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

Дәріс №5
Энергияның өзгеруі және жалпы зат алмасу

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

Алматы, 2026

ЖОСПАР

I Кіріспе

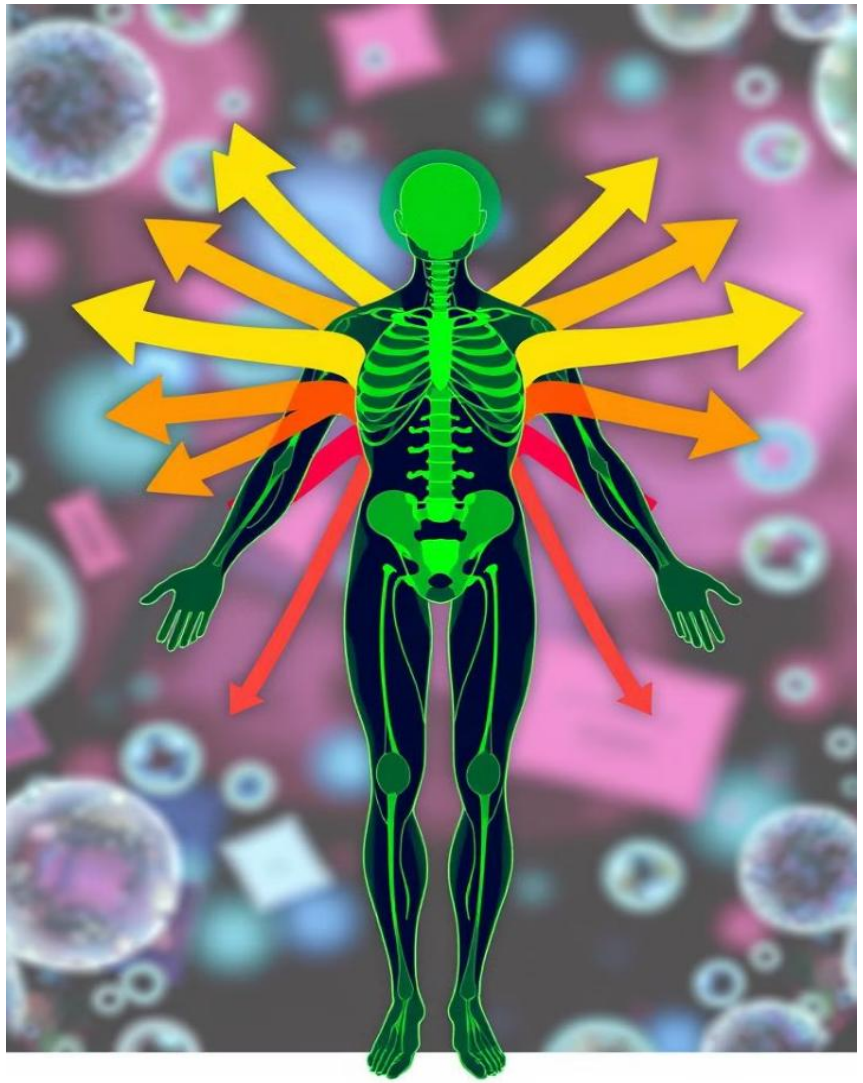
Жалпы зат алмасу мен энергияның өзгеруі туралы түсініктеме.

II Негізгі бөлім

1. Метаболизм кезінде энергияның түрлену кезеңдері.
2. Гликолиз циклі.
3. Үшкарбонқышқылы циклі.
4. Тотыға фосфорлану циклі.
5. Энергияның түрлері.
6. Метаболизм мен энергияның түрленуі арасындағы байланыс.
7. Энергия алмасуды зерттейтін әдістер.

III Қорытынды

Пайдаланылған әдебиеттер



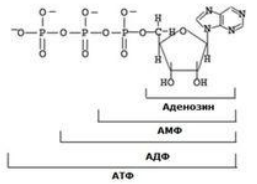
- **Энергия** жасушалық тыныс алудан бастап қозғалыс пен көбеюге дейінгі барлық процестерге қатыса отырып, ағзада маңызды қызмет атқарады.
- **Энергия** – биологиялық жүйелерде маңызды рөл атқаратын негізгі ресурстардың бірі.
- **Метаболизм** – ағзаның дамуын, өсуін және тіршілік үшін маңызды функцияларын қамтамасыз ететін химиялық реакциялардың жиынтығы.

- Адам ағзасында қоректік заттар көмірқышқыл газы мен су сияқты соңғы өнімдерге дейін ыдырағанда **энергия** бөлінеді.

