ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ БИОТЕХНОЛОГИЯ ФАКУЛЬТЕТІ
БИОФИЗИКА, БИОМЕДИЦИНА ЖӘНЕ НЕЙРОҒЫЛЫМ КАФЕДРАСЫ

Дәріс №4
Көмірсулардың алмасуы
Патология кезінде көмірсулардың қызметі

Дәріскер: б.ғ.к., профессор Аблайханова Н.Т.

Алматы, 2026

ЖОСПАР

- **I Кіріспе**
- **II Негізгі бөлім**
- Көмірсулардың қызметі.
- Көмірсулардың жіктелуі.

1. Қарапайым көмірсулар.
2. Күрделі көмірсулар.

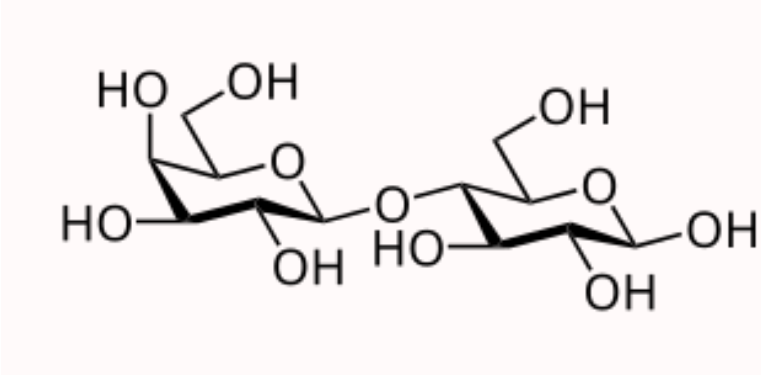
- Көмірсу алмасуының кезеңдері.
- Көмірсу алмасуының реттелуі.
- Маңызы.
- **III Қорытынды**
- **Пайдаланылған әдебиеттер**

КІРІСПЕ

- **Көмірсулар** – бұл көміртек, сутек және оттектен тұратын органикалық қосылыстар. Олар организмнің энергия көзі және құрылымдық материал ретінде қызмет етеді. Табиғатта олар өсімдіктерде, жануарларда және саңырауқұлақтарда кездеседі.

- **Химиялық формуласы**:

Жалпы химиялық формуласы $(CH_2O)n$. Мұнда n – көмірсулар молекулаларындағы көміртек атомдарының саны.



КІРІСПЕ

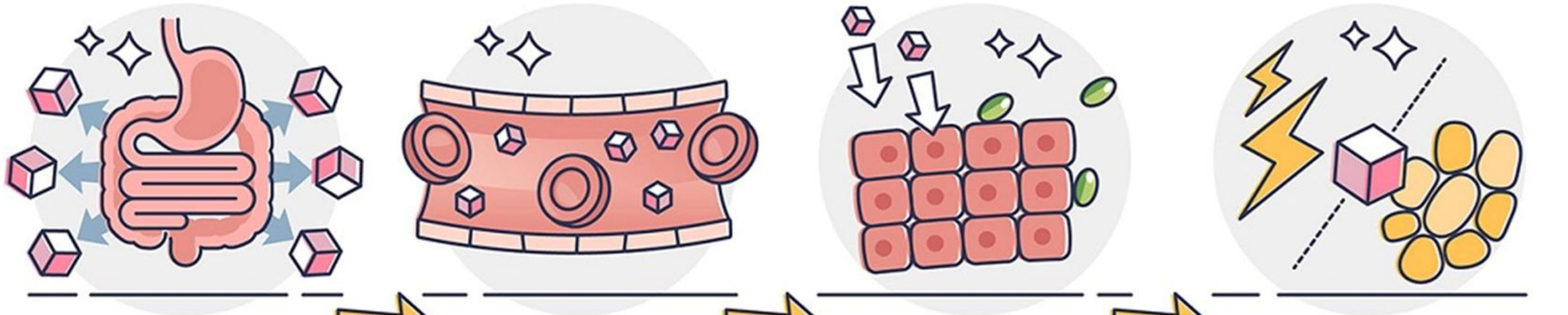
- Көмірсулар жасушалар үшін, әсіресе ми мен бұлшықет үшін энергияның негізгі көзі болып табылады және тұтынылатын энергияның көп бөлігін қамтамасыз етеді. Ағзада қолданылатын негізгі көмірсулар-**глюкоза**.

* Көмірсулар ағзада жүретін метаболизмдегі синтезделетін аралық немесе соңғы өнімдер үшін бастапқы материал болып табылады.

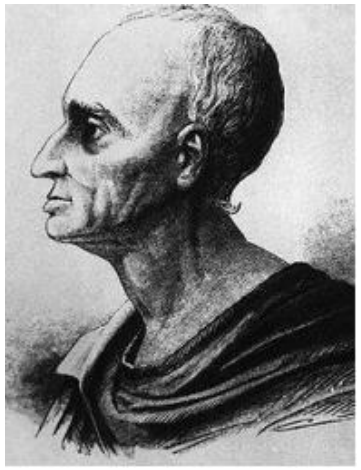
* Көмірсуларға өсімдіктердің құрғақ затының 80%-ы, жануарларда 20%-ы сәйкес келеді.

* Адам тамағының шамамен 70%-ы көмірсудан тұрады.

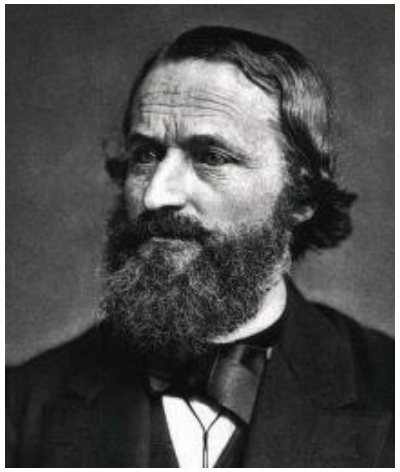
КІРІСПЕ


ас қорыту процесінде көмірсулар қарапайым қанттарға ыдырайды
олар қандағы глюкоза түрінде қанға сіңеді
глюкоза инсулин арқылы дене жасушаларына тасымалданады
жасушалар глюкозаны жылу ретінде пайдаланады немесе ол липидтер түрінде сақталады

КӨМІРСУЛАРДЫҢ АШЫЛУ ТАРИХЫ



Маргграф А.
Неміс химигі 1747 ж. Алғаш рет қант қызылшасындағы қантты таза күйінде бөліп алған.



