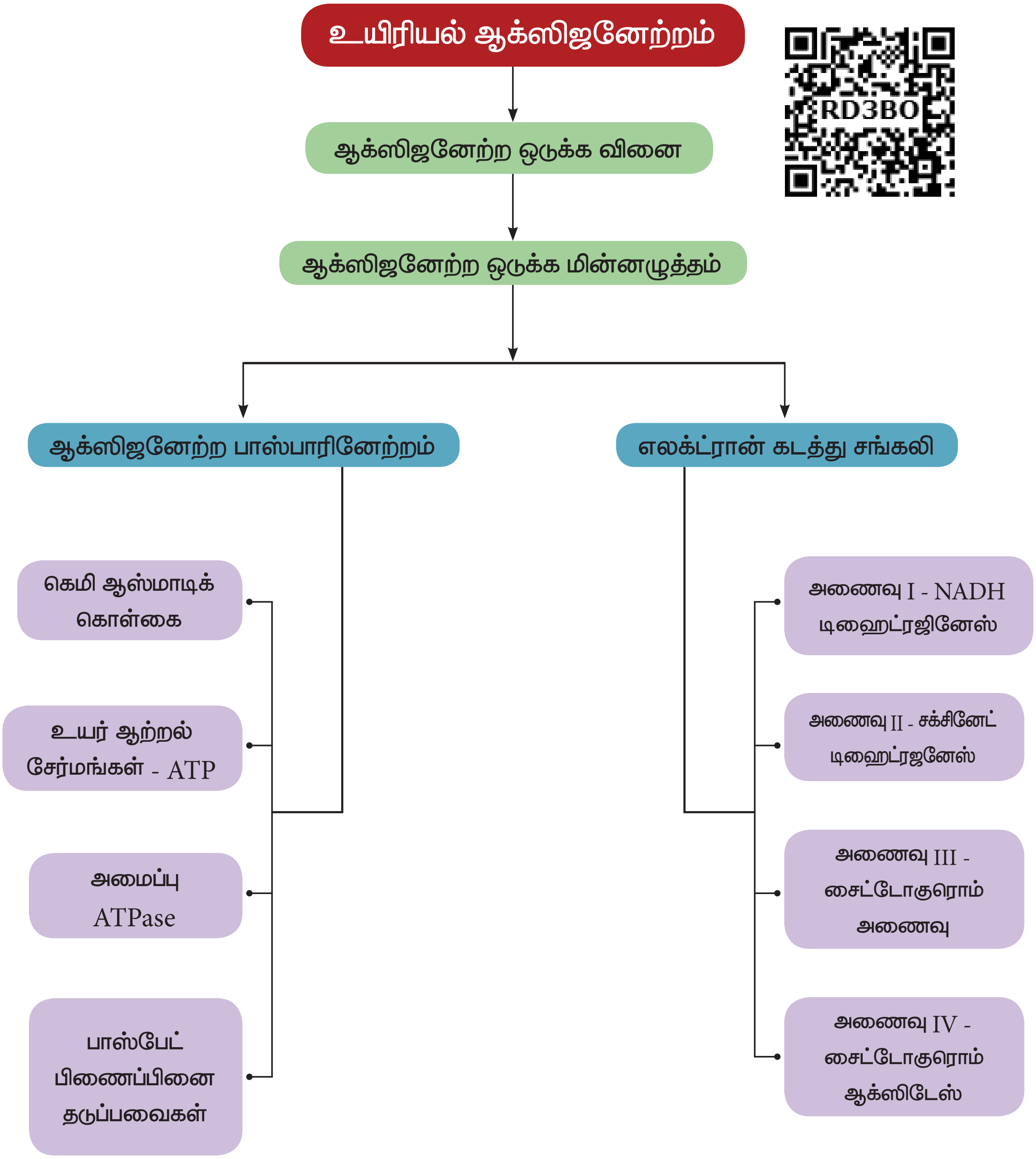
ஒரு எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கலியின் கூறுகளை விளக்கப்படத்தின் மூலம் உரியமுறையில் தருக.

மேற்கோள் நூல்கள்

1. Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. Harper's illustrated Biochemistry, 30th Edn. Mc.Graw Hill Publishers.
2. Lehninger, Nelson DL and Cox MM. Principles of Biochemistry. II Edn.
3. Mckee T, McKee JR. Biochemistry. The Molecular basis of life. Third Edn. Mc.Graw Hill Publishers.
4. Voet D, Voet J, Pratt CW. Fudamentals of Biochemistry. Wiley Publishers.
5. Talwar GP. Srivastava LM. Text book of Biochemistry and human biology, Prentice Hall India Learning Private Limited; 3 edition (2002)
6. S.Nagini, Textbook of Biochemistry.

XII U8 Biological oxidation.indd 215 4/21/2020 9:59:48 AM

கருத்து வரைபடம்


உயிரியல் ஆக்ஸிஜனேற்றம்
ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினை
ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க மின்னழுத்தம்
ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பாரிஜனேற்றம்
எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கலி
கெமி ஆஸ்மாடிக் கொள்கை
உயர் ஆற்றல் சேர்மங்கள் - ATP
அமைப்பு ATPase
பாஸ்பேட் பிணைப்பினை தடுப்பவைகள்
அணைவு I - NADH டிஹைட்ரஜினேஸ்
அணைவு II - சக்சினேட் டிஹைட்ரஜனேஸ்
அணைவு III - சைட்டோகுரோம் அணைவு
அணைவு IV - சைட்டோகுரோம் ஆக்ஸிடேஸ்
RD3BO

அலகு
9

நொதி வினைவேக மாற்றம்

ஜான் ஜேக்கப் பெர்சிலிஸ் ஜேம்ஸ் B. சம்நர்

1835 ஸ்வீடன் நாட்டை சேர்ந்த ஜான் ஜேக்கப் பெர்சிலியஸ் தங்களின் வேதிவினைக்கு வினையூக்கம் நொதி வினை வேகமாற்றி என குறிப்பிட்டனர். 1926–ஆம் வருடம் வரை இதுபற்றி அறியாத நிலையில் கார்னல் பல்கலைக் கழகத்தைச்சேர்ந்த ஜேம்ஸ் சம்நர் முதல் நொதியில் தனித்த தூயநிலையில் பெறப்பட்ட அருஞ்செயலைச் செய்தார். சம்நர் வாள்அவரையிலிருந்து யூரேஸ் நொதியினை பிரித்து படிகநிலையில் பிரித்தெடுத்தார் அவரின் இச்செயல் அவருக்கு 1947–ல் நோபல் பரிசை பெற்றுத்தந்தது.

கற்றலின் நோக்கங்கள்:

இந்த பாடப்பிரிவை கற்றறிந்த பின்னர், மாணவர்கள் கீழ்க்கண்டவற்றை புரிந்துகொள்ள முடியும்

- மைக்கலிஸ் – மென்டன் சமன்பாட்டை வருவித்தல்.
- நொதி தடுப்பான்களின் பல்வேறு வகைகளை புரிந்து கொள்ளுதல்.
- போட்டித் தன்மையுள்ள தடுத்தல், போட்டித் திறனற்ற தடுத்தல் மற்றும் போட்டித் தன்மையற்ற தடுத்தல் ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வேறுபாடுகளை விளக்குதல்.

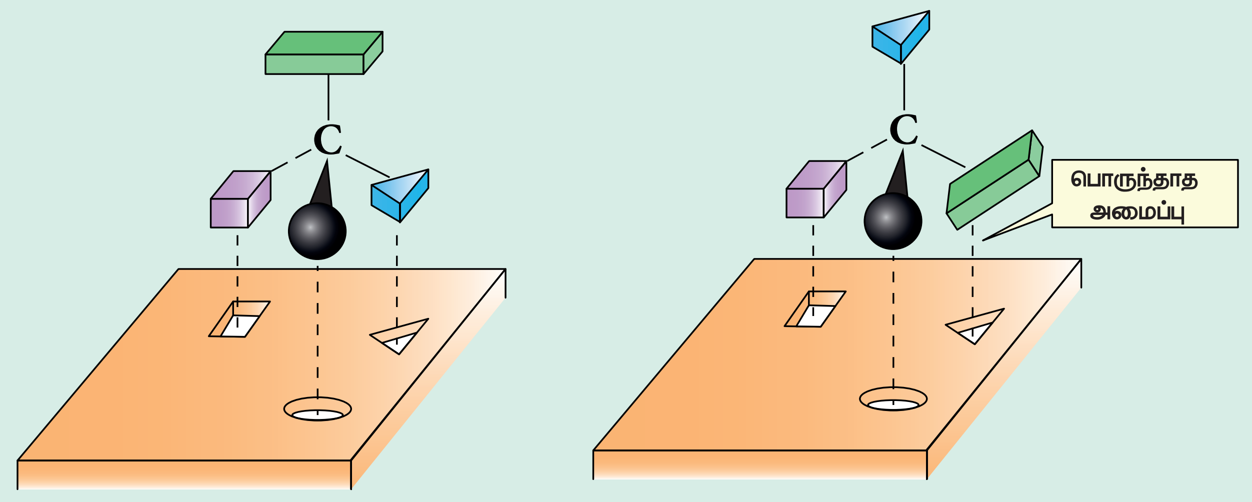
XII U9 Enzyme Kinetics.indd 217 4/22/2020 11:34:02 AM

9.1 முன்னுரை

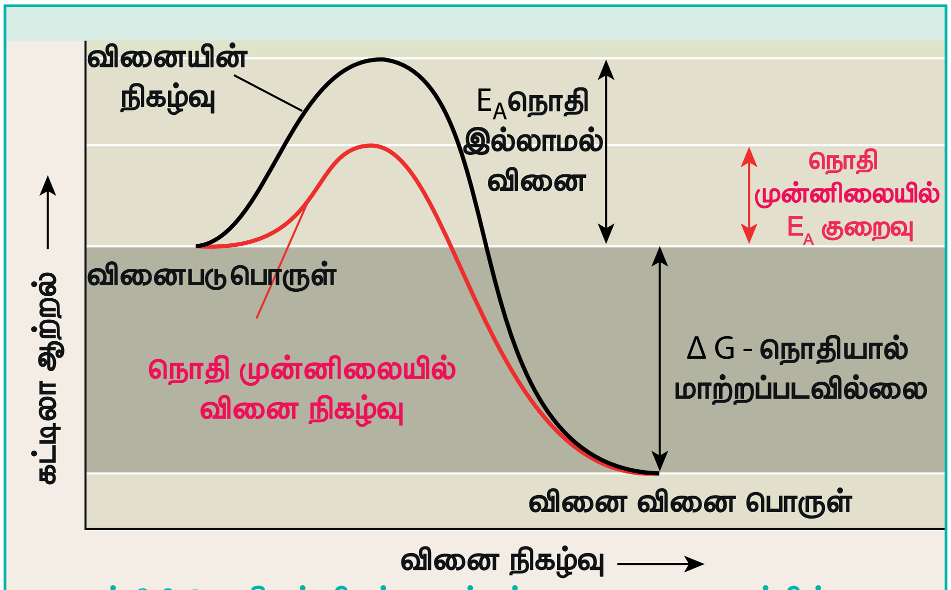
நொதிகள் என்பவை உயிரியல் வினைவேக மாற்றிகளாக செயல்படுகின்றன என்பதை நீங்கள் பதினோராம் வகுப்பில் கற்றறிந்தீர்கள். பொதுவாக, உயிரியல் வினைகளுக்கு நொதிகள் இன்றியமையாதவைகளாகும்

வேதிவினை வேகயியலில் மிகவும் முக்கியமான பகுதியாக நொதி வினைவேக மாற்றம் திகழ்கிறது. பொதுவாக, நொதி வினைவேக மாற்ற நிகழ்வானது வினையின் வேகத்தை மிக அதிகளவில் உயர்த்துகிறது மேலும் தேர்ந்து செயலாற்றும் தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட நொதி, சில குறிப்பிட்ட வினைப்பொருட்கள் வினைப்படும் வினைகளுக்கு மட்டும் வினையூக்கியாக செயலாற்றும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. இதை தேர்ந்து செயலாற்றும் தன்மை என நாம் குறிப்பிடுகிறோம்.

இரண்டு இனன்ஷியோமர்களில் ஒன்றிற்கு நொதியின் தேர்ந்து செயலாற்றும் தன்மையானது, இரண்டில் எது நொதியின் கிளர்வு மையத்தில் மற்றொன்றைவிட சிறப்பாக பொருந்துகிறது என்பதைப் பொறுத்தே அமைகிறது. (படம் 9.1).



படம் 9.1 குறிப்பிட்ட வினைப்பொருளுக்கு நொதியின் தேர்ந்து செயலாற்றும் திறன்.

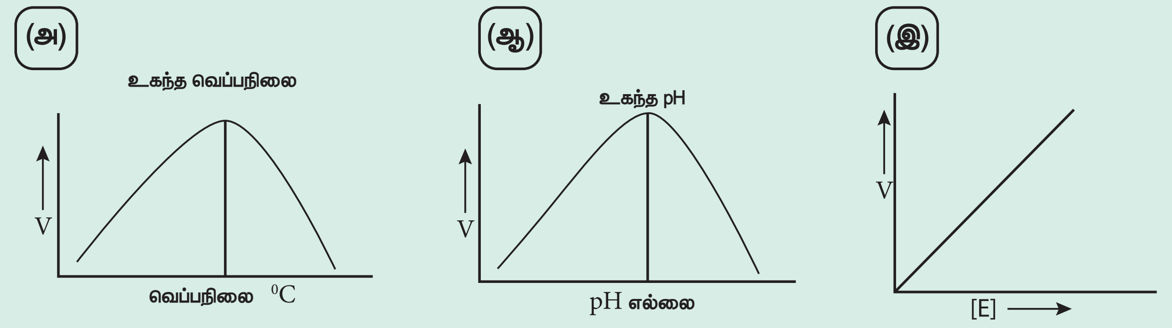


படம் 9.2 நொதிகள் கிளர்வு ஆற்றல் தடையை குறைக்கின்றன.

வேதிவினையில் ஈடுபடும் வினைபடுபொருட்கள் பெற்றிருக்கவேண்டிய குறைந்தபட்ச ஆற்றலை விளக்குவதற்காக, கிளர்வுகொள் ஆற்றல் எனும் சொல்லானது அரீனியஸ் எனும் ஸ்வீடிஷ் அறிவியலாளரால் 1889 ஆம் ஆண்டில் உருவாக்கப்பட்டது. நொதி வினையூக்கம்

பெற்ற வினைகளைவிட வினைவேகமாற்றிகளற்ற வினைகளுக்கு அதிக கிளர்வு கொள் ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. (படம் 9.2)

வெப்பநிலை, நொதிச் செயலாக்கத்தை பாதிக்கும் முக்கியமான காரணியாகும். அனைத்து நொதிகளும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் அதிகபட்ச செயல்திறனைப் பெற்றுள்ளன. இவ்வெப்பநிலையானது உகந்த வெப்பநிலை எனப்படுகிறது. இந்த குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு அதிகமான வெப்பநிலைகளில் நொதிகள் இயல்பு நீக்கமடைகின்றன, குறைவான வெப்பநிலைகளில் செயல்திறனற்றதாக உள்ளன. (படம் 9.3 அ). இரண்டாவது முக்கியமான காரணி pH. நொதிகள் உகந்த pH எனும் குறிப்பிட்ட pH மதிப்புகளில் சிறப்பாக செயலாற்றுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஜீரண நொதிகள் அமில pH மதிப்புகளிலும், செல்லிடை நொதிகள் நடுநிலை pH லும் சிறப்பாக செயல்படுகின்றன. (படம் 9.3 ஆ). நொதிச் செறிவு மற்றும் வினைப்பொருள் செறிவு ஆகியன மற்ற காரணிகளாகும். ஆரம்ப செறிவு அதிகமாக உள்ளபோது வினையின் வேகம் சீராக அதிகரிக்கிறது. (படம் 9.3இ).



படம் 9.3 நொதியின் செயல்திறனை பாதிக்கும் காரணிகள்

9.1. மைக்கலிஸ் –மென்டன் சமன்பாடு:

வினையூக்க வினையின் வழிமுறையை புரிந்து கொள்வதற்காக, வெவ்வேறு நொதிச் செறிவுகள் மற்றும் வினைப்பொருள் செறிவுகளுக்கு வெவ்வேறு வினைவேகங்களை கொண்ட ஒரு வினை அமைப்பின் நடத்தையை பயிலுதல் அவசியம். நொதிவினையூக்க வினைகளில் நொதி–வினைப்பொருள் அணைவு உருவாதல் மிக முக்கியமான நிகழ்வாகும். வினைப்பொருளானது நொதியுடன் பிணையும் நிகழ்வானது ஒரு மீள் செயல்முறை என மைக்கலிஸ் மற்றும் மென்டன் எனும் அறிவியலாளர்கள் கருத்துத் தெரிவித்தனர். மேலும், எளிய ஒற்றை வினைப்பொருள் நொதிவினையூக்க வினைக்கான வேக இயக்க மாதிரியையும் இவர்கள் உருவாக்கினர். இது, வினைப்பொருள் செறிவு, வெப்பநிலை மற்றும் அமைப்பின் pH ஆகிய வினையின் வேகத்தை பாதிக்கும் பல்வேறு காரணிகளை புரிந்து கொள்வதற்கு அடிப்படையாக அமைந்தது.

மைக்கலிஸ்–மென்டன் சமன்பாடு, நொதியூக்க வினைகளின் வினைவேகயியலை விளக்குகிறது.பின்வரும் கற்பிதங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு இச்சமன்பாட்டை வருவிக்க இயலும்.

1. வினைப்பொருளின் செறிவை விட, நொதியின் செறிவு மிகக்குறைவாகும்.
2. நொதியின் செறிவை [E] விட வினைப்பொருள் செறிவு [S] மதிப்பு மிக அதிகமாக உள்ளபோது ஆரம்ப வினைவேகம் v_0, அளவிடப்படுகிறது.

XII U9 Enzyme Kinetics.indd 219 4/22/2020 11:34:03 AM

3. உருவான எந்த வினைவிளைப் பொருளும், ஆரம்ப வினைப்பொருளாக மீளத் திரும்புவதில்லை.

4. ES அணைவு உருவாதல் மற்றும் அதன் அணைவு சிதைதல் ஆகியவற்றிற்கிடையே ஒரு சமநிலை உருவாகிறது.

நொதியானது (E), வினைப்பொருளுடன் (S) இணைந்து ES அணைவை உருவாக்குகிறது. இவ்வினையின் வினைவேக மாறிலி k_1. இந்த ES அணைவானது சிதைந்து 'E' மற்றும் 'S' ஆகியவற்றை உருவாக்கலாம். இவ்வினையின் வினைவேக மாறிலி k_2 அல்லது ES அணைவு சிதைந்து விளைப்பொருளை (P) உருவாக்கலாம். இவ்வினையின் வினைவேக மாறிலி k_3.

$$E + S \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} ES \xrightarrow{k_3} E + P$$

வினையின் ஆரம்ப நிலையை மட்டும் கருத்தில் கொண்டால், விளைப்பொருள் செறிவு [P] ஆனது ஒதுக்கத்தக்கது. ES அணைவிலிருந்து விளைப்பொருள் உருவாதலை புறக்கணிக்க இயலும்.

ஒட்டுமொத்த நொதிவினையூக்க வினையின் வேகம்

$$V = k_3[ES] \qquad ...(1)$$

ES இன் உருவாகும் வேகம் $= k_1[E]\,[S]$

ES இன் சிதைதல் வேகம் $= [k_2+k_3]\,[ES]$

சமநிலையில்,

ES இன் உருவாகும் வேகம் = ES இன் சிதைதல் வேகம்

(i.e) $k_1[E][S] = [k_2 + k_3]\,[ES]$

$$[ES] = \frac{(k_1[E][S])}{(k_2 + k_3)}$$

$$[ES] = \frac{([E][S])}{\dfrac{(k_2 + k_3)}{k_1}} = \qquad ...(2)$$

இங்கு, $K_m = \dfrac{(k_2 + k_3)}{k_1}$ என்பது மைக்கலிஸ்– மென்டன் மாறிலி என அறியப்படுகிறது.

இணையா நொதியின் செறிவு [E] ஆனது நொதியின் மொத்த செறிவு [ET] லிருந்து ES அணைவின் செறிவை கழித்து கிடைப்பதாகும். அதாவது, $[E] = [ET] - [ES]$

[E] மதிப்பை சமன்பாடு (2) இ பிரதியிட

$$[ES] = \frac{(\{[E_T]-[ES]\}\,[S])}{K_m} \qquad ...(3)$$

$$[ES]\,K_m = [E_T]\,[S] - [ES]\,[S]$$

$$[ES]K_m + [ES]\,[S] = [E_T]\,[S]$$

$$[ES]\,(K_m + [S]) = [E_T]\,[S]$$

XII U9 Enzyme Kinetics.indd 220 4/22/2020 11:34:03 AM

$$\therefore [ES] = \frac{([E_T][S])}{(K_m + [S])}$$

[ES] மதிப்பை சமன்பாடு (1) ல் பிரதியிட

$$V = \frac{(k_3[E_T][S])}{(K_m + [S])} \qquad ...(4)$$

வினைப்பொருள் மூலக்கூறுகளால், நொதியின் மீதுள்ள கிளர்வு மையங்கள் முழுவதும் நிறைவுறும்போது வினையின் வேகமானது உட்சபட்ச வேகமாக (V_{max}) மாறுகிறது.

(i.e) எனும்போது; $[S] >>> K_m$;

$K_m + [S] = [S]$

எனவே, $V_{max} = \frac{(k_3[E_r][S])}{([S])} = k_3[E_T]$

$k_3[E_T]$ மதிப்பை சம்பாடு (4) ல் பிரதியிட

$$V = \frac{(V_{max}[S])}{(K_m + [S])} \qquad ...(5)$$

இச்சமன்பாடானது மைக்கலிஸ் – மென்டன் சமன்பாடு என அறியப்படுகிறது.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

அதிகப்படியான வெப்பம், தீவிர pH மாற்றம் அல்லது பல்வேறு வேதிப்பொருட்களினால் நொதிகள் இயல்பிழக்கின்றன. இத்தகைய மீமிகை நிலைகள் அல்லது வேதிப்பொருட்கள் நொதிகளின் இரண்டாம் மற்றும் மூன்றாம் நிலை அமைப்புகளை தகர்த்து அல்லது அழிப்பதன் மூலம் அவற்றை இயல்பிழக்கச் செய்கின்றன. இத்தகைய மாற்றங்கள் மீளாத் தன்மை கொண்டவையாகும்.

9.1.1 மைக்கலிஸ் – மென்டன் சமன்பாட்டின் முக்கியத்துவம்:

மைக்கலிஸ்– மென்டன் சமன்பாடானது வினைப்பொருள்– செறிவு வரைபடத்தின் மூன்று பகுதிகளுக்கும் விளக்கமளிக்கிறது.

i) [S] மதிப்பு K_m ஐ விட மிக குறைவாக உள்ளபோது :

மைக்கலிஸ்–மென்டன் சமன்பாட்டின்படி

$$V = \frac{(V_{max}[S])}{(K_m + [S])}$$

$[S] << K_m$; எனும் போது, சமன்பாடு

$$V = \frac{(V_{max}[S])}{(K_m)}$$

'V_{max}' மற்றும் 'K_m' ஆகிய இரண்டு மாறிலிகளையும் 'K' எனும் மற்றொரு மாறிலி கொண்டு நீக்கும்போது மேற்காண் சமன்பாடானது பின்வருமாறு எழுதப்படுகிறது.

$V = K[S]$

அதாவது, வினைவேகமானது வினைப்பொருள் செறிவிற்கு நேர்விகிதத்தில் அமைந்துள்ளது. (முதல்வகை வினை) (படம் 9.4)

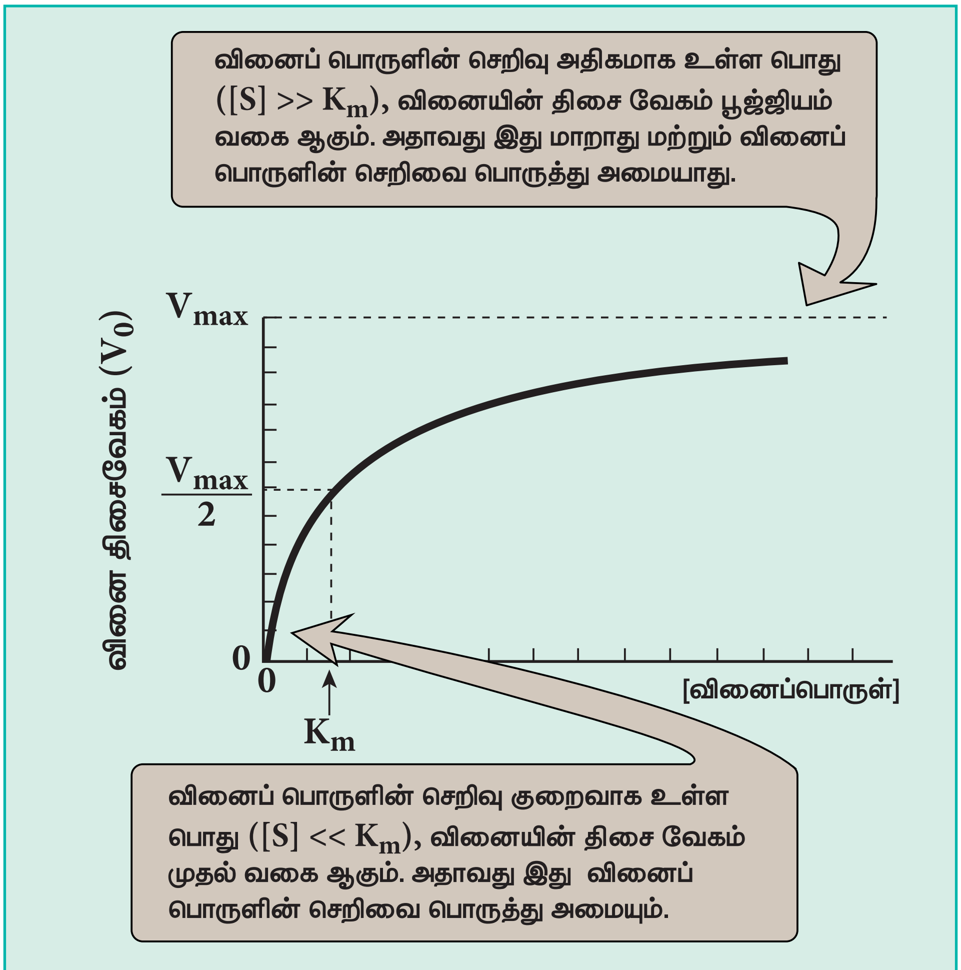
ii) [S] மதிப்பு K_m ஐ விட மிக அதிகமாக உள்ளபோது :

$$V = \frac{(V_{max}[S])}{(K_m + [S])}$$

$[S] >> K_m$ எனும்போது,

$$V = \frac{(V_{max}[S])}{([S])} = V_{max}$$

வினைவேகமானது, வினைப்பொருளின் செறிவைப் பொருத்து அமைவதில்லை (பூஜ்ஜிய வகை வினை) (படம்9.4)



படம் 9.4 நொதியின் செயல்திறன்மீது [S] இன் விளைவு

iii) $[S] = K_m$ எனும்போது:

$$V = \frac{(V_{max}[S])}{(K_m + [S])}$$

$K_m = [S]$ எனும்போது

$$V = \frac{(V_{max}[S])}{([S]+[S])} = \frac{(V_{max}[S])}{(2[S])} = ½\ V_{max}$$

அதாவது $\frac{1}{2}V_{max}$ இல் $K_m = [S]$ (படம் 9.4)

9.1.2 K_M மதிப்பின் தனிச்சிறப்பு: (மைக்கலிஸ் – மென்டன் மாறிலி)

வினையின் வேகம் உச்சபட்ச வேகத்தில் பாதியாக உள்ளபோது வினைப்பொருளின் செறிவு K_m என வரையறுக்கப்படுகிறது.

½ V_{max} எனும்போது $K_m = [S]$

K_m மதிப்பை பின்வருமாறும் வரையறுக்கலாம்

$$K_m = \frac{(k_2 + k_3)}{k_1}$$

k_1 என்பது ES அணைவு உருவாதலுக்கான வினைவேக மாறிலி

k_2 என்பது ES அணைவானது E & S ஆக சிதைவடைதலுக்கான வினைவேக மாறிலி

k_3 என்பது ES அணைவானது P ஆக சிதைவடைதலுக்கான வினைவேக மாறிலி

K_m என்பது ES அணைவின் வலிமையை நிர்ணயிக்கும் அளவீடாகும். உயர் K_m மதிப்பு வலிமை குறைந்த பிணைதலை குறிக்கிறது. குறைந்த K_m மதிப்பானது நொதி மற்றும் வினைப்பொருளுக்கிடையேயான வலிமையான பிணைதலை குறிக்கிறது. சில நொதிகளின் Km மதிப்புகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

நொதி	வினைப்பொருள்	K_m(mM)
அஸ்பார்டேட் அமினோட்ரான்ஸ்ஃபெரேஸ்	ஆஸ்பார்டேட் α- கீட்டோகுளுட்டாரேட் ஆக்சலோஅசிட்டேட் குளுட்டமேட்	0.9 0.1 0.04 4
த்ரியோனைன் டிஅமினேஸ்	த்ரியோனைன்	5
அர்ஜினைல்–tRNA–சிந்தடேஸ்	ஆர்ஜினைன் $tRNA^{Arg}$ ATP	0.003 0.0004 0.3
பைருவேட் கார்பாக்ஸிலேஸ்	HCO_3^- பைருவேட் ATP	1.0 0.4 0.06
பெனிசிலினேஸ்	பென்சைல்பெனிசிலின்	0.05
லைசோசைம்	ஹெக்ஸா -*N*-அசிட்டைல்குளுக்கோசமைன்	0.006

குறிப்பு: ஒரு குறிப்பிட்ட வினைப்பொருளுக்கு, ஒரு குறிப்பிட்ட நொதியின் K_m மதிப்பு மாறிலியாகும்.

XII U9 Enzyme Kinetics.indd 223 4/22/2020 11:34:04 AM

9.1.3. லைன்வீவர் – பர்க் சமன்பாடு:

மைக்கலிஸ்–மென்டன் சமன்பாட்டின்படி

$$V = \frac{(V_{max}[S])}{(K_m + [S])} \quad ...(1)$$

சமன்பாடு (1) இன் இருபுறமும் தலைகீழிகள் எடுக்க

$$\frac{1}{V} = \frac{K_m}{V_{max}}\frac{1}{([S])} + \frac{1}{V_{max}} \quad ... (2)$$

இச்சமன்பாடு நேர்க்கோட்டு சமன்பாடு $y = mx + c$ வடிவில் உள்ளது.

சமன்பாடு (2) ஆனது லைன்வீவர் – பர்க் சமன்பாடு என அறியப்படுகிறது.

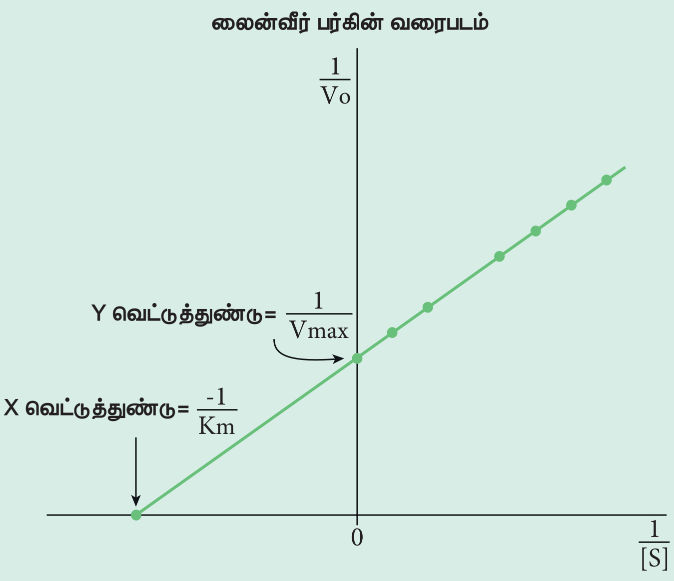
$\frac{1}{V}$ மதிப்புகளுக்கு எதிராக $\frac{1}{([S])}$ மதிப்புகளைக் கொண்டு வரையப்படும் வரைபடமானது இரட்டை தலைகீழி வரைபடம் அல்லது லைன்வீவர் பர்க் வரைபடம் என்றழைக்கப்படுகிறது. இது நேர்க்கோட்டை தருகிறது.

இந்த நேர்க்கோட்டை நீட்டினால் அது ‘X’ அச்சை $\frac{-1}{K_m}$ லும் 'Y' அச்சை $\frac{1}{V_{max}}$ லும் வெட்டுகிறது.

இந்த நேர்க்கோட்டின் சாய்வு $= \frac{K_m}{V_{max}}$.

இந்த தரவுகளிலிருந்து K_m மற்றும் V_{max} ஆகிய இரண்டு மதிப்புகளையும் நிர்ணயிக்க இயலும். (படம் 9.5)

பெரும்பாலான நொதிகளுக்கு K_m மதிப்புகள் 10^{-1} க்கும் 10^{-7} M க்கும் இடைப்பட்ட மதிப்புகளாகவே உள்ளன.



படம் 9.5 லைன்வீவர் – பர்க் இரட்டை தலைகீழி வரைபடம்

V_{max} இன் முக்கியத்துவம் :

1) V_{max} என்பது நொதியூக்க வினையின் அதிகபட்ச வேகமாகும்.
2) நொதியின் பரப்பிலுள்ள கிளர்வு மையங்கள் முழுவதும் வினைப்பொருள் மூலக்கூறுகளால் நிறைவுறும்போது அதாவது, $[S] >>> K_m$ எனும்போது இந்த நிலை எய்தப்படுகிறது.
3) $V_{max} = k_3 [E_T]$, இங்கு k_3 = ES அணைவு சிதைந்து விளைப்பொருள் உருவாகும் வினைக்கான வினைவேக மாறிலி; $[E_T]$ =மொத்த நொதிச் செறிவு
4) $k_3 = kcat = \frac{V_{max}}{[E_T]}$

வினைப்பொருள் மூலக்கூறுகளால் முழுவதுமாக நிறைவுற்ற நிலையில், ஒரு நொதி மூலக்கூறினால், ஒரு விநாடி நேரத்தில், விளைப்பொருளாக மாற்றப்பட்ட வினைப்பொருள்

XII U9 Enzyme Kinetics.indd 224 4/22/2020 11:34:04 AM

மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அந்த நொதியின் வினைவேக எண் (turnover number- k_{cat}) என வரையறுக்கப்படுகிறது. பெரும்பாலான நொதிகளின் வினைவேக எண் மதிப்பு 1 முதல் 10^4 sec^{-1} வரையிலான எல்லைக்குள் அமைகிறது. பல்வேறு நொதிகளின் வினைவேக எண் மதிப்புகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

வ. எண்.	நொதி	வினைவேக எண் (sec^{-1})
1	கார்பானிக் அன்ஹைட்ரேஸ்	6,00,000
2	பெனிசிலினேஸ்	2,000
3	DNA பாலிமரேஸ் I	15
4	லைசோசைம்	0.5

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

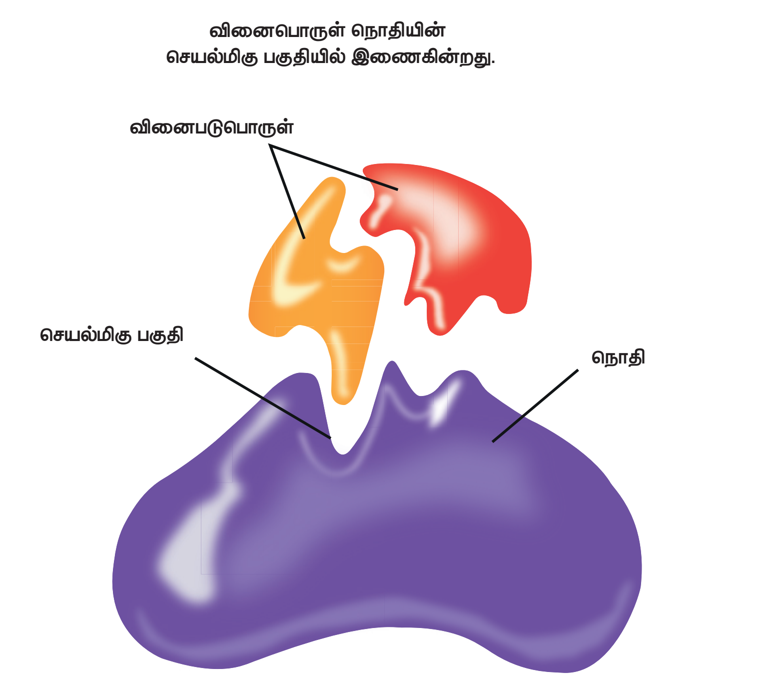
ஹீம் என்பது இரும்பை கொண்டுள்ள துணை நொதியாகும். ஹீமோகுளோபினில், எலக்ட்ரான் ஏந்தியாகவும், ஆக்ஸிஜன் ஏந்தியாகவும் ஹீம் செயலாற்றுகிறது. ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடை நீராகவும் ஆக்ஸிஜனாகவும் சிதைக்கும் வினையை ஊக்குவிக்கும் கேட்டலேஸ்களிலும் மற்றும் பெராக்ஸிடேஸ்களிலும் இது காணப்படுகிறது.

9.2. நொதிச் செயல்பாடு:

கிளர்வு மையம்:

வினைப்பொருள் பிணையும் வகையில் நொதி மூலக்கூறின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் முப்பரிமாண பகுதி கிளர்வு மையம் எனப்படுகிறது. மேலும் இது வினையூக்கி மையம் அல்லது வினைப்பொருள் மையம் எனவும் அறியப்படுகிறது.

நொதிகள் தங்களின் பண்புகளில் பெரிதும் வேறுபட்டிருந்தாலும், நொதி மூலக்கூறுகளில் காணப்படும் கிளர்வு மையங்கள் சில பொதுவான பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. அவை கீழே பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.



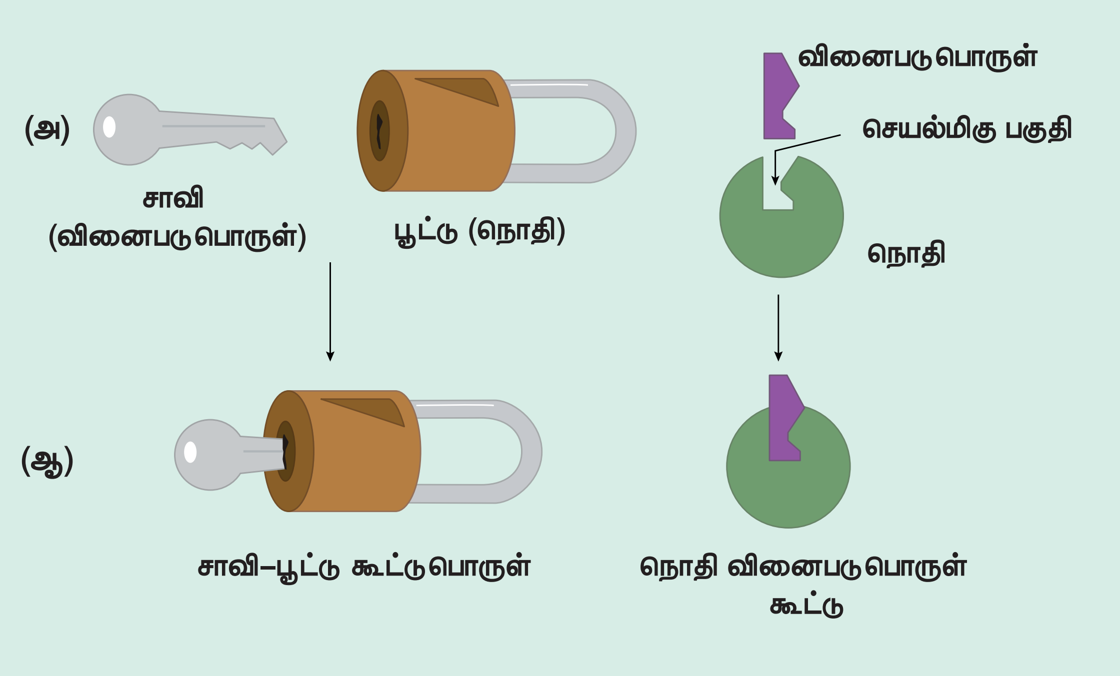
படம் 9.6 நொதியின் கிளர்வு மையம்

1. கிளர்வு மையங்கள், நொதி மூலக்கூறின் ஒரு சிறிய பகுதியை மட்டுமே ஆக்கிரமித்துள்ளன.
2. கிளர்வு மையம் என்பது ஒரு புள்ளியோ அல்லது ஒரு கோடோ அல்லது ஒரு பரப்போ அல்ல மாறாக அது ஒரு முப்பரிமாண அமைப்பாகும். அது, அமினோ அமில தொடர்ச் சங்கிலியின் பல்வேறு பகுதியிலுள்ள தொகுதிகளால் ஆக்கப்பட்டது.
3. பொதுவாக, கிளர்வு மையத்திலுள்ள அணுக்களின் அமைப்பு நன்கு வரையறுக்கப்பட்டது. இதனால் நொதிக்கு குறிப்பிட்ட தேர்ந்து செயலாற்றும் பண்பு உருவாகிறது. தொடர்புடைய வினைப்பொருளின் அமைப்பிலிருந்து சிறிதளவே மாறுபட்ட வடிவமைப்பு கொண்ட ஒரு மூலக்கூறுடன் பிணைவதற்காக, கிளர்வு மையமானது அதனுடைய வடிவமைப்பை மாற்றிக்கொள்ளும் நிகழ்வுகளும் கண்டறியப்பட்டுள்ளன.
4. கிளர்வு மையமானது வினைப்பொருள் மூலக்கூறுடன் வலிமை குறைந்த விசைகளால் பிணைக்கப்படுகிறது.
5. நொதி மூலக்கூறுகளிலுள்ள கிளர்வு மையங்கள் வரித்தடங்களாகவோ அல்லது வெடிப்புகளாகவோ காணப்படுகின்றன. இவற்றிலிருந்து அதிகளவில் நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது.இது ஆஸ்பார்டிக் அமிலம், குளுட்டமிக் அமிலம், லைசின், செரின் போன்ற அமினோ அமிலங்களை கொண்டுள்ளது. பக்கச் சங்கிலிகளில் காணப்படும் $-COOH$, $-NH_2$, $-CH_2OH$ போன்ற தொகுதிகள் கிளர்வு மையங்களில் வினையூக்க தொகுதிகளாக செயல்புரிகின்றன. மேலும் இந்த வெடிப்புகள் வினையூக்கத்திற்கு அத்தியாவசியமான நுண்சூழலை உருவாக்குகின்றன.

(i) நொதிச் செயல்பாடு:

நொதிச் செயல்பாட்டை விவரிக்க பின்வரும் தத்துவங்கள் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன.

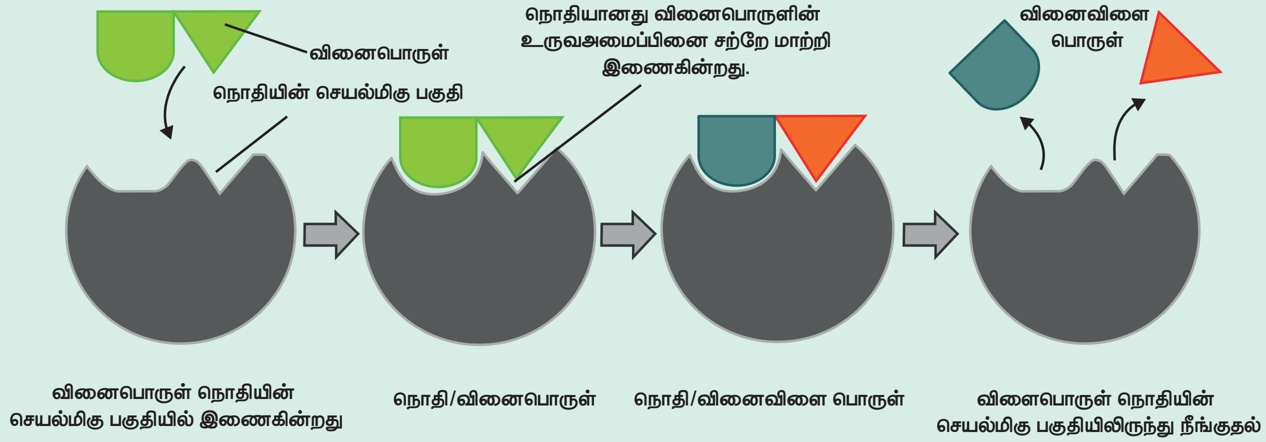
அ) **பிஷ்ஷரின் பூட்டு – சாவி மாதிரி:** இக்கொள்கைப்படி, ஒரு பூட்டில் சாவி எவ்வாறு பொருந்துகிறதோ அதே போல வினைப்பொருளானது, நொதியிலுள்ள கிளர்வு மையத்துடன் பொருந்துகிறது. இதனால் நொதி–வினைப்பொருள் அணைவு (ES அணைவு) உருவாகிறது. இந்த அணைவு சிதைந்து விளைப்பொருளையும், தனித்த நொதியையும் உருவாக்குகிறது.