Энергияның бір бөлігі макроэргиялық фосфорлы байланыстарда – АТФ құрамында жиналады

аз мөлшері – креатинфосфатта сақталады

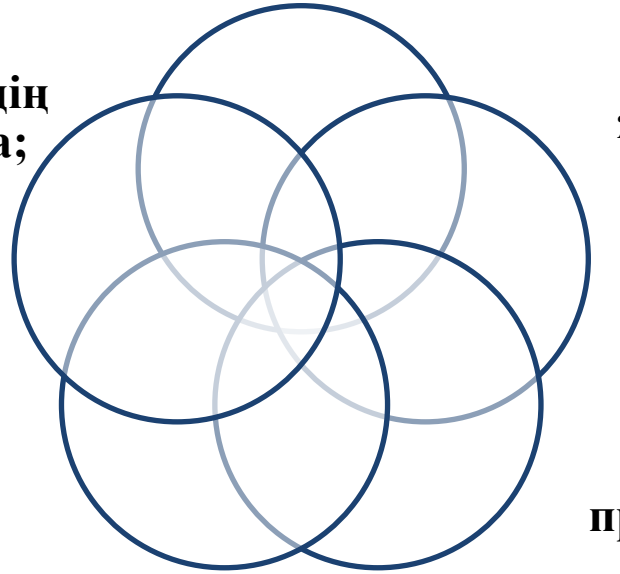
- АТФ әрбір жасушада кездеседі және энергия тасымалдаушы қызметін атқарады.
- АТФ-тың ең көп мөлшері (0,2–0,5%) қаңқа бұлшықеттерінде анықталған.
- Клетканың кез келген қызметі АТФ-тың ыдырауымен жүреді – ол әрбір жасуша мен бүкіл ағза үшін жалғыз және әмбебап энергия көзі болып табылады.
- АТФ-тың түзілуі мен ыдырауы энергияны қажет ететін процестермен байланысты: гидролиз арқылы фосфаттық топ байланысы үзіліп, оның құрамындағы химиялық энергия босатылады.



Диссимиляция процесінде босап шығатын энергия жасушалардың тіршілік әрекеттеріне қолданылады:

заттардың биосинтез реакциялары мен олардың белсенді тасымалдануына;

бұлшықеттердің жиырылуына;



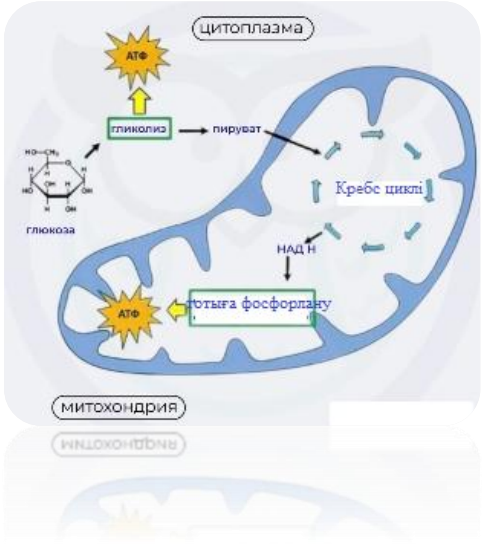
жасушалардың бөлінуіне;

бездердің секрециясына;

биоэлектрлік процестерге және басқа да функцияларға.

МЕТАБОЛИЗМДЕГІ ЭНЕРГИЯНЫҢ ӨЗГЕРУ КЕЗЕҢДЕРІ

1. гликолиз
2. Кребс циклі (үшкарбонқышқылдарының циклі)
3. тотыға фосфорлану



Гликолиз грек тілінен γλυκός, glykos — тәтті және λύσης, lysis — ери.

Гликолиз – ол АТФ синтезделетін, 10 ферменттік реакциялардан тұратын глюкозаның ыдырау жолы, нәтижесінде: аэробты (а) жағдайда - глюкоза екі пируват молекуласына, ал анаэробты (б) жағдайда – екі лактат (сүт қышқылы) молекуласына ыдырайды.

$C_6H_{12}O_6 + 2НАД^+ + 2АДФ + 2Ф_н = 2НАД{\cdot}Н + 2$
$CH_3(C{=}O)COOH$ (пируват) $+ 2АТФ + 2H_2O + 2H^+$

а

$C_6H_{12}O_6 + 2АДФ + 2Ф_н = 2\ CH_3CHOHCOOH$
(лактат) $+ 2АТФ + 2H_2O$

б

ГЛИКОЛИЗДІҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

Анаэробты жағдайда

➢ гликолиз организмде АТФ-тың түзілуін қамтамасыз етеді;

➢ оттексіз жағдайда адам мен жануарлар организмінде бұлшық еттің қарқынды жұмысын жүзеге асырады.