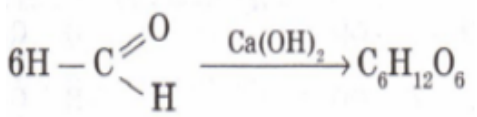
Кирхгоф Г.Р.
Орыс химигі 1811 ж. алғаш рет крахмалды гидролиздеп глюкоза алған.



Берцеллиус Я.
Швед химигі 1837 ж. алғаш рет глюкозаның дұрыс эмпирикалық формуласын ұсынды: $C_6H_{12}O_6$



Бутлеров А.М.
Орыс химигі 1861 ж. $Ca(OH)_2$ қатысында формальдегидтен көмірсудың синтезін іске асырды:



КӨМІРСУЛАРДЫҢ ЖІКТЕЛУІ

- Энергия көзі
- Құрылымдық қызмет
- Құрылымдық қызмет
- Сақтау функциясы
- Клеткалық сигнализация
- Клеткааралық байланыс

Көмірсулар организмнің негізгі энергия көзі болып табылады. Глюкоза, көмірсулардың ең қарапайым түрі, дененің барлық жасушаларына энергия береді.

Көмірсулар клеткалардың құрылымында маңызды рөл атқарады. Мысалы, целлюлоза өсімдік клеткаларының қабырғасында кездеседі, ал хитин жәндіктер мен грибтердің құрылымдық компоненті болып табылады.

Көмірсулар метаболизмнің әртүрлі жолдарында, мысалы, гликолиз және глюконеогенез, маңызды рөл атқарады. Олар энергетикалық алмасуды реттеуге қатысады.

Көмірсулар организмде энергияны сақтау үшін пайдаланылады. Гликоген – жануарларда энергияны сақтау үшін қолданылатын көмірсу.

Көмірсулар клеткалық сигнализацияда, иммундық реакцияларда және клеткалардың өзара әрекеттесуінде маңызды рөл атқарады. Гликопротеидтер мен гликолипидтер клетка мембраналарында орналасып, клеткалық идентификацияға көмектеседі.

Көмірсулар клеткалардың бір-бірімен байланысуына және ақпарат алмасуына мүмкіндік береді.

Көмірсулардың жіктелуі



1 **Қарапайым көмірсулар:**

- **моносахаридтер (мысалы, глюкоза)**
- **дисахаридтер (мысалы, сахароза)**

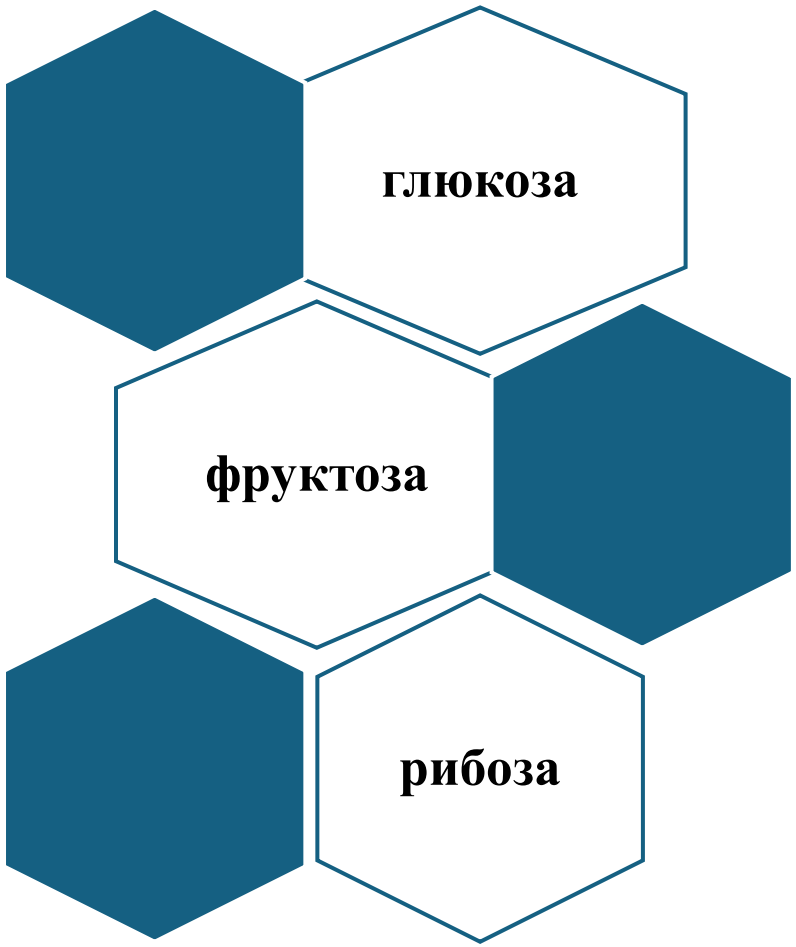
тез сіңіріледі және организмге жылдам энергия береді

2 **Күрделі көмірсулар:**

- **Полисахаридтер (мысалы, крахмал, гликоген, целлюлоза)**

ұзақ уақыт бойы энергия береді және құрылымдық рөл атқарады

МОНОСАХАРИДТЕР



- **Глюкоза** – организмдегі ең маңызды моносахарид, оның формуласы $C_6H_{12}O_6$. Ол барлық жасушалар үшін негізгі энергия көзі болып табылады.
- **Фруктоза** – жеміс қант, ол да қарапайым көмірсу, бірақ глюкозаға қарағанда баяу сіңіріледі.
- **Рибоза** – ДНҚ және РНҚ құрамында кездесетін моносахарид.

ДИСАХАРИДТЕР



- Сахароза (қызылша және қант қамысы) – глюкоза мен фруктозадан тұратын дисахарид.
- Лактоза – сүттің негізгі көмірсуы, ол глюкоза мен галактозадан тұрады.
- Мальтоза – крахмал ыдырауының өнімі, ол екі глюкоза молекуласынан құралады.

Полисахаридтер

Крахмал
Өсімдіктерде негізгі энергия сақтау заты ретінде қызмет етеді. Крахмалды біз тағамнан аламыз.

