

உயிர்வேதியியல்

மேல்நிலை - இரண்டாம் ஆண்டு

தீண்டாமை ஒரு பாவச்செயல்
தீண்டாமை ஒரு பெருங்குற்றம்
தீண்டாமை மனிதத்தன்மையற்ற செயல்

தமிழ் நாட்டுப்
பாடநூல் கழகம்
கல்லூரிச் சாலை, சென்னை - 600 006.

© தமிழ்நாடு அரசு
முதல் பதிப்பு - 2005

குழுத்தலைவர் மற்றும் நூலாசிரியர்

முனைவர். த. சக்திசேகரன்

பேராசிரியர், உயிர்வேதியியல் துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம், தரமணி வளாகம், சென்னை - 113.

மேலாய்வாளர்கள்

முனைவர் பா. சமுத்திரம்
துணை பேராசிரியர் (ஓய்வு)
உயிர்வேதியியல் துறை
அரசினர் மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை - 103.

முனைவர் செ. சியாமளா தேவி
பேராசிரியர் மற்றும் துறைத்தலைவர் (ஓய்வு)
உயிர்வேதியியல் துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்
கிண்டி வளாகம், சென்னை - 025.

முனைவர் ப. வரலட்சுமி

பேராசிரியர் மற்றும் துறைத்தலைவர்
உயிர்வேதியியல் துறை, சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்
தரமணி வளாகம், சென்னை - 113.

நூலாசிரியர்கள்

முனைவர் ஆ. கீதா
இணை பேராசிரியர்
உயிர் வேதியியல் துறை
பாரதி மகளிர் கல்லூரி
சென்னை - 108.

திரு. ப.நா. வெங்கடேசன்
முதுகலை ஆசிரியர்
அரசினர் மேனிலைப் பள்ளி
பரதராமி
வேலூர் மாவட்டம் - 632 603.

முனைவர் ரெ. ஷீலா தேவி
விரிவுரையாளர்
உடற்கூறுவியல் துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்
தரமணி வளாகம், சென்னை - 113.

முனைவர் சொ. சுப்ரமணியன்
விரிவுரையாளர்
உயிர் வேதியியல் துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்
கிண்டி வளாகம், சென்னை - 025.

முனைவர் பெ. கலைச்செல்வி

விரிவுரையாளர், உயிர் வேதியியல் துறை, சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்
தரமணி வளாகம், சென்னை - 113.

விலை : ரூ.

பாடங்கள் தயாரிப்பு : தமிழ்நாடு அரசுக்காக பள்ளிக் கல்வி இயக்ககம், தமிழ்நாடு

இந்நூல் 60ஜி எஸ் எம் தாளில் அச்சிடப்பட்டுள்ளது

வெப் ஆப்செட் முறையில் அச்சிட்டோர் :

பொருளடக்கம்

பக்கம்

1.	செல் சவ்வு	1
2.	செரித்தல்	34
3.	கார்போஹைட்ரேட்களின் வளர்சிதை மாற்றம்	56
4.	புரதங்களின் வளர்சிதை மாற்றம்	99
5.	லிப்பிடுகளின் வளர்சிதை மாற்றம்	137
6.	நியூக்ளிக் அமிலங்களின் வளர்சிதை மாற்றம்	165
7.	வளர்சிதை மாற்றங்களின் மரபுவழி கோளாறுகள்	193
8.	உயிரியல் ஆக்ஸிஜனேற்றம்	211
9.	நொதி வினைவேகவியல்	242
10.	நோய் எதிர்ப்புச் சக்தி	264
	செய்முறை	314

பாடம் -1

செல் சவ்வு

முன்னுரை

ஓர் உயிருள்ள செல்லின் வெளிப்புற எல்லையைச் செல் சவ்வு அல்லது பிளாஸ்மா சவ்வு (Plasma membrane) என்கிறோம். 'செல் சவ்வு' என்னும் சொல்லை C.J. நகேலி மற்றும் C. கிராமர் ஆகியோர் 1855 ஆம் ஆண்டு உருவாக்கினர். செல்சவ்வு தவிர, செல்லின் நுண்ணுறுப்புகள் ஒவ்வொன்றும் சவ்வால் சூழப்பட்டுள்ளன. செல்சவ்வு செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தை வரையறுப்பதோடன்றி, கடத்தல் (Transport), தகவல் தொடர்பு (Signal transduction) மற்றும் நரம்புத்தூண்டல் (Neurotransmission) போன்ற முக்கியப் பணிகளையும் செய்கிறது.

1.1 வேதி உட்பொருட்கள்

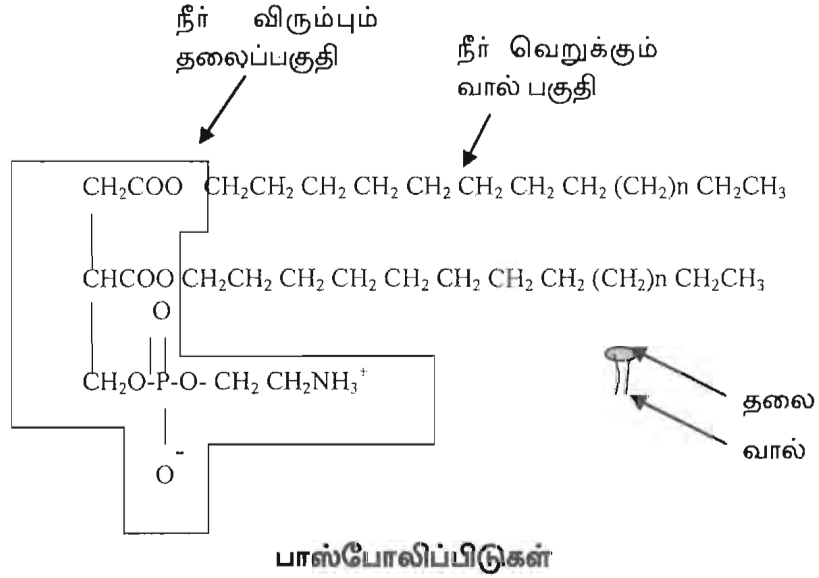
செல் சவ்வின் வேதியியல் கூறுகளை ஆய்வதற்கு இரத்தச் சிவப்பணுக்கள் பயன்படுகின்றன. ஏனெனில், இவை நுண்ணுறுப்புகள் அற்றவை. இதனால், இச்செல் சவ்வை மற்ற நுண்ணுறுப்பு சவ்வுகளின் கலப்படமின்றிப் பிரித்தெடுக்கலாம். இரத்தச் சிவப்பணுக்களின் சைட்டோபிளாசமற்ற சவ்வுகளை, 'கூடுகள்' (Ghosts) என்றழைக்கிறோம்.

செல்சவ்வு நான்கு முக்கிய வேதிப்பொருட்களால் ஆனவை. அவை (i) லிப்பிடுகள் (28-79%) (ii) புரதங்கள் (20-70%) (iii) ஒலிகோசாக்கரைடுகள் (1-5%) மற்றும் (iv) நீர் (20%).

1.1.1 லிப்பிடுகள்

எவ்வகை திசுக்களிலிருந்து செல் சவ்வுகளைப் பிரித்தெடுக்கிறோமோ, அதற்கேற்றவாறு அதன் வேதிப் பொருட்களும் மாறுபடுகின்றன. உதாரணமாக, மையலின் உறைகள் (myelin sheath) ஏறக்குறைய 80% லிப்பிடுகளால் ஆனவை. ஆனால் கல்லீரலின் செல் சவ்வில் 28% மட்டுமே லிப்பிடுகளாகும்.

செல்சவ்வில், பாஸ்போலிப்பிடுகள், கொலஸ்ட்ரால், கிளிசரோ பாஸ்போலிப்பிடுகள் போன்ற முக்கிய லிப்பிடுகள் உள்ளன. பாஸ்போடிடைல் கோலின், பாஸ்போடிடைல் எத்தனாலமின், பாஸ்போடிடைல் சிரைன், மற்றும் பாஸ்போடிடைல் இனோசிடால் போன்ற முக்கிய பாஸ்போலிப்பிடுகள் செல்சவ்வில் உள்ளன.



செல்சவ்வு லிப்பிடுகள் நீர் விரும்பும் மற்றும் நீர்வெறுக்கும் (amphipathic) தன்மையுடையவை. அவற்றின் தலைப்பகுதி நீர்

விரும்பும் தன்மையும், வால் பகுதி நீர்வெறுக்கும் தன்மையும் கொண்டவை. செல்சவ்வுகளை நீர் விரும்பும் சூழலுக்கு உட்படுத்தும் போது, அவை நீர்வெறுக்கும் உட்பகுதியைக் கொண்ட இரட்டை லிப்பிடு அடுக்குகளாக அமைகின்றன.

1.1.2 புரதங்கள்

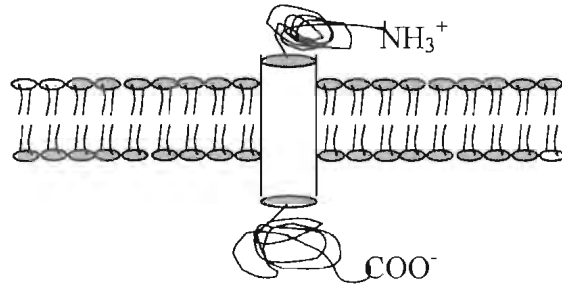
செல்சவ்வுலுள்ள புரதங்கள், அதன் அனைத்து முக்கியப் பணிகளையும் செய்கின்றன. எவ்வகை செல் என்பதைப் பொருத்து, அதன் சவ்வில் 20-70% புரதங்கள் உள்ளன. செல்சவ்வு புரதங்களை உள் அமை புரதங்கள் மற்றும் புற அமை புரதங்கள் என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

உள் அமை புரதங்கள் (Integral or Intrinsic Proteins)

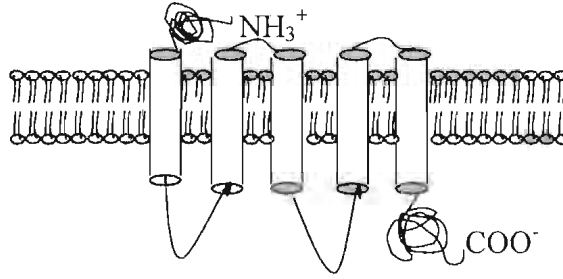
சில புரதங்கள் செல் சவ்வில் ஆழமாகப் பதிந்துள்ளன. இவற்றை செல்சவ்வைச் சேதப்படுத்தாமல் பிரித்தெடுக்க இயலாது. அவ்வாறு பிரிக்க இயலாப் புரதங்களை உள் அமை புரதங்கள் என்கிறோம். உள் அமை புரதங்கள் இருவகைப்படுகின்றன. அவை (அ) செல்சவ்வு குறுக்கு புரதங்கள் (Transmembrane Proteins) - இவ்வகை புரதங்கள் செல்சவ்வினை ஊடுருவிச் செல்கின்றன. அதனால் இவற்றிற்குச் செல்சவ்வின் இருபுறங்களிலும் டொமெய்ன்கள் (Domains) உள்ளன. செல் மேற்பரப்பமைவாங்கிகள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. (ஆ) லிப்பிடுகளுடன் இணைந்த புரதங்கள் (Lipid anchored proteins) - இவ்வகை புரதங்கள் சைட்டோபிளாசத்திலோ அல்லது செல்லுக்கு வெளியிலோ அமைந்துள்ளன. அவை தங்கள் அமினோ தொகுதியுடன் பிணைக்கப்பட்ட லிப்பிடுகளின் மூலமாக செல்சவ்வோடு இணைந்து காணப்படுகின்றன.

செல் சவ்வு குறுக்குப் புரதங்கள் இருவகைப்படும். செல் சவ்வை ஒரே ஒரு முறை மட்டும் ஊடுருவிச் செல்லும் புரதங்களை ஒருமுறை ஊடுருவும் புரதங்கள் (Single pass Transmembrane pro-

teins) என்றும் பலமுறை ஊடுருவிச் செல்லும் புரதங்களைப் பலமுறை ஊடுருவும் புரதங்கள் (Multipass Transmembrane Proteins) என்றும் அழைக்கிறோம்.



படம் 1.1 ஒருமுறை ஊடுருவும் புரதங்கள்



படம் 1.2 பலமுறை ஊடுருவும் புரதங்கள்

புற அமை புரதங்கள் (Peripheral proteins)

செல் சவ்வின் வெளிப்புறம் அல்லது உட்புறம் மட்டுமே அமைந்துள்ள புரதங்கள் புற அமை புரதங்கள் ஆகும். இவற்றை செல் சவ்விலிருந்து எளிதாகப் பிரித்தெடுக்கலாம். (எ.கா) இரத்தச் சிவப்பணுக்களில் உள்ள ஸ்பெக்டிரின் (Spectrin) என்னும் புரதம்.

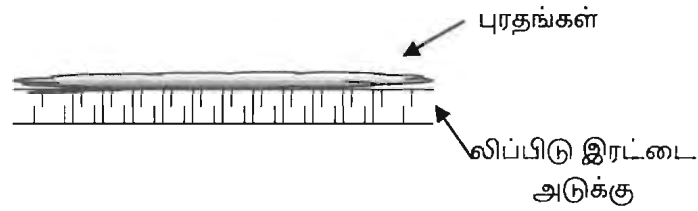
1.2 செல்சவ்வு மாதிரிகள்

1.2.1 ஓரடுக்கு அமைப்பு (Monolayer model)

ஓவர்டன் என்பவரே செல்சவ்வு அமைப்புகளை ஆய்வதில் முன்னோடியாவார். நீர்வெறுக்கும் வேதிப்பொருட்கள் செல்சவ்வு வழியாக எளிதில் கடத்தப்படுவதால், செல்சவ்வு ஒரு மெல்லிய லிப்பிடு படலத்தால் ஆனது என அறிவித்தார்.

1.2.2 லிப்பிடு ஈரடுக்கு அமைப்பு (Lipid bilayer model)

இரத்தச் சிவப்பணுக்களின் செல்சவ்விலுள்ள லிப்பிடுகளின் அளவு, அதன் மேற்பரப்பளவிற்கு இருமடங்காக உள்ளது. இந்த ஆராய்ச்சி முடிவின் அடிப்படையில் கார்டன் மற்றும் கிரன்டல், செல்சவ்வுகள் இரட்டை லிப்பிடு அடுக்குகளால் ஆனவை என அறிவித்தனர் (படம் 1.3).



படம் 1.3 லிப்பிடு ஈரடுக்கு அமைப்பு

1.2.3 ஒருமை செல்சவ்வு அமைப்பு (Unit membrane model)

இவ்வமைப்பு டேவ்சன் மற்றும் டேனியல் என்போரால் அமைக்கப்பட்டு, பின்னர் இராபர்ட்சன் என்பவரால் செம்மைப்படுத்தப்பட்டது. இயற்கையான செல்சவ்வுகளின் மேற்பரப்பு இழுவிசை லிப்பிடுகளால் மட்டுமே ஆன செயற்கை செல்சவ்வுகளின் மேற்பரப்பு இழுவிசையை விடக் குறைவாக உள்ளது. இதனால் செல்சவ்வுகளில் புரதங்களும் உள்ளன என்பது தெளிவாகிறது. இதன் அடிப்படையில் டேவ்சன் மற்றும் டேனியல் இரட்டை லிப்பிடு அடுக்குகளின் மீது புரதங்கள் பரவியுள்ளன என அறிவித்தனர்.

எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி வழியாக செல்சவ்வுகளைப் பார்க்கும்போது, அவை மூன்று அடுக்குகள் உடையதாகக் காணப்படுகின்றன. இந்த ஆராய்ச்சி முடிவுகளிலிருந்து இராபர்ட்சன் ஒருமை செல் சவ்வு அமைப்பை உருவாக்கினார். இவ்வமைப்பின் படி செல் சவ்வில் இரு புரத அடுக்குகளும், ஒரு லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கும் உள்ளன. அதாவது, இரு புரத அடுக்குகளுக்கு இடையில் (Sandwich)லிப்பிடு இரட்டை அடுக்கு அமைந்திருக்கும். (படம் 1.4)



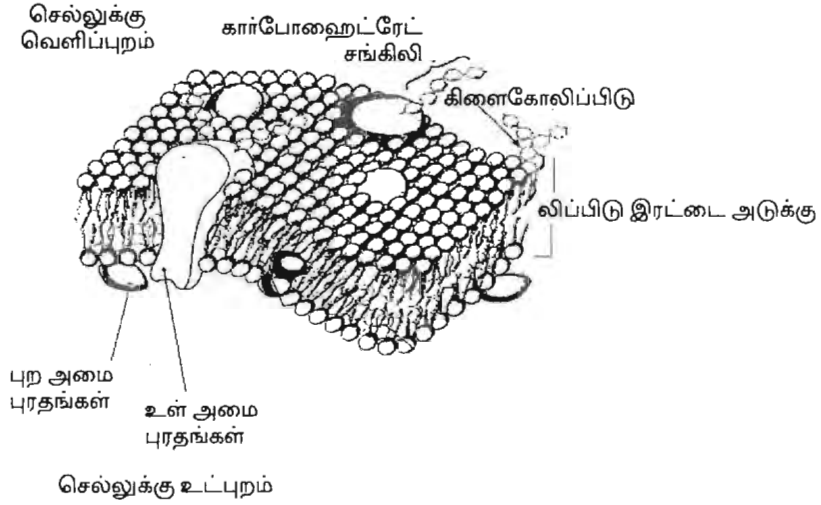
படம் 1.4 ஒருமை செல் சவ்வு அமைப்பு

1.2.4 நீர்ம மொசைக் அமைப்பு (Fluid Mosaic Model)

இது உலகளவில் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட ஒரு மாதிரியாகும். இம்மாதிரியை, பல அறிவியல் ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் S.J. சிங்கர் மற்றும் G.L. நிக்கல்சன் ஆகியோர் 1972 ஆம் ஆண்டில் உருவாக்கினர். (படம் 1.5)

நீர்மமொசைக் அமைப்பின் முக்கிய கோட்பாடுகள்:

1. இரட்டை அடுக்கில் லிப்பிடுகளும், புரதங்களும் மொசைக் அமைப்பில் காணப்படுகின்றன.
2. பாஸ்போலிப்பிடுகளாகிய நீர்ம அடித்தளத்தில் சில புரதங்கள் உள் அமை புரதங்களாகவும், சில புரதங்கள் புற அமை புரதங்களாகவும் அமைந்துள்ளன.



படம் 1.5 நீர்ம மொசைக் அமைப்பு

3. லிப்பிடுகள் மற்றும் புரதங்கள் செல்சவ்வில் நகரும் தன்மை கொண்டவை.
4. அவற்றால் இடவலமாக நகரவும், சுழலவும் முடியும். ஆனால் ஓரடுக்கிலிருந்து மற்றோர் அடுக்குக்கு நகர முடியாது.
5. செல்சவ்வு சீர்மையற்ற தன்மையுடையது. வெளிப்புற அடுக்கிலும், உட்புற அடுக்கிலும் வேதிப்பொருட்களின் அளவு மாறுபடுகிறது.

1.3 செல்சவ்வு கடத்தல் (Membrane Transport)

செல்சவ்வு கடத்தல், அதன் இன்றியமையாத பணிகளுள் ஒன்றாகும். செல் உயிரோட்டத்துடன் இருக்க செல்சவ்வு கடத்தல் முக்கியமானதாகும். நீர்வெறுக்கும் மூலக்கூறுகளும் சிறிய நீர் விரும்பும் மூலக்கூறுகளும் செல் சவ்வை எளிதாகக் கடக்கின்றன. ஆனால் மின்சமையற்ற நீர் விரும்பும் பெரிய மூலக்கூறுகள் மற்றும் மின்சமையுள்ள மூலக்கூறுகளால் செல்சவ்வைப் புரதங்களின் உதவியின்றிக் கடக்க இயலாது.

ஒரு பொருளைக் கடத்துவதற்கு ஆற்றல் தேவைப்படுகிறதா இல்லையா என்பதையும், அதன் செறிவையும் பொருத்து கடத்தல் செயல்மிகு கடத்தல் மற்றும் செயலற்ற கடத்தல் என இருவகைப்படும்.

1.3.1 செயலற்ற கடத்தல் (Passive Transport)

செயலற்ற கடத்தலில் பொருட்கள் அதிகச் செறிவிலிருந்து குறைந்த செறிவிற்கு எந்த ஒரு புரதத்தின் உதவியின்றிக் கடத்தப்படுகின்றன. இவ்வகை கடத்தல் சவ்வின் இருபக்கமும் கடத்தப்படும் பொருளின் செறிவு சமநிலை அடையும் வரை தொடர்கிறது. ஆக்ஸிஜன், கார்பன் -டை - ஆக்சைடு மற்றும் யூரியா போன்றவை இம்முறையில் கடத்தப்படுகின்றன.

1.3.2 புரத வழிக்கடத்தல் (Facilitated Diffusion)

கடத்தப்படும் பொருளின் செறிவு அதிகமாக இருந்தாலும் குளுக்கோஸ் போன்ற நீர் விரும்பிகளால் செல்சவ்வை எளிதில் கடக்க இயலாது. அத்தகைய பொருட்களைக் கடத்துவதற்குப் புரதங்கள் தேவைப்படுகின்றன. இக்கடத்தல் புரதவழிக்கடத்தல் என்றழைக்கப்படுகிறது.

புரதவழிக் கடத்தலில் ஈடுபடும் புரதங்கள் கடத்தல் புரதங்கள் (Carrier Proteins) என்றழைக்கப்படுகின்றன . அனைத்து செல்சவ்வுகளும் கடத்தல் புரதங்களைக் கொண்டுள்ளன.

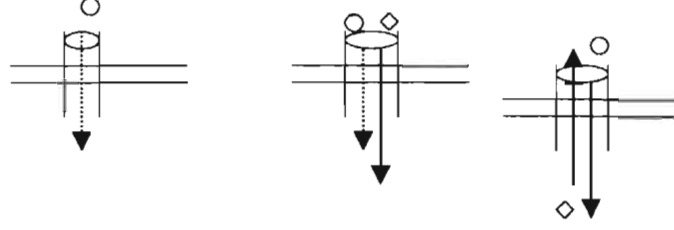
கடத்தல் புரதங்களின் சில முக்கிய பண்புகள்.

1. இவை கரைபொருளை அதிகச் செறிவிலிருந்து குறைந்த செறிவிற்குக் கடத்துகின்றன.
2. செறிவு சமநிலை அடைவதைத் துரிதப்படுத்துகின்றன.
3. இக்கடத்தலுக்கு ஆற்றல் தேவையில்லை.
4. இவை பெரிதும் தெரிவுத் தன்மையுடையவை.

இரத்த சிவப்பணுக்களிலுள்ள குளுக்கோஸ் கடத்தி மற்றும் எதிர்மின் அயனி கடத்தி போன்றவை புரதவழிக் கடத்தலுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

கடத்தல் புரதங்கள் மூன்று வகைப்படும்.

1. ஒரு பொருள் கடத்திகள் (Uniporters): இவை பொருட்களைச் செல்சவ்வின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து மற்றொரு பக்கத்திற்குக் கடத்தும் தன்மை கொண்டவை.
2. ஒரு திசைக் கடத்திகள் (Symporters): இவை இரு வேறு மூலக்கூறுகளை ஒரே திசையில் கடத்தும் தன்மை கொண்டவை.
3. எதிர் திசைக் கடத்திகள் (Antiporters) : இவை இரு வேறு மூலக்கூறுகளை எதிரெதிர் திசைகளில் கடத்தும் தன்மை கொண்டவை.



ஒரு பொருள் கடத்தி ஒருதிசைக் கடத்தி எதிர் திசைக் கடத்தி

1.3.3 செயல்மிகு கடத்தல் (Active Transport)

செல்கள் குறைந்த செறிவிலிருந்து அதிக செறிவிற்குப் பொருட்களைக் கடத்தும் பணியையும் மேற்கொள்கின்றன. இச்செயல் வெப்ப இயக்கவியலுக்கு எதிரான செயலாகும். எனவே, இச்செயலுக்கு ஆற்றல் தேவை. தேவையான ஆற்றலை ATP நீராற்பகுப்பின் மூலம் பெறுகின்றன. செயல்மிகு கடத்தலிலும் கடத்தல் புரதங்கள் ஈடுபடுகின்றன. அப்புரதங்கள் பம்புகள் (Pumps) என்றழைக்கப்படுகின்றன. செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தின் K^+ செறிவை அதிகமாகவும் Na^+ செறிவைக் குறைவாகவும் வைத்துக் கொள்ள உதவும் Na^+ , K^+ -ஏடிபியேஸ்கள் இதற்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டாகும்.

1.3.4 எண்டோசைட்டோசிஸ் (Endocytosis)

பெரிய அளவிலான உணவுப் பொருட்கள் மற்றும் வேற்றுப் பொருட்கள் செல்லினுள் விழுங்கப்படும் செயல் எண்டோசைட்டோசிஸ் எனப்படும். செல்லினுள் விழுங்கப்படும் பொருட்களின் தன்மைக்கேற்ப, எண்டோசைட்டோசிஸ்

இருவகைப்படும். பினோசைட்டோசிஸ் (Pinocytosis) அல்லது செல்குடித்தல் நிகழ்வில் திரவப் பொருட்கள் விழுங்கப்படுகின்றன. பெரிய திடப்பொருட்கள் செல்சவ்வின் மூலமாக செல்லுக்குள் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டால், அது பேகோசைட்டோசிஸ் (Phagocytosis) என்றழைக்கப்படுகிறது.

எண்டோசைட்டோசிஸ் செயலின் போது செல் சவ்வானது குழிந்து, செல்லின் வெளிப்புறத்திலுள்ள திரவத்தை உள்ளிழுத்துச் சிறிய குமிழிகளாக மாறி, செல் சவ்விலிருந்து பிரிந்து செல்லுக்குள் நுழைகின்றன. இவை பினோசோம்கள் அல்லது பேகோசோம்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவை லைசோசோம்களுடன் இணைந்து, தங்கள் உட்பொருட்களைச் செல் சைட்டோபிளாசத்தில் விடுவிக்கின்றன.

செல்களால் சுரக்கப்படும் பொருட்கள், செல் சவ்விலிருந்து வெளியேற்றப்படும் நிகழ்வு எக்சோசைட்டோசிஸ் என்றழைக்கப்படுகிறது. இந்நிகழ்வின் போது சுரப்புப் பொருட்களை உள்ளடக்கிய குமிழிகள் செல்சவ்வுடன் இணைந்து, அதன் உட்பொருட்களைச் செல்லிலிருந்து வெளியேற்றுகின்றன. உதாரணமாக, கணையச் செல்கள் தங்கள் நொதிகளை எக்சோசைட்டோசிஸ் மூலமே சுரக்கின்றன.

அட்டவணை 1

புரதவழிக் கடத்தல் மற்றும் செயல்மிகு கடத்தலுக்கிடையே உள்ள ஒற்றுமைகளும் வேற்றுமைகளும்

வ. எண்	புரத வழிக்கடத்தல்	செயல்மிகு கடத்தல்
1.	இவ்வகை கடத்தலுக்குப் புரதம் இன்றியமையாதது. அவற்றைக் கடத்தல் புரதங்கள் என்றழைக்கிறோம்.	இவ்வகை கடத்தலுக்கும் புரதம் இன்றியமையாதது. அவை பம்புகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.
2.	பெரிதும் தெரிவுத் தன்மையுடையது.	பெரிதும் தெரிவுத் தன்மையுடையது.
3.	நிறைவுறும் தன்மையுடையது.	நிறைவுறும் தன்மையுடையது.
4.	போட்டித் தன்மையுள்ள தடுப்பான்களால் தடுக்கப்படும் இயல்புடையது.	போட்டித் தன்மையுள்ள தடுப்பான்களால் தடுக்கப்படும் இயல்புடையது.
5.	கரைபொருட்கள் அதிகச் செறிவிலிருந்து குறைந்த செறிவிற்குக் கடத்தப்படும்.	கரைபொருட்கள் குறைந்த செறிவிலிருந்து அதிகச் செறிவிற்குக் கடத்தப்படும் .
6.	ஆற்றல் தேவையில்லை.	ஆற்றல் தேவை.

1.4 பாகுநிலை (Viscosity)

ஒரு சோதனைக் குழாயில் தண்ணீரையும் மற்றொன்றில் விளக்கெண்ணெயையும் எடுத்து ஒரே சமயத்தில் சாய்த்தால்,

விளக்கெண்ணெய் மெதுவாகவும் தண்ணீர் வேகமாகவும் விழும். இதற்கு ஒரு திரவ அடுக்குக்கும், மற்றோர் திரவ அடுக்குக்கும் இடையே உள்ள உராய்வு விசையே காரணமாகும். ஒரு திரவத்தில் உள்ள வெவ்வேறு அடுக்குகள் வெவ்வேறு வேகத்தில் நகரும். அவ்வாறு நகரும் போது ஏற்படும் உராய்வு, திரவ ஓட்டத்திற்கு உட்தடையாக அமைகிறது. இதனையே பாகுநிலை என்கிறோம். ஒவ்வொரு திரவமும் அதற்குரிய பாகுநிலை உடையதாக விளங்குகிறது. ஓர் அலகு பரப்பளவு உடைய ஒரு திரவ அடுக்குக்கும், அதிலிருந்து 1 செ.மீ. தொலைவிலுள்ள மற்றோர் திரவ அடுக்குக்கும் இடையே 1 செ.மீ. / விநாடி என்ற சீரான வேகத்தில் திரவம் விழுவதற்குத் தேவையான விசையை பாகுநிலை குணகம் (Viscosity co-efficient) என்கிறோம். இதனை டைன்ஸ் என்னும் அலகினால் அளவிடுகிறோம்.

பாகுநிலையை பாய்ஸ் (Poise) மற்றும் மில்லிபாய்ஸ் (Millipoise) ஆகிய அளவைகளால் அளக்கிறோம்.

1.4.1 பாகுநிலையைப் பாதிக்கும் காரணிகள்

1. **அடர்த்தி** : பாகுநிலையும், அடர்த்தியும் ஒன்றோடு ஒன்று நேர்விகிதத்தில் தொடர்புடையவை. இவை இரண்டும் ஸ்டோக்ஸ் விதியால் இணைக்கப்படுகின்றன. 'r' என்ற ஆரம் கொண்ட ஒரு சிறிய கோளத்தை, 'ρ' (rho) என்ற அடர்த்தி கொண்ட ஒரு திரவத்தில், 'g' என்ற புவியீர்ப்பு விசையை மீறி 'u' என்ற திசைவேகத்தில் நேராக விழச் செய்தால், பாகுநிலையும், அடர்த்தியும் இத்தகைய தொடர்புடையதாக அமைகின்றன.

$$\eta = \frac{2r^2 g(\rho - \rho')}{9u}$$

2. **வெப்பநிலை** : வெப்பநிலையும் பாகுநிலையும் எதிர்விகிதத்தில் தொடர்புடையவை. வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது, திரவத்தின் பாகுநிலை குறைகிறது.

3. கரைபொருள் : தூய கரைப்பானின் பாகுநிலையை விட கரைசலின் பாகுநிலை அதிகமாகும். கரைபொருள் கரைப்பானின் பாகுநிலையை உயரச் செய்கிறது. (எ.கா). தூய நீரை விட புரதக் கரைசலின் பாகுநிலை அதிகமாகும். கரைபொருளின் அளவையும் உருவ அமைப்பையும் பொருத்தே பாகுநிலை அமையும்.

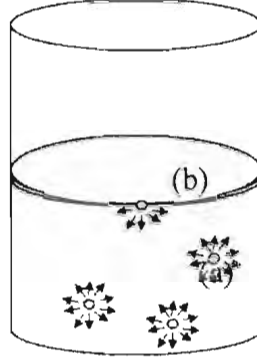
1.4.2 உயிரியல் பயன்பாடுகள்

1. கார்போஹைட்ரேட் மற்றும் புரதக் கரைசல்கள் அதிக பாகுநிலை கொண்டவை.
2. இரத்தத்தின் பிளாஸ்மா (Plasma) சாதாரணமாக 15-20 மில்லிபாய்ஸ் பாகுநிலையுடையதாகும். இதில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள் நோயுற்ற நிலையைக் குறிக்கும். பிளாஸ்மாவின் பாகுநிலை மேக்ரோகுளோபுலினீமியா (Macroglobulinemia) மற்றும் இதய நோய் (Congestive Heart Failure) ஆகிய நோய்களில் அதிகரித்துக் காணப்படும்.
3. இரத்தத்தின் பாகுநிலை சுமார் 30-40 மில்லிபாய்ஸ் ஆகும். இரத்தத்தில் உள்ள சிவப்பணுக்களே அதன் பாகுநிலையை நிர்ணயிக்கின்றன. இரத்த சோகை நோயில் இரத்தத்தின் பாகுநிலை குறைந்து காணப்படும்.
4. இரத்தத்தின் பாகுநிலை அதன் சீரான ஓட்டத்திற்கு உதவுகிறது.
5. சினோவியல் திரவத்தில் உள்ள மியூகோபாலிசாக்கரைடின் பாகுநிலையின் காரணமாக சினோவியல் திரவம் உயவுத்தன்மையைப் பெற்றுள்ளது.

1.5 பரப்பு இழுவிசை (Surface Tension)

ஒரு திரவத்தின் உள்ளே உள்ள ஒரு மூலக்கூறு(a), மற்ற மூலக்கூறுகளால் சமமான விசையால் எல்லாப் பக்கங்களிலிருந்தும் இழுக்கப்படுகிறது. ஆவிநிலையில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை, திரவத்திலுள்ள மூலக்கூறுகளை விட குறைவாகவே

உள்ளதால், திரவத்தின் மேற்பரப்பில் உள்ள ஒரு மூலக்கூறானது (b), திரவத்தில் உள்ள மற்ற மூலக்கூறுகளால், மூலக்கூறுகளிடைப்பட்ட கவர்ச்சி விசை காரணமாக, அதிகமாக உள்ளிழுக்கப்படுகிறது. (படம் 1.6) இவ்வாறு அதிகமாக உள்ளிழுக்கப்படும் விசையே பரப்பு இழுவிசையாகும். மேற்பரப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகளை திரவத்திற்குள் உள்நோக்கி இழுக்க மேற்பரப்பிற்கு செங்குத்தாக தரப்படும் விசையே பரப்பு இழுவிசை (γ) எனலாம்.



படம் 1.6 மேற்பரப்பில் உள்ள மூலக்கூறு எதிர்நோக்கும் சமமற்ற கவர்ச்சி

1.5.1 பரப்பு இழுவிசையைப் பாதிக்கும் காரணிகள்

1. அடர்த்தி : திரவம் (ρ) மற்றும் அதன் ஆவியின் (ρ') அடர்த்தியையும், பரப்பு இழுவிசையையும் மெக்லாட் சமன்பாடு (Mc Loeds equation) கீழ்க்கண்டவாறு இணைக்கின்றது.

$$\gamma \propto (\rho - \rho')^2$$

2. **வெப்பநிலை :** வெப்பநிலையும், பரப்பு இழுவிசையும், எதிர்விகிதத்தில் தொடர்புடையவை. அதாவது திரவத்தின் வெப்பநிலையை உயர்த்தும் போது, அதன் பரப்பு இழுவிசை குறைவடைகிறது. நிலைமாறு வெப்பநிலையில், பரப்பு இழுவிசை பூஜ்ஜயமாகிறது.

3. **கரைபொருள் :** கரைப்பானுக்குள் செல்லும் கரைபொருள், கரைப்பானின் பரப்பிழுவிசையை அதிகரிக்கும். ஆனால், திரவத்தின் மேற்பரப்பின் மீது செறியும் பொருட்கள், திரவத்தின் பரப்பிழுவிசையைக் குறைக்கும்.

1.5.2 உயிரியல் பயன்பாடுகள்

1. கொழுப்புகளைப் பால்மமாக்குதல் (Emulsification of Fats) : பித்த உப்புகள் டியோடினத்திலுள்ள கொழுப்புத்துகள்களின் பரப்பிழுவிசையைக் குறைத்து, அவை செரிப்பதற்கும், உறிஞ்சப்படுவதற்கும் ஏதுவாக மாற்றுகின்றன.
2. பிளாஸ்மாவின் பரப்பிழுவிசை : பிளாஸ்மாவின் பரப்பு இழுவிசை 70 டைன்கள் / செ.மீ. ஆகும். இது நீரின் பரப்பு இழுவிசையை விடச் சற்றே குறைவானதாகும்.
3. ஹேவின் பித்த உப்புகளைக் கண்டறியும் சோதனை (Hays test for bile salts) பரப்பு இழுவிசைக் கோட்பாடு சிறுநீரில் பித்த உப்புகளைக் கண்டறிவதற்குப் பெரிதும் உதவுகிறது. நன்கு பொடி செய்யப்பட்ட கந்தகத் துகள்களைப் பித்த உப்புகள் செறிந்த சிறுநீரில் (மஞ்சள் காமாலை) தூவினால், பித்த உப்புகளின் பரப்பிழுவிசை குறைக்கும் தன்மையினால் அவை மூழ்கிவிடும். ஆனால் நோயற்ற மனிதர்களின் சிறுநீரில் கந்தகத் துகள்கள் மிதக்கும்.
4. டைபால்மிடாயில் லெசிதீன் (Dipalmitoyl lecithin) என்ற பரப்பு இழுவிசை குறைக்கும் பொருள் நுரையீரலின் ஆல்வியோலைகளால் சுரக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் பரப்பு

இழுவிசை குறைக்கும் தன்மையினால், நுரையீரல் ஆல்வியோலைகள் மூச்சை வெளியிடும் போது குலையாமல் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. சில வளர்ச்சியுறாத சிசுக்களில் (pre-term infants), டைபால்மிடாயில் லைசீதினின் அளவு குறைந்து காணப்படுவதால், சுவாசக் குறைபாடுகள் (respiratory disorders) ஏற்படுகின்றன.

1.6 சவ்வூடு பரவல் (Osmosis)

ஒரு பகுதி கடத்தும் தன்மையுடைய சவ்வால் (Semipermeable) தண்ணீரையும், புரதக் கரைசலையும் பிரித்து வைத்தால், தண்ணீர், புரதக்கரைசல் பகுதிக்கு ஊடுருவிச் செல்லும். இவ்வாறு கரைப்பான்கள் ஊடுருவாதே சவ்வூடு பரவல் என்கிறோம். குறைந்த செறிவுள்ள ஒரு பகுதியிலிருந்து, அதிகச் செறிவுள்ள ஒரு பகுதிக்கு நீர் கசிவாதே சவ்வூடு பரவல் எனலாம். சவ்வூடு பரவல் ஒரு பொருண்மை சார் பண்பாகும். அதாவது, கரைசலிலுள்ள கரைபொருளின் மூலக்கூறுகள் அல்லது அயனிகளின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்ததே ஆகும். ஒரு மோல் கரைபொருளில் உள்ள சவ்வூடு பரவல் தன்மை உடைய மூலக்கூறுகள் அல்லது அயனிகளின் எண்ணிக்கை ஆஸ்மால் அலகு (Osmol Units) என வரையறுக்கப்படுகிறது. ஒரு மோல் அயனியாகாத கரைபொருள் ஒரு ஆஸ்மாலுக்குச் சமமாகும். ஆஸ்மொலாரிட்டி என்பது ஒரு லிட்டர் கரைசலில் உள்ள கரைபொருளின் அளவை ஆஸ்மாலில் குறிப்பிடுவதாகும். ஆஸ்மொலாலிட்டி என்பது ஒரு கிலோகிராம் கரைப்பானில் உள்ள கரைபொருளின் அளவை ஆஸ்மாலில் குறிப்பிடுவதாகும்.

ஒரே சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் கொண்ட கரைசல்கள் ஐசோ-ஆஸ்மாடிக் (Iso-osmotic) கரைசல்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. வெவ்வேறு சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் உள்ள இரு கரைசல்களை ஒப்பிடும் போது, அதிக சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் கொண்ட கரைசலை ஹைப்பர் ஆஸ்மாடிக் கரைசல் (hyperosmotic solution)

எனவும், குறைந்த சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் கொண்ட கரைசலை ஹைப்போ ஆஸ்மாடிக் கரைசல் (hypoosmotic solution) எனவும் அழைக்கிறோம்.

செல்சவ்வு பகுதி ஊடுருவும் தன்மையுடையதாக இருப்பதால் அது சில கரைபொருட்களை மட்டுமே கடத்துகிறது. கடத்த இயலா கரைபொருட்களால் ஏற்படும் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் டானிசிட்டி (Tonicity) என்று அழைக்கப்படுகிறது. டானிசிட்டி ஒரு முக்கியத்துவம் வாய்ந்த உடற்செயலியல் கூறாகும்.

சமமான டானிசிட்டி கொண்ட கரைசல்களை ஐசோடானிக் கரைசல்கள் (Isotonic solutions) என அழைக்கிறோம். அதிக டானிசிட்டி உள்ள கரைசலை ஹைப்பர்டானிக் கரைசல் எனவும், குறைவான டானிசிட்டி உள்ள கரைசலை ஹைப்போடானிக் கரைசல் எனவும் அழைக்கிறோம்.

1.6.1 உயிரியல் முக்கியத்துவம்

1. சிவப்பணு உடைதல் (Hemolysis) மற்றும் சுருங்குதல் (Crenation):

சரிவிகித உப்புக்கரைசல் அல்லது ஐசோடானிக் உப்புக் கரைசல் என்பது 0.9% NaCl ஆகும். இரத்த சிவப்பணுக்களை 0.3% NaCl கரைசலில் விரவச் செய்தால், நீர் செல்லுக்குள் சென்று, செல் உடைந்து, அதன் உட்பொருட்களை வெளியேற்றுகிறது. இவ்வாறு இரத்த சிவப்பணுக்கள் ஹைப்போடானிக் NaCl கரைசலில் உடைதலைச் 'சிவப்பணு உடைதல்' என அழைக்கிறோம். அவ்வாறு உடைந்தவுடன் கிடைக்கப்பெறும் சிவப்பணுக்களின் செல்சவ்வுகளைக் கூடுகள் (Ghosts) என்றழைக்கிறோம். அதற்கு மாறாக, இச்செல்களை 1.5% NaCl கரைசலில் விரவினால் இச்செல்லில் உள்ள நீர் வெளியேறி செல் சுருங்கிவிடும். இதனையே செல் சுருங்குதல் (Crenation) என்றழைக்கிறோம்.

2. சிவப்பணுக்களின் உடையும் தன்மையைக் கொண்டு செய்யப்படும் சோதனை (Erythrocyte Fragility Test) சவ்வூடு பரவலின் அடிப்படையில் செய்யப்படுவதாகும். செல்சவ்வின் ஒருங்கிணைப்பைப் பொருத்தே, செல்கள் ஹைப்போடோனிக் கரைசல்களைத் தாங்கி நிற்கும். சிக்கில் செல் இரத்தசோகை (Sickle Cell Anemia) மற்றும் வைட்டமின் E குறைபாடுள்ள சிவப்பணுக்களின் செல்சவ்வு உடையும் தன்மையுடன் இருக்கும்.

3. இரத்த சிவப்பணுக்களின் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம், அதன் சோடியம், பொட்டாசியம், குளோரைடு ஆகிய தனிமங்கள் மற்றும் புரதத்தின் அளவைப் பொருத்ததேயாகும். இவற்றுள் புரதங்களால் ஏற்படும் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். ஏனெனில் செல்சவ்வு கூழ்மங்களைக் கடத்துவதில்லை.

4. சவ்வூடு பரவலின் மூலமாக சிறுகுடலிலிருந்து தண்ணீர் உறிஞ்சப்படுகிறது. சவ்வூடு பரவல் அழுத்தமே சிறுநீரகத்தில் சிறுநீர் உருவாவதற்கும் காரணமாகிறது. நீரழுத்தத்திற்கும் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தத்திற்குமிடையே உள்ள அழுத்த வேறுபாடே இரத்தநாளத்தின் தமனி முனையில் தண்ணீரை வடிகட்ட உதவுகிறது. அதுவே, சிரைகளின் முனையில் தண்ணீர் உறிஞ்சப்படுவதற்கும் வழிவகுக்கிறது.

தமனிகளின் முனையில் நீரழுத்தம் 22mm Hg ஆகவும், சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் 15mm Hg ஆகவும் இருக்கிறது. இவற்றால் ஏற்படும் 7mm Hg அழுத்த வேறுபாடு தமனிகளிலிருந்து நீரை வெளியேற்ற உதவுகிறது. சிரைகளின் முனையில் நீரழுத்தம் 15mmHg ஆகவும், சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் 7mm Hg ஆகவும் இருக்கிறது. இதனால் உருவாகும் $15-7 = 8$ mm Hg அழுத்த வேறுபாடு, நீர் இரத்த நாளங்களுக்குள் மீண்டும் உறிஞ்சப்படுவதற்கு உதவுகிறது. இதனையே ஸ்டார்லிங் கோட்பாடு (Starling hypothesis) என்கிறோம்.

5. சிறுநீரகங்கள் நீரை வெளியேற்றுவதைச் சீர் செய்வதற்குச் இரத்த பிளாஸ்மாவிலுள்ள புரதங்களின் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தமும் ஒரு காரணியாகும். நீரழிவு நோயாளியின் சிறுநீரிலுள்ள குளுக்கோஸ், நீரைத் தக்க வைத்துக் கொள்வதால் அவர்கள் அதிக சிறுநீர் கழிக்கின்றனர்.

