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

Дәріс №8
Негізгі зат және энергия алмасу процесі

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

Алматы, 2026

ЖОСПАР

I Кіріспе

Негізгі және энергия алмасу туралы түсінік.

II Негізгі бөлім

1. Негізгі алмасуды анықтаудың стандартты шарттары.
2. Негізгі алмасу мөлшеріне әсер ететін факторлар.
3. Негізгі алмасудың практикалық маңызы.
4. Негізгі алмасуды есептеу.
5. Энергия алмасу маңызы.
6. Калория ұғымы туралы түсінік.
7. Калорияның маңызы.

III Қорытынды

Пайдаланылған әдебиеттер

- **Негізгі алмасу** – тіршілікке қажетті ең төменгі энергия алмасуы.
- **Негізгі метаболизм мен энергия** — бұл организмдегі тіршілікті қамтамасыз ететін маңызды процестер. Бұл процестер тыныс алу, қан айналымы, дене температурасын тұрақты ұстап тұру, ұлпалардың қалпына келуі, эндокринді бездердің секрециясы сияқты барлық тіршілікке қажетті функцияларды орындау үшін қажетті энергия өндірісі мен шығынын қамтамасыз етеді.



НЕГІЗГІ МЕТАБОЛИЗМ

Катаболизм: күрделі молекулалардың (мысалы, ақуыздар, майлар және көмірсулар) қарапайым заттарға ыдырауы, энергия бөлінуі.

Анаболизм: энергияны қажет ететін қарапайым молекулалардан күрделі молекулалардың синтезі. Бұл процесс жасушалардың өсуі, тіндердің регенерациясы және гомеостаздың сақталуы үшін қажет.

БАУЫР НЕГІЗГІ АЛМАСУ ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ 27%-ЫН ТҰТЫНАДЫ

- **Ми** — 19%
- **Бұлшық еттер** — 18%
- **Бүйрек** — 10%
- **Жүрек** — 7%
- **Басқа да мүшелер мен ұлпалар** — 19%

- Кез келген жұмыс – физикалық немесе ақыл-ой еңбегі, сондай-ақ тамақтану, қоршаған орта температурасының ауытқуы және алмасу процестерінің деңгейін өзгертетін басқа да сыртқы немесе ішкі факторлар энергия шығынының артуына әкеледі.

НЕГІЗГІ АЛМАСУДЫ АНЫҚТАУДЫҢ СТАНДАРТТЫ ШАРТТАРЫ

1. Таңертең, аш қарынға (соңғы тамақтанудан кейін 12–14 сағат өткен соң);
2. Жатқан күйде (арқамен), бұлшықеттер толық босаңсыған, тыныштық күйде;
3. қолайлы температура жағдайында (18–20 °C);

- **зерттеуге 3 тәулік қалғанда ағзадан ақуызды тағамды қабылдауға болмайды;**

Ересек адам үшін негізгі алмасудың орташа мәні сағатына 1 ккал/кг тең.

Салмағы 70 кг, бойы 165-170, жасы 35-36 ересек ер адам үшін негізгі алмасудың мәні = 1700 ккал/тәул

Әйелдер үшін = 1500 ккал/тәул

НЕГІЗГІ АЛМАСУ ТӘУЛІК УАҚЫТЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ӨЗГЕРЕДІ

- Сағат **6-да** энергия алмасу минималды ↓, күндіз максималды ↑
- түнде энергия алмасу төмендейді және негізгі алмасудан да төмен болады.
- Сондықтан зерттеу таңғы уақытта жүргізіледі.

НЕГІЗГІ АЛМАСУ МӨЛШЕРІНЕ ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАР

- Жасы
- Бойы
- Дене салмағы
- Жынысы
- Жүктілік, лактация
- Қоршаған ортаның температурасы
- Эмоциялық жағдайы
- Ұйқы
- Гормондар деңгейі (қалқанша безі, катехоламиндер және т.б.)
- Инфекциялар мен әртүрлі стресс-факторлар

ҚОЛАЙЛЫ ТЕМПЕРАТУРАДА ЖЫЛУ ӨНДІРУ МЕН ЖЫЛУ БЕРУ АРАСЫНДАҒЫ ТЕПЕ-ТЕҢДІК ОРНАЙДЫ



• Қоршаған ортаның төмен температурасында симпатоадренальды жүйе белсендіріледі, көмірсулар жұмысы активтенеді (гликогеннің ыдырауы), липолиз жүреді, бұл энергия алмасуының жоғарылауына әкеледі.