Гликоген
Бұл жануарлар мен адам организмінде энергияны жинақтайтын көмірсу. Гликоген бауыр мен бұлшықет тіндерінде сақталады.

Целлюлоза
Өсімдіктердің клетка қабырғаларында кездеседі. Адамдар оны қорыта алмайды, бірақ ол ас қорытуға қажет талшық ретінде қызмет етеді.

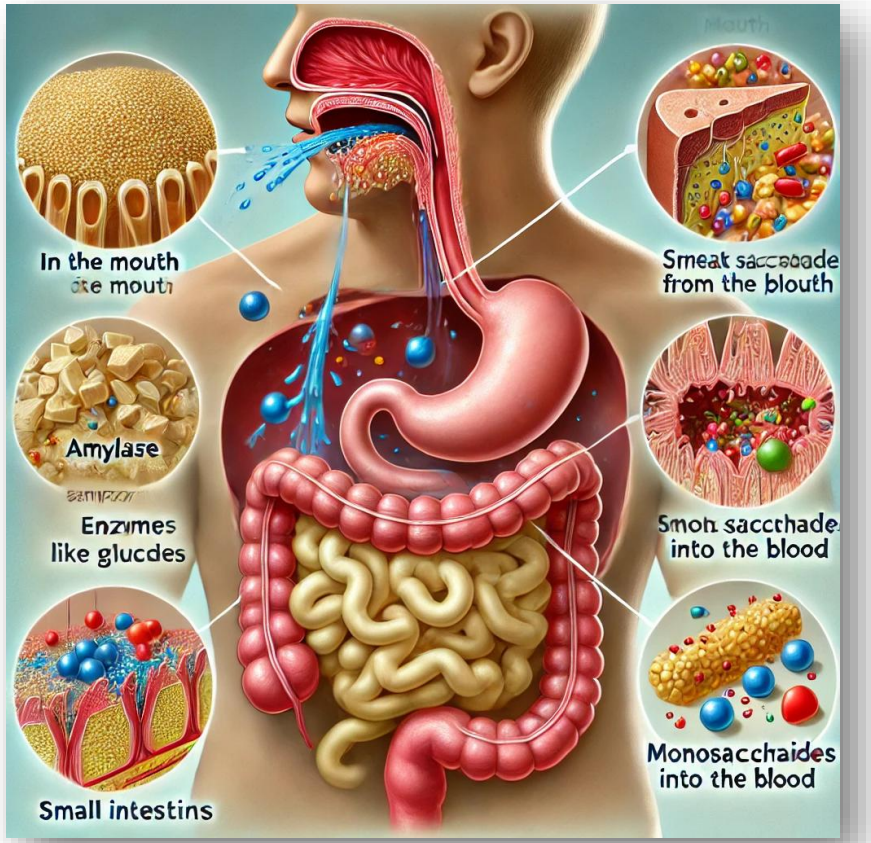
КҮРДЕЛІ КӨМІРСУ

Күрделі көмірсу адам ағзасында қорытылмайды, бірақ ішек жұмысын жақсартады, пайдалы бактериялардың дамуына жағдай жасайды. Азық-түлік өнімдерінде міндетті түрде болуы қажет(көкөністер, жемістер, бидай кебектері). Көмірсу жетіспеушілігі нәруыз бен майлардың заталмасуының бұзылуына, тағам және ұлпа нәруыздарының шығынына әкеліп соғады. Қанда кейбір аминқышқылдарының және май қышқылдарының толық емес қышқылдануынан зиянды заттар жиналады. Қатты жетіспегенде әлсіздік, ұйқышылдық, бас айналуы, бас аурулары, аштық сезім, жүрек айнуы, терлегіштік пайда болады. Көмірсудың мөлшерден артық болуы семіздікке әкеліп соғады. Қанттың және тез сіңірілетін көмірсулардың мөлшерден артуы глюкозаның меңгеруіне қажетті инсулин бөлетін ұйқы безі жасушаларына ауырлық түсуінен, содан кейін олардың жойылуынан жасырын қант диабеті пайда болуы мүмкін. Бірақ қант және құрамында қанты бар өнімдер қант диабетін туғызбайды, тек оның даму қаупін арттырады.

КӨМІРСУ АЛМАСУЫНЫҢ КЕЗЕҢДЕРІ

1 **Көмірсулардың қорытылуы және сіңуі**

- Тамақпен тұтынылатын көмірсулар, мысалы полисахаридтер (крахмал) және дисахаридтер (сахароза, лактоза) амилаза ферментінің әсерінен ауыз қуысында қорытыла бастайды. Содан кейін бұл процесс аш ішекте жалғасады, онда ферменттер (мысалы, мальтаза, сахараза) көмірсуларды моносахаридтерге (глюкоза, фруктоза, галактоза) ыдыратады.
- Глюкоза аш ішектің қабырғалары арқылы қанға сіңіп, энергияға жұмсалатын жасушаларға тасымалданады.