6. **டோனான் சவ்வு சமநிலை (Donnan Membrane Equilibrium)**

ஒரு பகுதி ஊடுருவும், அதாவது, தண்ணீரையும், படிக்கங்களையும் கடத்தும், ஆனால் கூழ்மங்களைக் கடத்தாத சவ்வால் பிரிக்கப்பட்ட இரு அறைகளில், ஒன்றில், 'a' மோல்கள் கொண்ட உப்புக்கரைசலையும் (NaCl), மற்றொன்றில், 'b' மோல்கள் கொண்ட NaR என்ற கரைசலையும் எடுத்துக் கொண்டோமானால்,

	(A)		(B)	
a	Na ⁺		Na ⁺	b
a	Cl ⁻		R ⁻	b 1

இதில் 'R' என்ற எதிர்மின் அயனி கடத்தப்படாத அயனியாகும்.

NaCl 'A' அறையிலிருந்து 'B' அறைக்குக் கடத்தப்படும். இந்த அமைப்பானது சமநிலை அடையும் வரை இது தொடரும். சமநிலையில் 'x' மோல்கள் NaCl 'A' விலிருந்து 'B' க்கு கடத்தப்பட்டதாகக் கருதினால், சமநிலையில் இரு அறைகளிலும் அயனிகளின் செறிவு கீழ்க்கண்டவாறு இருக்கும்.

	(A)		(B)	
a-x	Na ⁺		Na ⁺	b + x
a-x	Cl ⁻		R ⁻	b ...2
			Cl ⁻	x

சமநிலையில் ஓர் அறையிலிருந்து, மற்றோர் அறைக்குச் செல்லும் அயனிகளின் எண்ணிக்கை சமமாக இருக்கும். அவ்வாறு சமமாக இருக்க வேண்டுமெனில், தொடர்புடைய இரு அயனிகளின் பெருக்குத்தொகையும், இருபுறங்களிலும் சமமாக இருக்க வேண்டும். இதன்படி, $[Na^+]$ மற்றும் $[Cl^-]$ அயனிகளின் செறிவு இரு அறைகளிலும் சமநிலையில் சமமாக இருக்கும்.

$$\begin{aligned}
 (a-x)(a-x) &= (b+x)x \\
 (a-x)^2 &= bx + x^2 \\
 a^2 - 2ax + x^2 &= bx + x^2 \\
 a^2 - 2ax &= bx \\
 a^2 &= bx + 2ax \\
 a^2 &= (b + 2a)x \\
 x &= \frac{a^2}{(b+2a)}
 \end{aligned}$$

'a' என்பதற்கு 2ஐயும், 'b' என்பதற்கு 1ஐயும் பதிலீடு செய்தால்,

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{2^2}{1 + (2 \times 2)} \\
 &= \frac{4}{5} \\
 &= 0.8
 \end{aligned}$$

(A)		(B)
2 - 0.8 = 1.2	Na ⁺	Na ⁺ 1 + 0.8
2 - 0.8 = 1.2	Cl ⁻	R ⁻ 1
		Cl ⁻ 0.8
2.4		3.6

இதிலிருந்து,

1. கடத்தப்படாத அயனி உள்ள அறையில் (B), கரைபொருட்களின் செறிவு அதிகமாக இருக்கும்.
2. கடத்தப்படாத அயனி எதிர்மின் அயனியாக இருந்தால் (R⁻), நேர்மின் அயனியின் செறிவு (Na⁺) இப்பகுதியில் அதிகமாக இருக்கும் என அறியலாம்.

உயிரியல் அமைப்புகளில் கடத்தப்படாத புரதங்களினால் டோனான் சவ்வு சமநிலை உருவாகும். இது செல்லின் இயக்கத்திற்கு உறுதுணையாக அமைகிறது.

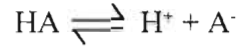
கடத்தப்படாத அயனி எதிர்மின் அயனியாக இருந்து, கடத்தப்படும் அயனிகளுள் ஒன்று H⁺ ஆக இருந்தால், pHல் மாற்றம் ஏற்படும். மின்பகுளி சமமற்ற நிலையில் புரதங்கள் விரிவடைவது டோனான் சவ்வு பரவல் விளைவு என அழைக்கப்படுகிறது.

1.7 தாங்கல் கரைசல்கள்

சிறிதளவு காரம் அல்லது அமிலம் சேர்க்கப்பட்ட பின்னரும், ஒரு கரைசலின் pH மதிப்பு மாறாமலிருந்தால் அக்கரைசல் தாங்கல் கரைசல் என்றழைக்கப்படுகிறது. ஒரு வீரியம் குறைந்த அமிலமும், அதன் உப்பும் அல்லது ஒரு வீரியம் குறைந்த காரமும், அதன் உப்பும் தாங்கல் கரைசல்களாகச் செயல்படுகின்றன. ஒரு கரைசலின் (H⁺)

அயனிச் செறிவின் எதிர்க்குறியீடு மடக்கையை pH என்று அழைக்கிறோம். தாங்கல் கரைசல்களின் pHஐ ஹென்டர்சன் - ஹாசல்பக் சமன்பாடு (Henderson - Haselbach equation) மூலம் நிர்ணயிக்கலாம். ஹென்டர்சன் - ஹாசல்பக் சமன்பாட்டைக் கீழ்க்கண்டவாறு தருவிக்கலாம்.

ஒரு வீரியம் குறைந்த அமிலம் கீழ்க்கண்டவாறு அயனியாகிறது எனக் கருதுவோம்.



சமநிலையில், அதன் பிரிகை மாறிலி,

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

சமன்பாட்டை மாற்றியமைத்தால்

$$K_a [HA] = [H^+][A^-]$$

$$[H^+] = \frac{K_a[HA]}{[A^-]}$$

இருபுறமும் மடக்கை எடுத்தால்

$$\log [H^+] = \log K_a + \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$

-1 ஆல் பெருக்கினால்,

$$-\log [H^+] = -\log K_a - \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

இரத்தத்தின் pH 7.4 ஆகும். அது எப்பொழுதும் மாறாமல் இருக்க வேண்டும். இரத்தத்தின் pH 7.5 ஐ விட அதிகரிக்கும் போது அல்கலோசிஸ் (Alkalosis) ஏற்படுகிறது. pH 7.8 ஐ விட அதிகமானால் மரணம் ஏற்படும். இரத்தத்தின் pH 7.3 ஐ விடக் குறைந்தால் அசிடோசிஸ் (Acidosis) ஏற்படும். pH 7.0 ஐ விடக் குறையுமானால் உயிர் வாழ்விற்கு ஏற்றதாக இருக்காது. வளர்சிதை மாற்றத்தாலும், நாம் உட்கொள்ளும் உணவாலும் நம் உடலில் அதிக அளவிலான அமிலங்களும் காரங்களும் உற்பத்தியாகின்றன. அவற்றை, நம் உடலிலிருந்து இரத்தத்தின் வழியாக, pHல் எந்த மாற்றமுமின்றிச் சிறுநீரில் வெளியேற்ற வேண்டும். இப்பணி இரத்தத்திலுள்ள பல்வேறு தாங்கல் கரைசல்களால் திறம்படச் செயல்படுத்தப்படுகிறது. அதுமட்டுமின்றிச் சிறுநீரகத்தின் மூலம் ஒழுங்கமைத்தல் மற்றும் சுவாசத்தின் மூலம் ஒழுங்கமைத்தல் ஆகிய இரு செயல்பாடுகளாலும் சீரமைக்கப்படுகிறது.

தொகுதிகள் எல்லாம் அமிலங்களாகும். பகுதிகள் எல்லாம் உப்புகளாகும்.

பிளாஸ்மாவில் பாஸ்பேட் மற்றும் கரிம அமிலங்கள் குறைவாகவே உள்ளதால், pH சீரமைப்பில் அவை பங்கேற்பதில்லை.

**இரத்தத்திலுள்ள முக்கிய தாங்கல் கரைசல்கள்
அட்டவணை - 2**

பிளாஸ்மா	இரத்த சிவப்பணுக்கள்
$\frac{H_2CO_3}{BHCO_3}$	$\frac{H_2CO_3}{BHCO_3}$
$\frac{H.புரதம்}{B புரதம்}$	$\frac{H.Hb}{B.Hb}$
$\frac{BH_2PO_4}{B_2HPO_4}$	$\frac{H.Hb O_2}{B.Hb O_2}$
$\frac{H.கரிம அமிலம்}{B.கரிம அமிலம்}$	$\frac{BH_2PO_4}{B_2HPO_4}$
	$\frac{H.கரிம அமிலம்}{B.கரிம அமிலம்}$

பிளாஸ்மாவில் உள்ள முக்கிய தாங்கல் கரைசல் பைகார்பனேட் தாங்கல் கரைசல் ஆகும். கார்போனிக் அமிலத்தின் பிரிகை மாறிலி (pKa) 6.1 ஆகும். இதை ஹென்டர்சன் - ஹாசல்பக் சமன்பாட்டில் பதிலீடு செய்தால்,

$$7.4 = 6.1 + \log \frac{BHCO_3}{H_2CO_3}$$

$$7.4 - 6.1 = \log \frac{\text{BHCO}_3}{\text{H}_2\text{CO}_3}$$

$$1.3 = \log \frac{\text{BHCO}_3}{\text{H}_2\text{CO}_3}$$

1.3 இன் எதிர்மடக்கை 20 ஆகும்.

$$\frac{\text{BHCO}_3}{\text{H}_2\text{CO}_3} = \frac{20}{1}$$

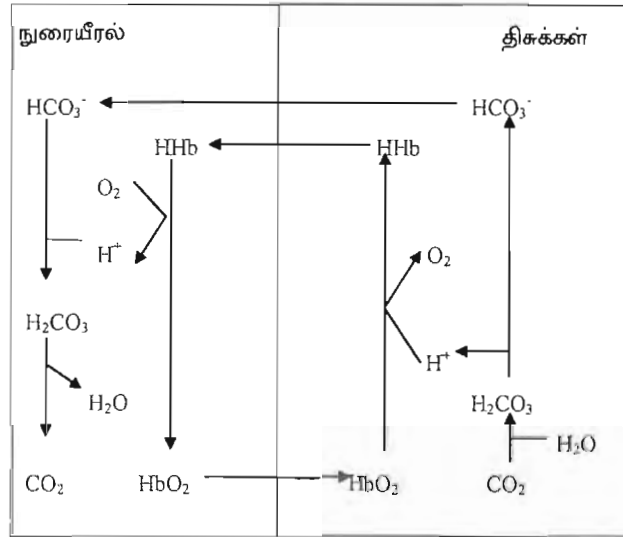
எனவே, ஹென்டர்சன் - ஹாசல்பர்க் சமன்பாட்டின் மூலம் pHஐ சீராக வைத்துக் கொள்ள கார்பனேட் மற்றும் கார்போனிக் அமிலத்தின் விகிதம் 20:1 ஆக இருக்க வேண்டும். வளர்சிதை மாற்றம் மூலமாக உருவாகும் CO₂, ஹீமோகுளோபின் (Hb) அமைப்பின் வழியாக சீரமைக்கப்படுகிறது.

ஹீமோகுளோபின் தாங்கல் செயல்

ஹீமோகுளோபினின் தாங்கல் சக்திக்கு, அதன் ஹிஸ்டிடின் அலகுகளிலுள்ள இமிடசோல் தொகுதிகளே காரணமாகும். ஹீமோகுளோபின் ஆக்சிஜனேற்றத்தைப் பொருத்தே அதன் பிரிகை வீதம் அமைகிறது. ஹீமோகுளோபின் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் போது அது அதிக அமிலத்தன்மை உடையதாகிறது. அதனால், அது பிரிகை அடைந்து காணப்படுகிறது. ஆக்சிஜனோடு இணையாத போது ஒடுங்கிய நிலையில் காணப்படுகிறது.

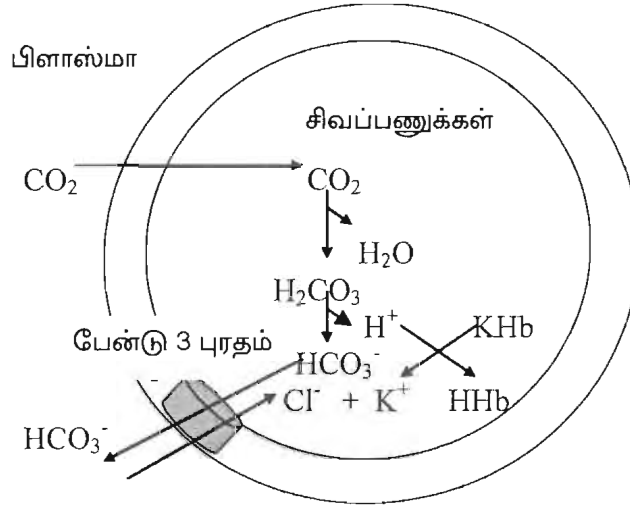
திசுக்களில் ஆக்சிஜனின் பகுதி அழுத்தம் (pO_2) குறையும் போது, ஆக்சிஹீமோகுளோபின் பிரிகை அடைந்து, ஆக்சிஜனைக் திசுக்களுக்கு அளிக்கிறது. அதற்கு மாறாக, திசுக்களிலுள்ள CO_2 , நீரோடு இணைந்து, கார்போனிக் அமிலமாக மாறி, H^+ மற்றும் HCO_3^- ஆக பிரிகையடைகிறது. ஆக்சிஜனற்ற ஒடுக்கமடைந்த ஹீமோகுளோபின், H^+ அயனியுடன் இணைந்து HHb ஆக மாறுவதால் pHல் அதிக மாறுபாடு ஏற்படுவதில்லை.

இரத்தம் நுரையீரலை அடைந்தவுடன், நுரையீரலில் ஆக்சிஜனின் பகுதி அழுத்தம் அதிகமாக உள்ளதால், Hb ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது. முன்னர் குறிப்பிட்டது போல், ஆக்சிஹீமோகுளோபின் H^+ அயனியுடன் குறைவான ஈர்ப்பே உடையதால் அது H^+ ஐ விடுவிக்கிறது. விடுவிக்கப்பட்ட H^+ , HCO_3^- உடன் இணைந்து H_2CO_3 ஆக மாறி H_2O மற்றும் CO_2 ஆக பிரிகிறது (படம் 1.7).



படம் 1.7. ஹீமோகுளோபினின் தாங்கல் செயல்

இரத்தத்தின் 80% தாங்கல் செயல் இரத்தச் சிவப்பணுக்களால் நடைபெறுகிறது என்று கண்டறிந்துள்ளனர். ஆனால் இத்தாங்கல் HCO_3^- பிளாஸ்மாவின் மூலமே கடத்தப்படுகிறது. இரத்தச் சிவப்பணுக்களில் உருவான HCO_3^- ஐ பிளாஸ்மாவுிற்கு வெளியேற்றுவதற்கு Cl^- அயனி தேவைப்படுகிறது. இந்நிகழ்வை ஹாம்பர்கர் குளோரைடு - பைகார்பனேட் மாற்றம் (Hamberger's Chloride Bicarbonate Shift) என்கிறோம் (படம் 1.8).



படம் 1.8 ஹாம்பர்கர் குளோரைட் - பைகார்பனேட் மாற்றம்

திசுக்களிலிருந்து வெளியாகும் CO_2 பிளாஸ்மா வழியாக, இரத்தச் சிவப்பணுக்களைச் சென்று அடைகிறது. அங்கு, கார்போனிக்

அன்ஹைட்ரேஸ் (Carbonic Anhydrase) என்னும் நொதியால் நீருடன் இணைக்கப்பட்டுக் கார்போனிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இதே நொதி, கார்போனிக் அமிலத்தை CO_2 மற்றும் நீராகவும் மாற்றுகிறது. கார்போனிக் அமிலம் பிரிகையால் உருவான பைகார்பனேட் பிளாஸ்மாவிலிலுள்ள குளோரைடு அயனிக்கு பரிமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு இரத்த சிவப்பணுக்களில் நுழையும் குளோரைடு, நடுநிலையான KCl ஆக மாற்றப்படுகிறது. பிளாஸ்மாவிற்குள் நுழையும் பைகார்பனேட் சோடியம் அயனியுடன் இணைந்து சோடியம் பைகார்பனேட்டாக மாறி பிளாஸ்மாவில் கடத்தப்படுகிறது.

சுவாசத்தின் மூலம் ஒழுங்கமைத்தல் (Regulation by Respiratory Mechanism)

மூளையிலுள்ள சுவாச மையத்தில் கார்பன்- டை- ஆக்ஸைடின் பகுதி அழுத்தம் உணரப்படுவதால், சுவாசத்தின் மூலம் ஒழுங்கமைத்தல் செயல்பாடு அமில - கார சமன்பாட்டைச் சீர்செய்வதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது.

இரத்தத்தில் CO_2 ன் பகுதி அழுத்தம் உயரும் போது வேகமாக மூச்சு விடுகிறோம் (Hyperventilation). இதனால், அதிகமாக CO_2 வெளியேற்றப்படுகிறது. இச்செயல் pH மற்றும் pCO_2 இயல்பு நிலைக்குத் திரும்பும் வரை தொடர்கிறது. மாறாக, pCO_2 குறையும் போது, மந்தமான சுவாசம் (Hypoventilation) ஏற்பட்டு, CO_2 தக்க வைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

சிறுநீரகத்தின் மூலம் ஒழுங்கமைத்தல் (Regulation by Renal Mechanism)

எளிதில் ஆவியாகும் CO_2 போன்ற அமிலங்களை மட்டுமே நுரையீரல்களால் வெளியேற்ற முடியும். ஆனால் லாக்டிக் அமிலம் மற்றும் பைரூவிக் அமிலம் போன்ற கரிம அமிலங்களை அவற்றால் வெளியேற்ற முடியாது. இத்தகைய அமிலங்கள் பைகார்பனேட் அமைப்பின் தாங்கல் செயலால் நடுநிலையாக்கப்படுகின்றன. இந்நிகழ்வின் போது, இரத்தத்தின் காரக்கிடங்கான (alkali reserve) HCO_3^- இழப்பு ஏற்படுகிறது. நுரையீரல்களால் காஃபோனிக் அமிலங்களை வெளியேற்ற முடியுமே தவிர, பைகார்பனேட் அளவைத் தக்க வைத்துக் கொள்ள முடியாது. இதைச் சிறுநீரகங்கள் செயல்படுத்துவதால், அமில-கார சமநிலையைப் பாதுகாக்கும் இறுதியான பணி சிறுநீரகங்களுடையதாகும். அசிடமியா நிலையில், அதிகமாக உள்ள H^+ அயனிகளை வெளியேற்றி, பைகார்பனேட் வெளியேற்றத்தைக் குறைத்து pH ஐ இயல்பு நிலைக்குக் கொண்டு வர வேண்டும். இதைச் செயல்படுத்துவதற்கு, சிறுநீரகங்கள் அதிக அமிலத் தன்மை கொண்ட சிறுநீரை (pH 4.5) வெளியேற்றுகின்றன. மாறாக, அல்கலீமியா நிலையில், சிறுநீரகங்கள், இரத்தத்தில் அதிகமாக உள்ள பைகார்பனேட்டைக் காரத்தன்மை (pH 8.2) கொண்ட சிறுநீரக வெளியேற்றுகின்றன. கீழ்க்கண்ட மூன்று முக்கிய செயல்பாடுகளால் சிறுநீரகங்கள் இரத்தத்தின் pHஐ இயல்பு நிலையில் தக்க வைத்துக் கொள்கின்றன.

1. பைகார்பனேட் திரும்ப உறிஞ்சுதல் (Reabsorption of bicarbonate)
2. பாஸ்பேட் தாங்கல் செயல் (Buffering by phosphate)
3. அமோனியம் அயனிகள் உற்பத்தி செய்தல் (Formation of ammonium ions)

பயிற்சிகள்

I. சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடு.

1. செல் சவ்வு என்னும் வார்த்தையை உருவாக்கியவர்
அ. C.J. நாகேலி மற்றும் கிராமர்
ஆ. சிங்கர் மற்றும் நிக்கல்சன்
இ. இராபர்ட்சன்
ஈ. கார்டர் மற்றும் கிரன்டல்
2. இவ்வகை கடத்தலுக்குப் புரதங்கள் தேவைப்படுகின்றன.
அ. புரதவழிக் கடத்தல்
ஆ. செயலற்ற கடத்தல்
இ. இரண்டும்
ஈ. எதுவும் இல்லை
3. இரத்தத்தின் pH
அ. pH 7.4 ஆ. pH 6.1 இ. pH 1.3 ஈ. pH 4.7
4. இரத்தச் சிவப்பணுக்களில் உள்ள முக்கிய தாங்கல் அமைப்பு
அ. பாஸ்பேட் தாங்கல்
ஆ. ஹீமோகுளோபின் தாங்கல்
இ. கார்பனேட் தாங்கல்
ஈ. அசிடேட் தாங்கல்
5. பாகுநிலையின் அலகு
அ. ஆஸ்மால் ஆ. பாய்ஸ்
இ. டைன் ஈ. நியூட்டன்

II. கோடிட்ட இடத்தை நிரப்புக.

1. சமமான சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் உள்ள இரு கரைசல்களை ----- என அழைக்கின்றோம்.
2. செல் சவ்வில் ஆழமாகப் பதிந்திருக்கும் புரதங்கள் ----- என அழைக்கப்படுகின்றன.
3. சைட்டோபிளாசம் இல்லாத இரத்தச் சிவப்பணுக்களின் செல்சவ்வுகள் ----- என அழைக்கப்படுகின்றன.
4. சினோவியல் திரவத்தின் உயவுத் தன்மைக்கு அதிலுள்ள ----- காரணமாகும்.
5. எளிதில் ஆவியாகாத அமிலங்கள் ----- அமைப்பின் படி தாங்கல் செய்யப்படுகின்றன.

III. சரியா? தவறா?

1. கார்போஹைட்ரேட்கள் செல்சவ்வின் முக்கிய வேதிப் பொருளாகும்.
2. புரதவழிக் கடத்தலுக்கு ஆற்றல் தேவை.
3. இரத்தசோகை நோயில் இரத்தத்தின் பாகுநிலை உயர்ந்திருக்கும்.
4. ஹீமோகுளோபின் தாங்கல் செயல், அதன் லைசின் அலகுகளால் தான் ஏற்படுகிறது.
5. இரத்தச் சிவப்பணுக்களை ஹைப்போடானிக் கரைசலில் விரவினால், செல்கருங்குதல் நடைபெறும்.

IV. பொருத்துக.

1. சிவப்பணுக்களின் உடையும் தன்மைகொண்டு செய்யப்படும் சோதனை - பரப்பு இழுவிசை
2. ஹேயின் சோதனை - டைபால்மிட்டாயில் லெசிதீன்

3. பரப்பு இழுவிசை குறைக்கும்
தன்மை - சவ்வூடு பரவல்
4. ஒருமை செல் சவ்வு அமைப்பு - நிக்கல்சன்
5. நீர்ம மொசைக் அமைப்பு - இராபர்ட்சன்

V. கீழ்க்கண்டவற்றிற்குச் சுருக்கமாக விடையளி.

1. புற அமை புரதங்களுக்கு ஓர் உதாரணம் தருக.
2. இரத்தத்தின் பாகுநிலை என்ன?
3. செல்லுக்குள் திரவம் எவ்வாறு உறிஞ்சப்படுகிறது?
4. குளோரைட்-பை-கார்பனேட் அயனிகளைப் பரிமாற்றம் செய்யும் புரதத்தைப் பெயரிடுக.
5. 'R' என்னும் கடத்தப்படாத எதிர்மின் அயனி உள்ள பகுதியில் செறியும் அயனி எது?

VI. கீழ்க்கண்டவற்றிற்கு விடையளி.

1. செல்சவ்வு புரதங்கள் பற்றிக் குறிப்பு வரைக.
2. பல்வேறு செல்சவ்வு அமைப்புகள் பற்றி விவரி.
3. பரப்பு இழுவிசை மற்றும் பாகுநிலையின் உயிரியல் பயன்பாடுகளைப் பட்டியலிடுக.
4. இரத்தத்தின் pHல் எந்த மாற்றமுமின்றி எவ்வாறு CO₂ கடத்தப்படுகிறது?
5. டோனான் செல்சவ்வு சமநிலை பற்றிக் குறிப்பு வரைக.

பாடம் - 2

செரித்தல்

முன்னுரை

நாம் உண்ணும் உணவை உடலில் உறிஞ்சப் படுவதற்கேற்ற ஒரு நிலைக்கு மாற்றம் செய்யும் நிகழ்வையே செரித்தல் என்கிறோம். நம் உடல் உணவைப் பகுத்து, அதை ஆற்றலுக்காவும், பராமரிப்புக்காவும், வளர்ச்சிக்காவும் பயன்படுத்துவதைப் பற்றிச் செரித்தல் விளக்குகிறது. செரித்தல் வாயில் தொடங்கி, இரைப்பை மற்றும் சிறுகுடலில் தொடர்ந்து, பெருங்குடலில் முடிவடைகிறது. கல்லீரல் மற்றும் கணையம் அவற்றின் நொதிகளாலும், அவற்றால் சுரக்கப்படும் நீராலும் இச்செயலை எளிதாக்குகின்றன. செரித்தலின் மூலமாக கார்போஹைட்ரேட்கள் குளுக்கோஸாகவும், புரதங்கள் அமினோ அமிலங்களாகவும், கொழுப்புகள் கிளிசரால் மற்றும் கொழுப்பு அமிலங்களாகவும் பகுக்கப்படுகின்றன.

2.1 கார்போஹைட்ரேட்கள்

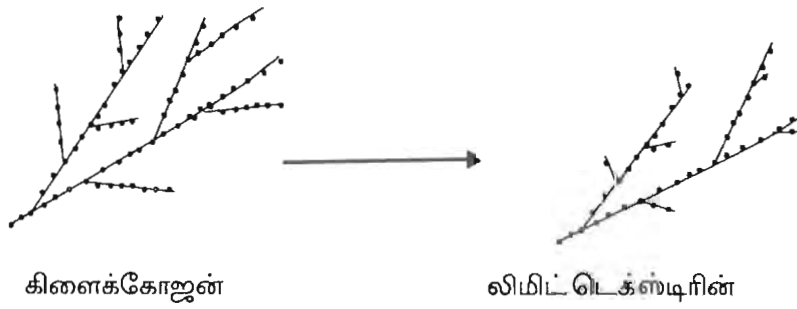
நம் உணவில் ஸ்டார்ச், கிளைக்கோஜன், சுக்ரோஸ், லாக்டோஸ், மால்டோஸ் ஆகிய முக்கிய கார்போஹைட்ரேட்கள் உள்ளன. இவை மட்டுமின்றி மிகக் குறைந்த அளவில் பிரக்டோசும், பென்டோசும் உள்ளன.

2.1.1 வாயில் செரித்தல் (Digestion in mouth)

பால் மற்றும் பழச்சாறு போன்ற திரவ உணவுகள் வாயில் நீண்ட நேரம் தங்குவதில்லை. அதனால் அவை வாயில் எந்த மாற்றமும் அடைவதில்லை. ஆனால் ஸ்டார்ச் மற்றும் கிளைக்கோஜன் அடங்கிய திட உணவுகள் உமிழ்நீருடன் கலந்து பற்களால் நன்கு அரைக்கப்படுகின்றன. உமிழ்நீரில் α 1-4 பிணைப்பைப் பகுக்கும் டயலின் (Ptyalin) என்னும் α அமைலேஸ் நொதி உள்ளது. அது ஸ்டார்ச் மற்றும் கிளைக்கோஜனை, குளுக்கோஸ் என்னும் ஒற்றைச் சாக்கரைடாகவும், மால்டோஸ் என்னும் இரட்டைச் சாக்கரைடாகவும், மால்டோட்டிரையோஸ் என்னும் ட்ரைசாக்கரைடாகவும் பகுக்கிறது. கிளைக்கோஜன் மற்றும் ஸ்டார்ச் மூலக்கூறுகளில் உள்ள கொள்ளிடத் தடை காரணமாக, அவற்றின் உள்ளே உள்ள சில α 1-4 பிணைப்புகளை டயலினால் பகுக்க முடியாது. இதன் விளைவாக லிமிட் டெக்ஸ்டிரின் (Limit dextrin) உருவாகிறது.

உமிழ்நீர் அமைலேஸின் செயல்பாட்டிற்கு உகந்த pH 6-7 ஆகும். டயலின் நன்கு செயல்பட குளோரைடு அயனிகள் தேவைப்படுகின்றன.

கிளைக்கோஜன், ஸ்டார்ச் \rightarrow குளுக்கோஸ், மால்டோஸ், மால்டோ ட்ரையோஸ், லிமிட் டெக்ஸ்டிரின்



உணவுடயலினுடன் இரைப்பையை அடைந்தவுடன், அங்கு நிலவும் அமில pHல் டயலின் செயலிழக்கிறது. இரைப்பையில் கார்போஹைட்ரேட்கள் செரிப்பதற்கு எந்த ஒரு நொதியும் இல்லை. அதனால், அங்கு பாலிசாக்கரைடுகள் எந்த மாற்றமும் அடைவதில்லை. ஆனால், உணவிலுள்ள சக்ரோஸ் மட்டும், இரைப்பையின் HClஆல் நீராற்பகுக்கப்பட்டு சமமோலார் அளவிலான குளுக்கோஸாகவும், பிரக்டோஸாகவும் மாற்றப்படுகிறது.

2.1.2 டியோடினத்தில் செரித்தல் (Digestion in Duodenum)

உணவுக்கவளம் டியோடினத்தை அடைந்தவுடன் கணைய நீருடன் கலக்கப்படுகின்றது. கணைய நீரில் உள்ள α - அமைலேஸின் செயல் டயலினின் செயலை ஒத்ததே ஆகும். ஆனால், கீழ்க்கண்ட காரணங்களால் அது டயலினை விட வலிமை வாய்ந்ததாகும்.

- (i) இது சமைக்கப்படாத ஸ்டார்ச் மீதும் செயல்படுகிறது.
- (ii) இது டயலினால் பகுக்க முடியாத α 1- 4 பிணைப்புகளையும் நீராற் பகுக்கிறது.

கணைய அமைலேஸின் செயல்பாட்டிற்கு உகந்த pH 6.9 - 7.1 ஆகும். இதன் செயல்பாட்டிற்கும் குளோரைடு அயனிகள் தேவைப்படுகின்றன.

2.1.3 சிறுகுடலில் செரித்தல் (Digestion in small intestine)

கார்போஹைட்ரேட்டுகளை முற்றிலுமாக ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளாக நீராற் பகுக்க ஐந்து நொதிகள் சிறுகுடலில் உள்ளன.

- (அ) சிறுகுடல் அமைலேஸ்: இது பாலிசாக்கரைடுகள் மற்றும் ஒலிகோசாக்கரைடுகளின் முனையில் உள்ள α 1- 4 பிணைப்புகளை நீராற்பகுத்து குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளை விடுவிக்கிறது.

(ஆ) **லாக்டேஸ்:** இது ஒரு β - கேலக்டோசிடேஸ் நொதி ஆகும். இது லாக்டோஸ் மூலக்கூறுகளை சமமோலார் அளவிலான குளுக்கோஸ் மற்றும் கேலக்டோஸாக நீராற்பகுக்கிறது. இதன் செயல்பாட்டிற்கு உகந்த pH 5.4 - 6.0 ஆகும்.

லாக்டேஸ்

லாக்டோஸ் \longrightarrow குளுக்கோஸ் + கேலக்டோஸ்

(இ) **மால்டேஸ் :** இது ஒரு குளுக்கோசிடேஸ் நொதி ஆகும். இது மால்டோசில் உள்ள α 1- 4 பிணைப்புகளை உடைத்து, குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளாகப் பகுக்கிறது. சிறுகுடல் எபிதீலியல் செல்களில் ஐந்து விதமான மால்டேஸ்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் செயல்பாட்டிற்கு உகந்த pH 5.8 - 6.2 ஆகும்.

மால்டேஸ்

மால்டோஸ் \longrightarrow குளுக்கோஸ் + குளுக்கோஸ்.

(ஈ) **சுக்ரேஸ்:** இது சுக்ரோஸ் மூலக்கூறுகளில் உள்ள β 1- 2 பிணைப்புகளின் மீது செயல்பட்டு சமமோலார் அளவிலான குளுக்கோஸ் மற்றும் பிரக்டோஸ் மூலக்கூறுகளைத் தருகிறது.

சுக்ரேஸ்

சுக்ரோஸ் \longrightarrow குளுக்கோஸ் + பிரக்டோஸ்.

(உ) **ஐசோமால்டேஸ் :** இது லிமிட் டெக்ஸ்டிரினின் α 1- 6 பிணைப்புகளை நீராற்பகுத்து மால்டோஸ் மற்றும் குளுக்கோஸைத் தருகிறது.

நம் உணவு மண்டலத்தில் β 1- 4 பிணைப்புகளின் மீது செயல்படும் நொதி இல்லாததால் செல்லுலோஸைச் செரிக்க முடியாது.

2.1.4 கார்போஹைட்ரேட்களை உறிஞ்சுதல் (Absorption of Carbohydrates)

ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளை மட்டுமே சிறுகுடல் மியூகோசாவால் உறிஞ்ச முடியும். ஒரு சில இரட்டைச்சாக்கரைடுகள் பினோசைட்டோசிஸ் (Pinocytosis) முறையில் உறிஞ்சப்பட்டு, இரட்டைச் சாக்கரிடேஸ்கள் என்ற நொதியினால் ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளாகப் பகுக்கப்படுகின்றன. ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளின் உறிஞ்சுதல் கீழ்க்கண்ட வரிசையில் நடைபெறும்.

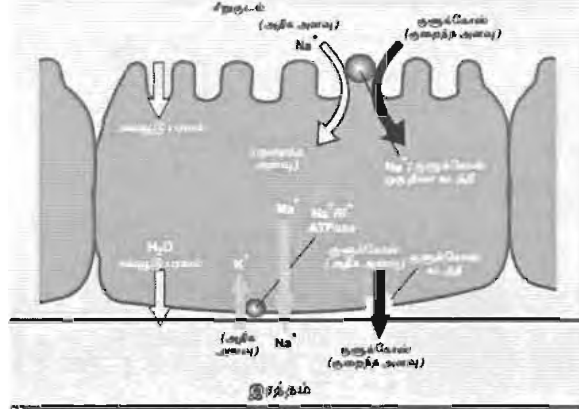
கேலக்டோஸ் > குளுக்கோஸ் > பிரக்டோஸ் > மேனோஸ் > சைலோஸ் > அராபினோஸ்.

உறிஞ்சுதலின் இயங்கமைப்பு (Mechanism of absorption)

(அ) சாதாரணக் கடத்தல் (Simple diffusion) : சிறுகுடலில் குளுக்கோசின் செறிவு அதிகமாக இருக்கும் போது, இவ்வகை கடத்தல் மூலம் குளுக்கோஸ் சவ்வைக் கடக்கிறது.

(ஆ) செயல்மிகு கடத்தல் (Active Transport): செயல்மிகு கடத்தலின் மூலமாக குளுக்கோஸ் உறிஞ்சுதல் துரிதப்படுத்தப்படுகிறது (படம் 2.1). குளுக்கோஸ் உறிஞ்சுதல் ஒரு இரண்டாம் நிலை செயல்மிகு கடத்தல் ஆகும். ஏனெனில் இந்நிகழ்வில் ATP மறைமுகமாக நீராற் பகுக்கப்படுகிறது.

1. ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோசும் ஒரு சோடியம் அயனியும் கடத்தல் புரதத்தோடு இணைகிறது.
2. சோடியம் அயனியும் குளுக்கோசும் இணைந்தவுடன், கடத்தல் புரதத்தில் உருமாற்றம் ஏற்படுகிறது.



படம் 2.1 குளுக்கோஸ் உறிஞ்சுதலின் அமைப்பு

3. இந்த உருமாற்றத்தினால் சோடியம் அயனியும் குளுக்கோசும் சிறுகுடல் செல்களுக்குள் செலுத்தப்படுகின்றன.
4. இதன் பின்னர் சோடியம் அயனிகள் சிறுகுடல் செல்லிலிருந்து வெளியேற்றப்படுகின்றன. இச்செயலுக்குத் தேவையான ஆற்றல் ATP நீராற்பகுத்தலின் மூலம் பெறப்படுகிறது.

இறுதியாக, குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகள் மட்டுமே செல்களில் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

2.1.5 உறிஞ்சுதலைப் பாதிக்கும் காரணிகள் (Factors affecting rate of absorption)

1. சிறுகுடல் உட்சவர் பாதிப்படையும் போது உறிஞ்சுதல் குறைகிறது.
2. தைராய்டு ஹார்மோன், அட்ரினல் கார்டெக்ஸ் ஹார்மோன் மற்றும் பிட்யூட்டரி ஹார்மோன்கள் கார்போஹைட்ரேட்கள் உறிஞ்சுதலை அதிகப்படுத்துகின்றன.

3. குளுக்கோஸ் உறிஞ்சுதலை இன்சலின் பாதிப்பதில்லை.
4. பிரிமிடின் மற்றும் பேன்டோதெனிக் அமிலக் குறைபாடுகள் உறிஞ்சுதலைக் குறைக்கின்றன.
5. லாக்டோஸ் ஒவ்வாமை போன்று பரம்பரை நொதி குறைபாடுகளில் உறிஞ்சுதல் குறைகிறது.

2.2 புரதங்கள்

புரதங்கள், தாவர மற்றும் மாமிச உணவுப் பொருட்களில் அடங்கியுள்ளன. பால், பால் பொருட்கள், மாமிசம், மீன், கல்லீரல், முட்டை போன்ற மாமிச உணவுகளில் புரதங்கள் அதிகமான அளவில் உள்ளன. தானியங்கள், பருப்பு வகைகள், பட்டாணி, அவரை மற்றும் கொட்டைகள் போன்ற தாவர உணவுப் பொருட்களில் புரதங்கள் செறிந்துள்ளன.

2.2.1 வாயில் செரித்தல் (Digestion in mouth)

புரதத்தைச் செரிக்க எந்த ஒரு நொதியும் வாயில் இல்லை.

2.2.2 இரைப்பையில் செரித்தல் (Digestion in stomach)

HCl

இரைப்பை மியூக்கோசாவால் சுரக்கப்படும் HCl, புரதத்தின் ஈரிணைய அமைப்பைச் சிதைத்து, நொதிகளின் பணியை எளிதாக்குகிறது.

பெப்சின், ரெனின், காஸ்ட்ரிசின் மற்றும் ஜெலாடினேஸ் போன்ற புரதங்களைப் பகுக்கும் நொதிகள் இரைப்பை நீரில் உள்ளன.

பெப்சின்

இது இரைப்பை நீரிலுள்ள ஒரு வலிமை வாய்ந்த புரதங்களைப் பகுக்கும் நொதியாகும். இது பெப்சினோஜன் என்றழைக்கப்படும் சைமோஜன் உருவில் சுரக்கப்படுகிறது. பெப்சினோஜனின் மூலக்கூறு எடை 42,500 டால்டன் ஆகும். இரைப்பை அமிலம் செயலற்ற பெப்சினோஜனை செயல்திறன் கொண்ட பெப்சினாக மாற்றுகிறது. சிறிதளவு பெப்சின் தோன்றியவுடன், அது தன்தூண்டல் முறையில் (autocatalysis) எஞ்சிய பெப்சினோஜனை பெப்சினாக மாற்றுகிறது.

பெப்சினின் மூலக்கூறு எடை 34,500 டால்டன்களாகும். பெப்சின் ஒரு என்டோபெப்டிடேஸ் (endopeptidase) ஆகும். என்டோபெப்டிடேஸ் என்னும் நொதி புரதங்களின் உள்ளமைந்த பெப்டைடு பிணைப்புகளின் மீது செயல்படுகிறது.

பெப்சின் புரதங்கள் மீது செயல்பட்டு, அவற்றைக் குறைந்த மூலக்கூறு எடை கொண்ட புரோடியோசுகள் மற்றும் பெப்டோன்களாக மாற்றுகிறது.

புரதங்கள் \longrightarrow புரோடியோசுகள் + பெப்டோன்கள்

இது ஒரு அகன்ற தெரிவுத்தன்மை கொண்ட நொதியாகும். அரோமேட்டிக் மற்றும் நீர்வெறுக்கும் அமினோ அமிலங்களின் கார்பாக்சில் முனை அல்லது எதிர்மின் சுமை கொண்ட அமினோ அமிலங்களின் அமினோ முனை கொண்ட பெப்டைடு பிணைப்புகளின் மீது செயல்படுகிறது. இது பாலிலுள்ள கரையும் தன்மை கொண்ட கேசினை நீராற்பகுக்குகிறது. பகுக்கப்பட்ட கேசின் கால்சியத்துடன் இணைந்து கரையாத தன்மை கொண்ட பாராகேசினேட்டாக மாறுகிறது.

பெப்சின் செயல்திறனுக்கு உகந்த pH 1.6 - 2.5 ஆகும்.

ரெனின்

பச்சிலம் குழந்தைகளில் மட்டுமே ரெனின் காணப்படுகிறது. இது இரைப்பை மியூக்கோசாவால் செயலற்ற புரோரெனினாக சுரக்கப்படுகிறது. இதுவும் பாலிலுள்ள கேசினை கரையாத்தன்மை கொண்ட கால்சியம் பாராகேசினேட்டாக மாற்றுகிறது.

2.2.3 டியோடினத்தில் செரித்தல் (Digestion in duodenum)

புரதங்களைப் பகுக்கும் முக்கிய நொதிகளான டிரிப்சின், கைமோடிரிப்சின், கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸ், இலாஸ்டேஸ் மற்றும் கொலாஜினேஸ் போன்ற நொதிகள் கணைய நீரில் உள்ளன.

டிரிப்சின்

டிரிப்சின் என்னும் புரதத்தைப் பகுக்கும் நொதி டிரிப்சினோஜன் என்னும் செயலற்ற சைமோஜன் உருவில் சுரக்கப்படுகிறது. இது என்டிரோகைனேசாலும், கால்சியத்தின் முன்னிலையில் தன்தூண்டல் முறையாலும் செயல்திறன் கொண்ட டிரிப்சினாக மாற்றப்படுகிறது.

இது ஒரு என்டோபெப்டிடேஸ் ஆகும். இது நேர்மின் சுமை கொண்ட அமினோ அமிலங்களான லைசின், ஆர்ஜினைன் போன்றவற்றின் கார்பாக்சில் தொகுதிகளைக் கொண்ட பெப்டைடு பிணைப்புகளைப் பகுக்கும் தெரிவுத்தன்மை கொண்டதாகும். பாலிபெப்டைடுகள், புரோடியோசுகள், பெப்டோன்கள், டை மற்றும் ட்ரைபெப்டைடுகள் போன்றவை இதன் செயல்பாட்டின் விளைவினை பொருட்களாக அமைகின்றன. புரோலினால் ஆக்கப்பட்ட பெப்டைடு பிணைப்புகளை இந்த நொதியால் பகுக்க முடியாது.

இந்நொதி புரோஇலாஸ்டேஸை, இலாஸ்டேசாகவும், கைமோடிரிப்சினோஜனை கைமோடிரிப்சினாகவும்,

ஃபைப்ரினோஜனை ஃபைப்ரினாகவும் மாற்றுகிறது. இந்த நொதியின் செயல்திறனுக்கு உகந்த pH 8-9 ஆகும்.

கைமோடிரிப்சின்

இது ஒரு என்டோபெப்டிடேஸ் ஆகும். இந்நொதியும் கைமோடிரிப்சினோஜன் என்னும் செயலற்ற உருவில் சுரக்கப்படுகிறது. டிரிப்சினாலும், தன்தூண்டல் முறையாலும் செயல்திறன் கொண்ட கைமோடிரிப்சினாக மாற்றப்படுகிறது. இது டிரிப்டோபேன், தைரோசின் மற்றும் பினைல் அலனைன் போன்ற அரோமேடிக் அமினோ அமிலங்களைக் கார்பாக்ஸில் முனையாகக் கொண்ட பெப்டைடு பிணைப்புகளை நீராற் பகுக்கிறது.

இந்த நொதியின் செயல்பாட்டிற்கு உகந்த pH 7-8 ஆகும்.

கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸ்கள்

கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸ் "A" மற்றும் "B" ஆகிய இருவகை கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸ்கள் உள்ளன. இரு நொதிகளும் எக்ஸோபெப்டிடேஸ்கள் (exopeptidase) ஆகும். கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸ் "A" அரோமேடிக் அமினோ அமிலம் கொண்ட கார்பாக்ஸில் தொகுதி முனைக்கும், கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸ் "B" நேர் மின்சுமை கொண்ட அமினா அமிலங்களைக் கொண்ட கார்பாக்ஸில் தொகுதி முனைக்கும் தெரிவுத் தன்மை உடையவை.

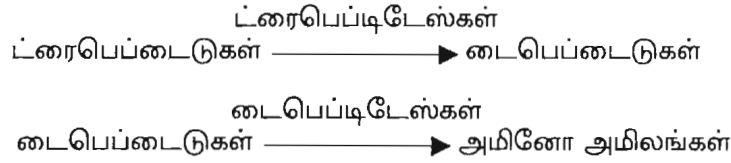
இந்த இரு நொதிகளின் செயல்பாட்டிற்கும் உகந்த pH 7-8 ஆகும்.

2.2.4 சிறுகுடலில் செரித்தல் (Digestion in small intestine)

என்டிரோகைனேஸ், அமினோ பெப்டிடேஸ், புரோலிடேஸ், டை மற்றும் ட்ரை பெப்டிடேஸ்கள் ஆகிய புரதங்களைப் பகுக்கும் நொதிகள் சிறுகுடலில் உள்ளன. என்டிரோகைனேஸ் என்னும் நொதி

கால்சியத்தின் உதவியுடன் டிரிப்சினைத் தூண்டுகிறது. அமினோ பெப்டிடேஸ்கள், பெப்டைடுகளின் அமினோ முனையிலிருந்து ஒவ்வொரு அமினோ அமிலமாகப் பகுக்கும் திறனுடையவை. ஆனால், இவற்றால் புரோலினை அமினோ முனையாகக் கொண்ட பெப்டைடு பிணைப்புகளையும், டைபெப்டைடுகளையும் பகுக்க முடியாது. புரோலிடேஸ்கள் புரோலினால் உருவான பெப்டைடு பிணைப்புகளை நீராற் பகுக்கின்றன.