படம் 9.7 பூட்டு சாவி மாதிரி

உண்மையில், நொதி–வினைப்பொருள் பிணைதலானது, நொதி மற்றும் வினைப்பொருள் வடிவங்களின் தலைகீழ் பொருந்துதலை பொருத்தமைகிறது. ஏனெனில், இதில் இரண்டு மூலக்கூறுகள் (வினைப்பொருள் மற்றும் நொதி) ஈடுபடுவதால் இக்கோட்பாடானது மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட பொருந்துதல் எனவும் அறியப்படுகிறது. நொதி–வினைப்பொருள் அணைவானது மிகவும் நிலைப்புத்தன்மையற்றது மேலும் உடனடியாக சிதைந்து விளைப்பொருளை உருவாக்குகிறது.

ஆ) **கோஷ்லாண்டின் தூண்டப்பட்ட பொருந்துதல் மாதிரி:** இக்கொள்கைப்படி, நொதி, வினைப்பொருளுக்கு இடைப்பட்ட ஆரம்ப இடையீடானது வலிமை குறைந்தது. இந்த வலிமை குறைந்த இடையீடுகள் உடனடியாக நொதியில் வடிவமைப்பு மாற்றத்தை தூண்டுவதால் பிணைதல் வலிமை பெறுகிறது. நொதி–வினைப்பொருள் அணைவுக்கான பூட்டு சாவி மாதிரியைக் காட்டிலும் இது அதிகளவில் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட மாதிரியாகும். கிளர்வு மையத்தின் விறைப்புத்தன்மை எனும் கருத்து பிஷ்ஷர் மாதிரியின் மிகப்பெரிய குறைபாடாகும். பூட்டு சாவி மாதிரியைப் போலல்லாமல், தூண்டப்பட்ட பொருந்துதல் மாதிரியானது நொதிகளை, இறுக்கமற்ற வடிவங்களாக கருதுகிறது. வினைப்பொருளுடன் இடையீடு செய்வதன் மூலம் கிளர்வு மையங்கள் தொடர்ந்து மாற்றமடைந்து கொண்டேயுள்ளன. (படம் 9.6)



படம் 9.8: தூண்டப்பட்ட பொருந்துதல் மாதிரி

(ii) நொதிச் செயல்பாட்டின் வழிமுறை :

நொதி மற்றும் வினைப்பொருள் இணைவு ஆற்றலை வெளியேற்றுகிறது. இந்த வெளிப்பட்ட ஆற்றல் வினைப்பொருள் மூலக்கூறின் ஆற்றல் அளவை அதிகரிக்கிறது. அதாவது கிளர்வு ஆற்றலை அடைகிறது. (படம் 9.2). இந்த கிளர்வுற்ற நிலையில், வினைப்பொருள் மூலக்கூறில் உள்ள சில பிணைப்புகள் பிளக்கப்படுவதற்கு தயாராகின்றன.

ES அணைவு உருவாதலை நிரூபிக்கும் ஆதாரங்கள்: வினையூக்க வினைகளின்போது, ES அணைவு உருவாதல் நிகழ்வு பல்வேறு வழிகளில் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.

1. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி மற்றும் X–கதிர் படிக அமைப்பியல் ஆகியவற்றினால் ES அணைவுகள் நேரடியாக கண்டறியப்பட்டுள்ளன.
2. ES அணைவு உருவாவதால், நொதிகளின் இயற் பண்புகள் (கரைதிறன், வெப்ப உணர்திறன்) அடிக்கடி மாறுகின்றன.

XII U9 Enzyme Kinetics.indd 227 4/22/2020 11:34:05 AM

3. ES அணைவு உருவாவதால், நொதிகள் மற்றும் வினைப்பொருட்களின் நிறநிரல் பண்புகள் மாற்றமடைகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஆக்ஸிஜனுடன் பிணைந்த நிலை அல்லது பெர்ரிக் நிலைக்கு ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்த நிலையைப் பொருந்து டிஆக்ஸிஹீமோகுளோபினின் உறிஞ்சுதல் நிறமாலை குறிப்பிடத்தகுந்த மாற்றங்களைப் பெற்றுள்ளது.

4. ES அணைவுகள் உருவாவதில் அதிகபட்ச முப்பரிமாண சிறப்பமைவு கடைபிடிக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, D-செரீன் ஆனது ட்ரிப்டோஃபேன் சிந்தடேஸ் நொதிக்கான வினைப்பொருள் அல்ல, உண்மையில் D-மாற்றியம் நொதியுடன் பிணைவதுகூட நிகழ்வதில்லை.

5. $A + B \rightarrow C$,வினையில் வினைப்பொருள் கலவையில் B ஆனது இல்லாதபோது, நொதியானது வினைப்பொருள் A மீது அதிகளவு கவர்ச்சியை பெற்றுள்ள வினையில் ES அணைவுகளை தூய நிலையில் பிரித்தெடுக்க இயலும்.

6. நொதிச்செறிவு மாறாமல் உள்ளபோது, உச்சபட்ச வேகத்தை அடையும் வரை, வினைப்பொருளின் செறிவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க வினைவேகமும் அதிகரிக்கிறது. இந்நிகழ்வு ES அணைவுகள் உருவாவதற்கான பொதுவான சான்றாகும்.

9.3. நொதித் தடுத்தல்

ஒரு குறிப்பிட்ட நொதியுடன் பிணைந்து, அதன் வினையூக்க செயல்பாட்டை குறைக்கும் சேர்மமானது, அந்த குறிப்பிட்ட நொதிக்கான நொதித் தடுப்பான் எனப்படுகிறது. இச்செயல்முறையானது நொதித் தடுத்தல் எனப்படுகிறது. நொதி தடுப்பான், கரிமத் தன்மை கொண்டதாகவோ அல்லது கனிம தன்மை கொண்டதாகவோ இருக்கலாம். நொதித் தடுத்தல் மூன்று பிரிவுகளாக பின்வருமாறு வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

1) மீள் தடுத்தல்

2) மீளா தடுத்தல்.

3) அல்லோஸ்டெரிக் தடுத்தல்

9.3.1. மீள் தடுத்தல் :

நொதியுடன் சகப்பிணைப்புகள் உருவாக்காமல் தடுப்பான் பிணைக்கப்படும்போது, நொதி – தடுப்பான் அணைவுகளிருந்து தடுப்பான் வேகமாக பிரிந்து செல்கிறது. இது மீள் தடுத்தல் என அறியப்படுகிறது. இது மேலும் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

1) போட்டித் தன்மையுள்ள தடுத்தல்

2) போட்டித் திறனற்ற தடுத்தல்

3) போட்டித் தன்மையற்ற தடுத்தல்.

9.3.1.1. போட்டித் தன்மையுள்ள தடுத்தல் (அல்லது) வினைப்பொருள் ஒப்பு வடிவ தடுத்தல் :

1. இது ஒரு மீள்தடுத்தல் வகையாகும். இதில் தடுப்பான் ஆனது வினைப்பொருளின் வடிவத்தை ஒத்துள்ளது, மேலும் நொதியின் கிளர்வு மையத்துடன் பிணைகிறது.

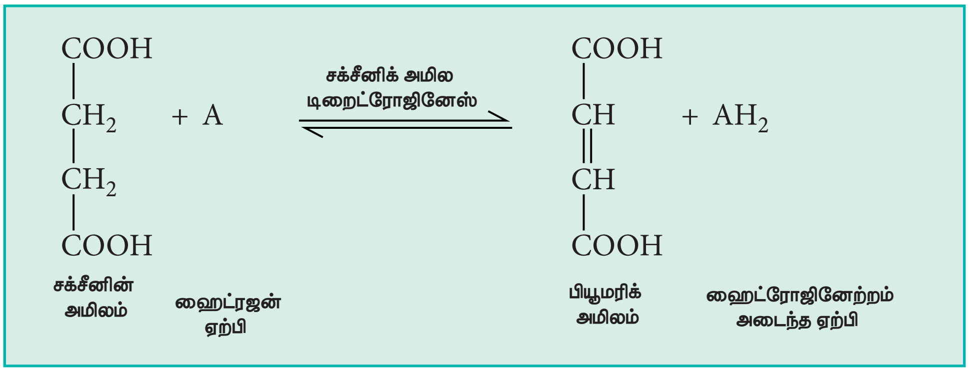
2. போட்டித் தன்மையுள்ள தடுப்பான், வினைப்பொருளை ஒத்திருப்பதால், இது வினைப்பொருள் ஒப்புவடிவம் எனவும் அறியப்படுகிறது.

3. போட்டித் தன்மையுள்ள தடுத்தலில், நொதியானது, வினைப்பொருளுடனோ (ES அணைவு) அல்லது தடுப்பானுடனோ (EI) பிணைய இயலும்.

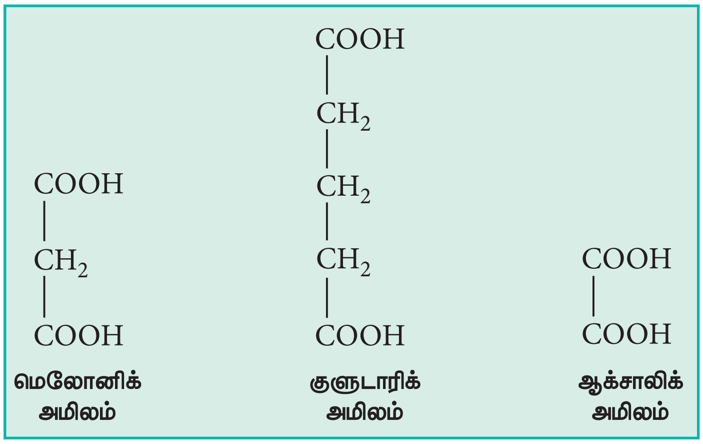
4. அதாவது, தடுப்பான் மூலக்கூறு நொதியுடன் பிணைவதற்காக, வினைப்பொருளுடன் போட்டியிடுகிறது.

www.tnschoolbooks.in

5. வினைப்பொருளுடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ள நொதி மூலக்கூறுகளின் விகிதத்தை குறைப்பதன் மூலம் போட்டித் தன்மையுள்ள தடுப்பான் வினையின் வேகத்தை குறைக்கிறது.
6. வினைப்பொருள் மற்றும் தடுப்பான் செறிவுகளைப் பொருத்து தடுத்தல் வீதம் அமைகிறது.
7. போதுமான அளவு வினைப்பொருள் செறிவை கொண்டு போட்டித் தன்மையுள்ள தடுத்தலை வெற்றிகொள்ள இயலும்.
8. போட்டித் தன்மையுள்ள தடுத்தலில் K_m மதிப்பு அதிகரிக்கிறது, ஆனால் V_{max} மதிப்பு மாறாமல் உள்ளது.
9. எடுத்துக்காட்டு :
   i. சக்ஸினேட் டிஹைட்ஜினேஸ் (SDH) மீதான மெலோனேட்டின் செயல்பாடு



   ii. ஆக்சாலிக், மெலோனிக் மற்றும் குளுட்டாரிக் அமிலம் ஆகியவை SDH இன் போட்டித் தன்மையுள்ள தடுப்பான்களாகும். இவற்றில், மெலோனிக் அமிலம் அதிகபட்ச திறன் கொண்ட போட்டித் தன்மையுள்ள தடுப்பான் ஆகும்.



10. பல்வேறு மருந்துப்பொருட்களின் மருந்தியல் செயல்பாட்டை போட்டித் தன்மையுள்ள தடுத்தல் கொள்கை மூலம் விளக்கலாம். எடுத்துக்காட்டு: சல்ஃபோனமைடுகள் மிகச்சாதரணமாக பாக்டீரியா எதிர்ப்பு மருந்துகளாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

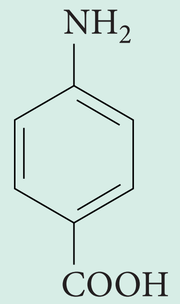
PABA லிருந்து ஃபாலிக் அமிலம் எனும் வைட்டமினை பாக்டீரியாக்கள் தொகுக்கின்றன. ஃபாலிக் அமிலத்தால் பாக்டீரியாச் செல்சுவரை ஊடுருவ இயலாது. சல்பனிலமைடுகள் மற்றும் பிற சல்பா மருந்துகள் PABA வின் வடிவத்தை ஒத்த அமைப்பை பெற்றுள்ளன. இவை பாக்டீரியாக்களில் ஃபாலிக் அமில தொகுப்பை தடைசெய்வதால், அவை இறக்கின்றன. இந்த மருந்தானது மனித செல்களுக்கு நச்சுத் தன்மையற்றது, ஏனெனில் ஃபாலிக் அமில தொகுப்பிற்குத் தேவையான நொதிகளை மனிதர்கள் பெற்றிருக்கவில்லை, மேலும் இவை உணவில் தேவைப்படும் வைட்டமினாக தேவைப்படுகின்றன.

போட்டித் தன்மையுள்ள தடுப்பானின் செயல்பாடு பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படுகிறது. (படம் 9.8)

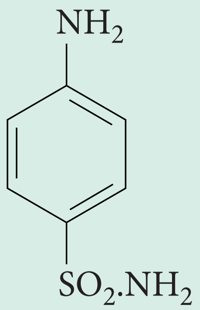
11. போட்டித் தன்மையுள்ள தடுத்தலுக்கான தடுப்பான் மாறிலி (Ki)

$$K_i = \frac{([E]\ [I])}{([EI])}$$

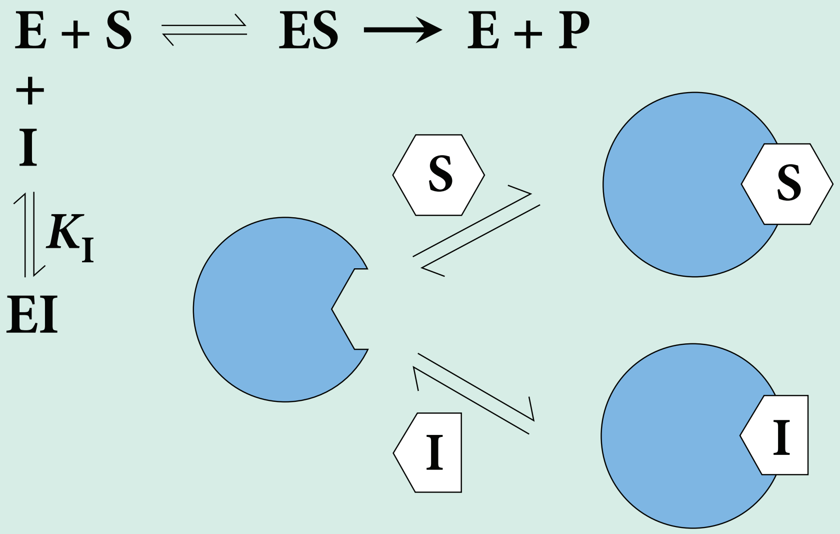
XII U9 Enzyme Kinetics.indd 229 4/22/2020 11:34:06 AM



p–அமினோ பென்சாயிக் அமிலம் (வினைபொருள்)



p–அமினோபென்சீன் சல்பனமைடு (அல்லது) சல்பனமைடு (தடுப்பான்)

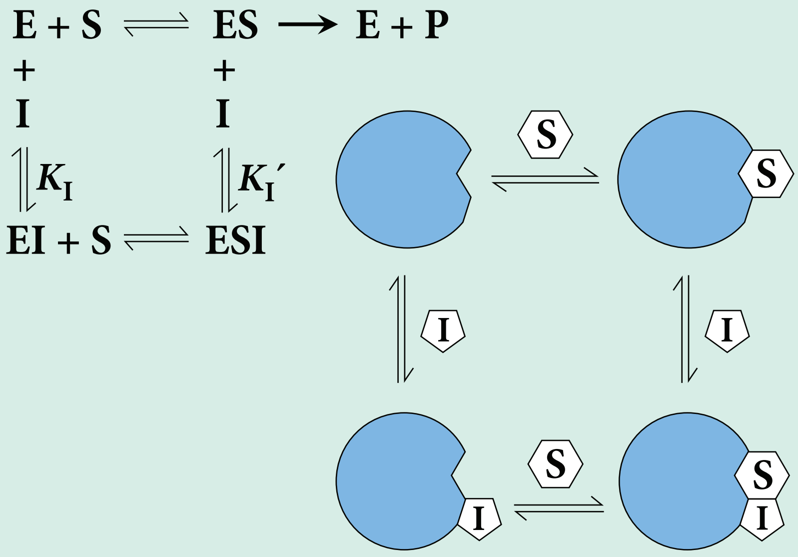


படம் 9.9 போட்டித் தன்மையுள்ள தடுத்தல்

9.3.1.2. போட்டித் திறனற்ற தடுத்தல்

1. இதுவும் ஒரு மீள் தடுத்தல் வகையாகும், இதில் தடுப்பான் ஆனது வினைப்பொருளுடன் எவ்வித வடிவமைப்பு ஒற்றுமையையும் கொண்டிருப்பதில்லை, மேலும் நொதியின் புறப்பரப்பிலுள்ள கிளர்வு மையங்கள் அல்லாத பிற மையங்களில் பிணைகின்றன.

2. போட்டித் திறனற்ற தடுத்தலில்,



படம் 9.10 போட்டித் திறனற்ற தடுத்தல்

வினைப்பொருள் மற்றும் தடுப்பான் இரண்டும் ஒரு நொதி மூலக்கூறுடன் ஒரே நேரத்தில் பிணைகின்றன.

3. நொதி மற்றும் ES அணைவு இரண்டுடனும் தடுப்பான் பிணைகிறது. இதனால் முறையே EI மற்றும் ESI அணைவுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

4. வினைப்பொருள் செறிவை அதிகரிப்பதன் மூலம் போட்டித் திறனற்ற தடுத்தலை வெற்றிகொள்ள இயலாது.

5. போட்டித் திறனற்ற தடுத்தலில் K_m மதிப்பு மாறாமல் உள்ளது. ஆனால், V_{max} மதிப்பு குறைகிறது.

எடுத்துக்காட்டு :

i) பல்வேறு கன உலோக அயனிகள் (Ag^+, Pb^{2+}, Hg^{2+}) பல்வேறு நொதிகளை போட்டித் திறனற்ற வகையில் தடுக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, யூரியேஸ் நொதி இந்த கன உலோக அயனிகள் அனைத்திற்கும் அதிக நுண்ணுணர் தன்மையை காட்டுகிறது.

ii) இரும்பைக் கொண்டுள்ள சைட்டோகுரோம் ஆக்ஸிடேஸ் போன்ற நொதிகளின் செயல்திறனை H_2S மற்றும் சயனைடு ஆகியன வலுவுடன் தடுக்கின்றன.

போட்டித் திறனற்ற தடுப்பானின் செயல்பாடு பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படுகிறது. (படம் 9.10)

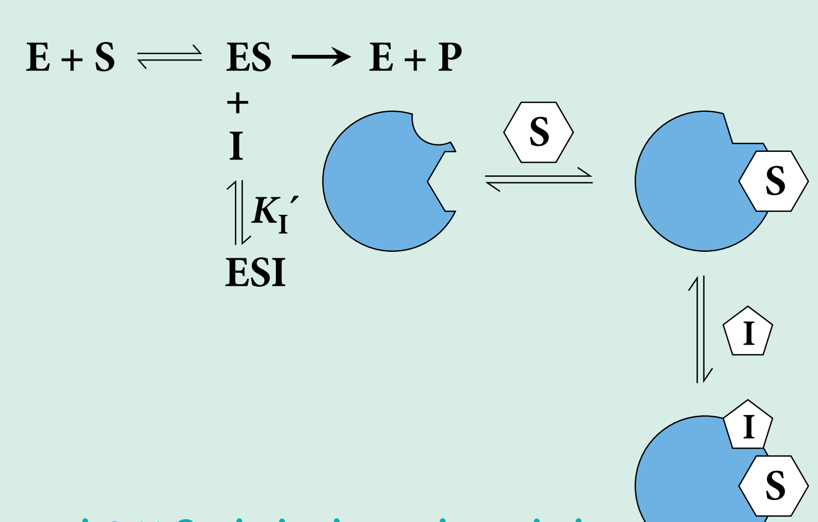
போட்டித் திறனற்ற தடுப்பான் இரண்டு K_i மதிப்புகளை கொடுக்கிறது. அவை பின்வருமாறு.

$$K_i = \frac{([E]\ [I])}{([EI])} \qquad K_i = \frac{([ES]\ [I])}{([ESI])}$$

9.3.1.3. போட்டித் தன்மையற்ற தடுத்தல்:

இதுவும் ஒருவகையான மீள்தன்மை கொண்ட தடுத்தலே ஆகும்.இதில் தடுப்பான் ஆனது தனித்த நொதியின்மீது எவ்வித கவர்ச்சியையும் கொண்டிருப்பதில்லை. ஆனால், நொதி–வினைப்பொருள் அணைவுடன் மட்டுமே இணைகிறது.

ஒரு நொதியின் K_m மற்றும் V_{max} மதிப்புகளை போட்டித் தன்மையற்ற தடுப்பான் குறைக்கிறது.



படம் 9.11 போட்டித் தன்மையற்ற தடுத்தல்

எடுத்துக்காட்டு : நஞ்சுக்கொடி கார பாஸ்படேஸ்ஸை, பினைல் அலனின் கொண்டு தடுக்கும் செயல்முறையானது போட்டித் தன்மையற்ற தடுத்தலுக்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டாகும்.

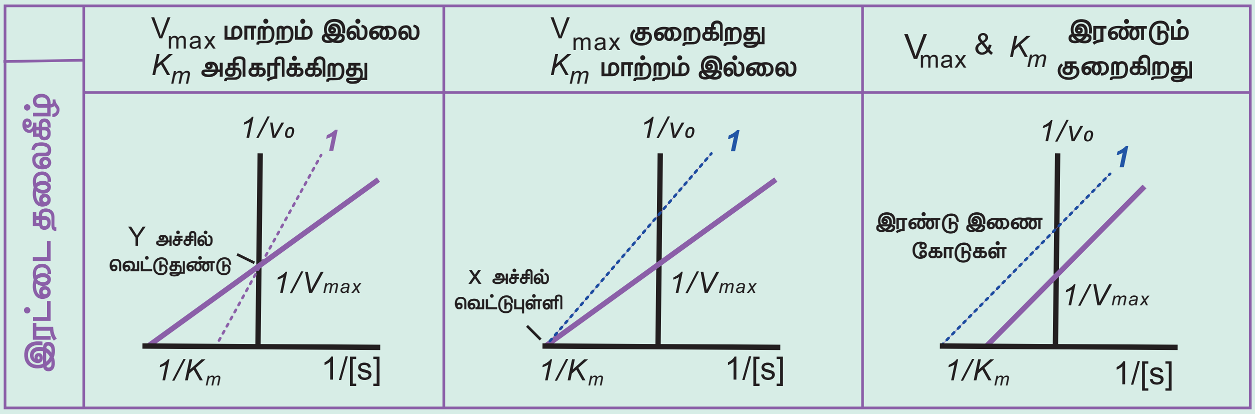
போட்டித் தன்மையற்ற தடுப்பான் செயல்முறையானது பின்வருமாறு விளக்கப்படலாம் (படம் 9.11)

ஒரு வினைப்பொருள் வினைகளில் போட்டித் தன்மையற்ற தடுத்தல் அரிதானது, ஆனால் இரு வினைப்பொருள் வினைகளில் சாதாரணமாக நிகழ்கிறது.

வினைப்பொருள் செறிவு அதிகரிக்கும்போது போட்டித் தன்மையற்ற தடுத்தலின் அளவும் அதிகரிக்கிறது.

போட்டித் தன்மையற்ற தடுத்தலின் தடுப்பான் மாறிலி (K_i)

$$K_i = \frac{([ES]\ [I])}{([ESI])}$$

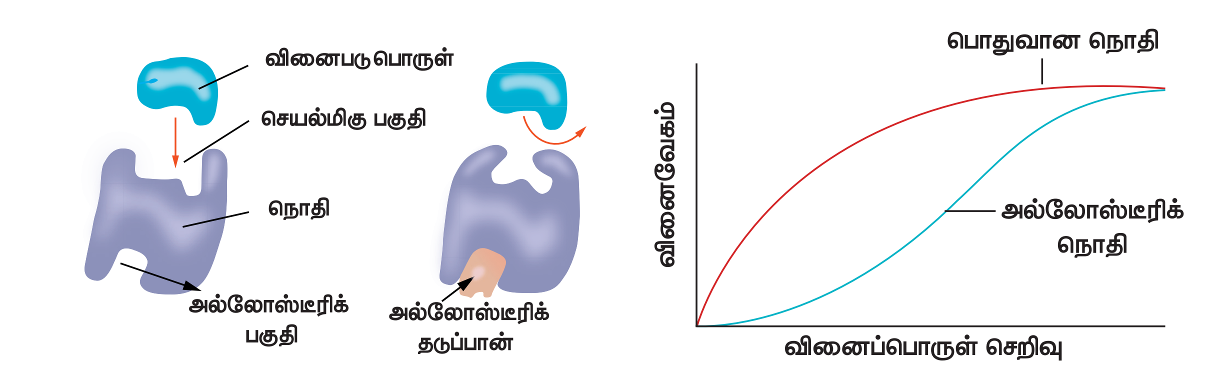


படம் 9.12 போட்டித் தன்மையுள்ள , போட்டித் திறனற்ற மற்றும் போட்டித் தன்மையற்ற தடுத்தலுக்கான லைன்வீவர் பர்க் வரைபடம்.

போட்டித் தன்மையுள்ள மற்றும் போட்டித் திறனற்ற தடுத்தலுக்கு இடையேயுள்ள வேறுபாடுகள்

போட்டித் தன்மையுள்ள தடுத்தல்	போட்டித் திறனற்ற தடுத்தல்
தடுப்பான், வினைப்பொருளை ஒத்த அமைப்பை பெற்றுள்ளது.	தடுப்பான், வினைப்பொருளை ஒத்த அமைப்பை பெற்றிருப்பதில்லை.
கிளர்வு மையத்துடன் தடுப்பான் பிணைகிறது	கிளர்வு மையம் தவிர்த்து மற்ற மையங்களில் தடுப்பான் பிணைகிறது
நொதியானது வினைப்பொருள் அல்லது தடுப்பான் உடன் பிணைகிறது	நொதியானது வினைப்பொருள் மற்றும் தடுப்பான் இரண்டுடனும் பிணைகிறது
மீள்தன்மைகொண்டது	மீள்தன்மைகொண்டது
வினைப்பொருள் செறிவை அதிகரிப்பதன் மூலம் தவிர்க்க இயலும்	வினைப்பொருள் செறிவை அதிகரிப்பதன் மூலம் தவிர்க்க இயலாது.
K_m மதிப்பு உயர்த்தப்படுகிறது.	K_m மதிப்பு மாறாமல் உள்ளது
V_{max} **மதிப்பு மாறாமல் உள்ளது**	V_{max} மதிப்பு உயர்த்தப்படுகிறது.
எடுத்துக்காட்டு : சக்சினேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் மீதான மெலோனேட்டின் வினை	எடுத்துக்காட்டு : சைட்டோகுரோம் ஆக்சிடேஸ் மீதான சயனைடின் வினை
மருந்து செயல்பாட்டில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.	நச்சியியல் ஆய்வுகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

9.3.2 பிறமைய (ALLOSTERIC) தடுத்தல்: (Greek allo = 'other'; stereos = 'space' or 'site')



படம் 9.13 பிறமைய (allosteric) தடுத்தல்

பிறமைய தடுப்பான், கிளர்வு மையங்கள் அல்லாத பிற மையங்களில் (Allosteric site) நொதியுடன் பிணைகிறது. இதனால், அமைப்பு மாற்றம் ஏற்பட்டு வினைப்பொருள் மீதான நொதியின் கவர்ச்சி குறைகிறது (படம் 9.12). பிறமைய நொதிகள் மைக்கலிஸ் மென்டன் வேகயியலை காட்டுவதில்லை. V_0 க்கு எதிரான [S] இன் வரைபடம் S வடிவ வளைகோடாக கிடைக்கிறது.

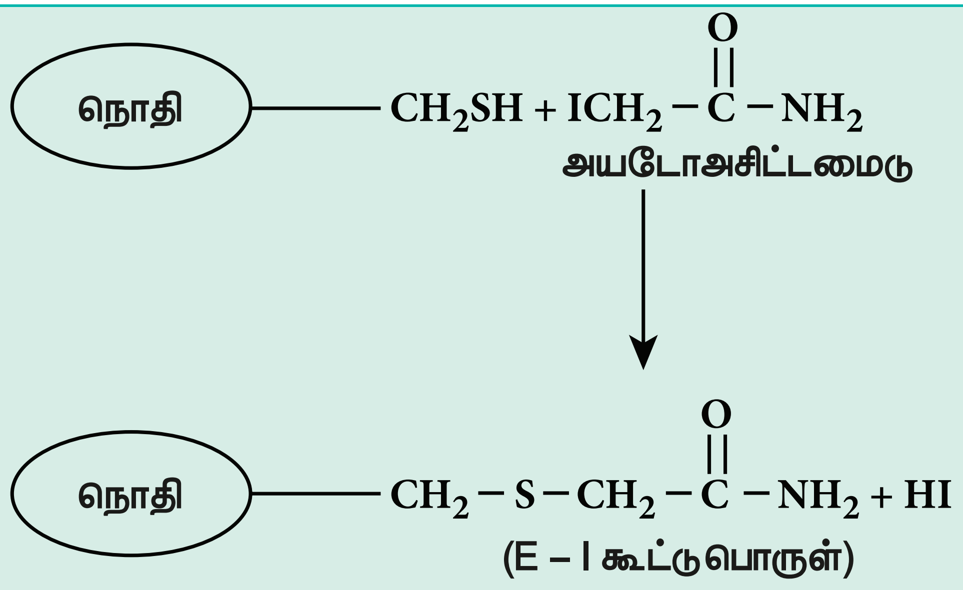
9.3.3. மீளா நொதித் தடுத்தல் :

நொதியுடன் தடுப்பான் மூலக்கூறு சகப்பிணைப்பின் மூலமாகவோ அல்லது சகப்பிணைப்பில்லாமலோ வலுவாக பிணைக்கப்பட்டால், நொதி – தடுப்பான் அணைவிலிருந்து மிக மெதுவாக சிதைவடைந்து வெளியேறினால் அது மீளா நொதித் தடுத்தல் எனப்படுகிறது. (படம் 9.14)

எடுத்துக்காட்டு :

1) அசிட்டைல் கோலினெஸ்டரேஸ் மீதான நரம்புத் தாக்கு வளிமத்தின் செயல்பாடு.

2) சிஸ்டினை மாற்றியமைப்பதன் மூலம் உருவான, –SH தொகுதியை கொண்டுள்ள நொதிகளின் மீது அயோடோஅசிட்டமைடின் செயல்பாடு



படம் 9.14 மீளா தடுத்தல்

XII U9 Enzyme Kinetics.indd 233 4/22/2020 11:34:08 AM

பாடச் சுருக்கம்

1. கிளர்வு ஆற்றலை குறைப்பதன் மூலம் நொதிகள் வினையின் வேகத்தை அதிகரிக்கின்றன.

2. நொதியின் கிளர்வு மையம் என்பது வினையின் வேகத்தை அதிகரிக்கக்கூடிய மற்றும் வினைப்பொருளுடன் பிணைவதில் பங்கெடுத்துக்கொள்ளும் அமினோ அமில பக்கச்சங்கிலிகளை கொண்ட ஒரு இடைக்குழிவு அல்லது வெடிப்பாக கருதப்படுகிறது.

3. வினைப்பொருளுடன் பிணைவதால் நொதியில் வடிவமாற்றம் (தூண்டப்பட்ட பொருந்துதல்) உண்டாக்கப்படுகிறது. இது வினையூக்கத்திற்கு சாதகமாகிறது.

4. ஒரு வினைப்பொருள், கிளர்வு மையத்துடன் பிணையும்போது, நொதி–வினைப்பொருள் (ES) அணைவு உருவாகிறது. பின்னர் இது சிதைந்து நொதியையும், விளைப்பொருளையும் தருகிறது.

5. பெரும்பாலான நொதிகள் மைக்கலிஸ்– மென்டன் வேகயியலைக் காட்டுகின்றன, மேலும் வினைப்பொருள் செறிவிற்கு [S] எதிரான ஆரம்ப வினைவேகத்தின் (V_o) வரைபடம் பரவளைய வடிவில் உள்ளது.

6. மைக்கலிஸ்– மென்டன், சமநிலை நிலையில் [ES] செறிவு மாறுவதில்லை எனக் கருதி, ஒற்றை வினைப்பொருள் நொதியூக்க வினைக்கு சமன்பாட்டை வருவித்தனர்,

7. லைன்வீவர் பர்க், V_{max} மற்றும் K_m மதிப்புகளை துல்லியமாக கண்டறிய, இரட்டை தலைகீழ் நேர்க்கோட்டு வரைபடத்தை பயன்படுத்தினர்.

8. தடுப்பான்கள் என்பவை நொதி வினையூக்க வினையின் வேகத்தை குறைக்கும் மூலக்கூறுகள் ஆகும். மீள் மற்றும் மீளா தடுப்பான்கள் என இரண்டு வகையான தடுப்பான்கள் உள்ளன.

9. போட்டித் தன்மையுள்ள (V_m மாறுவதில்லை, K_m அதிகரிக்கிறது) , போட்டித் திறனற்ற (V_m குறைகிறது, K_m மாறுவதில்லை) மற்றும் போட்டித் தன்மையற்ற தடுப்பான்கள் (V_m மற்றும் K_m இரண்டும் குறைகிறது) ஆகியவை மீள் தடுப்பான்களாகும்.

10. பிறமைய நொதிகள் மைக்கலிஸ் மென்டன் வேகயியலைக் காட்டுவதில்லை, மாறாக அவை s வடிவ சிகமாய்டு வேகயியலைக் காட்டுகின்றன. பிறமைய தடுப்பான்கள், கிளர்வு மையம் தவிர்த்து மற்ற மையங்களில் பிணைகின்றன.

11. நொதியுடன் தடுப்பான் மூலக்கூறு சகப்பிணைப்பின் மூலமாகவோ அல்லது சகப்பிணைப்பில்லாமலோ வலுவாக பிணைக்கப்பட்டால், நொதி – தடுப்பான் அணைவிலிருந்து மிக மெதுவாக சிதைவடைந்து வெளியேறினால் அது மீளா நொதித் தடுத்தல் எனப்படுகிறது.

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

ஹிருடின்: அட்டையின் உமிழ்நீரிலுள்ள ஹிருடின் நொதியானது ஓம்புயிரின் உடலிருந்து வெளிப்படும் இரத்தம் உறைவதைத் தடுக்கிறது. இதன் காரணமாக அட்டையால் ஓம்புயிரின் உடலிலிருந்து முடிந்த அளவுக்கு இரத்தத்தை அதிகபட்சமாக உறிஞ்ச இயலும். எனவே அட்டை சிகிச்சைமுறையில் வெரியக்கோஸ் இரத்த நாளங்களிலுள்ள சேகரமான இரத்தத்தை குறைந்த வலியுடன் உறிஞ்சியெடுக்க முடியும்.

மதிப்பீடு

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. ES அணைவு உருவாதல் ஒரு

அ) மீள் வினை | ஆ) ஒரு மீளா வினை

இ) ஆற்றல் உறிஞ்சும் வினை | ஈ) முழுமையான வினை

2. மைக்கலிஸ் மென்டன் கொள்கைப்படி

அ) ஒரு வினைப்பொருள் மட்டுமே ஈடுபடுகிறது

ஆ) வினைப்பொருள் செறிவு, நொதிச் செறிவைவிட மிக அதிகம்

இ) நொதி வினைப்பொருள் அணைவு எனும் இடைநிலைச் சேர்மம் உருவாகிறது.

ஈ) மேற்கூறிய அனைத்தும்

3. M-M சமன்பாட்டின் தலைகீழ் வடிவத்தை ஆலோசித்தவர்

அ) லைன்வீவர் –பர்க் | ஆ) பிஷ்ஷர்

இ) கோஷ்லேண்ட் | ஈ) டிக்சான்

4. பூட்டு சாவி தத்துவத்தை உருவாக்கியவர்

அ) டிக்சான் | ஆ) பிஷ்ஷர்

இ) கோஷ்லேண்ட் | ஈ) மைக்கலிஸ் மென்டன்

5. வினைப்பொருளுடன் மிகச்சரியான வடிவஒற்றுமை தேவைப்படுவது

அ) போட்டித் தன்மையுள்ள தடுப்பான் | ஆ) போட்டித் தன்மையற்ற தடுப்பான்

இ) போட்டித் திறனற்ற தடுப்பான் | ஈ) மீளா தடுப்பான்

6. போட்டித் தன்மையற்ற தடுத்தலில், தடுப்பான் ________ உடன் மட்டுமே பிணைகிறது.

அ) நொதி | ஆ) வினைப்பொருள்

இ) ES–அணைவு | ஈ) கிளர்வு மையம்

7. ஒரு நொதி மூலக்கூறினால், ஒரு விநாடி நேரத்தில், விளைப்பொருளாக மாற்றப்படும் வினைப்பொருள் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை _________ என்றழைக்கப்படுகிறது.

a) வினைவேக எண் | b) உகந்த எண்

c) அதிகபட்ச வினை வேகம் | d) K_m

8. ஒரு நொதியின் கிளர்வு மையம் பொதுவாக

அ) பிளவு ஆ) உட்குழிவு

இ) துளை ஈ) குழாய்

9. பின்வருவனம் நிலைகளில் எது நொதியை இயல்பிழக்கச் செய்வதில்லை?

அ) உயர் வெப்பநிலை ஆ) மட்டுமீறிய pH

இ) கன உலோக அயனிகள் ஈ) குறைந்த வெப்பநிலை

10. பூட்டு சாவி & தூண்டப்பட்ட பொருந்துதல் மாதிரி இவற்றை பொருத்தவரையில் தவறான கூற்று?

அ) பூட்டு சாவி மாதிரியைவிட விட தூண்டப்பட்ட பொருந்துதல் மாதிரி அதிக தேர்ந்து செயலாற்றும் தன்மைகொண்டது.

ஆ) தூண்டப்பட்ட பொருந்துதல் மாதிரியைவிட, பூட்டு சாவி மாதிரியில் கிளர்வு மையம் அதிக விறைப்பானது.

இ) தூண்டப்பட்ட பொருந்துதல் மாதிரியில் கிளர்வு மையம் வடிவமாற்றத்திற்கு உட்படுகிறது.

ஈ) பூட்டு சாவி மாதிரியில், நொதியானது பூட்டாகவும், வினைப்பொருளானது சாவியாகவும் கருதப்படுகிறது.

11. பின்வருவனவற்றுள் நொதியை வரையறுப்பது எது?

அ) இவைகள் வேதிவினைகள் விரைவாக நிகழ அனுமதிக்கின்றன.

ஆ) வேதிவினைகள் சமநிலையை அணுகும் வேகத்தினை இவைகள் அதிகரிக்கின்றன.

இ) வெப்ப இயக்கவியல் அடிப்படையிலான சாதகமான சூழலை இவைகள் ஏற்படுத்துகின்றன.

ஈ) மேற்கண்டுள்ள அனைத்தும் சரி

12. ஒரு நொதிக்கு K_m = 10mM, [S] = 100mM மற்றும் V_{max} = 100mmol / min என கொடுக்கப்பட்டுள்ளது எனில் பின்வருவனவற்றுள் எது உண்மை?

அ) V_{max} அல்லது 10 மடங்கு அதிகரிக்கும் போது வேகம் 10 மடங்கு அதிகரிக்கிறது.

ஆ) K_m ல் 10 மடங்கு குறைவானது வேகத்தை அதிகரிக்கிறது.

இ) அ மற்றும் ஆ இவை இரண்டும்

ஈ) V_{max} ல் 10 மடங்கு அதிகரிப்பானது வேகத்தை 20 மடங்கு குறைக்கிறது.

13. K_m மற்றும் V_{max} ஆகியனவற்றிற்கு இடையேயனாத் தொடர்பு இவ்வாறு அழைக்கப்படுகிறது?

அ) ஹால்டேன் சமன்பாடு

ஆ) மைக்கேலிஸ் மென்டன் சமன்பாடு

இ) எண்ணியல் கரைசல் அணுகுமுறை

ஈ) கிப்ஸ் – ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் சமன்பாடு

XII U9 Enzyme Kinetics.indd 236 4/22/2020 11:34:08 AM

14. ஒரு நொதியின் போட்டி தடுப்பான் பொதுவாக

அ) ஒரு அதிக வினைதிறன் உடைய சேர்மம்

ஆ) Hg^{2+} அல்லது pb^{+2} போன்ற ஒரு உலோகம்

இ) வினைப்பொருளின் வடிவமைப்பை ஒத்தது.

ஈ) நீரில் கரையாதன்மை உடையது.

15. மைக்கலிஸ் – மென்டன் சமன்பாட்டின் படி உருவாகும் தடுத்தல்

அ) போட்டித் தன்மையுள்ள

ஆ) போட்டித் திறனற்ற

இ) போட்டித் தன்மையற்ற

ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்

16. லைன்வீவர் – பர்க் வரைபடத்தின், போட்டி தடுப்பான பின்வரும் எந்த விளைவினை காட்டுகிறது?

அ) இது முழு வளைகோட்டையும் வலப்புறம் நகர்த்துகிறது.

ஆ) இது முழு வளைகோட்டையும் இடப்புறம் நகர்த்துகிறது

இ) இது X – வெட்டுத்துண்டை மாற்றுகிறது.

ஈ) இது சாய்வில் எவ்வித மாற்றத்தையும் ஏற்படுத்துவதில்லை.

17. ஒரு என்சைமின் அல்லோஸ்டீரிக் தடுப்பான் வழக்கமாக

அ) பின்னூட்ட ஒழுங்குபடுத்துதலில் பங்கேற்கிறது.

ஆ) நொதியினை செயலற்றதாக்குகிறது.

இ) ஒரு நீர்விரும்பும் சேர்மமாகும்.

ஈ) நொதியானது விரைவாக செயல்பட காரணமாக அமைவது

18. நொதி தடுத்தல் இதனால் நிகழ்கிறது

அ) மீள் தடுப்பான்கள்

ஆ) மீளாத் தடுப்பான்கள்

இ) அ மற்றும் ஆ

ஈ) இவற்றில் ஏதுமில்லை

19. போட்டிக் திறனற்ற தடுப்பான் ஒரு நொதி மூலம் நிகழும் வினையில்

அ) V_{max} – ஐ குறைக்கிறது

ஆ) மைக்கலிஸ் அணைவுடன் (ES) இணைகிறது

இ) அ மற்றும் ஆ

ஈ) அரிதான நிலையில் வினையின் திசைவேகத்தை அதிகரிக்கிறது.

XII U9 Enzyme Kinetics.indd 237 4/22/2020 11:34:08 AM

20. ஒரு நொதியில் கிளர்வு மையம் இருப்பது

அ) குளோபுலார் புரதங்களின் மையத்தில்

ஆ) திடமானது மற்றும் உருவத்தை மாற்றுவதில்லை.

இ) மூலக்கூறின் மீதமுள்ள பகுதியை போன்றது

ஈ) இவற்றில் ஏதுமில்லை

II. சரியா தவறா எனக்கூறுக.

1. நொதி–வினைப்பொருள் அணைவு, ஒரு நிலையான நிலைப்புத்தன்மை கொண்ட அணைவாகும்.
2. சக்ஸினேட் டிஹைட்ரஜனேஸிற்கு மலோனேட் ஒரு போட்டித் தன்மையுள்ள தடுப்பான் ஆகும்.
3. அனைத்து நொதியூக்க வினைகளிலும், நொதி – வினைப்பொருள் அணைவு உருவாகிறது.
4. வினைப்பொருள் செறிவை அதிகரிப்பதன் மூலம் போட்டித் தன்மையுள்ள தடுத்தலின் அளவை குறைக்க இயலாது.
5. போட்டித் தன்மையற்ற தடுப்பான், E-S அணைவின் மீது கவர்ச்சியை கொண்டுள்ளது..