• Қоршаған ортаның температурасы жоғарылаған сайын симпатоадренальды жүйе одан да белсенді жұмыс жасайды, бұл процесс жүрек соғу жиілігінің жоғарылауымен, терлеумен және энергия алмасуының жоғарылауымен бірге жүреді.

НЕГІЗГІ АЛМАСУДЫ ЕСЕПТЕУ

Гаррис-Бенедикт теңдеуі – жас, жыныс, бой және дене салмағына негізделген формула. Ерлер мен әйелдер үшін формуласы әртүрлі болады.

→

Ерлер үшін:
НЗА=88.36+(13.4×дене салмағы, кг)+(4.8×бойы, см)−(5.7×жасы, жыл)
Әйелдер үшін:
НЗА=447.6+(9.2×дене салмағы, кг)+(3.1×бойы, см)−(4.3×жасы, жыл)

Миффлин-Сент Жеор формуласы – дене салмағы, бойы, жасы және жынысын ескере отырып негізгі зат алмасуды есептейді. Бұл формула қазіргі таңда кең таралған.

→

Ерлер үшін:
НЗА=(10×дене салмағы, кг)+(6.25×бойы, см)−(5×жасы, жыл)+5
Әйелдер үшін:
НЗА=(10×дене салмағы, кг)+(6.25×бойы, см)−(5×жасы, жыл)−161

НЕГІЗГІ АЛМАСУДЫ ЕСЕПТЕУ

Клиникалық әдіс (жанама калориметрия) – оттегі тұтыну мен көмірқышқыл газының бөлінуін өлшеу арқылы негізгі зат алмасу жылдамдығын анықтайды. Бұл әдіс зертханалық жағдайда қолданылады және дәлірек нәтиже береді.

Бұл зертханалық әдіс оттегі тұтыну мен көмірқышқыл газының бөлінуін өлшеу арқылы негізгі зат алмасуды анықтайды. Құрылғы тыныс алу кезінде алынған газдарды талдайды, нәтижесінде зат алмасу деңгейін калориямен есептеп шығарады. Бұл әдіс дәлдікке ие, бірақ арнайы жабдықты талап етеді.

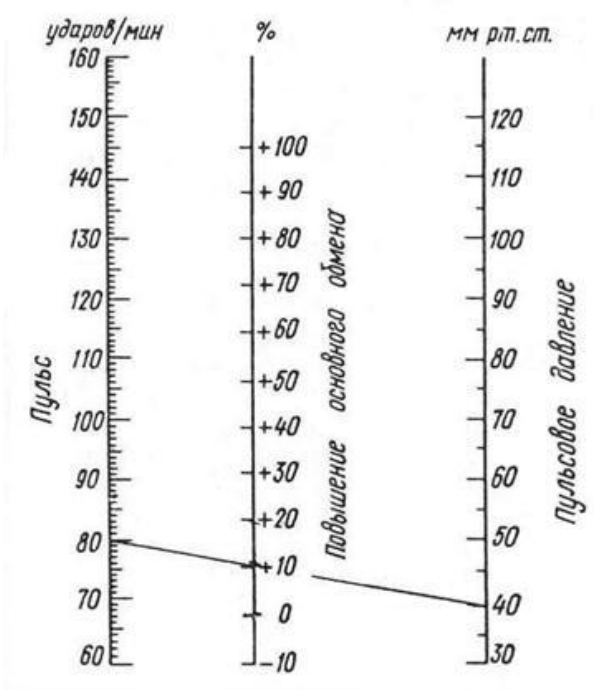
НЕГІЗГІ АЛМАСУДЫ ЕСЕПТЕУ

- Негізгі алмасуды ***Рид формуласы мен номограмма*** бойынша анықтау.
- Рид формуласы пульстік қысым (ПҚ), пульс жиілігі (ПЖ) және организмдегі жылу түзілу арасындағы өзара байланыстарға негізделген. Сондықтан оны қолданып НА-дың қалыпты көрсеткіштен % -тік ауытқуын (өзгерісін) есептеуге болады.