Аэробты жағдайда

➢ гликолиз реакциялары (пируваттың түзілуі) көмірсулардың ыдырауының бірінші кезені болып табылады;

➢ одан ары қарай пируваттан түзілген ацетил-КоА Кребс циклына түседі;

➢ гликолиз және Кребс циклы глюкозаның CO2 -ге дейін толық тотығуын, сонымен қатар, метаболиттік энергияның көп мөлшерде бөлінуін (АТФ) қамтамасыз етеді. Глюкозаның аэробты жағдайда толық ыдырауының нәтижесінде 38 моль АТФ түзіледі.

ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗ

Глюконеогенез - көмірсу емес қосылыстардан глюкозаның синтезі.

Жануарларда глюкоза түзілетін алғы заттар:

- ✓ сүт қышқылы (негізгі алғы зат),
- ✓ пирожүзім қышқылы, глицерин,
- ✓ глюкогенді аминқышқылдар.

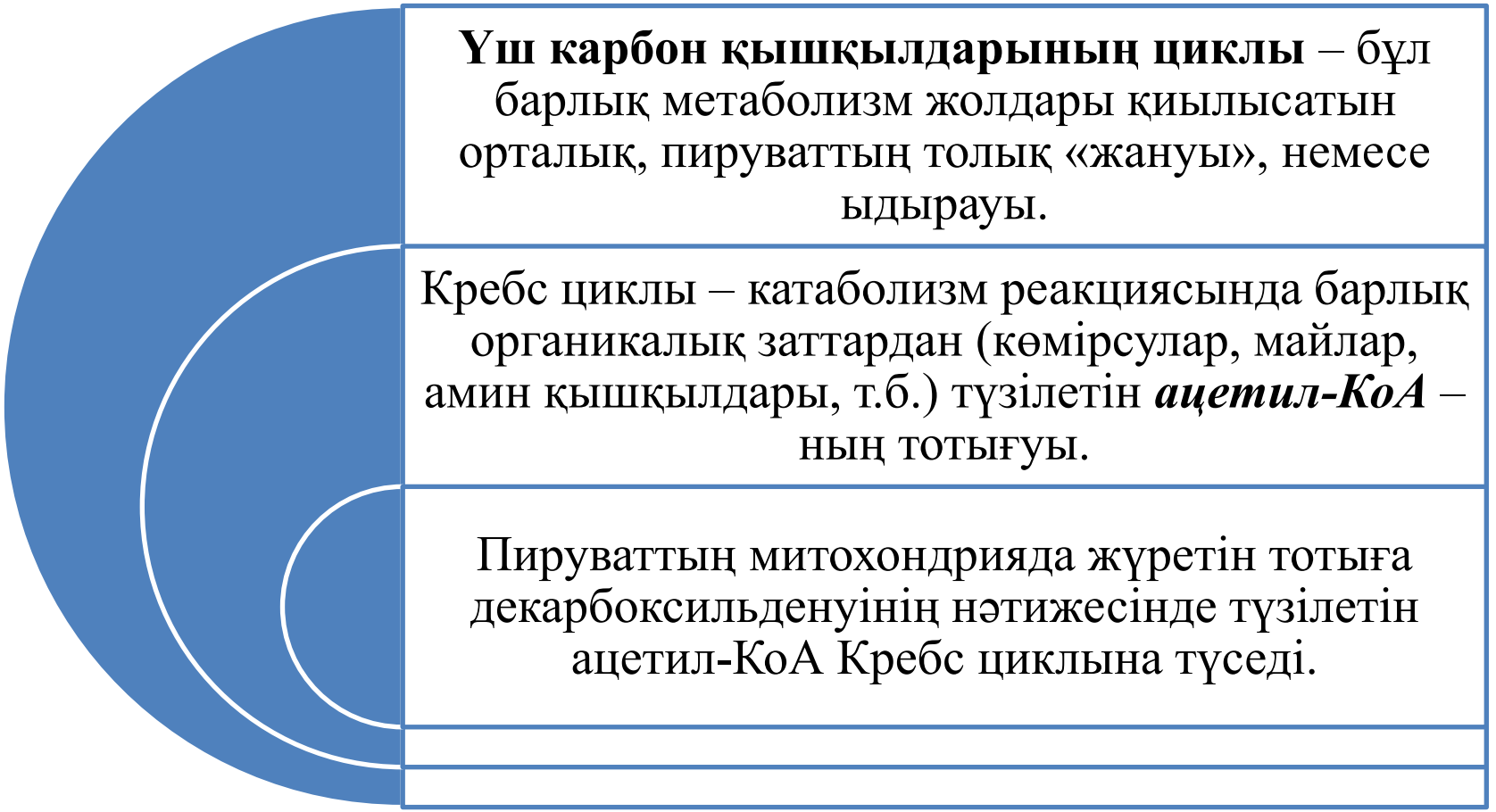
Глюкогенді аминқышқылдар *- глицин, аланин, серин, цистеин, треонин, аспарагин, аспарагин қышқылы, тирозин, феннилаланин, изолейцин, метионин.*

Жануарларда глюконеогенездің негізгі орны – **бауыр.** Глюконеогенез шамалы мөлшерде бүйректе, ішектің шырышты қабатында, өте аз мөлшерде бұлшық етте, жүрек бұлшық етінде, ми клеткаларында жүзеге асады.