III. பொருத்துக

1. நொதிகள்	–	$\frac{1}{V}$ vs $\frac{1}{S}$
2. ES அணைவு	–	வினைப்பொருள் மீதான நொதியின் கவர்ச்சி
3. k_m	–	நிலைப்புத்தன்மையற்றது, மேலும் அதிக ஆற்றல் கொண்டது
4. லைன்வீவர் பர்க் வரைபடம்	–	உயிர் வினைவேக மாற்றிகள்

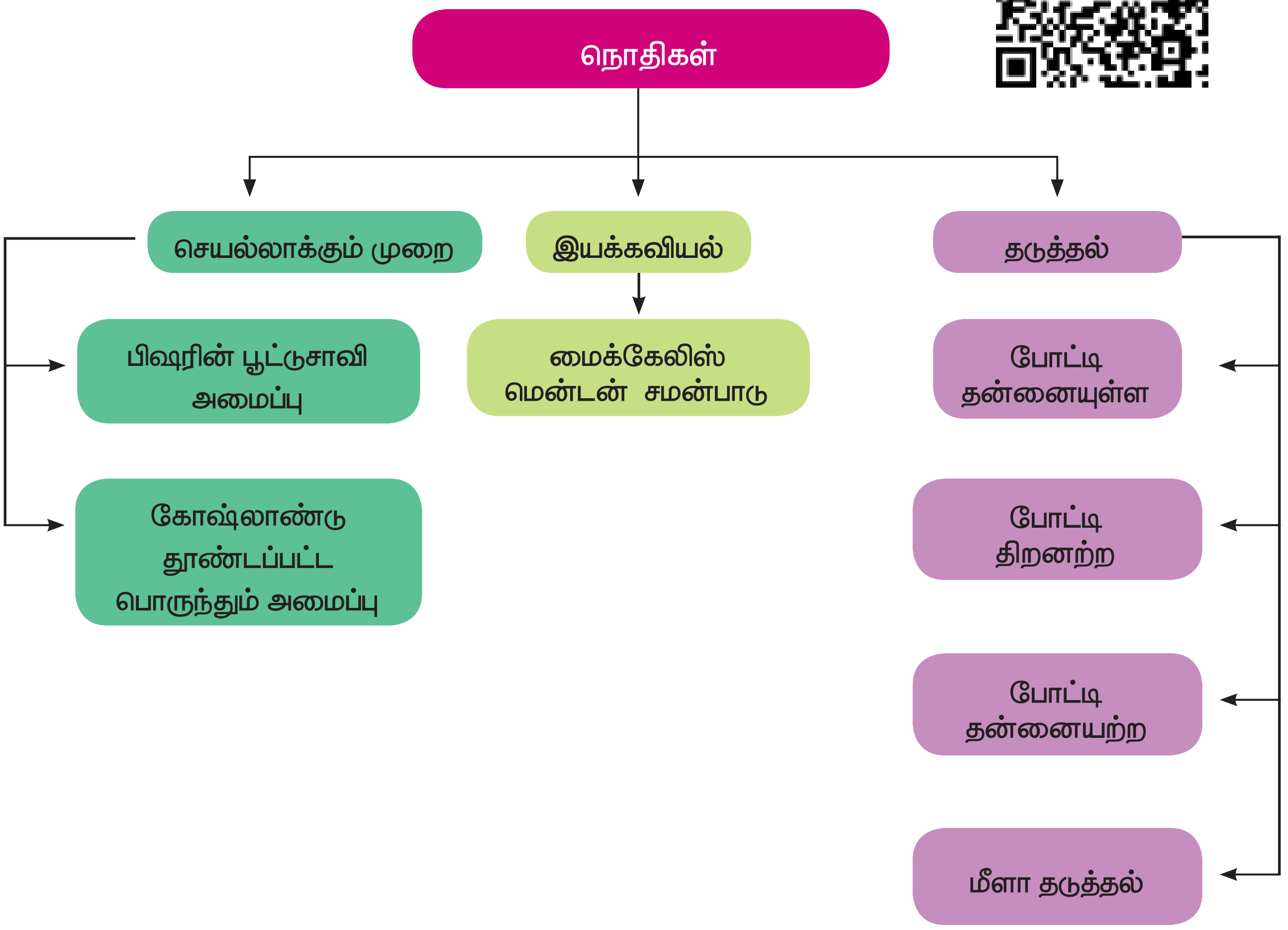
IV. பின்வருவனவற்றிற்கு ஓரிரு வரிகளில் விடையளி :

1. K_m வரையறு
2. பூட்டு சாவி மாதிரியின்படி, கிளர்வு மையத்தின் தன்மை யாது?
3. போட்டித் தன்மையுள்ள தடுத்தல் என்றால் என்ன?
4. தூண்டப்பட்ட பொருந்துதல் மாதிரி என்றால் என்ன?
5. மீளா நொதித் தடுத்தல் என்றால் என்ன?

V. விரிவாக விடையளி:

1. மைக்கலிஸ் மென்டன் சமன்பாட்டைத் தருவி.
2. லைன்வீவர் பர்க் வரைபடம் எவ்வாறு பெறப்படுகிறது?
3. போட்டித் தன்மையுள்ள தடுத்தல் எனும் கொள்கையை விவரி.
4. சக்சினேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் மீதான மெலோனேட்டின் செயல்பாடு யாது?
5. போட்டித் தன்மையுள்ள மற்றும் போட்டித் தன்மையற்ற தடுத்தல் ஒப்பிடுக.

கருத்து வரைபடம்


நொதிகள்
செயல்லாக்கும் முறை
இயக்கவியல்
தடுத்தல்
பிஷரின் பூட்டுசாவி அமைப்பு
கோஷ்லாண்டு தூண்டப்பட்ட பொருந்தும் அமைப்பு
மைக்கேலிஸ் மென்டன் சமன்பாடு
போட்டி தன்னையுள்ள
போட்டி திறனற்ற
போட்டி தன்னையற்ற
மீளா தடுத்தல்

அலகு 10

நோய்த் தடைக்காப்பியல்

எட்வார்ட் ஜென்னர்:

எட்வார்டு ஜென்னர் என்பவர் ஆங்கிலேய மருத்துவர் மற்றும் அறிவியல் அறிஞர். அம்மை நோய்க்கு எதிரான தடுப்பூசியை கண்டறிந்ததற்காக இவர் நோய்த் தடைக்காப்பியலின் தந்தை என அழைக்கப்படுகிறார். இவரது கண்டுபிடிப்பால் பலரது உயிர் காப்பாற்றப்படுவது குறிப்பிடத்தக்கது.

EQX6D

கற்றலின் நோக்கங்கள் :

இந்த பாடப்பிரிவை கற்றறிந்த பின்னர், மாணவர்கள் கீழ்க்கண்டவற்றை புரிந்துகொள்ள முடியும்

- தொற்று நோய் பற்றிய அடிப்படை கருத்தை புரிந்துக் கொள்ளுதல்.
- சில தொற்று நோய்களை அடையாளம் காணுதல்.
- பிறவி நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றல் மற்றும் பிறந்தபின் பெறப்பட்ட நோய் எதிர்பாற்றல் ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வேறுபாடுகளை புரிந்துக் கொள்ளுதல்.
- உடற்காப்பு மூலங்களின் உயிர் செயல்பாடுகளை பட்டியலிடல்.
- இரத்த தொகுதிகளை கண்டறியும் சோதனைகளை செய்தல்

பாட அறிமுகம்

ஒருவருடைய நோய் எதிர்பாற்றல் மற்றும் ஆரோக்கியம் ஆகியவற்றை குறிப்பிடுவதற்கு "நோயற்ற வாழ்வே குறைவற்ற செல்வம்; வருமுன் காப்பதே நல்லது; போன்ற பழமொழிகளை அடிக்கடி பயன்படுத்துகிறோம். ஒரு குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிரி அல்லது அதன் நச்சு பொருட்களால் உருவாகும் நோய்க்கு ஏற்படுத்தும் தடையே நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றல் எனப்படும். தொற்று நோய் கிருமிகள் மற்றும் நோய்களிடமிருந்து உயிரினத்தை காப்பாற்றும் , சிறப்பு வாய்ந்த செல்கள் மற்றும் உறுப்புகளை கொண்ட அமைப்பே நோய் எதிர்ப்பு மண்டலம் ஆகும். இது ஓம்புயிரின் அமைப்பு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. ஓர் உயிரினத்தின் நோய் தடுப்பு மண்டலத்தின் அனைத்து பரிமாணங்கள் பற்றி படிப்பது நோய்த் தடைக்காப்பியல் எனப்படும்.

நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றல் என்ற கருத்தை கி.மு. 430ல் தூசிடைடியர்கள் அறிந்தனர். பிளேக் நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்கள் இரண்டாவது முறையாக இந்நோயால் பாதிக்கப்படுவதில்லை என்பதை தூசிடைடியர்கள் அறிந்தனர். 15ம் நூற்றாண்டில் சீன மற்றும் துருக்கியர்களால் நோய் எதிர்ப்பாற்றலை தூண்டுதல் பற்றி, எழுதப்பட்ட மற்றும் அங்கீகரிக்கப்பட்ட ஆதாரங்கள் உள்ளன. இவர்கள் பெரியம்மை நோய்க் கிருமிகளை உலர்த்தி சுவாசத்தின் மூலமாகவோ (அல்லது) தோலில் உள்ள புண்களின் வழியாகவோ உடலினுள் செலுத்தினர். பிரிட்டீஷ் தூதுவரான கான்ஸ்டன் டினோபோல் என்பவரின் மனைவி லேடி M.W. மான்டாகு இந்த முறையை தன் குழந்தைகளுக்கு பயன்படுத்தினார். நேர்மறையான முடிவுகள் கிடைத்தது. 1798 ஆம் ஆண்டு எட்வார்டு ஜென்னர் பெரியம்மைக்கான தடுப்பூசியை (Vacca இலத்தின் மொழியில் இதன் பொருள் பசு) மேம்படுத்தினார். எட்வார்டு ஜென்னர் பெரியம்மை சிதைவிலிருந்து பெறப்பட்ட பொருளை தனது எட்டு வயது மகனான ஜேம்ஸ் பிலிப்ஸ் உடலில் செலுத்தினார். பெறப்பட்ட முடிவுகள் பெரியம்மை நோயிலிருந்து தடுத்தல் பற்றி உறுதியாக இருந்தன. பெட்ரிக் ஹென்லே என்பார் முதன் முதலில் நுண்ணுயிரிகள் நோய்களை உருவாக்குகின்றன என்பதை கண்டறிந்தார். அவரது மாணவர் இராபர் கோச் என்பார் தொற்று நோய்களை உருவாக்கும் பாக்டீரியாக்களை பிரித்தெடுத்தார். சிக்கன் காலரா, ஆன்ஸ்ராக்ஸ் மற்றும் வெறிநாய் கடி போன்ற நோய்களுக்கு லூயிஸ் பாஸ்டர் தடுப்பூசிகளை உருவாக்கினார். நவீன நோய்த் தடைக்காப்பியல் பகுதி மெட்சினி காப் என்பவரின் ஆராய்ச்சியான நட்சத்திர மீனில் நிகழும் பேகோ சைட்டோஸிஸ் எனும் செல் விழுங்குதலுடன் தொடங்குகிறது. இதை மனிதர்களில் நிகழும் மேக்ரோ பேஜ் எனும் நுண்ணுயிரிகளை விழுங்கும் செல்களுக்கு விரிவுபடுத்தினார்.

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

பெரியம்மையால் பாதிக்கப்பட்டவரின் கொப்புளங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட ஒரு வகை பொருள் மற்றவரின் உடலில் செலுத்துவது (Variolation) ஒரு வகை முறையாகும்.

10.2 தொற்று

நோயை உருவாக்கும் கிருமிகள் ஓம்புயிரின் உடலில் நுழைதல் மற்றும் பெருக்கமடைவது தொற்று என வரையறுக்கப்படுகிறது. அறிகுறி இல்லாத தொற்று, மருத்துவ முக்கியத்துவம் அற்றது எனக் குறிக்கப்படுகிறது. அறிகுறியுடன் கூடிய தொற்று, மருத்துவ முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது என குறிக்கப்படுகிறது. நோய் கிருமிகளால் உருவாகும் உடல் நல சீர்கேடு தொற்று நோய் அல்லது பரவும் நோய் அல்லது தொற்றிக் கொள்ளும் நோய் ஆகும்.

நோயியல் (EPIDEMIOLOGY) :

நோயியல் என்பது மருத்துவ அறிவியலின் ஒரு பிரிவாகும். இது தொற்று நோய்கள் புவியில் பரவியுள்ள வீதம், நேரம் மற்றும் அவை நிகழும் அளவை குறிக்கிறது. இந்த படிப்பு, நோய்கள் பரவும் முறை மற்றும் இயற்கையாக அவற்றை பராமரித்தல் மேலும் கட்டுப்படுத்துதல் போன்றவற்றை உள்ளடக்கியதாகும். ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட மக்களில் நோய் தாக்குதல் அல்லது நோய் பரவுதல் என்பது (அரிதான) எண்டமிக் நோய் (Endemic disease) எபிடெமிக் நோய் (Epidemic disease) மற்றும் பரவலான நோய் (pandemic disease) போன்றவற்றை உள்ளடக்கியதாகும்.

அரிதான நோய் (Sporadic disease):

புவிச் சூழலை பொருத்தமையாமல், அரிதாகவும் ஒழுங்கற்றதாகவும் தோன்றும் நோய்கள் அரிதான நோய்கள் எனப்படும். (எ.கா.) டெடானஸ், வெறிநாய்க்கடி, பிளேக் .

எண்டமிக் நோய் (ENDEMIC DISEASE):

எண்டமிக் நோய் என்பது புவியின் ஒரு குறிப்பிட்ட பிராந்தியத்தில் உள்ள மக்களுக்கு மட்டும் உள்ள தொற்று நோயாகும். இந்நோயின் பரவும் விதம் ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு மாறாமல் இருக்கும்.

எபிடெமிக் நோய் (EPIDEMIC DISEASE):

புவியின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி மற்றும் காலத்தில் தொற்று நோய் விகிதம் கடந்த காலத்தை விட அதிகரித்து காணப்படும் நோய்கள் எபிடெமிக் நோய்கள் எனப்படும். (எ.கா.) சாதாரண ஜலதோஷம் (சளி பிடித்தல்)

பரவலான நோய் (PANDEMIC DISEASE):

இது பல நாடுகளில் அல்லது கண்டங்களில் பரவிக் காணப்படும் நோய் ஆகும். பொதுவாக புவியின் பெரும்பாலான பகுதிகளில், அநேக மக்களை பாதிக்கும். (எ.கா.) AIDS எய்ட்ஸ் (பல நாடுகளில் பரவியுள்ளது).

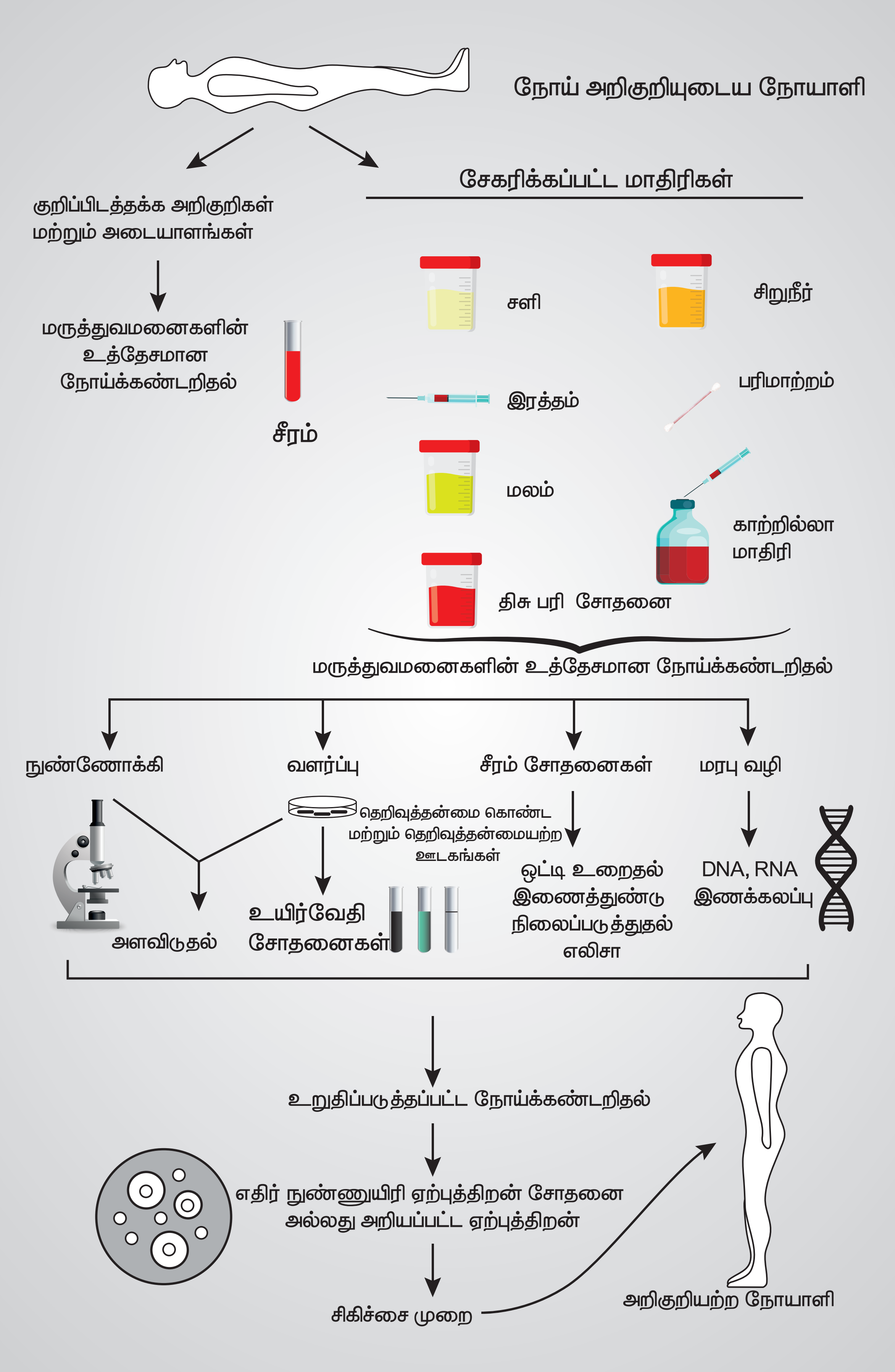
பரவுதல்:

தொற்று நோயை உருவாக்கும் காரணிகள் நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ பரவுகின்றன. தொற்று நோயை உருவாக்கும் காரணிகள் நேரடியாக உடலுக்கு மாற்றமடைவது நேரடி பரவுதல் எனப்படும். நான்கு வகையான நேரடி தொடர்பு பரவுதல் உள்ளன.

1. ஒம்புயிர்களுக்கிடையேயான உடல் தொடர்பு (சாதாரண சளி, தோல் நோய்கள்)
2. நோய் பாதிக்கப்பட்டவருடன் உடல் திரவங்கள் (அல்லது) திசுக்களுடன் நேரடித் தொடர்பு (HIV; HPV)
3. நோய் பாதிக்கப்பட்டவரின் சுவாச குழாயிலிருந்து காற்றில் வெளிப்படும் நோய் தொற்றுக் கிருமிகளை கொண்டுள்ள நீர் திவலைகள் மூலம் தொடர்பு (நிமோனியா, பொன்னுக்கு வீங்கி, தட்டம்மை)
4. உலர்ந்த நிலையில் உள்ள வீரியமற்ற துகள்களை கொண்டுள்ள திவலைகள், காற்றிலிருந்து ஓம்புயிரின் உடலிற்கு சென்று, அவை நுரையீரலை அடையும் திறனை பெற்றுள்ளன (காசநோய் (TB), சின்னம்மை).

மறைமுக பரவுதல்:

வெக்டார் அல்லது Vehicle எனப்படும் மற்றொரு காரணி மூலம் நோய்க் கிருமிகள் ஒம்புயிரின் உடலை அடைகின்றன. மலேரியா வெக்டார் மூலம் பரவும் நோயாகும். நீர் அல்லது உணவு மூலம் பரவும் நோய்கள் (எ.கா.) காலரா, விலங்குகளிலிருந்து மனிதர்களுக்கு நோய் பரவுதல் விலங்குவழிநோய்கள் (Zoonosis) எனப்படும். ஆடுகளிலிருந்து ஆன்ந்த்ராக்ஸ் மற்றும் ரொடண்ட்ஸ்களிடமிருந்து பிளேக்.


நோய் அறிகுறியுடைய நோயாளி
குறிப்பிடத்தக்க அறிகுறிகள்
மற்றும் அடையாளங்கள்
சேகரிக்கப்பட்ட மாதிரிகள்
சளி
சிறுநீர்
மருத்துவமனைகளின்
உத்தேசமான
நோய்க்கண்டறிதல்
சீரம்
இரத்தம்
பரிமாற்றம்
மலம்
காற்றில்லா
மாதிரி
திசு பரி சோதனை
மருத்துவமனைகளின் உத்தேசமான நோய்க்கண்டறிதல்
நுண்ணோக்கி
வளர்ப்பு
சீரம் சோதனைகள்
மரபு வழி
தெறிவுத்தன்மை கொண்ட
மற்றும் தெறிவுத்தன்மையற்ற
ஊடகங்கள்
ஒட்டி உறைதல்
இணைத்துண்டு
நிலைப்படுத்துதல்
எலிசா
DNA, RNA
இணக்கலப்பு
அளவிடுதல்
உயிர்வேதி
சோதனைகள்
உறுதிப்படுத்தப்பட்ட நோய்க்கண்டறிதல்
எதிர் நுண்ணுயிரி ஏற்புத்திறன் சோதனை
அல்லது அறியப்பட்ட ஏற்புத்திறன்
சிகிச்சை முறை
அறிகுறியற்ற நோயாளி

நோய் காரணம் (ETIOLOGY) :

நோயின் மூலம் அல்லது நோய்க்கான காரணம் பற்றிய படிப்பு நோய் காரணம் எனப்படும். நோய் உருவாவதற்கு காரணம் நோயை உருவாக்கும் காரணிகள் ஆகும்– விருந்தோம்பிகளின் உடலில் நோயை உருவாக்கும் காரணிகள் உயிர் காரணிகள் எனப்படும். உயிர்க் காரணிகள் ஐந்து முக்கிய வகைப்படும். அவை முறையே பாக்டீரியா, வைரஸ், பூஞ்சை, புழுக்கள் மற்றும் புரோட்டோசோவா.

நோய் கண்டறிதல்:

ஆய்வக சோதனைகள் மூலம் நேரடியாகவோ (வளர்ப்பு முறையில் நுண்ணுயிரிகள் வளர்வதை நுண்ணோக்கி மூலம் காணுதல்) மறைமுகமாகவோ (உயிரினங்களின் நோய் தடைக்காப்பு மூலங்களை அடையாளங்காணுதல்) நுண்ணுயிரிகளை அடையாளம் காணலாம். பாதிக்கப்பட்டவரின் இரத்தம், சிறுநீர், கோழை, மலம், தொண்டை குச்சி திரவங்கள் அல்லது திசுக்களை மாதிரிகளாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த மாதிரிகளை சாயமேற்றி (Staining) நுண் நோக்கி மூலம் ஆராய்தல் , வளர்த்தல், உடற்காப்பு மூலங்களுக்கான ஆய்வுகள், நுண்ணுயிரியின் உடற்காப்பு ஊக்கிகளுக்கான ஆய்வுகள் அல்லது உட்கரு பொருட்களுக்கான (DNA, RNA, போன்றவை) ஆய்வுகளை மேற்கொள்ளுதல்.

சிகிச்சை மற்றும் தடுத்தல்:

தொற்று நோயின் தன்மைக்கேற்ப, நுண்ணுயிர் எதிரிகள், வைரஸ் எதிரிகள் பூஞ்சை எதிரிகள் மற்றும் ஒட்டுண்ணி எதிரிகள் குவாரம் தணித்தல் முறையுடன் சிகிச்சையளிக்கப்படுகின்றன. தனி மனிதத் தூய்மை மற்றும் தடுப்பூசி மூலம் பல தொற்று நோய்கள் தடுக்கப்படுகின்றன.

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

சீழ் என்பது புரதம் மிகுந்த திரவமாகும். இது இறந்த இரத்த வெள்ளையணுக்கள் மற்றும் நோய் காரணிகளைக் கொண்டுள்ளது. இது நோய்க் காரணிகளுக்கு எதிராக நிகழும் நோய் எதிர்ப்பு வினைகளில் உருவாகும் இயற்கையான விளைபொருளாகும். இது துர்நாற்றத்துடன் மஞ்சள், பச்சை அல்லது பழுப்பு நிறத்தை கொண்டுள்ளது. சீழ் உருவாகும் இடம் தொற்று நோய் உருவானதை காட்டுகிறது.

10.2.1 பாக்டீரியா தொற்று :

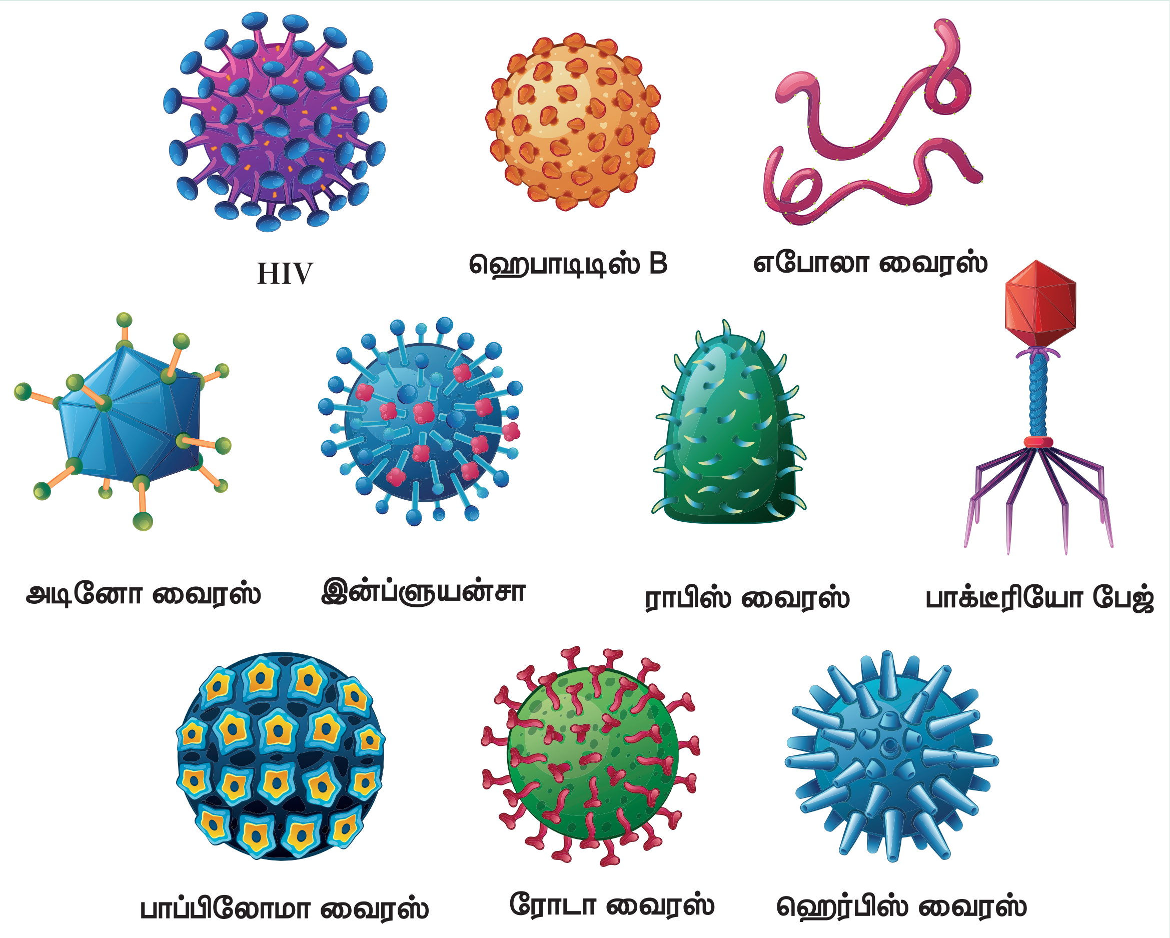
பாக்டீரியாவால் உருவாக்கப்படும் உடல் நலச் சீர்க்கேடு பாக்டீரியா தொற்று ஆகும். அமைப்பு மற்றும் வடிவம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பாக்டீரியாக்கள் மூன்று வகைப்படும். முறையே பாஸிலஸ் (உருளை வடிவம்) கோக்கஸ் (கோள வடிவம்) மற்றும் சுருள். மனித மற்றும் விலங்கினங்களில் ப்ளோரா (நுண்ணுயிரிகள்) அதிகளவில் காணப்படுகின்றன. இயல்பான நிலையில் இவை எத்தகைய நோயையும் உருவாக்குவதில்லை. இந்த பாக்டீரியாக்கள் நல்ல பாக்டீரியா அல்லது நலமான பாக்டீரியா (அல்லது) இயல்பான புளோரா எனப்படுகின்றன. பாக்டீரியா தொற்றை உருவாக்கும் தீங்கான பாக்டீரியா, நோயை உருவாக்கும் பாக்டீரியா எனப்படும். நோயை உருவாக்கும் பாக்டீரியாக்கள் உடலினுள் நுழைந்து, தூய்மையான திசுக்களின் மீது உருப்பெருக்கம் மற்றும் வளரும் போது பாக்டீரியாத் தொற்று ஏற்படுகிறது. தீங்கான பாக்டீரியாக்கள் நச்சுத் தன்மை கொண்ட பொருளை வெளியிடுகிறது. இது உடலுக்கு பாதிப்பை ஏற்படுத்தும்.

நோயின் பெயர்	நோய் கிருமி	பரவும்விதம்	நோயின் அறிகுறிகள் வெளிப்படும் காலம்	அறிகுறிகள்	சிகிச்சை
காசநோய்	மைக்கோ பாக்டீரியம் டூபர் குளோசிஸ்	காற்றுமூலம் பரவுதல் மற்றும் நீர்த்திவலைத் தொற்று	2–10 வாரங்கள்	இருமல், மார்பு வலி(இரத்ததுடன்)	ஸ்ட்ரேப்டோமைசின், பாராஅமினோ சாலிசிலிக் அமிலம் மற்றும் ரிபாம்பிசின்
தொண்டை அடைப்பான் Diphtheria	கொரினிபாக்டீரியம் டிப்திரே	காற்றுமூலம் பரவுதல் மற்றும் நீர்த்திவலைத் தொற்று	2–6 வாரங்கள்	சுவாசக்குழாயில் அழற்சி மற்றும் தடை	டிப்திரியா ஆன்டிடாக்சின்கள், பெனிசிலின், எரித்ரோமைசின்
காலரா	விப்ரியோ காலரே'	நேரடியாக மற்றும் மாசுற்ற உணவு மற்றும் நீர் வாய்வழி செல்லுதல்	6 மணி நேரங்கள் முதல் 2–3 நாட்கள் வரை	கடுமையான வயிற்றுப்போக்கு மற்றும் நீர் சத்து குறைபாடு	வாய் மூலம் நீர்சத்து குறைபாடைப் போக்குதல் மற்றும் டெட்ரா சைகிளின்
தொழுநோய்	மைக்கோ பாக்டீரியம் லாப்ரே	மெதுவாக தொற்றுகிற மற்றும் தொற்றுநோய்	2–5 ஆண்டுகள்	தோல்களில் நிறமிகள் குறைபாடு, கை மற்றும் கால் விரல்களின் அமைப்பு மாறுபடுதல்	டப்சோன், ரிபாம்பிசின், குளோபாஜிம்மின்
டெட்டானஸ்	குளோஸ்ரிடியம் டேடானி	காயங்கள் மூலமாக	3–21 நாட்கள்	மோட்டார் நியூரான்களின் சிதைவு, தசை இறுக்கம் மற்றும் பக்கவாதம்	டேடானஸ் ஆன்டிடாக்ஸின்
பிளேக்	யெர்சினியா பேஸ்டிஸ்	மறைமுகமாக மற்றும் எலி போன்ற உயிரினங்கள் மூலம் பரவுதல்	2–6 நாட்கள்	பூபானிக் பிளேக் நிணநீர் முடிச்சை பாதிக்கிறது. நிமோனியா பிளேக் நுரையீரலை பாதிக்கிறது. சேப்டிஸிமிக் நிமோனியா இரத்த சோகையை உருவாக்குகிறது	டெட்ராசைகிளின், ஸ்ட்ரேப்டோமைசின், குளோரோமைசிடின்

10.2.2 வைரஸ் தொற்றுகள் (VIRAL INFECTIONS)

வைரஸ்கள் செல்தன்மையற்ற செல்களுக்கிடையேயான ஒட்டுண்ணிகளாகும். இவை ஒரே வகை நியூக்ளிக் அமிலத்தை கொண்டுள்ளன. இது ஒற்றை அல்லது இரட்டை திருகு சுருள் DNA அல்லது RNA ஆகும். வைரஸ் நோய்கள் சாதாரண சளி பிடித்தல் முதல் மிகவும் அபாயகரமான நோய்களான வெறிநாய்க்கடி (Rabies) மற்றும் AIDS போன்ற நோய்கள் வரை உள்ளடங்கும். நோய்கள் அரிதான நோயான தட்டம்மை, எண்டிமிக் நோயான ஹேப்பாடிடிஸ் (தொற்று) , எபிடமிக் நோயான டெங்கு காய்ச்சல் அல்லது பரவலான நோயான இன்ப்ளுயன்சா ஆகவோ இருக்கலாம்

www.tnschoolbooks.in



நோயின் பெயர்	நோய் கிருமி	பரவும்விதம்	நோயின் அறிகுறிகள் வெளிப்படும் காலம்	அறிகுறிகள்	சிகிச்சை
போலியோ மெலிடஸ்	போலியோ வைரஸ்	நேரடியாக மற்றும் வாய்வழி	7–14 நாட்கள்	மோட்டார் நியூரான்கள் பாதிக்கப்படுவதால் இறுக்கமான கழுத்து, வலிப்பு , கால்களில் பக்கவாதம்	பிசியோதெரபி
தட்டம்மை	ரூபேல்லா வைரஸ்	நீர்த்திவலை மூலம் மற்றும் தொற்றுதல்	10 நாட்கள்	ரூபேல்லா தோல்வெடிப்பு, இருமல் மற்றும் தும்பல்	நுண்ணுயிர் எதிரிகள் மற்றும் சல்பா மருந்துகள்
பொன்னுக்கு வீங்கி	மம்ஸ் வைரஸ்	நீர்த்திவலை மூலம் மற்றும் தொற்றுதல்	12–26 நாட்கள்	வலியுடன் உமிழ்நீர் சுரப்பிகள் பெருக்கம் அடைதல்	நுண்ணுயிர் எதிரிகள்

XII U10 Immunology.indd 246 4/22/2020 11:22:43 AM

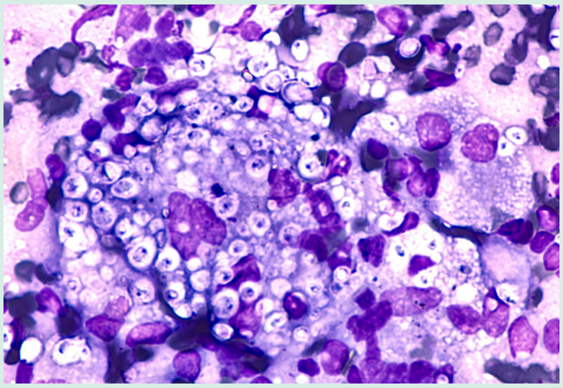
ரேபிஸ்(நீர்வெறுத்தல்)	ரேபிஸ் வைரஸ்	மறைமுகமாக மற்றும் தடுப்பூசியாக	10 நாட்கள் முதல் 1–3 மாதங்கள் வரை	தொண்டை, மார்பு தசைகள் இறுக்கம், நீரைக் கண்டு பயப்படுதல், பக்கவாதம் மற்றும் இறப்பு	பாஸ்டர் சிகிச்சை
இன்ப்ளுயன்சா(ப்ளு)	மைசோ வைரஸ் இன்ப்ளுயன்சே	காற்றின் மூலம் பரவும் மற்றும் தொற்று	24–48 மணி நேரங்கள் முதல் இறுதியில் 4–5 நாட்கள்	மூச்சுக்குழாய் அழற்சி, தும்பல் மற்றும் இருமல். மூச்சுக்குழாய் நிமோனியா, லீயுகோபினியா	நுண்ணுயிர் எதிரிகள்
ஹேப்பாடிடிஸ்(தொற்று மஞ்சள் காமாலை)	ஹேப்பாடிடிஸ் B வைரஸ்	நேரடியாக மற்றும் வாய்வழி	20–35 நாட்கள்	கல்லீரல் செல்கள் பாதிப்பால் பிலுருபின் வெளியேறுதல் மஞ்சள் காமாலை	ஹெப்பாடிடிஸ் B தடுப்பூசி
சிக்குன்குனியா	சிக்குன்குனியா வைரஸ்	ஏடிஸ் ஏகிப்தி நுண்ணுயிரியால் பாதிக்கப்பட்ட கொசுக்கள் மூலம்	3 வாரங்கள்	தடிப்புகள், தசை வலி, காய்ச்சல் மற்றும் மூட்டுகளில் கடுமையான வலி	வலி நிவாரணிகள், ஜுர நிவாரணிகள், திரவங்கள் மற்றும் ஓய்வு
டெங்கு காய்ச்சல்	டெங்கு வைரஸ்	ஏடிஸ் ஏகிப்தி மற்றும் ஏடிஸ் ஆல்போபிட்டஸ் நுண்ணுயிரிகளால் பாதிக்கப்பட்ட கொசுக்கள் மூலம்	3 மற்றும் 14 நாட்கள்	காய்ச்சல் வந்த இரண்டு மற்றும் ஐந்து நாட்களுக்கிடையே காய்ச்சல், தலைவலி, தடுப்புகள் உருவாதல், இரத்த தட்டுகள் குறைதல்	இன்ட்ராவினஸ் திரவங்கள், அசிட்டாமி நோபேன்
AIDS	HIV வைரஸ்	தொற்று உள்ள இரத்தம் மற்றும் விந்து வழியாக	12 வருடங்கள்	காய்ச்சல், தொண்டைப்புண் மற்றும் தொற்று ஏற்பட்ட சில வாரங்களில் களைப்பு	ஆண்டிரேட்ரோ வைரல் சிகிச்சை(ARVT)

10.2.3 தொற்றுகள்:

பூஞ்சை யூகேரியோடிக் வகையை சார்ந்தது. இவை பாக்டீரியாவை விட மனிதநோய்க்கு முக்கிய காரணியாக அங்கீகரிக்கப்பட்டவை ஆகும். நீண்ட காலத்திற்கு நுண்ணுயிர் எதிரிகளாக பயன்படுத்தும் நோயாளிகளிடையே பூஞ்சை நோய் தொற்று (மைக்கோஸிஸ்) ஏற்படுவது இயல்பானது ஆகும். இந்த நுண்ணுயிர் எதிரிகள் நோயை உருவாக்கும் பாக்டீரியாக்களை மட்டுமல்லாது உடலுக்கு நன்மை தரும் புளோரா போன்ற பாக்டீரியாக்களை அழிப்பதால் பூஞ்சை வளர்ச்சி தோன்றுகிறது. மனித பூஞ்சை தொற்று இரு வகைப்படும். (அ) மேலோட்டமான தொற்று (ஆ) ஆழமான தொற்று. மேலோட்டமான தொற்றை உருவாக்கும் பூஞ்சைகள் சாப்ரோபைட்டுகள் (Saprophytes) ஆகும். இவை கெராட்டின் புரதத்தை செரிக்கும் தன்மை கொண்டவை.

மேலோட்டமான தொற்று இரண்டு வகைப்படும் (அ) மேற்பரப்பு தொற்றுகள் (தோலின் இறந்த அடுக்கில் மட்டும்) (ஆ) வெடிப்பு நோய் தொற்றுகள் (பொடிப்பட்ட அடுக்கும்).

மியூகோமைகோசிஸ் காளான்



ஹிஸ்டோபிளாஸ்மா பூஞ்சை

நோயின் பெயர்	நோய் கிருமி	பரவும்விதம்	அறிகுறிகள்	சிகிச்சை
ஈஸ்ட் தொற்றுஅல்லது கேண்டிடையாஸிஸ்	கான்டிடா ஈஸ்ட் கான்டிடா அல்பிகன்கள்	நேரடித் தொடர்பு	அரிப்பு, வீக்கம், சிவப்பாக மாறுதல் மற்றும் புண்கள் உருவாதல்	நைஸ்டாடின், குளோடிரைமசோல் மற்றும் ப்ளுகனசோல்
டெர்மடோ பைட்டோஸிஸ் டினியா குருரிஸ்	டிரைக்கோபைட்டான் ருப்ரம் மற்றும் T–மேன்டாகுரோபைட்ஸ்	நேரடித் தொடர்பு மற்றும் தொற்று உள்ளவரிடமிருந்து	வயிறு தொடை இணைவிடம், தொடையில் சிவப்பாக மாறுதல், அரிப்பு	மைகனசோல். குளோடிரைமசோல், கீட்டோகோனசோல்
சேற்றுப்புண் அல்லது டினியா பெடிஸ்	ரைக்கோபைட்டான் ருப்ரம் மற்றும் T–மேன்டாகுரோபைட்ஸ்	நேரடித் தொடர்பு	தோல்களில் சிவப்பாக மாறுதல், தோல்வெடிப்பு, கோப்புளங்கள்	எதிர் பூஞ்சை களிம்புகள் , ட்ராகோனசோல், டேர்பினபைன்
டினியா கேபிடிஸ் அல்லது செதில் வளையப்புழு	டிரைகோபைட்டான் டன்சுரன்ஸ், T–ஷோன்லைனி, T–வையோலேசியம்	நேரடித் தொடர்பு	ஆலோபிஷியா, உலர்ந்த செதில்களைச் சுற்றி திட்டுகள் தோன்றுதல்	கிரிஷியோபல்வின், டேர்பினபைன்
முயுகர்மைகோஸிஸ்	முயுகர் மற்றும் ரைசோபஸ்	காற்று மூலம் பரவும்	சந்தர்ப்பவாத நுண்ணுயிரி	ஆம்ப்போடேரிசின் B

XII U10 Immunology.indd 248 4/22/2020 11:22:44 AM

10.3 நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றல் / நோய்ப் தடைக்காப்பு :

நுண்ணுயிர்கள் மற்றும் நுண்ணுயிரிகளால் வெளிப்படும் நச்சுப் பொருட்களிலிருந்து உடலை பாதுகாக்கும் நோய் எதிர்ப்பு மண்டலத்தின் திறனே நோய் தடைக்காப்பு எனப்படும். ஓம்புயிரின் நோய்க்கான தடை, உட்சென்ற நுண்ணுயிரின் அளவு மற்றும் உட்சென்ற நுண்ணுயிரின் வீரியத் தன்மையை பொருத்து நோய் தடை காப்பு அமைகிறது.

10.3.1 வகைப்பாடு

நோய் தடைக்காப்பு முதன்மையாக இயல்பு நோய் தடைக் காப்பு மற்றும் பெறப்பட்ட நோய்த் தடைக்காப்பு என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இயல்பு நோய் தடைக் காப்பு தெரிவுத்தன்மையற்றது. நோய்களுக்கு எதிரான பிறவியிலேயே பெற்றிருக்கும் ஒரு அடிப்படையான நோய்த் தடைக் காப்பாகும். பெறப்பட்ட (அல்லது) தெரிவுத் தன்மை கொண்ட அல்லது பெற்றுக் கொண்ட நோய்த் தடைக் காப்பிற்கு நோய்த் தடைக்காப்பு மண்டலத்திலுள்ள லிம்போசைட்டுகள் மற்றும் அவற்றின் வினைப் பொருட்களின் ஈடுபாடு தேவை. பெறப்பட்ட நோய்தடைக்காப்பு உருவாகும் வரையில், உட்சென்ற நுண்ணுயிரிகளுக்கு எதிராக இயல்பு நோய் தடைகாப்பு செயல்படுகிறது. பொதுவாக, உடல் நலமிக்க ஒருவரின் உடலில் நுழையும் நுண்ணுயிர்கள், தெரிவுத்தன்மை கொண்ட நோய் தடைக்காப்பு இல்லாமல் தெரிவுத் தன்மைக் கொண்ட நோய் தடைக் காப்பு மூலம் சில நாட்களில் அழிக்கப்பட்டுகின்றன. உட் சென்ற நுண்ணுயிரி தெரிவுத் தன்மையற்ற நோய் தடைக் காப்பை ஏமாற்றும் போது, தெரிவுத் தன்மை கொண்ட நோய் தடைக் காப்பு நுண் உயிருக்க எதிராக செயல்படுகிறது.

10.3.1.1 இயற்கையான அல்லது இயல்பு நோய் தடைக் காப்பு:

உயிரிகள்,இனங்கள் அல்லது தனி நபரின் நிலையில் இயல்பு நோய் தடைக்காப்பை கருதலாம். ஓர் உயிரினத்தில் உள்ள அனைத்து உறுப்பினர்களுக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிரிக்கு எதிராக காட்டும் நோய் தடைக் காப்பு உயிரின நோய் தடைக்காப்பு எனப்படும். உதாரணமாக, மனிதர்கள் தாவரநுண்ணுயிரிகள் மற்றும் சில கால்நடைகள் மூலம் வெளிவரும் நுண்ணுயிர்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இவ்வகை நோய் தடைக் காப்பு ஒருவரின் உடலில் பிறவிலேயே உள்ளது. உயிரின நோய் தடைக்காப்பு, வேறுபட்ட ஓம்புயிரின் திசுக்களில் வேறுபட்ட உடற்கூறு மற்றும் உயிர் வேதி வினைகள் காரணமாக இருக்கலாம். இவ்வேறுபாடு ஒரு நுண்ணுயிரி திசுக்களின் மீது பெருக்கம் அடையுமா(அ) அடையாதா என்பதை நிர்ணயிக்கிறது.