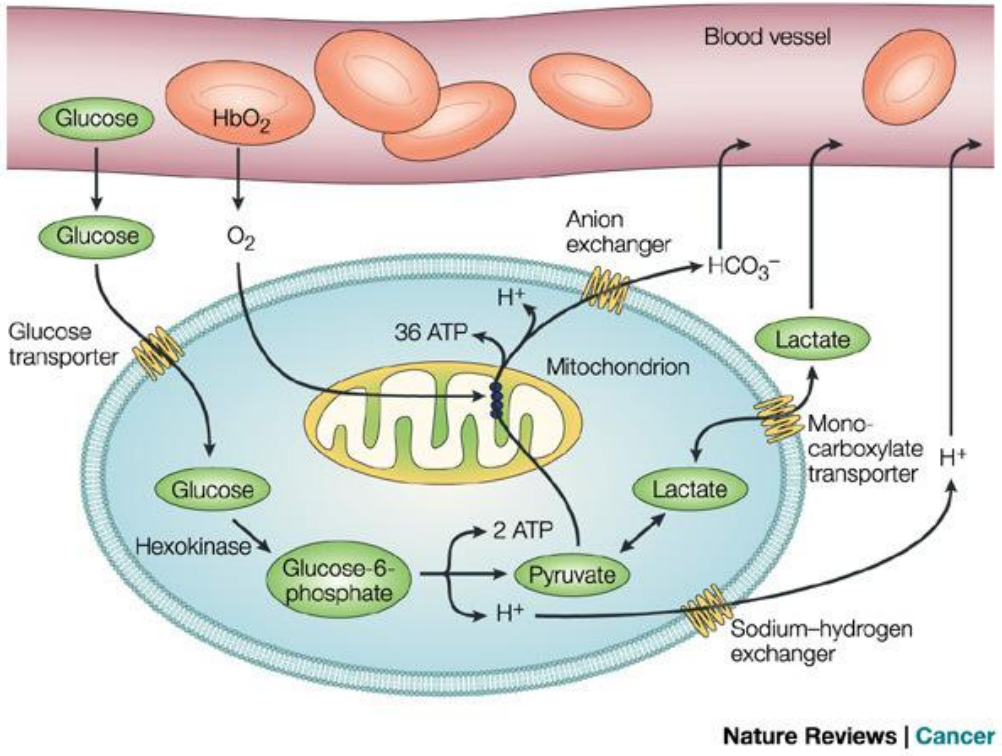


КӨМІРСУ АЛМАСУЫНЫҢ КЕЗЕҢДЕРІ

2 **Гликолиз**

Бұл глюкозаның ыдырауының бірінші кезеңі. Ол жасуша цитоплазмасында жүреді және оттегіні қажет етпейді (анаэробты процесс). Глюкоза пируватқа дейін ыдырап, аз мөлшерде АТФ түзеді (1 глюкоза молекуласына 2 АТФ молекуласы).

Егер оттегі болмаса (мысалы, қарқынды жаттығулар кезінде бұлшықеттерде), пируват лактатқа (сүт қышқылы) айналады, бұл бұлшықет шаршауының дамуына алып келеді.

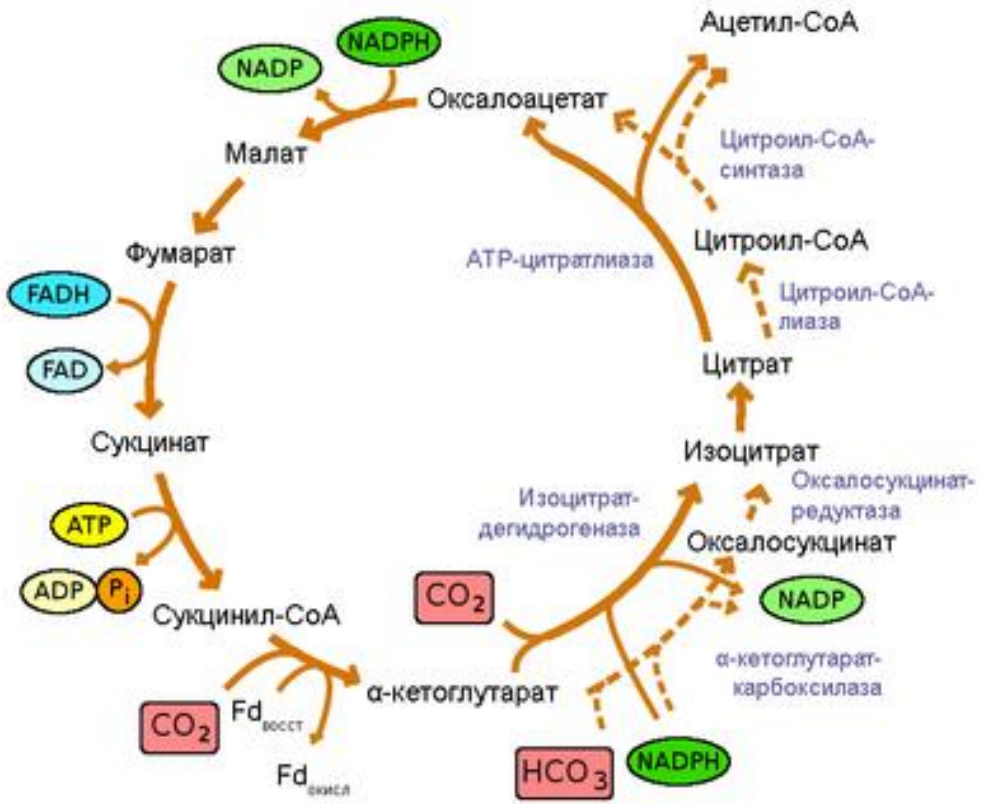


КӨМІРСУ АЛМАСУЫНЫҢ КЕЗЕҢДЕРІ

3 **Кребс циклі (үшкарбон қышқылдарының циклі)**

Егер жасушада оттегі болса, пируват митохондрияға тасымалданады, онда ол Кребс цикліне (цитрат циклі) енеді. Кребс циклі кезінде пируват АТФ синтезі үшін пайдаланылатын энергияны бөліп, көмірқышқыл газы мен суға толығымен тотығады.