Глюконеогенез клетканың цитозолінда өтеді. Бұл процеске қатысатын ферменттер цитоплазмада орналасады.

Өсімдіктерде глюкозаның алғы заты: CO2 (фотосинтез процесі), сүт қышқылы, пирожүзім қышқылы, глицерин, аминқышқылдар, май қышқылдары.

ҮШ КАРБОН ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ЦИКЛЫ
(Кребс циклы)



Кребс циклы – белоктардың, майлардың, көмірсулардың синтезі немесе ыдырауы барысында қосалқы қосылыстар ретінде түзілетін ди- және үшкарбон қышқылдарының тотығуының жолы.

✓

Кребс циклы барлық организм клеткаларында жүреді: өсімдіктерде, жануарлар мен адамда, микроорганизмдерде.

✓

Бұл цикл – аса маңызды метаболизм негізі және 2 маңызды функцияны орындайды:

-организмді энергиямен қамтамасыз етеді;

-Негізгі метаболизм ағындарын интеграциялайды:

- катаболизмдік (биоыдырау)
- анаболизмдік(биосинтез)

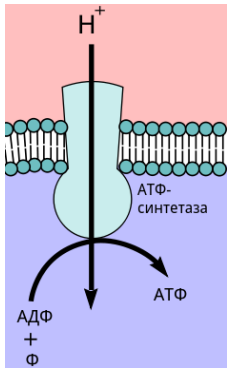
Тотыға фосфорлану - көпсатылы күрделі процесс.

*

Тотыға фосфорлану – бұл тірі жүйенің ішінде жасушалық АТФ-тің көп бөлігін шығаратын ең негізгі механизм. Тотыға фосфорлану АТФ синтезі кезінде молекулалық оттегіні қолданады және ол митохондрияның мембраналарына жақын жерде жүреді.

*

Тотыға фосфорлану дегеніміз – оттегі қатысуымен ферменттердің көмегімен АТФ түзетін метаболитикалық жол. Бұл аэробты организмдердің жасушалық тыныс алуының соңғы сатысы.



ЭНЕРГИЯНЫҢ ТҮРЛЕНУІ

1 **АҒЗАДАҒЫ ЭНЕРГИЯ ТҮРЛЕРІ:**

- химиялық
- жылу
- механикалық
- электрлік

2 **ЭНЕРГИЯНЫҢ САҚТАЛУ ЗАҢЫ:**

энергия жоғалып кетпейді және ештеңеден пайда болмайды, тек бір формадан екіншісіне ауысады.

3 **БИОЛОГИЯДАҒЫ ТЕРМОДИНАМИКА:**

тірі организмдер термодинамика заңдарына, әсіресе бірінші заңға (энергияны сақтау) және екіншісіне (энтропияның жоғарылауы) бағынады.

ХИМИЯЛЫҚ ЭНЕРГИЯ

1. **Негізгі көзі:** АТФ (аденозинтрифосфат) АТФ (аденозинтрифосфат) молекулаларындағы макроэргиялық байланыстар.

2. **Қызметі:** бұл энергия түрі ақуыздардың синтезінен және жасушалардың бөлінуінен бастап, қозғалыс пен заттарды шығаруға дейін барлық жасушалық процестерді қолдау үшін қолданылады.

3. **Алу процесі:** көмірсулар, майлар және ақуыздар сияқты қоректік заттар ыдыраған кезде энергия бөлініп шығады, ол АТФ молекулаларында жинақталып, кейіннен пайдаланылады.

ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫ

1. **Негізгі көзі:** гликолиз және Кребс циклі сияқты катаболикалық реакциялардың жанама өнімдері.

2. **Қызметі:** ферменттер мен биохимиялық реакциялардың тиімді жұмысын қамтамасыз ететін дене температурасын тұрақты ұстап тұруға көмектеседі.

3. **Гомеостаздағы рөлі**: терморегуляция үшін маңызды, ағзаға суық жағдайда жылуды сақтауға немесе қызып кеткенде оны шығаруға мүмкіндік береді.

МЕХАНИКАЛЫҚ ЭНЕРГИЯ

1. **Көрінісі:** бұлшықеттердің қозғалысы, жүрек бұлшықетінің жиырылуы және жасушаішілік құрылымдардың орын ауыстыруы.