ஒரே உயிரினத்தில், வெவ்வேறு இனங்கள் வெவ்வேறு வகையான நோய் தொற்றை காட்டுகின்றன. இதுவே இன நோய் தடைக் காப்பு எனப்படுகிறது. அமெரிக்காவில் உள்ள ஆப்பிரிக்கா சந்ததியினர் காச நோய்க்கு அமெரிக்கர்களைவிட எளிதில் பாதுகாக்கப்படுவதாக கண்டறியப்பட்டுள்ளது. ஒரே இனத்தில் உள்ள வெவ்வேறு நபர்களுக்கிடையேயான இயல்பு நோய் தடைக் காப்பு வேறுபாடு தனி நபர் நோய் தடைக்காப்பு என அறியப்படுகிறது. இரட்டையர்கள், தொழுநோய் மற்றும் காச நோயை உருவாக்கும் கிருமிகளுக்கு ஒரே மாதிரியான தடை (அல்லது) பாதிப்பை காட்டுவதாக அறியப்பட்டுள்ளது.

10.3.1.2 இயல்பு நோய் தடைக்காப்பில் ஈடுபடும் கூறுகள்

தோல், சளி, நியூட்ரோபில்கள், மேக்ரோபேஜ்கள் இயற்கையாக கொல்லும் செல்கள் போன்றவை இயல்பு நோய் தடைக்காப்பில் ஈடுபடும் கூறுகள் ஆகும். மேலும் கரையும் தன்மை கொண்ட பொருட்களான நிரப்புக் கூறுகள் சைட்டோ கைன்கள் மற்றும் தீவிரமான நிலை புரதங்கள் இந்நிலையில் ஈடுபடும் கூறுகள் ஆகும்.

தோல் மற்றும் சளி உடல் அமைப்பு சார்ந்த நோய் தடையை தருகின்றன. மேக்ரோபேஜ்கள் மற்றும் நியூட்ரோபில்கள் போன்ற செல்கள், செல்விழுங்குதல் சார்ந்த தடையை தருகின்றன. கரையும் தன்மை கொண்ட பொருட்களான நிரப்புக் காரணிகள், தீவிரமான நிலை புரதங்கள் உடற்கூறு சார்ந்த மற்றும் வீக்கம் உண்டாவதால் ஏற்படும் தடைகளை தருகின்றன.

10.3.1.3 இயல்பு நோய் தடைக்காப்பின் வழிமுறை

இயல்பு நோய் தடைக் காப்பு உடல் அமைப்பு சார்ந்த, உடற்கூறு சார்ந்த, செல்விழுங்குதல் சார்ந்த மற்றும் வீக்கம் சார்ந்த தடை போன்ற பாதுகாப்புகளை அளிக்கின்றன.

உடல் அமைப்பு சார்ந்த நோய் தடைகள்:

உடல் அமைப்பு சார்ந்த நோய் தடைகள், நுண்ணுயிரிகள் உடலினுள் நுழைந்து தொற்று உருவாவதை தடுக்கும் முதன்மையான பாதுகாப்பு அமைப்பாகும். தோல் மற்றும் சளிச் சவ்வின் புற பரப்பு இவ்வகையை சார்ந்ததாகும். இவை நுண்ணுயிரிகள் உடலில் நுழைவதை தடுக்கின்றன. தோலின் வெளிப்பகுதி எபிடெர்மிஸ், எபிதிலியல் செல்களாலான பல அடுக்குகளை கொண்டுள்ளது. இந்த அடுக்கு நுண்ணுயிரி உட்செல்வதை தடுக்கிறது. எபிடெர்மல் வெளி அடுக்கு கெராட்டின் எனும் நீர் புகாத புரதத்தை கொண்டுள்ள இறந்த செல்களை கொண்டுள்ளது. தோலின் எபிடெர்மல் உள்ளடுக்கு, இணைப்பு திசுக்கள், இரத்த நாளங்கள், முடி நூண்டு குமிழ்கள் மெழுகு சுரப்பிகள் மற்றும் வியர்வை சுரப்பிகளை கொண்டுள்ளது. மெழுகு சுரப்பிகள் முடி நுண் குமிழிகளுடன் இணைந்து எண்ணெய் போன்ற சீபம் (Sebum) எனும் பொருளை சுரக்கிறது. சீபத்தில் லாக்டிக் அமிலம் மற்றும் கொழுப்பு அமிலங்கள் காணப்படுகிறது. இதனால் தோலின் pH மதிப்பு 3 முதல் 5 வரை பராமரிக்கப்படுகிறது. இந்த pH மதிப்பு பெரும்பாலான நுண்ணுயிரிகள் வளர்ச்சியை தடுக்கிறது. கண்ணின் வெண்படலம், உணவுக்குழாய், சுவாச குழாய் மற்றும் சிறுநீர் குழாய் போன்றவை சளிச் சவ்வினால் சூழப்பட்டுள்ளது. இந்த சவ்வின் வெளிப்பகுதி எபிதீலியல் செல்களால் ஆனவை உட்பகுதி இணைப்பு திசுக்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எபிதீலியல் செல்களால் சுரக்கப்படும் பாகுத் தன்மைக் கொண்ட திரவம் சளி ஆகும். இது நுண்ணுயிர்களை உள்ளிழுத்துக் கொள்கிறது. சுவாச குழாயின் அடிப்பகுதியில் உள்ள சளிச் சவ்வு முடி போன்ற சிலியா (Cilia) வால் சூழப்பட்டுள்ளது. சிலியாவின் ஒத்திசைவு போன்ற நகர்வு சளிச் சவ்வினால் உள்ளிழுக்கப்பட்ட நுண்ணுயிரிகளை சுவாச குழாயிலிருந்து வெளித் தள்ளுகிறது.

உடற்கூறு சார்ந்த தடைக் காரணிகள் :

வெப்பநிலை, pH, கரையும் தன்மைக் கொண்ட பொருட்கள் மற்றும் செல் சார்ந்த மூலக் கூறுகள் ஆகியவை உடற்கூறு சார்ந்த தடைக் கராணிகளாகும். பெரும்பாலான உயிரினங்கள் சில நோய்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. காரணம் இவ்வுயிரினங்களின் உடல் வெப்பநிலையில் நுண்ணுயிரிகளின் வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது. இரைப்பை அமிலத் தன்மை இயல்பான உடற்கூறு சார்ந்த தடைக் காரணியாகும். உட்கொள்ளப்பட்ட நுண்ணுயிரிகளில் ஒரு சில மட்டுமே இந்த குறைந்த pH மதிப்பில் வயிற்றுப் பகுதியில் தப்பிக்க முடியும்.

கரையும் தன்மைக் கொண்ட புரதங்களான லைசோசோம், இன்டர்பெரான் மற்றும் நிரப்பு காரணிகள் போன்றவை இயல்பான நோய்தடைகாப்பிற்கு காரணமாக அமைகின்றன. கண்ணீரில் காணப்படும் நீராற்பகுப்பு நொதியான லைலோசைம், பாக்டீரியாவின் செல்சுவரின் பெப்டிடோகிளைக்கன் அடுக்கை சிதைக்கும் தன்மை கொண்டது. வைரஸால் பாதிக்கப்பட்ட செல்கள் உருவாக்கும் புரதங்கள் இன்டர்பெரான்கள் எனப்படும். இப்புரதங்கள், வைரஸ் அருகில் உள்ள செல்களை பாதிப்பதை தடுக்கின்றன.

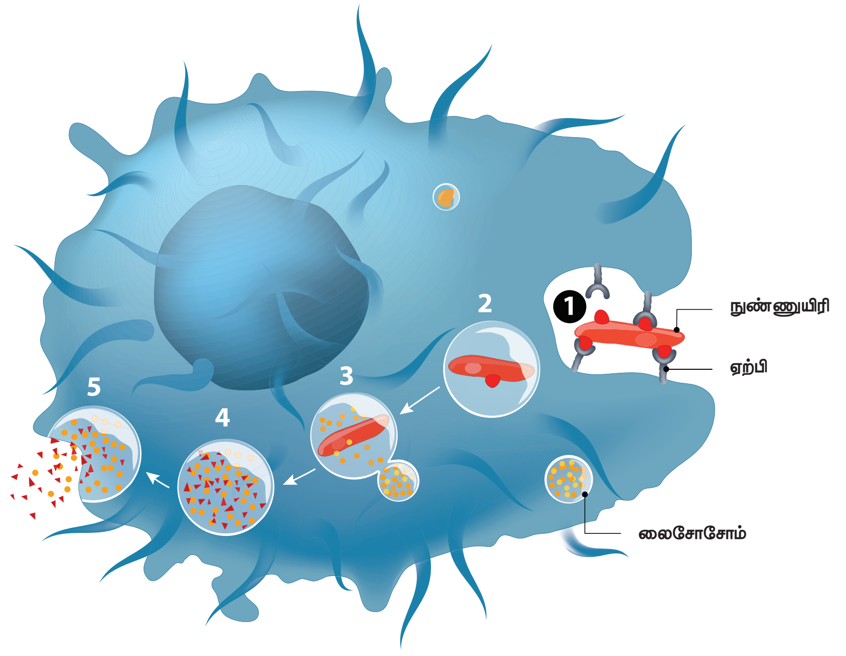
XII U10 Immunology.indd 250 4/22/2020 11:22:45 AM

தங்களுக்குத் தெரியுமா?

இளைஞர்களை விட பச்சிளம் குழந்தைகள் சில தொற்றுகளுக்கு எளிதில் உள்ளாகின்றனர். பச்சிளம் குழந்தைகளின் வயிற்றில் உள்ள பொருட்கள் குறைந்த அமிலத் தன்மையை அதாவது அதிக pH மதிப்பை (இளைஞர்களை விட) பெற்றுள்ளது. இந்த pH மதிப்பு மாறுபாடு நுண்ணுயிரிகளின் வளர்ச்சிக்கு தகுந்த ஊடகமாக உள்ளன.

செல் விழுங்குதல் சார்ந்த தடைகள் (PHAGOCYTIC BARRIERS):

செல் விழுங்குதல் என்பது உட்கொள்ளப்பட்ட வெளிச்செல்பொருளை அழிக்கும் இயல்பாக அமையப் பெற்ற மற்றுமொரு நோய் தடைக் காப்பாகும். மெட்சினிகாப் என்பவரால் செல் விழுங்குதல் செயல்முறை கண்டறியப்பட்டது. செல் விழுங்குதல் என்பது நுண்ணுயிரி செல்களை விழுங்குதல் மற்றும் செரித்தல் ஆகும். நுண்ணுயிரிகளை விழுங்குதல் மற்றும் செரித்தல் செயலில் பாலிமார்போ நியூக்ளியார் லீயூகோசைட்டுகள் மற்றும் மேக்ரோபேஜ்கள் என்ற இரண்டு வகையான செல்கள் முதன்மையாக ஈடுபடுகின்றன. ஈசினோபைல்கள் குறைந்தளவு ஈடுபடுகின்றன. செல்விழுங்குதல் செயல்முறை கீழ்க்கண்ட படிகளில் நிகழ்கிறது.



1. இணைத்தல் மற்றும் உறிஞ்சுதல்	2. பாகோசோம் உருவாதல்	3. பாகோசோம் மற்றும் லைசோசோம் இணைந்து பாகோலைசோசோம் உருவாதல்	4. செரித்தல்	5. நுண்ணுயிர் பொருள்கள் வெளியிடல்

1. **இணைதல்**

   பேகோசைட்டுகளின் செல் சவ்வின் மீது பாக்டீரியாக்கள் இணைக்கப்படுகின்றன. சில பாக்டீரியாக்கள் பேகோசைட்டிக் செல்களுடன் எளிதல் இணைக்கின்றன. (எ.கா.) மைக்கோபாக்டீரியம் டியூபர் குளோஸிஸ் (*Mycobacterium tuberculosis*).

2. **பேகோசோம் உருவாக்கம்:**

   பாக்டீரியா இணைந்த பிறகு, போகோசைட்டுகள் பாக்டீரியாவை சுற்றி சூடொபோடியா மூலம் வளைக்கிறது. சூடொபோடியா செல் சவ்வினால் சூழப்பட்ட பாக்டீரியாவை கொண்டுள்ள

XII U10 Immunology.indd 251 4/22/2020 11:22:47 AM

எண்டோசோமை (Endosome) உருவாக்குகிறது. இந்த அமைப்பு பேகோசோம் என அழைக்கப்படுகிறது.

3. பேகோலைசோசோம் உருவாக்கம்:

செல்களால் விழுங்கப்பட்ட பிறகு, நீராற்பகுப்பு நொதியை கொண்டுள்ள சைசோசோம், பேகோசோமுடன் இணைந்து பேகோலைசோசோமை உருவாக்குகிறது. இந்நிலையில் லைசோசோமில் உள்ள நொதிகள் பாக்டீரியாவை அழிக்க பேகோலைசோமினுள் நுழைகிறது.

4. உடைதல்

பேகோசைட்டுகளால் உருவாக்கப்படும் எதிர் நுண்ணுயிர் மற்றும் சைட்டோடாக்ஸிக் பொருட்கள் விழுங்கப்பட்ட நுண்ணுயிரியை அழிக்கின்றன.

ஆக்ஸிஜனை பொருத்து அழிக்கும் வழிமுறைகள்:

செல் விழுங்குதலின் போது, கிளர்வடைந்த பேகோசைட்டுகளில், சுவாச வெடித்தல் என்ற வளர்சிதை மாற்ற செயல்முறை நிகழ்கிறது. இச்செயல்முறையில் சவ்வில் உள்ள ஆக்ஸிடேஸ் என்ற நொதி கிளர்வுறுகிறது.இந்நொதி உட்கொள்ளப்பட்ட நூண்ணுயிரிகளுக்கு நச்சாக அமையும் சூப்பர் ஆக்ஸைடை ஆக்ஸிஜனை ஒடுக்குகிறது. கிளர்வுறப்பட்ட பேகோசைட்டுகள் அதிகளவு நைட்ரிக் ஆக்ஸைடு சிந்தேஸ் என்ற நொதியை வெளிப்படுத்துகிறது. இந்நொதி L-ஆர்ஜினை ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்து L-சிட்ருலின் மற்றும் நைட்ரிக் ஆக்ஸைடாக மாற்றுகிறது. பாக்டீரியா, பூஞ்சை, ஒட்டுண்ணிகள் மற்றும் புரோட்டோசோவா ஆகியவற்றிற்கு எதிரான பேகோசைட்டுகளின் செயலுக்கு காரணம் நைட்ரிக் ஆக்ஸைடு மற்றும் பிற பொருட்களாகும்.

ஆக்ஸிஜனை பொருத்தமையாத அழிக்கும் வழிமுறைகள்

கிளர்வுறப்பட்ட பேகோசைட்டுகள் லைகோசோம்கள் மற்றும் சில நீராற்பகுப்பு நொதிகளை தொகுக்கின்றன. இந்நொதிகளின் சிதைத்தல் செயல்பாட்டிற்கு ஆக்ஸிஜன் தேவை இல்லை. மேலும் கிளர்வுறப்பட்ட பேகோசைட்டுகள் எதிர் நுண்ணுயிர் மற்றும் சைட்டோடாக்ஸிக் பொருட்களை தொகுக்கின்றன. இப்பொருட்கள் பொதுவாக பாதுகாப்பான்கள் (defensis) என அழைக்கப்படுகின்றன. காசிப்சின்–G என்பது பாதுகாப்பன்களுக்கு ஓர் எடுத்துக் காட்டாகும். இம்மூலக்கூறுகள் சிஸ்டின் அமினோ அமிலத்தை அதிகளவு கொண்டுள்ள நேர்மின் தன்மை கொண்ட புரதங்களாகும். இது பாதுகாப்பான்களுடன் வளைய அமைப்பை உருவாக்குகிறது. இந்த வளைய அமைப்பு பாக்டீரியாவின் செல் சவ்வின் வழியே வெளியேற முடியாது. லாக்டோ பெர்ரின் இரும்புடன் கொடுக்கிணைப்பை ஏற்படுத்துவதன் மூலம் பாக்டீரியாவின் வளர்ச்சி மற்றும் பெருக்கமடைவலை தடுக்கிறது. லைசோசைம், பாக்டீரியாவின் செல் சுவர் மியூக்கோ பெப்டைடை உடைத்து பாக்டீரியாவை சிதைக்கிறது.

5. செல் வெளியேற்றுதல் (Exocytosis)

இறுதியாக அழிக்கப்பட்ட நுண்ணுயிரி நீராற்பகுப்பு நொதிகளால் செரிக்கப்பட்டு செல் வெளியேற்றுதல் செயல்முறை மூலமாக வெளியேற்றப்படுகின்றது.

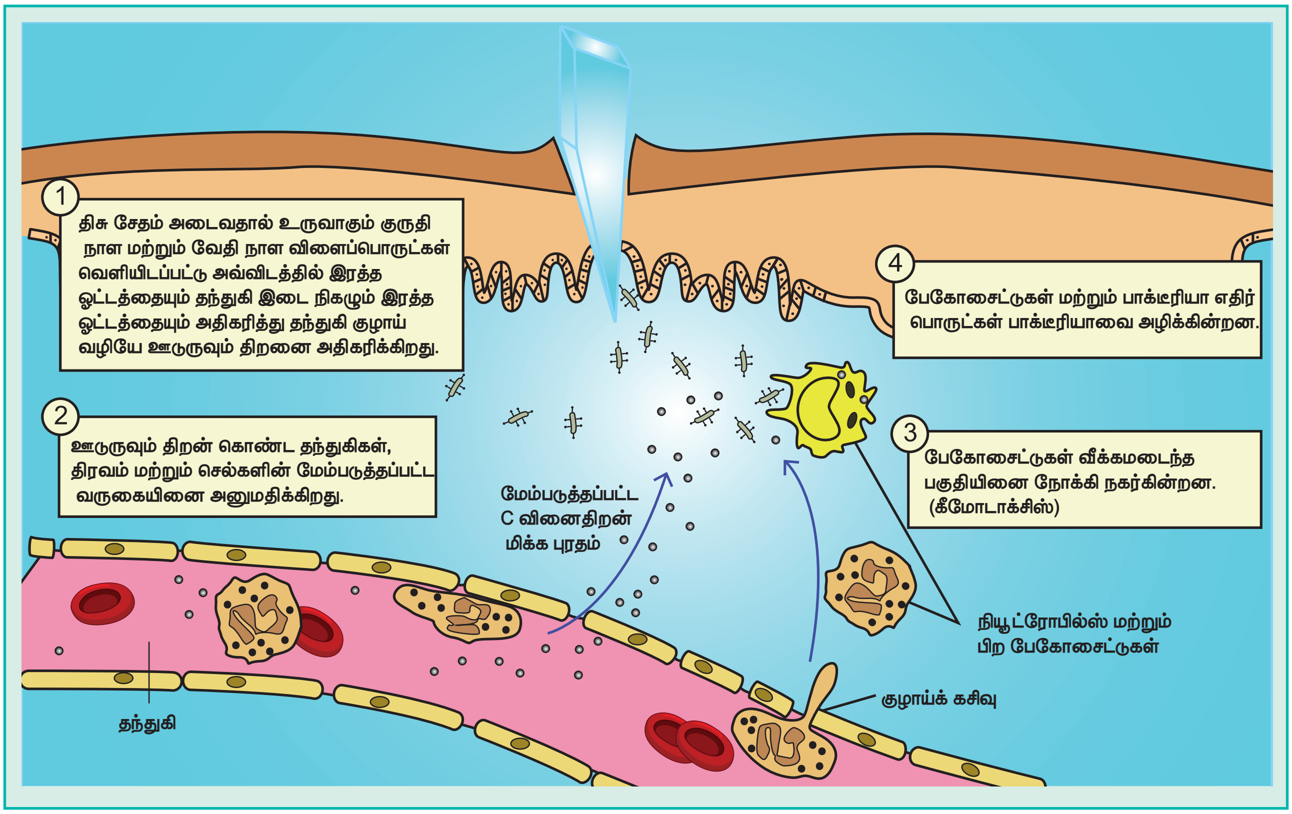
அழற்சி உண்டாவதால் ஏற்படும் தடை (INFLAMATION BARRIERS):

இவ்வகை தடை அழற்சி உண்டாவதால் ஏற்படுகிறது. புண்களில் உண்டாகும் திசு சேதம்(அல்லது) நுண்ணுயிரிகள் உட்செல்வதால் தூண்டப்படும் நிகழ்வுகள் மொத்தமாக அழற்சி என அறியப்படுகிறது. அழற்சி என்பது நான்கு கார்டினல் (cardinal sign) அறிகுறிகளால் விவரிக்கப்படுகிறது. 1. சிவப்பாதல் (rubor) 2. வீக்கம் (tumor) 3. வெப்பம் (calor) மற்றும் 4. வலி (dolor) தற்பொழுது ஐந்தாவது அறிகுறியாக செயலிழப்பு (functiolaesa) சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

வீக்கத்தின் போது கீழ்க்கண்ட தொடர் படிகள் நிகழ்கின்றன:

இரத்த தந்துகிகளுக்கு அருகில் இரத்த ஓட்ட குழாய் விரிவடைவதால் (Vasodialation) தந்துகி வலைப்பின்னல்அளவு பெரிதாகிறது. திசுக்கள் சிவப்பு நிறமாதல் (Erythem) மற்றும் திசுக்களின் வெப்பநிலை அதிகரிப்பிற்கு இந்த தந்துகி வலைப்பின்னல் அளவு பெரிதாவதே காரணமாகும்.

தந்துகி குழாயின் ஊடுறவுத் திறன் அதிகரிப்பு, பெரிதாக்கப்பட்ட இரத்த தந்துகளிலிருந்து திரவம் மற்றும் செல்கள் திசுக்களுக்கு செல்வதற்கு வழிவகை செய்கிறது. இந்த திரவம், இயல்பாக இரத்த குழாயிலிருந்து வெளிப்படும் திரவத்தை விட அதிகளவு புரதத்தை கொண்டுள்ளது. திசுக்களின் இத்திரவ குவிப்பு திசு வீக்கத்தை (edema) உருவாக்குகிறது.



தந்துகி குழாயின் ஊடுறவுத்திறன் அதிகரிப்பு பேகோசைட்டுகள் இரத்தக் குழாய்களின் எண்டோதீலியல் சுவர் பகுதியில் ஒட்டிக் கொள்ளுதல் (மார்ஜினேஷன்). பின்னர் எண்டோதீலியல் செல்களுக்கிடையே நுழைந்து திசுக்களை அடைதல் (டையாபெடிசிஸ்(அ) எக்ஸ்டரவாசேஷன்) இறுதியாக திசுக்கள் மூலம் இலக்கு பகுதியை அடைதல்(கீமோடிக்ஸிஸ்) பேகோசைட்டுகள் குவிந்து அங்குள்ள பாக்டீரியாக்களை தனது நீராற்பகுப்பு நொதிகளால் அழிக்கிறது. இதனால் அருகில் உள்ள இயல்பான செல்களும் பாதிப்படைகின்றன. இறந்த செல்களின் குவிப்பு, செரிக்கப்பட்ட பொருட்கள் மற்றும் திரவங்கள் சேர்ந்து உருவாகும் பொருள் சீழ்(pus) என அழைக்கப்படுகிறது. தொற்று உள்ள இடத்தில் வீக்கம் உருவாகிறது. சுரம், இரத்த ஓட்ட ஊடுறவுத்திறனில் மாற்றம், உயிர் தொகுத்தல் மற்றும் உடல் உறுப்புகளின் வளர்ச்சிதை மாற்ற வினைகளில் மாற்றம் போன்றவை வீக்கத்தின் பொதுவான அறிகுறிகளாகும். இந்த மாற்றத்தால் இரத்தத்தில் ஒரு சில புரதங்களின் அளவு அதிகரித்தும், குறைந்தும் காணப்படுகிறது. இந்தப் புரதங்கள் கடுமையான நிலைப்புரதம் (Acute phase protein) அல்லது கடுமையான நிலை வினைப்பொருட்கள் எனப்படுகின்றன. (வினைதிறன் மிக்க புரதம்(RP) (C–reactive protein)பைப்பிரினோஜன் மற்றும் சீரம் அமைலாய்டு A புரதம் போன்றவை இதில் அடங்கும். கடுமையான நிலையில் இரத்தத்தில் உள்ள RP–ன் அளவு 1mg/mlஎன்ற அளவிலிருந்து 1000mg/ml என்ற அளவு வரை உயரும். வீக்கத்தின் போது

XII U10 Immunology.indd 253 4/22/2020 11:22:48 AM

அழிக்கப்பட்ட நுண்ணுயிரி மற்றும் ஓம்புயிரியின் உட்கரு பொருட்களான DNA, குரோமாட்டின் மற்றும் விநஸ்டோன் போன்றவற்றுடன் இந்த (RP பிணைந்து அவற்றை வெளியேற்றுவதில் செயல்படுகின்றன.

10.3.2 பெறப்பட்ட நோய் தடைக்காப்பு (Acquired Adapted Immunity)

லிம்போசைட்டுகளால் நிகழும், தொற்று நோயை உருவாக்கும் கிருமிகளின் வெளிப்பட்டால் தூண்டப்படும் நோய் தடைக்காப்பு பெறப்பட்ட நோய் தடைக் காப்பு எனப்படும். இவ்வகை நோய் தடைக் காப்பு வெளிசெல் நுண்ணியிரிகள் மற்றும் மூலக்கூறுகளை தெரிவுத் தன்மையுடன் அங்கீகரித்து அவற்றை வெளியேற்றும் நோய் தடுப்பு மண்டலத்தை கொண்டுள்ளது. இது கீழ்க்கண்ட நான்கு பண்புகளால் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

உடற்காப்பு ஊக்கியின் தெரிவுத் தன்மை:

தனித்துவம் மிக்க உடற்காப்பு ஊக்கி அல்லது ஒரு பெரிய மூலக்கூறால் ஆன உடற்காப்பு ஊக்கியின் சிறிய பகுதியை வேறுபடுத்தி அறிவதிலிருந்து நோய் தடைக் காப்பு வெளிப்படுகிறது. இந்த தெரிவுத் தன்மையால் லிம்போசைட்டுகளில் உள்ள உடற்காப்பு ஊக்கி ஏற்பிகள், ஒரு மூலக்கூறுடன் இணைதல்(அ) இணையாமை போன்றவற்றை சிறிய அமைப்பு வேறுபாட்டால் தீர்மானிக்கிறது. உடற்காப்பு மூலங்கள், இரண்டு மூலக்கூறுகளை ஒரே ஒரு அமினோ அமிலத்தின் வேறுபாடு அடிப்படையில் வேறுபடுத்துகின்றன.

பன்முகத் தன்மை (DIVERSITY):

உடற்காப்பு ஊக்கிகள் இணையும் பகுதியான லிம்போசைட்டுகளின் ஏற்பிகளில் ஏற்படும் மாறுபாட்டால் பன்முகத் தன்மை உருவாகிறது. பன்முகத் தன்மையானது பெறப்பட்ட நோய் தடைக்காப்பை இலட்சக்கணக்கான தனித்துவமான தெரிவுத் தன்மை கொண்ட உடற்காப்பு ஊக்கிகளை அங்கீகரிக்க அனுமதிக்கிறது.

நோய் எதிர்ப்பு நினைவாற்றல் (IMMOLOGIC MEMORY):

நினைவு செல்களால், நோய் எதிர்ப்பு நினைவாற்றல் நடைபெறுகிறது. உடற்காப்பு ஊக்கியின் முதல் வெளிப்பாட்டின் போது T மற்றும் B செல்களிலிருந்து நினைவாற்றல் செல்கள் உருவாகின்றன. உடற்காப்பு ஊக்கிகள் இரண்டாவது முறையாக வெளிப்படும் போது, லிம்போசைட்டுகளை விட நினைவாற்றல் செல்கள் எளிதில் கிளர்வுகின்றன. இந்த நினைவாற்றல் செல்கள், உடற்காப்பு ஊக்கிகளை உடலிலிருந்து வெளியேற்றிய பின்னரும் பல ஆண்டுகள் உயிர் வாழும். இதன் காரணமாக நோய் எதிர்ப்பு மண்டலம் தொற்று நோய் காரணிகளிடமிருந்து நீண்ட காலம் நோய் எதிர்ப்புத் தடையை அளிக்கிறது.

சுய மற்றும் சுயமற்ற அங்கீகாரம் (SELF AND NON-SELF RECOGNITION):

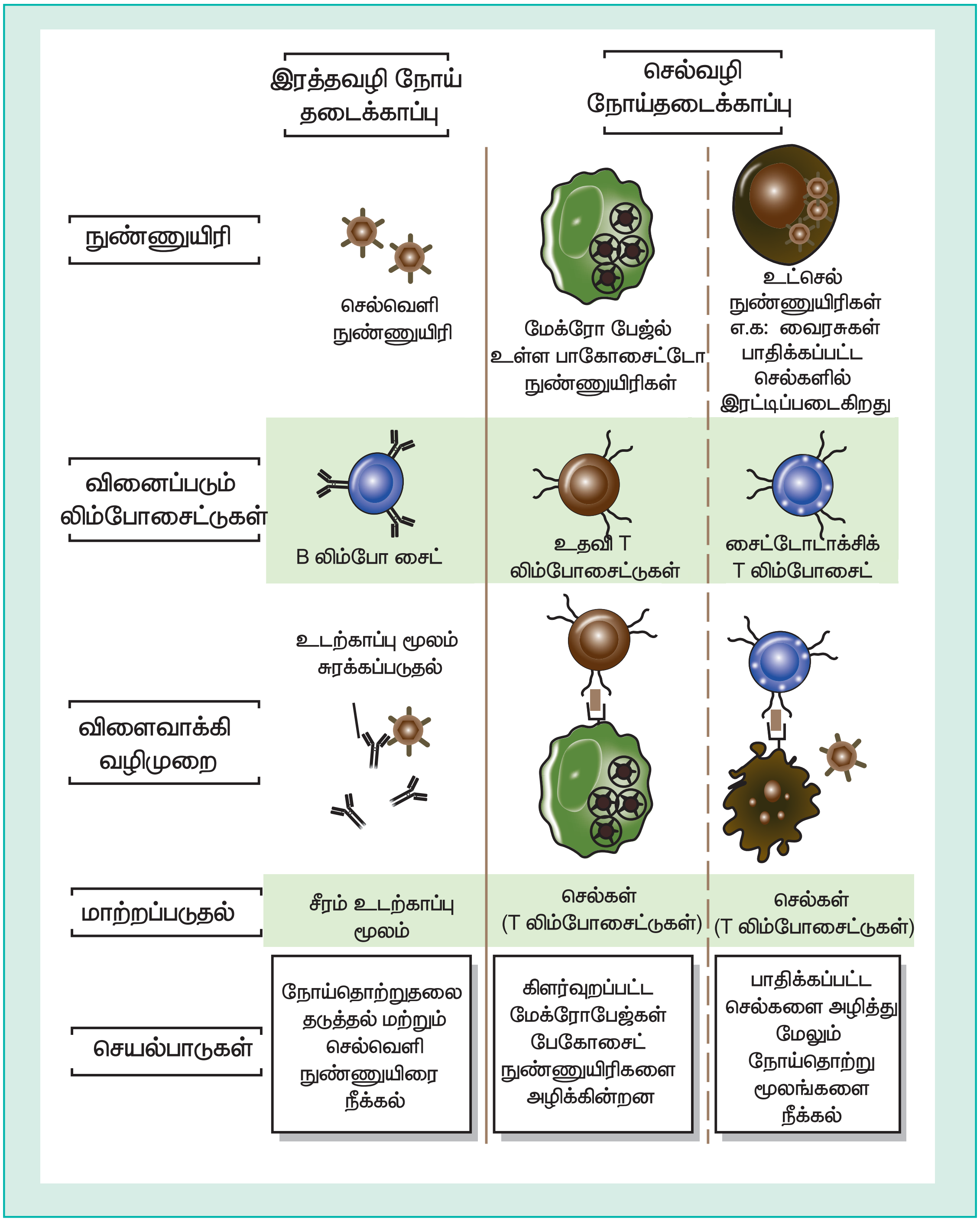
நோய் எதிர்ப்பு மண்டலம், ஓம்புயிர்(host)யை வெளி உடற்காப்பு ஊக்கிகளிடமிருந்து (Foreign antigen) வேறுபடுத்தும் திறனைப் பெற்றுள்ளது. நோய் எதிர்ப்பு மண்டலம் சுயமற்ற (nonself) மூலக்கூறுகளுக்கு மட்டும் செயல்படுகிறது. எலும்பு மஜ்ஜை மற்றும் தைமஸில் உள்ள லிம்போசைட்கள் முதிர்ச்சி அடையும் போது, நேர்மறை தேர்வு (positive selection) மற்றும் எதிர்மறை தேர்வு (negative selection) போன்ற நடைமுறைகளால் நோய் எதிர்ப்புச் செல்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

பெறப்பட்ட நோய் எதிர்ப்புத் தடை, இயல்பு நோய் எதிர்ப்புத் தடையின்றி நிகழாது. இதன் மறுதலையும் உண்மை. உதாரணமாக, தெரிவுத் தன்மையற்ற நோய் எதிர்ப்பு செயலுக்கு

பேகோசைட்டுகள் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. மேலும் இவை தெரிவுத் தன்மை கொண்ட நோய் எதிர்ப்பு செயலை கிளர்வுறச் செய்கிறது. இதே போல் ஒரு குறிப்பிட்ட தெரிவுத் தன்மைக் கொண்டநோய் எதிர்ப்பு செயலில் உற்பத்தி செய்யப்படும் கரையக் கூடிய காரணிகள், பேகோசைட் செல்களின் செயல்பாட்டை அதிகரிக்கின்றன.

பெறப்பட்ட நோய் தடைக்காப்பு, தடைக் காப்பில் ஈடுபடும் உட்கூறுகளின் அடிப்படையில் இரத்த வழி நோய் தடைக் காப்பு மற்றும் செல்வழி நோய் தடைக்காப்பு மற்றும் செல்வழி நோய் தடைக்காப்பு என இரு வகைகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

10.3.2.1 இரத்த வழி நோய் தடைக் காப்பு : (HI) Humoral Immunity



இரத்த வழி நோய் தடைக் காப்பு மற்றும் செல் வழி நோய் தடைக் காப்பு

ஹிமோரல் (Humoral) என்ற வார்த்தை இலத்தீன் மொழிலிருந்து வருவிக்கப்பட்டது. Humoral என்பதன் பொருள் உடல்திரவம் என்பதாகும். நோய் எதிர்ப்பு திறனுள்ள ஒரு நபரின் இரத்தத்தின் சீரத்தில் உள்ள உடற்காப்பு மூலங்களை (Antibodies), நோய் எதிர்ப்புத் தன்மையை வழங்குவது இரத்த வழி நோய் தடைக் கலப்பு ஆகும். இரத்தம் மற்றும் சளி சுரத்தலில் உள்ள B-லிம்போசைட்டுகளால் உருவாக்கப்படும் உடற்காப்பு மூலங்களால் இரத்த வழி நோய் தடைக்காப்பு நடைபெறுகிறது. உடற்காப்பு மூலங்கள் நுண்ணுயிரி ஊக்கிகளை கண்டறிந்து அதன் தொற்று நோய் உருவாக்கும் தன்மையை நடுநிலையாக்கம் செய்து வெளியேற்றுகிறது. உடற்காப்பு மூலங்கள் தனித்துவத்துடன் வெவ்வேறு வகைகளில் உள்ளன. இவை வெவ்வேறான வழிமுறைகளை கிளர்வுறச் செய்கின்றன. உதாரணமாக, IgG மற்றும் IgM உடற்காப்பு மூலங்கள் செல்விழுங்குதலை ஊக்குவிக்கின்றன. IgE உடற்காப்பு மூலம் மாஸ்ட் செல்கள் போன்ற லியூக்கோசைட்டுகளிலிருந்து வீக்கம் தொடர்புடைய வேதிப்பொருட்கள் வெளிப்படுதலை தூண்டுகின்றன. உடற்காப்பு ஊக்கி மற்றும் உடற்காப்பு மூலம் ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வினை தொகுத்தல் அமைப்பை (Complement system) கிளர்வுறச் செய்யும். இறுதியாக நுண்ணுயிரி அழிக்கப்படுகிறது.

இரத்த வழி நோய் தடைக் காப்பு வெளிச் செல் நுண்ணுயிரிகள் மற்றும் அதன் நச்சுக்களுக்கு எதிரான முதன்மையான பாதுகாப்பு வழிமுறையாகும். காரணம் சுரக்கப்பட்ட உடற்காப்பு மூலங்கள் நுண்ணுயிரிகள் மற்றும் அதன் நச்சுக்களுடன் வினைப்புரிந்து அவற்றை வெளியேற்றுகின்றன.

10.3.2.2 செல்வழி நோய் தடைக் காப்பு: (Cell Mediated Immunity)

செல்வழி நோய் தடைக் காப்பு T–லிம்போசைட்டுகளால் நிகழ்த்தப்படுகிறது. T_H மற்றும் T_C எனப்படும் இருவகையான T–செல்கள் உள்ளன. அவை முறையே CD_4 மற்றும் CD_8 என்ற புறப்பரப்பு குறியீடுகளால் வேறுபடுகின்றன.

உடற்காப்பு ஊக்கியுடன் வினைபுரிந்து, உடற்காப்பு ஊக்கியை பெற்றுள்ள செல்களால் (Antigen Presenting Cell) T–செல்கள் கிளர்வுறப்படுகின்றன.

கிளர்வுறப்பட்ட T_H செல்கள் மற்றும் T_C செல்கள் ஆகிய இரண்டு வகை செல்களும்,. செல் வழி நோய் தடைக் காப்பில் முக்கிய செல்களாக செயலாற்றுகின்றன. T_H செல்களால் சுரக்கப்படும் சைட்டோகைன்கள் வெவ்வேறான பேகோசைட்டிக் செல்களை கிளர்வுறச் செய்கின்றன. இந்த பேகோசைட்டிக் செல்கள் நுண்ணுயிரிகளை திறம்பட அழிக்கின்றன. சைட்டோடாக்ஸிக் T–லிம்போசைட்டுகள் (CTL) செல்வழி நோய் தடைக் காப்பில் பங்கு பெற்று மாற்றமடைந்த ஓம்புயிரி செல்களை அழிக்கின்றன. CTL செல்கள், வைரஸ் தொற்றால் பாதிக்கப்பட்ட செல்கள் மற்றும் டியூமர் கட்டி செல்களை அழிப்பதில் முக்கிய பங்காற்றுகின்றன.

பேகோ சைட்டுகள் மற்றும் ஓம்புயிரி செல்களினுள் உள்ள சில பாக்டீரியா மற்றம் வைரஸ் செல்லினுள்ளேயே உருபெருக்கமடைகின்றன. இந்த நுண்ணுயிரிகள் இரத்தத்தில் உள்ள உடற்காப்பு மூலங்களுக்கு கிடைப்பதில்லை. இவ்வகையான தொற்றுகளுக்கு எதிராக பாதுகாப்பு அளிப்பதே செல் வழி நோய் தடைக் காப்பின் உயிரியல் செயல்பாடாகும்.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

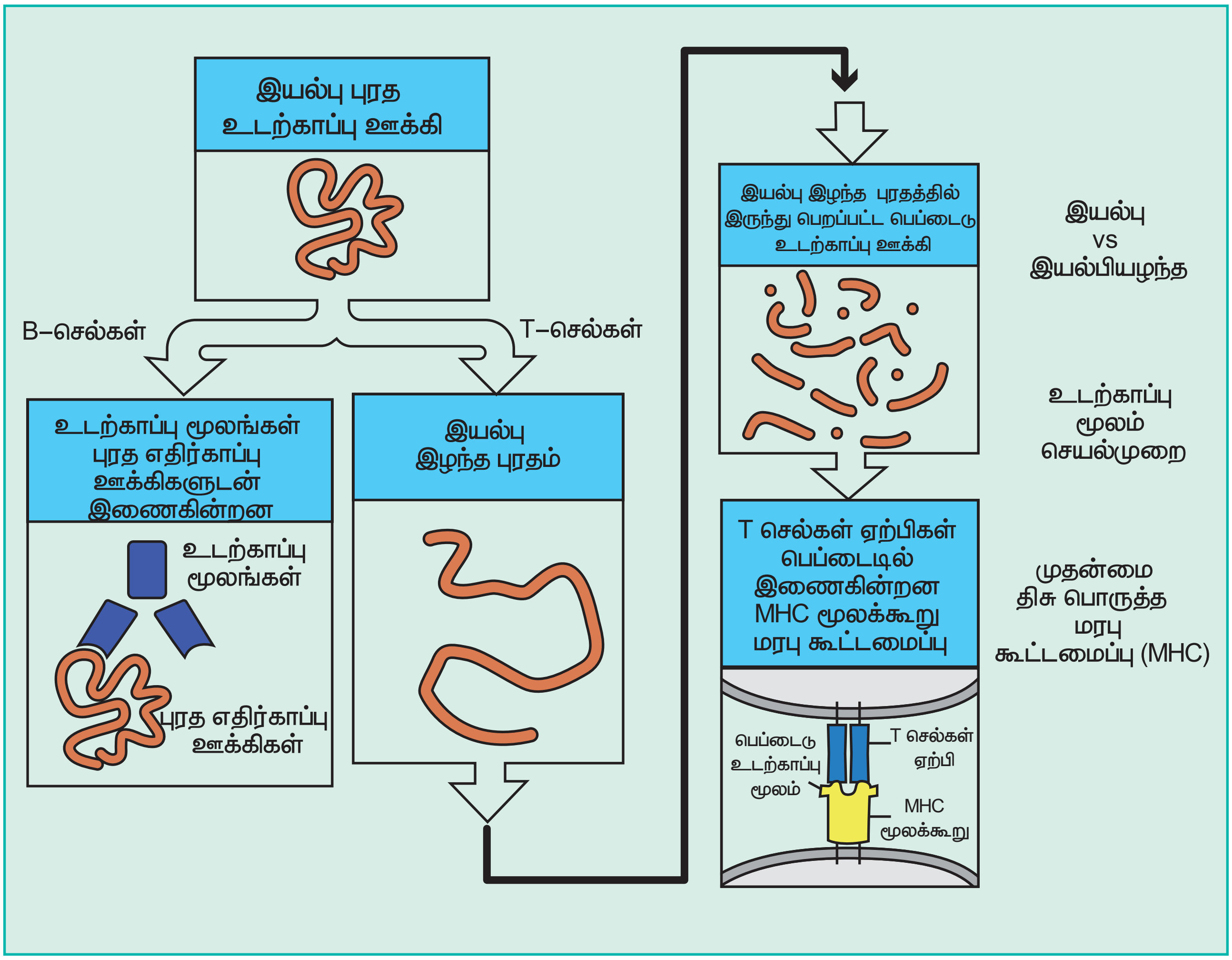
உடற்காப்பு ஊக்கியை பெற்றுள்ள செல்கள் ஒரு வகையான செல்களாகும், இவை உடற்காப்பு ஊக்கியை T–லிம்போசைட்டுகளிடம் கொண்டு செல்கின்றன. (எ.கா.) டென்ட்ரைடிக் செல்கள் கிளர்வுறப்பட்ட மேக்ரோபேஜ்கள் மற்றும் கிளர்வுறப்பட்ட B–செல்கள்

XII U10 Immunology.indd 256 4/22/2020 11:22:49 AM

வெளிப்பொருள் உடலுக்குள் செல்லும் போது, நோய் எதிர்ப்பு மண்டலத்திலுள்ள செல்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகள் இணைத்து வெளிப்பொருளுக்கு எதிராக காட்டும் தடையே நோய் எதிர்ப்புச் செயல் (Immune response) எனப்படும். முதல் முறையாக வெளிப்பொருள் (Foreign substance) உடலுக்குள் நுழையும் போது பெறப்பட்ட நோய் எதிர்ப்புத் தடை காப்பில் T–லிம்போசைட்டுகளால் காட்டப்படும் நோய் எதிர்ப்புச் செயல் முதன்மை நோய் எதிர்ப்புச் செயல் (primary immune response) எனப்படும். மேலும் பெறப்பட்ட நோய் எதிர்ப்புத் தடை காப்பில் இரண்டாவது முறையாக அல்லது அதை தொடர்ந்து வெளிப்பொருள் உடலுக்கள் நுழையும் போது T–லிம்போசைட்டுகளால் காட்டப்படும் நோய் எதிர்ப்பு செயல் இரண்டாம் நிலை நோய் எதிர்ப்புச் செயல் எனப்படும்.

10.4 உடற்காப்பு ஊக்கிகள் (ANTIGENS)

உடற்காப்பு ஊக்கிகள் என்பவை வெளிப்பொருட்கள் ஆகும். இவை உடற்காப்பு மூலங்கள் உருவாக்கப்படுதலை தூண்டும் திறனை பெற்றுள்ளன. உடற்காப்பு ஊக்கியில், T–செல்களின் T– செல்ஏற்பி (Tcell receptor) அல்லது உடற்காப்பு மூலங்களால் உடற்காப்பு ஊக்கப் பகுதியாக அங்கீகரிக்கப்படும் பகுதி எபிடோப் (Epitope) எனப்படும். இரு வகையான எபிடோப் உள்ளன. அவை முறையே B–செல் எபிடோப் மற்றும் T–செல் எபிடோப். உடற்காப்பு ஊக்கிகளின் B–செல் எபிடோப் பகுதி உடற்காப்பு மூலங்களால்அங்கீகரிக்கப்படுகின்றன. உடற்காப்பு ஊக்கியின் T–செல் எபிடோப் பகுதி T–செல் ஏற்பிகளால் அங்கீகரிக்கப்படுகின்றன.