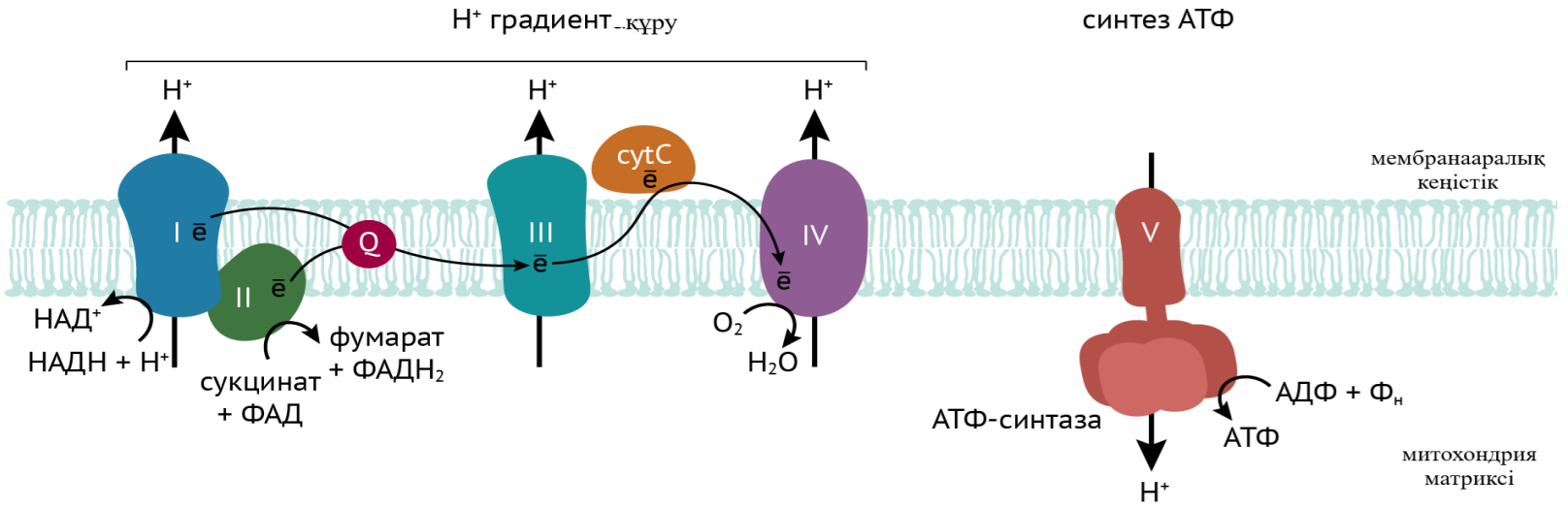
Кребс циклі-бұл аэробты тыныс алудың негізгі кезеңі, онда энергия АТФ түрінде сақталады, сонымен қатар NADH және $FADH_2$, олар әрі қарай тотығу фосфорлануына қатысады.



КӨМІРСУ АЛМАСУЫНЫҢ КЕЗЕҢДЕРІ

4

Тотыға фосфорлануы



Бұл оттегі қатысатын митохондриялардың ішкі мембранасында пайда болатын АТФ синтезі процесі. NADH және $FADH_2$ тотығуы көптеген АТФ түзілуіне алып келеді (глюкозаның бір молекуласына 36 молекулаға дейін).

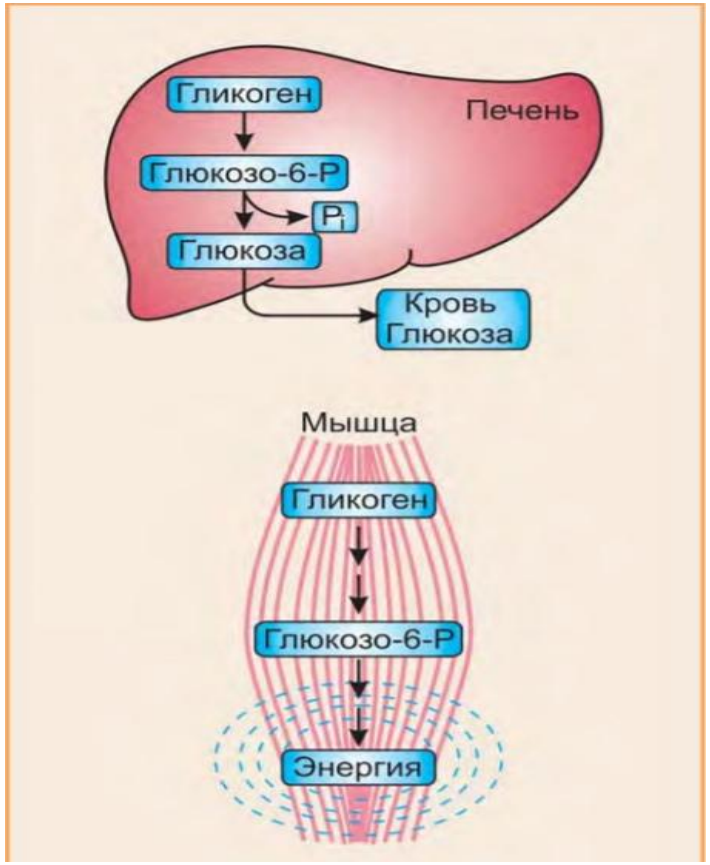
Бұл процесс жасушалардың жұмыс істеуі үшін қажетті энергияның негізгі бөлігін қамтамасыз етеді.

КӨМІРСУ АЛМАСУЫНЫҢ КЕЗЕҢДЕРІ

5 **Глюкозаны сақтау-гликогеногенез**

Жасушалар бірден қолданбайтын артық глюкоза бауыр мен бұлшықеттерде гликоген түрінде сақталады. Бұл процесс глюконеогенез деп аталады.

Гликоген-қандағы глюкоза деңгейін ұстап тұру үшін қажет болған жағдайда (мысалы, жаттығу немесе ашығу (голодание) кезінде) тез жұмылдырылатын резервтік полисахарид.