2. **Мысал:** бұлшықеттің жиырылуы, тыныс алу және жүрек-қантамыр жүйелерінің жұмысы, жасушалардағы қозғалыс процестері, мысалы, заттарды жасуша мембранасы арқылы тасымалдау.

3. **Негізгі көзі:** АТФ молекулалары ыдырап, бұлшықет талшықтарының жиырылуына қажетті энергияны шығарған кезде механикалық энергияға айналатын химиялық энергия.

ЭЛЕКТРЛІК ЭНЕРГИЯ

Бұл энергия түрлері бір-бірімен үйлесіп, ағзаның тиімді жұмыс істеуін және гомеостазды сақтауды қамтамасыз етеді.

1. **Функциясы:** жүйке импульстарын өткізуге және жасушалық мембраналардың жұмысын қамтамасыз етуге көмектеседі.

2. **Мысал:** жүйке жасушалары (нейрондар) жасушалар арасында сигнал беру үшін, сондай-ақ бұлшықеттер мен мүшелердің жұмысын реттеу үшін электрлік потенциалдарды пайдаланады.

3. **Механизм:** жасуша мембранасының екі жағындағы натрий мен калий сияқты ион концентрациясының айырмашылығы арқылы жасалады, нәтижесінде мембраналық потенциал пайда болады.

ЭНЕРГИЯ ТЕҢДЕСТІГІ ДЕГЕНІМІЗ НЕ?

Организмдегі энергия алмасуын оның теңдестігін анықтау арқылы зерттейді. Ол үшін организм қабылдаған және бөлген энгергия мөлшерін салыстырады.



1

Организмнің қорекпен қабылдаған энергиясының мөлшерін ***бруттo (жалпы) энергия*** деп атайды.

2

Брутто энергия мен организмнің зәрмен, нәжіспен, түрлі газдармен шығындаған энергиясының айырмасын ***нетто-энергия*** дейді. Демек, нетто-энергия организмнің тіршілік әрекеті үшін жұмсалатын энергия.

ЭНЕРГИЯ ТЕҢДЕСТІГІ ДЕГЕНІМІЗ НЕ?

3

Брутто-энергия мен нәжіс энергиясының айырмасын ***ас қорыту энергиясы*** дейді.

4

Ал, ас қорыту энергиясы мен зәрмен бөлінген энергия айырмасын ***алмасу энергиясы*** деп атайды. Алмасу энергиясы организмнің тіршілік әрекеті мен өнім өндіруге (жұмыс атқаруға) жұмсалатын энергия.

ЗАТ ЖӘНЕ ЭНЕРГИЯ АЛМАСУ ПАРАМЕТРЛЕРІ

- Клеткалардың метаболикалық функцияларының әртүрлілігіне байланысты үш метаболикалық белсенділік деңгейі ажыратылады:

Активті алмасу деңгейі; 9

Дайындық деңгейі – тыныштық күйінен белсенділік деңгейіне бірден өту мүмкіндігін сақтау үшін әрбір жасуша қолдайтын дайындық деңгейі;

Қолдау деңгейі – бұл клеткалық құрылымдарды сақтап қалуға жеткілікті және қажетті минималды зат алмасу қарқындылығы; егер бұл қажеттілік қанағаттандырылмаса, клетка өледі.

МЕТАБОЛИЗМ ДЕҢГЕЙЛЕРІН БАҒАЛАУ ЖЕКЕ КЛЕТКАНЫҢ, МҮШЕНІҢ НЕМЕСЕ ОРГАНИЗМНІҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ АЛМАСУЫНДАҒЫ БҰЗЫЛЫСТАРДЫ АНЫҚТАУДА ЕСКЕРУ ҚАЖЕТ

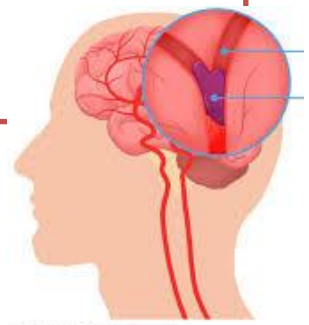
- **Метаболизмнің бұзылу себептері әртүрлі**: улану, қан ағысының баяулауы, оттегінің тасымалдануының нашарлауы және тағы басқалар. Организмнің жалпы зат алмасу деңгейі клетканың немесе жеке органның метаболизмі деңгейінен ерекшеленеді.
- Мысалы, тыныс алу бұлшықеттерінің, жүректің, бүйректердің және мидың метаболизмі олардың қалыпты жағдайда тұрақты белсенділік деңгейінен дайындық деңгейіне дейін төмендесе, бұл өмірлік маңызды мүшелер өз белсенділігін жоғалтады және организм өледі.