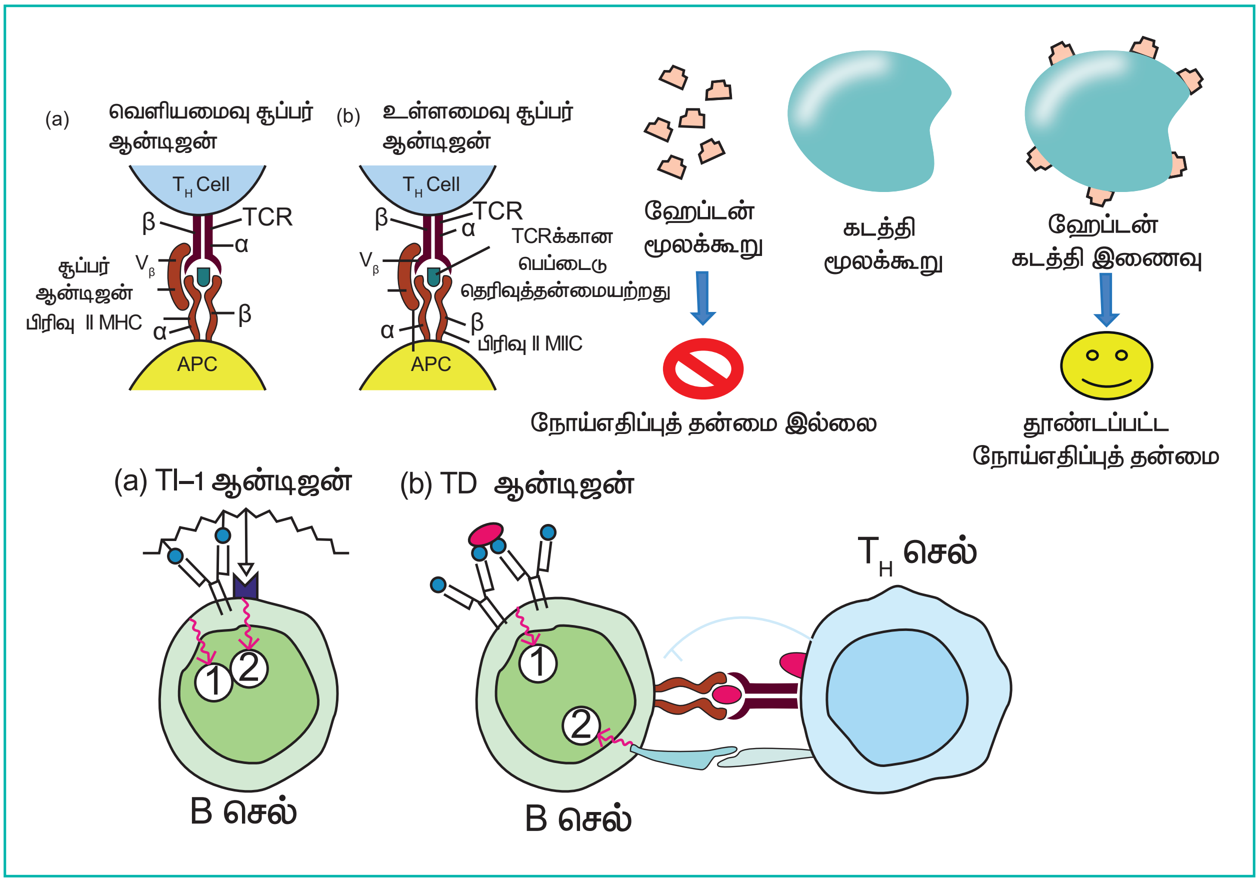


10.4.1. ஆன்டிஜென்களின் வகைகள் (TYPES OF ANTIGENS)

வரிசை எண்.	ஆன்டிஜென் வகை	இயல்பு	எடுத்துக்காட்டு
1.	பிரிந்த ஆன்டிஜென்கள்	இவ்வகை ஆன்டிஜென்கள் மாத்திரை வடிவில் பிரிந்து உள்ளன. இவை நோய் தடைக்காப்பு மண்டலம் வளரும் போது வெளிப்படுவதில்லை.	விழித்திரை புரதம் மற்றும் விந்தணு புரதம்
2.	நியோ ஆன்டிஜென்கள்	இவை புதியதாக உருவாக்கப்பட்ட ஆன்டிஜென்கள். இவை நுண்ணுயிரிகள் வேதி, இயற்பியல் மற்றும் உயிரியல் மாற்றத்திற்கு உட்படும் போது உருவாகின்றன.	பெனிசிலின் புரதத்துடன் இணையும் போது ஆன்டிஜென்னாக மாறுகிறது.
3.	ஹேட்டிராபைல் அல்லது ஹேட்டிரோஜெனிக் அல்லது குறுக்கவினை புரியும் ஆன்டிஜென்	இவ்வகை ஆன்டிஜென்கள் மற்றொரு ஆன்டிஜனுக்காக உருவாக்கப்பட்ட ஆன்டிபாடியுடன் வினைபுரியும் போது உருவாகிறது.	பார்ஸ்மன்ஆன்டிஜென். மனிதர்களில் இவ்வகை ஆன்டிஜென்கள் இரைப்பை குடலிலுள்ள மியூகோசெல்களிலும் குதிரைகளில் RBC களிலும் காணப்படுகின்றன.
4.	மைட்டோஜனிக் ஆன்டிஜென்கள்	சில மைட்டோஜன்கள் நோய் எதிர்ப்பு தன்மையை ஊக்குவிக்கின்றன. இதனால் இவை மைட்டோஜனிக் ஆன்டிஜென்களாகக் கருதப்படுகின்றன	லிப்போ பாலிசாக்கரைடுகள்B செல் பெருக்கத்தை தூண்டுகின்றன. கான்கனவாலின்–A மற்றும் பைட்டோ ஹீம்அக்ளுட்டினின் T– பெருக்கத்தை தூண்டுகின்றன. போக்குவீட் மைட்டோஜன் T மற்றும்B செல் பெருக்கத்தை தூண்டுகின்றன.
5.	சூப்பர் ஆன்டிஜென்கள்	இந்த ஆன்டிஜென்கள் தெரிவு தன்மையற்ற முறையில்T செல்களை கிளர்வுறச்செய்கின்றன.	TSST–1 (டாக்ஸிக் ஷாக் சின்ரோம் டாக்ஸின்–1) ஸ்டெபைலோகோகஸ் வகை நுண்ணுயிரிகளால் உருவாக்கப்படுகிறது. இது வெளிப்புற சூப்பர் ஆன்டிஜென்கள் ஆகும். சுண்டெலி பால்சுரப்பி கட்டி வைரஸ் (MMTV) ஆன்டிஜென்கள்–உட்புற சூப்பர் ஆன்டிஜென்கள் ஆகும்.
6.	வெளிப்புற ஆன்டிஜென்கள்	இந்த ஆன்டிஜென்கள் நுண்ணுயிரிகளின் சுரப்பு பொருள் அல்லது கரையும் தன்மை கொண்ட புரதங்கள்.இவை ஓம்புயிரின் வெளிப்புறத்தில் அமைந்துள்ளன.	கார்ணி பாக்டீரியம் டிப்தெரே என்ற நுண்ணுயிரிலிருந்து பெறப்படும் டிப்த்ரியா நச்சுப்பொருள்

வரிசை எண்.	ஆன்டிஜென் வகை	இயல்பு	எடுத்துக்காட்டு
7.	உட்புற ஆன்டிஜென்கள்	இவை பொதுவாக நுண்ணுயிரிகளாகும். இவை செல்களினுள் காணப்படுகின்றன.	வைரஸ் மற்றும் எண்டோடாக்ஸின்கள்.
8.	T செல்லை பொருத்தமையும் ஆன்டிஜென்கள்	இந்த ஆன்டிஜென்கள், நோய் எதிர்ப்பு செயலை உருவாக்க T செல்கள் குறிப்பாக T_H செல்கள் தேவை.	கரையும் தன்மை கொண்ட ஆன்டிஜென்கள்
9.	T செல்லை பொருத்தமையாத ஆன்டிஜென்கள்	இந்த ஆன்டிஜென்களுக்கு T செல்கள் பகுதியளவு தேவை. மேலும் இவை நோய் எதிர்ப்பு செயலை உருவாக்கத்தில்லை. T செல்லை பொருத்தமையாத ஆன்டிஜென் (TI–1), நோய் எதிர்ப்பு செயலை உருவாக்க T–செல் தேவையில்லை. T செல்லை பொருத்தமையாத ஆன்டிஜென் (TI–2), நோய் எதிர்ப்பு செயலை உருவாக்க T–செல் நேரடியாக தேவையில்லை. ஆனால் அவற்றால் உருவாக்கப்படும் சைட்டோகைன்கள் தேவை.	லைப்போ பாலிசைக்கரைடுகள் TI–1 வகை வகை ஆன்டிஜென்களுக்கு எடுத்துக்காட்டாகும். செல் சுவர் பாலிசைக்கரைடுகள் மற்றும் கிளைக்கோ புரதங்கள் TI–2 வகை ஆன்டிஜென்களுக்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.
10.	அலர்ஜென்கள்	ஒவ்வாமைக்கு காரணமான ஆன்டிஜென்கள்,அலர்ஜென்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.	மகரந்தம் (Pollens)
11.	ஆட்டோஜென்கள்	ஆட்டோ இம்யூன் நோய்களை உருவாக்கும் ஆன்டிஜகள் ஆட்டோஜென்கள் என அறியப்படுகின்றன.	கீல்வாதத்திற்கான இம்மினோ குளோபுலின்கள்
12.	சுய ஆன்டிஜென்கள்	இவை ஆன்டிஜென்கள் அல்ல. இவை சாதாரணமாக ஓம்புயிரியின் செல்களில் மேற்பரப்பில் காணப்படும் கூறுகள் மற்றும் புரதங்களாகும்.	ஓம்புயிரியின் புரதம்
13.	ஹேப்டேன்கள்	'ஹேப்டேன்கள் தானாக நோய் எதிர்ப்பு செயலை பெற்றிருக்காத காரணத்தால் இவை முழுமையடையாத ஆன்டிஜென்கள் எனப்படுகின்றன. இவை கடத்தி மூலக்கூறுடன் இணையும்போது நோய் எதிர்ப்பு செயலை தூண்டும் தன்மையைப் பெறுகின்றன.	டைநைட்ரோபீனால்(DNP)

XII U10 Immunology.indd 259 4/22/2020 11:22:49 AM



10.4.2 உடற்காப்பு ஊக்கியின் ஊக்குவிக்கும் திறனை பாதிக்கும் காரணிகள்

ஓர் உடற்காப்பு ஊக்கியின், நோய் எதிர்ப்புச் செயலை தூண்டும் திறனே அதன் ஊக்குவிக்கும் திறன் (Antigenicity) எனப்படும். உடற்காப்பு ஊக்கியின் ஊக்குவிக்குத் திறன் இரு வகைகாரணிகளால் பாதிக்கப்படுகிறது. அதாவது உடற்காப்பு ஊக்கிகளின் மூலங்களால் பெறப்படும் காரணிகள் ஆகும்.

உடற்காப்பு ஊக்கியால் பெறப்படும் காரணிகள்

உருவளவு, வெளித்தன்மை, வேதித்தன்மை, சிக்கல்தன்மை வேறுபட்டத் தன்மை மற்றும் உடற்காப்பு ஊக்கியை செயலாக்குவதில் உள்ளாக்கம் போன்ற காரணிகள் பெறப்படுகின்றன.

உருவளவு:

10,000 டால்டன்னை விட அதிகமான மூலக்கூறு எடையை கொண்டுள்ள உடற்காப்பு ஊக்கிகள் வினை திறன்மிக்க உடற்காப்பு ஊக்கிகளாக உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, பெனிசிலினை விட ஹீமோகுளோபின் அதிக உடற்காப்பு ஊக்குவிக்கும் திறனை பெற்றுள்ளது.

வெளித்தன்மை (Alien)

இது பரிணாம இடைவெளியை குறிக்கிறது. பரிணாம இடைவெளி அதிகமாக உள்ள உயிரினங்களுக்கு இடையே அதிகமான உடற்காப்பு ஊக்குவிக்கும் திறன் காணப்படுகிறது. குறைந்த பரிணாம இடைவெளி உள்ள உயிரினங்களுக்கிடையே குறைவான உடற்காப்பு ஊக்குவிக்கும் திறன் காணப்படுகிறது. உதாரணமாக, மனிதர்களில், மீனின் புரதத்தைவிட கொரில்லாவின் புரதம் குறைந்த உடற்காப்பு ஊக்குவிக்கும் திறனைப் பெற்றுள்ளது. காரணம் மீன் மற்றும் கொரில்லா ஆகியவற்றிற்கிடையேயான பரிணாம இடைவெளி அதிகம்.

வேதித்தன்மை:

வேதித் தன்மையை பொருத்து உடற்காப்பு ஊக்குவிக்கும் திறன் மாறுபாடுகிறது. உதாரணமாக புரதங்களின் உடற்காப்பு ஊக்குவிக்கும் திறன், கார்போஹைட்ரேட்கள், லிப்பிடுகள் மற்றும் நியூக்ளிக் அமிலங்களை விட அதிகம். இங்கு கரைதிறன் கொண்ட உடற்காப்பு ஊக்கிகள் அதிக ஊக்குவிக்கும் திறனைப் பெற்றுள்ளன.

சிக்கல் தன்மை:

ஓர் உடற்காப்பு ஊக்கியின் சிக்கல் தன்மை அதிகரிக்கும் போது அதன் ஊக்குவிக்கும் திறனும் அதிகரிக்கிறது. உதாரணமாக, ஒரு புரதத்தின் முதல் நிலை அமைப்பை விட, மூன்றாம் நிலை அமைப்பு அதிக ஊக்குவிக்கும் திறனைப் பெற்றுள்ளது.

வேறுபட்டத் தன்மை (Heterogenicity):

பல அடுக்கு புரதங்களில் (multimeric proteins) ஒரு படித்தான பல அடுக்கு புரதங்களை விட, பல படித்தான பல அடுக்கு புரதங்கள் அதிகமான உடற்காப்பு ஊக்குவிக்கும் திறனை பெற்றுள்ளது. காரணம் பல படித்தான பல அடுக்கு புரதங்களில் வெவ்வேறு வகையான எபிடோப்புகள் காணப்படுகின்றன.

உடற்காப்பு ஊக்கியை செயலாக்குவதில் உள்ளாக்கம்:

உடற்காப்பு ஊக்கியை பெற்றுள்ள செல்களால் (Antigen presenting cells) எளிதில் செயலாக்கப்படும் உடற்காப்பு ஊக்கிகளின் ஊக்குவிப்புத் திறன், எளிதில் செயலாக்கப்படாத உடற்காப்பு ஊக்கிகளை விட அதிகம். எடுத்துக்காட்டாக, குதிரையின் இரத்த சிகப்பணுக்களின் உடற்காப்பு ஊக்குவிக்கும் திறன், கல்நாரை விட அதிகம்.

ஓம்புயிரியால் பெறப்படும் காரணிகள்:

நுழையும் வழி, மரபுசார் வடிவம் மற்றும் அளவு போன்றவை ஓம்புயிரியால் பெறப்படும் காரணிகள் ஆகும்.

நுழையும் வழி;

உடற்காப்பு ஊக்கி நுழைவதை பொருத்து அதன் ஊக்குவிக்கும் தன்மை மற்றும் நோயை உருவாக்கும் தன்மை அமைகிறது. ஒரு நுண்ணுயிரி ஓம்புயிரியின் பாதகமான பாதையில் நுழையும் போது, நோய் எதிர்ப்பு மண்டலத்தால் சிதைக்கப்படுகிறது. மேலும் அந்த நுண்ணுயிரின் உடற்காப்பு ஊக்குவிக்கும் திறனும் குறைகிறது. ஆனால் ஒரு நுண்ணுயிரி அதன் இயல்பான வழியில் ஓம்புயிரியின் உடலில் நுழையும் போது நோயை உருவாக்குகிறது. மேலும் அது நோய் எதிர்ப்பு மண்டலத்திலிருந்து பகுதியளவு தப்பிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக விப்ரியோ காலரா இரத்த ஓட்ட மண்டலத்தின் வழியாக நுழையும் போது வயிற்று போக்கை உருவாக்குவதில்லை. ஆனால் இரைப்பை குடல் வழியாக நுழையும் போது வயிற்று போக்கை உண்டாக்குகிறது.

மரபுசார் வடிவம்:

தடுப்பூசி போடப்பட்ட விலங்கினங்களில் மரபுசார் வடிவம், நோய் எதிர்ப்பு செயல் மற்றும் அதன் அளவை பாதிக்கிறது. உதாரணமாக, மனிதர்கள் சில வகை நோய்களிலிருந்து பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளனர். ஆனாலும் சில நோய்களால் பாதிக்கப்படுகின்றனர். இதற்கு காரணம் மரபுசார் வடிவமேயாகும்.

அளவு (DOSE):

உடற்காப்பு ஊக்குவிக்கும் திறனைக் தூண்ட ஒரு குறிப்பிட்ட ஊக்கி தேவை. தேவைப்படும் அளவு உகந்த அளவு (optimum dose)என அழைக்கப்படுகிறது. நுண்ணுயிரிகள், உகந்த அளவை விட அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ ஓம்புயிரின் உடலில் நுழையும் போது, உடற்காப்பு ஊக்குவிக்கும் திறனில் மாறுபாடு ஏற்படுகிறது.

10.5 உடற்காப்பு மூலங்கள் (ANTIBODIES) (IMMUNOGLOBULINS)

உடற்காப்பு மூலங்கள் என்பவை புரதங்களாகும். இவை B–செல்களால் சுரக்கப்படுகின்றன. உடலில் வெளிப்பொருளாக அங்கீகரிக்கப்பட்ட இரத்தத்திலுள்ள பாக்டீரியா, வைரஸ் போன்றவற்றுடன் வேதிமுறையில் உடற்காப்பு மூலங்கள் இணைகின்றன.

உடற்காப்பு மூலங்கள் ஓம்புயிரியை வலிமைமிக்க ஒட்டுண்ணிகளிடமிருந்து கீழ்க்கண்டவாறு பாதுகாக்கின்றன.

1. வைரஸின் பிணைக்கும் பகுதியை நேரடியாக தடுத்தல் அல்லது பாக்டீரியாவால் உருவாக்கப்பட்ட பலவகை நொதிகள் மற்றும் நச்சு பொருட்களின் பிணைக்கும் பகுதியை நேரடியாக தடுத்தல்
2. ஒட்டி உறைதல்
3. பேகோசைட்டுகளால் ஆப்சோனைசேஷன் வழியில் வெளியேற்றல்
4. ஒத்திசைவு திருத்தம் (Complement fixation) வழியாக பாதிக்கப்பட்ட நுண்ணயிரியை அழித்தல்.
5. அழற்சியை தூண்டுதல்

10.5.1 உடற்காப்பு மூலத்தின் அமைப்பு:

உடற்காப்பு மூலங்களின் பொதுவான அமைப்புகள் IgG உடற்காப்பு மூலத்தை எடுத்துக்காட்டாக கொண்டு விளக்கப்பட்டுள்ளது. IgG மூலக்கூறு இரண்டு ஒத்த கன சங்கிலிகளையும் (H) இரண்டு ஒத்த இலேசான சங்கிலிகளையும் (L) பெற்றுள்ளது. H மற்றும் L சங்கிலிகள் டை சல்பைடு பாலங்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

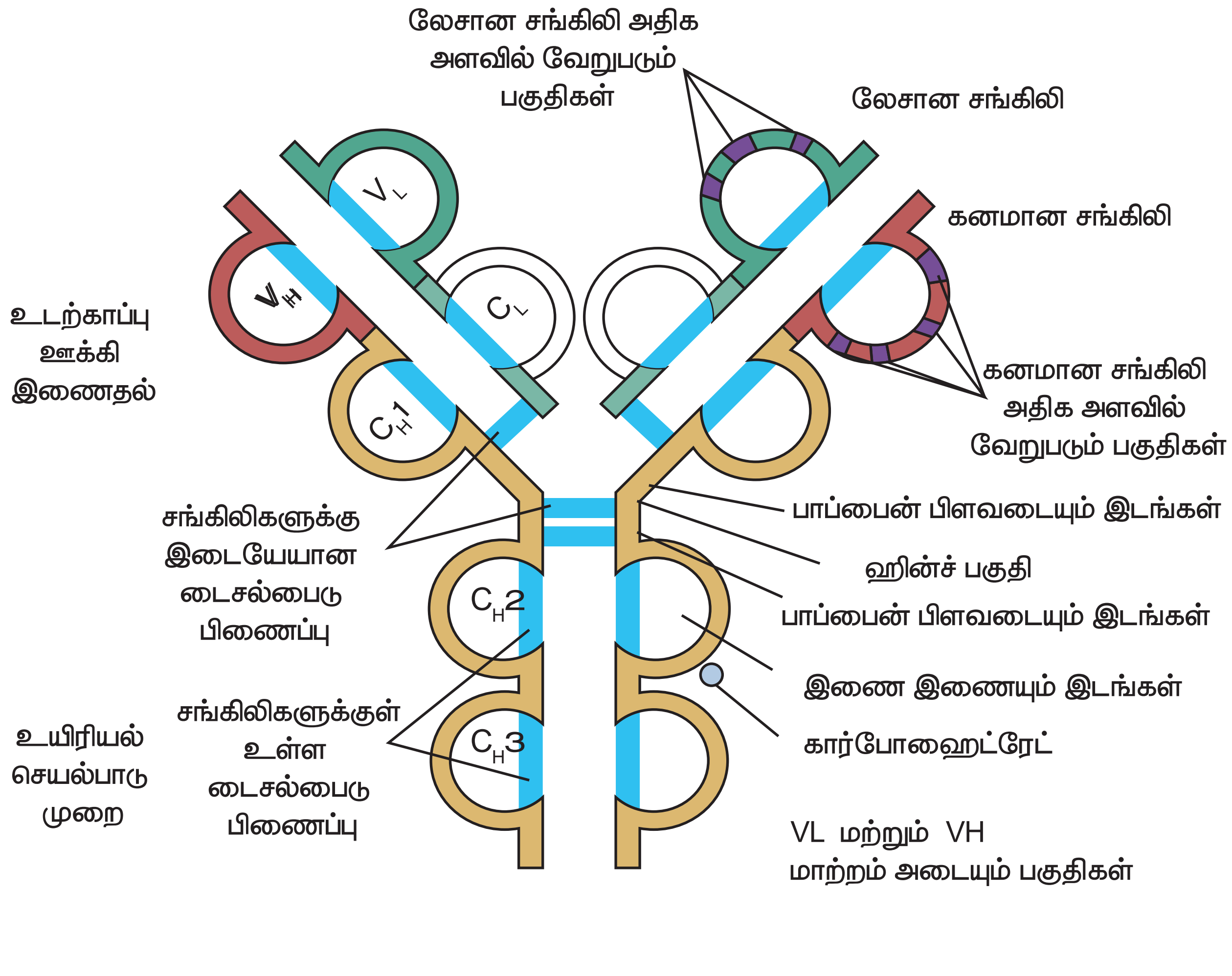
H சங்கிலி நான்கு அல்லது ஐந்து களங்களை (Domains) கொண்டுள்ளது. இம்மினோ குளோமினிலுள்ள ஒவ்வொரு களமும் 110 அமினோ அமில பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது.

கனச் சங்கிலியின் அமினோ முனை வேறுபட்ட அமினோ அமில வரிசையை பெற்றுள்ளது. இதன் விளைவாக வெவ்வேறு வகையான உடற்காப்பு ஊக்கிகள் இணைய முடியும். எனவே இப்பகுதி மாறும் பகுதி (V) (Variable region) என அழைக்கப்படுகிறது. கனச் சங்கிலின் எஞ்சியப்பகுதி மாறாத பகுதி(c) (Constant region) என அழைக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு வேறுபட்ட கனச் சங்கிலியின் மாறாத பகுதியில் உள்ள அமினோ அமில வரிசை ஐசோடைப் (Isotype) என அழைக்கப்படுகிறது. (α, γ மற்றும் δ) ஆல்ஃபா, காமா மற்றும் டெல்டா வகை கனச் சங்கிலியின் மாறாத பகுதியில் சுமார் 330 அமினோ அமிலங்கள் உள்ளன. (μ) மியூ மற்றும் (ε) எப்சிலான் வகையில் சுமார் 440 அமினோ அமிலங்களை கொண்டுள்ளது. மனிதர்களில் இரண்டு துணை வகை ஆல்ஃபா கனச் சங்கிலிகளும், நான்கு துணை வகை காமாசங்கிலிகளும் காணப்படுகின்றன. இலேசான சங்கிலியின் அமினோ முனை வேறுபட்ட அமினோ அமில வரிசையை பெற்றுள்ளது. இதன் விளைவாக வெவ்வேறு வகையான உடற்காப்பு ஊக்கிகள் இணைய முடியும். இலேசான சங்கிலியின் களத்தில் 110 அமினோ அமிலங்கள் காணப்படுகின்றன. இப்பகுதி மாற்றம் அடையும் பகுதி (V) என அழைக்கப்படுகிறது.

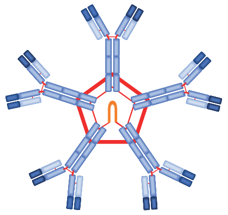
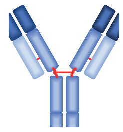
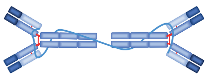
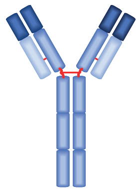
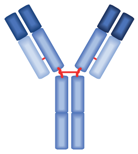
கார்பாக்ஸி முனையை கொண்டுள்ள பாதி மூலக்கூறு மாறாத பகுதி(C) என அழைக்கப்படுகிறது. இரு வகையான இலேசான சங்கிலிகள் உள்ளன. அவை முறையே (κ) கப்பா மற்றும் (λ) லேம்டா ஆகும். மனிதர்களில் 60% இலேசான சங்கிலிகள் (κ) வகையிலும் 40% இலேசான சங்கிலிகள் (λ) வகையிலும் காணப்படுகின்றன. ஒரு உடற்காப்பு மூலம் கப்பா அல்லது லேம்டா கொண்டிருக்கும். ஆனால் இவ்விரண்டையும் கொண்டிருக்காது.

காமா, டெல்டா மற்றும் ஆல்ஃபா கனச் சங்கிலிகள் களங்கள் C_{H1} C_{H2} ஆகியவற்றிற்கிடையே விரிவாக்கப்பட்ட பெப்டைடு வரிசையை கொண்டுள்ளது. இந்த பகுதி ஹிங்ஞ் பகுதி(இணைப்பிடம்– Hinge பகுதி) என அழைக்கப்படுகிறது. இப்பகுதியில் புரோலின் அதிகளவு காணப்படுகிறது. மேலும் இப்பகுதி வளையும் தன்மை கொண்டது.

உடற்காப்பு மூலத்தில் உடற்காப்பு ஊக்கி இணையும் பகுதி பாராடோப் (paratope) எனப்படும். பாராடோப் என்பது மாறும் பகுதியில் உள்ள ஒரு சிறிய பகுதியாகும். இதில் கனச்சங்கிலின் களமான (V_H) மற்றும் இலேசான சங்கிலியின் களமான (V_L) காணப்படுகிறது. இந்த பகுதி நிரப்புதல் தீர்மானிக்கும் பகுதி (Complementarity determining region CDR) என அழைக்கப்படுகிறது.



XII U10 Immunology.indd 263 4/22/2020 11:22:50 AM

இமினோகுளோபிலின்களின் (Ig) ஐந்து வகைகள்					
	IgM பென்டாமர்	IgG மோனோமர்	IgA டைமர்	IgE மோனோமர்	IgD மோனோமர்
			 இனையாகச் சுரத்தல்		
கன சங்கிலிகள்	μ	γ	α	ε	δ
ஆன்டிஜென் இணையும் பகுதிகளின் எண்ணிக்கை	10	2	4	2	2
மூலக்கூறு நிறை (டால்டன்)	900000	150000	385000	200000	180000
சீரத்திலுள்ள மொத்த ஆன்டிபாடிகளின் சதவீதம்	6%	80%	13%	0.002%	1%
நஞ்சுக் கொடியை கடக்கும் தன்மை	இல்லை	ஆம்	இல்லை	இல்லை	இல்லை
நிரப்பு காரணியை இணைத்தல்	ஆம்	ஆம்	இல்லை	இல்லை	இல்லை
Fc பகுதி இணைவது'		பேகோசைட்டுகள்		மாஸ்ட் செல்கள் மற்றும் பேஸோபில்கள்	
உயிரியல் செயல்பாடு	முதன்மை நோய் எதிர்ப்பு செயலுக்கு முக்கியமான ஆன்டிபாடியாகும். நிரப்புகாரணிகளுடன் சிறந்தமுறையில் இணைகிறது. இதன் மோனோமர் அமைப்பு B செல் ஏற்பியாக செயல்படுகிறது.	இரத்தத்தில் உள்ள இரண்டாம் நிலை நோய் எதிப்பு செயலுக்கு முக்கியமான ஆன்டிபாடியாகும்.இது நச்சுப்பொருட்களை நடுநிலையாக்குகிறது. (Opsonisation)	சளி, கண்ணீர், உமிழ்நீர் மற்றும் சீம்பாலில் இந்தஆன்டிஜென் சுரக்கப்படுகிறது.	இது ஒவ்வாமை மற்றும் எதிர் ஒட்டுண்ணி செயலுக்கான ஆன்டிபாடியாகும்.	இது B–செல் ஏற்பியாக செயல்படுகிறது.

10.6 உடற்காப்பு ஊக்கி–உடற்காப்பு மூலம் வேதி வினைகள்: ANTIGEN-ANTIBODY REACTIONS

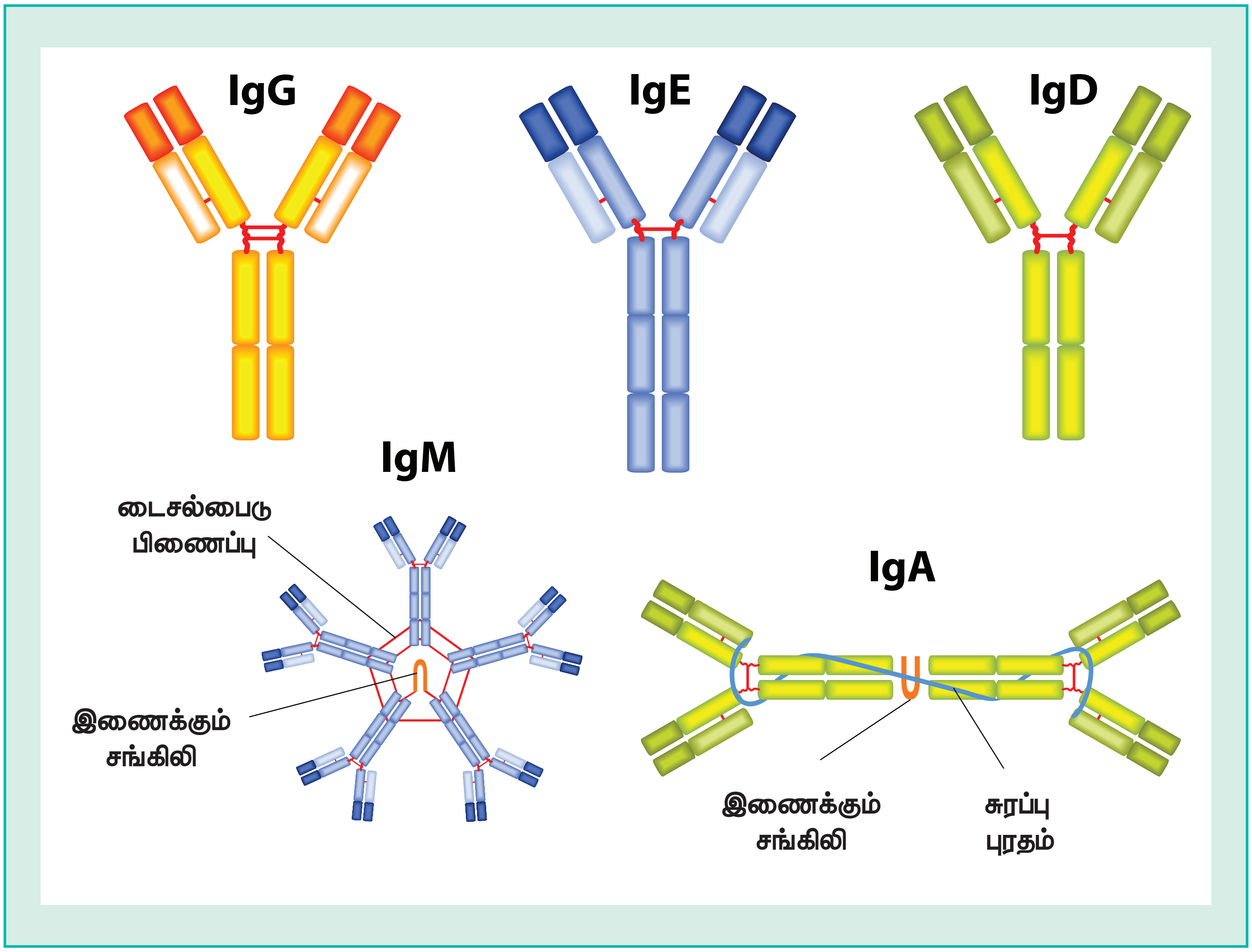
உடற்காப்பு ஊக்கி–உடற்காப்பு மூலம் ஆகியவற்றின் வேதிவினைகள் என்பது உடற்காப்பு ஊக்கி மற்றும் உடற்காப்பு மூலம் ஆகியவற்றிற்கிடையேயான இடையீடுகளை குறிக்கிறது. உடற்காப்பு ஊக்கி மற்றும் உடற்காப்பு மூலம் ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வேதி வினைகள் மூன்று நிலைகளில் நிகழ்கின்றன.

XII U10 Immunology.indd 264 4/22/2020 11:22:51 AM

முதன்மை நிலையில் உடற்காப்பு ஊக்கி மற்றும் உடற்காப்பு மூலம் ஆகியவற்றிற்கிடையே கண்ணிற்கு புலப்படாத இடையீடுகள் நிகழ்கின்றன.

இரண்டாம் நிலையில் கீழ்க்கண்ட நிகழ்வுகள் நடைபெறுகின்றன. வீழ்படிவாதல், ஒட்டி உறைதல், செல்கள் உடைதல், உருள்ள உடற்காப்பு ஊக்கிகளை அழித்தல், நச்சுகளை நடுநிலையாக்குதல், நிரப்பு பொருத்தல், வீரியமிக்க நுண்ணுயிரிகளை தடுத்தல் மற்றும் பேகோசைட்டுகள் மீது ஒட்டுதல்.

மூன்றாம் நிலையில் உடற்காப்பு ஊக்கியை நடுநிலையாக்கி அழித்தல் (அல்லது) திசு சேதம் நிகழ்கிறது. இது தொற்று நோய்க்கு எதிரான இரத்த வழி நோய் தடைக் காப்பு, மருத்துவ ஒவ்வாமை மற்றும் பிற நோய் எதிர்ப்பு நிலை நோய்களை உள்ளடக்கியது.



உடற்காப்பு ஊக்கி– உடற்காப்பு மூலம் ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வேதி வினைகள் கீழ்க்கண்ட பண்புகளை கொண்டுள்ளது.

1. இந்த வினைகள் தெரிவுத் தன்மை கொண்டது. இருப்பினும் குறுக்க வினைகளும் நிகழலாம்.
2. ஒரு மூலக்கூறு துண்டாக இல்லாமல், முழுவதுமாக வினைபுரிகிறது.
3. செல்லின் மேற்பரப்பில் இணைதல் நிகழ்கிறது.
4. இணைதல் வலிமையானது. ஆனால் மீள்தன்மை கொண்டது. இந்த வலிமைத் தன்மை வினையின் நாட்டம் மற்றும் ஒருங்கிணைவு ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படுகிறது.
   நாட்டம் (Affinity): உடற்காப்பு ஊக்கியின் ஒரு எபிடோப்பிற்கும், உடற்காப்பு மூலத்தின் ஒரு பாராடோப்பிற்கும் இடையே உள்ள கவர்ச்சி விசையின் அளவு நாட்டம் எனப்படும்.

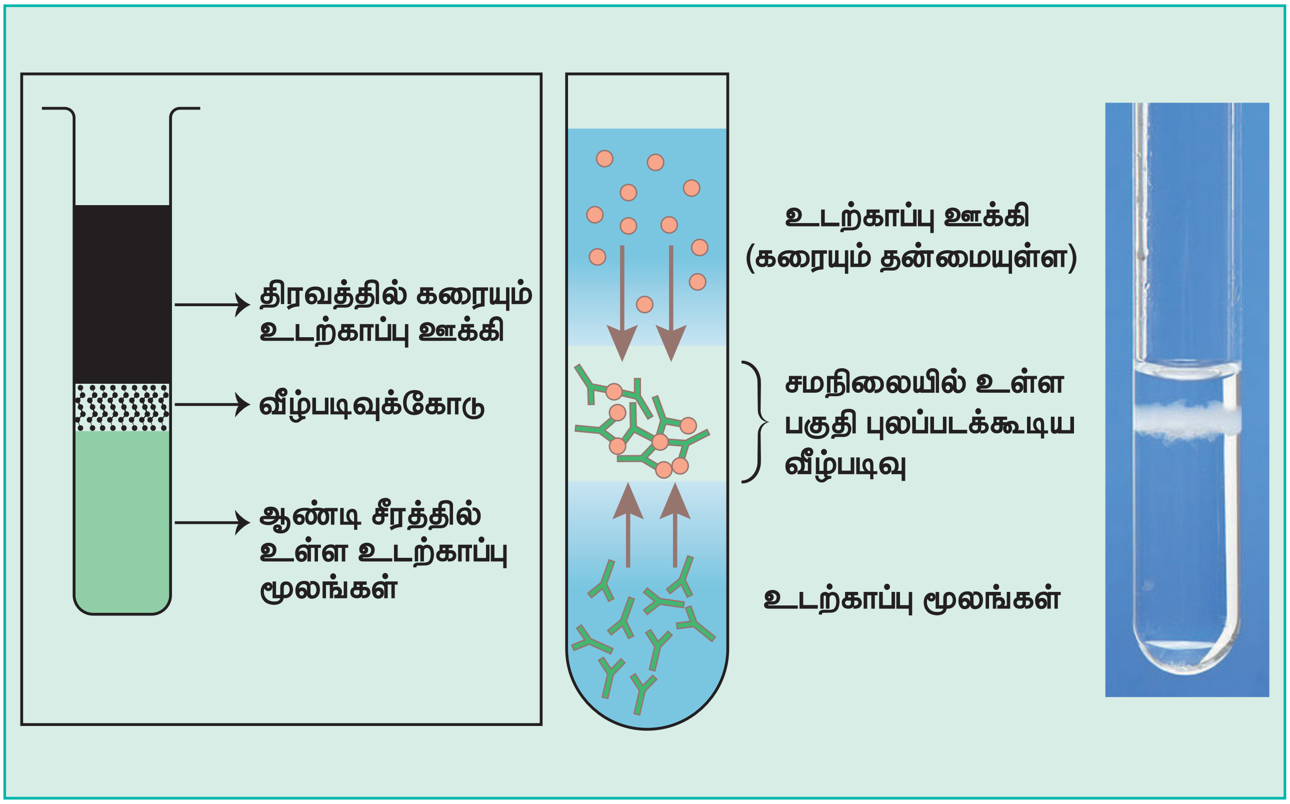
ஒருங்கிணைவு (Avidity): உடற்காப்பு ஊக்கி உடன் காப்பு மூலம் கூட்டு உருவான பின், உள்ள மொத்த பிணைப்பு வலிமை ஒருங்கிணைவு எனப்படும். பொதுவாக, IgG அதிகளவு நாட்டத்தை பெற்றுள்ளது. ஆனால் IgM அதிகளவு ஒருங்கிணைவை பெற்றுள்ளது.

5. உடற்காப்பு ஊக்கி மற்றும் உடற்காப்பு மூலம் ஆகிய இரண்டும் வீழ்படிவில் அல்லது ஒட்டி உறைதலில் பங்கு பெறுகின்றன.
6. உடற்காப்பு ஊக்கியும் உடற்காப்பு மூலமும் வெவ்வேறு இயைபுகளில் இணைய முடியும்.

10.6.1 வீழ்படிவாதல்: (Precipitation)

உடற்காப்பு மூலம் மற்றும் கரையும் தன்மை கொண்ட உடற்காப்பு ஊக்கி ஆகியவற்றிற்கு இடையே கரைசலில் நிகழும் இடையீடுகளால் வினைபுரிந்து ஒரு அணைவை உருவாக்கி பின்னர் சீராக கண்ணிற்கு தெரியும் வீழ்படிவு உண்டாகிறது. வீழ்படிவை உருவாக்கும் உடற்காப்பு மூலம் வீழ்படிவாக்கி என அறியப்படுகிறது. இச்செயல் வீழ்படிவாக்கல் வினை எனப்படும். Ag(ஆன்டிஜென்) Ab(ஆன்டிபாடி) Ag–Ab அணைவு உருவாதல் என்பது Ag மற்றும் Ab ஆகியவற்றின் இணைதிறனைப் பொருத்தது. அதிகபட்ச வீழ்படிவு உருவாகும் புள்ளி சமானப்பகுதி (Zone of equivalence) எனப்படுகிறது. இவ்வினை நோய் தடைகாப்பு தொழில் நுட்பத்தில் பரவலாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வளையச் சோதனை (Ring test) இச்சோதனையில் உடற்காப்பு மூலம் உள்ள ஒரு சோதனைக் குழாயில் உடற்காப்பு ஊக்கி கரைசலை சேர்க்கும் போது, இரு திரவங்களின் சந்திப்பில் வீழ்படிவு உண்டாகிறது.



10.6.2 ஒட்டி உறைதல் (Agglutinations)

உடற்காப்பு மூலம் மற்றும் உடற்காப்பு ஊக்கி ஆகியவற்றிற்கிடையேயான இடையீடு காரணமாக உருவான கண்ணிற்கு புலப்படும் இணைதல் ஒட்டி உறைதல் எனப்படும். இந்த

வினையை உருவாக்கும் உடற்காப்பு மூலங்கள் ஒட்டி உறைய செய்யும் காரணிகள் (Agglutins) எனப்படும். ஒட்டி உறைதல் வீழ்படிவாதல் வினையின் கொள்கையை அடிப்படையாக கொண்டது. ஒட்டி உறைதல் பல இணைதிறன் கொண்ட உடற்காப்பு ஊக்கியுடன் நிகழும் குறுக்க இணை தலை பொருத்தது. அதிகளவு உடற்காப்பு மூலம் வீழ்படிவாதல் மற்றும் ஒட்டி உறைதலை தடுக்கிறது. இத்தகைய தடுத்தல் புரோசோன் (prozone) விளைவு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

ஹீம் ஒட்டி உறைதல் (Slide agglutination)

ABO இரத்த வகைகளை கண்டறிய, RBC செல்கள், கண்ணாடி தட்டின் மீதுள்ள ஆன்டிசிரத்தை கொண்டுள்ள A அல்லது B இரத்த வகை உடற்காப்பு ஊக்கிகளை பெற்றுள்ள செல்களில் உடற்காப்பு ஊக்கிகள் இருந்தால் ஒட்டி உறைதல் நிகழ்கிறது. இரத்தம் கொடுப்பவர் மற்றும் பெறுபவர்களின் இரத்த சிவப்பணுக்களில் உள்ள உடற்காப்பு ஊக்கிகளை நிர்ணயித்தல், இரத்தப் பொருத்தம் கண்டறிந்து இரத்தம் செலுத்தலின் அடிப்படையாகும். நடுநிலை pH மதிப்பில் இரத்த சிவப்பணுக்கள் எதிர்மின் அயனிகளின் மேகத்தால் சூழப்பட்டுள்ளது. இதனால் ஒன்றையொன்று விலக்கும் தன்மையை பெறுகிறது. இந்த விலக்கு விசை ஜீடா மின்னழுத்தம் (zeta potential) எனப்படுகிறது. IgM பெரிய உருவளவு மற்றும் ஐந்துமடியாக (pentamerric) உள்ளதால் ஜீடா மின்னழுத்தத்தை கடந்து இரத்த சிவப்பணுக்களுடன் இணைந்து ஒட்டி உறைதல் நிகழ்கிறது. IgG சிறிய உருவளவு மற்றும் இரு இணைத்திறன்களை மட்டுமே ஜீடோ மின்னழுத்தத்தை கடக்க முடிவதில்லை. இதன் காரணமாக, இரத்த சிவப்பணுக்களை ஒட்டி உறைதல் செய்ய IgG–ஐ விட IgM சிறந்ததாக உள்ளது.