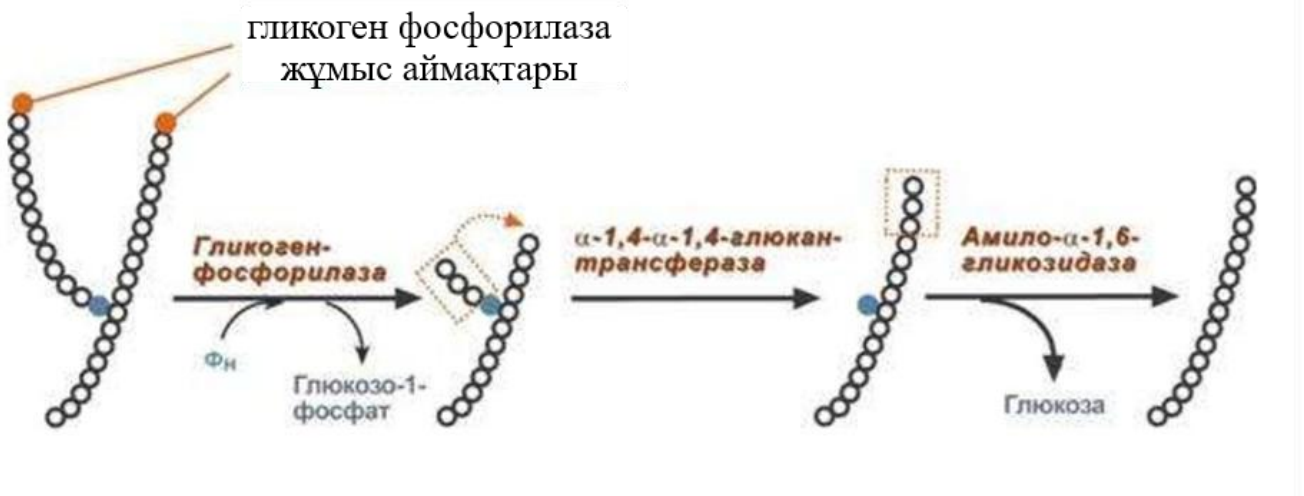
КӨМІРСУ АЛМАСУЫНЫҢ КЕЗЕҢДЕРІ

6

Гликогеннің ыдырауы-гликогенолиз

Қандағы глюкоза деңгейі төмендеген кезде (мысалы, ашығу немесе физикалық белсенділік) бауыр мен бұлшықеттердегі гликоген глюкозаға дейін ыдырайды гликогенолиз. Содан кейін Глюкоза қанға еніп, энергия көзі ретінде пайдалану үшін жасушаларға тасымалданады.

Бауыр гликогені қандағы глюкозаның сақталуын қамтамасыз етеді, ал бұлшықет гликогені бұлшықеттердің өзін энергиямен қамтамасыз ету үшін қолданылады.



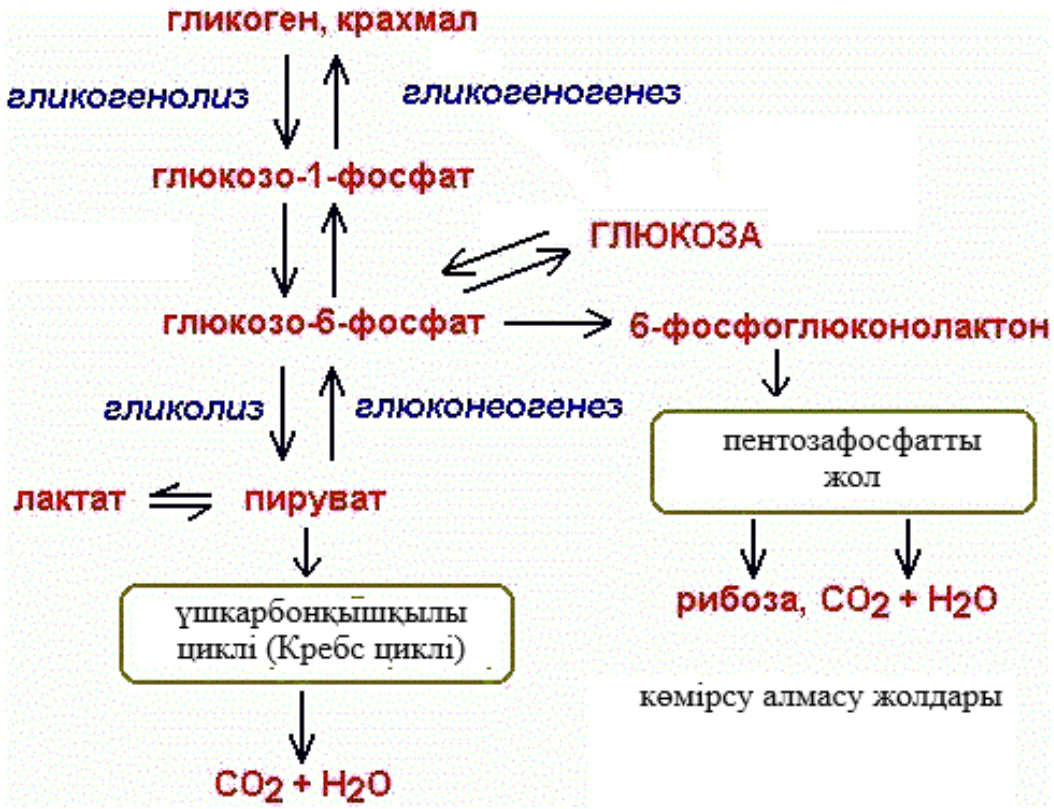
КӨМІРСУ АЛМАСУЫНЫҢ КЕЗЕҢДЕРІ

7

Глюконеогенез

Бұл аминқышқылдары, лактат және глицерин сияқты көмірсутегі жоқ көздерден глюкозаны синтездеу процесі. Глюконеогенез бауырда (және бүйректе аз дәрежеде) жүреді және гликоген қоймалары таусылған жағдайда белсендіріледі (мысалы, ұзақ мерзімді ашығу немесе қарқынды физикалық белсенділік).

Бұл процесс қандағы глюкоза деңгейін ұстап тұру үшін, әсіресе ми мен қызыл қан жасушалары сияқты глюкозаға тәуелді тіндер үшін маңызды.



КӨМІРСУЛАР АЛМАСУЫНЫҢ ГОРМОНАЛДЫ РЕТТЕЛУІ

инсулин

ұйқы безінен бөлінетін гормон, ол қандағы глюкозаны төмендетеді. Ол глюкозаның жасушаларға, әсіресе бұлшықет және май тіндеріне сіңуін ынталандырады және глюкозаның гликоген ретінде сақталуына ықпал етеді

Инсулин сонымен қатар бауырдан глюкозаның бөлінуін шектей отырып глюконеогенезді және гликогенолизді тежейді

глюкагон

инсулинге қарама-қарсы функцияларды орындайтын гормон. Ол қандағы глюкоза деңгейінің төмендеуімен шығарылады және қандағы глюкоза концентрациясын жоғарылату арқылы гликогенолиз мен глюконеогенезді ынталандырады

Глюкагон тамақты ішудің арасында немесе ашығу кезінде глюкозаның қалыпты деңгейін ұстап тұру үшін маңызды

КӨМІРСУЛАР АЛМАСУЫНЫҢ ГОРМОНАЛДЫ РЕТТЕЛУІ

Адреналин мен норадреналин

Бұл гормондар стресске немесе физикалық белсенділікке жауап ретінде шығарылады және гликогенолизді ынталандырады, бұлшықеттер мен басқа тіндерге глюкозаға жылдам қол жеткізуге мүмкіндік береді. Олар сондай-ақ глюкагонның әсерін күшейту үшін инсулиннің бөлінуін тежейді.