НА = 0,75 х (ПЖ + ПҚ х 0,74) - 72

- Мұнда, ПЖ - пульс жиілігі; ПҚ - пульстік қысым, мм.с.б.

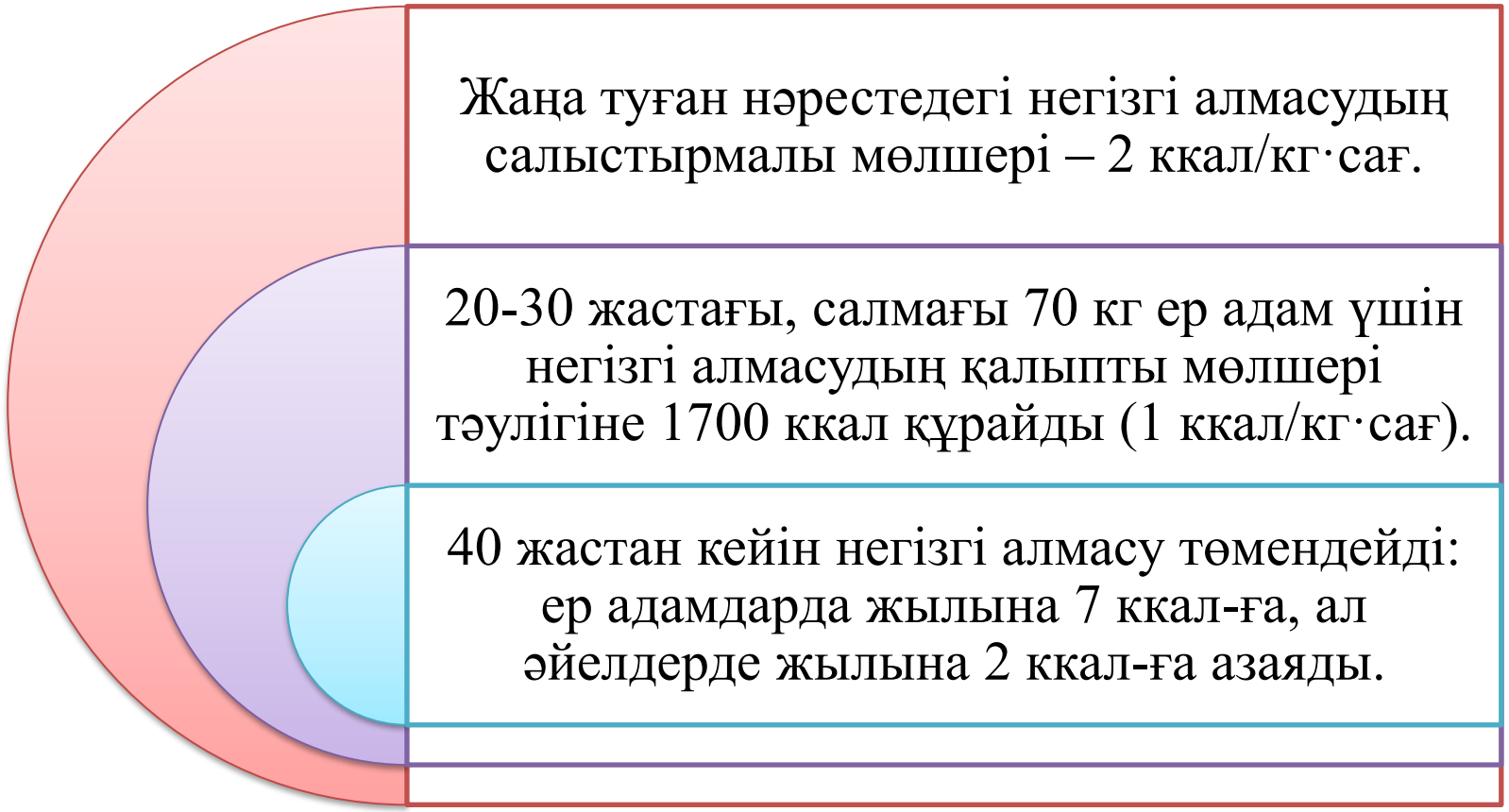
- Практика жүзінде НА-дың калыпты көрсеткіштен %-тік ауытқуын анықтау үшін арнаулы ***номограмманы*** пайдаланады. Бұл номограммадағы ПЖ мен ПҚ сандарын сызғышпен қосқанда олардың ортасында орналасқан негізгі алмасу саны бойынша, оның % -тік өзгерісін жеңіл табуға болады. Сонда 10 %-ке дейінгі ауытқу қалыпты болып саналады.