பாக்டீரியாவில் ஒட்டி உறைதல் (Tube agglutination)

பாக்டீரியா தொற்று, பாக்டீரியாவின் மேற்பரப்பில் உள்ள உடற்காப்பு ஊக்கிகளுக்கான உடற்காப்பு மூலங்களை தெரிவுத் தன்மையுடன் இரத்தத்தில் உருவாக்குகிறது. இரத்தத்தில் உள்ள இத்தகைய உடற்காப்பு மூலங்களை ஒட்டி உறைதல் வினைகள் மூலம் கண்டறியலாம்.

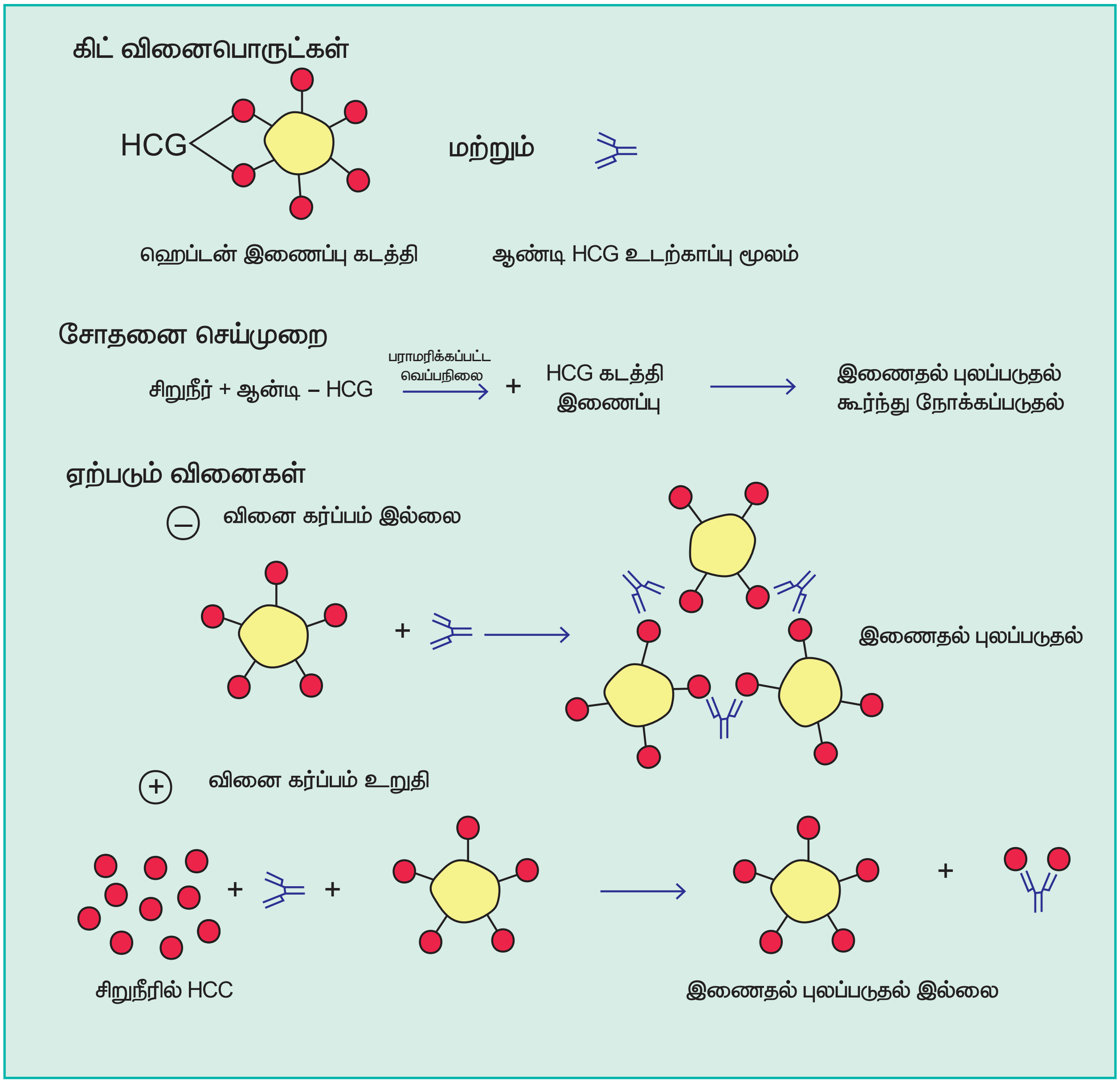
வைடால் சோதனை (Widal test):

டைபாய்டு சுரத்தை கண்டறிய பயன்படுகிறது. டைபாய்டு நோயாளிகளின் இரத்தத்தில் சால்மோநெல்லா டைபை (*Salmonetla typhi*) என்ற நுண்ணுயிரிக்கான உடற்காப்பு மூலம் காணப்படுகிறது. வைடால் சோதனையில் இரு உடற்காப்பு ஊக்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை முறையே உடற்காப்பு H (flagellar antigen) மற்றும் உடற்காப்பு ஊக்கி O (*Somatic antigen*) நோயாளியின் இரத்த ஆன்டி சீரம் இந்த உடற்காப்பு ஊக்கிகளுடன் சேர்க்கப்படும் போது உடற்காப்பு ஊக்கிகள் இணைகின்றன. மேலும் கண்டறியப்படுகின்றன.

எதிர்குளோபுலின் சோதனை: (Antiglubulin test - Combs Test)

எதிர் குளோபுலின் சோதனை கூம்ஸ், மௌரன்ட் மற்றும் ரேஸ் ஆயோர்களால், உப்பு நீரில் உள்ள Rh பாஸிடிவ் இரத்த சிவப்பு அணுக்களை ஒட்டி உறைதல் செய்யாத ஆன்டி –Rh ஆன்டிபாடிகளை கண்டறிய திட்டமிடப்பட்டது, முழுமையடையாத ஆன்டி Rh ஆன்டிபாடிகளை Rh பாசிடிவ் இரத்த சிவப்பு செல்களுடன் கலக்கும் போது ஒட்டி உறைதல் நிகழ்வதில்லை. இத்தகைய இரத்த அணுக்களை ஆன்டிபாடிகளுடன் ஒட்டி முயலின் ஆன்டிசீரத்துடன் மனித காமாகுளோபிலிலுடன் (coombs serum) வினைப்படுத்தும் போது, இந்த இரத்த சிவப்பணுக்கள் ஒட்டி உறைகின்றன. இதுவே ஆன்டி குளோபுலின் சோதனைக்கு தத்துவமாகும்.

XII U10 Immunology.indd 267 4/22/2020 11:22:53 AM



10.7 இரத்த தொகுதிகள் (Blood Groups)

இரத்தவகை என்பது இரத்தத்தில் உள்ள அல்லது இல்லா ஆன்டிபாடிகள் மற்றும் இரத்த சிவப்பணுக்களின் மேற்பரப்பில் உள்ள மரபுவழி பெறப்பட்ட ஆன்டிஜென்கள் அடிப்படையில் இரத்தத்தை வகைப்படுத்துவதாகும். இந்த ஆன்டிஜென்கள் இரத்த வகையை பொருத்து புரதமாகவோ, கார்போஹைட்ரேட்டாகவோ, கிளைக்கோ புரதமாகவோ அல்லது கிளைக்கோ லிப்பிடாகவோ இருக்கலாம்.

10.7.1 ABO அமைப்பு

கார்ல் லாண்ட்ஸ்டைனர் ABO இரத்த வகை அமைப்பை கண்டறிந்தார். இவரது கண்டுபிடிப்பிற்காக 1930 ஆம் ஆண்டு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. மனித இரத்த சிவப்பு அணுக்கள் பல்வேறு வகையான ஆன்டிஜென்களை கொண்டுள்ளன. இவை ஒட்டி உறைதலாக்கப்படும் காரணி (Agglutinogens) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. மிகவும் முக்கியமான மற்றும் நன்கு தெரிந்த ஆன்டிஜென்கள் A மற்றும் B ஆகும். இரத்த சிவப்பணுக்களில் உள்ள A மற்றும் B ஆன்டிஜென்களுக்கான ஆன்டிபாடிகள் ஒட்டி உறையும் காரணி (Agglutins) எனப்படும்.

ஆன்டிபாடி – A மற்றும் ஆன்டிபாடி – B ஆகியவை ஒட்டி உறையும் காரணிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். லாண்ட்ஸ்டைனர் விதிப்படி, ஒரு நபரின் இரத்த சிவப்பணுக்களில் ஒட்டி உறைதலாக்கப்படும் காரணி இருந்தால் அவர் பிளாஸ்மாவில் அக்காரணிக்குறிய ஒட்டி உறையும் காரணி இருக்கக் கூடாது. இதன் மறுதலையும் உண்மையே.

ABO இரத்த வகையமைப்பில் நான்கு வகையான முதன்மையான இரத்த வகைகள் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன.

A இரத்த வகையை பெற்றுள்ள மக்கள் அவர்களது இரத்த சிவப்பணுக்களில் A–ஆன்டிஜனையும், பிளாஸ்மாவில் B–ஆன்டிபாடியையும் பெற்றுள்ளனர். B இரத்த வகையை பெற்றுள்ள மக்கள் அவர்களது இரத்த சிவப்பணுக்களில் B–ஆன்டிஜனையும், பிளாஸ்மாவில் A–ஆன்டிபாடியையும் கொண்டுள்ளனர்.

O இரத்த வகையை பெற்றுள்ள மக்களில் ஆன்டிஜென்கள் இல்லை. அவர்களது பிளாஸ்மாவில் A–ஆன்டிபாடி மற்றும் B–ஆன்டிபாடி ஆகியவற்றை கொண்டுள்ளனர்.

AB இரத்தவகையை பெற்றுள்ள மக்கள் A மற்றும் B ஆன்டிஜென்களை பெற்றுள்ளனர். அவர்களது பிளாஸ்மாவில் ஆன்டிபாடிகள் இல்லை.

RH அமைப்பு

இரத்த சிவப்பணுக்களில் காணப்படும் மற்றொரு வகை ஆன்டிஜென்கள் Rh காரணியாகும். (ரீசஸ் வகை குரங்கிலிருந்து இந்த காரணி முதன் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது). Rh இரத்த வகை அமைப்பு 1940 ம் ஆண்டு கார்ல் லாண்ட்ஸ்டைனர் மற்றும் A.S. வெய்னர் என்பவர்களால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது ABO இரத்த வகைக்கு அடுத்து இரண்டாவது முக்கியமான இரத்த வகை அமைப்பாகும். ஐந்து வகையான வேறுபட்ட ஆன்டிஜென்கள் (C, D, E c மற்றும் e) இந்த தொகுதியில் உள்ளன. ஆன்டிஜென் D அதிகளவில் காணப்படுகிறது. மேலும் D ஆன்டிஜென் மருந்து முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. எனவே Rh ஆன்டிஜென் எப்போதும் ஆன்டிஜென் – D என குறிக்கப்படுகிறது. ஒருவரின் இரத்த சிவப்பு அணுக்களில் Rh ஆன்டிஜென் இருந்தால், அந்த நபரின் இரத்தம் Rh பாசிட்டிவ். அதேப்போல் Rh–ஆன்டிஜென் இல்லையில் அந்த நபரின் இரத்தம் Rh நெகடிவ் ஆகும். இதனால், பொதுவாக இரத்த வகைகள் எட்டு வகைப்படும்

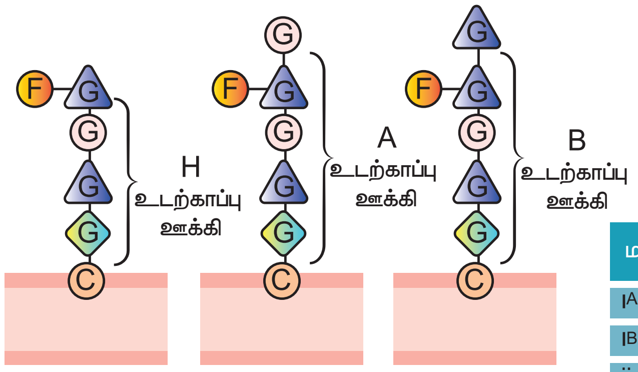
- A R h D பாசிட்டிவ் (A+)
- A R h D நெகடிவ் (A-)
- B R h D பாசிட்டிவ் (B+)
- B R h D நெகடிவ் (B-)
- O R h D பாசிட்டிவ் (O+)
- O R h D நெகடிவ் (O-)
- AB R h D பாசிட்டிவ் (AB+)
- AB R h D நெகடிவ் (AB-)

10.7.2 ABO இரத்த வகைகளின் ஆன்டிஜென்கள் மற்றும் இயற்கையான ஆன்டிபாடிகள்

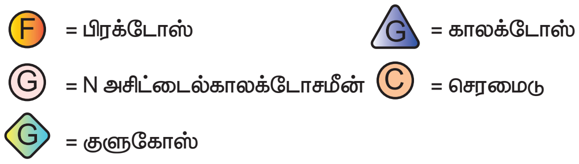
ஒவ்வொரு மனிதரும் இரண்டு மரபணுக்களை (ஜீன்) பெற்றோர்களிடமிருந்து (தாயிடமிருந்து ஒரு மரபணு தந்தையிடமிருந்து ஒரு மரபணு) பெறுகிறார். இந்த மரபணுக்கள் ABO ஆன்டிஜென்கள் உருவாக்கத்தை கட்டுபடுத்துதின்றன. A அல்லது B ஆன்டிஜென்களுக்கான ஜீன்கள் O – ஜீனுக்கு ஒங்குத் தன்மைக் கொண்டது. காரணம் இந்த ஜீன் இரத்த சிவப்பணுக்களில் காணப்படும் ஆன்டிஜென் A அல்லது B க்கான படி எடுக்கப்படுவதில்லை. A மற்றும் Bக்கான

XII U10 Immunology.indd 269 4/22/2020 11:22:53 AM

ஜீன்கள் I^AI^B எனவும், ஒடுங்கும் O க்கான ஜீன் சிறிய எழுத்தில் i என குறிக்கப்படுகின்றன. ஒரு நபர் A வகை இரத்தத்தை பெற்றிருந்தால், A ஜீன்கள் பெற்றோர் ஒவ்வொருவரிடமிருந்தும் ஒரு ஜீன் (I^AI^A) எனவும் அல்லது ஒருவரிடம் A ஜீன் மற்றொருவரிடம் O ஜீன் (I^Ai) எனவும் பெற்றிருக்கலாம். இதேப்போல் ஒருவர் B வகை இரத்தத்தை பெற்றிருந்தால் அவரது ஜீன் அமைப்பு I^BI^B அல்லது I^B எனவும் இருக்கும். இதேப் போல் 'O' வகை இரத்தத்தை பெற்றுள்ள ஒருவருக்கு ஒவ்வொரு ஜீனும் பெற்றோர் ஒவ்வொருவரிடமிருந்தும் பெறப்படும். ஆனால் AB இரத்த வகை உள்ளவரில் A ஜீன் ஒரு பெற்றோரிடமிருந்தும் B ஜீன் மற்றொரு பெற்றோரிடமிருந்தும் பெறப்பட்டிருக்கும். (I^A I^B)



மரபு வகை	உடற்காப்பு ஊக்கி	பிளாஸ்மாவில் உள்ள உடற்காப்பு மூலம்
$I^AI^A{}_i\ I^A{}_j$	A	ஆன்டி –B
$I^BI^B{}_i\ I^B{}_j$	B	ஆன்டி –A
ii	O	ஆன்டி –A மற்றும் ஆன்டி B
I^AI^B	AB	ஆன்டி –A ஆன்டி B இல்லை



நோய் எதிர்ப்பு மண்டலம் உடலில் உள்ள இரத்த சிவப்பணுக்களில் உள்ள ஆன்டிஜென்களுக்கு தாங்கும் திறனை காட்டுகிறது. A இரத்த வகையை பெற்றுள்ளவர்கள் A – ஆன்டிபாடிகளை உருவாக்குவதில்லை. எனினும் B – ஆன்டிபாடிகளை உருவாக்குகின்றனர். மாறாக B இரத்த வகையை பெற்றுள்ளவர்கள் A ஆன்டிஜெனுக்கு எதிராக ஆன்டிபாடிகளை உருவாக்குகின்றனர். இதன் மூலம் குடல் பகுதியில் உள்ள ப்ளோரா போன்ற பொதுவான பாக்டீரியாக்களுக்கும் A மற்றும் B ஆன்டிஜென்களை போலவே ஆன்டிபாடிகள் செயல்படுகின்றன என நம்பப்படுகிறது.

எனவே A இரத்த வகையை பெற்றுள்ளவர்களில் இது போன்ற பாக்டீரியா வெளிப்படும் போது B ஆன்டிஜெனுடன் வினைபுரியும் ஆன்டிபாடியை பெறுகின்றனர். இரத்த ஆன்டிபாடிகள் A ஆன்டிஜென் உடன் வினைபுரிவதில்லை. காரணம் நோய் எதிர்ப்பு மண்டலத்தின் தாங்கும் திறன் இதை தவிர்க்கிறது. AB இரத்த வகையை பெற்றுள்ளவர்கள் A மற்றும் B ஆன்டிஜனுக்கான தாங்கும் திறனை (Tolerance) பெறுவதால் அவர்கள் ஆன்டி –A ஆன்டிபாடி என்பது ஆன்டி–B ஆன்டிபாடியை உருவாக்குதில்லை. O இரத்த வகையை பெற்றுள்ளவர்கள் எவ்வித ஆன்டிஜென்களுக்கும் தாங்கும் திறனை பெற்றிருக்கவில்லை. எனவே அவர்களின் பிளாஸ்மாவில் ஆன்டி–A ஆன்டிபாடி மற்றும் ஆன்டி–B ஆன்டிபாடி காணப்படுகின்றன.

ஐசோஆன்டிபாடிகள் ஐசோ என்பதன் பொருள் ஒத்த உயிரினங்களாகும். ஒரு உயிரியில் உருவாக்கப்படும் ஆன்டிபாடிகள் அதே உயிரினத்தின் மற்றொரு உயிரில் உள்ள ஆன்டிஜென்களுடன் வினைப்புரிந்தால் அது ஐசோ ஆன்டிபாடிகள் எனப்படும். ஆன்டிபாடி A மற்றும் ஆன்டிபாடி B ஆகியவை ஐசோ ஆன்டிபாடிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஆன்டி–A மற்றும் ஆன்டி–B ஆன்டிபாடிகள் IgM வகையை சார்ந்தவை. Rh ஆன்டிபாடி (D–ஆன்டிபாடி) IgG வகையை சார்ந்தது.

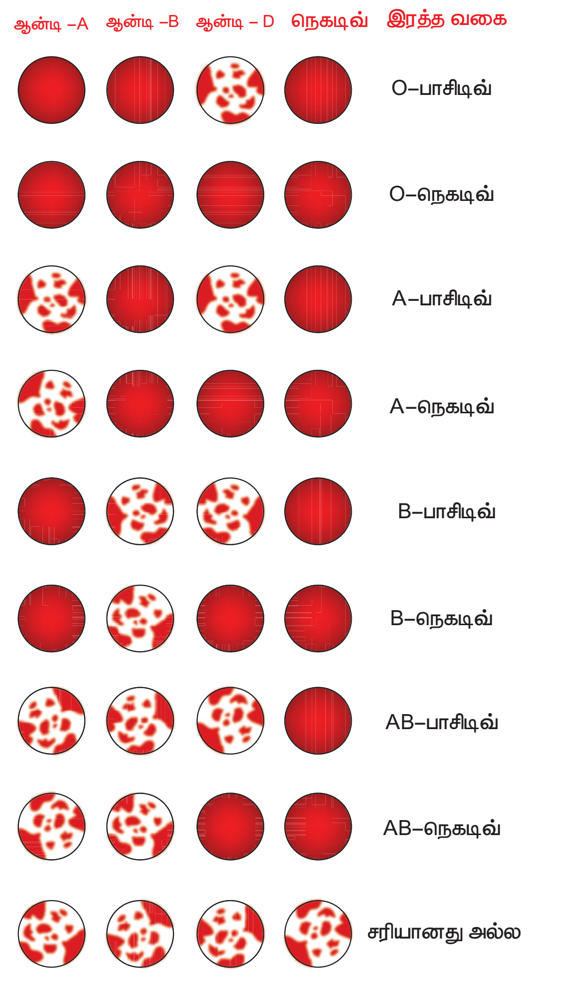
XII U10 Immunology.indd 270 4/22/2020 11:22:54 AM

ஐசோஆன்டிஜென்கள் (Isoantigens) ஒரு நபரின் உடலிலுள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட ஆன்டிஜென் அதே உயிரினத்தின் வேறுபட்ட மரபுத் தன்மையை கொண்டு அக்குறிப்பிட்ட ஆன்டிஜெனை பெற்றிராத ஒரு நபரின் உடலில் நோய் எதிர்ப்பு செயலை (Immune response) உருவாக்கினால் அது ஐசோஆன்டிஜென் எனப்படும். இவை அல்லோ ஆன்டிஜென்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. A– ஆன்டிஜென் மற்றும் B ஆன்டிஜென் ஆகியவை ஐசோ ஆன்டிஜென்களுக்கு உதாரணங்களாகும்.

இயற்கையான ஆன்டிபாடிகள் மனிதர்கள் இரத்த தொகுதி ஆன்டிஜென்களுக்கு எதிரான ஆன்டிபாடிகளை உருவாக்குகிறார்கள். ஆனால் அவை வெளிப்படுவதில்லை. இவ்வகை ஆன்டிபாடிகள் இயற்கையாகவே நிகழும் ஆன்டிபாடிகள் அல்லது ஐசோ ஒட்டி உறைபவை (Isoagglutinins) என அழைக்கப்படுகின்றன. ஆன்டிபாடிகளின் உருவாக்கம் மூன்று மாத வயதில் தொடங்கி வயது வந்த பருவத்தில் உச்சத்தை அடைந்து பின்னர் வயதாகும் போது குறைகிறது.

சோதனை செயல்முறை:

இரத்த மாதிரி தனித்தனியாக ஆன்டி –A ஆன்டிபாடி, ஆன்டி B ஆன்டிபாடி மற்றும் Rhஆன்டிபாடியுடன் கலக்கப்படுகிறது. ஆன்டி A ஆன்டிபாடியுடன் இரத்தம் ஒன்றாக இணைந்தால் (Clump) அது A இரத்த வகையை குறிக்கிறது. இதைப்போலவே ஆன்டி B ஆன்டிபாடியுடன் ஒட்டி உறைதல் நிகழ்ந்தால் அது B இரத்த வகைகைய குறிக்கிறது. ஆன்டி A ஆன்டிபாடி மற்றும் ஆன்டி B ஆன்டிபாடி ஆகிய இரண்டிலும் ஒட்டி உறைதல் நிகழ்ந்தால் அது AB இரத்த வகையை குறிக்கிறது. ஆன்டி A ஆன்டிபாடி மற்றும் ஆன்டி B ஆன்டிபாடி உடன் ஒட்டி உறைதல் இல்லையெனில் அது O இரத்த வகையை சார்ந்ததாகும். இதைப்போலவே ஆன்டி Rh ஆன்டிபாடியுடன் இரத்த சிவப்பணுக்கள் ஒட்டி உறைதல் நிகழ்த்தினால், இரத்த செல்களில் Rh ஆன்டிஜென் உள்ளதை குறிக்கிறது. எனவே அந்த நபர் Rh பாசிடிவ் ஆவார். ஒட்டி உறைதல் இல்லையெனில் அந்நபர் Rh நெகடிவ் ஆவார்.



செயல்பாடு 10.1

நோய்த் தடைக்காப்பியலின் வரலாறு பற்றி வரைபடம் தயாரிக்க

செயல்பாடு 10.2

ஒரு ஆப்பிளை இரண்டாக வெட்டுக. ஒரு பாதியை ஒரு தாளினைக் கொண்டு மூடுக. மறுபாதியை அப்படியே வை. துளிச் சொட்டியைப் பயன்படுத்தி உணவு நிற பொருட்களை வெட்டப்பட்ட ஆப்பிளின் மீது துளித்துளியாக சேர்க்க கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு பதிலளி. மூடப்பட்ட

XII U10 Immunology.indd 271 4/22/2020 11:23:00 AM

மற்றும் மூடப்படாத ஆப்பிளின் மீது என்ன நிகழும்? தாளைப் போன்று தோல் எவ்வாறு மனிதருக்கு பாதுகாப்பு அளிக்கிறது?

செயல்பாடு 10.3 : ஒருவரின் உடல்நலம் பற்றிய பதிவேடை உருவாக்குதல்.

உடல்நலம் பற்றிய பதிவேட்டை உடல் நல பழக்க வழக்கங்களின் அடிப்படையில் நீயே உருவாக்க முடியும். நோய் எதிர்ப்பு மண்டலத்தின் மீது அக்கறை எடுத்துக் கொள்ளல்

வரிசை எண்.	செயல்பாடுகள்
1.	உடலை நலமுடன் வைக்கும் சரிவிகித உணவை உண்க.
2.	அதிகளவு உடற்பயிற்சி செய் மற்றும் ஓய்வெடு
3.	பல்துலக்கு மற்றும் தினமும் குளி
4.	உன் வீட்டை தூய்மையாக வைத்துக் கொள்
5.	ஆல்கஹால் புகையிலை பொருட்கள் மற்றும் போதைப் பொருட்களை பயன்படுத்தக் கூடாது.
6.	தடுப்பூசிகளை போட்டுக் கொண்டு நோய்களை தவிர்த்தல் வேண்டும்.

கீழ்க்கண்ட செயல்பாடுகளை செய்க: மேற்கண்ட அட்டவணையில் உள்ள நடத்தைகளில், உனது பழக்க வழக்கத்தை ஒரு தனித்தாளில் குறிப்பிடுக. உனது பழக்க வழக்கத்தால் நீ நலமுடன் உள்ளாயா?

செயல்பாடு 10.4

ஒரு வரைப்படத்தாளின் ஆன்டிபாடி உருவாக்கத்தை கீழ்க்கண்டத் தரவுகளிலிருந்து வரைபடம் வரைக. ஒருவரின் உடலில் ஆன்டிஜென் நுழையும் நாள் பூஜ்ய நாள் எனக் கொள்க. மேலும் அதே ஆன்டிஜென் மீண்டும் அந்த நபரின் உடலில் 40 வது நாள் நுழைவதாக கருதுக.

நாள்	ஆன்டிபாடி அலகுகள்	நாள்	ஆன்டிபாடி அலகுகள்	நாள்	ஆன்டிபாடி அலகுகள்	நாள்	ஆன்டிபாடி அலகுகள்
0	0	16	80	32	0	48	150
4	10	20	20	36	0	52	300
8	70	24	24	40	0	56	260
12	120	28	0	44	40	60	200

வரைபடத்திலிருந்து கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்கு விடையளி

1. வரைபடத்தின் முதல் பகுதியை (0–28 நாட்கள்) இரண்டாவது, பகுதியுடன் (28–60 நாட்கள்) ஒப்பிடும் போது எவ்வாறு உள்ளது?
2. எந்த பகுதி நினைவாற்றல் செல்களால் உருவாக்கப்பட்டது?

XII U10 Immunology.indd 272 4/22/2020 11:23:00 AM

பாடச்சுருக்கம்

- நோய் எதிர்ப்பு மண்டலம் தொற்றுநோய் காரணிகளிடமிருந்து ஓம்புயிரியை பாதுகாக்கிறது. நுண்ணுயிரிகளின் நுழைதல், தப்பி பிழைத்தல் மற்றும் உருப்பெருக்கம் ஆகியவை தொற்று எனப்படுகிறது. பாக்டீரியா, வைரஸ் மற்றும் பூஞ்சை நுண்ணுயிரிகள் பெரும்பாலான தொற்று நோய்களை உருவாக்குகின்றன. ஓம்புயிரி இத்தகை நோய் தொற்றுகளிலிருந்து மீள்வது நோய் தடைக்காப்பு மண்டலத்தால் நடைபெறுகிறது. நோய் எதிர்ப்பு மண்டலத்தால் இத்தகைய தொற்றுகளிலிருந்து ஓம்புயிரி பாதுகாக்கப்படுகிறது நோய் எதிர்ப்புத் தன்மை எனப்படும்.
- இருவகையான நோய் எதிர்ப்புத் தன்மை உள்ளன. அவை முறையே இயல்பான நோய் எதிர்ப்புத் தன்மை மற்றும் பெறப்பட்ட நோய் எதிர்ப்புத் தன்மை எனப்படும். இயல்பான நோய் எதிர்ப்புத் தன்மை என்பது பிறவியிலேயே பெறுவதாகும். மேலும் இது செயல்பாட்டில் தெரிவுத் தன்மையற்றது. இது உடல் சார்ந்த, உடற்கூறு சார்ந்த செல்விழுங்குதல் மற்றும் வீக்கம் சார்ந்த நான்கு தடைக்காரணிகளால் தரப்படுகிறது.
- பெறப்பட்ட நோய் தடைக்காப்பு, நோய் தடைக்காப்பு செல்களான T– செல்கள், B– செல்கள், K– செல்கள், NK – செல்கள் மற்றும் ஆன்டிபாடிகளால் தரப்படுகிறது. பெறப்பட்ட நோய் தடைக்காப்பு, இரத்த வழி தடைக்காப்பு மற்றும் செல்வழி தடைக்காப்பு என இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. ஆன்டிபாடிகள் இரத்த வழி நோய் தடைக்காப்பில் முக்கிய பங்காற்றுகின்றன. T– செல்கள் போன்ற நோய் எதிர்ப்பு செல்கள் செல்வழி தடைக்காப்பில் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன.
- ஆன்டிஜென்கள் என்பவை வெளிப்பொருட்களாகும். இவை நோய் எதிர்ப்பாற்றலை தூண்டும் திறனை பெற்றுள்ளன. ஆன்டிஜென்களின் இயல்பு மற்றும் உருவாகும் இடத்தைப் பொருத்து ஏறக்குறைய 13 வகையான ஆன்டிஜென்கள் உள்ளன. T– செல்கள் ஏற்பிகளால், ஆன்டிஜென்களில் ஆன்டிபாடிகள் இணையும் பகுதியாக தீர்மானிக்கப்படும் பகுதி எபிடோப் எனப்படும். ஒரு ஆன்டிஜனின், நோய் எதிர்ப்புத் தன்மையை தூண்டுத் திறன் ஆன்டிஜெனிசிடி என அறியப்படுகிறது. ஆன்டிஜெனிசிடி இருவகை காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகிறது. அவை முறையே ஆன்டிஜென் மற்றும் ஓம்புயிரியால் பெறப்படும் காரணிகள்.
- B செல்களால் தெரித்தன்மையுடன் உருவாக்கப்படும் புரதங்கள் ஆன்டிபாடிகள் எனப்படும். IgG மூலக்கூறு இரு ஒத்த கனச் சங்கிலிகளையும் (H), இரு ஒத்த இலேசான சங்கிலிகளை (L) கொண்டுள்ளது. ஏறக்குறைய ஐந்து வகையான IgG, IgM, IgA, IgE மற்றும் IgD ஆன்டிபாடிகள் உள்ளன. கன மற்றும் இலேசான சங்கிலிகள் டை சல்பைடு பாலங்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆன்டிஜென் – ஆன்டிபாடி வினை என்பது அவற்றிற்கிடையேயான இடையீடுகளாகும்.
- ஆன்டிபாடி மற்றும் கரையும் தன்மைக் கொண்ட ஆன்டிஜென் ஆகியவற்றிற்கிடையேயான இடையீடுகளால் வீழ்படிவாதல் நிகழ்கிறது. வீழ்படிவாதலை உருவாக்கும் ஆன்டிபாடி வீழ்படிவாக்கும் காரணி எனப்படும். ஆன்டிஜென் மற்றும் ஆன்டிபாடி இவற்றிற்கிடையேயான இடையீடுகளால் உருவாகும் கண்ணிற்கு புலப்படும் இணைவு ஒட்டி உறைதல் எனப்படும். இவ்வகை வினையை உருவாக்கும் ஆன்டிபாடி ஒட்டி உறைய செய்யும் காரணி எனப்படும்.

- இரத்த வகை என்பது இரத்தத்தில் உள்ள ஆன்டிபாடிகள் மற்றும் இரத்த சிவப்பணுக்களின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் ஆன்டிஜென்களின் அடிப்படையில் இரத்தத்தை வகைப்படுத்துவதாகும். கார்ல் லாண்ட் ஸ்டீனர் ABO இரத்த வகையை கண்டறிந்தார். மனிதனின் இரத்த சிவப்பணுக்கள் வெவ்வேறான ஆன்டிஜென்களை கொண்டுள்ளது. இந்த ஆன்டிஜென்கள் ஒட்டி உறையம் காரணிகள் எனப்படுகின்றன. மிக முக்கியமான ஆன்டிஜென்கள் A மற்றும் B ஆகும். இந்த ஆன்டிஜென்களுக்கு எதிரான ஆன்டிபாடிகள் ஒட்டி உறைய செய்யும் காரணிகள் எனப்படும். ஆன்டிபாடி A மற்றும் ஆன்டிபாடி B ஆகியவை ஒட்டி உறைய செய்யும் காரணிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். Rh அமைப்பு என்பது இரத்த சிவப்பணுக்களில் உள்ள மற்றொருமொரு Rh காரணியாகும். ABO மற்றும் Rh காரணியை பொருத்து எட்டு வகையான இரத்த தொகுதிகள் உள்ளன. திசு ஒட்டுதல் முறையில் திசுக்களை விலக்குதல் மற்றும் இரத்தம் செலுத்துதலில் ஆன்டிஜென் – ஆன்டிபாடி வினைகள் ஏற்படுதல் போன்றவற்றை தடுக்க இரத்த தொகுதி வகை கண்டறிதல் சோதனைகள் பயன்படுகின்றன.

மதிப்பீடு

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடு

1. ரேபீஸ் (வெறிநாய் கடி) நோய்க்கு முதன் முதலில் தடுப்பூசியை கண்டறிந்தவர்

அ) எட்வார்டு ஜென்னர் ஆ) ராபர் கோச்
இ) லூயிஸ் பாஸ்டர் இ) லேடி மாண்டாகு

2. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது பேண்டமிக் (Pandemic) நோய்?

அ) AIDS ஆ) சாதாரண சளி
இ) ரேபிஸ் ஈ) பிளேக்

3. கீழ்க்கண்டவற்றிலிருந்து காச நோய்க்கு தகுந்த தடுப்பூசியை கண்டுபிடி

அ) DPT ஆ) MMR
இ) BCG ஈ) TDP

4. அழற்சியின் (Inflammation) போது உருவாகும் அறிகுறியான டோலர் (dolor) என்பது

அ) வீக்கம் (swelling) ஆ) சிவப்பாக மாறுதல்
இ) வெப்பம் ஈ) வலி

5. இயற்கையில் காணப்படும் மூலக்கூறுகளில் எது அதிக உடற்காப்பு ஊக்கத் தன்மையை கொண்டுள்ளது?

அ) புரதம் ஆ) கார்போஹைட்ரேட்
இ) லிப்பிடு ஈ) நியூக்ளிக் அமிலம்

6. ஆன்டிஜென்கள் வினைபுரிவதால் B–செல்களிலிருந்து உருவாகும் புரதம்

அ) ஆன்டிபாடி ஆ) இண்டர்பெரான்
இ) நிரப்புக் காரணி ஈ) தீவிர நிலை புரதம்

7. ஆன்டிபாடிகளால் அங்கீகரிக்கப்பட்டு ஆன்டிஜென் இணையும் ஆன்டிபாடியின் பகுதி

அ) பாராடோப் ஆ) அக்ரிடோப்

இ) எபிடோப் ஈ) இவற்றில் எதுவுமில்லை

8. டைபாய்டு நோயை கண்டறிய பயன்படும் சோதனை

அ) வைடால் சோதனை ஆ) வளையச் சோதனை

இ) சோதனைக் குழாய் சோதனை ஈ) இவற்றில் எதுவுமில்லை

9. இரத்த சிவப்பணுக்களில் உள்ள ஒட்டி உறையச் செய்யும் காரணிகள்

அ) வீழ்படிவாக்கி ஆ) ஒட்டி உறையும் காரணி

இ) ஹேப்டேன் ஈ) எபிடோப்

10. ABO இரத்த வகையில் மரபணு வகை I^BI^B அல்லது I^Bi; என பெற்றிருப்பவரின் இரத்த வகை

அ) A வகை ஆ) B வகை

இ) O வகை ஈ) AB வகை

11. Rh காரணியை கண்டறிந்தவர் யார்?

அ) லாண்ட்ஸ்டைனர் மற்றும் வைன்னர்
ஆ) லூயிஸ் பாஸ்டர்
இ) லாண்டஸ்டைனர் மற்றும் கோச்
ஈ) இவர்களில் யாரும் இல்லை

12. கனச் சங்கிலியில் உள்ள அடையாளங்காட்டப்பட்டுள்ள மாறாத பகுதிகள் எத்தனை?

அ) 2 ஆ) 3

இ) 4 ஈ) 5

13. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது இயற்கையின் தெரிவுத் தன்மையற்ற நோய் தடைக் காப்பாகும்?

அ) பெறப்பட்ட நோய் தடைக்காப்பு ஆ) இரத்த வழி நோய் தடைக்காப்பு

இ) இயல்பான நோய் தடைக்காப்பு ஈ) இவற்றில் எதுவுமில்லை

14. மேக்ரோபேஜ்களால் பாக்டீரியாக்களை அழிக்கப்படும் முறை

அ) பினோசைட்டோஸிஸ் ஆ) செல்விழுங்குதல் (பேகோசைட்டோசிஸ்)
இ) டிரான்ஸ்சைட்டோசிஸ் ஈ) ஆக்ஸிஜனேற்றம்

15. எதிர் குளோடிலின் சோதனைக்கான மறுபெயர்

அ) VDRL சோதனை ஆ) கூம்ஸ் சோதனை
இ) ரேபிஸ் சோதனை ஈ) கோஷ் சோதனை

16. IgM ஆன்டிபாடியில் உள்ள ஆன்டிஜென் இணையும் பகுதிகளின் எண்ணிக்கை

அ) 7 ஆ) 8
இ) 9 ஈ) 10

17. நஞ்சுக் கொடியை கடக்கும் ஆன்டிபாடி

அ) IgG | ஆ) IgA
இ) IgM | ஈ) IgE

18. ஆன்டிபாடியின் எவ்வகை எளிய சங்கிலி அதிகளவில் காணப்படுகிறது

அ) கப்பா | ஆ) லேம்டா
இ) காமா | ஈ) ஆல்ஃபா

19. ஆன்டிபாடியின் ஒரு களத்தில் (Domain) சராசரியாக காணப்படும் அமினோ அமிலங்களின் எண்ணிக்கை

அ) 440 | ஆ) 330
இ) 220 | ஈ) 110

20. கீழ்க்கண்டவற்றில் எது சூப்பர் ஆன்டிஜென்

அ) ஆட்டோஜன் | ஆ) TSST – 1
இ) டாக்ஸாய்டு | ஈ) ஹேப்டேன்

21. சேற்றுப்புண்ணை (Athelete's feet) உருவாக்கும் காரணி

அ) பாக்டீரியா | ஆ) வைரஸ்
இ) பூஞ்சைகள் | ஈ) ஹெல்மின்தஸ்

22. AIDS நோயை உருவாக்கும் காரணி

அ) HPV | ஆ) ஹெபாடிடிஸ் வைரஸ்
இ) HIV | ஈ) SV

23. போலியோ நோயை தடுக்க கொடுக்கப்படும் தடுப்பூசி எது

அ) சால்க் தடுப்பூசி | ஆ) சாபின் தடுப்பூசி
இ) அ மற்றும் ஆ | இ) இவற்றில் எதுவுமில்லை

24. காச நோயை தடுப்பதற்கான தடுப்பூசி எது?

அ) TT | ஆ) DPT
இ) BCG | ஈ) MMR

25. நோய் தடைக் காப்பியலின் தந்தை எனப்படுவர் யார்?

அ) எட்வர்டு ஜென்னர் | ஆ) இராபர்ட் கோச்
இ) லூயிஸ் பாஸ்டர் | ஈ) லேடி மாண்டாகு

II. பொருத்துக.

1.	IgG	–	நிரப்புக் காரணி நிரப்பல்
2.	IgM	–	சீம்பால்
3.	RA காரணி	–	ஒவ்வாமை
4.	IgE	–	ஆப்சோனைசேஷன்
5.	IgA	–	முடக்கு வாதம்

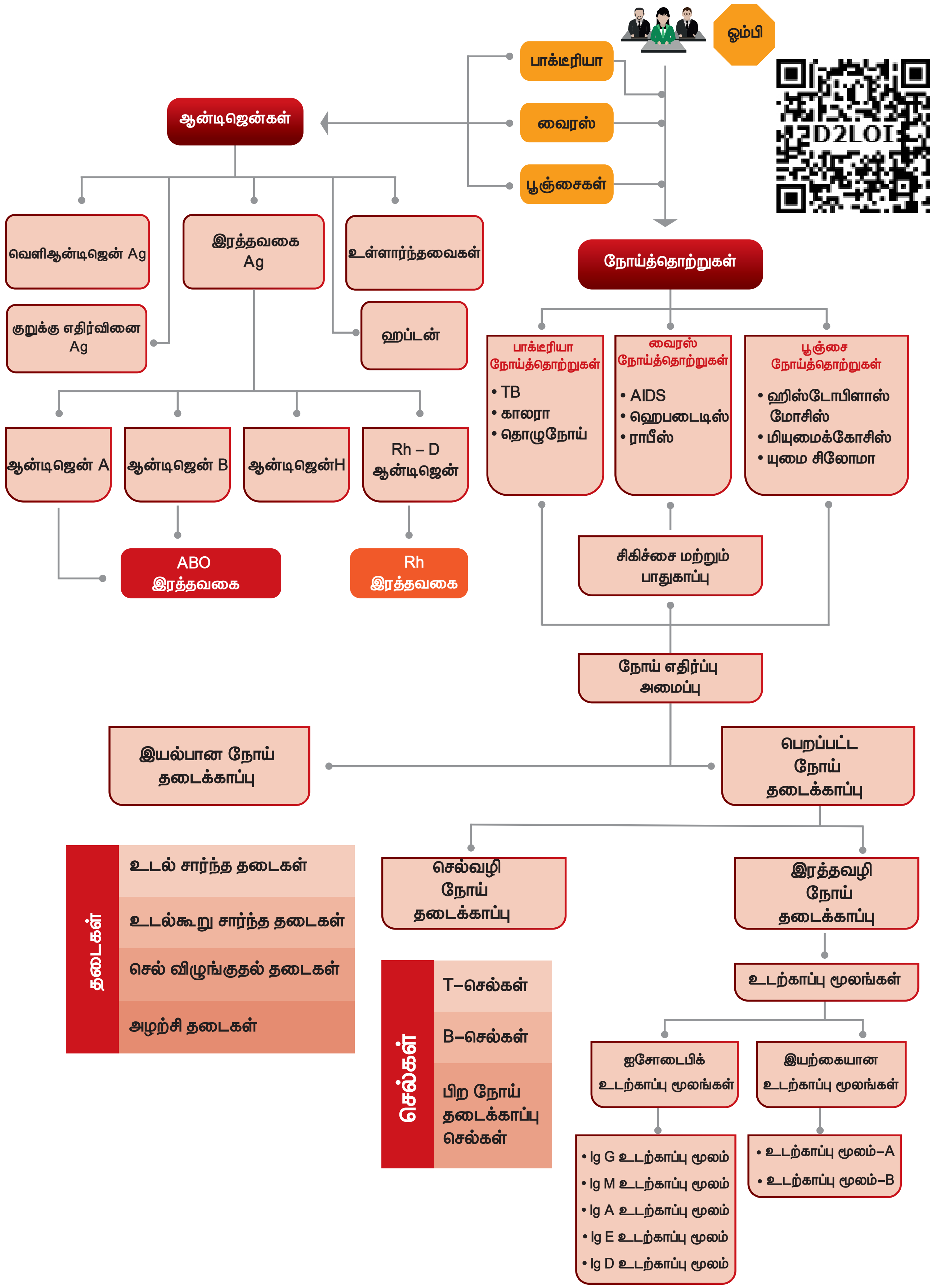
III. கீழ்க்கண்டவற்றிற்கு விடையளி

1. எபிடோப் வரையறு.
2. செல் விழுங்குதல் என்றால் என்ன?
3. ஹெப்டேன்கள் என்றால் என்ன?
4. நோய் எதிர்ப்பு நினைவாற்றலின் முக்கியத்துவம் யாது?
5. வைரஸ் தொற்றுக்கான நான்கு எடுத்துக்காட்டுகளை தருக.
6. பூஞ்சை தொற்று பற்றி சிறுகுறிப்பு வரைக.
7. அழற்சியின் போது (Inflammation) நடக்கும் நிகழ்வுகளை விவரி.
8. இரத்த வழி மற்றும் செல்வழி நோய் தடைக்காப்பை ஒப்பிடுக.
9. ஆன்டிஜென் – ஆன்டிபாடி (உடற்காப்பு ஊக்கி – உடற்காப்பு மூலம்) ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வினைகளின் பொதுப் பண்புகளை பட்டியலிடுக.
10. இரத்த வகையை எவ்வாறு வரையறுப்பாய்?
11. ஐசோ ஆன்டிபாடிகள் வரையறு.
12. தீவிர நிலை புரதம் என்றால் என்ன?
13. நோய் தடைக்காப்பியலில் கண்ணீரின் பங்கு யாது?
14. அரிதான இரத்த வகைகளை பட்டியலிடு.
15. ஒட்டி உறைதல் வினையை விளக்குக.
16. ஒவ்வாமை காரணி வரையறு.
17. நோயியல் (Epidemiology) வரையறு.
18. ஐந்து வைரஸ் நோய்களை அவற்றிற்க்கான சிகிச்சை முறையுடன் பட்டியலிடுக.
19. நோய்க்காரணம் (Etiology) வரையறு.
20. தொற்று நோய்களை கண்டறியும் சோதனைகளுக்கான செய்முறைகள் குறித்து குறிப்பு வரைக
21. தொற்று நோய் பரவும் பல்வேறு முறைகள் யாவை?
22. வேரியோலெஷன் (Variolation) வரையறு.
23. செல்விழுங்குதலில் நிகழும் பல்வேறு முறைகள் யாவை?
24. வெவ்வேறு வகையான உடற்காப்பு மூலங்களை (Antibody) ஒரு அட்டவணையில் வேறுபடுத்துக.