Кортизол

Кортизол, стресс гормоны, бүйрек үсті бездерінен бөлініп, глюконеогенезді ынталандырады, сонымен қатар ақуыздардың аминқышқылдарына дейін ыдырауына ықпал етеді, содан кейін олар глюкозаны синтездеу үшін қолданылады. Кортизол стресстік жағдайларда қандағы глюкоза деңгейін жоғарылатады.

АҒЗАДАҒЫ КӨМІРСУЛАРДЫҢ МАҢЫЗЫ

- Энергия көзі → Қандағы глюкозаны сақтау
- Энергия қоры → ОЖЖ жұмысы үшін маңызды

ПАТОЛОГИЯ КЕЗІНДЕГІ КӨМІРСУЛАРДЫҢ ҚЫЗМЕТІ

- Көмірсулардың патология кезіндегі қызметі бірқатар жағдайларға байланысты өзгереді, өйткені олар денедегі негізгі энергия көзі ретінде маңызды рөл атқарады. Патологиялық жағдайлар, әсіресе метаболизмнің бұзылуымен байланысты аурулар, көмірсулардың алмасуына және функциясына айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Көмірсулар алмасуының негізгі бұзылуы - **қант диабеті.**



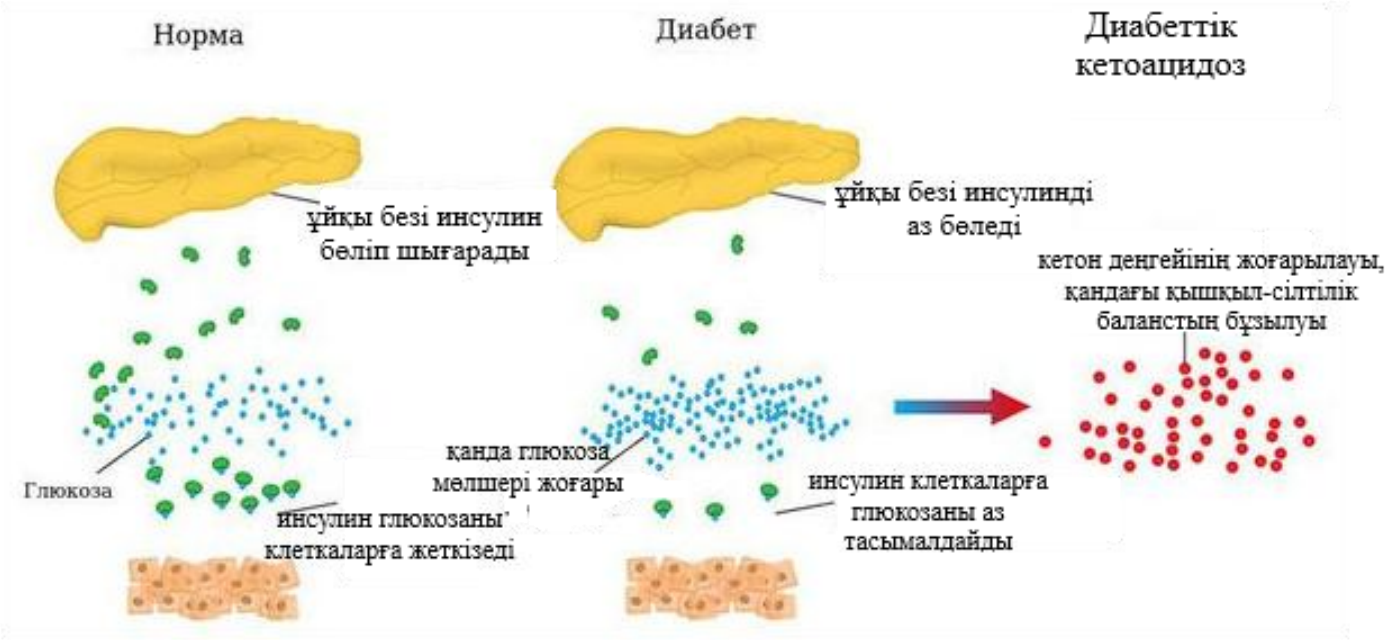
1 типті қант диабеті: Ұйқы безінің бета-клеткаларының бұзылуы нәтижесінде инсулин мүлдем өндірілмейді. Нәтижесінде қандағы глюкоза жасушаларға еніп, энергия ретінде қолданылмайды. Бұл гипергликемияға (қандағы қанттың жоғары деңгейі) және глюкоза несеп арқылы шығарылуына әкеледі.



2 типті қант диабеті: Инсулин бөлінгенімен, ұлпалар оған сезімтал болмайды, яғни инсулинге төзімділік дамиды. Бұл қандағы қанттың тұрақты жоғары болуына әкеледі, бірақ жасушалар оны тиімді пайдалана алмайды.

ПАТОЛОГИЯ КЕЗІНДЕГІ КӨМІРСУЛАРДЫҢ ҚЫЗМЕТІ

- **Патология әсері**: Қант диабеті кезінде организм глюкозаны пайдалана алмай, энергия үшін майлар мен белоктарды (липолиз) қолдана бастайды. Бұл кетон денелерінің жиналуына әкеліп, кетоацидоз сияқты ауыр жағдайлар дамуы мүмкін. Сондай-ақ, гипергликемия тамырларды, нервтерді, бүйректерді, көру мүшелерін зақымдап, ұзақ мерзімді асқынулар тудырады. Бұл жағдайлар ұйқысыздыққа, шаршауға, сусыздануға және тіпті комаға әкелуі мүмкін.



ГИПОГЛИКЕМИЯ

- **Сипаттамасы**: Қандағы глюкозаның қалыптан тыс төмендеуі. Бұл қант диабетіне қарсы емдеу кезінде немесе инсулин секрециясының бұзылуына байланысты болуы мүмкін.
- **Патология әсері**: Гипогликемия миға қажет энергияның жетіспеуіне әкеледі, себебі глюкоза — ми үшін негізгі энергия көзі. Нәтижесінде неврологиялық бұзылулар (бас айналу, шатасу, әлсіздік), есін жоғалту, тіпті өлімге әкелетін жағдайлар болуы мүмкін.