மேற்கண்ட அனைத்து நொதிகளின் கூட்டு முயற்சியால் புரதங்கள் டை மற்றும் ட்ரைபெப்டைடுகளாகப் பகுக்கப்படுகின்றன. குடலின் மியூக்கோசா செல்கள் மற்றும் உறிஞ்சும் திறன் கொண்ட செல்களில் (absorptive cells) உள்ள டை மற்றும் ட்ரைபெப்டிடேஸ்கள், அமினோ அமிலங்களாகப் பகுக்கின்றன.



2.2.5 அமினோ அமிலங்களை உறிஞ்சுதல் (Absorption of amino acids)

உறிஞ்சப்படும் அமினோ அமிலங்களும் சிறிய பெப்டைடுகளும் போர்டல் சுற்றோட்டத்தின் வழியாக கல்லீரலை அடைகின்றன. இயற்கையாக உள்ள L-அமினோ அமிலங்கள் செயல்மிகு கடத்தல் முறையிலும், D-அமினோ அமிலங்கள் சாதாரண கடத்தல் முறையிலும் உறிஞ்சப்படுகின்றன. அமினோ அமிலங்களை உறிஞ்சுவதற்கும் கார்போஹைட்ரேட்களை உறிஞ்சப் பயன்படுவது போல கடத்தல் புரதமும், சோடியம் அயனிகளும் தேவை.

அமினோ அமிலம் குளுட்டத்தயான் சுழற்சி (Glutathione cycle) மூலம் உறிஞ்சப்படுகின்றன. குளுட்டத்தயான் சுழற்சியின் வெவ்வேறு படிகளாவன:

- அ. அமினோ அமிலங்கள் குளுட்டத்தயானோடு இணைந்து γ -குளுட்டமைல் அமினோ அமிலமாகவும் சிஸ்டினைல் கிளைசினாகவும் மாறுகிறது.
- ஆ. γ -குளுட்டமைல் அமினோ அமிலம் கடத்தப்பட்டு, நீராற் பகுக்கப்பட்டு, ஆக்சோபுரோலின் மற்றும் L அமினோ அமிலமாக மாற்றப்பட்டு உறிஞ்சப்படுகிறது.
- இ. சிஸ்டினைல் கிளைசின், சிஸ்டீன் மற்றும் கிளைசினாகப் பகுக்கப்படுகிறது.
- ஈ. ஆக்சோ புரோலின் மீண்டும் குளுட்டாமேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.
- உ. குளுட்டாமேட், சிஸ்டீன் மற்றும் கிளைசின் மூன்றும் இணைந்து மீண்டும் குளுட்டத்தயான் ஆகிறது.

2.2.6 உறிஞ்சுதலைப் பாதிக்கும் காரணிகள் (Factors affecting absorption)

1. டைநைட்ரோ பீனால் மற்றும் சயனைடு போன்றவை அமினோ அமிலங்கள் உறிஞ்சப்படுவதைக் குறைக்கின்றன.
2. உறிஞ்சுதலின் போது ஒரு அமினோ அமிலம் மற்றோரு அமினோ அமிலத்தோடு போட்டியிடுகிறது. அதனால் அதிகச் செறிவுள்ள அமினோ அமிலம், மற்ற அமினோ அமிலங்களின் உறிஞ்சுதலைக் குறைக்கிறது.

3. குளுட்டத்தயான் சுழற்சி மூலம் அமினோ அமிலங்கள் உறிஞ்சப்படுவதற்குக் குளுட்டத்தயான் தேவைப்படுகிறது.

2.3 லிப்பிடுகள் செரித்தல் (Digestion of Lipids)

செரித்தலில் ஈடுபடும் அனைத்து நொதிகளும் நீரில் கரையும் தன்மை கொண்டவை. அதனால் நீர்வெறுக்கும் கொழுப்புகளைச் செரிப்பதில் சிக்கல் ஏற்படுகிறது. இச்சிக்கல் கொழுப்பைப் பால்மமாக்கல் (Emulsification of fats) என்னும் செயலால் தீர்க்கப்படுகிறது. அதாவது, பெரிய கொழுப்புத் துகள்கள், சிறுசிறு துகள்களாக உடைக்கப்படுகின்றன. இதன்மூலம் நொதிகள் செயல்படுவதற்கு அதிகப் பரப்பளவு கிடைக்கிறது. இதனால், கொழுப்புக்கும், கொழுப்பைப் பகுக்கும் நொதியான லைப்பேசுக்கும் இடையேயான தொடர்பு அதிகரிக்கிறது.

கொழுப்புகள் மாமிச மற்றும் தாவர உணவுகளில் உள்ளன. பால், பால்பொருட்கள், வெண்ணெய், நெய், மாமிசம், முட்டை மற்றும் மீன் ஆகியவை கொழுப்புகள் நிறைந்த மாமிச உணவுகளாகும். தாவர உணவுகளில், சமையல் எண்ணெயில் கொழுப்புகள் உள்ளன. நிறைவுறா கொழுப்புகள் தாவர உணவுகளில் அதிகமாக உள்ளதால் தாவரக் கொழுப்புகள், மாமிசக் கொழுப்புகளை விடச் சிறந்தவை.

2.3.1 வாயில் செரித்தல் (Digestion in mouth)

சமீபத்தில் வாயில் ஒரு லிங்குவல் லைப்பேஸ் (Lingual lipase) கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இதன் செயல்பாட்டிற்கு உகந்த pH 4-5 ஆகும். இது இரைப்பையில் உணவின் மீது செயல்படுகிறது. பாலினைச் செரிப்பதற்கு இந்த லிங்குவல் லைப்பேஸ் சிறந்த நொதியாகும்.

2.3.2 இரைப்பையில் செரித்தல் (Digestion in stomach)

இரைப்பை லைப்பேசால் ட்ரைகிளிசரைடுகளின் மீது சிறிதளவே செயல்பட முடியும். ஏனெனில்,

1. இரைப்பையில் கொழுப்பு பால்மமாக்கப்படுவதில்லை.
2. இரைப்பையிலுள்ள நொதிகளின் அளவு மிகக் குறைவானதாகும்.
3. இந்த நொதியின் செயல்திறனுக்கு உகந்த pH 7-8 ஆகும்.

நிறைவுத் தன்மை (Satiety value)

கொழுப்புகள் என்டிரோகேஸ்டிரோன் என்னும் ஹார்மோனின் மூலமாக இரைப்பையின் அசைவுகளைக் கட்டுப்படுத்துவதால் உணவு இரைப்பையிலிருந்து சிறுகுடலுக்குத் தாமதமாகச் செல்கிறது. இதனையே, கொழுப்புகளினால் ஏற்படும் நிறைவுத் தன்மை என்கின்றோம்.

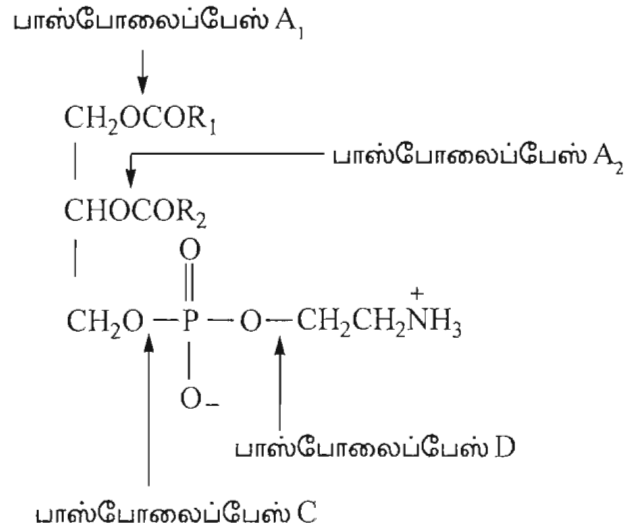
2.3.3 டியோடினம் மற்றும் சிறுகுடலில் செரித்தல் (Digestion in duodenum and small intestine)

டியோடினம் மற்றும் சிறுகுடலில், கணைய நீரிலுள்ள பித்த உப்புகளால் கொழுப்புகள் பால்மமாக்கப்படுவதால் கொழுப்புகளின் செரிமானம் அதிக அளவில் நடைபெறுகிறது.

கணைய லைப்பேசை ஸ்டீப்சின் (Steapsin) என்கிறோம். இது உணவிலுள்ள ட்ரைகிளிசரைடுகள் மீது செயல்படுகிறது. இதன் செயல்பாட்டிற்கு உகந்த pH காரப்பகுதியில் உள்ளது. ட்ரைகிளிசரைடுகள் மீது லைப்பேஸ் கீழ்க்கண்டவாறு செயல்படுகிறது.

- அ. இறுதியிலுள்ள γ -கொழுப்பு அமிலத்தை நீக்கி, டிரை கிளிசரைடுகளை (Triglycerides) α, β டைகிளிசரைடுகளாக (Diglycerides) மாற்றுகிறது.
- ஆ. α, β டைகிளிசரைடுகளில் உள்ள α கொழுப்பு அமிலத்தை நீக்கி, β மோனோகிளிசரைடுகளாக மாற்றுகிறது.
- இ. β மோனோகிளிசரைடுகள் மீது லைப்பேசுகள் செயல்பட இயலாததால், அவை, α மோனோகிளிசரைடுகளாக மாற்றப்படுகின்றன.
- ஈ. α மோனோகிளிசரைடுகளை முழுவதுமாக நீராற்பகுத்து கிளிசரால் மற்றும் கொழுப்பு அமிலமாக மாற்றுகிறது.

கணைய நீரிலுள்ள மற்ற நொதிகள் பாஸ்போலைப்பேஸ்கள் ஆகும். பாஸ்போலிப்பிடுகளைக் கிளிசரால், கொழுப்பு அமிலம், பாஸ்பாரிக் அமிலம் மற்றும் காரமாக மாற்ற நான்கு வித பாஸ்போலைப்பேஸ்கள் உள்ளன. அவை, பாஸ்போலைப்பேஸ் A_1 , A_2 , C மற்றும் D ஆகும். கீழ்க்கண்டவாறு பாஸ்போலைப்பேஸ்கள் செயல்படுகின்றன.



கொலஸ்டிரால் எஸ்டரேஸின் செயலானது,

கொலஸ்டிரால் எஸ்டர் $\xrightarrow{\text{கொலஸ்டிரால் எஸ்டரேஸ்}}$ கொலஸ்டிரால் +
கொழுப்பு அமிலம்

2.3.4 கொழுப்புகளை உறிஞ்சுதல் (Absorption of fats)

1. கொழுப்பு அமிலங்கள் சிறுகுடல் சுவரிலுள்ள உறிஞ்சும் திறன் கொண்ட செல்களால் சாதாரண கடத்தல் முறையில் உறிஞ்சப்படுகின்றன. கொழுப்பு அமிலங்கள், செல்லுக்குள் நுழைந்தவுடன், டிரைகிளிசரைடுகளாக மாற்றப்படுவதால் மேற்கூறிய பணி துரிதப்படுத்தப்படுகிறது.
2. கிளிசரால் மற்றும் சிறு சங்கிலித் தொடர் கொழுப்பு அமிலங்களின் ஒரு பகுதி உறிஞ்சப்பட்டு போர்டல் சுற்றோட்டம் வழியாகக் கல்லீரலுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.
3. கிளிசரால் மற்றும் கொழுப்பு அமிலங்கள் சிறுகுடல் எபிதீலியல் செல்களில் டிரைகிளிசரைடுகளாக மாற்றப்படுகின்றன. அவை லாக்டியல்களில் நீர் விரும்பும் பாஸ்போலிப்பிடுகள், கொலஸ்ட்ரால், கொலஸ்ட்ரால் எஸ்டர் மற்றும் அப்போபுரதம் அப்போ'B' ஆகியவற்றால் ஒரு மெல்லிய படலமாகச் சூழப்படுகின்றன. இவ்வாறு ஒரு நீர் விரும்பும் தன்மைக்கு உருப்பெற்றவுடன், அவை நிணநீர் சுற்றோட்டத்திற்குள் நுழைந்து, இறுதியாக தொராசிக் நாளம் வழியாக சிஸ்டமிக் சுற்றோட்டத்தைச் சென்றடைகின்றன.

2.3.5 உறிஞ்சுதலைப் பாதிக்கும் காரணிகள் (Factors affecting absorption)

1. குறைந்த சங்கிலித் தொடர் கொழுப்பு அமிலங்கள், அதிக சங்கிலித் தொடர் கொழுப்பு அமிலங்களை விட வேகமாக உறிஞ்சப்படுகின்றன. இவை அதிகச் சங்கிலித் தொடர் கொழுப்பு அமிலங்கள் உறிஞ்சுதலையும் அதிகப்படுத்துகின்றன.

2. ஸ்டிக்மாஸ்டீரால் (Stigmasterol), சைடோஸ்டீரால் (Sitosterol) போன்ற தாவர ஸ்டீரால்கள் (Plant Sterols) கொலஸ்டீரால் உறிஞ்சுதலைத் தடுக்கின்றன.

3. பித்த உப்புகள் கொழுப்புகள் செரிப்பதற்கு ஏதுவாகச் செயல்படுகின்றன. மஞ்சள்காமாலை நோயில் பித்தநீர் சுரப்பின்மையால், செரிக்கும் தன்மை குறைகிறது.

4. நிறைவுறா கொழுப்பு அமிலம் மற்றும் பித்த உப்புகளும் கொழுப்புகள் உறிஞ்சப்படுவதற்கு உதவுகின்றன.

2.4 நியூக்ளிக் அமிலங்கள் செரித்தல் (Digestion of Nucleic acids)

2.4.1 வாய் மற்றும் இரைப்பையில் செரித்தல் (Digestion in mouth and stomach)

நியூக்ளிக் அமிலங்களைச் செரிக்க எந்த ஒரு நொதியும் வாயில் இல்லை.

இரைப்பையின் அமிலத்தன்மை நியூக்ளியோ புரதங்களை (Nucleoproteins) உருக்குலைக்கின்றன. புரதங்களைப் பகுக்கும் நொதிகள் அவற்றை நியூக்ளிக் அமிலம் மற்றும் புரதமாகப் பகுக்கின்றன.

2.4.2 டியோடினத்தில் செரித்தல் (Digestion in duodenum)

கணைய நீரில் ரிபோநியூக்ளியேஸ் (Ribonuclease) மற்றும் டிஆக்ஸி ரிபோநியூக்ளியேஸ் (Deoxyribonuclease) ஆகிய இரு நொதிகள் உள்ளன. அவை நியூக்ளிக் அமிலங்களை மோனோ நியூக்ளியோடைடுகளாகப் பகுக்கின்றன.

நொதிகள் செயல்படும் இடத்தைக் கொண்டு நியூக்ளியேஸ்களை என்டோநியூக்ளியேஸ்கள் மற்றும் எக்ஸோநியூக்ளியேஸ்கள் என இருவகைப்படுத்தலாம்.

என்டோநியூக்ளியேஸ்கள் மூலக்கூறுகளின் உள்ளமைந்த பிணைப்புகளையும், எக்ஸோநியூக்ளியேஸ்கள் முனைகளில் அமைந்த பிணைப்புகளையும் பகுக்கின்றன.

சிறுகுடல் நீரில் நியூக்ளிக் அமிலங்களைச் செரிக்கும் இரு நொதிகள் உள்ளன.

அ. நியூக்ளியோடிடேஸ்கள் நியூக்ளியோடைடுகளை நியூக்ளியோசைடுகள் மற்றும் பாஸ்பாரிக் அமிலமாகவும் நீராற் பகுக்கின்றன.

ஆ. நியூக்ளியோசிடேஸ்கள் நியூக்ளியோசைடுகளைச் சர்க்கரைகளாகவும், காரங்களாகவும் பகுக்கின்றன.

2.4.3 இரைப்பை - குடல் ஹார்மோன்கள் (Gastro Intestinal Hormones)

நம் உணவு மண்டலத்தில் மூன்று முக்கிய இரைப்பை குடல் ஹார்மோன்கள் சுரக்கப்படுகின்றன. இவை இரைப்பை மற்றும் சிறுகுடலில் உள்ள மியூகோசல் சுரப்பு செல்களால் சுரக்கப்படும் பாலிபெப்டைடுகள் ஆகும்.

கேஸ்டிரின் (Gastrin) இரைப்பையின் பைலாரிக் பகுதியிலுள்ள மியூகோசல் செல்களால் சுரக்கப்படுகிறது. இது கேஸ்டிரிக் அமிலம் சுரப்பதை ஊக்குவிக்கின்றது. இரு கேஸ்டிரின்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. கேஸ்டிரின் Iல் 17 அமினோ அமிலங்களும், கேஸ்டிரின் IIல் 14 அமினோ அமிலங்களும் உள்ளன. வயது, வேகல் தூண்டல் (Vagal stimulation), அசிடைல் கோலின் (Acetyl choline) கிளைசின் என்ற அமினோ அமிலம், மற்றும் புரதங்கள் அதிகமாக உள்ள உணவுப் பொருட்களால் கேஸ்டிரின் சுரப்பு அதிகப்படுத்தப்படுகிறது. கேஸ்டிரினின் முனையிலுள்ள நான்கு அமினோ அமிலங்கள் இதன் செயல்பாட்டிற்கு இன்றியமையாதவையாகும்.

செக்ரிடின் (Secretin) 27 அமினோ அமிலங்கள் கொண்ட பாலிபெப்டைடு ஆகும். அவற்றின் நான்கு அமினோ அமிலங்கள் குளுக்கோகாளை ஒத்துள்ளன. இது டியோடினல் மியூகோசாவால் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இதன் சுரப்பு HClஆல் தூண்டப்படுகிறது. இது மின்பகுளிகள் மற்றும் திரவப் பகுதி செறிந்த கணைய நீரைச் சுரக்கச் செய்கிறது. கல்லீரலிருந்து பித்த நீர் சுரப்பை அதிகரிக்கச் செய்யும் காரணிகளுள் இதுவும் ஒன்றாகும். இது குளுக்கோகாளைப் போல் செயல்பட்டு, இதயத்திலிருந்து வெளிப்படும் குருதியளவையும் (Cardiac output), லிப்போலைசிஸையும் (lipolysis) அதிகரிக்கிறது.

கோலிசிஸ்டோகைனின் (Cholecystokinin) மற்றும் பான்கிரியோசைமின் (Pancreozymin) ஆகிய ஹார்மோன்கள் கணையநீர் சுரத்தலைத் தூண்டுகின்றன. மேலும் பான்கிரியோசைமின் கணையத்திலிருந்து இன்சலின் மற்றும் குளுக்கோகான் சுரப்பதையும் தூண்டுகிறது. குளுக்கோசை சிரைக்குள் செலுத்துவதைவிட வாய் வழியாக உட்கொள்ளும் போது இன்சலின் சுரப்பு அதிகரிப்பதற்குப் பான்கிரியோசைமினின் இச்செயலே காரணமாகும். பான்கிரியோசைமினில் உள்ள 33 அமினோ அமிலங்களில் அதன் 'C' முனையில் உள்ள எட்டு அமினோ அமிலங்கள் மட்டுமே செயல்திறன் வாய்ந்தவை.

கோலிசிஸ்டோகைனின் பித்தப்பையைச் சுருங்கச் செய்து பித்தநீரை டியோடினத்திற்குள் வெளியேற்றுகிறது. பித்தநீர் வெளியேற்றத்தை செக்ரிடின் மற்றும் பித்த உப்புகளும் தூண்டுகின்றன.

மற்ற இரைப்பை குடல் ஹார்மோன்கள் (Other gut hormones)

ஹெப்பட்டோகிரினின் (Hepatocrinin) பித்த உப்புகள் குறைந்த பித்தநீர் சுரப்பதைத் தூண்டுகிறது. மொட்டிலின் (Motilin) இரைப்பை அசைவை அதிகரிக்கிறது. என்டிரோகேஸ்டிரோன் (en-

terogastrone) மற்றும் கேஸ்டிரிக் இன்கிபிட்டரி பாலிபெப்டைடு (gas-
tric inhibitory polypeptide) ஆகிய ஹார்மோன்கள் இரைப்பை
அசைவையும், அமிலச் சுரப்பையும் தடுக்கின்றன. சிறுகுடல்
மியூக்கோசாவிலிருந்து நொதிகள் சுரப்பதை என்டிரோகிரினின்
(enterocrinin) தூண்டுகிறது. கணையத்திலிருந்து கைமோடிரிப்சின்
சுரப்பதைக் கைமோடெனின் (Chymodenin) தூண்டுகிறது.

பயிற்சிகள்

I. சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடு.

1. கணையத்தால் சுரக்கப்படாத நொதி
அ. டிரிப்சின் ஆ. அமைலேஸ்
இ. சுக்ரேஸ் ஈ. கைமோடிரிப்சின்
2. இதனைச் செரிக்க இரைப்பையில் நொதி உண்டு
அ. புரதங்கள் ஆ. தனிமங்கள்
இ. வைட்டமின்கள் ஈ. எதுவும் இல்லை
3. பெப்சின் இதனால் செயல்திறன் கொண்டதாக
மாற்றப்படுகிறது.
அ. தன்தூண்டல் முறையால் ஆ. ரெனின்
இ. HCl ஈ. HCl மற்றும் தன்தூண்டல் முறையால்
4. நிறைவுத் தன்மை அதிகமுள்ள உணவு
அ. கார்போஹைட்ரேட்கள் ஆ. புரதங்கள்
இ. கொழுப்புகள் ஈ. வைட்டமின்கள்
5. D அமினோ அமிலங்கள் இம்முறையில் உறிஞ்சப்படுகின்றன.
அ. சாதாரண கடத்தல் ஆ. செயல்மிகு கடத்தல்
இ. இரண்டின் வழியாக ஈ. எதுவும் இல்லை
6. குளுக்கோசைக் கடத்துவதற்கு இந்த அயனி தேவை
அ. Na⁺ ஆ. K⁺ இ. Mg²⁺ ஈ. Ca²⁺

7. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது கணையத்தால் சுரக்கப்படாத நொதி
- | | |
|---------------|-------------------|
| அ. டிரிப்சின் | ஆ. கைமோடிரிப்சின் |
| இ. பெப்சின் | ஈ. இலாஸ்டேஸ்கள் |

II. கோடிட்ட இடத்தை நிரப்புக.

1. கணையத்தால் சுரக்கப்படும் லைப்பேஸ் ----- என அழைக்கப்படுகிறது.
2. கோலிசிஸ்டோகைனின் மற்றும் ----- ஹார்மோன்கள் கணைய நீர் சுரத்தலைத் தூண்டுகின்றன.
3. -----அல்லது சயனைடு அமினோ அமிலங்கள் உறிஞ்சப்படுவதைத் தடுக்கின்றன.
4. செக்ரிடின் என்னும் பாலிபெப்டைடில் ----- அமினோ அமிலங்கள் உள்ளன.
5. நியூக்ளிக் அமிலங்களைச் செரிக்கும் நொதிகள் -----ல் உள்ளன.

III. சரியா? தவறா?

1. லாக்டேஸ் என்னும் நொதி கணைய நீரில் உள்ளது.
2. குளோரைடு அயனிகள் அமைலேஸ் செயல்பாட்டிற்குத் தேவைப்படுகின்றன.
3. அமினோ அமிலக் கடத்தல் புரதங்களால் அமினோ அமிலங்கள் உறிஞ்சப்படுகின்றன.
4. சிறுகுடல் மியூகோசல் செல்களால் டைபெப்டைடுகளை உறிஞ்ச முடியாது.
5. கேஸ்டிரின் என்னும் நொதி புரதத்தைப் பகுக்கிறது.
6. வயிற்றில் நிலவும் அமிலத்தன்மை கொண்ட pHஆல் கொழுப்புகள் பகுக்கப்படுகின்றன.

IV. பொருத்துக.

1. பித்த உப்புக்கள் - என்டோபெப்டிடேஸ்
2. கைமோடிரிப்சின் - எக்சோ பெப்டிடேஸ்
3. கார்பாக்சி பெப்டிடேஸ் A - இரைப்பை குடல் ஹார்மோன்
4. லைசோலெசிதின் - பால்மமாக்குதல்
5. செக்ரிடின் - பாஸ்போலைப்பேஸ் 'A₂'

V. கீழ்க்கண்டவற்றிற்குச் சுருக்கமாக விடையளி.

1. அமினோ அமிலங்களை உறிஞ்ச உதவும் டிரைபெப்டைடு எது?
2. மால்டோஸ் எவ்வாறு குளுக்கோசாக மாற்றப்படுகிறது?
3. வயிற்றில் உள்ள புரதங்களைச் செரிக்கும் நொதிகள் எவை?
4. நியூக்ளியோ புரதங்கள் மீது HClன் செயல்பாடு என்ன?
5. கார்போஹைட்ரேட்கள் உறிஞ்சப்படுவதைப் பாதிக்கும் ஹார்மோன்கள் எவை?
6. ஸ்டார்ச்சிலுள்ள கிளைகளைப் பகுக்கும் நொதியின் பெயர் என்ன?
7. மனிதர்களால் ஏன் செல்லுலோசைச் செரிக்க முடியாது?
8. ஏதேனும் இரண்டு இரைப்பை குடல் ஹார்மோன்களைக் குறிப்பிடுக.

VI. கீழ்க்கண்டவற்றிற்கு விடையளி.

1. புரதங்களின் செரித்தல் பற்றி ஒரு குறிப்பு வரைக.
2. இரைப்பை குடல் ஹார்மோன்கள் பற்றிச் சிறுகுறிப்பு வரைக.
3. கார்போஹைட்ரேட்கள் மற்றும் கொழுப்புகள் உறிஞ்சப்படுவதைப் பாதிக்கும் காரணிகளை விவரி.
4. கொழுப்பு எவ்வாறு செரிக்கப்படுகிறது?
5. நம் உணவில் உள்ள கார்போஹைட்ரேட்கள் எவ்வாறு உறிஞ்சப்படுகின்றன?

பரடம் - 3

கார்போஹைட்ரேட்களின் வளர்சிதை மாற்றம்

முன்னுரை

நம் உடலில் இரத்தம் மற்றும் உடல் திரவங்களில் உள்ள சர்க்கரைகளில் பெரும்பான்மையானது குளுக்கோஸ் ஆகும். உணவில் உள்ள கார்போஹைட்ரேட்டுகளான ஸ்டார்ச், சக்ரோஸ் மற்றும் லாக்டோஸ் போன்றவை செரிக்கப்பட்டு அவற்றின் ஒற்றை சர்க்கரைடுகளாக அதாவது குளுக்கோஸ், ஃப்ரக்டோஸ் மற்றும் கேலக்டோஸாக மாற்றப்பட்டு இரத்தத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. உயிரியல் மூலக்கூறுகள் தொகுத்தல் (Anabolism) மற்றும் சிதைவடைதல் (Catabolism) செயல்களை உயிர்வேதியியல்படி வளர்சிதை மாற்றம் என அழைக்கப்படுகிறது.

தொகுத்தல் + சிதைவடைதல் = வளர்சிதை மாற்றம்

(Synthesis) (Degradation) (Metabolism)

குளுக்கோஸ் உடலில் காணப்படும் கார்போஹைட்ரேட்டுகளில் முக்கியமானதாக உள்ளதாலும், உணவில் இருந்து எளிதில் உறிஞ்சப்படுவதாலும் அதன் வளர்சிதை மாற்றம் மற்றும் குளுக்கோஸ் பெறுதிகளின் வளர்சிதை மாற்றம் பற்றி படிப்பது தேவை. ஒற்றை சர்க்கரைடுகளான கேலக்டோஸ் மற்றும் ஃப்ரக்டோஸ் போன்றவைகள் கல்லீரலில் குளுக்கோஸாக

மாற்றப்படுகிறது. அனைத்து ஒற்றை சாக்கரைடுகளும் சிறுகுடலில் முழுமையாக உறிஞ்சப்படுகின்றன.

இரத்தத்தில் சுழற்சியில் உள்ள குளுக்கோஸ் மற்றும் திசு திரவங்களில் உள்ள குளுக்கோஸ், உடல் செல்களால் ஆற்றலை உருவாக்குவதற்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. பொதுவாக உடலுக்கு தேவையான ஆற்றலில் பாதிக்கு மேல் கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றம் வழங்குகிறது. உண்மையில் மூளையின் செயலுக்கு கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றம் ஆற்றல் மூலமாக உள்ளது. இரத்தத்தில் உள்ள குளுக்கோஸ் அளவு மிகவும் குறையும்போது மூளை செயலிழக்கிறது.

3.1 கார்போஹைட்ரேட் - ஆற்றல் மூலம்

வளர்சிதை மாற்றத்தில் கார்போஹைட்ரேட்டின் முக்கிய செயல், எரிபொருளாக செயல்படுவது மேலும் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து மற்ற வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு ஆற்றலை அளிப்பதாகும். கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றத்தில் தோன்றும் வழி பொருட்கள் பல உயிர்த்தொகுப்பு வினைகளில் பயன்படுகிறது. இதன் காரணமாக கார்போஹைட்ரேட்டுகள் குளுக்கோஸாக உடல் செல்களால் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உணவில் உள்ள பெரும்பான்மையான குளுக்கோஸ் கல்லீரலில் கிளைக்கோஜனாக சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. குளுக்கோஸ் முக்கியமாக இரண்டு வழிமுறைகளில் அதன் பாஸ்பாரிலேற்றம் பெற்ற வழிபொருட்களாக செல்களால் சிதைக்கப்படுகிறது.

1. கிளைக்காலைசிஸ் (Glycolysis)
2. ட்ரைகார்பாக்ஸிலிக் அமில சுழற்சி (Tricarboxylic Acid Cycle)

3.2 கிளைக்காலைசிஸ்

குளுக்கோஸ் பைருவேட்டாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைவது கிளைக்காலைசிஸ் என அழைக்கப்படுகிறது. இது முதலில் எம்ப்டென்-மேயர்ஹாப் மற்றும் பர்னாஸ் (Embden-Meyerhof & Parnas) என்பவர்களால் விவரிக்கப்பட்டது. எனவே இது எம்ப்டென் மேயர்ஹாப் வழிமுறை என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

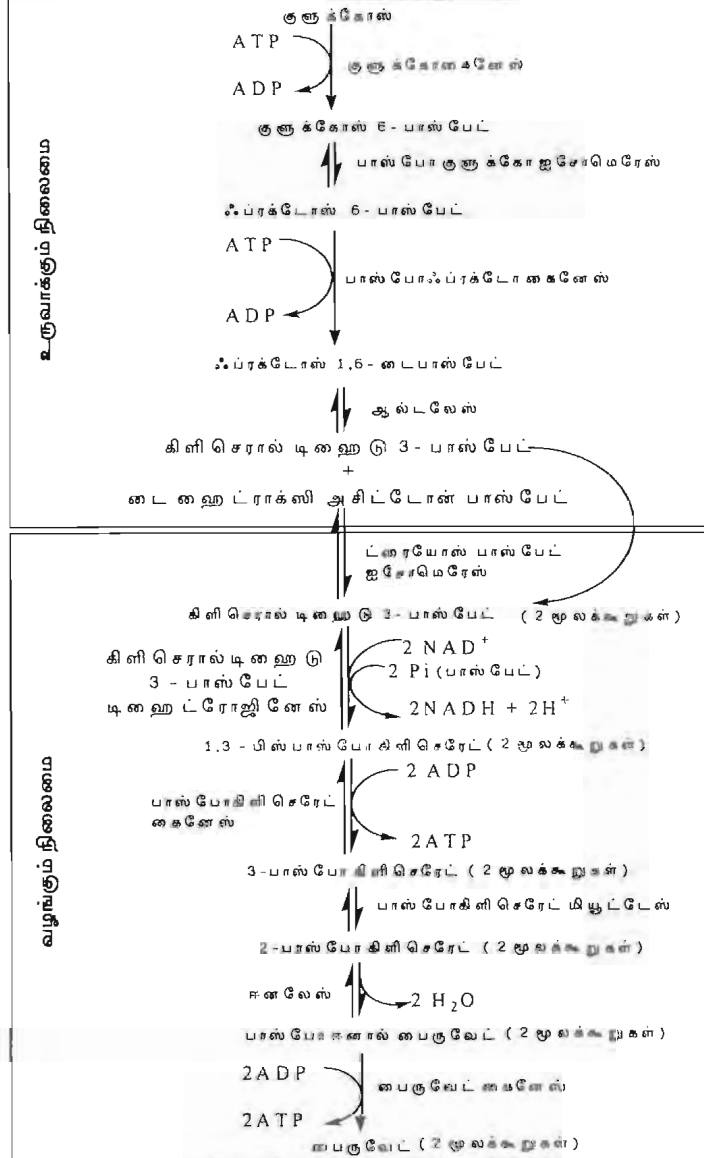
கிளைக்காலைசிஸ் அனைத்து திசுக்களிலும் நடைபெறுகின்றது. இரத்த சிவப்பணுக்கள் மற்றும் நரம்பு திசுவிற்கு தேவையான ஆற்றல் முக்கியமாக குளுக்கோஸிலிருந்து பெறுபடுகிறது. இந்த வழிமுறை காற்றுள்ள சூழலிலும் (ஆக்ஸிஜன் உள்ள நிலை) மற்றும் காற்றில்லாத சூழலிலும் (ஆக்ஸிஜன்ற்ற நிலை) நடைபெறுகின்றது. கிளைக்காலைசிஸ் செல்லின் சைட்டோபிளாச பகுதியில் நடைபெறுகிறது.

3.2.1 கிளைக்காலைசிஸ் வழிமுறையின் வினைகள்

கிளைக்காலைசிஸ் வழிமுறையில் குளுக்கோஸ் பைருவேட்டாக சிதைவடையும் தொடர்ச்சியான வினைகள் கீழ் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. கிளைக்காலைசிஸில் நடைபெறும் வினைகள் நான்கு நிலைகளாக பிரிக்கப்படுகிறது.

நிலை - I

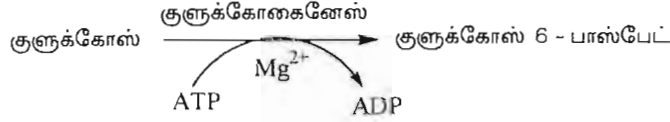
இது ஒரு உருவாக்கும் நிலைமை (Preparatory Phase). குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு சிதைவடைவதற்கு முன், சீரமையுள்ள ஃப்ரக்டோஸ் 1,6 டை பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இரண்டு பாஸ்பேட் தொகுதிகள் ATPயில் இருந்து வழங்கப்படுகிறது.



படம் 3.1 கிளைக்காலைசிஸ்

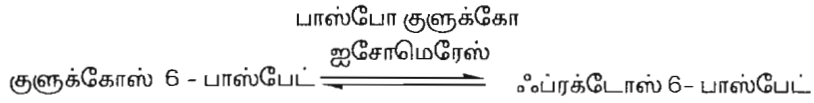
1. செல்களால் குளுக்கோஸ் எடுத்துக் கொள்ளப்படுதல் அதன் பாஸ்பாரிலேற்றம்

கல்லீரல் செல்களில் குளுக்கோஸ் எளிதில் ஊடுறுவுகிறது. குடல் மியூகஸ் மற்றும் சிறுநீரக நாளங்களில் “செயல் இடப்பெயர்வு” (Active Transport) மூலம் செல்களுக்குள் செல்கிறது. மற்ற செல்கள் இன்சலின் உதவியால் குளுக்கோஸை எடுத்துக் கொள்கிறது. குளுக்கோஸ், குளுக்கோகைனேஸ் என்ற நொதியினால் குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இது ஒரு மீளா வினையாகும்.



2. குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட் ஃப்ரக்டோஸ் 6-பாஸ்பேட்டாக மாற்றமடைதல்

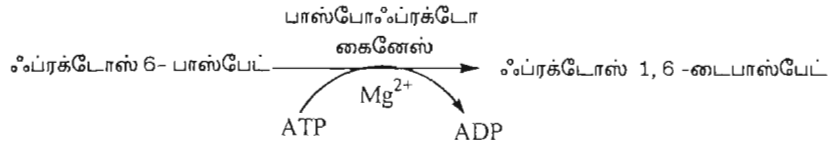
பாஸ்போ குளுக்கோ ஐசோமெரேஸ் என்ற நொதியினால் குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட் ஃப்ரக்டோஸ் 6-பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.



3. ஃப்ரக்டோஸ் 6-பாஸ்பேட் ஃப்ரக்டோஸ் 1,6-டைபாஸ்பேட்டாக மாற்றமடைதல்

பாஸ்போ ஃப்ரக்டோ கைனேஸ் என்ற நொதியினால் மீளா முறையில் ஃப்ரக்டோஸ் 6-பாஸ்பேட்டின் முதல் கார்பனில் ஒரு

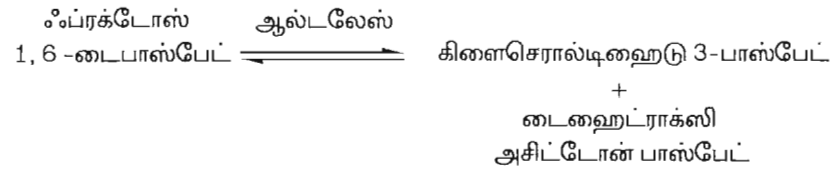
பாஸ்பேட் தொகுதி ஏற்றம் செய்யப்பட்டு ஃப்ரக்டோஸ் 1,6-டைபாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.



நிலை - II

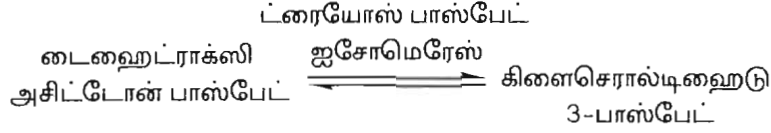
1. ஃப்ரக்டோஸ் 1,6-டைபாஸ்பேட் பிளவடைதல்

ஆல்டலேஸ் என்ற நொதியினால் ஃப்ரக்டோஸ் 1,6-டைபாஸ்பேட் பிளவடைய செய்வப்பட்டு இரண்டு மூலக்கூறுகள் ட்ரையோஸ் பாஸ்பேட்டுகளாக்கப்படுகிறது. ஒன்று கிளிசெரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட், இது ஒரு ஆல்டோ ட்ரையோஸ் ஆகும். மற்றொன்று டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன் பாஸ்பேட், இது ஒரு கீட்டோ ட்ரையோஸ் ஆகும். இவ்வினை ஒரு மீள் வினையாகும். இங்கு ஆற்றல் செலவிடப்படுதலோ அல்லது (ATP) ஆற்றல் உருவாவதோ இல்லை.



2. ட்ரையோஸ் பாஸ்பேட்டுகளுக்கிடையே மாற்றம்

உருவான இரு ட்ரையோஸ் பாஸ்பேட்டுகளும் ஒன்று மற்றொன்றாக மாற்றமடைகிறது.

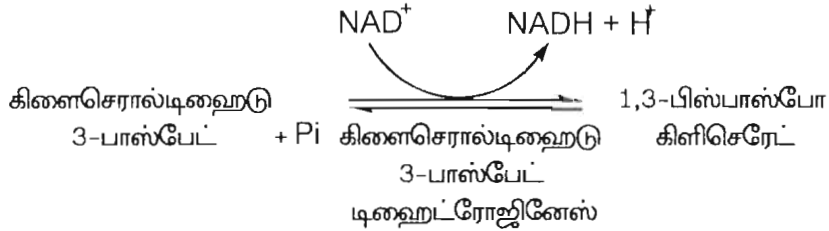


நிலை - III

இது ஆற்றலை வழங்கும் நிலையாகும். இந்த வினைகளில் ஆல்டிஹைடு தொகுதி அமிலமாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடையும் போது அதிகளவு ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது.

1. கிளிசெரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் 1,3 பிஸ்பாஸ்போ கிளிசரேட்டாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைதல்

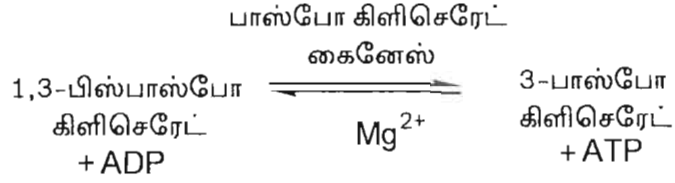
கிளிசெரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் 1,3 பிஸ்பாஸ்போ கிளிசரேட்டாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைவதால் கிளைக்காலைசிஸ் தொடர்கிறது. இந்த வினை கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ் என்ற நொதியினால் நடைபெறுகிறது.



2. 1,3 பிஸ்பாஸ்போ கிளிசரேட் 3-பாஸ்போ கிளிசரேட்டாக மாற்றமடைதல்

இந்த வினை பாஸ்போ கிளிசரேட் கைனேஸ் என்ற நொதியினால் நடைபெறுகிறது. 1,3 பிஸ்பாஸ்போ கிளிசரேட்

மூலக்கூறில் முதல் கார்பனில் உள்ள பாஸ்பேட் தொகுதி அதிக ஆற்றல் கொண்டது. இது ADPக்கு மாற்றப்பட்டு ATP உருவாகிறது.

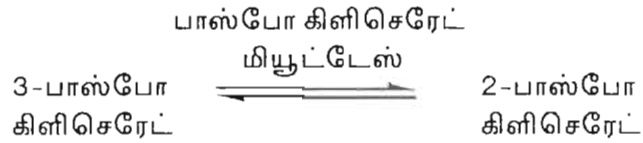


நிலை - IV

இங்கு பாஸ்பேட் தொகுதி 3-பாஸ்போ கிளிசேரேட்டில் இருந்து திரும்பப் பெறப்படுகிறது. சென்ற நிலையில் உருவான இரண்டு 3-பாஸ்போகிளிசேரேட் மூலக்கூறுகள் இரு பாஸ்பேட் தொகுதிகளை பெற்றுள்ளன. அவை இரண்டும் ATPயில் இருந்து பெறப்பட்டவை ஆகும்.

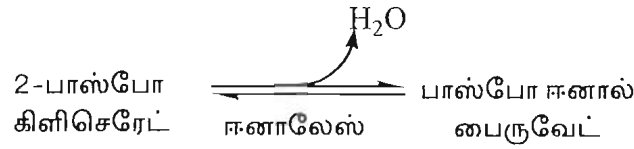
1. 3-பாஸ்போகிளிசேரேட் 2-பாஸ்போகிளிசேரேட்டாக மாற்றமடைதல்

பாஸ்போகிளிசேரேட் மியூட்டேஸ் என்ற நொதியினால் சென்ற வினையில் உருவான 3-பாஸ்போகிளிசேரேட் 2-பாஸ்போ கிளிசேரேட்டாக மாற்றமடைகிறது.



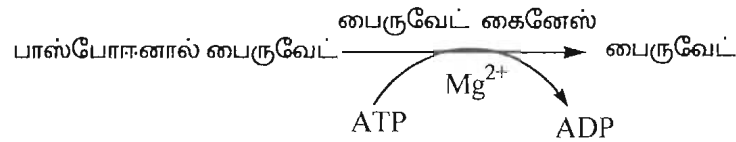
2. 2-பாஸ்போகிளிசெரேட் பாஸ்போ ஈனால் பைருவேட்டாக மாற்றமடைதல்

ஈனாலேஸ் என்ற நொதியின் செயலால் 2-பாஸ்போகிளிசெரேட் பாஸ்போ ஈனால் பைருவேட்டாக மாற்றமடைகிறது. ஈனாலேஸ் நொதியின் செயலுக்கு Mg^{2+} or Mn^{2+} அயனிகள் தேவைப்படுகிறது.



3. பாஸ்போ ஈனால் பைருவேட் பைருவேட்டாக மாற்றமடைதல்

பைருவேட் கைனேஸ் என்ற நொதியின் செயலால் பாஸ்போ ஈனால் பைருவேட் பைருவேட்டாக மாற்றமடைகிறது. அதிக ஆற்றல் கொண்ட பாஸ்பேட் தொகுதியானது பாஸ்போ ஈனால் பைருவேட்டிலிருந்து நேரடியாக ADP மாற்றப்பட்டு ATP உருவாகிறது. இது ஒரு மீளா வினையாகும்.



3.2.2 கிளைக்காலைசிஸ் தொகுப்பு (Summary of glycolysis)

கிளைக்காலைசிஸின் போது NAD^+ , $NADH$ ஆக ஒடுக்கமடைகிறது, அதே நேரத்தில் கிளிசெரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட், 1,3-பிஸ்பாஸ்போகிளிசெரேட்டாக ஆக்ஸிஜனேற்றம்

அடைகிறது. NAD^+ மீண்டும் கிடைக்க $NADH$ கண்டிப்பாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைய வேண்டும் ஆக்ஸிஜன் இல்லாத சூழ்நிலையில் பைருவிக் அமிலம் லாக்டிக் அமிலமாக மாற்றப்படும்போது இது நடைபெறுகிறது. ஆக்ஸிஜன் உள்ள சூழ்நிலையில் $NADH$, NAD^+ ஆக சுவாச சங்கிலி நொதிகளின் (Respiratory Chain Enzymes) மூலம் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைகிறது.

3.2.3 ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையும்போது கிடைக்கும் ஆற்றல்

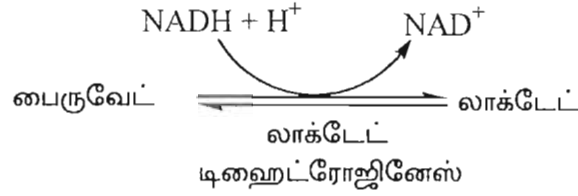
கிளைக்காலைசிலில் ATP மூலக்கூறுகள் கீழ்க்கண்ட வினைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது மற்றும் உருவாக்கப்படுகிறது.