மேற்கோள் நூல்கள்

1. Punt J, Stranford S, Jones P and Owen J, (2018). Kuby's Immunology, 8th edition, W. H. Freeman and Company, New York. (ISBN: 9781464189784)
2. Delves P, Martin S, Burton D and Roitt I M (2017). Roitt's Essential Immunology, 13th edition, Wiley-Blackwell Scientific Publication, Oxford. (ISBN: 978-1-118-41606-8)
3. Abbas A K, Lichtman A H and Pillai S (2015). Cellular and Molecular Immunology, 8th edition, Saunders Publication, Philadelphia. (ISBN: 978-0-323-22275-4)

கருத்து வரைபடம்


ஓம்பி
பாக்டீரியா
வைரஸ்
பூஞ்சைகள்
ஆன்டிஜென்கள்
வெளிஆன்டிஜென் Ag
இரத்தவகை Ag
உள்ளார்ந்தவைகள்
குறுக்கு எதிர்வினை Ag
ஹேப்டன்
ஆன்டிஜென் A
ஆன்டிஜென் B
ஆன்டிஜென்H
Rh – D ஆன்டிஜென்
ABO இரத்தவகை
Rh இரத்தவகை
நோய்த்தொற்றுகள்
பாக்டீரியா நோய்த்தொற்றுகள்
• TB
• காலரா
• தொழுநோய்
வைரஸ் நோய்த்தொற்றுகள்
• AIDS
• ஹெபடைடிஸ்
• ராபீஸ்
பூஞ்சை நோய்த்தொற்றுகள்
• ஹிஸ்டோபிளாஸ் மோசிஸ்
• மியுமைக்கோசிஸ்
• யுமை சிலோமா
சிகிச்சை மற்றும் பாதுகாப்பு
நோய் எதிர்ப்பு அமைப்பு
இயல்பான நோய் தடைக்காப்பு
பெறப்பட்ட நோய் தடைக்காப்பு
தடைகள்
உடல் சார்ந்த தடைகள்
உடல்கூறு சார்ந்த தடைகள்
செல் விழுங்குதல் தடைகள்
அழற்சி தடைகள்
செல்வழி நோய் தடைக்காப்பு
இரத்தவழி நோய் தடைக்காப்பு
செல்கள்
T–செல்கள்
B–செல்கள்
பிற நோய் தடைக்காப்பு செல்கள்
உடற்காப்பு மூலங்கள்
ஐசோடைபிக் உடற்காப்பு மூலங்கள்
இயற்கையான உடற்காப்பு மூலங்கள்
• Ig G உடற்காப்பு மூலம்
• Ig M உடற்காப்பு மூலம்
• Ig A உடற்காப்பு மூலம்
• Ig E உடற்காப்பு மூலம்
• Ig D உடற்காப்பு மூலம்
• உடற்காப்பு மூலம்–A
• உடற்காப்பு மூலம்–B

www.tnschoolbooks.in

+2 உயிர் வேதியியல் செய்முறைகள்

மாணவர்களுக்கான அறிவுறுத்தல்

- மாணவர்கள் கூர்ந்து நோக்கலுக்கும் மற்றும் முடிவுகளை பதிவிடவும் நோட்டுப் புத்தக்கத்தினைப் பயன்படுத்தவேண்டும்.
- மாணவர்கள் பாதுகாப்பு அங்கியினையும் மற்றும் கண்ணாடியினையும் ஆய்வகத்தில் அணிய வேண்டியது அவசியமாகும்.
- ஆய்வகத்திலுள்ள எந்த ஒரு கரைசல்கள் மற்றும் வினைப் பொருட்களை தொடவோ சுவைபார்க்கவோ கூடாது. ஏதேனும் ஒரு கரைசல் (அ) வினைக்காரணி தோலில் தவறி விழுந்தால் உடனே நீரினல் நன்றாக கழுவி விட வேண்டும்.
- மாணவர்கள் எந்த ஒரு பொருளின் ஆவி மற்றும் வாயுவினை நுகர கூடாது.
- வினை பொருட்களை எடுக்க சிறு கரண்டி / துளி சொட்டி பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.
- வெப்பப்படுத்தும் போது சோதனை குழாயின் திறந்த முனை மற்ற எந்த ஒரு மாணவனையும் நோக்கிய வண்ணம் இருத்தல் கூடாது.
- ஏதேனும் ஒரு சிறு விபத்து நேரிடில் உடனடியாக ஆய்வக ஆசிரியரிடம் தெரிவித்தல் வேண்டும்.
- ஆய்வகத்தில் முறையான செயல்முறையினைக் கொண்டு ஆய்வு செய்தல் வேண்டும்.
- சோதனையில் உள்ள ஒவ்வொரு உயிர் வேதி வினைகளை உணர்ந்து செய்தல் வேண்டும்.
- ஆய்வின் முன்னரும் மற்றும் இறுதியிலும் ஆய்வக மேசையினை தொற்று நீக்கி கொண்டு தூய்மைப்படுத்துதல் மிகவும் அவசியம்.
- திரவங்களை பிப்பெட்டினைக் கொண்டு வாயினால் நேரடியாக உறிஞ்சி எடுப்பதைத் தவிர்த்துவிடல் அவசியம். சிறு இயந்திர பயன்பாட்டின் மூலம் பிப்பெட்டில் கரைசல்களை உறிஞ்சி எடுத்தல் வேண்டும்.
- ஆய்வக சோதனைப் பொருட்கள் / கரைசல்கள் ஆகியனவற்றின் தூய்மையினை கெடும்படியான செயல்களை புரிதல் கூடாது.
- ஆய்வகத்தில் மெதுவாக பேச வேண்டும் மற்றும் தேவையற்ற நகர்தலை தவிர்தல் வேண்டும். ஏனெனில் சத்தமான பேச்சு மற்றும் நகர்தல் மற்றவர்களுக்கு கவனச்சிதறல்களை உருவாக்கி விபத்து ஏற்பட வழிவகுக்கும்.

XII_Practical_Bio-Chem-TM.indd 279 4/22/2020 11:35:43 AM

II அளவறிபகுப்பாய்வு

தரம் பார்த்தல்

பருமனறி பகுப்பாய்வின் மூலம் செறிவறியா கரைசலின் செறிவினை நாம் ஆய்வகத்தில் கண்டறியலாம். இந்நிகழ்வில் செறிவு அறிந்த திட்டக்கரைசலை செறிவறியா கரைசலோடு வினைபுரிவதன் மூலம் கணக்கிடலாம். இத்தரம் பார்த்தலில் பியூரெட்டில் எடுக்கப்படுவது தரம்பார்க்கப்படுவதெனவும் (titrant) சிறிய கூம்புக் குடுவையில் எடுப்பது பகுப்பாய பயன்படுவதெனவும் (analyte) அழைக்கப்படும்.

முடிவுநிலை

குறிப்பிட்ட கனஅளவையுடைய தரம் பார்க்கப்படும் பொருளுக்கு பகுப்பாய்வுக்கு பயன்படும் பொருளுக்கும் இடையில் நிகழும் வினையானது நிறைவடையும் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையே முடிவு நிலை எனப்படும். சில குறிப்பிடப்பட்ட நிறம் காட்டிகள் மூலம் முடிவுநிலை கண்டறியப்படுகிறது.

நிறங்காட்டிகள்

ஒரு வினை நிகழும் போது அதன் இறுதிநிலையானது குறிப்பிட்ட நிறமாற்றத்தின் மூலம் ஒரு நிறங்காட்டி உணர்த்தப்படுகிறது. ஒரு நடுநிலையாக்கல் அமிலகார வினைகளில் நடுநிலையாக்க நிறங்காட்டி (அ) pH நிறங்காட்டிகளை பயன்படுத்தலாம்.

திட்டக் கரைசல்

ஒரு கரைசலின் திறன் அறியப்பட்ட கரைசல் திறனறிந்த திட்டக் கரைசல் எனப்படுகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட எடையுள்ள பொருளைக் குறிப்பிட்ட கனஅளவுள்ள கரைப்பானில் கரைத்து திட்டக் கரைசல் தயாரிக்கலாம்.

திறன் கணக்கிடுதல்

சமானநிறை விதியினைப் பயன்படுத்தி ஒரு கரைசலின் திறனை கணக்கிடலாம். இவ்விதியின்படி, தரம்பார்க்கப்படும் பொருளும் தரம்பார்க்கப்பயன்படும் பொருளும் சமான எண்ணிக்கையில் சமமாக அமையும்.

திறன் N1 கொண்ட V1 கனஅளவுடைய அமிலம், N2 திறனுடைய V2 கனஅளவுள்ள காரத்தினை நடுநிலையாக்குவதாக கருத்தினால்

$$V_1N_1=V_2N_2$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டின் மூலம் திட்டக் கரைசலை பயன்படுத்தி செறிவறியா கரைசலின் திறன் கண்டறியலாம்.

பருமனறி பகுப்பாய்விற்கான உபகரணங்கள்

கீழ்கண்ட உபகரங்கள் பருமனறிபகுப்பாய்விற்கு பயன்படுகின்றன

(i) அளவீடுகள் குறிக்கப்பட்ட பியூரெட்

(ii) 20mL பிப்பெட்

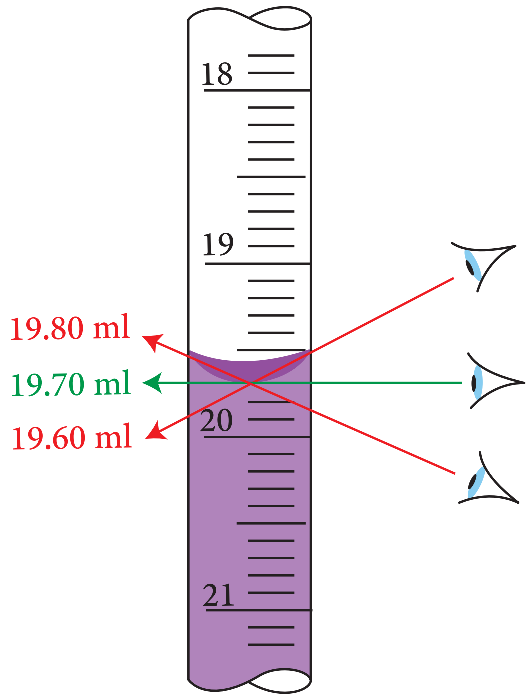
(iii) கூம்புக் குடுவை

(iv) புனல், எடை கண்டறிய பயன்படும் கருவி, நீர் பாட்டில் ஆகியன.

பியூரெட்டில் கரைசலை நிரப்புமுன் அதனுள் கிரிஸ் போன்ற பொருட்கள் இல்லாதவாறு நன்றாக கழுவ வேண்டும். பின் எடுக்கப்பட வேண்டிய கரைசலில் சிறிதளவு பியூரெட்டில் எடுத்து அதனை பியூரெட் முழுவதும் படும் படியாக சுழற்றி கழுவி கீழ்குழாய் வழியே வெளியேற்றி விடவும். எடுக்கப்படவேண்டிய கரைசலை புனல் வழியாக பியூரெட்டில் எடுத்துக்கொண்ட பின் புனலை வெளியே எடுத்துவிட வேண்டும். பியூரெட்டில் கீழுள்ள குறுகலான பகுதியில் காற்றுக்குமிழிகள் இல்லாதவாறு செய்ய வேண்டும். காற்றுக்குமிழிகள் இருப்பின் பியூரெட்டின் துளை மூலம் கரைசலை வேகமாக வினைப்பொருள் பாட்டிலிலுள் செலுத்தி காற்றுக்குமிழிகளை அகற்றலாம்.

பியூரெட்டில் சரியான அளவினை எடுத்தல் என்பது சோதனையின் முக்கியமான ஒன்றானதால் பியூரெட் அளவிடுதலை மிக அதிக கவனத்துடன் எடுத்தல் வேண்டும்.

நிறமற்ற கரைசலாக இருப்பின் திரவத்தின் கீழ்மட்டத்தினை கருதி அளக்க வேண்டும் . நிறமுள்ள கரைசல்கள் இருப்பின் திரவத்தின் மேல்மட்டத்தினை கருத்தி அளக்க வேண்டும். ஏனெனில் நிறமுள்ள கரைசலின் கீழ்மட்டம் கண்ணுக்கு சரியாக புலப்படாது. கண்ணினை அளவீட்டுக்கு நேர்கோட்டில் வைத்து பிழையில்லாமல் அளவீடு பதிய வேண்டும்.



பிப்பெட்

குறிப்பிட்ட கனஅளவுள்ள கரைசலை மிகச் சரியாக எடுக்க பிப்பெட் பயன்படுகின்றது. இதன் கீழ்பகுதியுள்ள குறுகிய குழாயானது ஒரு புறத்தில் உருளை பல்பு (bulb) வடிவ நடுப்பகுதியுடனும் ஒரு குறுகிய துளையுடன் கூடிய கீழ்பகுதியும் கொண்டுள்ளது. இதன் மேல்பகுதியில் வட்ட வடிவ அளவீடு குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

பிப்பெட்டினை பயன்படுத்தும் போது முதலில் எடுக்கப்பட வேண்டிய கரைசலைக் கொண்டு நன்கு கழுவி பின் குறியிடப்பட்ட அளவீடு வரை எடுக்கப்படவேண்டும். ஒரு கரைசலை பிப்பெட் கொண்டு எடுக்கும் போது ஆள்காட்டிவிரல் மற்றும் நடுவிரல் ஆகியன கொண்டு மேல்பகுதியினை பிடித்துக் கொள்ளவும். அதன் கீழ்பகுதியானது கரைசலுக்கும் முழுகியிருக்கப்படும்படி செய்துபின் திரவத்தை வட்டக்குறியீட்டுக்கும் மேல் இருக்கும்படி உறிஞ்சியெடுத்தல் வேண்டும். பின் அதனை ஆள்காட்டிவிரலைக் கொண்டு மூடி, மட்டம் வட்ட குறியீடுயோடு ஒன்றி அமையும் வரை எடுத்துபின் அதனை தரம் பார்த்தலுக்கு பயன்படும் கூம்புக் குடுவையில் இடவேண்டும்.

1. இரத்தத்தின் வகைகளை அறிதல்

நோக்கம்

கொடுக்கப்பட்ட இரத்தத்தின் வகையை கண்டுபிடித்தல்.

தத்துவம்

இந்த ஆய்வு சிவப்பணுக்களின் மேல் உள்ள ஆன்டிஜென்களும், அதற்குப் பொருத்தமான சீரத்தில் உள்ள உடற்காப்பு மூலங்களும் வினைபுரிவதால் உண்டாகும் ஆன்டிஜென் – ஆன்டி கூட்டுச் சேர்மங்களைப் பொருத்து அமைகிறது.

உபகரணங்களும் வினைப் பொருட்களும்

1. ஆன்டி A, 2. ஆன்டி B, 3. ஆன்டி D, 4. சுத்தமான லான்செட், 5. வெள்ளை சலவைக் கல்லாலான சிற்றோடு (tile), 6. கலக்குவதற்காக குச்சிகள், 7. ஆல்கஹால்

செய்முறை

சுத்தமான ஒரு வெள்ளைப் சிற்றோட்டினை எடுத்து அதை நான்கு சதுர சம பாகங்களாக பென்சிலால் வரைந்து கோடிட வேண்டும். நான்கு பாகங்களிலும் A,B,C,D என்று பெயரிட வேண்டும்.

இரத்த வகை அறிவதற்காக வந்திருக்கும் நபரின் இடது கை நடுவிரலின் உச்சி பாகத்தை ஆல்கஹால் கொண்டு சுத்தம் செய்ய வேண்டும். பின்னர் அதிகப்படியான ஆல்கஹாலை சுத்தமான பஞ்சு கொண்டு துடைத்து எடுக்க வேண்டும்.

சிற்றோட்டில் A என்று குறிக்கப்பட்ட பகுதியில் ஒரு துளி ஆன்டி A யையும், B என்று குறிக்கப்பட்ட பகுதியில் ஆன்டி Bயையும், D என்று குறிக்கப்பட்ட பகுதியில் ஆன்டி D யையும் வைக்க வேண்டும். C பகுதி கண்டறியப்பட்ட இரத்த வகையை உறுதி செய்ய பயன்படுத்தப்படுகிறது. சுத்தம் செய்யப்பட்ட விரலின் நுனியில் லான்செட் கொண்டு சிறிய காயத்தை (Prick) உண்டாக்க வேண்டும். வெளிவரும் முதல் துளி இரத்தத்தை பஞ்சு கொண்டு துடைத்து எடுத்துவிட வேண்டும். அடுத்து வெளிவரும் இரத்தத் துளிகளை ஒவ்வொரு துளியாக A,B,D என்று குறிக்கப்பட்ட பகுதிகளில், ஏற்கனவே வைக்கப்பட்ட துளிகளுக்கு வெகு அருகாமையில் வைக்க வேண்டும். பின்னர் ஒவ்வொரு பகுதிக்கும் தனியாக குச்சிகளை பயன்படுத்தி இரண்டு துளிகளையும் நன்றாக கலக்க வேண்டும். அவ்வாறு கலக்கும் போது திரிதல் (Agglutination) உண்டாகிறதா என்பதை கவனிக்க வேண்டும்.

A பகுதியில் திரிதல் உண்டானால் இரத்தம் A வகையை சார்ந்ததாகும். B பகுதியில் திரிதல் உண்டானால் இரத்தம் B பிரிவைச் சார்ந்ததாகும். AB ஆகிய இரண்டு பகுதிகளிலும் திரிதல் உண்டானால் இரத்தம் AB பிரிவைச் சார்ந்ததாகும். A,B ஆகிய இரண்டு பகுதிகளிலும் திரிதல் உண்டாக வில்லை என்றால் இரத்தம் O பிரிவைச் சார்ந்ததாகும்.

D பகுதியில் உண்டாகும் திரிதல் இரத்தம் Rh+ பிரிவைச் சார்ந்ததாக காட்டுகிறது. D பகுதியில் திரிதல் உண்டாகவில்லையென்றால் Rh+ பிரிவைச் சார்ந்ததாகும்.

A பகுதியிலும் D பகுதியிலும் திரிதல் உண்டானால் இரத்தம் A+ பிரிவைச் சார்ந்ததாகும். B பகுதியிலும் D பகுதியிலும் உண்டாகும் திரிதல் இரத்தம் B+ சேர்ந்ததாகும்.

A,B,D ஆகிய மூன்று பகுதிகளிலும் உண்டாகும் திரிதல் இரத்தம் AB+ வகையைச் சார்ந்ததாக

உணர்த்தும். A,B,D ஆகிய மூன்று பகுதிகளிலும் திரிதல் உண்டாகவில்லையென்றால் இரத்தம் O – வகையைச் சார்ந்ததாக தெரிவிக்கும். A பகுதியில் உடனடியாக திரிதல் ஏற்பட்டால் இரத்தம் A_1 வகையைச் சார்ந்ததாகும். திரிதல் சற்று நேரத்திற்குப் பிறகு ஏற்பட்டால் இரத்தம் A_2 வகையைச் சார்ந்ததாகும்.

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையில் திரிதல் மற்றும் இரத்தப் பிரிவு வகைகள் பற்றிய விளக்கம் அளிக்கப்பட்டுள்ளது.

வரிசை எண்	ஆன்டி	திரிதல் உண்டாகிறதா? இல்லையா?	இரத்த வகை
1.	ஆன்டி A	ஆம்	A^+
	ஆன்டி D	ஆம்	
2.	ஆன்டி A	ஆம்	A^-
	ஆன்டி D	இல்லை	
3.	ஆன்டி B	ஆம்	B^+
	ஆன்டி D	ஆம்	
4.	ஆன்டி B	ஆம்	B^-
	ஆன்டி D	இல்லை	
5.	ஆன்டி A&B	ஆம்	AB^+
	ஆன்டி D	ஆம்	
6.	ஆன்டி A &B	ஆம்	AB^-
	ஆன்டி D	இல்லை	
7.	ஆன்டி A & B	இல்லை	O^+
	ஆன்டி D	ஆம்	
8.	ஆன்டி A &B	இல்லை	O^-
	ஆன்டி D	இல்லை	

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட இரத்தத்தின் வகை _____________

XII_Practical_Bio-Chem-TM.indd 283 4/22/2020 11:35:44 AM

ஒளிமின் நிறமானியில் அளவிடுதல்

2. ஒளிமின் நிறமானியில் புரதத்தின் அளவை கணக்கிடுதல் – பையூரட் முறை

நோக்கம்

கொடுக்கப்பட்ட மாதிரியில் உள்ள புரதத்தின் அளவை ஒளிமின் நிறமானி கொண்டு கணக்கிடுதல்.

தத்துவம்

புரதத்தின் அடுத்தடுத்துள்ள இரண்டு பெப்டைடு பிணைப்புகள் காரத் தன்மையோடு கூடிய காப்பர் அயனிகளோடு வினை புரியும் போது ஊதா நிற கூட்டுச் சேர்மங்கள் உருவாகின்றன. இவற்றின் நிறச் செறிவை 540 நானோ மீட்டரில் கணக்கிடலாம். எல்லா புரதங்களும் பெப்டைடு பிணைப்புகளை கொண்டவை. ஆதலால், இந்த ஆய்வு புரதத்தை கணக்கிட மட்டுமே உபயோகப்படுத்தப்படுவதாகும்

தேவையான வினைப் பொருட்கள்

பையூரட் ஸ்டாக் கரைசல்

45 கிராம் சோடியம் பொட்டாசியம் டார்ட்ரேட்டை 0,2N திறன் கொண்ட, 400 மிலி சோடியம் ஹைட்ராக்சைடில் கரைத்து, பின் 15 கி காப்பர் சல்பேட்டை சேர்க்க வேண்டும். காப்பர் சல்பேட் ஒன்றாக கரையும் வரையில் கலக்கவும், 5 கிராம் பொட்டாசியம் அயோடைடு உப்பு சேர்த்து 0,2N திறன் கொண்ட சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலைக் கொண்டு ஒரு லிட்டர் அளவிற்கு கொண்டு வரவேண்டும்.

உபயோகத்திற்கான பையூரட் கரைசல்

200 மி.லி பையூரட் ஸ்டாக் கரைசலை, ஒரு லிட்டருக்கு 5 கி பொட்டாசியம் அயோடைடைக் கொண்டுள்ள 0,2N திறன் கொண்ட சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசல் கொண்டு, ஒரு லிட்டர் அளவாக நீர்க்க வேண்டும்.

இருப்பு புரதம் திட்டக் கரைசல்

1 கிராம் முட்டை ஆல்புமினை (Egg albumin) மிகச் சரியாக எடை அறிந்து எடுக்க வேண்டும். பின்னர் அதை 100 மி.லி கன அளவு குடுவையில் சேர்த்து வாலை வடிநீரில் கரைக்கவும், குறிக்கப்பட்டுள்ள அளவு வரும் வரை வாலைவடி நீரால் நிரப்ப வேண்டும்.

புரதத்தின் செறிவு – 10 மி.கி / மி.லி

உபயோகத்திற்கான திட்டக் கரைசல்

10 மி.லி இருப்புத் திட்டக் கரைசலை 100 மி.லி கன அளவு குடுவையில் எடுத்துக் கொண்டு அதில் குறிக்கப்பட்டுள்ள அளவு வரும் வரை வடிநீரால் நிரப்ப வேண்டும்.

புரதத்தின் செறிவு = 1 மி.கி / மி.லி

XII_Practical_Bio-Chem-TM.indd 284 4/22/2020 11:35:44 AM

செய்முறை

புரதத்தை அளவிடல்

5 சோதனைக் குழாய்களில் (S1 –S5) 0.5 மி.லி முதல் 2.5 மி.லி வரை தனித்தனியாக, உபயோகத்திற்கான திட்டக் கரைசலை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இந்த கரைசல்களில் உள்ள புரதத்தின் செறிவு 0.5 மி.கி முதல் 2.5 மி.கி வரை இருக்கிறது மற்றும் இரண்டு சோதனைக் குழாய்களில் (T_1 & T_2)) 0.5 மி.லி மற்றும் 1.0 மி.லி மாதிரிக் கரைசலை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். வாலை வடிநீர் கொண்டு அனைத்து சோதனைக் குழாய்களில் உள்ள கரைசலின் கன அளவை 5 மி.லி க்கு கொண்டு வரவேண்டும். 5 மி.லி வாலை வடிநீர் ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக் கொண்ட சுழிக் கரைசலாக வைக்கப்படுகிறது.

பிறகு 3 மி.லி அளவு, உபயோகத்திற்கான பையூரட் கரைசலை அனைத்து ஆய்வுக் குழாய்களிலும் (சுழிக் கரைசல் உட்பட) சேர்த்து நன்றாக கலக்க வேண்டும். சோதனைக் குழாய்களை அப்படியே அறையின் வெப்ப நிலையில் 10 நிமிட நேரம் வைத்து கரைசலின் நிறச் செறிவை 540 நானோ மீட்டரில் அளக்க வேண்டும்.

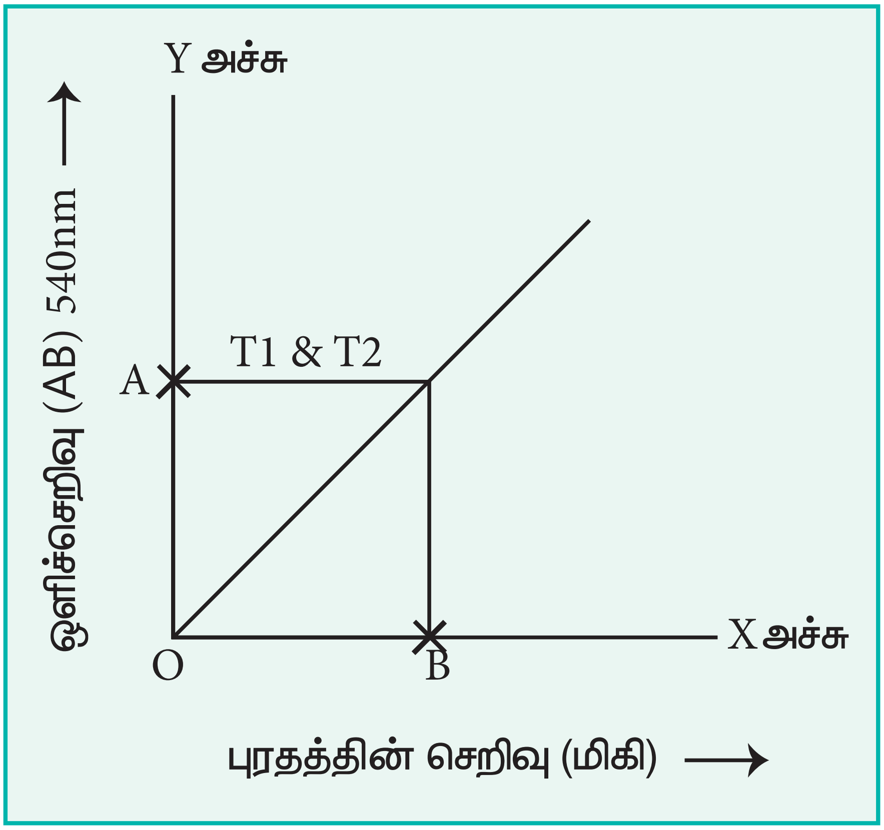
X அச்சில் புரதத்தின் செறிவையும் Y அச்சில் ஒளிச்செறிவையும் குறித்து, ஒரு வரைபடத்தினை உருவாக்க வேண்டும். இதிலிருந்து கொடுக்கப்பட்ட மாதிரியில் உள்ள புரதத்தின் அளவை கணக்கிட வேண்டும்.

புரதத்தை அளவிடுவதற்கான புரோட்டாகால்

வ. எண்	தேவையான வினைப் பொருட்கள்	சுழிக் கரைசல்	திட்டக்கரைசல்					மாதிரிக் கரைசல்	
			S1	S2	S3	S4	S5	T_1	T_2
1.	புரதத்தின் திட்டக் கரைசலின் கன அளவு (மி.லி)	-	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	-	-
2.	புரதத்தின் செறிவு (மி.கி)	-	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	-	-
3.	மாதிரிக் கரைசல் கன அளவு (மி.லி)	-	-	-	-	-	-	0.5	1.0
4.	வாலை வடிநீரின் களஅளவு (மி.லி)	5	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	4.5	4.0
5.	பையூரட் காரணியின் கனஅளவு (மி.லி)	3	3	3	3	3	3	3	3
6.	மறைதிறன் (540 nm)								

வரைபடம்

வரைபடத்தில் காட்டியுள்ளபடி சோதனைக் குழாய்களின் T_1&T_2 மறைதிறன் "A" என்று அதனுள் இருக்கும் புரதத்தின் செறிவு "B" என்றும் கொள்ளவும்.



கணக்கீடு

T_1&T_2 சோதனைக் குழாய்களின் மறைதிறன் A ற்கு நிகராக உள்ள புரதத்தின் அளவு = B மி.கி.

0.5 மி.லி மாதிரிக்கரைசல் Y mg புரதத்தை கொண்டுள்ளது

100 மி.லி மாதிரிக்கரைசல் கொண்டுள்ள புரதத்தின் அளவு = 100 x Y / 0.5

= -------- மி.கி

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட 100 மி.லி மாதிரியில் உள்ள புரதத்தின் எடை = -------- மி.கி.

3. குளுக்கோஸை அளவிடல் – ஆர்த்தோ டொலுடின் முறை

நோக்கம்

கொடுக்கப்பட்ட மாதிரியில் உள்ள குளுக்கோஸின் அளவை கணக்கிடுதல்.

தத்துவம்

அசிட்டிக் அமிலத்தோடு கூடிய ஆர்த்தோ டொலுடின் கரைசல், குளுக்கோஸோடு வினைபுரிந்து நீலநிற விளைபொருளை உண்டாக்குகிறது. இவற்றின் நிறச் செறிவை 640nm ல் ஒளி மின் நிறமானி கொண்டு அளக்கலாம். இவ்வாறு உருவாகும் சேர்மங்களின் நிறச்செறிவு இரத்தத்தில் உள்ள குளுக்கோஸின் உண்மையான அளவாகும்.

தேவையான வினைப் பொருட்கள்

1. குளுக்கோஸ் இருப்புத் திட்டக் கரைசல்

100 மி.கி குளுக்கோஸ் மிகச் சரியாக எடை அறிந்து, 100 மி.லி திட்டக் குடுவையில் வாலைவடிநீர்க் கொண்டு கரைக்க வேண்டும். பிறகு அதில் குறிப்பிட்டுள்ள அளவு வரும் வரை வாலை வடி நீரால் நிரப்ப வேண்டும்.

குளுக்கோஸின் செறிவு = 1 மி.கி / மி.லி

2. உபயோகத்தற்கான குளுக்கோஸ் திட்டக் கரைசல்

10 மி.லி இருப்புத் திட்டக் கரைசலை 100 மி.லி வாலை வடிநீரால் நிரப்ப வேண்டும்.

குளுக்கோஸின் செறிவு = 100 மைக்ரோ கிராம் (μg) / மி.லி

3. ஆர்த்தோ டொலுடின் வினை பொருள்

12.5 கி தயோ யூரியாவையும், 12கி போரிக் அமிலத்தையும், 50 மி.லி வாலை வடிநீர் சேர்த்து மிதமான சூட்டில் கரைக்க வேண்டும். இதில் மீண்டும் காய்ச்சி வடித்த 75 மி.லி ஆர்த்தோ டொலுடின் திரவத்தையும் 375 மி.லி. அசிட்டிக் அமிலத்தையும் கலந்த கலவையை சேர்க்க வேண்டும். இந்த கரைசலை நன்கு கலந்து 500 மி.லி. அளவு குடுவையில் அசிட்டிக் அமிலத்தினால் நிரப்ப வேண்டும். இந்தக் கலவையை ஒரு நாள் முழுவதும் குளிர்சாதனப் பெட்டியில் 4^0C வெப்பநிலையில் வைக்க வேண்டும்.

XII_Practical_Bio-Chem-TM.indd 287 4/22/2020 11:35:44 AM

செய்முறை

குளுக்கோஸின் அளவை அறிதல்

S1 – S5 என்று குறியிடப்பட்ட ஐந்து சோதனைக் குழாய்களில் 0.5 மி.லி – 2.5 மி.லி. குளுக்கோஸ் திட்டக் கரைசலை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இந்த சோதனைக் குழாய்களில் உள்ள குளுகோஸின் அளவு முறையே 50 மைக்ரோகிராம் முதல் 250 மைக்ரோ கிராம் வரையாகும். மேலும் இரண்டு சோதனைக் குழாய்களில் (T_1&T_2) 0.5 மி.லி மற்றும் 1 மி.லி. மாதிரி கரைசலை S1 – S5 சோதனைக் குழாய்களில் உள்ள கலவையின் கன அளவை, வாலை வடிநீர் கொண்டு 2.5 மி.லி அளவுக்கு கொண்டு வர வேண்டும். 2.5 மி.லி வாலை வடிநீர் மட்டும் கொண்ட சோதனைக் குழாய் சுழிக் கரைசலுக்காக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

பிறகு அனைத்து சோதனைக் குழாய்களிலும் 4 மி.லி ஆர்த்தோ டொலுடின் கரைசலைச் சேர்த்து 20 நிமிட நேரம் கொதிக்கும் நீர் கொண்ட பாத்திரத்தில் வைக்க வேண்டும். குளிர்ந்த பின், சோதனைக் குழாய்களில் உருவாகும் நீல நிறச் சேர்மங்களின் நிறச் செறிவை 640nm ல் ஒளிமின் நிறமானியில் அளக்க வேண்டும்.

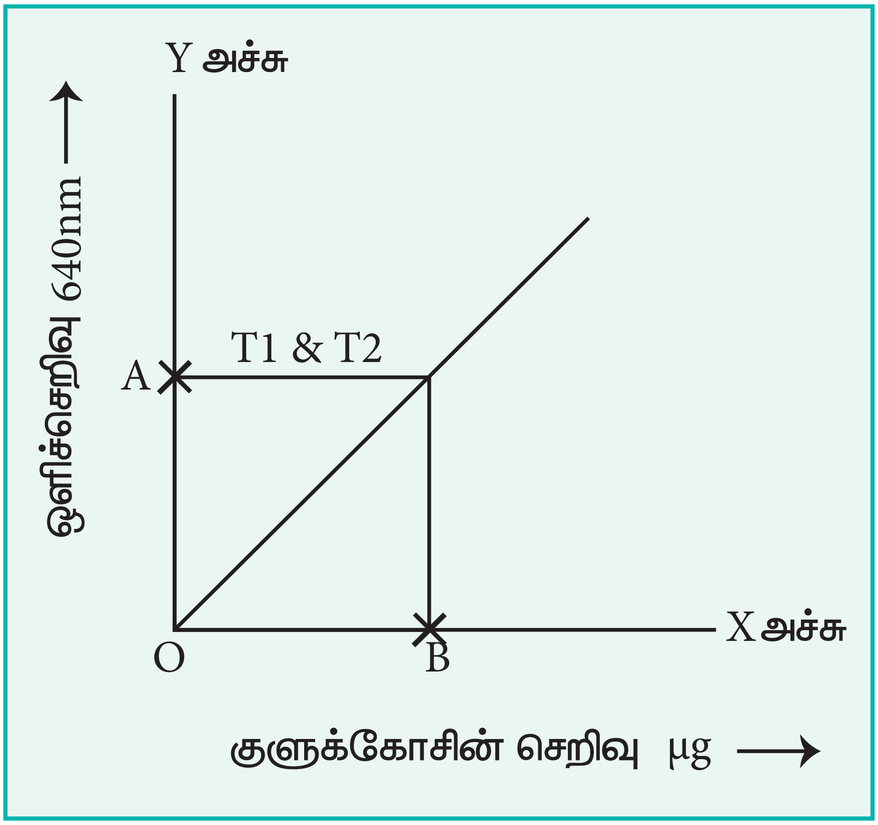
குளுக்கோஸின் செறிவு (X அச்சு) மற்றும் ஒளிச் செறிவு (Y அச்சு) ஆகியவற்றைக் கொண்டு ஒரு வரைபடத்தை உருவாக்க வேண்டும். இந்த வரைபடத்தைக் கொண்டு மாதிரி கரைசலில் உள்ள குளுக்கோஸின் அளவு நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

குளுக்கோஸ் அளவிடலுக்கான புரோட்டோகால்

வ. எண்	தேவையான வினைப் பொருட்கள்	சுழிக் கரைசல்	திட்டக்கரைசல்					மாதிரி கரைசல்	
			S1	S2	S3	S4	S5	T_1	T_2
1.	குளுக்கோஸ் திட்டக் கரைசலின் கன அளவு (மி.லி)	–	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	–	–
2.	குளுக்கோஸின் செறிவு (மைக்ரோ கிராம்)	–	50	100	150	200	250	–	–
3.	மாதிரி கரைசலின் கன அளவு (மி.லி)	–	–	–	–	–	–	0.5	1.0
4.	வாலை வடிநீரின் கனஅளவு (மி.லி)	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	–	2.0	1.5
5.	ஆர்த்தோ டொலுடின் கரைசலின் கனஅளவு (மி.லி)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
சோதனைக் குழாய்களின் கரைசல்கள் கொதிக்கும் நீரில் 20 நிமிடங்கள் வைக்கப்பட வேண்டும்.									
6.	640nmல் ஒளிச் செறிவு								

வரைபடம்

வரைபடத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள படி சோதனைக் குழாய்களின் t1 & T2 ஒளிச்செறிவு "A" என்றும் அதனுள் இருக்கும் குளுக்கோஸின் செறிவு "B" என்றும் கொள்ளவும்.



கணக்கீடு

T_1:

0.5 மி.லி மாதிரிக்கரைசல் Y மைக்கேராகிராம் குளுக்கோஸிஸை கொண்டுள்ளது

100 மி.லி மாதிரிக்கரைசல் கொண்டுள்ள குளுக்கோஸின் அளவு = 100 x Y / 0.5

= -------- மைக்கேராகிராம்

T_2:

1.0 மி.லி மாதிரிக்கரைசல் Z மைக்கேராகிராம் குளுக்கோஸிஸை கொண்டுள்ளது

100 மி.லி மாதிரிக்கரைசல் கொண்டுள்ள குளுக்கோஸின் அளவு = 100 x Z / 1.0

= -------- மைக்கேராகிராம்

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட 100 மி.லி மாதிரியில் உள்ள குளுக்கோஸின் எடை = -------- மைக்கேராகிராம்

4. புரதத்தின் அளவை அறிதல் – லௌரியின் முறை

நோக்கம்

கொடுக்கப்பட்டுள்ள மாதிரியில் உள்ள மொத்த புரதத்தின் நிறையை கணக்கிடுதல்.

தத்துவம்

புரதங்களில் அமையப் பெற்ற செல்களற்ற சாறுகளில் உள்ள புரதங்களின் நிறையை கணக்கிட இம்முறை அதிகஅளவில் பயன்படுகின்றது ஏனெனில் இம்முறை முக்கியமானதும் மற்றும் மிக குறைந்த அளவுள்ள 20மைக்கேராகிராம் போன்ற புரதங்களையும் கணக்கிடப் பயன்படுகின்றது. பாலிபெப் டை டிலுள்ள CO - NH (பெப்டைடு – பிணைப்பு கார கலந்த சல்பேட் கரைசலுடன் சேர்ந்து நீலநிற அணைவுச் சேர்மத்தினைத் தருகின்றது. மேலும் தைரோசின, டிரிப்டோபேன் புரதங்களின் படிவு, போலின் சியோகால்டீயூ வினைபொருளிலுள்ள பாஸ்போ மாலிப்டேட் மற்றும் பாஸ்போ டங்ஸ்டேட்களை ஒடுக்கி நீலநிற வினைவிளைப் பொருட்களை தருகின்றது. இது இம்முறையின் உயர்நுட்பத்தினை அதிகரிக்கும் வகையில் உள்ளது.

வினைப்பொருட்கள்

1. **5% TCA**
2. **0.1 N சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு**
3. **லௌரியின் வினைபொருள் :**

கரைசல் A : 0.1 N சோடியம் ஹைட்ராக்சைடில் உள்ள 2.0% சோடியம் கார்பனேட்.

கரைசல் B: புதிதாக தயாரிக்கப்பட்ட 1% சோடியம் பொட்டாசியம் டார்டேரேட் கரைசலில் உள்ள 0.5% காப்பர் சல்பேட். 50ml கரைசல் A வுடன் 1ml கரைசல் B யினை தேவைப்படும் போது கலந்து எடுத்து பயன்படுத்த வேண்டும்.

4. **போலின் சியோகால்டீயூ:**

வணிக ரீதியான தயாரிப்புடன் தேவைப்படும் போது 1:2 என்ற விகிதத்தில் நீரினை சேர்த்து பயன்படுத்த வேண்டும்.

5. **புரத இருப்பு கரைசல் :**

இருப்பு கரைசல் BSA 100mg / 100ml வாலைவடிநீரில் கரைத்து இருப்பு கரைசல் தயாரிக்கப்படுகின்றது.

6. **பயன்பாட்டுக் கரைசல் :**

10ml இருப்பு கரைசல் 100ml வாலைவடிநீர் சேர்த்து நீர்த்தல் செய்யப்படுகின்றது

செறிவு **:** 100 மைக்கேராகிராம்/ மி. லி

செய்முறை

5 சோதனைக் குழாய்களில் (S1 –S5) 0.5 மி.லி முதல் 2.5 மி.லி வரை தனித்தனியாக, உபயோகத்திற்கான திட்டக் கரைசலை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இந்த கரைசல்களில் உள்ள புரதத்தின் செறிவு 50 மைக்கேராகிராம் முதல் 250 மி.கி வரை இருக்கிறது மற்றும் இரண்டு சோதனைக் குழாய்களில் (T_1 & T_2)) 0.5 மி.லி மற்றும் 1.0 மி.லி மாதிரிக் கரைசலை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். 0.1 N திறன்கொண்ட NaOH கரைசல் கொண்டு அனைத்து சோதனைக் குழாய்களிலும் சேர்க்கப்படுகிறது.பின்னர் 4.5 மி.லி லௌரியின் வினைபொருள் சேர்க்கப்படுகிறது 10 நிமிட நேரம்

அறை வெப்பநிலையில் விடப்படுகிறது. பின்னர் 0.5 மி.லி போலின் வினைபொருள் சேர்க்கப்பட்டு நிறச் செறிவை 660 நானோ மீட்டரில் அளக்க வேண்டும். 660nm ல் உட்கவர்தல் Vs (μg) BSA என்ற திட்ட வரைபட வளைவினை வரைக. இந்த வரைபட வளைவிலிருந்து கொடுக்கப்பட்டுள்ள மாதிரியிலுள்ள புரதத்தின் நிறை கணக்கிடலாம்.

வ. எண்	வினைப் பொருட்கள்	B	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	மாதிரி கரைசல்	
1.	பயன்பாட்டு கரைசலின் கனஅளவு (ml)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	-	-
2.	செறிவு (mg)	0	50	100	150	200	250	-	-
3.	சோதனை கரைசலின் கனஅளவு	-	-	-	-	-	-	0.5	1.0
4.	NaOH யின் கனஅளவு (ml)	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0	2.0	1.5
5.	லௌரியின் வினைபொருள் கனஅளவு (ml)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
சோதனை குழாய்களில் உள்ள கரைசல்களை நன்கு கலக்கவும்									
6.	போலின் வினைப்பொருளின் கனஅளவு (ml)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
எல்லா சோதனைக் குழாய்களையும் அரை வெப்பநிலையில் அடைக்காக்க									
7.	ஒளிச்செறிவு அடர்த்தி 660nm								

கணக்கீடு

0.5ml மாதிரி கரைசல் Y μg புரதத்தை கொண்டுள்ளது

100ml மாதிரி கரைசசில் உள்ள புரதத்தின் அளவு = 100 x Y / 0.5

= ------- μg

முடிவு

கொடுக்கப்பட்டுள்ள 100ml மாதிரி கரைசல் ------- μg புரதத்தை கொண்டுள்ளது.