МЕТАБОЛИЗМ ДЕҢГЕЙЛЕРІН БАҒАЛАУ ЖЕКЕ КЛЕТКАНЫҢ, МҮШЕНІҢ НЕМЕСЕ ОРГАНИЗМНІҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ АЛМАСУЫНДАҒЫ БҰЗЫЛЫСТАРДЫ АНЫҚТАУДА ЕСКЕРУ ҚАЖЕТ

Энергиямен жабдықтауды тоқтату, алайда, әртүрлі органдар үшін әртүрлі энергетикалық резервтің болуына байланысты жасуша функцияларының дереу бұзылуына әкелмейді.

Осылайша, мидың толық ишемиясының (артериялық қанмен қамтамасыз етілмеуінің) нәтижесінде 10 с-тан кейін есінен тану жағдайы пайда болады, ал 3-8 минуттан кейін нейрондарда тұрақты зақым пайда болады.

Егер мұндай жағдайға тыныштықтағы қаңқа бұлшықеті түссе, ондағы метаболикалық процестер 1-2 сағат бойы қолдау деңгейінде қалады.

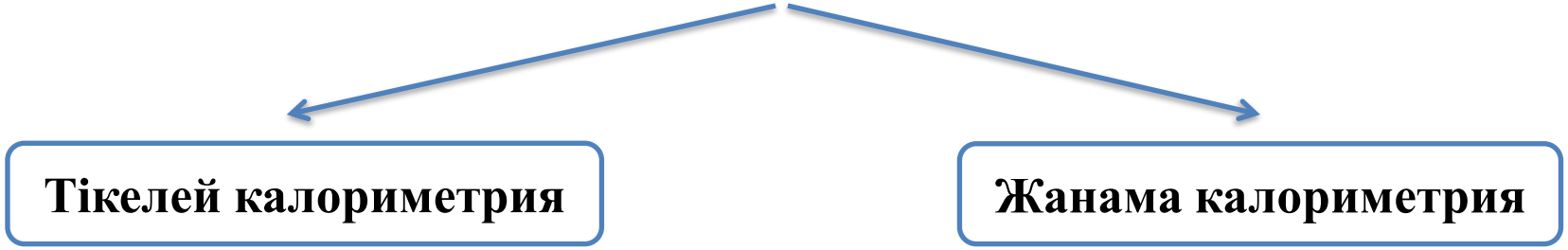


МЕТАБОЛИЗМ МЕН ЭНЕРГИЯНЫҢ ТҮРЛЕНУІ АРАСЫНДАҒЫ БАЙЛАНЫС



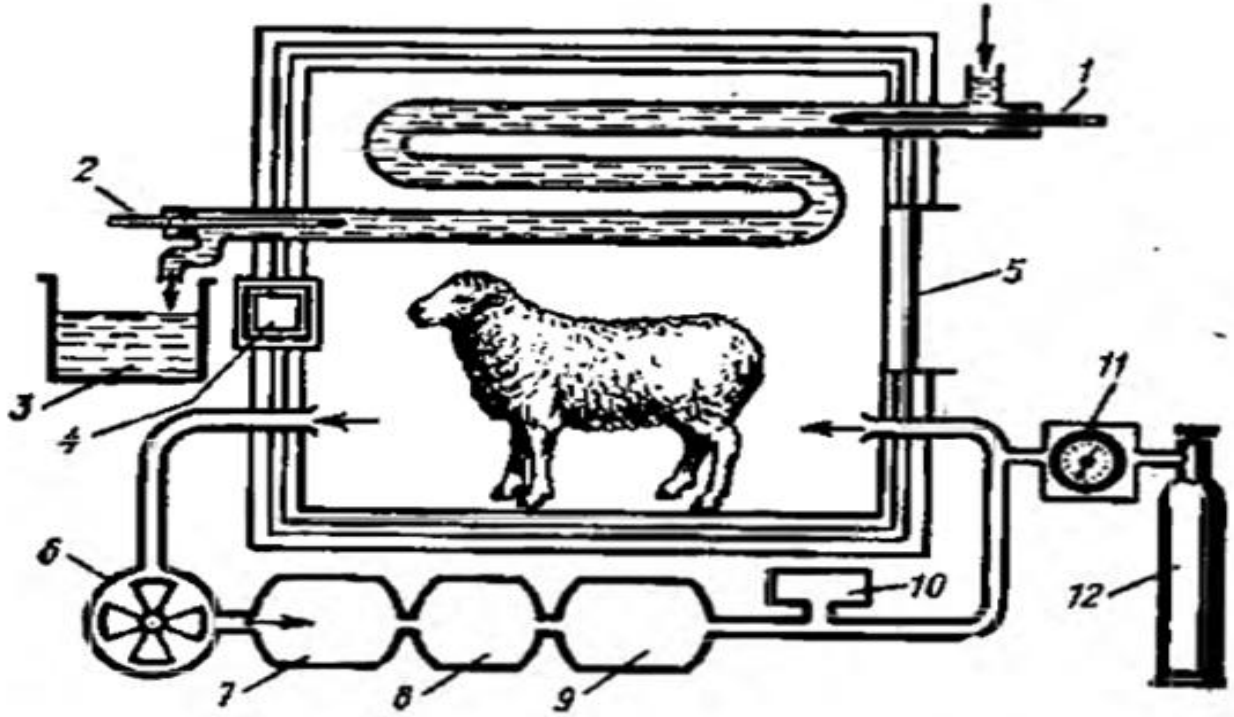
ЭНЕРГИЯ АЛМАСУДЫ ЗЕРТТЕЙТІН ӘДІСТЕР

- Зат алмасу кезінде босанған эгергия организмнен жылу түрінде бөлінеді, сондықтан да организмдегі жылу алмасуын зерттеу арқылы энергия алмасуын анықтауға болады.