அட்டவணை 3.1

வினைகள்	ATP பயன்படுத்தப்படுதல்	ATP உருவாதல்
நிலை-I 1. குளுக்கோகைனேஸ் (பாஸ்பாரிலேற்றத்திற்காக) 2. பாஸ்போஃப்ராக்டோகைனேஸ் (பாஸ்பாரிலேற்றத்திற்காக)	1 1	
நிலை-II 3. கிளிசெரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட்டிஹைட்ரோஜினேஸ் (இரு $NADH$ மூலக்கூறுகள் சுவாச சங்கிலியில் ஆக்ஸிஜனேற்றம்) 4. பாஸ்போ கிளிசெரேட் கைனேஸ் (வினைபடு பொருளின் அளவில் பாஸ்பாரிலேற்றம்) (Substrate Level Phosphorylation)		6 2
நிலை-IV 5. பைருவேட் கைனேஸ் (வினை பொருளின் அளவில் பாஸ்பாரிலேற்றம்)		2
மொத்தம்	2	10
நிகர வரவு = $10 - 2 = 8$ ATP		

ஆக்ஸிஜன் இல்லாத நிலைமை (Anaerobic Phase)

ஆக்ஸிஜன் இல்லாத நிலைமையில், கிளிசெரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் டிஹைட்ரோஜினைஸ் நிலையில் கிடைக்கும் NADH மீண்டும் NAD^+ ஆக சுவாச சங்கிலியில் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையாது. ஆனால் செல்கள் குறித்த அளவு மட்டுமே இந்த துணை நொதியை கொண்டுள்ளது. எனவே கிளைக்காலைசிஸ் தொடர்ந்து நடைபெற NADH கண்டிப்பாக மீண்டும் NAD^+ ஆக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைய வேண்டும். இது பைருவிக் அமிலம் லாக்டிக் அமிலமாக மாற்றப்படுவதன் மூலம் நிகழ்கிறது (ATP உருவாகாமல்).



இங்கு கிளிசெரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் டிஹைட்ரோஜினைஸ் செயல்படும் வினையில் ATP உருவாக்கப்படுவதில்லை.

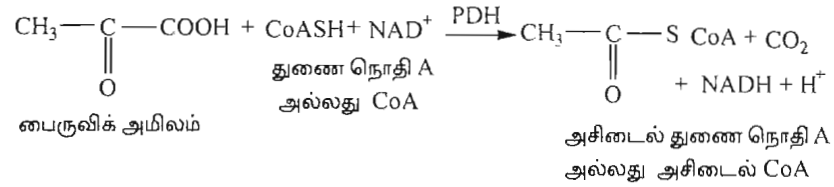
ஆக்ஸிஜன் இல்லாத நிலைமையில் ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைவதால் $4 - 2 = 2\text{ATP}$ மூலக்கூறுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

3.3 ட்ரை கார்பாக்ஸிலிக் அமில சுழற்சி Tricarboxylic Acid Cycle (TCA cycle)

காற்றுள்ள நிலைமையில் நடைபெறும் கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்ற சுழற்சி மற்றும் காற்றில்லாத நிலைமையில்

பைருவேட்டில் இருந்து தொடரும் சுழற்சிக்கு சிட்டிக் அமில சுழற்சி அல்லது ட்ரைகார்பாக்ஸிலிக் அமில சுழற்சி என்று பெயர். இந்த சுழற்சியில் கிடைக்கும் முதல் சேர்மம் சிட்டிக் அமிலமாகும். எனவே தான் இது சிட்டிக் அமில சுழற்சி எனப்படுகிறது. H.A. கிரெப் என்ற ஆங்கில உயிர் வேதியியல் அறிஞர் இதை கண்டறிந்ததால் இது கிரெப் சுழற்சி என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

காற்றுள்ள நிலைமையில் பைருவேட் சிட்டிக் அமில சுழற்சியில் ஈடுபடுவதற்கு முன்னதாக ஆக்ஸிஜனேற்ற முறையில் கார்பாக்ஸில் நீக்கம் செய்யப்பட்டு அசிடைல் துணை நொதி Aவாக அசிடைல் துணை நொதி A, அசிடைல் CoA எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. (கிளர்வுற்ற அசிடேட் - Active acetate) மாற்றப்படுகிறது. இவ்வினை மைட்டோகாண்டிரியாவின் மேட்ரிக்ஸ் பகுதியில் நடைபெறுகிறது. மேலும் இது கிளைக்காலைசிஸ் மற்றும் TCA சுழற்சியை இணைக்கிறது.

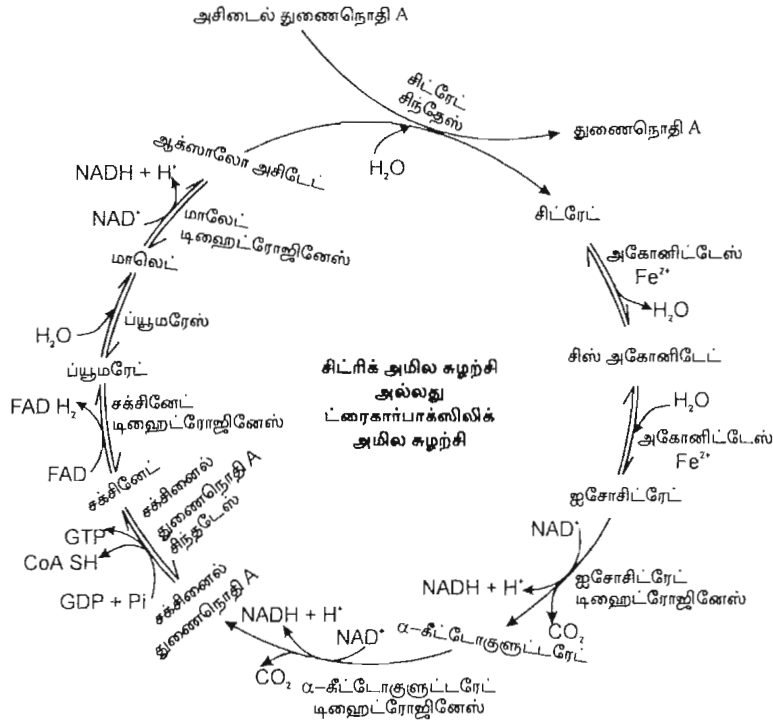


PDH - பைருவேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ்

மேற்கண்டவினை பைருவேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ் என்ற கூட்டு நொதியின் (Multienzyme complex) செயலால் நடைபெறுகிறது.

3.3.1 சிட்டிக் அமில சுழற்சியின் வினைகள்

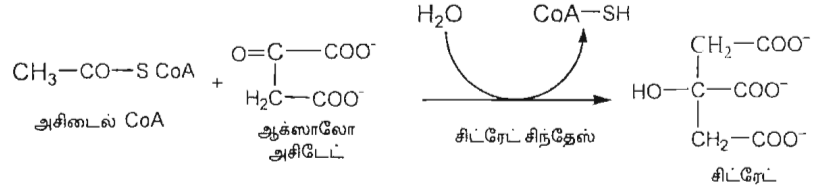
சிட்டிக் அமில சுழற்சியில் எட்டு படிகள் உள்ளன. வினைகள் பின்வருமாறு :



படம் 3.2 கிரெப் சுழற்சி

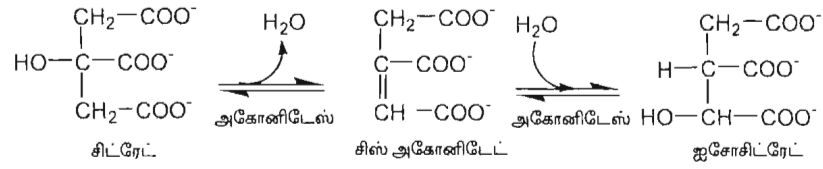
1. சிட்ரேட் உருவாதல்

அசிடைல் துணை நொதி A அல்லது அசிடைல் CoA மற்றும் ஆக்ஸாலோ அசிடேட்டும் குறுக்கமடைந்து சிட்ரேட்டை தருகிறது. இதுவே சுழற்சியின் முதல் வினையாகும். மேலும் இவ்வினை சிட்ரேட் சிந்தேஸ் என்ற நொதியினால் நடைபெறுகிறது. இது ஒரு மீளா வினையாகும்.



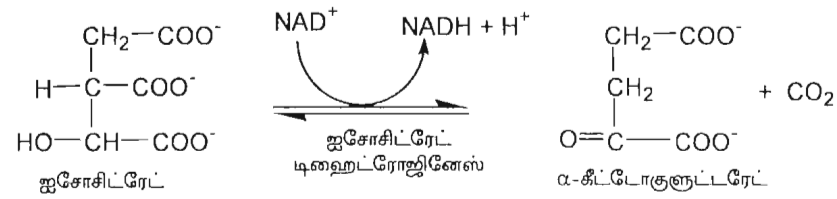
2. ஐசோசிட்ரேட் உருவாதல் (சிஸ் அகோனிடேட் வழியாக)

அகோனிடேஸ் என்ற நொதியினால் மீள் முறையில் சிட்ரேட் சிஸ்அகோனிடேட் மூலமாக ஐசோசிட்ரேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.



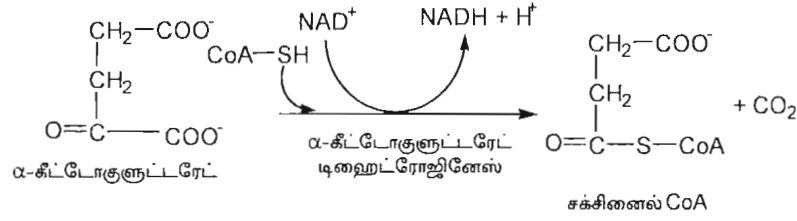
3. ஐசோசிட்ரேட் α -கீட்டோகுளுட்டரேட் மற்றும் CO_2 வாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைதல்

ஐசோசிட்ரேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ் என்ற நொதி ஐசோசிட்ரேட்டை ஆக்ஸிஜனேற்ற முறையில் கார்பாக்ஸில் தொகுதி நீக்கம் செய்து α -கீட்டோ குளுட்டரேட்டாக மாற்றுகிறது.



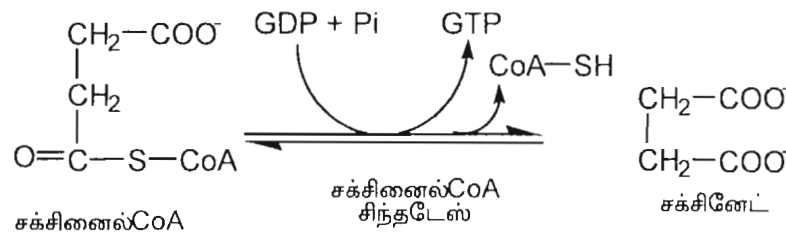
4. α -கீட்டோ குளுட்டரேட் சக்சினைல் CoA மற்றும் CO_2 வாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைதல்

α -கீட்டோ குளுட்டரேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ் என்ற கூட்டு நொதியின் செயலால் α -கீட்டோ குளுட்டரேட் ஆக்ஸிஜனேற்ற கார்பாக்ஸில் நீக்க வினையால் சக்சினைல் CoA மற்றும் CO_2 வாக மாற்றப்படுகிறது. இது ஒரு மீளாவினையாகும்.



5. சக்சினைல் CoA சக்சினேட்டாக மாற்றமடைதல்

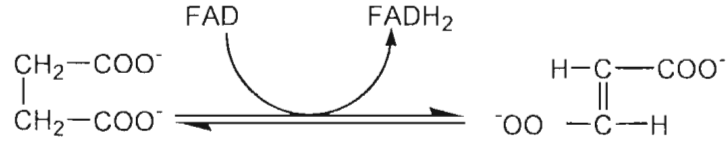
மேற்கண்ட படியில் கிடைத்த விளை பொருள் சக்சினைல் CoA சக்சினேட்டாக மாற்றப்பட்டு சுழற்சி தொடரப்படுகிறது. இந்த படியில் GTP உருவாகிறது (வினைப் பொருள் அளவில் பாஸ்பாரிலேற்றம் -substrate level phosphorylation).



சக்சினைல் CoA சிந்தடேஸ் அல்லது தயோகைனேஸ் என்ற நொதியின் செயலால் இந்த மீள்வினை நடைபெறுகிறது.

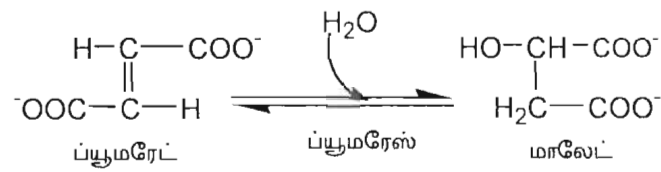
6. சக்சினேட் ப்யூமரேட்டாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைதல்

சக்சினைல் CoAல் இருந்து கிடைத்த சக்சினேட், சக்சினேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ் என்ற நொதியால் ப்யூமரேட்டாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைகிறது.



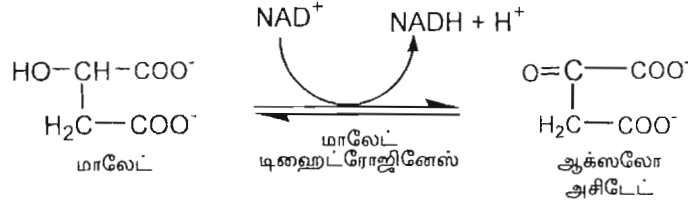
7. ப்யூமரேட் நீரேற்றமடைந்து மாலேட்டாக மாற்றமடைதல்

ப்யூமரேஸ் என்ற நொதியினால் மீள் முறையில் ப்யூமரேட் நீரேற்றமடைந்து மாலேட்டாக மாற்றமடைகிறது.



8. மாலேட் ஆக்ஸலோ அசிடேட்டாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைதல்

NAD இணைந்துள்ள மாலேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ் என்ற நொதியினால் மாலேட் ஆக்ஸலோ அசிடேட்டாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைகிறது. இதுவே சுழற்சியின் கடைசி வினையாகும்.



3.3.2 TCA சுழற்சியில் இருந்து கிடைக்கும் ஆற்றல்

ஒரு மூலக்கூறு NADH எலக்ட்ரான் நகர்வு சங்கிலியின் மூலம் (Electron transport chain) ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்தால் மூன்று மூலக்கூறுகள் ATP உருவாகிறது. ஒரு மூலக்கூறு FADH₂ மேற்கண்ட முறையில் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்தால் இரண்டு மூலக்கூறுகள் ATP உருவாகிறது.

கிளைக்காலசைஸ் செயலில் ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் இரண்டு மூலக்கூறுகள் பைருவேட்டை தருகிறது. எனவே சிட்டிக் அமில சுழற்சியில் உள்ள அனைத்து இடைநிலை பொருட்களும் இரண்டு மூலக்கூறுகளாக உள்ளன.

அட்டவணை 3.2

வினைகள்	உருவான ATPக்களின் எண்ணிக்கை
1. 2 ஐசோசிட்ரேட் → 2 α-கீட்டோ குளுட்டரேட் (2 NADH + 2H ⁺) (2x3)	6
2. 2α-கீட்டோ குளுட்டரேட் → 2 சக்சினைல் CoA (2 NADH + 2H ⁺) (2x3)	6
3. 2 சக்சினைல் CoA → 2 சக்சினேட் (2 GTP = 2 ATP)	2
4. 2 சக்சினேட் → 2 ப்யூமரேட் (2 FADH ₂) (2x2)	4
5. 2 மாலேட் → 2 ஆக்ஸாலோ அசிடேட் (2 NADH + 2H ⁺) (2x3)	6
உருவான மொத்த ATPக்களின் எண்ணிக்கை	24

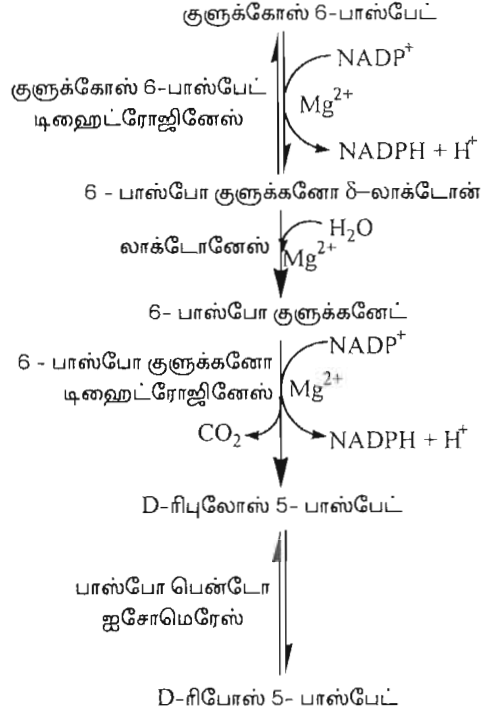
3.4 HMP ஷன்ட் வழிமுறை (Hexose Mono Phosphate Shunt Pathway)

பொதுவான விலங்கு திசுக்கள் குளுக்கோஸை CO₂ மற்றும் நீராக ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்தல், ATPயின் மூலமாக ஆற்றல் வெளியிடுதல் போன்ற செயல்கள் கிளைக்காலைசிஸ் மற்றும் சிட்ரிக் அமில சுழற்சியின் மூலமாக நடைபெற்றாலும் கூட, பல மாற்று வழிமுறைகளும் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் ஹெக்ஸோஸ்

மோனோ பாஸ்பேட் ஷன்ட் வழிமுறை (Hexose Mono Phosphate Shunt Pathway) மிகவும் முக்கியமானதாகும். இது செல்லின் சைட்டோபிளாசு பகுதியில் நடைபெறுகிறது.

கிளைக்காலைசிஸ் மற்றும் கிரெப் சுழற்சி இவை முதன்மையாக ATP உருவாக்குவதில் தான் முக்கியமாக செயல்படுகிறது. ஆனால் HMP-ஷன்ட் வழிமுறை வேறுவிதமான வளர்சிதை மாற்ற ஆற்றலை (ஒடுக்க ஆற்றலை - Reducing power) உருவாக்குகிறது. உடலுக்கு ஆற்றலை வழங்கும் மூலக்கூறுகளில் (Fuel molecules) இருந்து எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ATP உருவாக்கத்திற்கு இல்லாமல் உயிர்தொகுப்புச் (Bio-synthesis) செயல்களுக்கு பயன்படுகிறது. HMP - ஷன்ட் வழிமுறையில் உருவாகும் ஒடுக்க ஆற்றல் (மூலக்கூறு) NADPH ஆகும். (NADPH ஒடுக்கப்பட்ட நிக்கோடினமைடு அடினைன் டை நியூக்ளியோடைடு பாஸ்பேட்).

NADH எலக்ட்ரான் நகர்வு சங்கலியில் ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யப்பட்டு ATP உருவாகிறது. ஆனால் NADPH ஒடுக்க உயிர் தொகுப்பு செயல்களுக்கு எலக்ட்ரான் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அணுக்களை வழங்கும் மூலக்கூறாக செயல்படுகிறது. உதாரணமாக கொழுப்பு அமிலங்கள் மற்றும் ஸ்டீராய்டுகள் உயிர் தொகுப்புகள். இதுவே NADH மற்றும் NADPH இவற்றிற்கிடையே உள்ள முக்கிய அடிப்படை வேறுபாடாகும்.

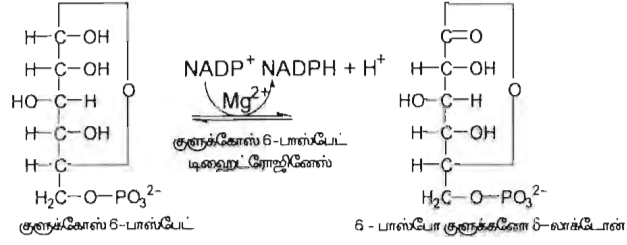


படம் 3.3 ஹெக்ஸோஸ் மோனோ பாஸ்பேட் வழிமுறையின் ஆக்ஸிஜனேற்ற வினைகள்

குளுக்கோஸ் 6- பாஸ்பேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ் என்ற நொதியால் குளுக்கோஸ் 6 பாஸ்பேட்டில் இருந்து ஹைட்ரஜன் நீக்கப்பட்டு 6-பாஸ்போ குளுக்கனோ 6-லாக்டோனாக மாற்றப்படுகிறது. இதுவே HMP ஷன்ட் வழிமுறையின் முதல் வினையாகும்.

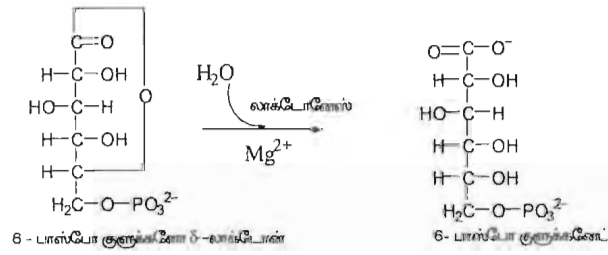
படி - 1

குளுக்கோஸ் 6- பாஸ்பேட் NADP^+ முன்னிலையில் குளுக்கோஸ் 6- பாஸ்பேட் டிஹைட்ரோஜனேஸ் என்ற நொதியால் 6-பாஸ்போ குளுக்கனோ டி-லாக்டோனாக மாற்றப்படுகிறது. முதல் NADPH மூலக்கூறு இந்தப்படியில் உருவாகிறது.



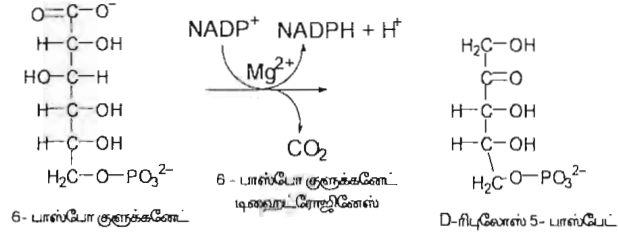
படி - 2

6-பாஸ்போ குளுக்கனோ டி-லாக்டோன் நிலைப்புத் தன்மையற்றது. எனவே எஸ்டர் பிணைப்பு நீராற் பகுப்பிற்கு உட்பட்டு 6-பாஸ்போ குளுக்கனேட்டாக மாற்றமடைகிறது. இவ்வினை லாக்டோனேஸ் என்ற நொதியால் நடைபெறுகிறது.



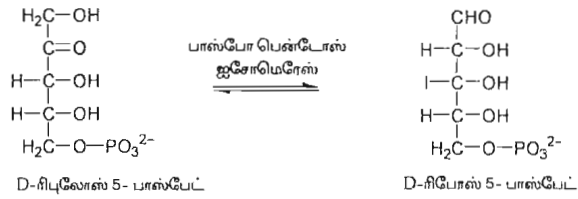
படி - 3

6- பாஸ்போ குளுக்கனேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ் என்ற நொதியின் செயலால் 6-பாஸ்போ குளுக்கனேட் மேலும் ஹைட்ரஜன் நீக்கம் மற்றும் கார்பாக்ஸிஸ் நீக்கம் போன்ற வினைகளுக்கு உட்பட்டு D-ரிபுலோஸ் பென்டோஸ் என்ற கீட்டோ பென்டோஸாக மாற்றமடைகிறது. இந்த வினையில் இரண்டாவது NADPH மூலக்கூறு உருவாகிறது.

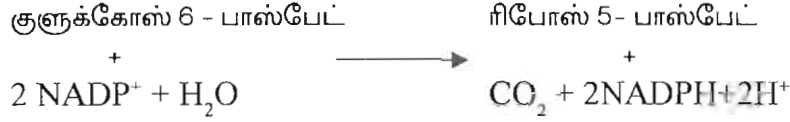


படி - 4

பாஸ்போ பென்டோஸ் ஐசோமெரேஸ் என்ற நொதியானது D-ரிபுலோஸ் 5- பாஸ்பேட்டை அதன் ஆல்டோஸ் மாற்றான D-ரிபோஸ் 5- பாஸ்பேட்டாக மாற்றுகிறது.



சில திசுக்களில் ஹெக்ஸோஸ் மோனோ பாஸ்பேட் ஷன்ட் வழிமுறை இந்த படியுடன் முடிவடைகிறது. மொத்த வினை,



வினையின் இறுதியில் கிடைக்கும் NADPH, உயிர் தொகுப்பு வினைகளில் ஒடுக்கியாக செயல்படுகிறது. ரிபோஸ் 5-பாஸ்பேட், நியூக்ளியோசைடு தொகுத்ததில் முதன்மை பொருளாக (Precursor) செயல்படுகிறது.

3.5 கிளைக்கோஜன் (Glycogen)

தாவரங்களில் ஸ்டார்ச் சேமித்து வைக்கப்படுவதைப் போல விலங்குகளில் கார்போஹைட்ரேட்டுகள் கிளைக்கோஜனாக சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. இது முக்கியமாக கல்லீரலில் நடைபெறுகிறது.

3.5.1 கிளைக்கோஜன் உயிர் தொகுப்பு (Glycogen biosynthesis)

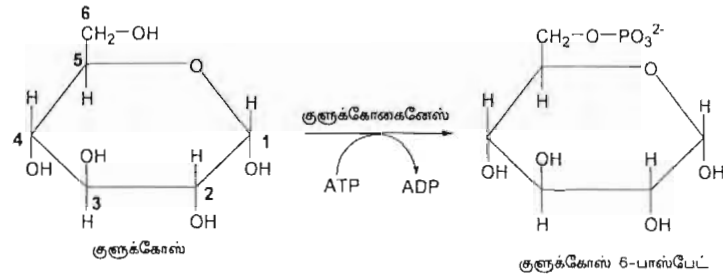
குளுக்கோஸிலிருந்து கிளைக்கோஜன் தொகுக்கப்படுதல் கிளைக்கோஜெனிசிஸ் (Glycogenesis) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது உடலின் அனைத்து திசுக்களிலும் நடைபெறுகிறது ஆனால் கல்லீரல் மற்றும் தசை போன்றவை முக்கிய பகுதிகளாகும். குறிப்பிட்ட அளவு கிளைக்கோஜன் சிறுநீரகத்திலும் தொகுக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக் கொள்ளப்படும் அதிக அளவு குளுக்கோஸை உடலில் சேமித்து வைக்கவும் தேவையின் போது பயன்படுத்தவும் கிளைக்கோஜெனிசிஸ் ஒரு இன்றியமையாத செயலாகும். கிளைக்கோஜெனிசிஸ் இல்லாவிட்டால் உணவு உட்கொண்டபின் உடனடியாக உடல் திசுக்களில் அதிக அளவு குளுக்கோஸ் இருக்கும்.

பட்டினி நேரங்களில் குளுக்கோஸ் அளவு குறைவாகவே இருக்கும். கிளைக்கோஜெனிஸிஸ் செயலில் நடைபெறும் வினைகள் பின்வருமாறு.

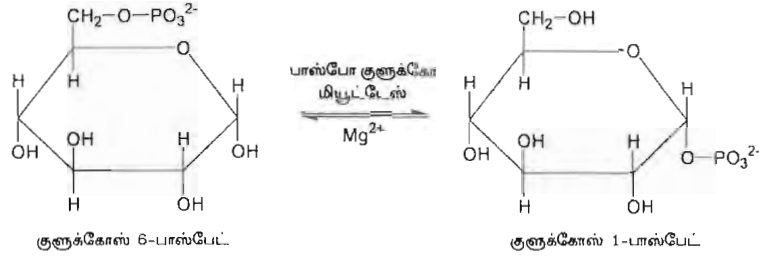
படி -1

கிளைக்காலைசினில் நடைபெறும் முதற்வினை போன்றே குளுக்கோஸ், குளுக்கோஸ் 6- பாஸ்பேட்டாக பாஸ்பாரிலேற்றம் செய்யப்படுகிறது. இவ்வினை ATP முன்னிலையில் தசையில் ஹெக்ஸோகைனேஸ் என்ற நொதியாலும் கல்லீரலில் குளுக்கோகைனேஸ் என்ற நொதியாலும் நடைபெறுகிறது.



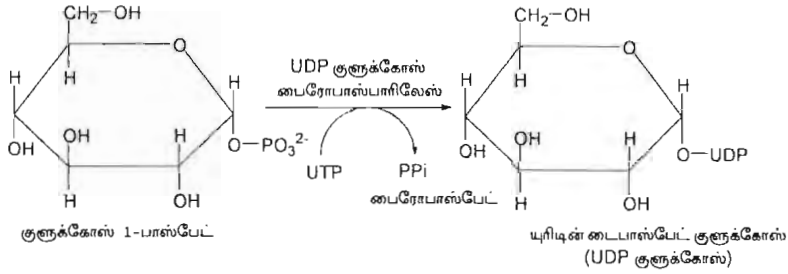
படி -2

பாஸ்போ குளுக்கோ மியூட்டேஸ் என்ற நொதியினால் குளுக்கோஸ் 6- பாஸ்பேட் மீள் முறையில் குளுக்கோஸ் 1-பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வினைக்கு Mg^{2+} மற்றும் சிறிதளவு குளுக்கோஸ் 1,6-டைபாஸ்பேட் துணை நொதியாக தேவைப்படுகிறது.



படி -3

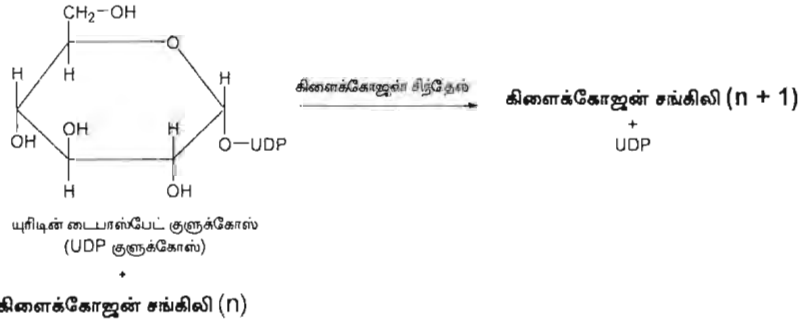
யுரிடின் டை பாஸ்பேட் குளுக்கோஸ் பைரோபாஸ்பாரிலேஸ் என்ற நொதியின் முன்னிலையில் யுரிடின் டிரை பாஸ்பேட் (UTP) நீராற்பகுப்படைவதால் கிடைக்கும் ஆற்றலால் குளுக்கோஸ் 1-பாஸ்பேட் கிளர்வுறுபடுத்தப்படுகிறது. இவ்வினை தான் கிளைக்கோஜன் உயிர் தொகுத்தில் மிகவும் முக்கியமான வினையாகும்.



படி - 4

UDP - குளுக்கோஸ் உடனடியாக குளுக்கோஸ் மூலக்கூறையுடன் சேர்மமாகும். கிளைக்கோஜன் சிந்தேஸ் என்ற நொதி,

குளுக்கோஸ் மூலக்கூறை UDP-குளுக்கோஸில் இருந்து ஒடுக்கப்படாத முனையை கொண்டுள்ள கிளை கிளைக்கோஜன் சங்கிலிக்கு மாற்றமடைவதை ஊக்குவிக்கிறது.



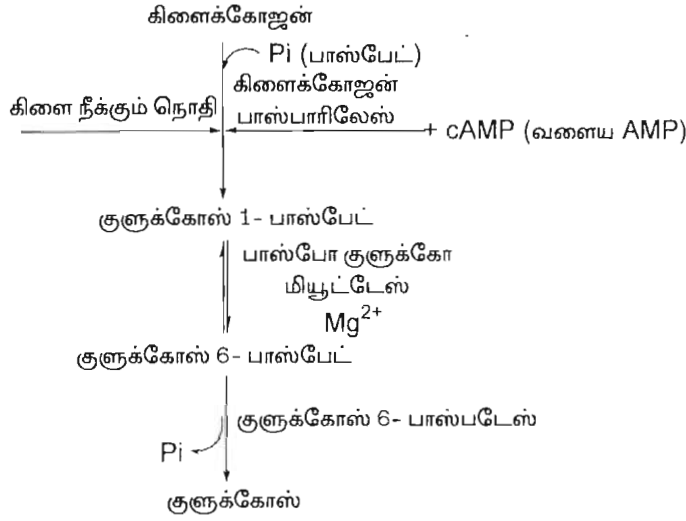
படி - 5

கிளைக்கோஜன் சங்கிலி 8 குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுக்கும் அதிகமான மூலக்கூறுகளை கொண்டுள்ளதாக உள்ளபோது இரண்டாம் நொதியான கிளையை உண்டாக்கும் நொதி (Branching Enzyme) அமைலோ 1-4ல் இருந்து 1-6 ட்ரான்ஸ் கிளைக்கோ அசைலேஸ் கிளைக்கோஜன் மீது செயல்பட்டு 1,4 கிளைக்கோஜன் சங்கிலி இணைப்பை உருவாக்க உதவி செய்கிறது. இது அருகில் உள்ள α 1-6 இணைப்பை போன்றதே ஆகும். இவ்வாறு இணைப்பு புள்ளி (Branching Point) கிளைக்கோஜனில் தோன்றுகிறது. உருவான கிளைக்கோஜன் கல்லீரல், தசை மற்றும் திசுக்களில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.

3.5.2 கிளைக்கோஜன் சிதைவடைதல் (Glycogenolysis)

இரத்தத்தில் உள்ள சர்க்கரையின் அளவு குறையும் போது (ஹைப்போகிளைசீமியா - Hypoglycemia), திசுக்களில் சேமித்து

வைக்கப்பட்டுள்ள கிளைக்கோஜன் குறிப்பாக கல்லீரல் மற்றும் தசைகளில் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள கிளைக்கோஜன் உடைக்கப்பட்டு குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுகிறது. இந்த செயல் கிளைக்கோஜீனோலைஸிஸ் (Glycogenolysis) அல்லது கிளைக்கோஜன் சிதைவடைதல் எனப்படுகிறது.



படம் 3.4 கிளைக்கோ ஜீனோலைஸிஸ்

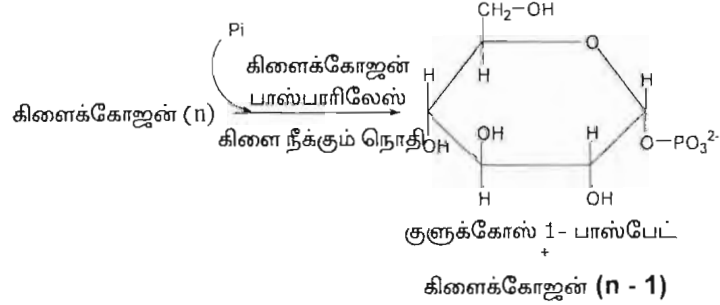
கிளைக்கோஜீனோலைஸிஸ் கீழ்க்கண்ட படிகளில் நடைபெறுகிறது.

படி-1

கிளைக்கோஜன் சிதைவடைதலின் முதல் படியில் இரண்டு நொதிகள் தனித்தனியே செயல்படுகிறது.

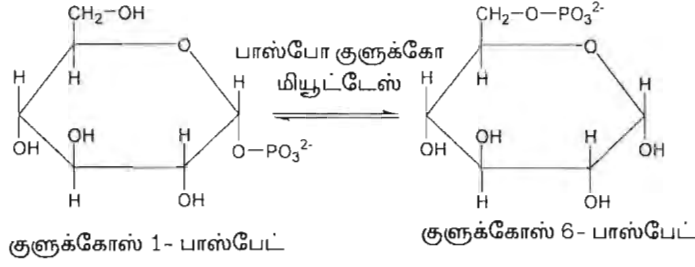
முதல் நொதி, கிளைக்கோஜன் பாஸ்பாரிலேஸ் கனிம பாஸ்பேட்டுடன் இணைந்து கிளைக்கோஜனில் உள்ள α 1-4 இணைப்பின் மீது செயல்பட்டு குளுக்கோஸ் 1-பாஸ்பேட் மற்றும் ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் குறைவாக கொண்டுள்ள கிளைக்கோஜனை தருகிறது. கிளைக்கோஜன் பாஸ்பாரிலேஸ் α 1-6 இணைப்பின் மீது செயல்பட முடியாது. இது மற்றொரு நொதியான α 1-6 குளுக்கோஸிடேஸ் (கிளை நீக்கும் நொதி - Debranching enzyme) கிளைக்கோஜனில் உள்ள α 1-6 இணைப்பு மீது செயல்படுகிறது. இதனால் கிளைக்கோஜன் α 1-4 இணைப்பு அதிக அளவில் கிளைக்கோஜன் பாஸ்பாரிலேஸ் நொதிக்கு கிடைக்கிறது.

கிளைக்கோஜன் பாஸ்பாரிலேஸ் மற்றும் கிளை நீக்கும் நொதி ஆகிய இரண்டு நொதிகளின் ஒருங்கமைந்த செயல்களால் கிளைக்கோஜன், குளுக்கோஸ் 1- பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.



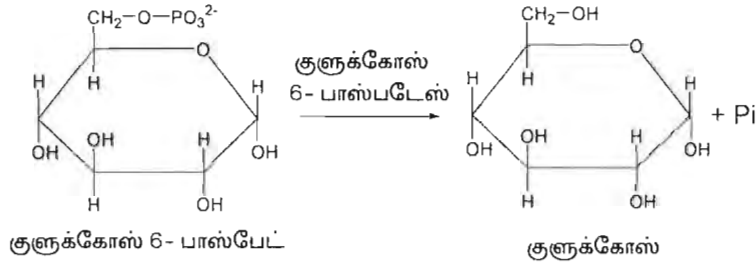
படி -2

பாஸ்போகுளுக்கோ மியூட்டேஸ் என்ற நொதியின் செயலால் குளுக்கோஸ் 1- பாஸ்பேட் மீள் முறையில் குளுக்கோஸ் 6- பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.



படி - 3

குளுக்கோஸ் 6- பாஸ்பேட்ஸ் நொதியின் செயலால் கல்லீரல் மற்றும் சிறுநீரகத்தில் குளுக்கோஸ் 6- பாஸ்பேட், குளுக்கோஸாகவும் கனிம பாஸ்பேட்டாகவும் மாற்றப்படுகிறது.



குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட்ஸ், பாஸ்பேட் தொகுதியை குளுக்கோஸ் 6- பாஸ்பேட்டில் இருந்து நீக்குகிறது. இதனால் தனித்த குளுக்கோஸ் செல்களில் இருந்து வெளி செல் திரவத்திற்கு (இரத்தத்திற்கு) வருகிறது. இவ்வினை தசைகளில் நடைபெறுவதில்லை காரணம் குளுக்கோஸ் 6- பாஸ்பேட்ஸ் தசைகளில் காணப்படுவதில்லை.

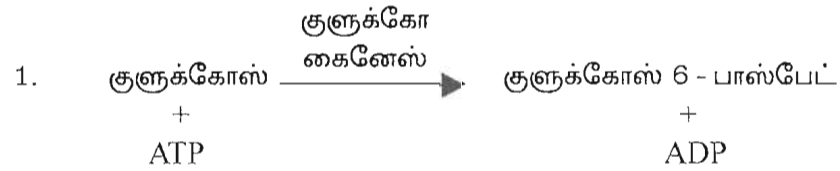
3.5.3 குளுக்கோநியோஜெனிஸிஸ் (Gluconeogenesis)

கார்போஹைட்ரேட் அற்ற சேர்மங்களில் இருந்து குளுக்கோஸ்தொகுக்கப்படுதல் குளுக்கோநியோஜெனிஸிஸ் என்று அழைக்கப்படுகிறது. கல்லீரல் பகுதியில் தான் முக்கியமாக குளுக்கோநியோஜெனிஸிஸ் நடைபெறுகிறது. இது பொதுவாக உணவில் உள்ள கார்போஹைட்ரேட் அளவு உடலின் தேவைக்கு குறைவாக உள்ள போதும், புரத சத்து மிகுந்த உணவை அதிகமாக எடுத்துக் கொள்ளும் போதும், பட்டினி காலங்களில் உடலில் உள்ள புரதங்கள் சிதைவடைந்து அமினோ அமிலங்களாக மாற்றப்படும் போதும் நடைபெறுகிறது.

3.5.3.1 குளுக்கோநியோஜெனிஸிஸ் மற்றும் கிளைக்காலைசிஸ் (Gluconeogenesis and Glycolysis)

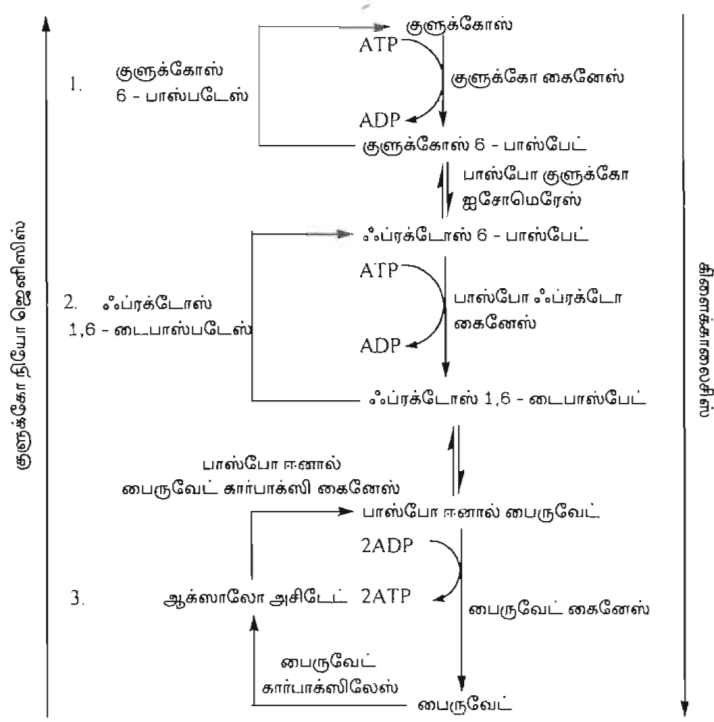
குளுக்கோநியோஜெனிஸிஸ் மற்றும் கிளைக்காலைசிஸ் இரண்டும் எதிரான வளர்சிதை மாற்ற வழிமுறைகள் ஆகும். இவை பல நொதிகளை தமக்குள் பங்கிட்டுக் கொள்கின்றன. கிளைக்காலைசிஸ் போது குளுக்கோஸ் பைருவேட்டாக மாற்றமடைகிறது. ஆனால் குளுக்கோநியோஜெனிஸிஸ் போது பைருவேட் குளுக்கோஸாக மாற்றமடைகிறது. இருப்பினும் குளுக்கோநியோஜெனிஸிஸ் கிளைக்காலைசிஸிற்கு சரியான எதிரான செயலல்ல.

கிளைக்காலைசிஸில் மூன்று இன்றியமையாத மீள வினைகள் உள்ளன. அவை



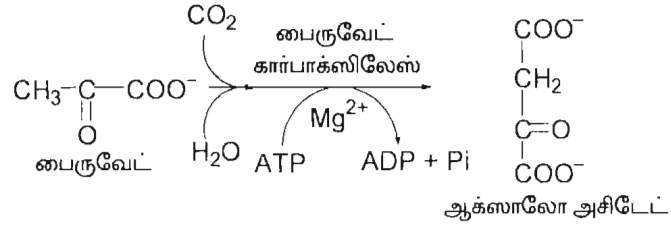


குளுக்கோதியோஜெனிஸிஸ் போது இந்த மூன்று வினைகளும் கீழ்க்கண்ட புதிய வினைகளால் பதிலீடு செய்யப்பட்டு குளுக்கோஸ் தொகுக்கப்படுகிறது.

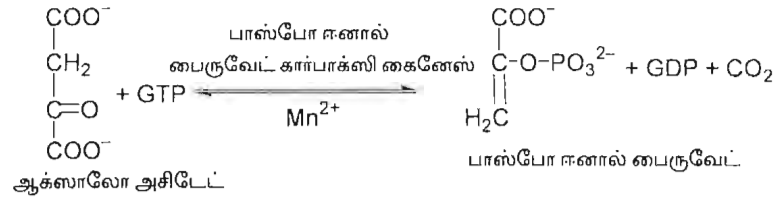


3.5.3.2 குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் வினைகள்

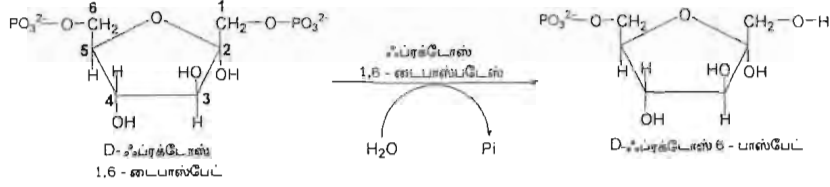
1. பாஸ்போனாஸ் பைருவேட் உருவாதல் பைருவேட் கார்பாக்ஸிலேற்றம் செய்யப்படும் வினையுடன் ATP செலவிடப்பட்டு தொடங்குகிறது.



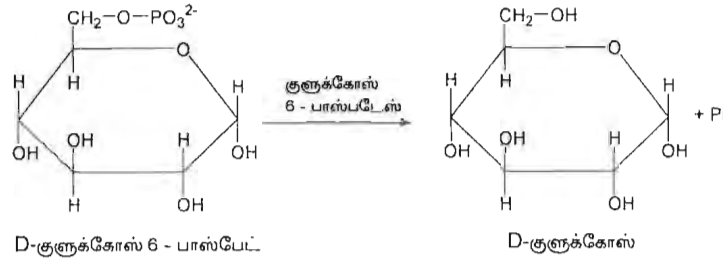
உருவாகும் ஆக்ஸாலோ அசிடேட் GTPயால் பாஸ்பாரிலேற்றம் செய்தல் மேலும் கார்பாக்ஸில் நீக்கம் செய்யப்பட்டு பாஸ்போனாஸ் பைருவேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.



2. ஃப்ரக்டோஸ் 1,6-டை பாஸ்பேட்ஸ் நொதியால் ஃப்ரக்டோஸ் 1,6-டை பாஸ்பேட் நீராற் பகுக்கப்பட்டு ஃப்ரக்டோஸ் 6 பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.