ТАМАҚ ІШУ ЭНЕРГИЯ АЛМАСУДЫҢ АРТУЫНА ЫҚПАЛ ЕТЕДІ

- Тамақтың арнайы динамикалық әсері – бұл тамақ ішуге байланысты энергия алмасудың артуы.
- Энергия алмасудың артуы тамақ ішкеннен кейін 1 сағаттан соң басталып, 3 сағаттан кейін ең жоғары деңгейге жетеді.
- Тамақтың арнайы динамикалық әсері 12-13 сағатқа созылады.
- Аралас тағамдарды қабылдағанда энергия алмасу 6-15%-ға артады.
- Ең айқын арнайы динамикалық әсер ақуыздарда байқалады (энергия алмасу 30%-ға дейін жоғарылайды).

НЕГІЗГІ АЛМАСУ МӨЛШЕРІНІҢ ЖАСҚА БАЙЛАНЫСТЫ ӨЗГЕРУІ



НЕГІЗГІ АЛМАСУДЫҢ МӨЛШЕРІ ЖАСТЫҢ ӨЗГЕРУІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ МЫНАДАЙ ӨЗГЕРІСТЕРГЕ ҰШЫРАЙДЫ

Жаңа туылған нәрестелер: Негізгі алмасу жоғары болады, өйткені олар жылдам өсу және даму процесінде болады. Нәрестелердің метаболизмі ересектерге қарағанда 2-3 есе жоғары болуы мүмкін.

Балалық шақ: Жас балаларда да негізгі алмасу жоғары деңгейде сақталады, бұл олардың белсенділігі мен өсуіне байланысты.

Жасөспірімдік кезең: Бұл кезеңде негізгі алмасу тағы да артады, әсіресе жыныстық жетілу кезінде. Бұл жаста гормондық өзгерістер және дене дамуының қарқынды процесі жүреді.

Ересектер: Негізгі алмасу максималды деңгейіне жетеді және 20-30 жас аралығында тұрақталады. Бұл кезеңде дене салмағы, бұлшықет массасы және жалпы денсаулық деңгейі алмасуға әсер етеді.

Қартаю: 30 жастан кейін негізгі алмасу мөлшері біртіндеп төмендейді. Бұлшықет массасының жоғалуы, гормондық өзгерістер және физикалық белсенділіктің азаюы негізгі алмасуды азайтады. Қарт адамдарда негізгі алмасу 10-15%-ға төмендеуі мүмкін.

Әйелдер мен ерлер арасындағы айырмашылық: Әйелдердің негізгі алмасуы, әдетте, ерлерге қарағанда төмен болады, бұл жыныс гормондары мен дене құрамына байланысты.

НЕГІЗГІ АЛМАСУДЫҢ ПРАКТИКАЛЫҚ МАҢЫЗЫ

- Негізгі алмасудың мөлшері зат алмасу және энергияның жүйке-гуморальдық реттеу механизмдерінің жағдайын көрсетеді.