5. கொல்ஸ்டிராலை அளவிடல் – சாக்கின் முறை

நோக்கம்

கொடுக்கப்பட்டுள்ள மாதிரியில் உள்ள கொல்ஸ்டிராலின் நிறையை சாக்கின் முறையில் கணக்கிடுதல்.

தத்துவம்

இம்முறையில் கொல்ஸ்டிரால் அடர் கந்தக அமிலத்துடன் சேர்க்கப்படுகிறது. அடர் கந்தக அமிலம் முன்னிலையில் கொல்ஸ்டிரால் நீர் இழந்து 3,5 கொலஸ்டாடையீன் உருவாக்குகிறது. இது மேலும் Fe^{3+} அயனி முன்னிலையில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து சிவப்பு நிற கொலஸ்டாபாலியீன் சல்போனிக் அமிலமாக சல்பனேற்றம் அடைகிறது. மாதிரியில் உள்ள கொலஸ்ட்ராலின் நிறையினை பொருத்து சிவப்பு நிற அடர்த்தியானது அமையும். நிறத்தின் அடர்த்தி 540nm கொண்ட பச்சை நிறவடிப்பான் மூலம் நிறத்தின் அடர்த்தி கண்டறியப்படுகிறது.

வினைபொருட்கள்

1. ஃபெர்ரிக் குளோரைடு வினைபொருள் இருப்பு கரைசல் :

840mg எடுத்து 100ml பனிக்கட்டி நிலை அசிட்டிக் அமிலத்தில் கரைக்கப்படுகிறது.

2. ஃபெர்ரிக் குளோரைடு நீர்ப்புக் கரைசல் வினைபொருள் :

8.5ml இருப்பு ஃபெரிக் குளோரைடு கரைசலை 100ml அசிட்டிக் அமிலத்துடன் சேர்த்து நீர்க்கப்படுகிறது.

3. கொலஸ்டிரால் திட்டக் கரைசல் :

100ml உலர் தூய்மையான கொலஸ்டிரால் எடுக்கப்பட்டு 100ml அசிட்டிக் அமிலத்தில் கரைக்கப்படுகிறது.

4. பயன்பாட்டு கரைசல் :

திட்டக் கரைசலை 10 மடங்கு நீர்த்தலின் மூலம் பயன்பாட்டு கரைசல் பெறப்படுகிறது.

செறிவு : 100 மைக்கேராகிராம் / மி. லி

செய்முறை

5 சோதனைக் குழாய்களில் (S1 –S5) 0.5 மி.லி முதல் 2.5 மி.லி வரை தனித்தனியாக, உபயோகத்திற்கான பயன்பாட்டு திட்டக் கரைசலை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இந்த கரைசல்களில் உள்ள கொல்ஸ்டிரால் செறிவு 50 மைக்கேராகிராம் முதல் 250 மி.கி வரை இருக்கிறது மற்றும் இரண்டு சோதனைக் குழாய்களில் (T_1 & T_2)) 0.5 மி.லி மற்றும் 1.0 மி.லி மாதிரிக் கரைசலை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இறுதி கனஅளவு 5.0 மி.லி என ஃபெரிக் குளோரைடு கரைசலை சேர்த்து மாற்றப்படுகிறது. பின்னர் 3 ml அடர் கந்தக அமிலம் சேர்க்கப்படுகிறது. 10 நிமிட நேரம் அறை வெப்பநிலையில் விடப்படுகிறது. பின்னர் 560nm நிலையில் சிவப்பு நிறங்களின் அடர்த்தியானது கணக்கிடப்பட்டு 540nm ல் மாதிரி சேர்க்கப்படாத வெற்றுக் கரைசலோடு சிவப்பு நிற அடர்த்தி கணக்கிடப்படுகின்றன. X – அச்சில் செறிவு மற்றும் Y அச்சில் ஒளிச் செறிவிக்கு எதிராக திட்டவரைபடம் வரையபடுகிரது.

XII_Practical_Bio-Chem-TM.indd 292 4/22/2020 11:35:45 AM

வ. எண்	வினைப் பொருட்கள்	B	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	மாதிரி கரைசல்	
1.	பயன்பாட்டுக் திட்டக் கரைசல் (ml)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	-	-
2.	செறிவு (μg)	0	50	100	150	200	250	-	-
3.	சோதனை கரைசலின் கனஅளவு	-	-	-	-	-	-	0.5	1.0
4.	$FeCl_3$ நீர்ப்பு கரைசலின் கனஅளவு (ml)	5	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	4.5	4
சோதனை குழாய்களில் உள்ள கரைசல்களை நன்கு கலக்கவும்									
5.	அடர் H_2SO_4 (ml) யின் கனஅளவு	3	3	3	3	3	3	3	3
எல்லா சோதனை குழாய்களின் கரைசல்களை நன்கு கரைந்து அரை வெப்பநிலையில் 10 நிமிடங்கள் வைக்கவும்.									
6.	ஒளிச்செறிவு அடர்த்தி @ 540nm								

கணக்கீடு

0.5ml மாதிரி கரைசல் Y μg கொல்ஸ்டிராலை கொண்டுள்ளது

100ml மாதிரி கரைசசில் உள்ள கொல்ஸ்டிராலின் அளவு = 100 x Y / 0.5

= -------- μg

முடிவு

கொடுக்கப்பட்டுள்ள மாதிரியில் உள்ள கொல்ஸ்டிராலின் நிறை ___________ (μg) என கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

XII_Practical_Bio-Chem-TM.indd 293 4/22/2020 11:35:45 AM

6. அஸ்கார்பிக் அமிலத்தின் (வைட்டமின் C) நிறையை கணக்கிடுதல்

நோக்கம்

கொடுக்கப்பட்டுள்ள மாதிரியில் உள்ள வைட்டமின் C-யின் நிறையை நிற அளவை முறைகொண்டு கண்டறிதல் (colorimetrical-method)

வினைப்பொருட்கள்

1. **இன்டோபீனால் வினைபொருள் :** 20 mg 2, 6 டைகுளோரோபீனால் இன்டோபீனால் எடுத்துக்கொண்டு அதனை 10 ml இளங்சூடான வாலை வடிநீரில் கரைக்க வேண்டும்.

2. **DNPH தயோயூரியா கலக்கு வினைபொருள் :** 2g 2, 4 டைநைட்ரோபினைல் ஹைட்ரசீன் மற்றும் 1 கிராம் தயோயூரியா எடுத்துக்கொண்டு அதனை 100ml 9N கந்தக அமிலத்தில் கலக்க வேண்டும்.

3. **5% TCA :** 5g டிரைகுளோரோ அசிட்டிக் அமிலத்தினை 100ml வாலை வடிநீரில் கரைத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

4. **85% கந்தக அமிலம்** (H_2SO_4) : 85 ml கந்தக அமிலத்தினை எடுத்து வாலை வடிநீர் சேர்த்து 100ml ஆகும் படியாக செய்து கரைசல் தயாரிக்க வேண்டும்.

5. **அஸ்கார்பிக் அமில திட்டகரைசல் :** 10mg அஸ்கார்பிக் அமிலம் எடுத்து அதனுடன் 100ml வாலை வடிநீர் சேர்த்து திட்டகரைசல் தயார் செய்யவும்.

செய்முறை

2ml திறனறியா கரைசல் எடுத்துக் கொண்டு அதனுடன் 1 துளி இண்டோபீனால் விளைபொருள் சேர்க்கவும். பின் கரைசலுடன் 0.5ml DNPH தயோயூரியா கலப்பு கரைசல் சேர்த்து கலவையை 60^0C வெப்பநிலையில் 1 மணி நேரம் வைக்கப்பட வேண்டும். சோதனை குழாய்களை பனிக்கட்டி கொண்டு நீர் கொண்டு நன்கு குளிர்வித்த பின் கலக்கிக் கொண்டே 2.5ml 85% கந்தக அமிலமானது சேர்க்கப்படுகின்றது. உருவாகிய சிவப்புறத்தின் ஒளிச் செறிவு அடர்த்தியானது 30 நிமிடங்களுக்கு பின் 540nm ல் அளக்கப்படுகின்றது. 100µg/ml கொண்ட அஸ்கார்பிக் அமிலம் திட்டக்கரைசலின் திட்ட வரைபடம் தயாரிக்கப்படுகின்றது.

XII_Practical_Bio-Chem-TM.indd 294 4/22/2020 11:35:45 AM

கண்டறிபதிவு

வ. எண்	வினைபொருட்கள்	B	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	மாதிரி கரைசல்
1.	திட்டக்கரைசலின் கனஅளவு (ml)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	-
2.	செறிவு (μg)	0	20	40	60	80	100	-
3.	வாலைவடிநீர் (ml)	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0	-
4.	சோதனைக் கரைசலின் அளவு (ml)	-	-	-	-	-	-	1
5.	இன்டோபீனால் (ml)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
6.	DNPH (ml)	1	1	1	1	1	1	1
நீர் தொட்டியில் உள்ள கொதிநீரில் 30 நிமிடம் வெப்பப்படுத்தவும்.								
7.	H_2SO_4 யின் கனஅளவு (ml)	3	3	3	3	3	3	3
8.	540nm ல் ஒளிச்செறிவு அடர்த்தி							

கணக்கீடு

1ml மாதிரி கரைசல் Y μg வைட்டமின் C ஐ கொண்டுள்ளது

100ml மாதிரி கரைசசில் உள்ள வைட்டமின் C அளவு = 100 **x** Y / 1

= -------- μg

முடிவு

கொடுக்கப்பட்டுள்ள உணவு மாதிரியில் உள்ள வைட்டமின் C யின் அளவு ________μg/100ml என கண்டறியப்பட்டது.

7. டிஆக்ஸிரிபோ நியூக்ளிக் அமிலத்தை (DNA) அளவிடல்

(தேர்வுக்கன்று)

நோக்கம்

கொடுக்கப்பட்டுள்ள மாதிரியில் உள்ள டிஆக்ஸிரிபோ நியூக்ளிக் அமிலத்தின் அளவினை கண்டறிதல்.

தத்துவம்

DNAவின் டிஆக்சிரிபோஸ் பகுதியானது TCA கரைசலின் ஒரு ஹைட்ராகஸைல் லெவுலார்டிஹைஹடை உருவாக்குகிறது. இது டைபினைல் அமீனுடன் நீல நிறத்தைத் தருகிறது. இந்நிறமானது 565nm அலை நீளத்தில் கண்டுணரப்படுகிறது.

வினை பொருட்கள்

1. டிஹ்செஸ் வினைபொருள்

1.5g டைபீனைல் அமீன் படிகத்தினை 100ml பனிக்கட்டிநிலை அசிட்டிக் அமிலத்தில் கரைக்கவும். மேலும் அதனுடன் 1.5ml அடர்கந்தக அமிலத்தினைச் சேர்க்கவும். இவ்வினைபொருள் அடர்நிறமுடைய கலன்களில் சேமித்து வைக்கப்படவேண்டும். சோதனைக்கு பயன்படுத்தும்போது, 20ml வினைபொருளுக்கு 0.1ml நீர்த்த அசிட்டால்டிஹைஹடை (16mg/ml) சேர்க்கவும்.

2. 1N பெர்குளோரிக் அமிலம்

3. 5mM சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடு

4. திட்ட DNA கரைசல்

DNA வை (0.4 mg/ml) 5mM சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடு கரைசலில் கரைந்து இருப்புக் கரைசல் தயாரிக்கவும். பயன்பாட்டுக் கரைசலைப் பெறுவதற்கு, அளந்தறியப்பட்ட கனஅளவு உடைய திட்டக்கரைசலுடன், அதற்கு சமமான அளவு 1N பெர்குளோரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து மேலும் 15 நிமிடங்களுக்கு $70^{0}C$ வெப்பநிலையில் வெப்பப்படுத்த வேண்டும்.

செய்முறை

50 - 250µg அளவிற்கு DNA வைக் கொண்டுள்ளவாறு வெவ்வேறு அளவுகளில் திட்ட DNA கரைசலை பிப்பெட்டைக் கொண்டுஅளந்து, தூய சோதனைக் குழாய்களில் எடுத்துக் கொள்ளவும். 0.1 – 1 ml அமில சாற்றினை தனியே தூய சோதனைக் குழாய் எடுத்துக் கொள்ளவும். இதனுடன் புதிதாக தயாரிக்கப்பட்ட 2ml டிஹ்செஸ் வினைபொருளைச் சேர்த்து ஒவ்வொரு சோதனைக் குழாயிலும் உள்ள கரைசலின் கனஅளவு 5ml ஆகுமாறு வாலை வடிநீரைச் சேர்க்கவும். துவக்கத்தில் உருவான கலங்கல் தன்மை மெதுவாக குறையத் துவங்கும் சோதனைக் குழாய்களின் மேற்பகுதியினை கண்ணாடி தகட்டினால் மூடிகொதி நீருள்ள வெப்பக்கலனில் வைத்து 10 – 15 நிமிடங்கள் வரை வெப்பப்படுத்தவும். பின்னர் இக்கரைசலை ஓடும் குழாய் நீரில்குளிர்விக்கவும். கரைசலில் நீலநிறம் உருவாகிறது. ஒளி நிறமாலைமானியில் (spectrophotometer) ல் 565 nm ல் இக்கரைசலின் ஒளி உறிஞ்சப்படும் அளவினைக் கண்டறியவும். வெற்றுக் கரைசலின் மாதிரி சேர்க்கப்படாத நீர் மற்றும் டீஷ்செஸ் வினைபொருளைக் கொண்டு தயார் செய்து சோதனையை நிகழ்த்தவும்.

வ. எண்	வினைபொருள்	B	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	மாதிரி கரைசல்
1.	திட்டகரைசலின் கனஅளவு (ml)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	-
2.	செறிவு (µg)	0	50	100	150	200	250	-
3.	சோதனை கரைசல்(ml)	-	-	-	-	-	-	1
4.	வாலை வடிநீர் (ml)	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	2.0
5.	டைபீனைல் அமீன் (ml)	2	2	2	2	2	2	2
10 நிமிடங்கள் கொதிநீரில் வைத்து பின் குளிர வைக்கவும் 565 nm ல் ஒளிச்செறிவு அடர்த்தினைக் கணக்கிடவும்.								
6.	565 nm ஒளிச்செறிவு அடர்த்தி							

கணக்கீடு

1ml மாதிரி கரைசல் Y µg DNA வை கொண்டுள்ளது

100ml மாதிரி கரைசசில் உள்ள DNA ன் அளவு = 100 x Y / 1

= -------- µg

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட மாதிரியில் உள்ள DNA ன் நிறை _______________ µg

8. டை அசிடைல் மோனோக்சைம் முறையில் யூரியாவைக் அளவிடுதல்

நோக்கம்

கொடுக்கப்பட்ட மாதிரியில் உள்ள யூரியாவின் அளவினைக் கண்டறிந்தல்.

தத்துவம்

அமில முன்னிலையில் யூரியாவினை அடுத்தடுத்த இரு கார்பனைல் தொகுதி கொண்ட சேர்மங்களுடன் வெப்பப்படுத்தும் போது (உதாரணமாக டை அசிடைல் மோனாக்சைம்) நிறமுள்ள வினை பொருட்கள் உருவாகின்றது. இதனை வெப்பத்தினால் சிதைக்கும் போது ஹைட்ராக்சிலமீன் மற்றும் டைஅசிட்டைல் உருவாகி அது யூரியவுடன் சேர்ந்து சிவந்த ஊதா டையசீன் வழிபொருட்களை தருகின்றது. அவற்றின் ஒளியின் நிற அடர்த்தி 520nmல் கண்டறியபடுகின்றது.

வினைபொருட்கள்

1. **அமில வினைபொருள்**

வினைபொருள் A : 5கி பெர்ரிக் குளோரைடு 20ml நீரில் கரைத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது. 100ml ஆர்த்தோ பாஸ்பாரிக் அமிலம் (85%) கலக்கிக் கொண்டே மெதுவாக சேர்க்கப்பட்டு அதன் கன அளவானது நீருடன் சேர்ந்து 250ml ஆக ஆக்கப்படுகின்றது. வினைபொருள் B. 200ml அடர் கந்தக அமிலமானது 800ml நீருடன் சேர்த்து கலக்கப்படுகின்றது. 0.5ml வினைபொருள் A ஆனது 1L வினைபொருள் B யோடு சேர்க்கப்படுகின்றது.

2. **நிறம் தரும் வினைபொருள்** : வினைபொருள் C, 20g டைஅசிட்டைல்மோனாக்சைமை 1L நீரில் கரைத்துக் கொள்ளவும்.வினைபொருள் D, 5g தயோசெமிகார்பசிடீன் வினைபொருளை 1L நீரில் கரைத்துக் கொள்ளவும். 67 ml வினைபொருள் C உடன் 67ml D பொருளை கலந்து வாலைவடி நீருடன் சேர்த்து 1L ஆக செய்து எடுத்துக் கொள்ளவும்.

3. **யூரியா இருப்புக் கரைசல்** : 100மிகி யூரியாவினை 100ml வாலைவடிநீரில் கரைத்துக் கொள்ளவும்.

4. **பயன்பாட்டு கரைசல் :**

10ml திட்டக் கரைசலை 100ml வாலைவடிநீரில் சேர்த்து நீர்த்தலின் மூலம் பயன்பாட்டு கரைசல் பெறப்படுகிறது.

செறிவு : 100 மைக்கேராகிராம் / மி. லி

செய்முறை

சோதனைக் குழாய்களின் வரிசைகளில் முறையே சம அளவில் எடுக்கப்பட்ட திட்டக் கரைசல்கள் (0.2,0.4,0.6 மற்றும் 0.8) எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

1.0 ml சோதனைக் கரைசலை எடுத்துக் கொண்டு வாலைவடிநீர் சேர்த்து 2.0ml ஆக எடுக்கவும். 2.0ml நீர் மாதிரி வெற்றுக் கரைசலாக எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

2.0ml நிறமூட்டும் கரைசல் மற்றும் 2.0ml அமில வினைபொருளை சேர்த்து சோதனைக் குழாய்களை கொதிநீரில் 20 நிமிடங்கள் வைத்து வெப்பப்படுத்த வேண்டும்.

சோதனைக் குழாய்களை குளிரவைத்து. ஊதா நிற ஒளி அடர்த்தியினை 520nmல் கண்டறிய வேண்டும்.

வ. எண்	வினைப்பொருள்	B	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	T
1.	திட்டக் கரைசல் ml	-	0.2	0.4	0.6	0.8	1	-
2.	செறிவு µg	0	20	40	60	80	100	-
3.	சோதனைக் கரைசல் ml	-	-	-	-	-	-	1
4.	வாலை வடிநீர் ml	2	1.8	1.6	1.4	1.2	1	1
5.	அமில வினைப்பொருள் ml	2	2	2	2	2	2	2
6.	நிறம் சேர்க்கும் வினைப் பொருள் ml	2	2	2	2	2	2	2
15 - 20 நிமிடங்கள் கொதிக்கவிடவும்								
7.	520nm ல் ஒளிச்செறிவு அடர்த்தி							

கணக்கீடு

1ml மாதிரி கரைசல் Y µg யூரியாவை கொண்டுள்ளது

100ml மாதிரி கரைசசில் உள்ள யூரியாவின் அளவு = 100 x Y / 1

= -------- µg

முடிவு

கொடுக்கப்பட்டுள்ள மாதிரியில் உள்ள யூரியாவின் நிறை_______________ µg.

9. கால்சியத்தின் அளவை அறிதல் – தரம் பார்த்தல் முறை

நோக்கம்

கொடுக்கப்பட்ட மாதிரியில் உள்ள கால்சியத்தின் செறிவை நிர்ணயித்தல்

தத்துவம்

கொடுக்கப்பட்ட மாதிரியில் உள்ள கால்சியம், அம்மோனியம் ஆக்ஸலேட்டோடு வினைபுரிந்து கால்சியம் ஆக்ஸலேட்டாக வீழ்படிவாக்கப்படுகிறது. இந்த வீழ்படிவில் உள்ள குளோரைடு அயனிகள், அம்மோனியா கரைசலைக் கொண்டு நீக்கப்படுகின்றன. பின் கால்சியம் ஆக்ஸலேட் வீழ்படிவு 1N கொண்ட கந்தக அமிலத்தோடு வினைப்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் உருவாகும் ஆக்ஸாலிக் அமிலம் திட்ட பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் கரைசலால் தரம் பார்க்கப்படுகிறது. ஆக்ஸாலிக் அமிலத்தின் செறிவு, மாதிரியில் உள்ள கால்சியம் செறிவுக்கு சமம்.

வினைப் பொருட்கள்

1. 4% அம்மோனியம் ஆக்ஸலேட் கரைசல்

4 கி அம்மோனியம் ஆக்ஸலேட் உப்பை 100 மிலி வாலை வடிநீரில் கரைக்க வேண்டும்.

2. 2% அம்மோனியா திரவம்

2 மி.லி அம்மோனியா 100 மிலி கன அளவுக்கு நீர் கொண்டு நீர்த்தல் செய்யப்படுகிறது.

3. 0.1N பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் கரைசல்

3.16 கி பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டை மிகச் சரியாக எடை அறிந்து வாலை வடிநீரில் கரைத்து, 1 லிட்டர் அளவுக்கு கொண்டு வர வேண்டும். இந்த கரைசலின் திறன் 0.1N.

4. திட்ட ஆக்ஸாலிக் அமில கரைசல் : (0.1N)

630 மி.கி ஆக்ஸாலிக் அமிலத்தை மிகச் சரியாக எடை அற்நிது, 100 மி.லி கனஅளவு குடுவையில் இட்டு வாலை வடிநீர் சிறிதளவு சேர்த்து கரைக்க வேண்டும்.

5. 1N கந்தக அமிலம் (1N SULPHURIC ACID)

6. கால்சியம் ஆக்ஸலேட்கரைசல்

100 மி.லி **கரைசலில்** 100 மி.கி

செய்முறை

தரம் பார்த்தல் I

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டின் திறன் அறிதல்

10 மி.லி. 0.1 N ஆக்ஸாலிக் அமிலத்தை ஒரு சுத்தமான கூம்புக் குடுவையில் எடுத்துக் கொண்டு, அதில் 10 மி.லி. 1 N கந்தக அமிலத்தை சேர்க்க வேண்டும். அந்த கலவையை 60^0C ற்கு சூடாக்க வேண்டும். பியூரெட்டை பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டினால் கழுவிய பின்பு அதே கரைசலால் நிரப்ப வேண்டும். சூடாக்கிய கூம்புக் குடுவையில் உள்ள கலவையை, பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டுடன் தரம் பார்க்க வேண்டும். நிலையான இளம் சிவப்பு நிறம் தோன்றுதல் தரம்

XII_Practical_Bio-Chem-TM.indd 300 4/22/2020 11:35:46 AM

பார்த்தலின் இறுதி நிலையாகும்.

பியூரெட்டில் உள்ள பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டின் கனஅளவை குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஒத்த அளவீடு வரும் வரை தரம் பார்த்தலை தொடர்ந்து செய்ய வேண்டும்.

தரம் பார்த்தல் II

கால்சியம் ஆக்ஸலேட் வீழ்ப்படிவை உருவாக்குதல்

10 மி.லி கால்சியம் ஆக்ஸலேட் கரைசல் ஒரு கூம்புகுடுவையில் பிப்பெட் உதவியால் எடுத்து கொள்ளப்பட்டு அதனுடன் 10 மி.லி கந்தக அமிலத்தைச் (1.0N திறன்) சேர்த்து சூடாக்க வேண்டும். பின் திறனறிந்த பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டுடன் தரம் பார்க்க வேண்டும். நிலையான இளம் சிவப்பு நிறம் தோன்றுதல் தரம் பார்த்தலின் இறுதி நிலையாகும். ஒத்த அளவு வரும் வரை தரம் பார்த்தலை தொடர வேண்டும்.

10 மி.லி 1N கந்தக அமிலம் சுழிக் கரைசலாக பயன்படுத்தப்பட்டு பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டிற்கு எதிராக தரம் பார்க்கப்படுகிறது.

தரம் பார்த்தல் I

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டின் திறனறிதல் திட்ட ஆக்ஸாலிக் அமிலத்தை பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டிற்கு எதிராக தரம் பார்த்தல்

வ. எண்	திட்ட ஆக்ஸாலிக் அமிலத்தின் கன அளவு (மி.லி) V_1	பியூரெட் அளவுகள் (மி.லி)		பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் கரைசலின் கனஅளவு V_2	நிறங்காட்டி
		ஆரம்பம்	இறுதி		
1	10	0	X	X	சுயநிறங் காட்டி
2	10	0	X		

கணக்கீடு

திட்ட ஆக்ஸாலிக் அமிலத்தின் கன அளவு V_1 = 10ml

திட்ட ஆக்ஸாலிக் அமிலத்தின் திறன் N_1 = 0.1N

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டின் கன அளவு V_2 = X ml

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேடடின் திறன் N_2 = ?

$$=\frac{V_1N_1}{V_2}$$

$$=\frac{10\times 0.1}{X}=N_2$$

$$= YN$$

தரம் பார்த்தல் II

கால்சியம் ஆக்ஸலேட்டிலிருந்து வெளிவிடப்பட்ட ஆக்ஸாலிக் அமிலத்தை திறனறிந்த பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் கரைசலுக்கு எதிராக தரம் பார்த்தல்.

வ. எண்	ஆக்ஸாலிக் அமிலத்தின் கன அளவு (மி.லி) V_1	பியூரெட் அளவுகள் (மி.லி)		பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் கரைசலின் கனஅளவு V_2	நிறங்காட்டி
		ஆரம்பம்	இறுதி		
1	கால்சியம் ஆக்ஸலேட்டிலிருந்து வெளிவந்த ஆக்ஸாலிக் அமிலம் + 10 மி.லி கந்தக அமிலம்	0	X_1	$X_1 - X_2$	சுயநிறங் காட்டி
2	20 மி.லி கந்தக அமிலம் சுழிக்கரைசல்	0	X_2	(X_3)	

கணக்கீடு

கொடுக்கப்பட்ட மாதிரியில் உள்ள கால்சியத்தின் அளவைக் கணக்கிட கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டை உபயோகப்படுத்தலாம்.

1 மி.லி, 0.1 N திறன் கொண்ட பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் கரைசல் 0.2 மி.கி கால்சியத்திற்கு சமமானது.

∴ X_3 மி.லி YN திறன் கொண்ட பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்

0.2 x X3 x Y / 1 x 0.1 = Z மி.கி கால்சியம்.

10 மி.லி மாதிரியில் உள்ள கால்சியத்தின் செறிவு = Z மி.கி

∴ 100 மி.லி மாதிரியில் உள்ள கால்சியத்தின் செறிவு = 100 x Z/10.

= ------ மி.கி கால்சியம்

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட 100 மி.லி மாதிரியில் உள்ள கால்சியத்தின் அளவு = -------- மி.கி

XII_Practical_Bio-Chem-TM.indd 302 4/22/2020 11:35:46 AM

10. அமினோ அமிலத்தினை அளவிடுதல் (சாரன்சன் எளிய தரம் பார்த்தல் முறையில்)

நோக்கம்

கொடுக்கப்பட்டுள்ள கரைசலில் உள்ள அமினோ அமில நிறையினை தரம்பார்த்தல் முறையில் கண்டறிதல்

தத்துவம்

அமினோ அமிலத்தில் உள்ள கார்பாக்சில் தொகுதியினை மிகச்சரியாக காரத்துடன் தரம் பார்த்தலின் மூலம் கண்டறிய முடியாது. ஏனெனில் கார அமினோ அமிலம் ஈரியல்பு கொண்டு நடுநிலை pH ல் ஸ்விட்டர் அயனியினை உருவாக்கும். இதனை முடிவுநிலையில் சிதைக்க முடியாமல் அமையலாம். ஆனால் பார்மால்டிஹைடு முன்னிலையில் காரமானது அமினோ அமில பார்மைல் அணைவுச் சேர்மத்தினை தருகின்றது. இந்த அணைவுச் சேர்மம் அமிலத்தன்மை கொண்டது. ஏனெனில் அமினோ அமில தொகுதியின் காரத்தன்மை குறைக்கப்பட்டுள்ளது.எனவே இதனை பினாப்தலின் நிறங்காட்டி மூலம் காரத்தோடு தரம் பார்க்கலாம்.

வினைப்பொருள்

1. **இருப்பு கிளைசின் கரைசல்** 7கி கிளைசீனை வாலை வடிநீரில் சேர்த்து 100 ml ஆக மாற்றப்பட்டு தயாரிக்கப்படுகின்றது.
2. 630 mg ஆக்சாலிக் அமிலம் வாலை வடிநீர் கொண்டு 100 ml கரைசலாக தயாரிக்கப்படுகின்றது.
3. **சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடு** (0.1N) கரைசல் 4 g NaoH ஐ வாலை வடிநீர் 1000 ml ஆக ஆக்கப்படுகின்றது.
4. 40% பார்மால்டிஹைடு
5. பினாப்தலின் நிறங்காட்டி

செய்முறை

சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடு திறன் கண்டறிதல்: 0.1N ஆக்சாலிக் அமில கரைசல் தயாரிக்கப்படுகின்றது (0.63g ஆக்சாலிக் அமிலத்தினை 100ml நீரில் கரைக்கப்படுகிறது). 10 ml ஆக்சாலிக் அமிலத்தினை பிப்பெட் உதவி கொண்டு எடுத்து கூம்பு குடுவையில் இடவும். இதனை பினாப்தலின் நிறங்காட்டி உதவியுடன் சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடோடு தரம் பார்க்கப்படுகிறது. நிலையான இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றும் நிலையே முடிவு நிலையாகும். ஒத்த கனஅளவு அளவீடுகள் மீள வரும் வடிர தரம்பார்த்தலை நிகழ்த்தவும்.

அமினோ அமிலங்கள் எடையறிதல்: 10 ml பார்மால்டிஹைடு மற்றும் 10 ml வாலைவடிநீர் ஆகியவற்றை ஒரு கூம்புக் குடுவையில் எடுத்துக் கொள்ளவும். இதுவே வெற்று கரைசல் ஆகும். இதனை திட்டகரைசல் சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடு உடன் பினாப்தலின் நிறங்காட்டி கொண்டு தரம் பார்க்கப்படுகிறது. நிலையான இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றும் நிலையே முடிவு நிலையாகும். ஒத்த கனஅளவு அளவீடுகள் மீள வரும் வரை தரம்பார்த்தலை நிகழ்த்தவும்.

0.1 N திறனுடைய 10 ml கனஅளவு கிளைசீன், 10 ml பார்மால்டிஹைடு மற்றும் 10 ml வாலைவடிநீர் ஆகியனவற்றை ஒரு கூம்புக் குடுவையில் இடவும். இக்கலவை கரைசலை 10 நிமிடங்கள் வைத்து வினையினை நிறைவுற செய்தல் வேண்டும். இக்கலவை கரைசலை

பினாப்தலின் நிறங்காட்டி கொண்டு தரம் பார்க்கப்படுகிறது. நிலையான இளங்சிவப்பு நிறம் தோன்றும் நிலையே முடிவு நிலையாகும். ஒத்த கனஅளவு அளவீடுகள் மீள வரும் வரை தரம்பார்த்தலை நிகழ்த்தவும்.

தரம் பார்த்தல் : 1 சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு VS ஆக்சாலிக் அமிலம்

வ. எண்	கூம்பு குடுவை கரைசலின் கனஅளவு	பியூரட் அளவீடுகள் (ml)		பயன்படுத்தப்பட்ட NaOH கரைசலின் கனஅளவு (ml)	ஒத்த கனஅளவு
		முதல்	இறுதி		
1.	10	0			
2.	10	0			

தரம் பார்த்தல் : 2 வெற்று கரைசல் (சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு VS ஃபார்மால்டிஹைடு)

வ. எண்	கூம்பு குடுவை கரைசலின் கனஅளவு	பியூரட் அளவீடுகள் (ml)		பயன்படுத்தப்பட்ட NaOH கரைசலின் கனஅளவு (ml)	ஒத்த கனஅளவு
		முதல்	இறுதி		
1.	20	0			
2.	20	0			

தரம் பார்த்தல் : 3 சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு VS செறிவறியா கரைசல்

வ. எண்ʼ.	கூம்பு குடுவை கரைசலின் கனஅளவு	பியூரட் அளவீடுகள் (ml)		பயன்படுத்தப்பட்ட NaOH கரைசலின் கனஅளவு (ml)	ஒத்த கனஅளவு
		முதல்	இறுதி		
1.	30	0			
2.	30	0			

கணக்கிடுதல்

தரம்பார்த்தல் 1

ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் கனஅளவு (V1) = 10ml

ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் திறன் (N1) = 0.1N

NaOH யின் கனஅளவு (V2) =

NaOH யின் திறன் (N2) = N1V1 / V2

தரம்பார்த்தல் 2

NaOH யின் கனஅளவு (V3) =

தரம்பார்த்தல் 3

NaOH யின் கனஅளவு (V4) =

NaOH யின் நிகர கனஅளவு (V5) = V4 – V3

NaOH யின் திறன் (N2) =

அமினோ அமிலத்தின் கனஅளவு (V6) = 10ml

அமினோ அமிலத்தின் திறன் = N2 V5 / V6

திறன் = (எடை / L) / சமான எடை

எடை /L = திறன் x சமான எடை

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட மாதிரி முழுவதிலும் உள்ள கிளைசினின் நிறை --------------- (g).

XII_Practical_Bio-Chem-TM.indd 305 4/22/2020 11:35:46 AM

Glossary - கலைச்சொற்கள்

Acidosis	அமிலத் தேக்கநோய்
Activator	இயக்குவிப்பான்
Active site	கிளர்வு மையம்
Active transport	செயல்மிகு கடத்தல்
Agglutination	திரட்சி வினை
Albinism	வெளிறுதல்(தோல், கண்)
Amphipathic	நீர்வெறுக்கும்
Antibody	எதிர்காப்பு மூலங்கள்
Antigen	உடற்காப்பு ஊக்கி
Antiporters	எதிர் திசைக் கடத்திகள்
Atherosclerosis	தமனி தடிப்பு
Avidity	இணையும் திறன்
Bacillus	உருளைவடிவ பாக்டீரியா
Bee-sting	தேனீ கொடுக்கு
Bile salt	பித்த உப்புகள்
Biocatalyst	உயிரூக்கிகள்
Biogenic	உயிரிவழித்தோற்ற
Biosynthesis	உயிர்த் தொகுப்பு
Blood vessel	இரத்த குழல்கள்
Cartilage	குருத்தெலும்பு
Catabolism	சிதைமாற்றம்
Cataract	கண்புரை
Cereals	தானியங்கள்
Chemotaxis	வேதித் தூண்டியக்கம்
Choroids	விழியடிகரும்படலம்
Coccus	கோளவடிவ பாக்டீரியா
Competitive inhibition	போட்டித்தன்மையுள்ள தடுத்தல்
Convulsion	வலிப்பு
Cortex	புறணி
Crenation	செல் சுருங்குதல்

Cytosol	உயிரணுக்கணிகம்
Debranching enzyme	கிளை நீக்கும் நொதி
Devoid	காலியான
Diarrhoea	வயிற்றுப் போக்கு
Duodenum	சிறுகுடலின் முன்பகுதி
Duodenum	முன்சிறுகுடல்
Electron transport chain	எலக்ட்ரான் நகர்வுச் சங்கிலி
Electrophiles	எலக்ட்ரான் கவர் காரணிகள்
Elongation factors	நீளமாக்கும் காரணிகள்
Emaciated	உடல் இளைத்தல்
Endoplasmic reticulum	எண்டோபிளாச வலைப் பின்னல்
Erythrocyte	இரத்த சிவப்பு அணுக்கள்
Essential fatty acids	இன்றியமையாத கொழுப்பு அமிலங்கள்
Facilitated diffusion	புரதவழிக் கடத்தல்
Fatty acids	கொழுப்பு அமிலங்கள்
Fibril	நுண்ணிழை
Foreign bodies	நோய்க்கிருமிகள்
Gastro intestinal tract	இரைப்பைக் குடல்
Ghosts	கூடுகள்
Goitre	முன்கழுத்துக் கழலை
Gun cotton	வெடிபஞ்சு
Hemolysis	இரத்தச்சிதைவு
Haemorrhage	இரத்தப்போக்கு
Hepatitis	மஞ்சள் காமாலை
Host	ஓம்புயிரி
Hydrophilic	நீர் விரும்பும்
Hydrophobic	நீர் வெறுக்கும்
Hyperglycaemia	மிகை இரத்த சர்க்கரை
Hypoventilation	மந்த சுவாசம்
Immunity	நோய் எதிர்ப்பாற்றல்
Infections	நோய்த் தொற்று

www.tnschoolbooks.in

Inflammation	அழற்சி
Inhibitor	தடுப்பான்
Initiation factors	துவக்கக் காரணிகள்
Jaundice	மஞ்சள் காமாலை
Kidney	சிறுநீரகம்
Leukaemia	இரத்தப் புற்றுநோய்
Lipolysis	கொழுப்புச் சிதைவு
Liver	கல்லீரல்
Lung alveoli,	நுரையீரல் சிற்றறைகள்
Lymphoma	நிணநீர் நாளப்புற்று
Macrophage	பெருவிழுங்கணுக்கள்
Membrane	செல் சவ்வு
Membrane transport	செல்சவ்வுக் கடத்தல்
Meningitis	மூளைக்காய்ச்சல்
Metabolism	வளர்சிதை மாற்றம்
Mutation	திடீர்மாற்றம்
Neoplasm	உயிரணுப் புற்று
Neurotransmission	நரம்புத் தூண்டல்
Non-competitive Inhibition	போட்டித் திறனற்ற தடுத்தல்
Nucleophiles	கருகவர்க் காரணிகள்
Nuts	கொட்டைகள்
Obesity	உடல் பெருத்தல்
Organelle	உள்ளுறுப்புகள்
Passive transport	செயலற்ற கடத்தல்
Pathogen	நோய்க்கிருமி
Peripheral proteins	புற அமை புரதங்கள்
Phagocytosis	செல் விழுங்குதல்
Pinocytosis	செல்குடித்தல்
Polymerisation	பலபடியாக்கல்
Precursor	முதல்நிலைப் பொருட்கள்
Proteolytic enzymes	புரதச் சிதைவு நொதி

Glossary.indd 308 4/22/2020 11:36:42 AM

Pulses	பருப்பு வகைகள்
Reducing power	ஒடுக்கும் திறன்
Satiety value	நிறைவுத் தன்மை
Sclera	விழிவெண்படலம்
Sequential process	படிநிலைகள்
Serum	இரத்த திரவம்
Sheath	உறை
Sickle cell anaemia	அரிவாளணுச்சோகை
Signal	சமிக்ஞை
Skeletal muscles	எலும்பு தசை
Spiders	சிலந்திகள்
Starvation	பட்டினி
Stem cell	ஆதாரச் செல்
Strand	இழை
Stress	மன உளைச்சல்
Symporters	ஒரு திசைக் கடத்திகள்
Symptoms	அறிகுறிகள்
Syphilis	பால்வினை நோய்
Ternary complex	முக்கூட்டுப் பொருள்
Thoracic duct	வயிற்றுக் குழல்
Toxic	நச்சுத்தன்மை கொண்ட
Transamination	அமினோ மாற்றம்
Transcription	படியெடுத்தல்
Translation	மரபுக்குறியீட்டு பெயர்ப்பு
Trans membrane proteins	செல்சவ்வு குறுக்கு புரதங்கள்
Uncompetitive inhibition	போட்டித் தன்மையற்ற தடுத்தல்
Uniporters	ஒரு பொருள் கடத்திகள்
Vascular bundles	கடத்துதிசுக் கற்றை
Vesicle	சிறு கொப்புளம்
Villi	குடலுறிஞ்சி
Whole grains	முழுதானியங்கள்

Glossary.indd 309 4/22/2020 11:36:43 AM

www.tnschoolbooks.in

மேல்நிலை இரண்டாம் ஆண்டு –உயிர் வேதியியல் பாடநூல் ஆக்கம்

பாடப்புல வல்லுநர்கள் மற்றும் மேலாய்வாளர்கள்

முனைவர். இளங்கோவன் வெள்ளைச்சாமி
பேராசிரியர் மற்றும் துறைத் தலைவர்
உயிரிவேதியியல் துறை , சென்னை பல்கலைக்கழகம்
கிண்டி வளாகம், சென்னை

முனைவர். S. நிராஞ்சலி தேவராஜ்
UGC BSR fellow, பேராசிரியர் மற்றும் துறைத் தலைவர் (ஓய்வு),
உயிரிவேதியியல் துறை, சென்னை பல்கலைகழகம்.

முனைவர். P. கலைச்செல்வி
உதவி பேராசிரியர், மருத்துவ உயிர்வேதியியல் துறை,
டாக்டர் ALMPG IBMS, சென்னை பல்கலைகழகம்,
தரமனி வளாகம், சென்னை

முனைவர். A.J. வாணி ஸ்ரீ
பேராசிரியர், உயிர்வேதியியல் துறை,
சென்னை பல்கலைகழகம், கிண்டி வளாகம், சென்னை.

முனைவர் . G. சுதந்திரன்
பேராசிரியர், உயிர்வேதியியல் துறை,
சென்னை பல்கலைகழகம், கிண்டி வளாகம், சென்னை

முனைவர் S. சிவகுமார்,
பேராசிரியர், உயிரிவேதியியல் துறை,
ஸ்ரீசங்கரா கலை மற்றும் அறிவியல் கல்லூரி, ஏனாத்தூர், காஞ்சிபுரம்.

முனைவர். U. வெங்கட சுப்பிரமணியன்
முதுநிலை உதவிப் பேராசிரியர், வேதி மற்றும் உயிர் வேதியியல் துறை
சாஸ்த்ரா நிகர்நிலைப் பல்கலைக்கழகம், தஞ்சாவூர்.

முனைவர். J. அருணாச்சலம்,
உதவி பேராசிரியர், வேதி மற்றும் உயிர் வேதியியல் துறை,
சாஸ்த்ரா நிகர்நிலைப் பல்கலைக்கழகம், தஞ்சாவூர்.

முனைவர் . A. சையத்முகமது
உதவிப்பேராசிரியர் , ஆராய்ச்சி வேதியியல் துறை
சாதகத்துல்லா அப்பா கல்லூரி, திருநெல்வேலி.

முனைவர். P.N. வெங்கடேசன்
முதுகலை ஆசிரியர், அரசு ஆண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி,
பரதராமி, வேலூர் மாவட்டம்.

D. ஜெகன்நாதன்
முதுகலை ஆசிரியர், S.G.R அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி,
கொசவன்புதூர் வேலூர்.

ஒருங்கிணைப்பாளர்

C.E. ருக்மணி ஜெயந்தி
முதுகலை ஆசிரியர் சி.கல்யாணம் மகளிர் மேல்நிலைப் பள்ளி,
சிந்தாதிரிப்பேட்டை, சென்னை.

கல்வி ஆலோசகர் மற்றும் இணை இயக்குநர்

முனைவர் பொன்.குமார்
இணை இயக்குநர் (பாடத்திட்டம்)
மாநிலக் கல்வியியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி
நிறுவனம், சென்னை - 6.

பாட ஒருங்கிணைப்பாளர் மற்றும் மேலாய்வாளர்

பூபதி இரோஜந்திரன்,
துணை இயக்குநர்,
தொடக்கக் கல்வி இயக்ககம், சென்னை - 6.

கலை மற்றும் வடிவமைப்புக் குழு

வடிவமைப்பு
யோகேஷ் , அடிசன் ராஜ், C. பிரசாந்த், S. அசோக் குமார்
P. பிரசாந்த், சந்தியாகு ஸ்டீபன், தானியல், இயேசு ரத்தினம்

வரைபடங்கள்
மதன் ராஜ், அடைக்கல ஸ்டீபன், P. அருண் காமராஜ்
வி. வினோத் குமார், பக்ரிசாமி, அரசு, N.R யுவராஜ், பொர்செல்வன்

தரக் கட்டுபாடு
ராஜேஷ் தங்கப்பன்
C. ஜெரால்டு வில்சன்,

அட்டை வடிவமைப்பு
கதிர் ஆறுமுகம்

ஒருங்கிணைப்பாளர்
ரமேஷ் முனிசாமி

தட்டச்சு (தமிழ்)
M. சத்யா
V. மீனா

விரைவுக்குறியீடு மேலாண்மைக்குழு

ஆ.தேவி ஜெஸிந்தா, ப.ஆ,
அ.உ.நி.பள்ளி, என்.எம்.கோவில், வேலூர்

வ.பத்மாவதி, ப.ஆ,
அ.உ.நி. பள்ளி, வெற்றியூர், திருமானூர், அரியலூர்.

மு.சரவணன், ப.ஆ, அ.ம.மே.நி.பள்ளி, புதுப்பாளையம்,
வாழப்பாடி, சேலம்.

இந்நூல் 80 GSM எலிகண்ட் மேப்லித்தோ தாளில்
அச்சிடப்பட்டுள்ளது.

ஆப்செட் முறையில் அச்சிட்டோர்

Glossary.indd 310 4/22/2020 11:36:43 AM