3. குளுக்கோஸ் 6 - பாஸ்பேட், குளுக்கோஸ் 6- பாஸ்படேஸ் என்ற நொதியால் நீராற்பகுக்கப்பட்டு குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுகிறது.



3.5.3.3 அமினோ அமிலங்களின் குளுக்கோ நியோஜெனிசிஸ் (Glucogenesis of amino acids)

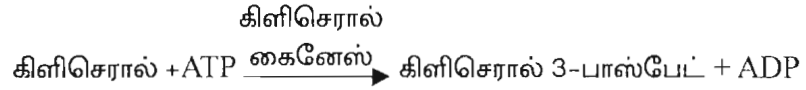
குளுக்கோஸாக மாற்றமடையும் அமினோ அமிலங்கள் குளுக்கோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் (Glucogenic amino acids) எனப்படுகின்றன. பெரும்பாலான குளுக்கோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் அமினோ தொகுதி நீக்கம் அல்லது அமினோ தொகுதி மாற்றம் ஆகிய வினைகளின் மூலம் சிட்ரிக் அமில சுழற்சியில் ஈடுபடும் இடைநிலை சேர்மங்களாக மாற்றப்படுகின்றன.

3.5.3.4 புரோப்பியனேட்டின் குளுக்கோநியோஜெனிஸிஸ் (Gluconeogenesis of propionate)

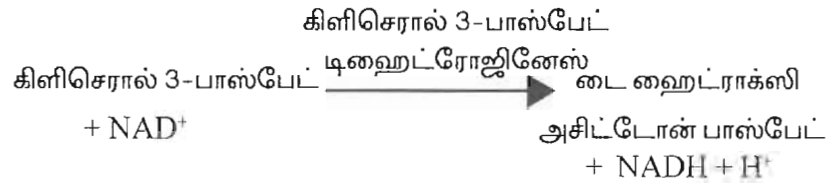
அசைப்போடும் உயிரினங்களில் புரப்பியானிக் அமிலம் கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் முக்கிய மூலமாகும். புரப்பியனேட் சக்சினைல் CoA ஆக மாற்றப்பட்டு சிட்ரிக் அமிலம் சுழற்சியின் வழியே குளுக்கோநியோஜெனிக் வழிமுறையில் ஈடுபடுகிறது.

3.5.3.5 கிளிசெராலின் குளுக்கோநியோஜெனிஸிஸ் (Gluconeogenesis of glycerol)

பட்டினி நேரங்களில் கிளிசெராலும் குளுக்கோநியோஜெனிக் வழிமுறையில் ஈடுபடுகிறது. அடிப்போஸ் திசுக்களில் உள்ள ட்ரைகிளிசெரைடுகள் நீராற்பகுப்பிற்கு உட்படும் போது கிளிசெரால் வெளியிடப்படுகிறது. கிளிசெரால் வளர்சிதை மாற்றம் அடிப்போஸ் திசுக்களில் நடைபெறுவதில்லை. ஏனெனில் கிளிசெரலை பாஸ்பாரிலேற்றம் செய்யத் தேவையான நொதி கிளிசெரால் கைனேஸ் அங்கு இல்லை. மாறாக கிளிசெரால் கல்லீரலுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு அங்கு கிளிசெரால் கைனேஸ் நொதியால் கிளிசெரால் 3-பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.



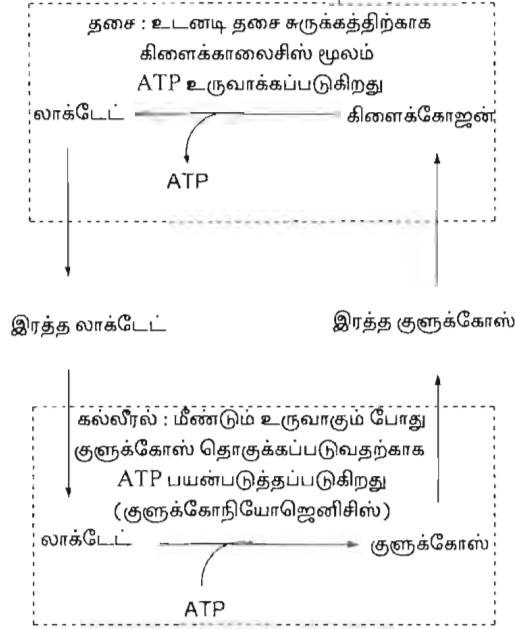
இங்கு NAD^+ மற்றும் கிளிசெரால் 3-பாஸ்பேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ் நொதியின் முன்னிலையில், கிளிசெரால் 3-பாஸ்பேட், டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன் பாஸ்பேட்டாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைகிறது.



இந்த வழிமுறை கிளைக்காலைசினின் ட்ரையோஸ் பாஸ்பேட் நிலையை இணைக்கிறது. உருவான டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன் பாஸ்பேட் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் வழிமுறையில் ஈடுபட்டு குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுகிறது. கல்லீரல் மற்றும் சிறுநீரகம் மேற்கண்ட நொதிகளை பயன்படுத்தி கிளிசெராலை குளுக்கோஸாக மாற்றும் திறனை பெற்றுள்ளன.

3.5.3.6 லாக்டிக் அமிலத்தின் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் (Cori cycle)

கார்போஹைட்ரேட்டுகள் வளர்சிதை மாற்றம் கல்லீரல் மற்றும் தசையில் சிறப்பு வாய்ந்த முறையில் நடைபெறுகிறது அதாவது கார்போஹைட்ரேட்டுகள் கல்லீரல் மற்றும் தசை பகுதிகளில் மாற்றமடைவது கோரி சுழற்சி (Cori cycle) என்று அழைக்கப்படுகிறது.



படம் 3.6 கோரி சுழற்சி

இந்த சுழற்சியில் கல்லீரலில் உள்ள கிளைக்கோஜன் தசை கிளைக்கோஜனாகவும் தசையில் உள்ள கிளைக்கோஜன் கல்லீரல் கிளைக்கோஜனாகவும் மாற்றப்படலாம். இச்சுழற்சியில் உருவாக்கப்படும் பொருள் லாக்டேட் ஆகும். லாக்டேட் சதைப் பகுதியில் உருவாக்கப்படுகிறது.

அதிக அளவு உடல் வேலை செய்யும் போது, தீவிர உடற்பயிற்சி செய்யும் போதும் சதைகளில் உள்ள ஆக்ஸிஜன் தேவையான அளவு இல்லை. ஆனால் தசை அதிக பட்சமாக நீண்ட நேரம் சுருக்கத்திற்கு (Muscle contraction) உட்பட வேண்டும். அதனால் சதையில் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள கிளைக்கோஜன் கிளைக்கோஜினோலைசிஸ் மூலம் லாக்டேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. மேலும் காற்றில்லாத நிலைமையில் நடைபெறும் கிளைக்காலைசிஸ் மூலம் உருவாகும் லாக்டேட் சதையில் திரளப்படுகிறது (Accumulation) தசை திசுக்களில் குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட்ஸ் என்ற நொதி காணப்படாததால் லாக்டிக் அமிலத்தில் இருந்து குளுக்கோஸ் தொகுக்கப்படுவதில்லை. இச்செயல் கல்லீரலில் மட்டுமே லாக்டிக் அமிலம் குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுகிறது.

லாக்டேட் தசைப் பகுதியிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்டு இரத்தத்தின் மூலம் கல்லீரலை சென்றடைகிறது. கல்லீரலில் லாக்டேட் பைருவேட்டாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யப்படுகிறது. பின் பைருவேட் குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் செயலில் ஈடுபடுவதால் முடிவில் குளுக்கோஸ் மீண்டும் தொகுக்கப்படுகிறது. கிளைக்கோஜன், குளுக்கோஜினோலைசிஸ் மூலம் குளுக்கோஸாக மாற்றப்படலாம். மேலும் இரத்தத்தின் மூலம் மீண்டும் சுழற்சியில் தசைகளுக்கு விடுவிக்கப்படலாம். குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் செயலால், குளுக்கோஸ் மீண்டும் தசை கிளைக்கோஜனாக மாற்றப்படுவதன் மூலம் கோரி சுழற்சி முடிவடைகிறது.

3.6 நீரிழிவு நோய் (Diabetes Mellitus)

நீரிழிவு நோய் கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஏற்படும் குறைபாட்டால் உருவாகும் முக்கிய நோயாகும். இருப்பினும் கொழுப்பு மற்றும் புரதம் இவற்றின் வளர்சிதை மாற்றங்களும் பாதிக்கப்படுகின்றன. டையபெடீஸ் (Diabetes) என்றால் அதிகளவு சிறுநீரை வெளியேற்றுதல், மெல்லிடஸ் (Mellitus) என்றால் இனிப்பு என்றும் பொருள்படும். எனவே டையபெடீஸ் மெல்லிடஸ் என்ற வார்த்தைக்கு குளுக்கோஸை கொண்டுள்ள சிறுநீர் அதிகளவு வெளியேற்றப்படுதல் என்று பொருள்படும்.

இன்சலின் சுரத்தல் அல்லது அதன் செயலில் ஏற்படும் குறைப்பாட்டால் நீரிழிவு நோய் உண்டாகிறது. இன்சலின் நாளமில்லா சுரப்பிகளால் சுரக்கப்படும் ஒரு ஹார்மோனாகும். கணையத்தில் உள்ள β -செல்களில் லாங்கர்ஹான் திட்டுக்களால் இன்சலின் சுரக்கப்படுகிறது. குளுக்கோஸ் வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஏற்படும் அசாரணத்தன்மை நீரிழிவு நோயை அல்லது நோய் உண்டாவதற்கான நிலையை காட்டும் தன்மையாக உள்ளது. உண்மையில் இன்சலின் கட்டுப்பாடு செயலில் உள்ள குறைப்பாட்டால் நீரிழிவு நோய், நோய்களின் தொகுப்பாகும்.

இரண்டு முக்கிய வகையான நீரிழிவு நோய்கள் உள்ளன.

1. வகை - I அல்லது இன்சலினை பொருத்த நீரிழிவு நோய்

இந்த நோய் இளம் வயதில் வரும் பின் விரைவாக தீவிரமடையும்.

2. வகை - II அல்லது இன்சலின் பொருத்தமையாத நீரிழிவு நோய்

இந்நோய் மெதுவாக உருவாகும். மிதமானது. மேலும் அடிக்கடி கண்காணிக்க முடியாமல் செல்லும்.

முதல் வகை நோய்க்கு இன்சலின் தெரபி (Insulin therapy), வாழ்முழுவதும் உட்கொள்ளும் குளுக்கோஸ் மற்றும் எடுத்துக் கொள்ளும் இன்சலின் அளவு இவற்றிற்கிடையேயான சதவிகித கட்டுப்பாடு தேவை. கீழ்க்கண்ட அறிகுறிகளின் மூலம் இன்சலின் உருவாக்கத்தில் உள்ள குறைபாட்டை அறியலாம்.

1. இரத்தத்தில் உள்ள குளுக்கோஸ் பிளாஸ்மா சவ்வின் வழியே ஊடுருவி செல்லுக்குள் செல்லும் தன்மை குறைவதால் இரத்தத்தில் குளுக்கோஸ் அளவு அதிகரிக்கிறது. இந்த நிலை ஹைபர்கிளைசீமியா (Hyperglycemia) என அழைக்கப்படுகிறது. குளுக்கோஸ் அளவு 500 மிகி / 100மிலி இரத்தம் வரை அதிகரிக்கிறது.

2. பாலியூரியா (Polyuria)

அதிகளவு சிறுநீர் உடலிலிருந்து வெளியேறுதல் என்பது இதன் பொருளாகும். இது அதிகளவு குளுக்கோஸை சிறுநீரில் வெளியேற்றுவது (குளுக்கேஸூரியா) ஆகும்.

3. பாலிடீப்சியா (Polydipsia)

தாகம் அதிகமாக ஏற்படுவதால் அதிகளவு நீர் உட்கொள்ளப்படுகிறது. இந்நிலைக்கு பாலிடீப்சியா என்று அழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக் கொண்ட அதிகளவு நீரை வெளியேற்றுவதால் பாலியூரியா மூலம் நடைபெறுகிறது.

4. பாலிபேஜியா (Polyphagia)

இந்நிலையில் அதிகமான பசியால் அதிகளவு உணவு உட்கொள்ளப்படுகிறது. வளர்ச்சி தடைபடுவதை நிவர்த்தி செய்ய இது மேற்கொள்ளப்படுகிறது. நீரிழிவு நோயால் மிகுதியான பசி ஏற்படுவதால் அதிகளவு உணவு உட்கொள்ளப்பட்டாலும் உடல் எடை குறைந்து உடல் நலிவுறுகிறது.

5. ஆற்றல் உருவாக்கத்திற்கு குளுக்கோஸ் கிடைக்காததால் அடிப்போஸ் திசுவில் உள்ள கொழுப்பு அதிகளவு நகர்வு பெற்று வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு உட்படுகிறது. ஆனால் வளர்சிதை மாற்றம் முழுமையாக நடைபெறாததால் முடிவில் அதிகளவு கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்ற இடைநிலை பொருட்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. அவை கீட்டோன் உடலங்கள் (Ketone bodies) என அழைக்கப்படுகின்றன. உதாரணம் அசிட்டோ அசிடேட் மற்றும் β -ஹைட்ராக்ஸி பியூட்டரேட் இந்த நிலை கீட்டோஸிஸ் (Ketosis) என அழைக்கப்படுகிறது. கீட்டோன் உடலங்கள் தீவிர அசிடோஸிஸை (Acidosis) உருவாக்குகிறது. இறுதியில் "கோமா" (Coma) உடல் செயலற்ற நிலையை உண்டாக்குகிறது.

6. லிப்பிடுகள் இரத்த குழாய் சுவர்களில் படிவதால் 'அதிரோஸ்கெலிரோசிஸ்' (Atherosclerosis) என்ற நோய் உண்டாகிறது.

இரத்தம் மற்றும் சிறுநீரின் உயிர் வேதியியல் அளவீடுகள் நீரிழிவு நோய்க்கு சிகிச்சை அளிக்க இன்றியமையாதது. இது துல்லியமாக குளுக்கோஸ் தாங்கும் சோதனை (GTT) மூலம் நிகழ்த்தப்படுகிறது.

3.6.1 குளுக்கோஸ் தாங்கும் சோதனை (Glucose Tolerance Test)

இரவில் உணவு உட்கொள்ளாமல் மறுநாள் நோயாளிக்கு சோதனை அளவாக 100 கி குளுக்கோஸ் ஒரு டம்ளர் நீரில் கரைக்கப்பட்டு வழங்கப்படுகிறது. குளுக்கோஸ் கொடுப்பதற்கு முன்பும் கொடுத்த பின்பும் 30 நிமிட நேர இடைவெளியில் இரத்தத்தின் குளுக்கோஸ் அளவு அளவிடப்படுகிறது. சாதாரணமானவர் உடலில் குளுக்கோஸ் உடனே இரத்தத்திற்கு உறிஞ்சப்பட்டு 80 முதல் 120 மி.கி/100 மிலி இரத்தம் அளவிற்கு உயரும் அதன்பின் உயராது. சிறுநீரில் குளுக்கோஸ் இல்லாமலும் அல்லது சிறிதளவு காணப்படும். நீரழிவு நோய் உள்ளவர்களின் உடலில் மிக குறைந்த அளவே குளுக்கோஸ் உறிஞ்சப்படுகிறது. இதனால் இரத்தத்தில் குளுக்கோஸ் அளவு மிகவும் அதிகரித்துக் கொண்டே செல்கிறது. சிறுநீரகத்தின் செயல் அளவு (Threshold) (180 மி.கி / 100 மி.லி) விட அதிகரிக்கிறது. இதனால் அவர்களின் சிறுநீரில் குளுக்கோஸ் காணப்படுகிறது.

பயிற்சிகள்

- I. கீழ்க்கண்ட நான்கு விடைகளுள் சரியான விடையை தேர்ந்தெடு.
 1. இரத்த சர்க்கரை என்பது
 - அ. சுகரோஸ்
 - ஆ. லாக்டோஸ்
 - இ. குளுக்கோஸ்
 - ஈ. ஃப்ரக்டோஸ்
 2. கிளைக்கலைசிஸ் இங்கு நடைபெறுகிறது
 - அ. மைட்டோகாண்டிரியா
 - ஆ. சைட்டோபிளாசம்
 - இ. உட்கரு
 - ஈ. ரிபோசோம்

3. கிளைக்காலைசிஸில் எத்தனை மூலக்கூறுகள் ATP உருவாக்கப்படுகிறது
அ. 2 ஆ. 10 இ. 6 ஈ. 8
4. எந்த நொதி கிளைக்காலைசிஸ் மற்றும் TCA சுழற்சியை இணைக்கிறது.
அ. குளுக்கோகைனேஸ் ஆ. PFK இ. LDH
ஈ. பைருவேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ்
5. வினைப்படு பொருளின் அளவில் பாஸ்பாரிலேற்றம் செய்தலில் கீழ்க்கண்டவற்றுள் எந்நொதி ஈடுபடுகிறது.
அ. சிட்ரேட் சிந்தேஸ்
ஆ. ஐசோசிட்ரேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ்
இ. சக்சினைல் CoA சிந்தேஸ்
ஈ. ப்யூமரேஸ்
6. கிளைக்காலைசிஸில் எத்தனை மீளா படிகள் உள்ளன?
அ. 2 ஆ. 4 இ. 3 ஈ. 5
7. கிளைக்காலைசிஸில் இறுதிப் பொருளாக உள்ளது?
அ. பைருவேட் ஆ. சிட்ரேட்
இ. அசிடைல் CoA ஈ. லாக்டேட்
8. HMP ஷன்ட் வழிமுறையில் உருவாக்கப்படும் முக்கியமான ஒடுக்கும் ஆற்றல்
அ. NADH ஆ. NADPH இ. FAD ஈ. FADH₂
9. பைருவேட்டை ஆக்ஸலோ அசிட்டேட்டாக மாற்றுவது
அ. பைருவேட் கார்பாக்ஸிலேஸ் ஆ. பைருவேட் கைனேஸ்
இ. PFK ஈ. பாஸ்போ ஈனால் பைருவேட் கைனேஸ்
10. இங்கு லாக்டேட் குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுகிறது.
அ. தசை ஆ. கல்லீரல் இ. சிறுநீரகம் ஈ. நுரையீரல்
11. இன்சலினை சுரப்பது
அ. கல்லீரல் ஆ. சிறுநீரகம் இ. கணையம் ஈ. தைராய்டு

II. கோடிட்ட இடத்தை நிரப்புக.

1. குளுக்கோகைனேஸ் செயலால் குளுக்கோஸ் ----- ஆக மாற்றப்படுகிறது.
2. ஈனலேஸ் நொதியால் 2, பாஸ்போ கிளிசெரேட் ----- ஆக மாற்றப்படுகிறது.
3. காற்றில்லாத நிலைமையில் ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் ----- மூலக்கூறுகள் ATPயை உருவாக்குகிறது.
4. ட்ரைகார்பாக்ஸிலிக் அமில சுழற்சி ----- பகுதியில் நடைபெறுகிறது.
5. ----- நியூக்ளியோசைடு தொகுத்தலில் முதல் நிலை சேர்மமாக உள்ளது.
6. கிளைக்கோஜன் உயிர் தொகுத்தல் ----- எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.
7. அசைபோடும் உயிரினங்களில் ----- கார்போஹைட்ரேட்களின் முக்கிய மூலமாகும்.

III. சரியா? தவறா?

1. 1,3 - பிஸ்பாஸ்போகிளிசெரேட்டை, பாஸ்போகிளிசெரேட் கைனேஸ் 3, பாஸ்போகிளிசெரட்டாக மாற்றுகிறது.
2. பைருவேட் கைனேஸ் மீள் முறையில் செயல்படுகிறது.
3. ட்ரைகார்பாக்ஸிலிக் அமில சுழற்சியில் 24 ATP மூலக்கூறுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன.
4. கிளைக்கோஜன் தொகுத்தலில் UDP குளுக்கோஸ் பைரோபாஸ்பாரிலேஸ் ஈடுபடுகிறது.
5. குளுக்கோஸ் சிதைவடைதல் கிளைக்காலைசிஸ் என அழைக்கப்படுகிறது.
6. கிளைக்காலைசிஸில் இறுதிப் பொருள் பைருவேட் ஆகும்.

பாடம் - 4

புரதங்களின் வளர்சிதை மாற்றம்

முன்னுரை

செல்களில் அமினோ அமிலங்கள் சீராக ஒன்றுடன் மற்றொன்று பெப்டைடு பிணைப்பால் இணைக்கப்பட்டு உருவாவதே புரதம் ஆகும். இச்செயல் புரத உயிர்தொகுப்பு (Protein biosynthesis) எனப்படுகிறது. நீள் பாலிபெப்டைடு சங்கிலியை உருவாக்குவதற்கு அமினோ அமிலங்கள் இணைக்கப்படுகின்றன. பாலிபெப்டைடு சங்கிலி புரதம் ஒன்றின் ஓரலகாகும்.

4.1 புரத உயிர் தொகுப்பு

புரத மூலக்கூறில் அமினோ அமிலங்கள் பெப்டைடு பிணைப்பால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. புரத உயிர்தொகுப்பு செயல் mRNAவை மொழிப்பெயர்த்தல் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இங்கு அமினோ அமிலங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்க்கப்படுகின்றன.

புரத உயிர்தொகுத்தல் வழிமுறை கீழ்க்கண்ட படிகளில் நடைபெறுகிறது.



4.1 படியெடுத்தல் (Transcription)

DNA இழைக்கு இணையான RNA இழையை உருவாக்குவதே படியெடுத்தல் எனப்படுகிறது. இங்கு புரதம்

தொகுத்தலுக்கு தேவையான RNAக்கள் DNA இழைகளிலிருந்து தொகுக்கப்படுகின்றன. RNA பாலிமெரேஸ் என்ற நொதியால் இவ்வினை நடைபெறுகிறது.

யூகேரியோட்டுகளில் மூன்று வகையான RNA பாலிமெரேஸ் நொதிகள் காணப்படுகின்றன.

நொதிகள்	உருவாக்கும் RNA
RNA பாலிமெரேஸ் I	ரிபோசோமல் RNA
RNA பாலிமெரேஸ் II	தூதுவர் RNA
RNA பாலிமெரேஸ் III	இடமாற்ற RNA

புரேகேரியோட்டுகளில் ஒரே வகையான RNA பாலிமெரேஸ் மேற்கண்ட மூன்று வகையான RNAக்களை தொகுக்கிறது. DNA இரட்டை திருகு சுருளில் உள்ள ஒரு இழை RNA உருவாக்கத்திற்கு டெம்பிளேட் (Template) இழையாக செயல்படுகிறது. படியெடுத்தலில் உருவாகும் RNA செயல்திறனற்றது. எனவே இது செயலற்ற RNA (Pre RNA) என அழைக்கப்படுகிறது. இச்செயலற்ற RNA பல மாற்றங்களுக்கு பின் செயலுள்ள RNAவாக மாற்றப்படுகிறது. வேதிவினைகள் மற்றும் அமைப்பில் செய்யப்படும் மாற்றங்களால் இந்த செயலுள்ள RNA உருவாக்கப்படுகிறது.

4.2 மொழிப்பெயர்த்தல் (Translation)

DNAவில் உள்ள காரங்களின் வரிசைக்கேற்ப mRNAபடியெடுக்கப்படுகிறது. mRNAவில் உள்ள கார வரிசைகளின் படி அமினோ அமிலங்கள் சீராக இணைக்கப்பட்டு பாலிபெப்டைடு சங்கிலி உருவாக்கப்படுகிறது. இச்செயலே மொழிப்பெயர்த்தல் எனப்படுகிறது.

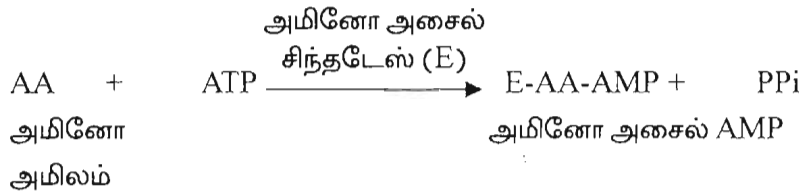
மொழிப்பெயர்த்தல் கீழ்க்கண்ட படிகளில் நடைபெறுகின்றன.

1. அமினோ அமிலம் கிளர்வுறப்படுதல்
2. கிளர்வுற்ற அமினோ அமிலம் tRNAவிற்கு மாற்றப்படுதல்
3. பாலிபெப்டைடு சங்கிலி உருவாக்கத்தின் துவக்கம்
4. பாலிபெப்டைடு சங்கிலி நீளும் செயல்
5. பாலிபெப்டைடு சங்கிலி முடியும் செயல்

4.2.1 அமினோ அமிலம் கிளர்வுறப்படுதல் (Activation of amino acid)

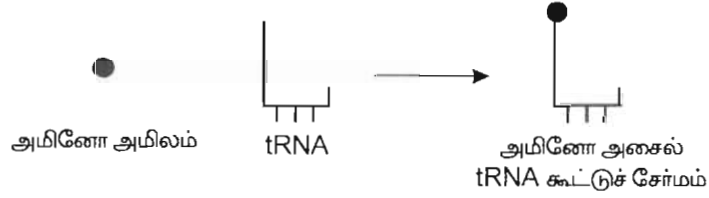
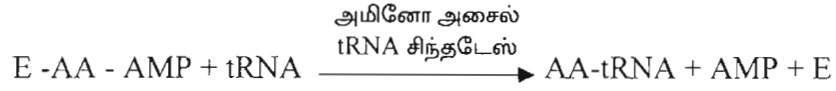
புரதங்களின் உருவாக்க அலகுகளான அமினோ அமிலங்கள் சைட்டோபிளாசுத்தில் காணப்படுகின்றன. அமினோ அமிலங்கள் tRNAவிற்கு மாற்றப்படுவதற்கு முன் கிளர்வுற செய்யப்படுகின்றன. அமினோ அசைல் சிந்தேஸ் (E) என்ற நொதியின் உதவி கொண்டு ATPயால் அமினோ அமிலங்கள் கிளர்வுற செய்யப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு அமினோ அமிலத்தின் கிளர்வுறுதலுக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட அமினோ அசைல் சிந்தேஸ் நொதி செயல்படுகிறது.

கிளர்வுற்ற அமினோ அமிலம் அமினோ அசைல் அடினைலேட் அல்லது அமினோ அசைல் AMP என அழைக்கப்படுகிறது. பைரோபாஸ்பேட் இங்கு வெளியிடப்படுகிறது.



4.2.2 கிளர்வுற்ற அமினோ அமிலம் tRNAவிற்கு மாற்றப்படுதல் (Transfer of activated amino acid to tRNA)

மேற்கண்ட படியில் ஈடுபட்ட அதே நொதி இங்கு செயல்பட்டு அமினோ அமிலத்தை tRNAவின் 3' முனையில் உள்ள ரிபோஸின் OH தொகுதிக்கு மாற்றுகிறது. தொகுதி மாற்றத்திற்கு அதிக ஆற்றலை கொண்டுள்ள எஸ்டர் பிணைப்பு உருவாகிறது. இந்த வினையில் AMP மற்றும் அமினோ அசைல் சிந்தடேஸ் (E) நொதி வெளியிடப்படுகின்றன.

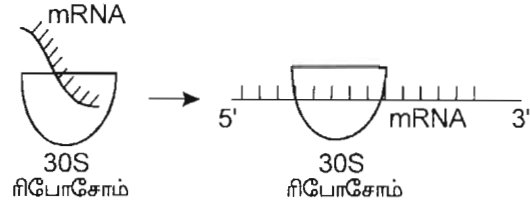


4.2.3 பாலிபெப்டைடு சங்கிலி உருவாக்கத்தின் துவக்கம் (Initiation of poly peptide chain)

முதல் அமினோ அமிலத்தை தேர்ந்தெடுத்து ரிபோசோமிற்கு மாற்றுவதன் மூலம் புரத தொகுப்பு துவங்கப்படுகிறது. இச்செயலுக்கு ரிபோசோம் துணை அலகுகள், அமினோ அசைல் tRNA கூட்டுச் சேர்மம், mRNA மற்றும் துவக்க காரணிகள் If (Initiation factors) போன்றவை தேவைப்படுகின்றன. பாலி பெப்டைடு சங்கிலி உருவாக்கத்தின் துவக்கம் கீழ்க்கண்ட படிகளில் நடைபெறுகிறது.

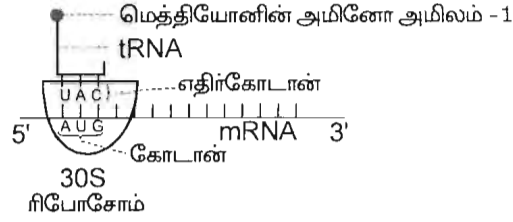
1. 30S ரிபோசோமல் துணை அலகு mRNAவின் 5' முனையில் ஒட்டிக் கொண்டு mRNA 30S கூட்டுச் சேர்மத்தை உண்டாக்குகிறது.

2. mRNAவில் உள்ள முதல் கோடான் எப்பொழுதும் AUG ஆகும். இக்கோடன் மெத்தியோனின் அமினோ அமிலத்தை குறியீடு செய்கிறது. அதனால் தொகுக்கப்படும் எல்லா பாலிபெப்டைடு சங்கிலியிலும் மெத்தியோனின் முதல் அமினோ அமிலமாக உள்ளது.



படம் 4.1 30 S ரிபோசோமல் துணை அலகு mRNAவின் 5' முனையில் ஒட்டிக் கொள்ளுதல்

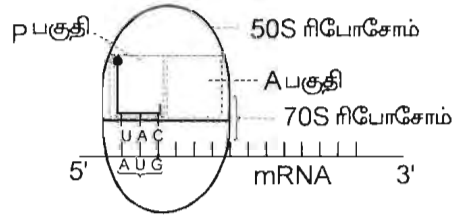
3. எதிர்கோடான் UACயை கொண்டுள்ள (AUGக்கு இணையான) tRNA மெத்தியோனை 30S ரிபோசோம் துணை அலகிற்கு மாற்றுகிறது. மேலும் mRNAவில் உள்ள துவக்க கோடானுடன் ஒட்டிக் கொள்கிறது. tRNA மற்றும் mRNA 30S ரிபோசோம் துணை அலகு இணைந்து ஒரு கூட்டுச் சேர்மத்தை உண்டாக்குகின்றன (Preinitiation complex) அது 30S துவக்கத்திற்கு முற்பட்ட கூட்டுச் சேர்மம் எனப்படுகிறது. இச்செயலுக்கு துவக்க காரணிகள் மற்றும் GTP தேவைப்படுகின்றன.



படம் 4.2 துவக்கத்திற்கு முற்பட்ட கூட்டுச் சேர்மம் உருவாதல்

4. 30S துவக்கத்திற்கு முற்பட்ட கூட்டுச் சேர்மம் 50S ரிபோசோமல் துணை அலகுடன் இணைந்து துவக்க கூட்டுச் சேர்மத்தை உண்டாக்குகிறது (Initiation complex). துவக்க கூட்டுச் சேர்மம் 70S ரிபோசோம், mRNA மற்றும் met - RNA (மெத்தியோனின் RNA) ஆகியவற்றை பெற்றுள்ளது.

5. 70S ரிபோசோம் அமினோ அசைல் tRNA நுழைவதற்காக இரண்டு பகுதிகளை முறையே P பகுதி (பெப்டிடைல் பகுதி) மற்றும் A பகுதி (அமினோ அமில பகுதி) கொண்டுள்ளது. முதல் tRNA அதாவது met RNA 70S ரிபோசோமின் P பகுதியில் ஒட்டிக் கொள்கிறது.

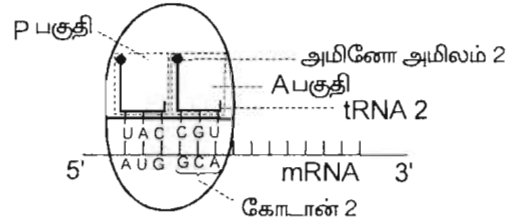


படம் 4.3 துவக்க கூட்டுச் சேர்மம் உருவாதல்

4.2.4 பாலிபெப்டைடு சங்கிலி நீளும் செயல் (Elongation of poly peptide chain)

mRNAவில் உள்ள கோடான்களுக்கு ஏற்ப அமினோ அமிலங்கள் மெத்தியோனினுடன் சீராக சேர்க்கப்படுவது நீளும் செயல் எனப்படுகிறது. இது கீழ்க்கண்ட படிகளில் நடைபெறுகிறது.

1. mRNA வின் இரண்டாவது கோடான் அங்கீகரிக்கப்படுகிறது. இக்கோடானுக்கு இணையான எதிர்கோடானை கொண்டுள்ள அமினோ அசைல் tRNA, 70S ரிபோசோமின் A பகுதியில் இணைகிறது. இங்கு எதிர்கோடானில் உள்ள காரங்கள் mRNAவில் உள்ள இரண்டாவது கோடானுடன் பிணைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன.



படம் 4.4 70S ரைபோசோமின் A பகுதியில் இரண்டாவது tRNA இணைதல்

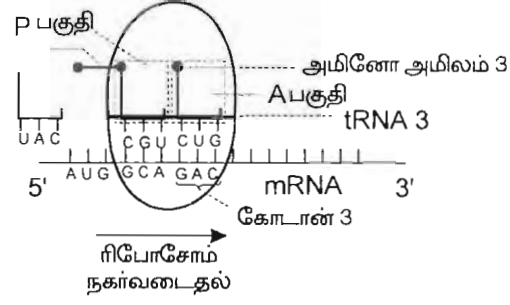
2. P பகுதியில் உள்ள முதல் அமினோ அமிலத்தின் கார்பாக்ஸில் தொகுதிக்கும் (-COOH) A பகுதியில் உள்ள இரண்டாவது அமினோ அமிலத்தின் அமினோ தொகுதிக்கும் இடையே பெப்டைடு பிணைப்பு உண்டாகிறது. இப்பிணைப்பு இரண்டு அமினோ அமிலங்களை இணைத்து டைபெப்டைடை உருவாக்குகிறது. 50S ரைபோசோமல் துணை அலகில் உள்ள பெப்டைடைல் டிரான்ஸ்பெரேஸ் (Peptidyl Transferase) என்ற நொதியால் இப்பிணைப்பு உண்டாகிறது.

3. பெப்டைடு பிணைப்பு உருவான பிறகு tRNA டிஅசைலேஸ் என்ற நொதியால் மெத்தியோனைன் மற்றும் tRNA பிரிக்கப்படுகின்றன.

4. பிரிக்கப்பட்ட tRNA, 70S ரிபோசோமின் P-பகுதியில் இருந்து சைட்டோபிளாசத்திற்கு விடுவிக்கப்படுகிறது. இது மீண்டும் அமினோ அசைலேற்ற வினைக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

5. இப்போது ரிபோசோம் mRNAவின் மீது 5' → 3' என்ற திசையில் நகர்கிறது. அதனால் முதல் கோடான ரிபோசோமிலிருந்து வெளிப்படுகிறது. இரண்டாவது கோடான் A பகுதியிலிருந்து P பகுதிக்கு வருகிறது. மேலும் மூன்றாவது கோடான் A பகுதியை அடைகிறது. இதைப் போலவே இரண்டாவது tRNA A பகுதியிலிருந்து P பகுதிக்கு நகர்வடைதல் போன்ற அனைத்து செயல்களும் “டிரான்ஸ்லொகேஷன்” எனப்படுகின்றன. இச்செயல் டிரான்ஸ்லொகேஸ் என்ற நொதியால் நடைபெறுகிறது.

6. மூன்றாவது கோடான் அங்கீகரிக்கப்படுகிறது. இக்கோடானிற்கு இணையான எதிர்கோடானை கொண்டுள்ள அமினோ அசைல் tRNA 70S ரிபோசோம் பகுதிக்கு நகர்வு பெற்று A பகுதியில் இணைகிறது. எதிர்கோடான் கோடானுடன் பிணைப்பை ஏற்படுத்துகிறது. A பகுதியில் உள்ள மூன்றாவது அமினோ அமிலத்திற்கும், P பகுதியில் உள்ள டைபெப்டைடின் இரண்டாவது அமினோ அமிலத்திற்கும் இடையே பெப்டைடு பிணைப்பு உண்டாகிறது. இதன் மூலம் ட்ரைபெப்டைடு உருவாகிறது.



படம் 4.5 ரிபோசோம் 5' → 3' என்ற திசையில் நகர்வடைதல்

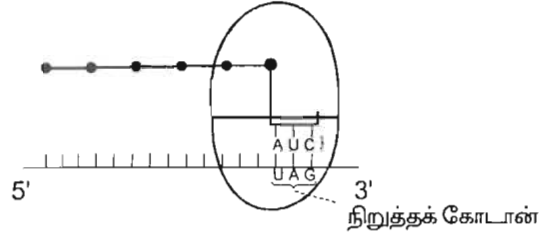
7. mRNAவில் உள்ள கோடான்களுக்கு ஏற்ப அமினோ அமிலங்கள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக சேர்க்கப்படுகின்றன. இதனால் ப்ரைபெப்டைடு பாலி பெப்டைடு சங்கிலியாக மாற்றப்படுகிறது. அமினோ அமிலங்கள் மேலும் மேலும் சேர்க்கப்படுவதால் பாலி பெப்டைடு சங்கிலி நீளமாக்கப்படுகிறது.

8. நீளமாக்கும் காரணிகள் (Elongation factors) என்ற புரத காரணிகளால் பாலிபெப்டைடு சங்கிலி நீளமாக்கப்படுதல் நடைபெறுகிறது.

4.2.5 பாலிபெப்டைடு சங்கிலி முடியும் செயல் (Termination of polypeptide chain)

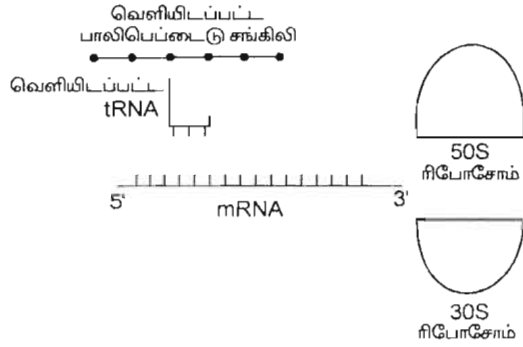
பாலிபெப்டைடு சங்கிலி உருவாதல் முடிவடைதலே பாலி பெப்டைடு சங்கிலி முடியும் செயல் எனப்படுகிறது. இச்செயலால் பாலி பெப்டைடு சங்கிலி முடிவடையச் செய்யப்பட்டு வெளியிடப்படுகிறது. ரிபோசோம் mRNAவின் 3' முனையை அடையும் போது பாலிபெப்டைடு சங்கிலி உருவாதல் முடிவடைகிறது.

mRNAவின் 3' முனை நிறுத்த கோடான்கள் அல்லது முடிக்கும் (Stop or Termination) கோடான்களை பெற்றுள்ளது. அவை UAG அல்லது UAA அல்லது UGA ஆகும். பாலி பெப்டைடு சங்கிலி முடியும் செயல், முடிக்கும் புரதக்காரணிகளால் (Terminating Protein factors) நடைபெறுகிறது. முடிக்கப்பட்ட பாலிபெப்டைடு சங்கிலி ரிபோசோமிலிருந்து வெளியிடப்படுகிறது.



படம் 4.6 ரிபோசோம் நிறுத்த அல்லது முடிக்கும் கோடானை அடைதல்

பாலிபெப்டைடு சங்கிலி வெளியிடப்பட்ட பின், 70S ரிபோசோமல் அலகு 50S மற்றும் 30S ரிபோசோம் துணை அலகுகளாக பிரிகையடைகிறது. இந்த துணை அலகுகள் துவக்க கூட்டுச் சேர்மம் உருவாக்கத்திற்கு மீண்டும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.



படம் 4.7 மொழிப்பெயர்த்தல் முடிவடைதல்

மொழிப்பெயர்த்தலுக்கு பின் வெளியிடப்பட்ட பாலிபெப்டைடு சங்கிலி செயல் திறனற்றது. இது செயல்திறனுள்ளதாக மாற்றப்படுகிறது. இந்த செயலில் துவக்க அமினோ அமிலமான மெத்தியேனைன் நீக்கப்படுகிறது. மெத்தியேனைனுடன் சில அமினோ அமிலங்கள் பாலிபெப்டைடு சங்கிலியின் N-முனையிலிருந்து நீக்கப்படுகின்றன. இச்செயல்கள் டிபார்மைலேஸ் (Deformylase) மற்றும் அமினோ பெப்டிடேஸ் (Aminopeptidase) என்ற நொதிகளால் நடைபெறுகிறது. மேற்கூறிய அனைத்து செயல்களும் மொழி பெயர்த்தலுக்கு பின் நடைபெறும் மாற்றங்கள் (Post translational modifications) என அழைக்கப்படுகின்றன.

4.3 புரதங்களின் வளர்சிதை மாற்றம்

உட்கொள்ளப்பட்ட புரதங்கள் புரோட்டீனேஸ்கள் என்ற பெப்டைடு பிணைப்பை உடைக்கும் நொதிகளால் அமினோ அமிலங்களாக மாற்றப்படுகின்றன.

4.3.1 அமினோ அமிலங்களின் பொதுவான வினைகள்

அமினோ நீக்கம், அமினோ மாற்றம் (டிரான்ஸ் அமினேஷன்) மற்றும் கார்பாக்ஸில் நீக்கம் போன்றவை அமினோ அமிலங்களின் பொதுவான வினைகள் ஆகும். அமினோ தொகுதி நீக்கம் மற்றும் அமினோ தொகுதி மாற்றம் போன்ற வினைகள் மூலம் கீட்டோ அமிலங்கள் உருவாகின்றன. இவை மேலும் மாற்றத்திற்கு உட்படுகின்றன. கீட்டோ அமிலங்கள் மற்றும் அமினோ அமிலங்களுக்கிடையே ஏற்படும் மாற்றத்தால் பல இன்றியமையாத அமினோ அமிலங்கள் தொகுக்கப்படுகின்றன. இவை புரத தொகுப்பிற்கும் முக்கியமான புரதமற்ற நைட்ரஜன் பொருட்களை தொகுப்பதற்கும் அமினோ அமிலங்களை வழங்குகின்றன. கல்லீரலில் அமினோ அமிலங்கள் சேமித்து வைக்க முடியாததால்

புரத தொகுத்தலின் போது அமினோ அமிலங்கள் இரத்தத்தில் இருந்து உறிஞ்சப்படுகின்றன.

4.3.2 அமினோ அமிலங்கள் சிதைவடைதல் (Catabolism of amino acids)

ஒவ்வொரு அமினோ அமிலமும் அதற்கே உரிய வளர்சிதை மாற்ற பாதையை பெற்றிருப்பினும், சில பொதுவான வேதி வினைகள் அனைத்து அமினோ அமிலங்களின் வளர்சிதை மாற்ற பாதைகளில் காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலான அமினோ அமிலங்கள் அவற்றிலுள்ள நைட்ரஜன் அம்மோனியாவாக மாற்றி நீக்கப்பட்டு α -கீட்டோ அமிலங்களாக மாற்றப்படுகின்றன. உருவான அம்மோனியா உடனடியாக யூரியாவாக மாற்றப்படுகிறது. அல்லது மற்ற அமினோ அமிலங்களுக்கு மாற்றப்படுகிறது.

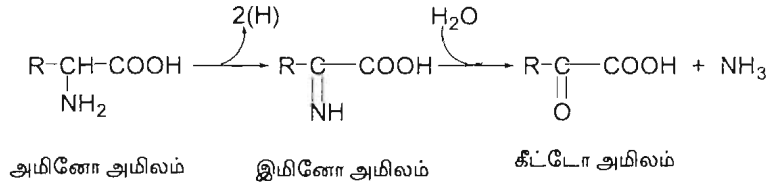
1. ஆக்ஸிஜனேற்ற அமினோ நீக்கம் (Oxidative deamination)

அமினோ நீக்கம் என்றால் அமினோ தொகுதியை அமினோ அமிலத்திலிருந்து நீக்குவதாகும். இந்த வழிமுறையில் அமினோ அமிலங்கள் இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களை இழந்து (ஹைட்ரஜன் நீக்கம்) கீட்டோ அமிலங்கள் மற்றும் அம்மோனியாவை தருகின்றன.

ஆக்ஸிஜனேற்ற அமினோ நீக்கம் ஆக்ஸிஜனேற்றத்துடன் இணைந்தே நடைபெறுகிறது. கல்லீரல் மற்றும் சிறுநீரகம் பெற்றுள்ள தெரிவுத் தன்மைகொண்ட அமினோ அமில ஆக்ஸிஜனேற்ற நொதிகள் அல்லது குறிப்பாக டைஹைட்ரோஜினேஸ்கள் மூலம் ஆக்ஸிஜனேற்றம் நடைபெறுகிறது. ஆக்ஸிஜனேற்ற அமினோநீக்கம் இருபடிகளில் நடைபெறுகிறது.

முதல் படியில் அமினோ அமிலங்கள் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து (ஹைட்ரஜன் நீக்கம்) இமினோ

அமிலங்களாக மாற்றப்படுகின்றன. உருவாகும் இமினோ அமிலங்கள் இரண்டாவது படியில் நீராற் பகுப்பிற்கு உட்பட்டு கீட்டோ அமிலங்களாகவும் அம்மோனியாகவும் மாற்றப்படுகின்றன.