* **Мысалы,** қанда тироксин концентрациясының көбеюі, ол тотығу мен фосфорлануды ажыратушы болып табылады, негізгі алмасу көрсеткішінің *артуымен* бірге жүреді.

* ***Симпатикалық нерв*** жүйесі негізгі алмасуды ***арттырады***, ал ***парасимпатикалық төмендетеді***.

* Негізгі алмасу аурудан жазылу, жүктілік кезінде *артуы* мүмкін, ал интоксикация кезінде *төмендеуі* мүмкін.

НЕГІЗГІ АЛМАСУДЫҢ ПРАКТИКАЛЫҚ МАҢЫЗЫ

- Жұмыс алмасуы – әр адамда шынайы болатын энергия алмасуы.
- Кез келген қызметті орындауға кеткен энергия шығындары мен негізгі алмасу арасындағы айырмашылық **жұмыс қосындысы** деп аталады.
- Энергия шығындары жұмыстың ауырлығына байланысты.
- Осыған орай шартты түрде кәсіби категориялар бөлінеді (ерлер үшін 5, әйелдер үшін 4 категория).

ЭНЕРГИЯНЫҢ «ЖҰМЫСШЫ АЛМАСУДЫҢ МАҢЫЗЫ»

- Жұмысшы алмасуын білу тамақтану рационын құрастыру кезінде энергия шығындарын толықтыру үшін қажет.



ЭНЕРГИЯНЫҢ «ЖҰМЫСШЫ АЛМАСУДЫҢ МАҢЫЗЫ»

- **Жалпы алмасу** – организмнің физиологиялық белсенділік жағдайындағы энергияның шығындалу деңгейі.

Жалпы алмасу = негізгі алмасу + жұмыс алмасуы

- Энергия шығынының мөлшері жұмыс түріне қарай өзгереді.
- Еңбек қарқынына байланысты ересек адамдар үшін энергия, қоректік заттар тұтынуының ұсынылатын орташа мөлшерлері жасалған.

КӘСІП ТҮРІНЕ ҚАРАЙ ОРГАНИЗМНІҢ ЭНЕРГИЯ ШЫҒЫНЫ

Топ	Кәсіп түрі	Энергия шығыны, ккал/тәул
1	**Қара жұмысқа қатысы жоқ мамандықтар**: мекеме басшылары, ғылыми қызметкерлер, баспасөз қызметкерлері, инженер-техник қызметкерлер, мәдениет қызметкерлері, мұғалімдер, дәрігерлер т.б.	**2200-2800**
2	**Дене еңбегімен және жеңіл еңбекпен айналысатындар**: инженер-техник қызметкерлері, агрономдар, мал дәрігерлері, дүкеншілер, дәрігер мен медбикелер, санитарлар, жаттықтырушылар, т.б.	**2300-3000**
3	**Еңбегі механикаландырылған мамандықтар**: станокта істейтін жұмысшылар, токарьлар, жеңіл көлік жүргізушілер, хируротар, бригадирлер.	**2500-3200**
4	**Жартылай механикаландырылған мамандықтар**: ауыл шаруашылығы жұмысшылары, мұнайшылар, металлургтер, балташылар, от жағушылар, ұсталар.	**2900-3700**
5	**Қара жұмысшылар**: тасушылар, шахтерлер, болат қорытушылар, ағаш кесушілер.	**3900-4300**

Жұтылған оттегі мен шығарылған көмірқышқыл газы арқылы энергия және заттар шығының анықтауға болады.

Энергия және заттар шығыны, организмге келіп түскен тағамның калориясына тепе – тең болуы керек.

ЭНЕРГИЯ АЛМАСУДЫ БАҒАЛАУ ӘДІСТЕРІ

1

Тура калориметрия: Бұл әдіс арнайы камераларда адамның жылу өндіруін тікелей өлшеуге негізделген. Камера жылуды тіркеп, адамның энергия шығынын анықтайды. Өте дәл, бірақ қымбат әрі қолжетімсіз.