ТІКЕЛЕЙ КАЛОРИМЕТРИЯ

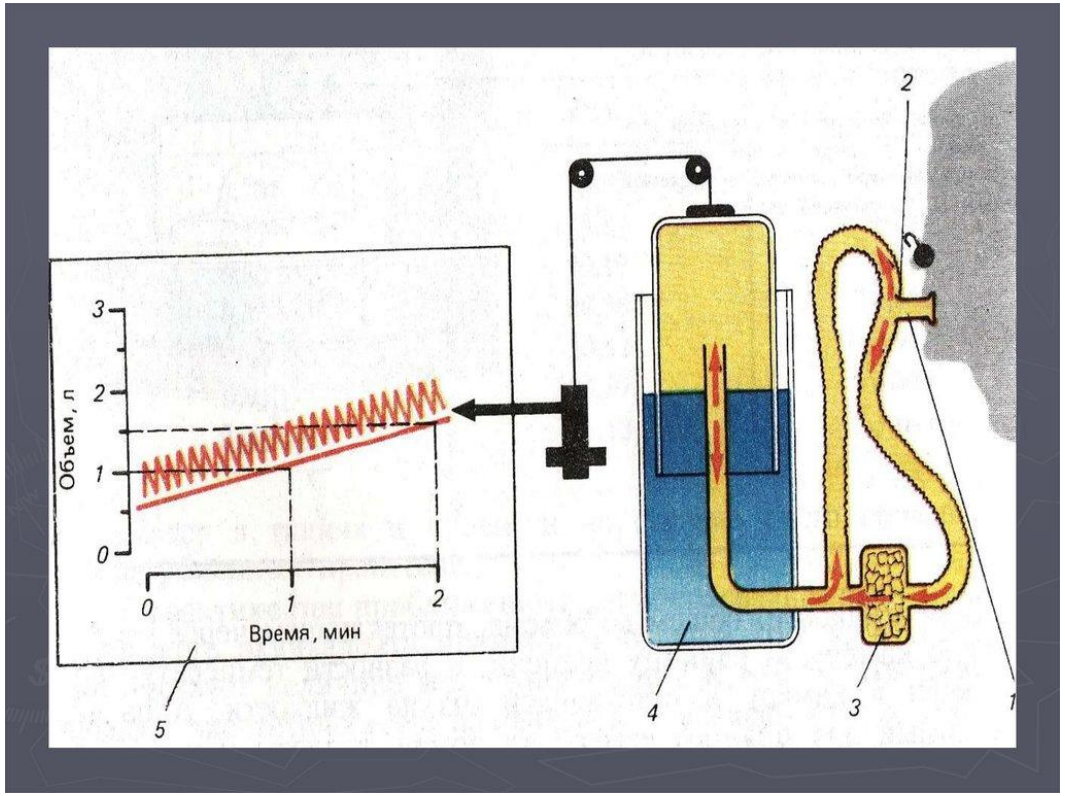
Тікелей калориметрия – организмнен бөлінген жылуды өз бойына сіңіріп алатын күрделі аппарат – *калориметриялық камера* қолдануға негізделген әдіс *(1-сурет)*. Зерттелетін организм камераның ішіне орналастырылады.



1-сурет. *Этуотер-Бенедикт калориметрінің сызбасы:*
1,2 – термометрлер; 3 – суды жинап өлшеуге арналған бак; 4 – азық беріп, мал болген заттарды шығаратын терезе; 5 – малды бақылайтын терезе; 6 – желдеткіш; 7, 9 – суды сіңіру үшін күкірт қышқылы құйылған бактар; 8 – көмірқышқыл газын сіңіретін қондырғы; 10 – камерадағы қысымды тұрақты деңгейде ұстауға арналған құрал; 11 – газ сағаты; 12 – оттегімен толтырылған баллон

ЖАНАМА КАЛОРИМЕТРИЯ

Жанама калориметрия – энергия шығының денеге сіңген оттегінің не денеден шыққан көмірқышқыл газының мөлшерін өлшеу арқылы анықтайды (Дуглас әдісі, оксиспирография).