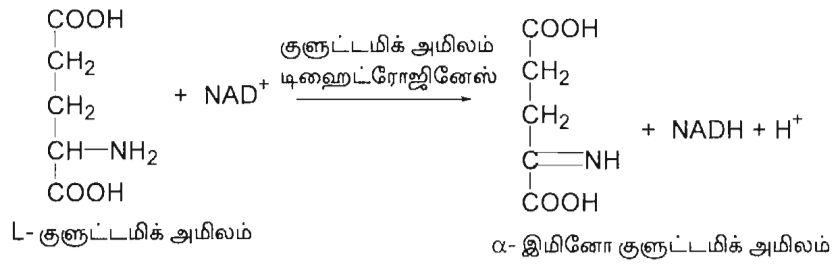
முதல் வினை அமினோ அமில ஆக்ஸிஜனேற்றி (டி ஹைட்ரோஜினேஸ்) நொதியால் நடைபெறுகிறது. துணைநொதி FAD அல்லது FMN ஹைட்ரஜனை ஏற்றுக் கொள்கிறது. அமினோ அமில ஆக்ஸிஜனேற்றிகள் தாம் செயல்படும் வினைபடு பொருள்களுக்கேற்ப (substrate) இரு வகைப்படும்.

1. L-அமினோ அமில ஆக்ஸிஜனேற்றி இது L-அமினோ அமிலங்கள் மீது செயல்படுகிறது. (FMN துணை நொதியாக செயல்படுகிறது).
2. D-அமினோ அமில ஆக்ஸிஜனேற்றி இது D-அமினோ அமிலங்கள் மீது செயல்படுகிறது. (FAD துணை நொதியாக செயல்படுகிறது).

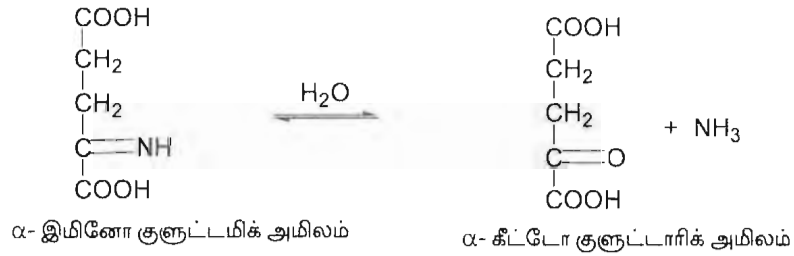
FMN துணைநொதி கல்லீரல் மற்றும் சிறுநீரகத்தில் மட்டும் காணப்படுகிறது. ஆனால் FAD துணைநொதி அனைத்து விலங்கு திசுக்களிலும் காணப்படுகிறது. ஆக்ஸிஜனேற்ற அமினோ நீக்கம் முக்கியமாக கல்லீரலில் நடைபெறுகிறது. ஆனால் சிறுநீரகம் மற்றும் மற்ற திசுக்களும் ஈடுபடுகின்றன.

L- குளுட்டமிக் அமிலத்தின் ஆக்ஸிஜனேற்ற அமினோ நீக்கம் விதி விலக்கு. இங்கு Zn கொண்டுள்ள நொதி L- குளுட்டமிக்

அமில டிஹைட்ரோஜினைஸ் மட்டுமல்லாமல் துணை NAD⁺ நொதி அல்லது NADP⁺ தேவைப்படுகிறது.



NADH, NAD⁺ ஆக எலக்ட்ரான் நகர்வு சங்கிலியில் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைகிறது.



மேற்கண்ட வினை மீள் வினையாக இருப்பதால் அமினோ அமிலங்களின் சிதைவு (catabolism) மற்றும் உயிர் தொகுப்பு (biosynthesis) ஆகிய இரண்டு செயல்களிலும் இவ்வினை நடைபெறுகிறது.

2. அமினோ மாற்றம் (Transamination)

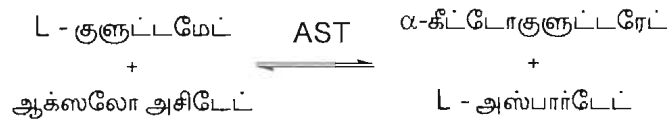
ஒரு அமினோ அமிலத்தின் அமினோ தொகுதியை ஒரு கீட்டோ அமிலத்திற்கு மாற்றுவதால் புதிய அமினோ அமிலம் மற்றும் கீட்டோ அமிலம் உருவாகிறது. இச்செயல் அமினோ மாற்றம் எனப்படுகிறது. வேறுவகையில் ஒரு அமினோ அமிலத்தின் அமினோ நீக்கம் ஒரு கீட்டோ அமிலத்தின் அமினோ ஏற்றத்துடன் இணைந்தது.

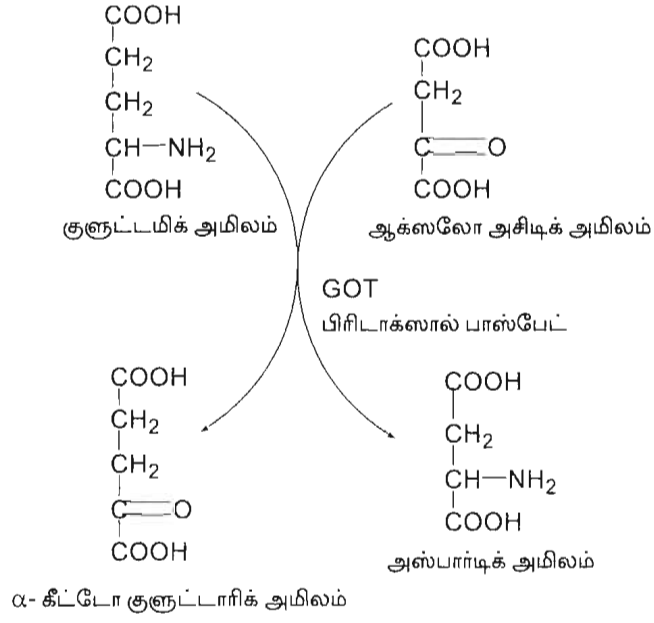
அமினோ மாற்ற நொதிகள் (Transaminases) அல்லது அமினோ டிரான்ஸ்பெரேஸ்கள் என்ற நொதிகளின் செயல்களால் அமினோ மாற்ற வினை நடைபெறுகிறது. பிரிடாக்ஸால் பாஸ்பேட் (Pyridoxal phosphate) துணை நொதியாக செயல்படுகிறது. அமினோ மாற்ற வினைகளில் ஈடுபடும் இரண்டு செயல்திறன் மிக்க நொதிகள் திசுக்களில் உள்ளன. அவை

1. அஸ்பார்டேட் அமினோ டிரான்ஸ்பெரேஸ் (AST - Aspartate aminotransferase). இது குளுட்டமேட் - ஆக்ஸலோ அசிடேட் அமினோ மாற்றி (GOT) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

2. அலனின் அமினோ டிரான்ஸ்பெரேஸ் (ALT - Alanine amino transferase) இது குளுட்டமேட் - பைருவேட் அமினோ மாற்றி (GPT) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

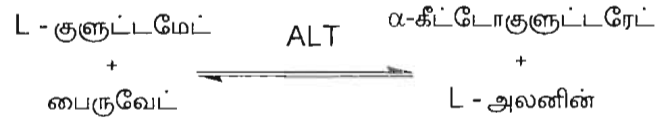
1. AST

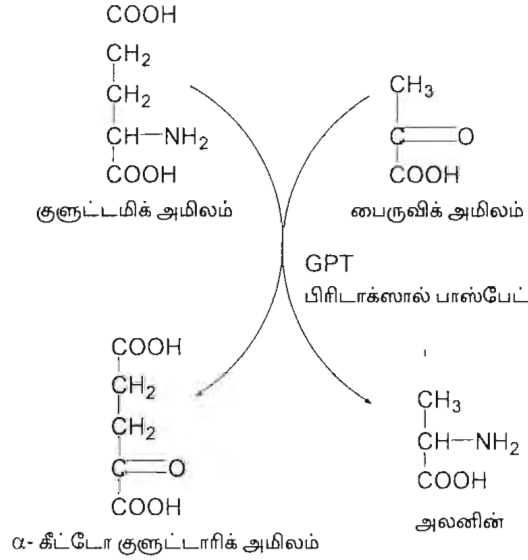




2. ALT

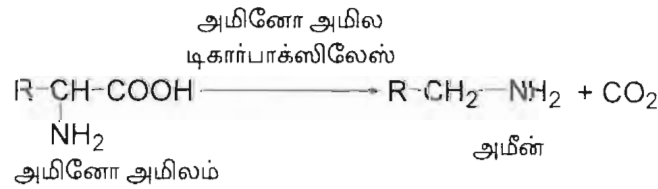
இந்த நொதியின் மூலம் அமினோ தொகுதி குளுட்டமேட்டில் இருந்து பைருவேட்டிற்கு மாற்றப்படுகிறது. முடிவில் α -கீட்டோகுளுட்டாரிக் அமிலமும் அலனின் உருவாகிறது.



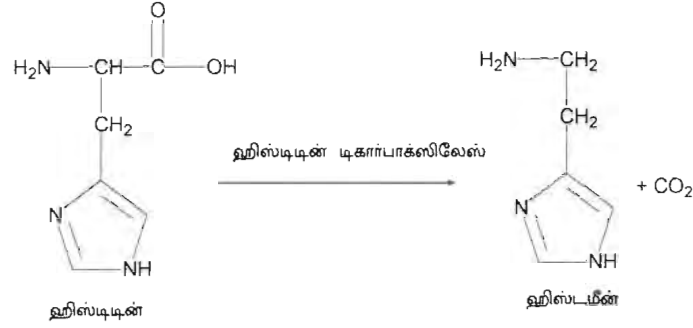


3. கார்பாக்ஸில் நீக்கம் (Decarboxylation)

அமினோ அமிலத்தின் கார்பாக்ஸில் தொகுதியில் இருந்து CO_2 நீக்கப்படுவது கார்பாக்ஸில் நீக்கம் எனப்படுகிறது. CO_2 நீக்குவதற்கு வினைவேக மாற்ற செயல்கொண்ட நொதிகளான கார்பாக்ஸில் நீக்கிகள் (டிகார்பாக்ஸிலேஸ்) மற்றும் பிரிடாக்ஸால் பாஸ்பேட் துணை நொதியும் தேவைப்படுகிறது. இந்த நொதிகள் அமினோ அமிலங்களின் மீது செயல்படும் போது அவற்றிற்கிணையான அமின்கள் உண்டாகிறது உடன் CO_2 வெளியிடப்படுகிறது.



பல அமினோ அமில டிகார்பாக்ஸிலேஸ் நொதிகள் உடலின் பல்வேறு திசுக்களில் கல்லீரல், சிறுநீரகம், குடல், கணையம், நுரையீரல் மற்றும் மூளையில் காணப்படுகிறது. இவை அமினோ அமிலங்களை அவற்றிற்கு இணையான அமின்களாக மாற்றுகின்றன. உதாரணமாக ஹிஸ்டிடின் அமினோ அமிலம், ஹிஸ்டிடின் டிகார்பாக்ஸிலேஸ் என்ற நொதியின் செயலால் ஹிஸ்டமீனாக மாற்றப்படுகிறது.



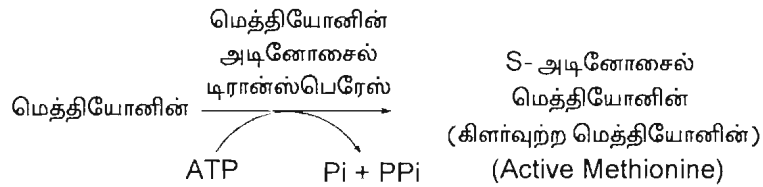
அமினோ அமிலம் டிரிப்டோபன் டிரிப்டமீனாகவும், தைரோஸின் தைரமீனாகவும் மாற்றப்படுகின்றன. இந்த அமின்கள் உயிர் செயல் மிக்க அமின்கள் (Biogenic amines) எனப்படுகின்றன. இவை உடற்கூறு முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை.

4. மெத்தில் மாற்றம் (Transmethylation)

ஒரு சேர்மத்திலிருந்து மெத்தில் தொகுதி மற்றொரு சேர்மத்திற்கு மாற்றப்படுவது மெத்தில் மாற்றம் எனப்படும். இச்செயலில் ஈடுபடும் நொதிகள் மெத்தில் மாற்றிகள் (Transmethylases) எனப்படுகின்றன.

மெத்தில் தொகுதி மாற்றத்தில் பொதுவாக மெத்தியோனின் (மெத்தில் தொகுதியை கொண்டுள்ள அமினோ அமிலம்) ஈடுபடுகிறது. இந்த மெத்தில் தொகுதி மாற்றத்தின் மூலமாக பல்வேறு முக்கியமான உடலில் செயல்திறன் மிக்க சேர்மங்களான எபினெப்ரின், கிரியாடின், தையமின் மற்றும் கோலின் போன்ற சேர்மங்கள் தொகுக்கப்படுகின்றன. நச்சுத் தன்மையுள்ள சில சேர்மங்கள் இந்த மாற்றத்தின் மூலம் நச்சுத் தன்மையற்ற சேர்மங்களாக மாற்றப்படுகின்றன. உதாரணமாக நிக்கோடினிக் அமிலம் (நச்சுத்தன்மை கொண்டது) மெத்தியோனினால் நச்சுத் தன்மையற்ற மெத்தில் பெறுதியான N-மெத்தில் நிக்கோடினமைடாக மாற்றப்படுகிறது.

மெத்தியோனின் தான் முதன்மை மெத்தில் தொகுதி வழங்கியாக (Methyl group donor) உள்ளது. மெத்தியோனின் ATPயால் கிளர்வுற செய்யப்பட வேண்டும். இதற்கு கல்லீரலில் உள்ள மெத்தியோனினை கிளர்வுற செய்யும் நொதியான மெத்தியோனின் அடினோசைல் டிரான்ஸ்பெரேஸ் தேவைப்படுகிறது.



உருவான கிளர்வுற்ற மெத்தியோனின் S-அடினோசைல் மெத்தியோனின் என அழைக்கப்படுகிறது. ATP-அதன் அடினோசைன் தொகுதியை மெத்தியோனினுக்கு மாற்றுகிறது மற்றும் மூன்று மூலக்கூறுகள் பாஸ்பேட் தொகுதிகளை ஒன்றை ஆர்த்தோ பாஸ்பேட்டாகவும் (Pi) மற்ற இரண்டை பைரோபாஸ்பேட்டாகவும் (PPi) இழக்கிறது.

கிளர்வுற்ற மெத்தியோனின் + நார் எபினைப்ரின் → எபினைப்ரின்
 கிளர்வுற்ற மெத்தியோனின்+ நிக்கோடினமைடு → N -மெத்தில்
 நிக்கோடினமைடு
 கிளர்வுற்ற மெத்தியோனின்+ யுராசில் → தையமின்
 கிளர்வுற்ற மெத்தியோனின்+ குவானிடோ அசிடேட் → கிரியாடின்
 (மெத்தில் தொகுதி வழங்கி) (மெத்தில் தொகுதி ஏற்பி)

கிளர்வுற்ற மெத்தியோனின் அதிக ஆற்றல் கொண்ட S-மெத்தில் பிணைப்பை பெற்றுள்ளது. அதனால் மெத்தில் தொகுதி எளிதில் இடம்பெயர்ந்து மெத்தில் தொகுதி ஏற்பிக்கு மாற்றப்படுகிறது.

5. அமினோ அமிலங்களின் கார்பன் பகுதி சிதைவடைதல் (Catabolism of the carbon skeleton of amino acids)

அமினோ அமிலங்கள் அமினோ நீக்கத்திற்கு பின் கிடைக்கும் கார்பன் பகுதி α -கீட்டோ அமிலங்கள் ஆகும். இவை கீழ்க்கண்ட பாதை ஏதேனும் ஒன்றில் ஈடுபடலாம்.

i. அமினோ அமிலங்கள் தொகுத்தல்

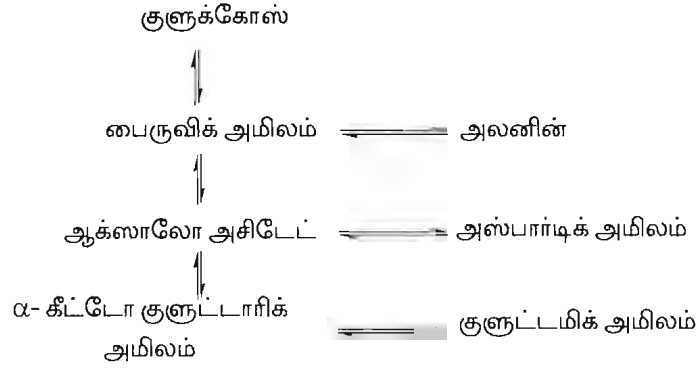
இவை டிரான்ஸ்டிஅமினேஷனுக்கு (Transdeamination) எதிராக ஒடுக்க முறையில் அமினோ ஏற்றம் செய்யப்படும் அல்லது அமினோ மாற்றவினைக்கு உட்பட்டு மீண்டும் பழைய அமினோ அமிலமாக மாற்றப்படலாம்.

ii. குளுக்கோஜெனிக் பாதை (Glucogenic pathway)

சில அமினோ அமிலங்களின் கீட்டோ அமிலங்கள் கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றத்தின் இடைநிலை பொருட்களான α -கீட்டோ குளுட்டரேட், ஆக்ஸலோ அசிடேட், பைருவேட் மற்றும் சக்சினைல் CoA அல்லது சக்சினைல் துணை

நொதி Aவாகவும் மாற்றப்படுகிறது. எனவே இவை குளுக்கோஸாகவும் கிளைக்கோஜனாகவும் மாற்ற முடியும். இத்தகைய அமினோ அமிலங்கள் குளுக்கோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

மூன்று முக்கிய குளுக்கோஜெனிக் அமினோ அமிலங்களின் பாதை கீழ்காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு அமினோ அமிலங்களின் வழி வேறுபட்டாலும் அவை பைருவேட்டாக மாறும் நிலையில் ஒன்று சேர்கின்றன.



விலங்கு புரதங்களில் 50 சதவீதத்திற்கும் மேலாக குளுக்கோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் உள்ளன. குளுக்கோஜெனிக் அமினோ அமிலங்களின் கீட்டோ அமிலங்கள் கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்ற இடைநிலை பொருட்களாக மாற்றமடைவது குளுக்கோநியோஜெனிசிஸ் எனப்படுகிறது.

iii. கீட்டோஜெனிக் பாதை (Ketogenic pathway)

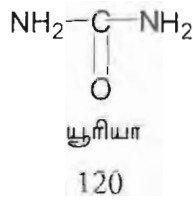
சில அமினோ அமிலங்கள் அமினோ நீக்கம் செய்யப்பட்டு கிடைக்கும் கீட்டோ அமிலங்கள் கார்போஹைட்ரேட்டுகளை விட கொழுப்புடன் நெருங்கிய தொடர்பை கொண்டுள்ளன. அவை

அசிடைல் துணை நொதி A (அசிடைல் CoA) அல்லது அசிடோ அசிடைல் துணை நொதி A (கீட்டோன் உடலங்கள் - Ketone bodies) போன்ற சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன. மேற்கண்ட சேர்மங்கள் கொழுப்பு அமில வளர்சிதை மாற்றத்தின் இடைநிலை பொருட்களாகும். குளுக்கோஸ் வளர்சிதை மாற்ற பொருட்கள் இல்லை. எனவே இத்தகைய அமினோ அமிலங்கள் கீட்டோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் எனப்படுகின்றன.

கீட்டோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் குறைந்தளவே காணப்படுகின்றன. இவை சிறப்பு வாய்ந்த கூட்டு பாதைகளில் ஈடுபடுகின்றன. உதாரணமாக லியூசின், ஐசோலியூசின், பினைல் அலனின் மற்றும் தைரோஸின் ஆகும். இவற்றில் லியூசின் தூய கீட்டோஜெனிக் அமினோ அமிலம் மாறாக மற்ற மூன்று அமினோ அமிலங்கள் குளுக்கோஜெனிக் மற்றும் கீட்டோஜெனிக் அமினோ அமிலங்களாக உள்ளன.

4.4 யூரியா சுழற்சி

உயிரினங்கள் அமினோ அமிலங்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தால் உருவாகும் அதிகப்படியான நைட்ரஜனை கீழ்க்கண்ட மூன்று முறைகளில் ஏதேனும் ஒரு முறையில் வெளியேற்றுகிறது. நீரின் அளவு குறைவாக உள்ள இடத்தில் அம்மோனியா குறைந்த நச்சுத் தன்மை கொண்ட யூரியாவாக மாற்றப்பட்டு வெளியேற்றப்படுகிறது. இச்செயலுக்கு குறைந்தளவு நீரே போதுமானது. பெரும்பாலான முதுகெலும்புள்ளவைகள் யூரியாவை வெளியேற்றுகின்றன. பறவைகளும் பாலைவன விலங்குகள் யூரிக் அமிலத்தை வெளியேற்றுகின்றன.



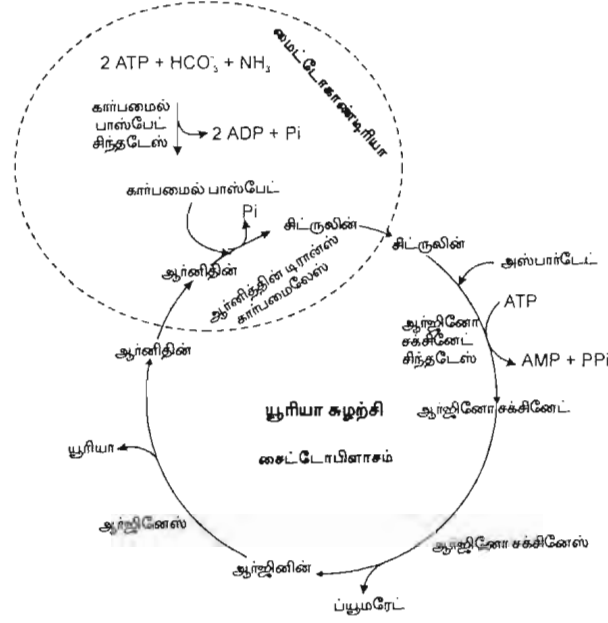
இதன் அடிப்படையில் உயிரினங்கள் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

உயிரினங்கள்	வெளியேற்றும் பொருட்கள்
அம்மோனோடெலிக் (ammonotelism)	அம்மோனியா
யூரோடெலிக் (urotelism)	யூரியா
யூரிகோடெலிக் (uricotelism)	யூரிக் அமிலம்

நீரின் அளவு குறையும் போது சில விலங்குகள் அம்மோனோடெலிசத்திலிருந்து யூரோடெலிசம் அல்லது யூரிகோடெலிசத்திற்கு மாற்றமடைகிறது.

யூரியா சுழற்சி நொதிகளால், யூரியா கல்லீரலில் தொகுக்கப்பட்டு பின்னர் இரத்தத்தில் கலக்கப்படுகிறது. இரத்தத்தில் இருந்து யூரியா சிறுநீரகத்தால் சிறுநீரில் வெளியேற்றப்படுகிறது.

ஹேன்ஸ் கிரெப் மற்றும் கர்ட் ஹென்ஸிலைட் (Hans Krebs and Kurt Henseleit) என்பவர்கள் தான் யூரியா சுழற்சி வினைகளை கண்டறிந்தார்கள். இந்த சுழற்சி ஆர்னிதின் என்ற அமினோ அமிலத்துடன் தொடங்குகிறது. கல்லீரல் செல்களில் மைட்டோகாண்டிரியா மற்றும் சைட்டோபிளாச பகுதிகளில் இச்சுழற்சி நடைபெறுகிறது. சுழற்சியின் இறுதிபடிக்கு தேவைப்படும் நொதி ஆர்ஜினேஸ் கல்லீரலில் மட்டும் காணப்படுகிறது. மற்ற அனைத்து திசுக்களிலும் காணப்படுவதில்லை.

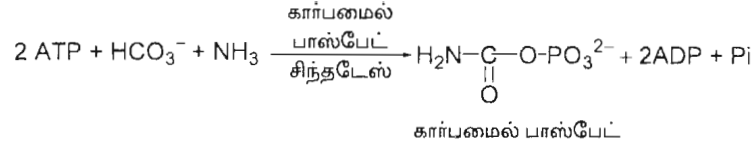


படம் 4.8 யூரியா சுழற்சி

யூரியா சுழற்சி பகுதியளவு மைட்டோகாண்டிரியாவிலும் பகுதி அளவு சைட்டோபிளாசத்திலும் நடைபெறுகிறது. தெரிவுத்தன்மைக் கொண்ட அமைப்புகளால் ஆர்னிதின் மற்றும் சிட்டுலின் மைட்டோகாண்டிரியாவின் சவ்வின் வழியே நகர்த்தப்படுகிறது. யூரியா உருவாதலின் பல்வேறு வினைகள் பின்வருமாறு:

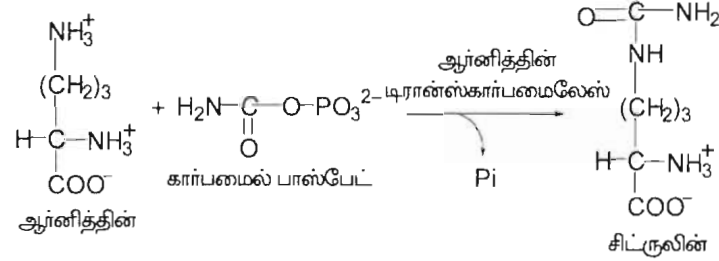
1. கார்பமைல் பாஸ்பேட் உருவாதல்

கார்பமைல் பாஸ்பேட் சிந்தடேஸ் என்ற நொதியினால் குறுக்கமடைதல் மற்றும் கிளர்வுறப்பட்டு NH_4^+ மற்றும் HCO_3^- இணைந்து கார்பமைல் பாஸ்பேட் உருவாகிறது.



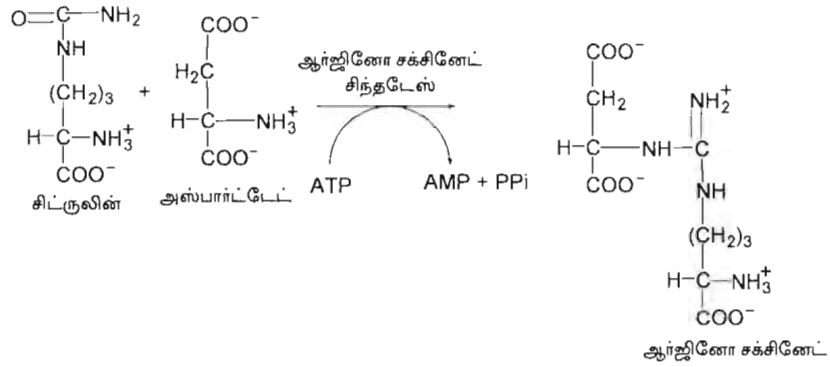
2. ஆர்னிதிலிருந்து சிட்டுலின் உருவாதல்

ஆர்னிதின் டிரான்ஸ் கார்பமைலேஸ் என்ற நொதி கார்பமைல் தொகுதியை கார்பமைல் பாஸ்பேட்டில் இருந்து ஆர்னிதினுக்கு மாற்றுவதால் சிட்டுலின் உருவாகிறது.



இவ்வினை மைட்டோகாண்டிரியாவில் நடைபெறுகிறது. சைட்டோபிளாசுத்தில் உருவாகும் ஆர்னிதின் தெரிவுத் தன்மை கொண்ட நகர்வு அமைப்புகளால் (Specific transport system) மைட்டோகாண்டிரியாவிற்குள் செல்ல வேண்டும். இது போலவே சூழற்சியில் மீதமுள்ள வினைகள் சைட்டோபிளாசுத்தில் நடைபெறுவதால் மைட்டோகாண்டிரியாவில் உருவாகும் சிட்டுலின் சைட்டோபிளாசுத்தை வந்தடைய வேண்டும்.

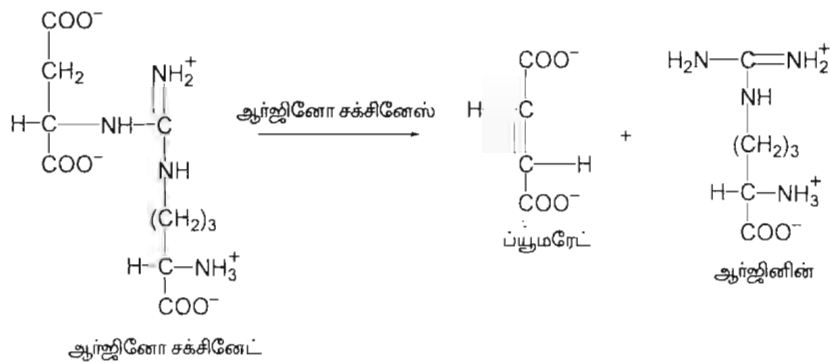
3. ஆர்ஜினோசுக்கினேட் உருவாதல்



சிட்டுலின் அஸ்பார்டேட்டில் உள்ள அமினோ தொகுதியுடன் குறுக்கமடைந்து ஆர்ஜினோசுக்கினேட்டாக மாறுகிறது. இவ்வினைக்கு ATP, Mg²⁺ மற்றும் ஆர்ஜினோ சுக்கினேட் சிந்தேஸ் நொதி தேவைப்படுகிறது.

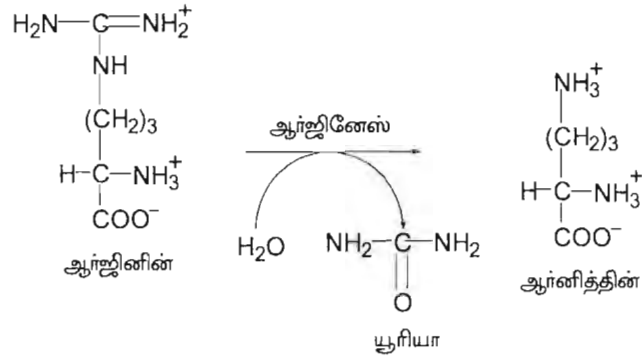
4. ஆர்ஜினின் மற்றும் ப்யூமரேட் உருவாதல்

ஆர்ஜினோசுக்கினேஸ் என்ற நொதி ஆர்ஜினினை அஸ்பார்டேட் கார்பன் பகுதியில் இருந்து வெளியேற்றுகிறது. மேலும் ப்யூமரேட் உருவாகிறது.



5. யூரியா உருவாதல்

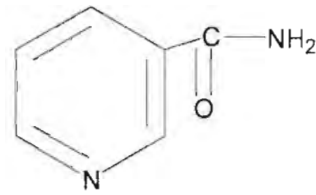
ஆர்ஜினேஸ் நொதி ஆர்ஜினின் மீது செயல்பட்டு யூரியாவை வெளியிடுகிறது. இந்த வினையில் ஆர்னிதின் மீண்டும் உருவாகிறது. இதுவே யூரியா சுழற்சியின் ஐந்தாவது மற்றும் இறுதி வினையாகும்.



உருவான ஆர்னிதின் மைட்டோகாண்டிரியாவிற்குள் சென்று யூரியா சுழற்சியில் மீண்டும் ஈடுபடுகிறது.

4.5 N I C O T I N E , A S U P I N (Formation of Niacin)

நியாசின் என்பது பிரிடின் 3-கார்பாக்ஸிலிக் அமிலம் ஆகும். நிக்கோடினமைடு அல்லது நியாசினமைடு என்பது நிக்கோனிடிக் அமிலத்தின் அமைடாகும்.

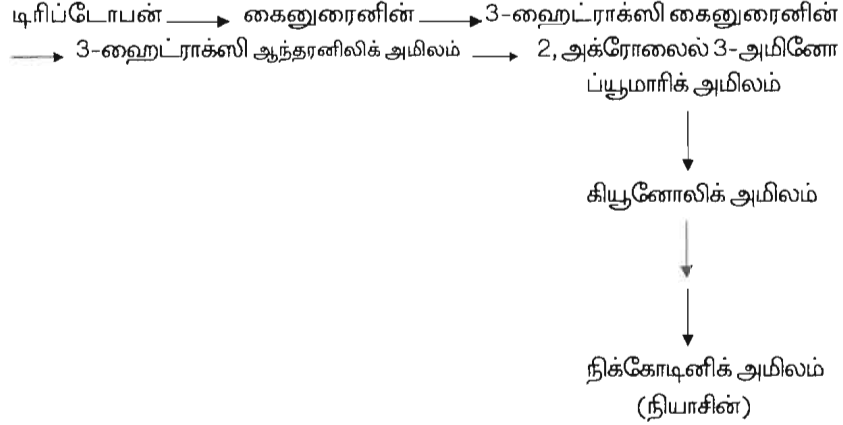


நிக்கோடினமைடு

நிக்கோடினமைடு நிக்கோடினில் இருந்து ஆக்ஸிஜனேற்றம் மூலம் தயாரிக்கப்படுகிறது. திசுக்களில் நியாசின், நிக்கோடினமைடு என்ற செயல் மிக்க அமைப்பில் உள்ளது. NAD^+ மற்றும் $NADP^+$ இவை நிக்கோடினமைடன் செயல்மிக்க கூறுகளாகும்.

இன்றியமையாத அமினோ அமிலமான டிரிப்டோபனில் இருந்து நியாசின் தொகுக்கப்படுகிறது. டிரிப்டோபன் அல்லது டிரிப்டோபன் அதிகளவு கொண்டுள்ள புரதத்தை உட்கொள்ளும் போது அதிக அளவு நியாசின் வளர்சிதை மாற்ற பொருட்கள் வெளியேற்றப்படுகிறது. டிரிப்டோபன் குறைந்த அளவுள்ள உணவு உட்கொள்ளும் போது உடலில் நியாசின் குறைபாடு ஏற்படுகிறது.

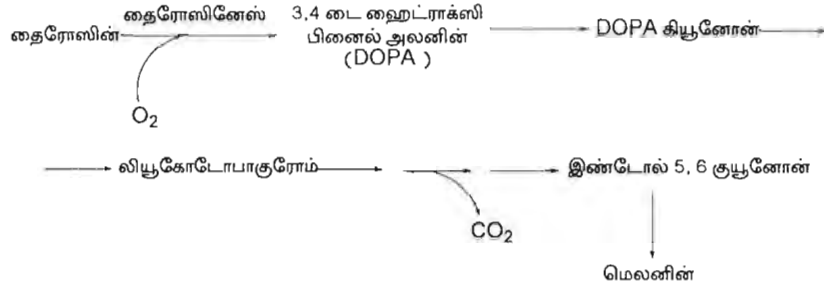
கல்லீரலில் டிரிப்டோபன் நியாசினாக மாறுவதை ஹயாய்ஷி மற்றும் மற்றவர்களால் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கப்பட்டது.



4.6 மெலனின் உருவாக்கம் (Formation of Melanin)

சருமம் மற்றும் முடியில் உள்ள நிறமி மெலனின் ஆகும். தைரோஸினிலிருந்து டை ஹைட்ராக்ஸி பினைல் அலனின்

(DOPA) மூலம் மெலனின் உருவாகிறது. இது ஒரு கூட்டு சேர்மமாகும்.



விலங்குகள், தாவரங்கள் மற்றும் சில பாக்டீரியாக்களில் (B.நைகர்) தைரோஸினில் இருந்து மெலனின் உருவாதல் பாலிபீனால் ஆக்ஸிடேஸ்கள் அல்லது தைரோஸினேஸ் என்ற நொதிகளின் செயலால் நடைபெறுகிறது. தைரோஸினேஸ் காப்பரைக் கொண்டுள்ள கலப்பு செயல் ஆக்ஸிஜனேற்ற நொதியாகும். இந்நொதியே மேற்கண்ட செயலுக்குரிய முக்கிய நொதியாகும்.

தைரோஸினிலிருந்து மெலனின் டோபா (DOPA) மூலமாக உருவாகும் போது, ஆர்த்தோ மற்றும் பாரா தொகுதிகளைக் கொண்டுள்ள பாலி ஹைட்ராக்ஸி பினைல் மற்றும் அமினோ பினைல் சேர்மங்கள் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்து நிறமுள்ள பலபடிகளாக மாறுகின்றன. மெலனின் வகை, அது உருவான சேர்மங்களில் இருந்து காணப்படுகிறது. ஆகவே நம் உடலில் டோபா - மெலனின், அட்ரினலின் - மெலனின், ஹோமோஜென்டிஸிக் அமில-மெலனின், பாராபினைலின் டை அமின் - மெலனின் போன்றவற்றை பெற்றிருக்கலாம்.

மெலனின் ஆக்ஸிஜனேற்ற - ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்க அமைப்புகளை பெற்றுள்ளது. ஆக்ஸிஜனேற்ற அமைப்பு செம்பழுப்பு (Tan) நிறத்தையும் ஒடுக்க அமைப்பு கருப்பு

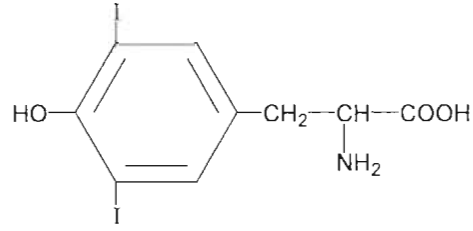
நிறத்தையும் பெற்றுள்ளது. மெலனின் திசுக்களில் படிவாக இல்லாமல் சீரான கோளங்களாக காணப்படுகிறது. நிறமிகளை உருவாக்கும் செல்களான மெலனோசைட்டில் மெலனின் உருவாகிறது. அட்ரீனல் கார்டிகல் ஹார்மோன் குறிப்பாக பிட்யூட்டரி ஹார்மோன்கள் மெலனின் உருவாக்கத்தை தூண்டுகிறது.

4.7 தைராய்டு ஹார்மோன் உருவாக்கம் (Formation of Thyroid hormone)

தைராய்டு சுரப்பி கழுத்தின் முற்பகுதியில் காணப்படும் இரு மடிப்புகளை கொண்ட உறுப்பாகும். பொதுவாக சாதாரண பெரியவர்களுக்கு 20-25 கிராம் எடையை பெற்றிருக்கும். தைராக்ஸின் ஹார்மோன் தைராய்டு சுரப்பியிலிருந்து சுரக்கப்படுகிறது. தைராக்ஸின், தைராய்டு பாலிக்களில் உள்ள கூழ்மங்களில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. இது ஒரு வகையான கிளைகோ புரதம் ஆகும். இது தைரோகுளோபுலின் என அழைக்கப்படுகிறது.

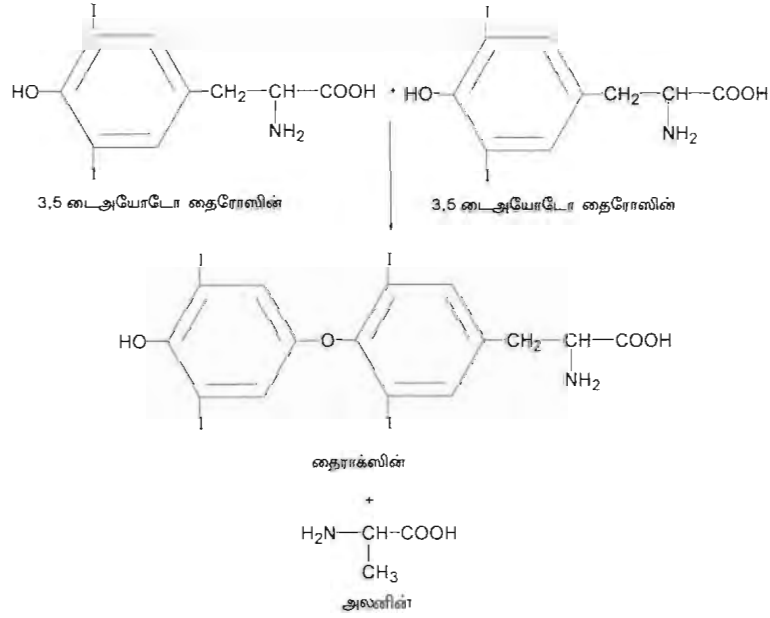
தைரோகுளோபுலினை நீராற் பகுப்படைந்து மோனோஅயோடோ தைரோஸின், டை அயோடோ தைரோஸின், ட்ரை அயோடோ தைரோஸின் மற்றும் தைராக்ஸின் கிடைக்கிறது. இவற்றில் ட்ரைஅயோடோ தைரோஸின் தைராக்ஸினை விட அதிக உயிரியல் செயல்திறனைப் பெற்றுள்ளது.

தைரோஸின் அமினோ அமிலத்தில் இருந்து தைராய்டு சுரப்பியால் தைராக்ஸின் சுரக்கப்படுகிறது. முதலில் கனிம அயோடைடு கரிம அயோடைடாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் ($2I \rightarrow I_2$) அடைகிறது. தைரோஸின் மூன்றாவது இடத்தில் அயோடினேற்றம் செய்யப்படுவதால் 3 - மோனோ அயோடோ தைரோஸின் கிடைக்கிறது. அடுத்த அயோடினேற்றம் 5 இடத்தில் செய்யப்பட்டு 3,5 டை அயோடோ தைரோஸினாக மாற்றப்படுகிறது.



3,5 டைஅயோடோ தைரோஸின்

இரண்டு மூலக்கூறுகள் டைஅயோடோதைரோஸின் இணைந்து டெட்ரா அயோடோ தைரோசினை தருகிறது. இதுவே தைராக்ஸின் எனப்படுகிறது. இவ்வினையில் அலனின் வெளியிடப்படுகிறது.



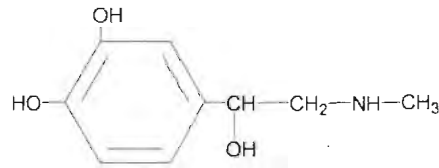
தைராக்ஸின் ஹார்மோன் உருவாக்கம் தைராய்டு தூண்டுவிக்கும் ஹார்மோனால் (TSH) ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. எதிர் தைராய்டு மருந்துகளான தயோகர்பமைடு மற்றும் அமினோ பென்சீன் போன்றவற்றால் தைராக்ஸின் சுரத்தல் தடுக்கப்படுகிறது.

தைராய்டு சுரப்பி இரத்த சுற்றோட்டத்தில் உள்ள அயோடினை எடுத்துக் கொண்டு தேவையான போது தைராக்ஸின் மற்றும் அதன் முன்னோடி சேர்மங்களை உருவாக்கும் திறனை கொண்டுள்ளது. தைராய்டு தூண்டும் ஹார்மோனின் தூண்டுதலால், தேவைக்கேற்ப தைராக்ஸின் மற்றும் அதன் அயோடினேற்றம் பெற்ற பெறுதிகள் தைரோகுளோபுலினிலிருந்து புரோட்டியோலைடிக் நொதியின் செயலால் நீராற்பகுப்பின் மூலம் பெறப்படுகிறது.

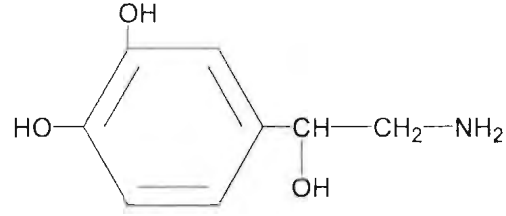
4.8 கேட்டகாலமீன்கள் உருவாக்கம் (Formation of catecholamines)

மனித உடலில் சிறுநீரகத்திற்கு மேற்பகுதியில் அட்ரீனல் சுரப்பிகள் அமைந்துள்ளன. இதன் அளவு சராசரியாக 45 x 26 x 6 மிமீ ஆகும். மேலும் ஒவ்வொன்றின் எடை சுமார் 10கி இருக்கும். அட்ரீனல் சுரப்பி இரண்டு பகுதிகளை கொண்டது. அவை முறையே மெடுல்லா மற்றும் கார்டெக்ஸ்.

கேட்டகாலமீன்கள் அட்ரீனல் சுரப்பியின் மெடுல்லா பகுதியில் இருந்து சுரக்கப்படுகின்றன.



எபினெப்ரின் (அட்ரீனலின்) Epinephrine

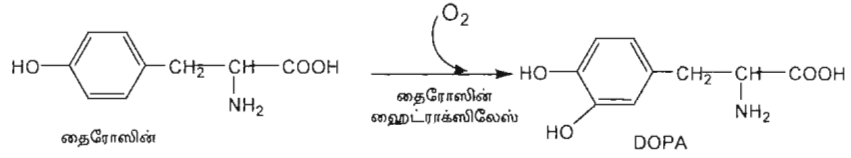


நார் எபிநெப்ரின் (அர்டினல்) Nor epinephrine

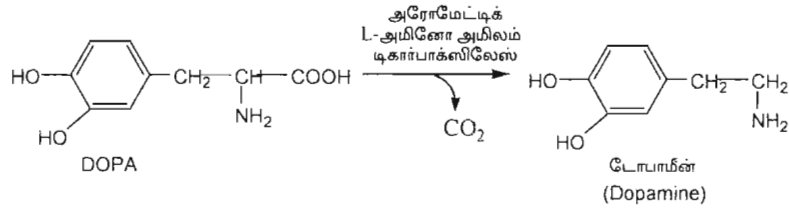
இந்த இரண்டு ஹார்மோன்களும் கேட்டகாலமீன் வகையை சார்ந்த கரிமச் சேர்மங்களாகும். இவை வளர்சிதை மாற்றம் மற்றும் உடற்கூறு செயல்களை கட்டுப்படுத்தும் தீவிர தன்மையை பெற்றுள்ளன. எபிநெப்ரின் கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றத்தை கட்டுப்படுத்துகிறது. இது கல்லீரல் மற்றும் தசைப்பகுதியில் கிளைக்கோஜீனோலைஸிஸ், ஹைப்பர் கிளைலிமியா, குளுக்கேஸூரியா போன்ற விளைவுகளை உண்டாக்குகிறது. இந்த ஹார்மோன் ஆக்ஸிஜன் உட்கொள்ளுதலை அதிகரிக்கிறது. தைராக்ஸின் செயலை விட இது அதிக செயல்திறன் மிக்கது. நார்எபிநெப்ரின் இரத்த குழாய்களில் தடையை அதிகரிப்பதன் மூலம் இரத்த அழுத்தத்தை அதிகரிக்கிறது. கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றத்தின் மீது குறைந்த விளைவை பெற்றுள்ளது.