2

Жанама калориметрия: Энергия алмасуды оттегі тұтыну және көмірқышқыл газының бөлінуі арқылы анықтайды. Бұл әдіс зертханалық жағдайда қолданылады және энергия шығынын жанама түрде дәл өлшеуге мүмкіндік береді.

ТАМАҚТАНУДЫҢ НЕГІЗГІ АЛМАСУҒА ӘСЕРІ

- Метаболизм туралы айтқанда, калория туралы айтпай кетуге болмайды. Бұл – зат алмасумен жиі байланыстырылатын мәселелердің көпшілігіндегі негізгі элемент.
- Біздің ағзамыз күн сайын белгілі бір мөлшерде энергияға мұқтаж. Бұл энергияны, мөлшерін есептеу үшін калория бірлігі қолданылатын, күн бойы тұтынатын тағам мен сусындардан аламыз. Егер біз оны тағамнан алмасақ, ағза өзінің қорын пайдаланады.
- Егер тағамнан алынған энергия ағзаның энергетикалық қажеттіліктерін дәл қанағаттандырса, анаболизм мен катаболизм бір-бірімен теңгерімде болады.
- Егер тағаммен тұтынылатын калориялар ағзаға өмірлік маңызды функцияларды қолдау үшін қажет мөлшерден артық болса, анаболикалық процестер катаболикалық процестерден басым бола бастайды. Мұндай жағдайда калория балансы оң болады.
- Сәйкесінше, егер тұтынылатын калориялар жағылатын мөлшерден аз болса, теріс баланс байқалады. Мұндайда катаболикалық процестер басымдыққа ие болып, ағза өз қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін бұрыннан синтезделген тіндерді (негізінен бұлшықет пен май) бұза бастайды.
- Калория балансы мен күн ішінде қажет болатын жалпы энергия мөлшері екі нәрсемен – негізгі зат алмасу және физикалық белсенділікпен анықталады.



Негізгі алмасу тәуліктік калорияда (нақтырақ айтқанда килокалорияда) өлшенеді, бұл ағзаның толық тыныштықтағы энергия шығындарын көрсетеді. Біздің күнделікті энергия қажеттіліктеріміздің шамамен 60%-ы негізгі алмасуға жұмсалады.

Негізгі алмасу күн ішінде жұмсалатын жалпы энергия мөлшерінің көп бөлігін құрайды және бұл – ағзаның стандартты жағдайларда (шамамен 20 °C температурада, эмоционалдық және физикалық тыныштықта, сергек күйде, ашқарын және демалу жағдайында) қалыпты тіршілігі үшін қажетті минималды энергия шығыны.

70 килограммдық ер адам негізгі алмасу үшін тәулігіне шамамен 1700 ккал жұмсайды; әйелдерде бұл көрсеткіш 10%-ға төмен болады. Негізгі алмасуды есептеу бой және салмақ көрсеткіштерімен тікелей байланысты.

Калория – бұл тағамнан алынатын энергияның өлшем бірлігі.

Тағамның энергетикалық құндылығы әдетте ірі бірліктерде – килокалориямен өлшенеді, 1 килокалорияда 1000 калория бар, бұл жағдайда килограмм су туралы сөз болып отыр.

Калориялар – тағамдағы энергия бірліктері, оларды біздің ағзамыз бірден пайдалана алады немесе қор ретінде сақтайды.



- Қосымша калориялардың бәрі физикалық белсенділік кезінде шығындалады. Әрбір қозғалыс есепке алынады. Бірақ егер сіз қалған калорияларды жағатын болсаңыз, олар май түрінде сақталады.