ҚОРЫТЫНДЫ

- Энергияның өзгеруі және зат алмасу (немесе метаболизм) тірі ағзалардың өмір сүруіндегі ең маңызды процестердің бірі болып табылады. Метаболизм – бұл организмде жүретін барлық биохимиялық реакциялардың жиынтығы, ол екі негізгі процестен тұрады: **катаболизм** және **анаболизм**. Энергияның өзгеруі ағзаның әрбір жасушасында маңызды рөл атқарады. Әсіресе, АТФ (аденозинтрифосфат) молекуласы химиялық энергияның негізгі көзі болып табылады. Катаболизм кезінде күрделі молекулалар (мысалы, көмірсулар, майлар және ақуыздар) энергияның бөлінуімен ыдырайды, ал бөлінген энергия АТФ молекулаларында сақталады. Бұл энергия кейін анаболикалық реакциялар мен басқа да процестерге жұмсалады.
- **Жалпы зат алмасу** организмнің барлық функцияларын қамтамасыз етуге қажет энергияны қамтамасыз етеді және негізгі тіршілікке қажетті қызметтерді тұрақты деңгейде ұстап тұрады. Метаболизмнің жылдамдығы әр адамда түрлі болуы мүмкін және жасқа, жынысқа, физикалық белсенділік деңгейіне және генетикалық ерекшеліктерге байланысты өзгереді. Жалпы зат алмасу жылдамдығы неғұрлым жоғары болса, ағза солғұрлым көп энергия жұмсайды, бұл дененің салмағын, дене температурасын және гомеостазды (ішкі тұрақтылықты) сақтауға әсер етеді.
- **Қорытындылай келе,** энергияның өзгеруі мен жалпы зат алмасу тірі ағзалардың өміршеңдігін қамтамасыз етеді. Энергияның тиімді алмасуы денсаулықты сақтау үшін аса маңызды. Метаболизмнің бұзылуы түрлі ауруларға, соның ішінде семіздікке, қант диабетіне және жүрек-қан тамыр ауруларына әкелуі мүмкін. Сол себепті дұрыс тамақтану мен физикалық белсенділік жалпы зат алмасуды реттеудің негізгі шарттары болып табылады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Метаболизм (зат алмасу) ұғымына анықтама беріңіз және АТФ молекуласының рөлін сипаттаңыз.
2. Гликолиз және глюконеогенез процестерінің мәні неде? Аэробты және анаэробты гликолиздің соңғы өнімдерін атаңыз.
3. Үшкарбон қышқылдарының циклі (кребс циклі) мен тотыға фосфорлану процестерінің жасушалық тыныс алудағы маңызын түсіндіріңіз.
4. Ағзадағы энергия түрлерін (химиялық, жылу, механикалық, электрлік) атап, олардың негізгі көздері мен қызметтеріне сипаттама беріңіз.
5. Энергия теңдестігі дегеніміз не? Брутто-энергия, нетто-энергия, ас қорыту және алмасу энергиясы ұғымдарының айырмашылығын түсіндіріңіз.
6. Зат және энергия алмасу деңгейлерін бағалау маңызы қандай және энергия алмасуды зерттеудің негізгі әдістерін (тікелей және жанама калориметрия) сипаттаңыз.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- Nelson D. L., Cox M. M., Hoskins A. A. Lehninger Principles of Biochemistry. – 8th ed. – New York: Macmillan Learning, 2021.
- Ferrier D. R. Lippincott Illustrated Reviews: Biochemistry. – 8th ed. – Philadelphia: Wolters Kluwer, 2022.
- Lieberman M. A., Peet A. Marks' Basic Medical Biochemistry: A Clinical Approach. – 6th ed. – Philadelphia: Wolters Kluwer, 2022.
- Liu H., Wang S., Wang J. et al. Energy metabolism in health and diseases // Signal Transduction and Targeted Therapy. – 2025. – Vol. 10. – Article 69. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41392-025-02141-x. Nature5. The return of metabolism: biochemistry and physiology of glycolysis // Biological Reviews. – 2026. – Vol. 101, No. 2. – P. 751–803. – DOI: https://doi.org/10.1111/brv.70104. PubMed Central (PMC)6. Human Cardiac Metabolism // Cell Metabolism. – 2024. – Vol. 36, No. 7. – P. 1456–1481. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.cmet.2024.06.003