தைரோஸின் நார்எபிநெப்ரின் மற்றும் எபிநெப்ரினாக மாற்றப்படுகிறது.

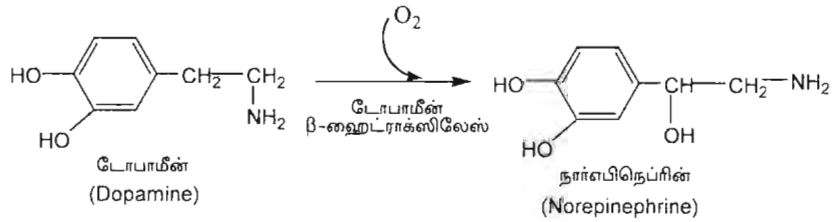
1. ஒரு தெரிவுத் தன்மை கொண்ட நொதியால் தைரோஸின் முதலில் ஹைட்ராக்ஸிலேற்றம் செய்யப்பட்டு 3, 4 டை ஹைட்ராக்ஸி பினைல் அலனைனாக (DOPA) மாற்றப்படுகிறது. DOPA மெலனின் மற்றும் எபிநெப்ரின் தொகுத்தலில் ஒரு பொதுவான இடைநிலை பொருளாக உள்ளது.



2. டிகார்பாக்ஸிலேஸ் நொதியால் பிரிடாக்ஸால் பாஸ்பேட் முன்னிலையில் DOPA கார்பாக்ஸில் நீக்கம் செய்யப்பட்டு டோபமீனாக மாற்றப்படுகிறது.

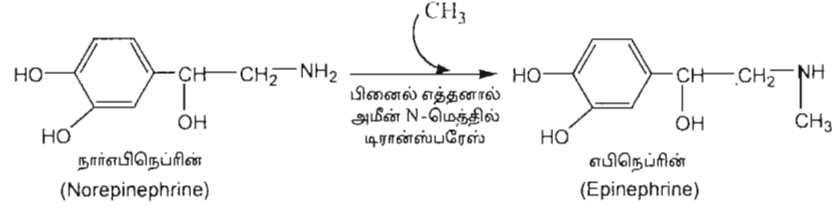


3. அடுத்து டோபமீன் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைவதால் நார் எபினெப்ரின் கிடைக்கிறது. இவ்வினை டோபமீன் ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் என்ற நொதியால் அஸ்கார்பிக் அமிலத்தின் முன்னிலையில் நடைபெறுகிறது.



4. மெடுல்லா பகுதியில் நார் எபினெப்ரினை மெத்திலேற்றம் செய்வதால் எபினெப்ரின் கிடைக்கிறது. S-அடினோசைல்

மெத்தியோனில் இருந்து மெத்தில் தொகுதி பெறப்படுகிறது.



பயிற்சிகள்

I. சரியான விடையை தேர்ந்தெடு.

- கீழ்க்கண்டவற்றில் மெத்தியோனினுக்கான கோடான்
அ. GUC ஆ. AUG இ. CGA ஈ. CGU
- புரத தொகுத்தலுக்கு அமினோ அமிலத்தை எடுத்து செல்வது
அ. mRNA ஆ. rRNA
இ. tRNA ஈ. mRNA மற்றும் tRNA இரண்டும்
- இதிலிருந்து யூரிய உருவாக்கப்படுகிறது.
அ. சிட்டுலின் ஆ. ஆர்ஜினோ சக்சினேட்
இ. ஆர்ஜினின் ஈ. ஆர்னிதின்
- கார்பமைல் பாஸ்பேட் சிந்தடேஸ் நொதியை பெற்றிருப்பது
அ. மைட்டோகாண்டிரியா ஆ. சைட்டோபிளாசம்
இ. உட்கரு ஈ. செல் சவ்வு
- உடலில் கீழ்க்கண்டவற்றில் எதிலிருந்து நியாசின் தொகுக்கப்படுகிறது.
அ. பினைல் அலனின் ஆ. தைரோஸின்
இ. லைசின் ஈ. டிரிப்டோபன்

6. GPT க்கு தேவைபடும் துணை காரணி
 அ. NADH ஆ. NADPH இ. பிரிடாக்ஸால் பாஸ்பேட்
 ஈ. FAD

II. கோடிட்ட இடத்தை நிரப்புக.

1. படி எடுத்தல் (Transcription) ----- நொதியால் நடைபெறுகிறது.
2. புரத தொகுப்பு ----- எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.
3. 30S மற்றும் 50S ரிபோசோம் அலகுகள் இணைவதால் கிடைப்பது -----
4. டிரான்ஸ்லொகேஷன் ----- நொதியால் நடைபெறுகிறது.
5. நிறுத்த கோடான்கள் mRNA ----- முனையில் பெற்றுள்ளது.
6. யுராசிலை டிரான்ஸ்மெத்திலேற்றம் செய்வதால் ----- கிடைக்கிறது.
7. ----- ஆல் தைராக்ஸின் தொகுத்தல் தூண்டப்படுகிறது.
8. சருமம் மற்றும் முடியில் உள்ள நிறமி -----.
9. அமினோ அமிலங்களை அமினோ நீக்கம் செய்வதால் கிடைப்பது -----

III. சரியா? தவறா?

1. DNAவில் இருந்து RNAதொகுக்கப்படுவது படியெடுத்தல் எனப்படுகிறது.

2. mRNA எதிர்கோடானை கொண்டுள்ளது.
3. ரிபோசோம் 5'ல் இருந்து 3' முனையை நோக்கி நகருகிறது.
4. பாலி பெப்டைடு சங்கிலி நீட்டப்படுதல் நீளக் காரணிகளால் நடைபெறுகிறது.
5. ALT, GOT எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.
6. பெப்டிடைல் டிரான்ஸ்பெரேஸ் நொதியை ரிபோசோம் 30S துணை அலகு பெற்றுள்ளது.
7. லியூசின் தூய கீட்டோஜெனிக் அமினோ அமிலமாகும்.
8. எபினெப்ரின் அடீனலின் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

IV. பொருத்துக.

- | | | |
|---------------------|---|-------------------------|
| 1. mRNA | - | யூரியா சுழற்சி |
| 2. tRNA | - | தொடக்க கூட்டுச் சேர்மம் |
| 3. ஹிஸ்டிடின் | - | எபினெப்ரின் |
| 4. ஆர்னிதின் | - | செயல்மிக்க மெத்தியோனின் |
| 5. டோபா (DOPA) | - | எதிர்கோடான் |
| 6. தைராய்டு சுரப்பி | - | mRNA வின் 3' முனை |
| 7. மெத்தில் மாற்றம் | - | ஹிஸ்டமின் |
| 8. நிறுத்தக் கோடான் | - | கோடான் |
| 9. GTP | - | தைராக்ஸின் |

V. கீழ்க்கண்டவற்றிற்கு சுருக்கமாக விடையளி.

1. அமினோ அமிலத்தை கிளர்வுற செய்தலை விளக்குக.
2. பாலி பெப்டைடு சங்கிலி நீளப்படுதல் என்றால் என்ன?
3. மொழிப்பெயர்த்தலுக்கு பின் மாற்றங்கள் என்றால் என்ன?

4. சில உயிர்செயல்மிக்க அமீன்களின் பெயர்களை குறிப்பிடுக.
5. மெத்தியோனின் எவ்வாறு கிளர்வுற்ற மெத்தியோனினாக மாற்றப்படுகிறது?
6. தைரோஸிலிருந்து மெலனின் எவ்வாறு தொகுக்கப்படுகிறது.
7. தைராக்ஸின் அமைப்பை எழுதுக.
8. கீட்டோஜெனிக் அமினோ அமிலங்கள் என்றால் என்ன?
9. நியாசின் எவ்வாறு உருவாக்கப்படுகிறது?

VI. கீழ்க்கண்டவற்றிற்கு விடையளி.

1. மொழிப்பெயர்த்தலில் ஈடுபடும் படிகள் யாவை?
2. ஆக்ஸிஜனேற்ற அமினோ நீக்கம் பற்றி சிறு குறிப்பு வரைக.
3. டிரான்ஸ் அமினேற்ற வினைகளை விளக்குக.
4. குளுக்கோஜெனிக் மற்றும் கீட்டோஜெனிக் வழிமுறை பாதைகளை விவரி.
5. யூரியா சுழற்சி வினைகளை அமைப்புடன் எழுதுக.
6. தைராய்டு சுரப்பியில் இருந்து தைராக்ஸின் சுரக்கப்படுவதை விவரி.
7. தைரோஸினிலிருந்து எபினெப்ரின் உருவாவதை விளக்குக.

பாடம் - 5

லிப்பிடுகளின் வளர்சிதை மாற்றம்

முன்னுரை

லிப்பிடுகள் என்பன கரிமச் சேர்மங்களாகும். கொழுப்பு, எண்ணெய் மற்றும் மெழுகு போன்றவை லிப்பிடுகள் ஆகும். நீரில் கரையாத தன்மை கொண்டவை. இவை முனைப்பற்ற கரைப்பான்களான ஈதர், குளோரோபார்ம், பென்சீன் போன்றவற்றில் கரையும் தன்மை கொண்டவை. எல்லா உயிரினங்களும் லிப்பிடுகளை எளிதில் பயன்படுத்துகின்றன.

பாலூட்டிகளின் உடல் எடையில் 10-20 சதவீதம்வரை லிப்பிடுகள் உள்ளன. அதிக கலோரி மதிப்பைப் பெற்றிருப்பதால் இவை உணவில் மிகுதியாக உள்ளன. மேலும் கொழுப்பில் கரையும் வைட்டமின்கள் (A,D,E,K) மற்றும் இன்றியமையாத கொழுப்பு அமிலங்களாக லிப்பிடுகள் உட்கொள்ளப்படுகின்றன. லிப்பிடுகள் உடலின் எல்லா உறுப்புகளிலும் மிகுதியாக காணப்படுகின்றன. குறிப்பாக அடிப்போஸ் திசுக்களின் சைட்டோபிளாசுத்தில் 90 சதவீதம் வரை உள்ளன.

லிப்பிடுகளின் உயிரியல் செயல்கள் (Biological functions of lipids)

லிப்பிடுகள், கார்போஹைட்ரேட்டுகளை போல் அல்லாமல் நீரற்ற நிலையில் திசுக்களில் சேமித்து வைக்கப்படுவதால் அவற்றிற்கு பல செயல்களை செய்கின்றன.

1. உடலில் உள்ள லிப்பிடுகள் வேதி ஆற்றலை சேமிக்கும் பொருட்களாக திகழ்கின்றன. கார்போஹைட்ரேட்டுக்களை போல் இல்லாமல் லிப்பிடுகள் நமது உடலில் அபரிமிதமான அளவில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. மேலும் லிப்பிடுகள் கார்போஹைட்ரேட்டுக்களை காட்டிலும் இருமடங்கு கலோரி மதிப்பு கொண்டவை (9.3 கலோரி / கிராம்). லிப்பிடுகளில் கார்போஹைட்ரேட்டுக்களை விட அதிக அளவு ஆற்றல் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.
2. லிப்பிடுகள் செல் சவ்வுகளின் அமைப்பிற்கும், சவ்வூடு திறனிற்கும் முக்கிய பொருளாக திகழ்கின்றது.
3. சருமத்தின் அடிப்பகுதியில் உள்ள லிப்பிடுகள் அவற்றின் வெப்பக் கடத்தாத் தன்மையால் உள்உறுப்புகளை சுற்றுப்புற வெப்பம் மற்றும் குளிர்ச்சியில் இருந்து பாதுகாக்கின்றது.
4. கொழுப்பில் கரையும் வைட்டமின்கள் (A,D,E,K) மற்றும் இன்றியமையாத கொழுப்பு அமிலங்கள் உருவாக்கத்திற்கு அவை பயன்படுகின்றது (லினோலியிக் அமிலம், லினோலினிக் அமிலம், அரகிடோனிக் அமிலம்).
5. ஸ்டீராய்டு ஹார்மோன் மற்றும் புரோஸ்டேரா கிளாண்டின்கள் வளர்சிதை மாற்றத்தினை ஒழுங்குப்படுத்த உதவுகின்றன.
6. மைட்டோகாண்டிரியாவின் உள்சவ்வில் உள்ள லிப்பிடுகள் எலக்ட்ரான் நகர்வு சங்கிலியில் (Electron transport chain) பங்கேற்கின்றன.
7. பாலிநிறைவுறா கொழுப்பு அமிலங்கள் (PUFA - Poly Unsaturated Fatty Acids) இரத்தத்தில் உள்ள கொலஸ்டிரால் அளவை குறைக்க உதவுகின்றது.

8. ஸ்குவாலமைன் (Squalamine) என்னும் ஸ்டீராய்டு பூஞ்சை தடுப்பு மற்றும் நோய் தடுப்பு மருந்தாக பயன்படுகின்றது.

கொழுப்பு அமிலங்கள் (Fatty acids)

கொழுப்பு அமிலங்கள் லிப்பிடுகளின் அடிப்படை அலகுகளாகும் (Basic units). கொழுப்பு அமிலங்கள், கார்பாக்ஸில் தொகுதியைக் கொண்ட அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன் சங்கிலிகளாகும். ஏறக்குறைய 200 கொழுப்பு அமிலங்கள் பல்வேறு லிப்பிடுகளில் இருந்து தனிமையாக்கப்பட்டுள்ளன. அவை ஹைட்ரோ கார்பன் சங்கிலி நீளத்தின் மூலமும், இரட்டை பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் இடம் மூலம் வேறுபடுகின்றன. மேலும் அவற்றின் அமைப்புகளின் அடிப்படையில் ஆக்ஸி, கீட்டோ, ஈப்பாக்ஸி மற்றும் வளைய அமைப்பு மூலமும் வேறுபடுகின்றன.

கொழுப்பு அமிலங்கள் இரட்டை பிணைப்பின் மூலம் இரண்டு வகையாக பிரிக்கலாம்.

1. நிறைவுற்ற கொழுப்பு அமிலங்கள்

இவை இரட்டை பிணைப்பு இல்லாத கொழுப்பு அமிலங்களாகும். இதில் உள்ள ஹைட்ரோ கார்பன் சங்கிலி தொடரில் 12 முதல் 18 கார்பன் அணுக்கள் உள்ளன.

(எ.கா) பால்மிடிக், ஸ்டீராயிக் அமிலங்கள்.

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ - பால்மிடிக் அமிலம் (C_{16})

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ - ஸ்டீராயிக் அமிலம் (C_{18})

2. நிறைவுறாக் கொழுப்பு அமிலங்கள்

இவை இரட்டை பிணைப்பை உடைய கொழுப்பு அமிலங்களாகும்.

- (எ.கா). ஒலியிக் அமிலம்
லினோலியிக் அமிலம்
லினோலினியிக் அமிலம்

நிறைவுறாக் கொழுப்பு அமிலங்களில் உள்ள இரட்டை இணைப்புகளின் மூலம், பல்வேறு வகையாக இவற்றை பிரிக்கலாம். இவை தாவரங்களில் மிகுதியாக காணப்படுகின்றன.

அட்டவணை 5.1 நிறைவுறாக் கொழுப்பு அமிலங்கள்

கொழுப்பு அமிலத்தின் பெயர்	இரட்டை பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கை
ஒலிக் அமிலம்	1
லினோலியிக் அமிலம்	2
லினோலினிக் அமிலம்	3
அரகிடோனிக் அமிலம்	4

இன்றியமையாத கொழுப்பு அமிலங்கள் (Essential Fatty Acids - EFA)

இந்த கொழுப்பு அமிலங்களை இயற்கையில் நமது உடலால் தயாரிக்க இயலாது. எனவே இவற்றை உணவின் மூலமே நாம் உட்கொள்ள வேண்டும். இவை பாலி நிறைவுறாக் கொழுப்பு அமிலங்களாகும். (Poly unsaturated fatty acids - PUFA)

(எ-கா) : லினோலியிக் அமிலம்
லினோலினிக் அமிலம்
அரகிடோனிக் அமிலம்

இன்றியமையாத கொழுப்பு அமிலங்களின் வேலைகள்

இன்றியமையாத கொழுப்பு அமிலங்கள் செல் சவ்வின் அமைப்பிற்கும், அவற்றின் வேலைகளுக்கும், கொலஸ்டிரால் எடுத்துச் செல்லவும், லிப்போ புரதங்கள் உருவாகத்திற்கும், கல்லீரலில் கொழுப்பு தன்மை அதிகரித்தலை தடுத்தலுக்கும் தேவைப்படுகின்றன.

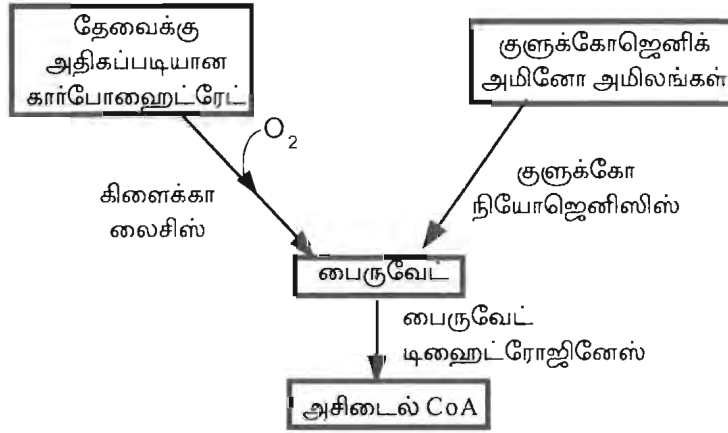
பற்றாக்குறை

கொழுப்பு அமிலங்களின் பற்றாக்குறையினால் பைரினோடெர்மா (Phrynoderma) அல்லது டோட்ஸ்கின் (Toad skin) என்னும் தோல் வியாதிகள் உருவாகின்றன.

5.1 கொழுப்பு அமிலங்களின் உயிர் தொகுப்பு (Biosynthesis of fatty acids)

1. கொழுப்பு அமிலங்களின் உயிர் தொகுப்பு எல்லா உயிரினத்திலும் நடைபெறும் மற்றும் பாலூட்டிகளின் அடிப்போஸ் திசு, பால் சுரப்பி மற்றும் கல்லீரலில் நடைபெறுகிறது.
2. சைட்டோபிளாசுத்தில் கொழுப்பு அமிலத்தின் உயிர் தொகுப்பு இரு படிக்களாக நடைபெறுகிறது.
 - அ. முதலில் 16 கார்பன் அணுக்கள் உள்ள ஒரு மிதமான கொழுப்பு அமிலம் உருவாகிறது. பின்னர்,
 - ஆ. கார்பன் சங்கிலியின் நீளம் மைக்ரோசோமில் அதிகரிக்கிறது.

3. நிறைவுற்ற கொழுப்பு அமிலங்கள் உருவாக்கத்திற்கும், நிறைவுறா கொழுப்பு அமிலங்கள் உருவாக்கத்திற்கும் அசிடைல் CoA உதவுகிறது (கார்பன் அணுக்களின் மூலமாக செயல்படுகிறது). நாம் உணவில் உட்கொள்ளும் அதிகப்படியான குளுக்கோஸ் மற்றும் குளுக்கோஜினிக் அமினோ அமிலங்களில் (குளுக்கோஸாக மாறும் தன்மைக் கொண்ட அமினோ அமிலங்கள்) இருந்து அசிடைல் CoA உருவாக்கப்படுகிறது. கார்போஹைட்ரேட் மற்றும் அமினோ அமிலங்கள் ஆக்ஸிஜன் உள்ள நிலைமையில் பைருவேட்டை தருகின்றன. பைருவேட், பின்பு அசிடைல் CoAவாக மாற்றப்படுகிறது.

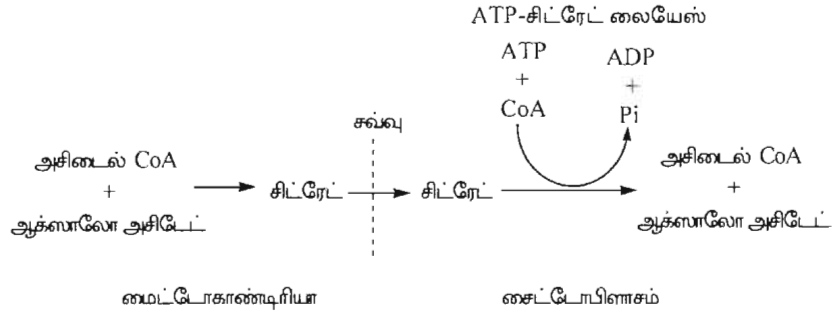


கொழுப்பு அமில சிந்தேஸ் என்ற கூட்டு நொதியின் செயலால் அசிடைல் CoAவில் இருந்து கொழுப்பு அமிலங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. கொழுப்பு அமில சிந்தேஸ் நொதியின் செயலால் வெளிப்படும் விளைப் பொருட்களில் முதன்மையானது பால்மிடிக் அமிலமாகும். எனவே இந்நொதி பால்மிடேட் சிந்தேஸ் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

இதில் ஒரே மாதிரியான இரு துணை அலகுகள் உள்ளன. அவை துணை அலகு 1 மற்றும் துணை அலகு 2 என அழைக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு துணை அலகிலும் 7 நொதிகள் உள்ளன. அவை ஒவ்வொன்றும் குறிப்பிட்ட பணியை செய்கின்றன.

கொழுப்பு அமிலத்தின் உயிர் தொகுப்பிற்காக அசிடைல் CoA நகர்வடைதல்

மைட்டோகாண்டிரியாவில் பைருவேட்டிலிருந்து அசிடைல் CoA உருவாகிறது. அசிடைல் CoAவினால் மைட்டோகாண்டிரியா சவ்வை ஊடுருவ இயலாது. எனவே அசிடைல் CoA ஆக்ஸாலோ அசிடேட்டுடன் இணைந்து சிட்ரேட்டைத் தருகிறது. சிட்ரேட் மைட்டோகாண்டிரியா சவ்வில் எளிதில் ஊடுருவுறும் தன்மை கொண்டது. சிட்ரேட் சைட்டோபிளாசத்தை வந்தடைகிறது. இங்கு சிட்ரேட், ATP மற்றும் துணை நொதி A (CoA) முன்னிலையில் ATP லையேஸ் என்ற நொதியால் அசிடைல் CoA மற்றும் ஆக்ஸாலோ அசிடேட்டாக சிதைக்கப்படுகிறது.

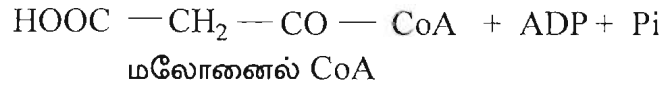
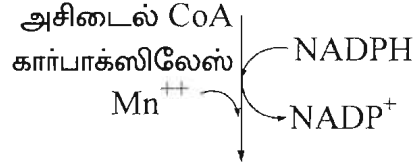
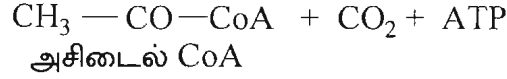


அசிடைல் CoA மைட்டோகாண்டிரியாவிலிருந்து சைட்டோபிளாசத்தை வந்தடைதல்

அசிடைல் CoA மலோனைல் CoAவாக மாற்றம் அடைதல்

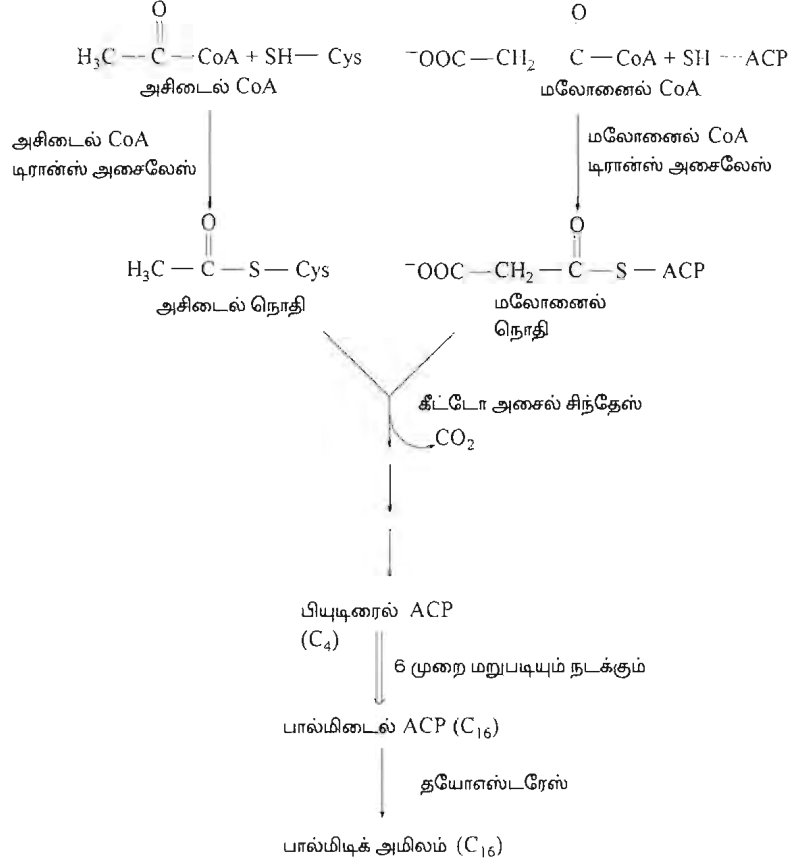
சைட்டோபிளாசுத்தில் உள்ள அசிடைல் CoA, அசிடைல் CoA கார்பாக்ஸிலேஸ் என்ற நொதியின் மூலம் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடுடன் வினைபுரிந்து மலோனைல் CoAவாக உருமாற்றம் அடைகிறது. இம்மாற்றத்தின் பொழுது கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு அசிடைல் CoA உடன் இணைகிறது. இதற்கு கார்பாக்ஸிலேற்றம் என்று பெயர். இது வைட்டமின் (பயோடின்) கொண்ட நொதியாகும்.

அசிடைல் CoA கார்பாக்ஸிலேஸ் என்னும் நொதி கொழுப்பு அமிலம் உருவாக்கத்தினை ஒழுங்குபடுத்தும் ஒரு மிகமுக்கியமான நொதியாகும்.



மலோனைல் CoA பால்மிடிக் அமிலமாக மாற்றமடைதல்

மலோனைல் CoA, பால்மிடிக் அமிலமாக பல படிகளில் மாற்றப்படுகிறது. இதற்கு கொழுப்பு அமில சிந்தடேஸ் என்ற கூட்டு நொதியில் உள்ள தனித்தனி நொதிகள் ஒவ்வொரு படியிலும் செயல்படுகிறது.



படம் 5.1. பால்மிடிக் அமிலத்தின் உருவாக்கம்

அசிடைல் CoA, மலோனைல் CoAவுடன் சேர்ந்து பியூட்டரைல் ACP-யை தருகிறது. இந்த சுழற்சி ஆறுமுறை நடைபெறுகிறது. ஒவ்வொரு சுழற்சியின் போதும் இரண்டு கார்பன் அணுக்கள் (மலோனைல் CoA), பியூட்டரைல் ACP உடன்

சேர்க்கப்படுகிறது. வினையின் இறுதியில் 16 கார்பன் அறுக்களை கொண்ட பால்மிடைல் CoA உருவாகிறது. தயோஎஸ்டரேஸ் என்ற நொதியின் செயலால் பால்மிடைல் CoA விலிருந்து பால்மிடிக் அமிலம் உருவாகிறது.

5.2 கொழுப்பு அமிலங்களின் ஆக்ஸிஜனேற்றம்

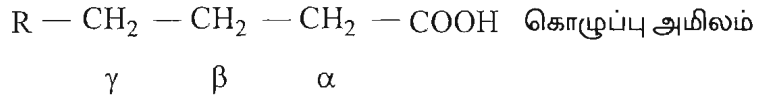
கொழுப்பின் செரிமான வினை சிறுகுடலில் தொடங்குகிறது. கொழுப்புகள், பித்த உப்புகளின் மூலம் மற்றும் கணைய லைபேஸ்கள் மூலம் நீராற்பகுக்கப்பட்டு கொழுப்பு அமிலங்களை உருவாக்குகின்றன. கொழுப்பு அமிலங்கள் கிளிசரால்டன் (கிளைக்காலைசிஸ் மூலம் கிடைக்கும்) இணைந்து ட்ரைகிளிசரைடுகளை உருவாக்குகின்றன. இவை புரதங்களுடன் இணைந்து உருவாகும் லிப்போபுரதங்கள், இரத்த ஓட்டத்தில் கலந்து ஆக்ஸிஜனேற்றம், புதிய லிப்பிடு உருவாக்கம் மற்றும் சேமிப்பு போன்ற பணிகளைச் செய்கின்றன. வெவ்வேறு கொழுப்பு அமிலங்கள் இரத்தத்தில் தனியாகவும், ட்ரைகிளிசரைடாகவும் காணப்படுகின்றன.

கொழுப்பு அமிலங்கள், கொழுப்பு ஆக்ஸிஜனேற்றத்தின் உடனடி மூலப்பொருளாக பல்வேறு திசுக்களில் (கல்லீரல், அடிப்போஸ்திசு, தசை, இதயம், சிறுநீரகம், மூளை, நுரையீரல் மற்றும் ஆண் இனப்பெருக்க உறுப்புகளில்) காணப்படுகின்றன.

5.2.1 β-ஆக்ஸிஜனேற்றம்

கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து CO₂ மற்றும் நீருடன், அதிக அளவுள்ள ஆற்றலை வெளிவிடுகின்றன. ஆக்ஸிஜனேற்றம் மைட்டோகாண்டிரியாவில் நடைபெறுகிறது.

ஏனெனில் ஆக்ஸிஜனேற்றத்திற்கு தேவையான நொதிகள் மைட்டோகாண்டிரியாவில் தான் உள்ளன. ஆக்ஸிஜனேற்றமடைய வேண்டிய கொழுப்பு அமிலங்களின் கார்பன் அணுவைப் பொறுத்து, ஆக்ஸிஜனேற்றம் மூன்று வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது (α , β மற்றும் γ).

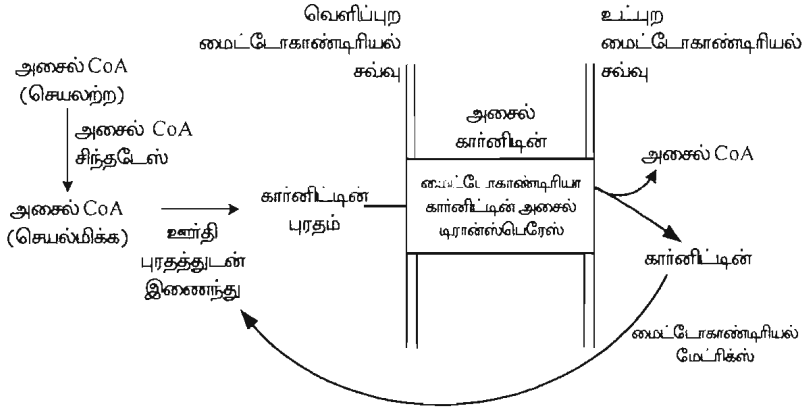


கொழுப்பு அமிலங்களில் β -ஆக்ஸிஜனேற்றம் அதிகம் நடைபெறும். அது α மற்றும் γ ஆக்ஸிஜனேற்றத்தை விட அதிக ஆற்றலைத் தருகிறது.

கொழுப்பு அமிலங்களின் β -ஆக்ஸிஜனேற்றம் பல்வேறு படிகளாக நடக்கின்றன.

1. கொழுப்பு அமிலங்களை ஊக்குவித்தல் (Activation of fatty acids)

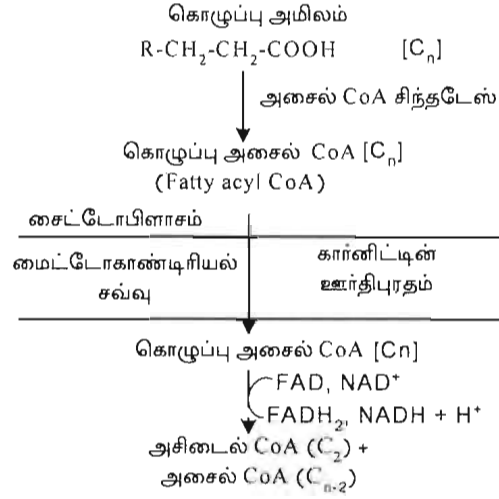
கொழுப்பு அமிலங்கள் செயலற்ற வேதியியல் மூலக்கூறுகள். ஆகையால் β ஆக்ஸிஜனேற்றத்தின் துவக்கத்திற்கு அவை செயல்மிக்க மூலக்கூறுகளாக மாற்றப்பட வேண்டும். கொழுப்பு அமிலங்களை ஊக்குவித்தல், சைட்டோபிளாசுத்தில், அடினைன் டிரை பாஸ்பேட் (ATP), துணை நொதி A (Coenzyme A) மற்றும் அசைல் CoA சிந்தேஸ் ஆகியவற்றின் உதவியுடன் நடைபெறுகிறது. செயல்மிக்க கொழுப்பு அமிலங்கள், கார்னிட்டின் அசைல் டிரான்ஸ்பெரேஸ் (Carnitine Acyl Transferase) என்ற நொதியின் முன்னிலையில் கார்னிட்டின் என்ற ஊர்திபுரத்தின் உதவியுடன் மைட்டோகாண்டிரியாவிற்குள் நுழைகிறது.



அசைல் CoA மைட்டோகாண்டிரியாவுக்குள் செல்லுதல்

அசைல் CoA (கொழுப்பு அமிலம்) ஆக்ஸிஜனேற்றம் பல படிகளில் நடைபெறுகிறது. இதன் மூலம் அசைல் CoA (C_2) மற்றும் β ஆக்ஸிஜனேற்றத்திற்குட்பட்ட கொழுப்பு அமிலத்தை விட 2 கார்பன் அணுக்கள் குறைவாக உடைய அசைல் CoA ஆகியவை பெறப்படுகின்றன. அனைத்து கார்பன் அணுக்களும் அசைல் CoA ஆக வெளியேறும் வரை அசைல் CoA ஆக்ஸிஜனேற்றத்திற்கு உட்படுகிறது.

இந்த வினைகளுக்கு ஃபிளேவின் அடினைன் டை நியூக்ளியோடைடு (FAD - Flavin Adenine Dinucleotide) மற்றும் நிக்கோடினமைடு அடினைன் டை நியூக்ளியோடைடு (NAD-Nicotinamide Adenine Dinucleotide) போன்ற துணைக் நொதிகள் தேவைப்படுகின்றன.



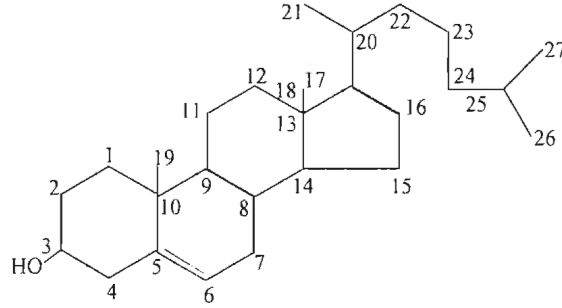
படம் 5.2 கொழுப்பு அமிலத்தின் β - ஆக்ஸிஜனேற்றம்

5.3 கொலஸ்டிரால் உயிர்தொகுப்பு (Cholesterol biosynthesis)

கொலஸ்டிரால் என்பது விலங்குகளில் உள்ள ஸ்டீராலாகும். இவை தனித்த நிலையில் அல்லது கொழுப்பு அமிலங்களின் எஸ்டராக உள்ளன. கொலஸ்டிரால் மனித பித்தக்கல் படிவங்களில் இருந்து முதன்முதலாக பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. (இது கிரேக்க சொல்லில் கோல் என்றால் பித்தம், ஸ்டீரால் என்று பொருள்படும்) கொலஸ்டிராலில் 1,2, வளைய பெண்டனோ பெர்ஹைட்ரோ பினான்திரின் என்னும் வளைய அமைப்பு உள்ளது. கொலஸ்டிரால் தகுந்த சூழ்நிலையில் ஹார்மோன்கள், பித்த அமிலங்கள் மற்றும் வைட்டமின் D உருவாக்கத்திற்கு பயன்படுகின்றன. இருப்பினும் இதை உணவில் உட்கொள்ள வேண்டிய அவசியம் இல்லை. காரணம் செல்லில் கொலஸ்டிரால் அசிடைல் CoA விலிருந்து தொகுக்கப்படுகிறது.

கார்போஹைட்ரேட், அமினோ அமிலங்கள், கொழுப்பு அமிலங்கள் மற்றும் கிளிசரால் அசிடேல் CoA உருவாக்கத்திற்கு மூலங்களாகப் பயன்படுகின்றன. அசிடேல் CoA கொலஸ்டிரால் உருவாக்கத்திற்கு பயன்படுகிறது. கொலஸ்டிரால் வளர்சிதை மாற்றம் கல்லீரலில் நடைபெறுகிறது. இங்கு உட்கொள்ளப்பட்ட 90 சதவீத கொலஸ்டிரால் மற்றும் அதன் எஸ்டர்கள் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு உட்படுகின்றன.

70 கிலோ எடையுள்ள மனிதனில் 140 கிராம் கொலஸ்டிரால் உள்ளன. 100 மிலி இரத்தத்தில், 150 முதல் 250 மிகி வரை கொலஸ்டிரால் உள்ளன. கொலஸ்டிராலின் அரை ஆயுட்காலம் 8 முதல் 12 நாட்கள் ஆகும்.



கொலஸ்டிரால் அமைப்பு

5.3.1 கொலஸ்டிரால் உயிர் தொகுப்பு

கொலஸ்டிரால் உயிர் தொகுப்பில் முக்கியமான இடைநிலை பொருட்களும் நொதிகளும் ஈடுபடுகின்றன.

1. **அசிடைல் CoA உருவாக்கம்**

ஒரு அசிடைக் அமில மூலக்கூறு, துணை நொதி A (coenzyme A) உடன் சேரும் பொழுது அசிடைல் CoA உருவாகிறது. இதற்கு அசிடைல் CoA சிந்தடேஸ் என்ற நொதி உதவுகிறது.

2. **அசிடோ அசிடைல் CoA உருவாக்கம்**

இரண்டு அசிடைல் CoA மூலக்கூறுகள் குறுக்கமடைந்து அசிடோ அசிடைல் CoA உருவாகிறது. இதற்கு தயோலேஸ் என்ற நொதி உதவுகிறது.

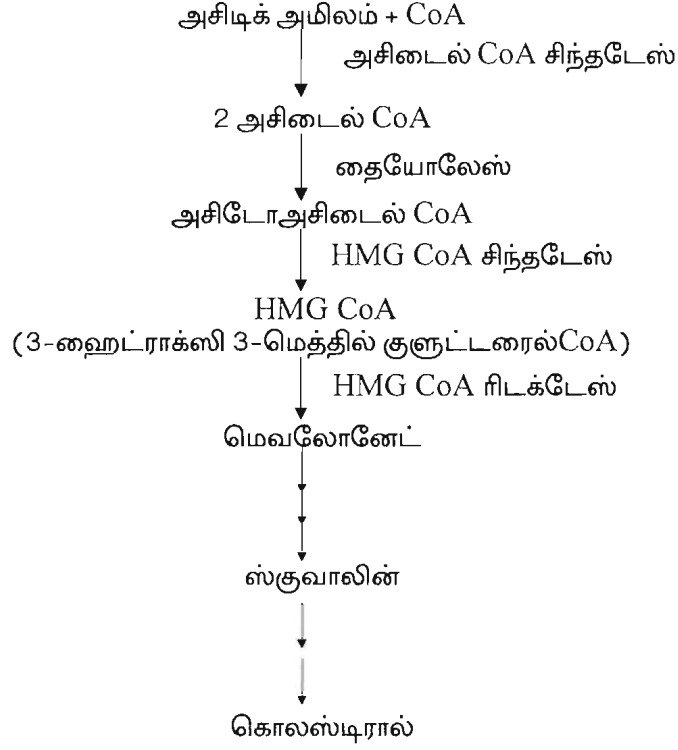
3. **HMG CoA உருவாக்கம்**

அசிடோ அசிடைல் CoA, ஒரு அசிடைல் CoA மூலக்கூறுடன் குறுக்கமடைந்து HMG CoA (3-ஹைட்ராக்சி, 3-மெத்தில் குளுட்டரைல் CoA) உருவாகிறது. இந்த வினையில் HMG CoA சிந்தடேஸ் என்ற நொதி பயன்படுகிறது.

4. HMG CoA, NADPH + H⁻ பொருத்த ரிடக்டேஸ் (Reductase) என்ற நொதியின் செயலால் மெவலோனேட்டாக ஒடுக்கப்படுகிறது. இது கொலஸ்டிரால் உருவாக்கத்தினை கட்டுப்படுத்தும் ஒரு முக்கிய நொதியாகும்.

5. மெவலோனேட், பல படிகளில் ஸ்குவாலினாக மாற்றப்படுகிறது.

6. ஸ்குவாலின், பல இடைநிலைப்பொருட்களாக மாற்றப்பட்டு இறுதியில் கொலஸ்டிராலாக மாற்றப்படுகிறது.



படம் 5.3 கொலஸ்டிரால் உயிர் தொகுப்பு

5.3.2 கொலஸ்டிராலில் இருந்து உருவாகும் முக்கியப் பொருட்கள்

நமது உடலில் கொலஸ்டிரால் உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த ஸ்டீரால்களான பித்த அமிலங்கள், பித்த உப்புக்கள் மற்றும் வைட்டமின் Dயாக மாற்றப்படுகிறது.

5.3.2.1 பித்த அமிலங்களிலிருந்து பித்த உப்புக்கள் தொகுத்தல்

பித்த அமிலங்கள் முதல்நிலை மற்றும் இரண்டாம் நிலை பித்த அமிலங்கள் என இருவகைப்படும். கோலிக் அமிலம், கீனோ டிஆக்ஸிக் கோலிக் அமிலம் என்பன முதல்நிலை பித்த அமிலங்களாகும். டிஆக்ஸிகோலிக் அமிலம் மற்றும் லித்தோகோலிக் அமிலம் என்பன இரண்டாம் நிலை பித்த அமிலங்களாகும்.

முக்கியத்துவம்

பித்தநீர் அமிலம் என்பன C_{24} உள்ள ஸ்டீராய்டுகள் ஆகும். இவை சோப்பாதல் தன்மையுடையதால் இது எமல்ஸிபிகேஷன் மற்றும் லிப்பிடுகளை குடலில் இருந்து உறிஞ்சுவதற்குப் பயன்படுகிறது.

பித்த உப்புகள்

கல்லீரலில் பெப்டைடு பிணைப்புகள் மூலம் கோலிக் அமிலம், கிளைசின் மற்றும் டாரின் (Glycine and Taurine) போன்றவற்றுடன் பிணைக்கப்பட்டு கிளைகோகோலிக் அமிலம் மற்றும் டாரோகோலிக் அமிலம் என்ற பித்த உப்புகளை கொடுக்கின்றன. இவை பித்தநீரில் உள்ள சோடியம், பொட்டாசியம் போன்றவற்றுடன் இணைந்து சோடியம் கிளைகோ கோலேட், சோடியம் டாரோகோலேட் எனும் நீரில் கரையும் தன்மை கொண்ட கார பித்த உப்புக்களாக மாற்றப்படுகின்றன.

முக்கியத்துவம்

1. பித்தநீரில் உள்ள பித்த உப்புகள் உணவு செரிமானத்திற்கு பயன்படுகின்றன.

2. இவை பரப்பு இழுவிசையைக் குறைத்து, கொழுப்புகளை எம்ல்சிபிகேஷன் (emulsification) செய்யவும் உதவுகின்றன.
3. லிப்பேஸ் என்ற நொதியை ஊக்குவிக்கின்றன.

வைட்டமின் D

வைட்டமின் D, 7-டிஹைட்ரோகொலஸ்டிரால் என்னும் முன்னோடி பொருளில் இருந்து சூரிய ஒளியின் துணையுடன் தோல் மற்றும் சிறுநீரகத்தில் உருவாக்கப்படுகிறது.

முக்கியத்துவம்

இது கொலஸ்டிராலின் பெறுதியாகும். கால்சியம் மற்றும் பாஸ்பேட் வளர்சிதை மாற்றத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் பாரா தைராய்டு ஹார்மோன் உருவாக்கத்திற்கு முதல்நிலைப் பொருளாக (Precursor) உள்ளது.

பாஸ்போலிப்பிடுகள்

பாஸ்பாரிக் அமிலத்தை கொண்டுள்ளதால் இவை பாஸ்போலிப்பிடுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவை எல்லா தாவரம் மற்றும் விலங்கு செல்களின் சைட்டோபிளாசத்திலும், செல் சவ்வுகளிலும் காணப்படுகின்றன. செல் சவ்வுகளில் உள்ள பாஸ்போலிப்பிடுகள் செல்லின் செயல்கள் மற்றும் அவற்றின் ஊடுருவல் தன்மைக்கும் உதவுகின்றன. பாஸ்போலிப்பிடுகள் கொழுப்பு அமிலம், நைட்ரஜன் கொண்ட காரங்கள், பாஸ்பாரிக் அமிலம் மற்றும் கிளசெரால் அல்லது மற்ற ஆல்கஹால்களால் உருவாக்கப்பட்டவை. இதில் இருக்கும் ஆல்கஹாலை பொருத்து பாஸ்போலிப்பிடுகள் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

1. கிளிசெரோபாஸ்போடைடுகள் (Glycero phosphatides)

இதில் உள்ள ஆல்கஹால் கிளிசரால் ஆகும். லெசிதின், செபாலின், பாஸ்பாடிடைல் சிரைன், பிளாஸ்மலோஜன் மற்றும் டைபாஸ்பாடிடைல் கிளிசரால் போன்றவை கிளிசெரோ பாஸ்படைடுகள் ஆகும்.