ЛАКТОЗА ТӨЗІМСІЗДІГІ (ЛАКТАЗАНЫҢ ЖЕТКІЛІКСІЗДІГІ)

- **Сипаттамасы**: Лактоза, сүттегі негізгі дисахарид, лактоза ферментінің жетіспеушілігіне байланысты толықтай ыдырамайды. Бұл ішектегі бактериялардың лактозаны ферментациялауына әкеліп, ішектегі жағымсыз әсерлер туындатады.
- **Патология әсері**: Лактозаның дұрыс ыдырамауы метеоризм, іштің кебуі, диарея сияқты белгілерді тудырады. Бұл патология жалпы энергияны жеткілікті деңгейде алуға кедергі келтіруі мүмкін.

ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗДІҢ БҰЗЫЛУЫ

Сипаттамасы: Глюконеогенез — бауыр мен бүйректе глюкозаның көмірсу емес субстраттардан (мысалы, аминқышқылдары, лактат) синтезделуі. Бұл процесс дене ұзақ ашыққанда немесе тамақтан глюкоза жеткіліксіз болғанда өте маңызды.

Патология әсері: Егер глюконеогенез дұрыс жұмыс істемесе, әсіресе аштық кезінде гипогликемия қаупі артады, бұл ми қызметінің бұзылуына әкеледі.

МЕТАБОЛИКАЛЫҚ СИНДРОМ

Сипаттамасы: Метаболикалық синдром — бұл семіздік, инсулинге төзімділік, дислипидемия және артериалды гипертензияны біріктіретін патологиялық жағдай. Ол көмірсу алмасуының бұзылуымен байланысты.



Патология әсері: Метаболикалық синдромның дамуы қант диабетіне және жүрек-қан тамырлары ауруларына әкелуі мүмкін. Бұл жағдайда дене инсулинге төзімді болып, энергияға бай глюкоза жеткіліксіз қолданылады.

КЕТОАЦИДОЗ

Сипаттамасы: Кетоацидоз — глюкоза жеткіліксіз болған кезде организм майларды белсенді ыдыратып, кетон денелерін өндіретін процесс. Бұл көбінесе қант диабетінің ауыр түрлерінде немесе ұзақ ашығуда кездеседі.

Патология әсері: Жоғары концентрациядағы кетон денелері қанның pH деңгейін өзгертеді, бұл метаболикалық ацидозға әкеледі. Бұл жағдай шұғыл медициналық көмек талап етеді.

ГЛИКОГЕНОЗДАР

- **Сипаттамасы**: Гликогеноздар — бұл гликогеннің метаболизміне әсер ететін генетикалық аурулар тобы. Олар ферменттердің тапшылығына байланысты дамып, гликогеннің жиналуы немесе ыдырау процестерін бұзады. Нәтижесінде мына патологиялық процесстерге алып келуі мүмкін:

I тип (Гирке ауруы): Бауырдағы глюкоза-6-фосфатазаның жетіспеушілігі бауыр мен бүйректерде гликогеннің жиналуына және гипогликемияға әкеледі.

V тип (Мак-Ардль ауруы): Бұлшықеттегі гликогенфосфорилаза ферментінің тапшылығы нәтижесінде гликогенді энергияға пайдалану бұзылады, бұлшықет әлсіздігі және ауырсыну пайда болады.

ГЛИКОГЕНОЗДАР (ГЛИКОГЕН САҚТАУ АУРУЛАРЫ)

- **Сипаттамасы**: Бұл аурулар тобы гликогеннің метаболизміне жауапты ферменттердің ақауларынан туындайды. Гликогенді жинақтау немесе ыдырату бұзылған кезде энергия жеткіліксіздігі және басқа да метаболикалық мәселелер туындайды.
- **Патология әсері**:
  - Гликогеннің дұрыс жиналмауы немесе ыдырамауы бұлшықет әлсіздігіне, физикалық белсенділікке төзімділіктің төмендеуіне және бауыр мен бүйрек проблемаларына әкеледі.
  - Мысалы, **Помпе ауруы** гликогеннің лизосомалық ферменттердің жетіспеушілігі салдарынан ыдырамауымен байланысты, бұлшықет және жүрек дисфункциясы пайда болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Көмірсулар алмасуы-бұл денені энергиямен қамтамасыз ететін күрделі процесс. Ол гормондармен реттеледі және жасушаларда және жалпы денеде тұрақты энергия деңгейін сақтауға мүмкіндік беретін глюкозаның ыдырау, пайдалану және сақтау кезеңдерін қамтиды.

Көмірсулардың алмасуының патологиясы әртүрлі физиологиялық және метаболикалық процестерді бұзып, ауыр салдарға әкелуі мүмкін. Бұл жағдайда организм көмірсулардан жеткілікті энергия ала алмайды, ал басқа жолдар арқылы энергия өндірісі тиімсіз немесе қауіпті болады. Ауруларды ерте анықтап, дұрыс емдеу арқылы көмірсулардың алмасуын қалпына келтіруге және асқынуларды болдырмауға болады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. **Көмірсулардың қызметі және жіктелуі қандай?**
2. **Көмірсулардың алмасу кезеңдері қандай?**
3. **Гликонеогенез және гликолиз дегеніміз не? Мақсаттары қандай?**
4. **Метаболикалық синдром дегеніміз не және паталогиясы?**

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- Vasudevan D. M., Sreekumari S., Vaidyanathan K. Textbook of Biochemistry for Medical Students. – 9th ed. – New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, 2019. – ISBN: 978-93-89034-98-1.3.
- Chandel N. S. Carbohydrate Metabolism // Cold Spring Harbor Perspectives in Biology. – 2021. – Vol. 13, No. 1. – Article a040568. – DOI: https://doi.org/10.1101/cshperspect.a040568.4.
- Koch R. L., Kishnani P. S. Glycogen Storage Diseases and Other Inherited Disorders of Carbohydrate Metabolism // Harrison's Principles of Internal Medicine. – 22nd ed. – New York: McGraw Hill, 2025. – Chapter 430.5.
- McGuinness O. P. Metabolism of Glycogen // Harper's Illustrated Biochemistry. – 33rd ed. – New York: McGraw Hill. – Chapter 18.6.
- Daghlas S. A., Rahimi N. Biochemistry, Glycogen // StatPearls [Internet]. – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. – Updated March 21, 2026. – Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/7.
- Patino S. C., Orrick J. A. Biochemistry – Glycogenolysis // StatPearls [Internet]. – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024. – Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/