2. பாஸ்போ இனோசிடேடுகள் (Phosphoinositides)

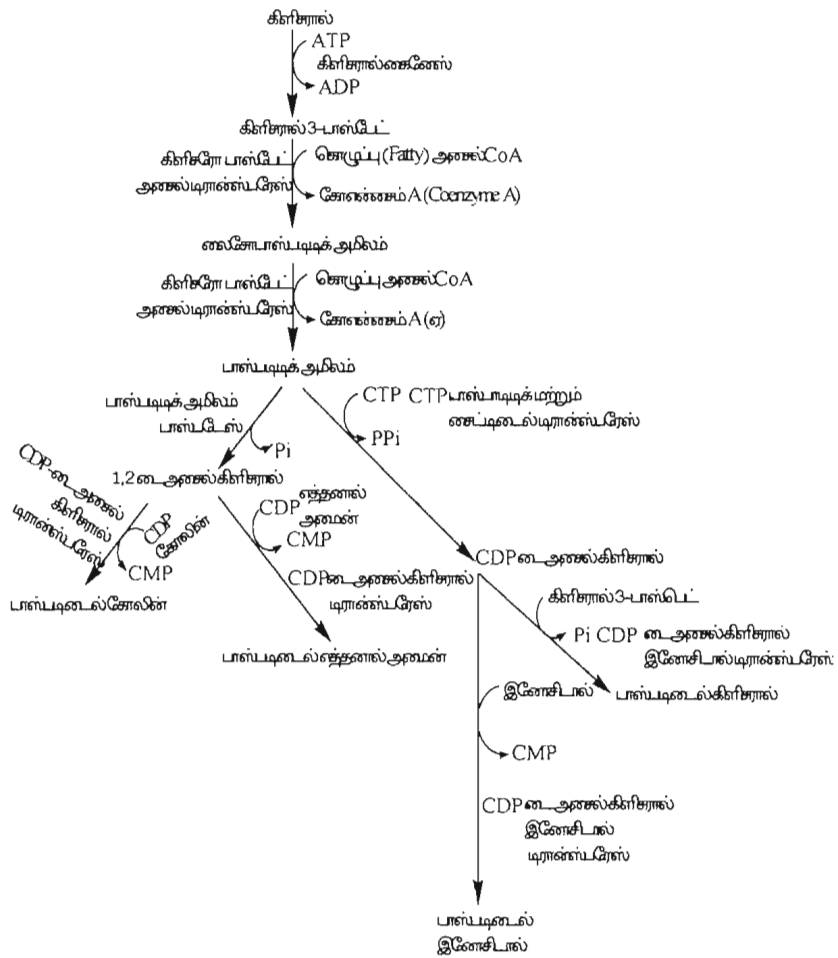
இவை நைட்ரஜன் காரத்திற்கு பதிலாக வளைய ஹெக்ஸா ஹைட்ரிக் ஆல்கஹாலான இனோசிடாலை பெற்றுள்ளன.

3. ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள் (Sphingolipids)

இவ்வகைச் சேர்மங்கள் கிளிசராலுக்கு பதிலாக ஸ்பிங்கோசின் என்ற அமினோ ஆல்கஹாலைப் பெற்றுள்ளன. ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகள் மருத்துவ ரீதியில் முக்கியமான பாஸ்போ லிப்பிடுகளாகும்.

5.4 பாஸ்போலிப்பிடுகளின் உயிர்த் தொகுப்பு (Biosynthesis phospholipids)

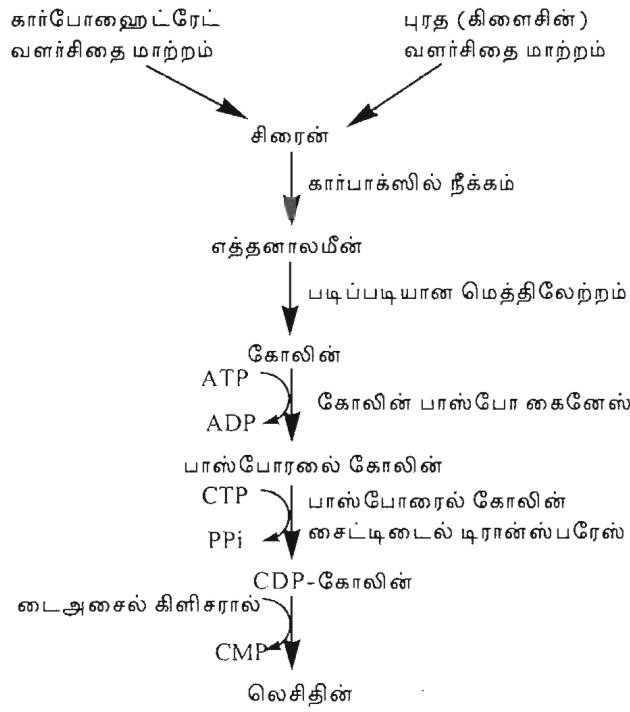
அனைத்து திசுக்களும் பாஸ்போலிப்பிடுகளை வெவ்வேறு வேகங்களுடன் தொகுக்கின்றன. கல்லீரலைத் தவிர, அனைத்துத் திசுக்களும் தொகுக்கும் பாஸ்போலிப்பிடுகளை தாமே பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. ஆனால் கல்லீரலில் தொகுக்கப்படும் பெரும்பாலான பாஸ்போலிப்பிடுகள் பிளாஸ்மாவிற்கு மாற்றப்படுகின்றன. எனவே பிளாஸ்மாவில் உள்ள பாஸ்போ லிப்பிடுகள் அனைத்தும் கல்லீரலில் இருந்துப் பெறப்பட்டவையாகும். பாஸ்போலிப்பிடுகள் கிளிசராலில் இருந்து தொகுக்கப்படுகின்றன.



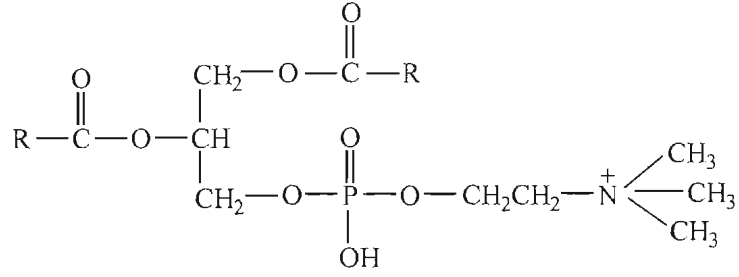
படம் 5.4 பாஸ்போலிப்பிடுகளின் உயிர் தொகுப்பு

5.4.1 லெசிதின் உயிர்தொகுப்பு

லெசிதின் என்பது பாஸ்படிடைல் கோலின் ஆகும். கோலின் என்பது லெசிதினின் ஒரு கூறாகும். இது எத்தனாலமீனை படிப்படியாக மெத்திலேற்றம் செய்வதால் கிடைக்கிறது. மேலும் சிரைன் என்ற அமினோ அமிலத்தை கார்பாக்ஸில் நீக்கம் செய்வதால் எத்தனாலமீன் கிடைக்கிறது. சிரைன், கார்போஹைட்ரேட் மற்றும் புரத வளர்சிதை மாற்றத்தில் இருந்தும் உருவாகிறது.



படம் 5.5 லெசிதின் உயிர்தொகுப்பு



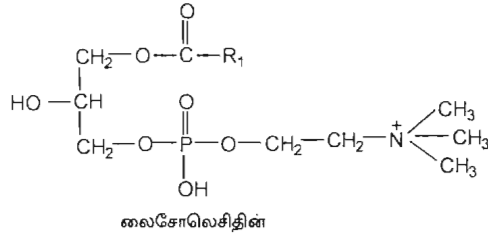
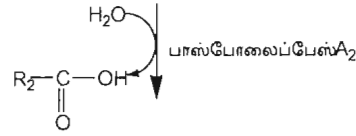
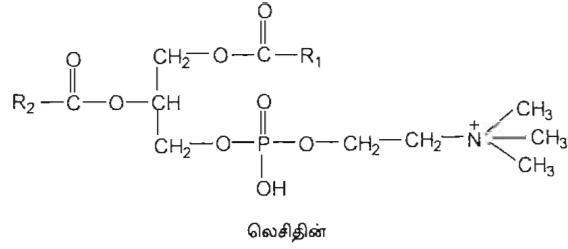
லெசிதின் அமைப்பு

5.4.2 பாஸ்போலிப்பிடுகள் நொதிகளினால் சிதைவடைதல்

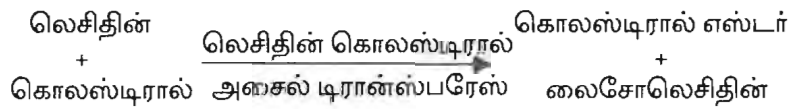
பாஸ்போலிப்பேஸ்கள் என்ற நீராற்பகுப்பு நொதிகள் பாஸ்போலிப்பிடுகளை சிதைவடைக்கின்றன. பாஸ்போலைப்பேஸ்கள் செயல்படும் பிணைப்பின் தெரிவுத் தன்மையைப் பொருத்து நான்கு வகைகளாக முறையே A_1 , A_2 , C மற்றும் D என வகைப்படுத்துப்படுகின்றன.

5.4.3 லைசோலெசிதின் உருவாக்கம்

லெசிதின் மீது லெசிதினேஸ் என்ற நொதி செயல்படும் போது லைசோலெசிதின் உருவாகிறது. லெசிதினேஸ் என்ற நொதி பாஸ்போலைப்பேஸ் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. லெசிதின் மீது பாஸ்போலைப்பேஸ் A_2 செயல்படும் போது லைசோலெசிதின் மற்றும் கொழுப்பு அமிலம் உருவாகிறது.



லைசோலெசிதின் மற்றொரு வழியிலும் உருவாகலாம். இதற்கு லெசிதின் கொலஸ்டிரால் அசைல் டிரான்ஸ்பரேஸ் என்ற நொதி உதவுகிறது. இந்நொதி கல்லீரலிலும் பிளாஸ்மாவிலும் மிகுதியாக உள்ளது. இந்த நொதி கொழுப்பு அமிலத்தை லெசிதினில் இருந்து கொலஸ்டிராலுக்கு மாற்றி கொலஸ்டிரால் எஸ்டரை உருவாக்குகிறது.

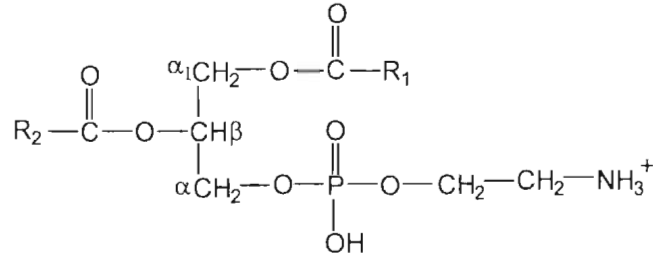


5.4.4 லைசோலெசிதினால் ஏற்படும் விளைவுகள்

லைசோலெசிதினேஸ் என்ற நொதி லைசோலெசிதினை, கொழுப்பு அமிலம், கிளிசெரால், பாஸ்பாரிக் அமிலம் மற்றும் கோலின் ஆக நீராற்பகுக்கிறது. பாம்பின் விஷத்தில் உள்ள லெசிதினேஸ் நொதி லெசிதினில் உள்ள நிறைவுறாக் கொழுப்பு அமிலத்தை பிரித்து, லெசிதினை லைசோலெசிதினாக மாற்றுகிறது. லைசோலெசிதின் இரத்தத்தில் உள்ள சிவப்பணுக்களை சிதைவடையச் செய்கிறது (Hemolysis). இதுவே பாம்பு, சில தேனீக்கள் மற்றும் சிலந்திகளின் விஷத்தன்மைக்கு காரணமாகும்.

5.5 செபாலின்

லெசிதின் போன்ற உருவ அமைப்பில் செபாலினும் உள்ளது. ஆனால் இதில் கோலினிற்கு பதிலாக எத்தனாலாமீன் என்ற காரம் உள்ளது. செபாலின் பாஸ்படிடைல் எத்தனாலாமீன் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.



செபாலினின்

செபாலினின் இயற்பண்புகள் லெசிதினை போன்றது ஆகும். செபாலின் உள்ள கொழுப்பு அமிலங்களை பொறுத்து வேறுபடுகிறது. பாம்பின் விஷத்தில் உள்ள லெசிதினேஸ் என்ற நொதி செபாலின்களை, லைசோசெபாலின்களாக மாற்றுகிறது. இது லெசிதின், லைசோலெசிதினாக மாறுவதை போன்று ஏற்படுகிறது.

5.6 அதிரோஸ்கிலிரோஸிஸ் (Atherosclerosis)

கொலஸ்டிரால் தொகுத்தல், நகர்வடைதல் மற்றும் சேமித்தல் போன்ற செயல்கள் பாலூட்டிகளில் பலவழி முறைகளில் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதில் ஏதேனும் ஒன்றில் குறைப்பாடு ஏற்பட்டால் அதிரோஸ்கிலிரோஸிஸ் உண்டாகிறது.

அதிரோஸ்கிலிரோஸிஸ் என்பது கொலஸ்டிரால் மற்றும் லிப்பிடுகள் இரத்தக் குழாயில் உட்புறத்தில் படிவதால் அடைப்பு ஏற்படுகிறது. இந்த அடைப்பு ஏற்படுவதால் இரத்தம், இருதயம் மற்றும் மூளைக்கு செல்வது தடைபடுகிறது. இதனால் இரத்த அழுத்தம், ஸ்ட்ரோக், மாரடைப்பு ஏற்படுகிறது. புகைபிடித்தல், உடல் பருமன் அதிகரிப்பு (Obesity), உடற்பயிற்சியின்மை, மனஉளைச்சல் (Stress) மற்றும் மிகுந்த கொழுப்பு உணவினால் எதிரோஸ்கிலிரோஸிஸ் உருவாகிறது.

அதிரோஸ்கிலிரோஸிஸ் உள்ளவர்களுக்கு VLDL - Very low density lipoprotein (மிகவும் அடர்த்திக் குறைந்த லிப்போ புரதம்), LDL - Low density lipoprotein (குறைந்த அடர்த்திக் கொண்ட லிப்போ புரதம்) அளவுகள் பிளாஸ்மாவில் அதிகமாக உள்ளன. ஹைபோலிபிடெமிக் மருந்துகளின் மூலம் இரத்தத்தில் உள்ள கொலஸ்டிரால் அளவை கட்டுப்படுத்தலாம். இந்த மருந்துகளை அதிகமாக எடுத்துக் கொள்ளும் பட்சத்தில் பக்க விளைவுகளை ஏற்படுகிறது. மேலும் உணவில் கட்டுப்பாடு மற்றும் உடற்பயிற்சி செய்தலை அதிரோஸ்கிலிரோஸிஸ் உள்ளவர்கள் கடைப்பிடித்தல் அவசியமானதாகும்.

பயிற்சிகள்

1. சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடு.

- அ. கீழ்க்கண்டவற்றுள் நிறைவுற்ற கொழுப்பு அமிலம் எது?
- i. ஒலியிக் அமிலம் ii. செரிபிரோனிக் அமிலம்
iii. நெர்வோனிக் அமிலம் iv. ஸ்டியரிக் அமிலம்
- ஆ. கீழ்க்கண்டவற்றுள் இன்றியமையாத கொழுப்பு அமிலம் எது?
- i. லினோலிக் அமிலம் ii. லினோலினிக் அமிலம்
iii. அரகிடோனிக் அமிலம் iv. ஒலியிக் அமிலம்
- இ. அசிடைல் CoA கார்பாக்ஸிலேற்ற வினையில் பயன்படும் வைட்டமின்
- i. TPP ii. FAD.
iii. பயோட்டின் iv. வைட்டமின் சி
- ஈ. ----- கொலஸ்டிராலில் இருந்து உருவாகிறது
- i. வைட்டமின் A ii. வைட்டமின் C
iii. வைட்டமின் E iv. வைட்டமின் D
- உ. லைசோலெசிதின் எதன் உதவியால் லெசிதினாக மாறுகிறது.
- i. லெசிதினேஸ் A ii. லெசிதினேஸ் A₂
iii. லெசிதினேஸ் C iv. லெசிதினேஸ் D

II. கோடிட்ட இடத்தை நிரப்புக.

1. இன்றியமையாத கொழுப்பு அமிலங்களின் பற்றாக்குறையால் ----- ஏற்படுகிறது.
2. β-ஆக்ஸிஜனேற்ற வினையில் ஈடுபடும் கொழுப்பு அமிலத்தின் செயல்மிக்க இடைநிலை பொருள் -----
3. ஸ்பிங்கோலிப்பிடுகளில் உள்ள அமினோ ஆல்கஹால் -----

4. அராக்கிடோனிக் அமிலத்தில் உள்ள இரட்டைப் பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கை ----- .
5. அதிரோஸ்கிலிரோடிக் உள்ளவர்களின் பிளாஸ்மாவில் ----- மற்றும் ----- அளவு மிகுதியாக காணப்படுகிறது.

III. சரியா? தவறா?

1. லிப்பிடுகள் உடலில் கணக்கில் அடங்கா அளவு சேமிக்கப்படுகிறது.
2. அசைல் CoA டிஹைட்ரோஜினேஸ் என்ற நொதி கொழுப்பு அமில உயிர்தொகுப்பில் ஈடுபடுகிறது.
3. செபாலின் பாஸ்படிடைல் எத்தனாலமீன் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.
4. ஏதிரோஸ்கிலிரோஸ்ஸில் உருவாக உடற்பருமன் அதிகரிப்பு (Obesity) ஒரு காரணமாகும்.
5. அசைல் ஊர்தி புரதம், கொழுப்பு அமிலம் சிதைவடைதலில் ஈடுபடுகிறது.

IV. பொருத்துக.

- | | | |
|-------------------------------|---|-------------------------------|
| 1. லெசிதின் | - | கொலஸ்டிரால் உயிர்தொகுப்பு |
| 2. செபாலின் | - | பித்த உப்பு |
| 3. அசிடைல் CoA கார்பாக்ஸிலேஸ் | - | பாஸ்படிடைல் கோலின் |
| 4. கோலிக் அமிலம் | - | கொழுப்பு அமிலம் உயிர்தொகுப்பு |
| 5. HMG CoA ரிடக்டேஸ் | - | பாஸ்போடிடைல் எத்தனாலமீன் |

V. கீழ்க்கண்டவற்றிற்குச் சுருக்கமாக விடையளி.

1. எந்த கொழுப்பு அமிலம் இரத்தத்தில் உள்ள கொலஸ்டிரால் அளவை குறைக்கும்?
2. எந்த ஸ்டீராய்டு பூஞ்சைகளுக்கு எதிராக செயல்படுகிறது?
3. எந்த நொதி அசிடைல் CoAவை, மேலோனைல் CoAவாக மாற்றுகிறது?
4. பால்மிடிக் அமிலத்தை, அசிடைல்CoAவாக மாற்ற எத்தனை β -ஆக்ஸிஜனேற்றம் தேவைப்படுகிறது.
5. பாஸ்போலிப்பிடுகளில் உள்ள வளைய ஹெக்ஸாஹைட்ரிக் ஆல்கஹால் எது?.

VI. கீழ்க்கண்டவற்றிற்கு விடையளி.

1. β -ஆக்ஸிஜனேற்றம் பற்றி விளக்குக.
2. கொலஸ்டிரால் உயிர்தொகுத்தலில் உள்ள படிகளை விவரி.
3. லிப்பிடுகளின் பயன்களை விளக்குக.
4. அத்திரோஸ்கிலிரோஸஸ் பற்றி குறிப்பு வரைக.
5. நமது உடலில் கொழுப்பு அமிலங்கள் எவ்வாறு தொகுக்கப்படுகின்றன?

பாடம் - 6

நியூக்ளிக் அமிலங்களின் வளர்சிதை மாற்றம்

முன்னுரை

நியூக்ளிக் அமிலங்கள், வாழ்க்கை மற்றும் மரபியல் பண்புகளுக்கு அடித்தளமான வேதிப்பொருளாகும். நியூக்ளிக் அமிலம், மரபணு தகவல்களைக் கடத்த உதவுகின்றது. இதன் பெயருக்கேற்ப, அவை செல்லின் உட்கருவில் அமைந்துள்ளன. ஆனால், அவை மற்ற நுண்ணுறுப்புகளிலும் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. புரதங்களுக்கு அமினோ அமிலங்களைப் போல நியூக்ளிக் அமிலத்திற்கு அடிப்படை அலகு நியூக்ளியோடைடுகள் ஆகும்.

நியூக்ளிக் அமிலங்கள் இரண்டு வகைப்படும்.

அவை,

1. ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலம்
2. டி ஆக்ஸி ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலம்

நியூக்ளிக் அமிலத்தின் பகுதிப் பொருட்கள்

பகுதிப் பொருள்	ரைபோநியூக்ளிக் அமிலம்	D - ஆக்ஸி ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலம்
அமிலம்	பாஸ்பாரிக் அமிலம்	பாஸ்பாரிக் அமிலம்
பென்டோஸ் சர்க்கரை	D - ரைபோஸ்	D-2 டி ஆக்ஸி ரைபோஸ்

நைட்ரஜன் காரங்கள்

1.	பியூரின்	அடினைன் குவானைன்	அடினைன் குவானைன்
2.	பிரிமிடின்	சைட்டோசின் யூராசில்	சைட்டோசின் தையமின்

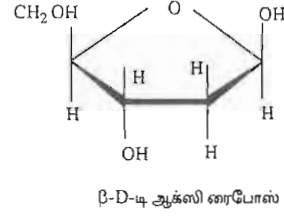
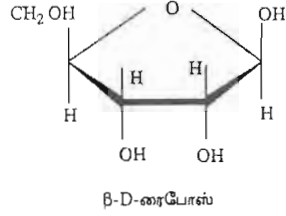
பாஸ்பாரிக் அமிலம்

பாஸ்பாரிக் அமிலத்தின் மூலக்கூறு வாய்பாடு H_3PO_4 . இதில் மூன்று ஒற்றை இணைதிறன் கொண்ட ஹைடிராக்சைல் தொகுதிகளும், ஒரு இரட்டை இணைதிறன் கொண்ட ஆக்ஸிஜன் அணுவும், ஐந்து இணைதிறன் கொண்ட பாஸ்பரஸ் உடன் இணைந்துள்ளன.



பென்டோஸ் சர்க்கரை

முதனிலையில் நியூக்ளிக் அமிலம் 5 கார்பன் சர்க்கரையான பென்டோஸ் சர்க்கரையின் அடிப்படை முறையில் இரண்டு வகையாக வேறுபடுத்தப்படுகிறது. ஒன்று D-2 டி ஆக்ஸிரைபோசையும் (டிஆக்ஸிரைபோ நியூக்ளிக் அமிலம்), மற்றொன்று D-ரைபோசையும் (ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலம்) கொண்டிருக்கும். இந்த இரண்டு சர்க்கரைகளும், நியூக்ளிக் அமிலத்தில், பியூரனோஸ் வளையம் மற்றும் டி கான்பிகரேசனில் அமைந்திருக்கின்றன.

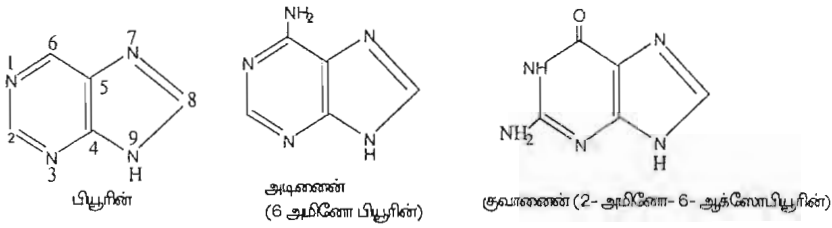


நைட்ரஜன் காரங்கள்

இரண்டு வகையான நைட்ரஜன் காரங்கள் நியூக்ளிக் அமிலத்தில் உள்ளன. அவை பியூரின் மற்றும் பரிமிடினிலிருந்து பெறப்படுகின்றன.

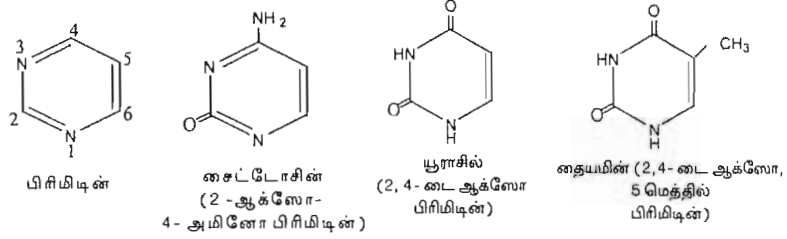
i. பியூரின் காரங்கள்

பியூரின் காரங்கள் அதன் தாய்ச் சேர்மமான பியூரினிலிருந்து பெறப்படுகிறது. ஆறு அணுக்களை உடைய பரிமிடின் வளையம் 5 அணுக்களை உடைய இமிடசோலுடன் இணைந்து பியூரின் வளையத்தைத் தருகிறது. நியூக்ளிக் அமிலத்தில் அடினைன் மற்றும் குவானைன், பியூரின் மூலத்திலிருந்துப் பெறப்படுகின்றன.



ii. பிரிமிடின் காரங்கள்

பிரிமிடின் காரங்கள், அதன் தாய்ச் சேர்மமான, பல்லின வளைய பிரிமிடினிலிருந்துப் பெறப்படுகின்றன. நியூக்ளிக் அமிலத்தில், யூராசில், தையமின் மற்றும் சைட்டோசின் பிரிமிடின் மூலத்திலிருந்துப் பெறப்படுகின்றன.



நியூக்ளிக் அமிலத்தில் உள்ள பிற காரங்கள்

DNA மற்றும் RNAவில், மேலே குறிப்பிட்ட நான்கு காரங்களைத் தவிர, பிற பொதுவாக காணப்படாத சில காரங்களும் காணப்படுகின்றன. அவை 5 மெத்தில் சைட்டோசின், N⁴ அசிடைல் சைட்டோசின், N⁶ மெத்தில் அடினைன், N⁶N⁶ டை மெத்தில் அடினைன், சுடோயூராசில் மற்றும் பல.

காரங்களின் இணைப்பு

காரங்கள் இணைப்பு, இரட்டைத் திருகுச் சுருள், DNA அமைப்பை நிர்வகிப்பது மட்டுமின்றி, DNA, RNA மற்றும் புரதம் உருவாக்குதலிலும் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றது.

DNAவில்,

அடினைன் (A), தையமின் (T) உடனும்,

குவானைன் (G), சைட்டோசின் (C) உடனும் இணைகிறது.

RNAவில்,

அடினைன் (A), யூராசில் (U) உடனும்,

குவானைன் (G), சைட்டோசின் (C) உடனும் இணைகிறது.

↗ இரண்டு ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு
A = T (or) U

↗ மூன்று ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு
G ≡ C

DNAவின் அமைப்பில் சார்காஃப் விதி (DNA மூலப்பொருட்கள்)

அடினைன் - தையமின் மூலக்கூறுகளும், குவானைன் - சைட்டோசின் மூலக்கூறுகளும், DNAவில் சமமான அளவில் இருக்கின்றன. இப்படி பியூரின், பிரிமிடின் சரிவிகிதத்தில் DNAவில் இருப்பது சார்காஃப் விதியாகும்.

நியூக்ளியோடைடுகளின் அமைப்பு

நியூக்ளியோடைடுகள், நியூக்ளிக் அமிலத்தின் அடிப்படை அலகுகளாகும். ஒவ்வொரு நியூக்ளியோடைடும்,

1. பாஸ்பேட்
2. பென்டோஸ் சர்க்கரை
3. நைட்ரஜன் காரங்கள்

ஆகிய பகுதிப் பொருட்களைக் கொண்டது.

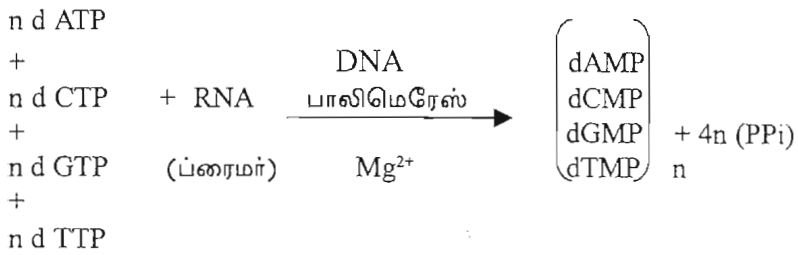
சர்க்கரை + காரம் → நியூக்ளியோசைடு

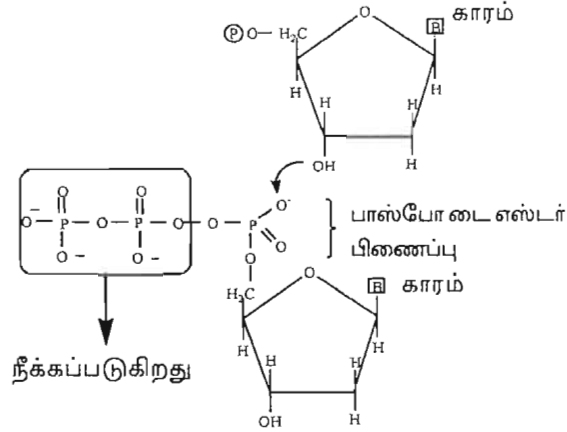
நியூக்ளியோசைடு + பாஸ்பேட் → நியூக்ளியோடைடு

6.1 DNA உருவாக்கம் (DNA Biosynthesis)

புதிய இரட்டை திருகுச் சுருள் DNA ஏற்கெனவே இருக்கும் DNAவிலிருந்து உருவாகும் செயல்முறை ரெப்ளிகேசன் எனப்படும். DNA பாலிமெரேஸ் (அ) DNA நியூக்ளியோடைல் டிரான்ஸ்பரேஸ் நொதியின் கண்டுபிடிப்பிற்கு பின், DNA உருவாக்கத்தின் இயங்கமைப்பு தெளிவுப்படுத்தப்பட்டது. மோனோ நியூக்ளியோடைடுகளிலிருந்து பாலி நியூக்ளியோடைடுகளை பலபடியாக்கல் வினையின் மூலம் உருவாக்கும் இந்த நொதிக்கு கீழ்க்கண்டவை தேவைப்படுகின்றன,

1. புதிய இழை உருவாக, டெம்பிளேட் (template strand) இழை உதவுகிறது. டெம்பிளேட் இழையிலுள்ள வரிசை, எந்த நியூக்ளியோடைடு இணைய வேண்டுமென்பதை நிர்ணயிக்கிறது.
2. RNA ப்ரைமருடன் (Primer) புதிய நியூக்ளியோடைடுகள் இணைக்கப்படுகின்றன.
3. நான்கு நியூக்ளியோசைடு ட்ரை பாஸ்பேட்கள் முறையே, dGTP, dATP, dTTP, மற்றும் dCTP தேவைப்படுகின்றன.
4. துணை காரணியாக மெக்னீசியம் தேவைப்படுகிறது.





படம் 6.1 பாஸ்போ டை எஸ்டர் பிணைப்பு உருவாக்கம்

இந்த வினைக்குத் தேவையான ஆற்றல், dATP, dCTP, dGTP மற்றும் dTTP ஆகிய ட்ரை பாஸ்பேட்களின் அதிக ஆற்றல் கொண்ட பிணைப்புகளின் நீராற்பகுத்தலின் மூலம் பெறப்படுகிறது. ஒவ்வொரு காரமும் புதிய தொடருடன் இணையும் போது அதன் இறுதியிலுள்ள பைரோ பாஸ்பேட்டை (PPi) இழக்கிறது (படம் 6.1).

6.1.1 டிபிஎன் பிணைப்பு (Replication)

ரெப்ளிகேசன் என்பது, DNA மாதிரியிலிருந்து ஒரே தன்மையுடைய புதிய சேய் DNA உருவாகுதல் ஆகும்.

ரெப்ளிகேசனின் மாதிரிகள்

ரெப்ளிகேசனை விளக்குவதற்கு மூன்று மாதிரிகள் எடுத்துரைக்கப்பட்டுள்ளன, அவை,

1. கன்சர்வேடிவ் ரெப்ளிகேசன் (Conservative)
2. டிஸ்பர்சிவ் ரெப்ளிகேசன் (Dispersive)
3. செமி கன்சர்வேடிவ் ரெப்ளிகேசன் (Semi conservative)

1. கன்சர்வேடிவ் ரெப்ளிகேசன்

இந்த முறையில் பெற்றோர் DNA ஒரு சேய் செல்லுக்கும், புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட DNA மற்றொரு சேய் செல்லுக்கும் முழுவதுமாக அளிக்கப்படுகிறது (படம் 6.2).



பெற்றோர் DNA

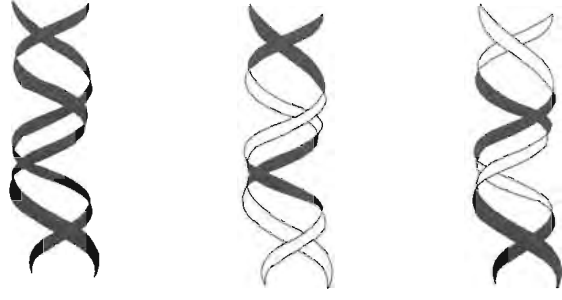


புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட DNA (சேய் DNA)

படம் 6.2 கன்சர்வேடிவ் ரெப்ளிகேசன்

2. டிஸ்பர்சிவ் ரெப்ளிகேசன்

இந்த முறையில், பெற்றோர் DNA சமமற்ற விகிதத்தில், சேய் செல்களுக்கும் பகிர்ந்தளிக்கப்படுகிறது (படம் 6.3).



படம் 6.3 டிஸ்பர்சிவ் ரெப்ளிகேசன்

3. செமி கன்சர்வேடிவ் ரெப்ளிகேசன்

இம்மாதிரியின்படி, சேய் செல்லில் ஒரு பெற்றோர் இழையும், ஒரு புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட சேய் இழையும் இருக்கும் (படம் 6.4).



படம் 6.4 செமிகன்சர்வேடிவ் ரெப்ளிகேசன்

இந்த முறையிலேயே இயல்பாக ரெப்ளிகேசன் நடைபெறுகிறது என்பதை ஆய்வின் மூலம் மெசல்சன் மற்றும்

ஸ்டால் 1957-ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தனர். ஈகோலை செல்கள் $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ மீடியத்தில் (Medium) பல தலைமுறைகள் வளர்க்கப்படுகின்றன. இதனால் DNAவில் உள்ள நைட்ரஜன் அணுக்கள் ^{15}N ஆக மாற்றப்படுகின்றன. சில செல்கள் இயல்பான NH_4Cl மீடியத்தில் வளர்க்கப்படுகின்றன. பின்பு ரெப்ளிகேசனின் மூலம் உருவான சேயிலிருந்து DNA பிரித்து எடுக்கப்பட்டு அதன் அடர்த்தி (Density gradient centrifugation) டென்சிடிக் கிரேடியன்ட் சென்டிரிபியூகேசன் மூலம் பகுத்தறியப்படுகிறது. ரெப்ளிகேசன் கன்சர்வேடிவ் முறையில் நடைபெற்றால், ^{15}N கொண்ட ஒரு கனத்த பட்டையும் (Band) மற்றொன்று ^{14}N கொண்ட சற்று மெல்லிய பட்டையும் கிடைக்கும். ஆனால் ரெப்ளிகேசன் செமி கன்சர்வேடிவ் முறையில் நடைபெற்றால், ^{15}N மற்றும் ^{14}N இரண்டும் கொண்ட, நடுத்தர அடர்த்தி உடைய ஒரே ஒரு இடைநிலை பட்டை மட்டும் கிடைக்கும்.

முதல் தலைமுறையில் கிடைக்கப்பெற்ற பட்டைகள், நடுத்தர அடர்த்தியைக் கொண்ட ஒரு இழையாக இருப்பதால், ரெப்ளிகேசன் செமிகன்சர்வேடிவ் முறையில் நடக்கிறது என்பதை உறுதிப்படுத்துகிறது.

6.1.2 ரெப்ளிகேசனின் படிநிலைகள் (Sequential process of Replication)

DNA ரெப்ளிகேசனின் தொடக்கம் (Initiation of DNA Replication)

DNA உருவாக்கம் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் தொடங்குகிறது. இது ரெப்ளிகேசன் ஆரம்பப்புள்ளி (Origin) எனப்படும்.

புரோகேரியோட்டுகளில் ஒரு ஆரம்பப் புள்ளியும், யூகேரியோட்டுகளில் பல ஆரம்பப் புள்ளிகளும் உள்ளன. இந்தப் புள்ளி A = T கார இணைப்புகளாலான சிறிய தொடரைக் கொண்டது.

ரெப்ளிகேசன் குமிழிகள் (Replication Bubbles)

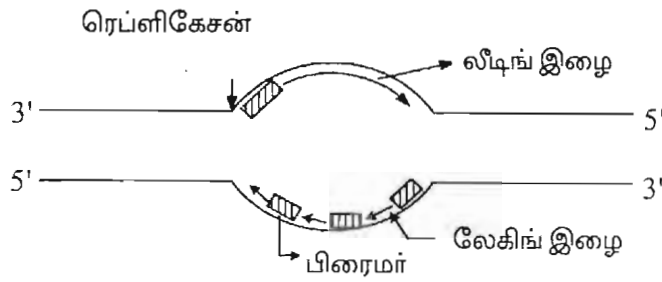
ரெப்ளிகேசன் ஆரம்பப்புள்ளியில் DNA வின் இரண்டு இணை இழைகளும் பிரிந்து ரெப்ளிகேசன் குமிழியை உருவாக்குகின்றன.

பெற்றோர் DNA சுற்று பிரிதல் (Unwinding of parental DNA)

ரெப்ளிகேசன் தொடங்கிய பிறகு, ஒவ்வொரு பத்து காரங்களும் சுற்று பிரிகிறது. இதுவே இரண்டு இழை பிரிதலுக்கும் ஏதுவாகின்றது.

புரோகேரியோட்டுகளில், இழைகள் பிரிவதற்கு ஹெலிகேஸ் (Helicase) என்ற நொதி உதவுகின்றது. ஒவ்வொரு கார இணைகள் பிரிவதற்கும் இரு ATP மூலக்கூறுகளின் நீராற்பகுப்பின் மூலம் பெறப்படும் ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. மற்றொரு புரதமான ஒற்றை இழையில் இணையும் புரதம் (Single Strand Binding Protein) பிரிக்கப்பட்ட இழைகளுடன் இணைந்து, அவை மறுபடியும் இணைவதை தடுக்கின்றன.

DNA பாலிமெரேஸால், ப்ரைமரின் உதவியின்றி ரெப்ளிகேசனைத் தொடங்க இயலாது. ப்ரைமர் என்பது, ப்ரைமேஸ் என்ற நொதியின் மூலம் உருவாகும் RNAவை மூலப்பொருளாகக் கொண்ட சிறிய பாலி நியூக்ளியோடைடு ஆகும்.



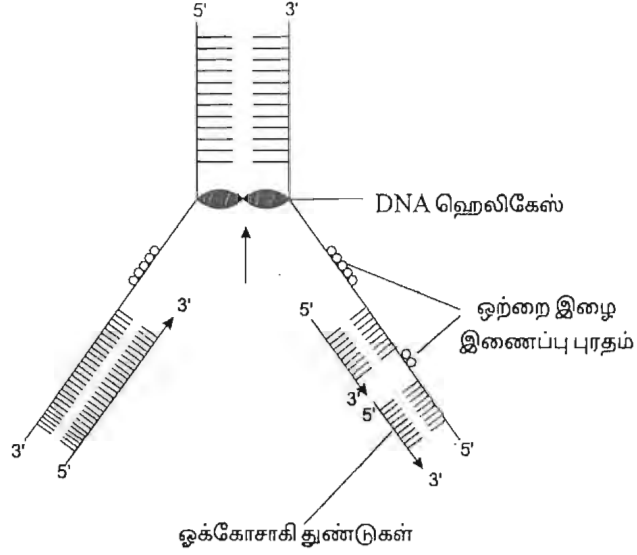
படம் 6.5 DNA ரெப்ளிகேசனின் தொடக்கம்

ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு உடைவதன் மூலம், இரண்டு இழைகள் பிரிக்கப்படுகின்றன. இரட்டை திருகுச்சுருள் DNA, DNA பாலிமேரேஸ் என்ற நொதியின் உதவியோடு, Mg^{2+} முன்னிலையில் DNAவின் ஒரு இழை டெம்பிளேடாக செயல்பட, செல் திரவத்திலிருந்து நான்கு டி ஆக்ஸி ரைபோ நியூக்ளியோசைட்டுரை பாஸ்பேட்டுகள் ஈர்க்கப்பட்டு, டெம்பிளேட் இழைக்கு இணையான காரங்கள், ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் பிரிந்த இழையில் சேர்க்கப்படுகின்றன. இந்த இணையான காரங்களை வரிசைப்படுத்த டெம்பிளேட் இழை உதவுகிறது.

பலபடியாக்கல் (Polymerisation)

இந்த வினையில் புதிதாகப் பிணைக்கப்படும் ஒவ்வொரு நியூக்ளியோடைடும் பைரோபாஸ்பேட்டை இழக்கிறது. இதன் விளைவாக மீதமுள்ள பாஸ்பேட் தொகுதி ஏற்கனவே உள்ள நியூக்ளியோடைடன் டி ஆக்ஸி ரைபோசின் 3' ஹைட்ராக்ஸில் தொகுதியுடன் இணைந்து, எஸ்டர் பிணைப்பை ஏற்படுத்துகிறது. இந்த இணைப்பு "பாஸ்போ டை எஸ்டர் பிணைப்பு" எனப்படும்.

பெற்றோர் இழைகள் எதிரெதிர் திசைகளில் ஓடுகின்றன. புதிய இழை உருவாகுதல், இரண்டு பெற்றோர் இழைகளிலிருந்தும் ஒரே நேரத்தில் ஆனால் வெவ்வேறு வேகத்தில் நடைபெறுகிறது. 3'→5' திசைகளில் இழைகளை உருவாக்க எந்த ஒரு நொதியும் இல்லை. ஒரே நொதி இரண்டு இழைகளை உருவாக்க முடியாது. ஒரு நொதி, 5'→3' திசையில் தொடர்ந்து ஒரு இழையை உருவாக்குகிறது. அந்த இழை லீடிங் இழை (Leading strand) எனப்படும். மற்றொரு இழையான, லேகிங் இழை (Lagging strand), தொடர்ச்சியற்ற முறையில் உருவாக்கப்படுகிறது. மேலும், இதில் குறைந்த அளவிலான (250) நியூக்ளியோடைடுகள், 5'→3' திசையில், லீடிங் இழைக்கு எதிராக உருவாக்கப்படும். இது அரை தொடர்ச்சி DNA உருவாக்கம் (Semi continuous DNA synthesis) என அழைக்கப்படுகிறது.



படம் 6.6 ரிப்ளிகேசன் ஃபோர்க் (Replication Fork)

தொடர்ச்சியற்ற முறையில் சிறிய சிறிய துண்டுகளாக புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட DNA, ஒக்கோசாகி துண்டுகள் (Okazaki Fragments) எனப்படும். இது லைகேஸ் (Ligase) என்ற நொதியின் மூலம் இணைக்கப்படுகிறது (படம் 6.6).

புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு சேய் இரட்டைத் திருகு சுருள் DNAவில், ஒரு பழைய இழையைக் கொண்ட பிரைமர் DNAவும், அதற்கு இணையான புதிய இழையும் இருக்கும். இறுதியில், உருவாக்கப்பட்ட புதிய சேய் இழையும், பெற்றோர் இழையும், ஒரே மூலக்கூறு சேர்க்கை மற்றும் வரிசையைக் கொண்டது. இதுவே “ரெப்ளிகேசன்” எனப்படும்.

6.2 டி ஆக்ஸி ரைபோ நியூக்ளியேஸ்கள் மூலம் DNA சிதைவடைதல்

நியூக்ளிக் அமிலங்கள், உட்கருவில் பெரும்பாலும் நியூக்ளியோ புரதங்களாகக் காணப்படுகின்றன. உணவில் உள்ள நியூக்ளிக் அமிலங்கள் HCl அமிலத்தின் மூலம் நியூக்ளிக் அமிலங்களாகவும் புரதங்களாகவும் பகுக்கப்படுகின்றன.

HCl

நியூக்ளியோபுரதங்கள் \longrightarrow நியூக்ளிக் அமிலங்கள் + புரதங்கள்

நியூக்ளிக் அமிலங்கள், இரைப்பையில் எந்த வித மாற்றமும் அடையாமல் டியோடினத்தை அடைந்து, அங்குள்ள நொதிகளால் (நியூக்ளியேஸ் நியூக்ளியோடிடேஸ் மற்றும் நியூக்ளியோசிடேஸ்) பியூரின், பிரிமிடின் காரங்கள் மற்றும் பென்டோசுகளாகச் சிதைக்கப்படுகின்றன.

நியூக்ளிக் அமிலங்களைச் சிதைவடையச் செய்யும் மூன்று வகையான நொதிகள் கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளன.

1. நியூக்ளியேசஸ் (Nucleases)

நியூக்ளிக் அமிலங்களைச் சிதைவடையச் செய்யும் நொதிகளுக்கு நியூக்ளியேசஸ் என்று பெயர். குறிப்பாக RNAக்களைச் சிதைவடையச் செய்யும் நொதிகள் ரைபோநியூக்ளியேசஸ் என்றும், DNAக்களைச் சிதைவடையச் செய்யும் நொதிகள் டி ஆக்ஸி ரைபோ நியூக்ளியேசஸ் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. சில நொதிகள் RNAக்களையும், DNAக்களையும் சிதைவடையச் செய்யும் தன்மை கொண்டவை.

டி ஆக்ஸி ரைபோ நியூக்ளியேஸ்கள், மேலும் இரு வகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.