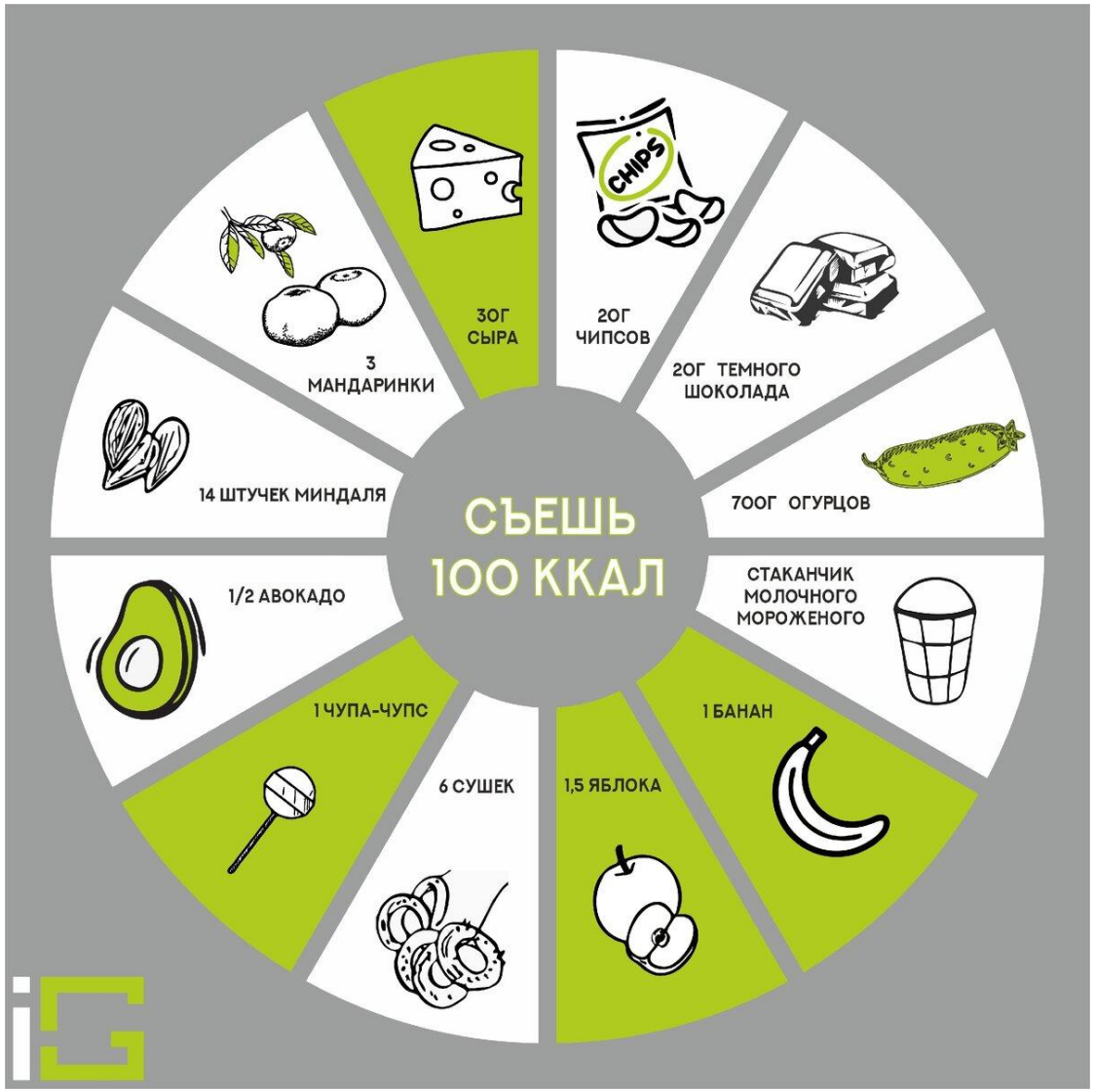
- Майлар төтенше жағдайлар үшін стратегиялық энергия қорымыз. Оның артық мөлшері ағзаға зиян келтіріп, диабет және басқа да аурулардың даму қаупін арттырады.

- Калорияларды жиі килокалориялармен шатастырады, ал килокалориялар тағамның энергетикалық құндылығының ірі өлшем бірлігі болып табылады.
- **Килокалория (ккал)** – 1000 калория. Біз өлшеулерді жеңілдету үшін килокалорияларды қолданамыз. Мысалы, шоколад плиткасында 200 ккал жазылған кезде, бұл оның құрамында 200 000 калория бар дегенді білдіреді. Бұл есептеулер үшін өте ыңғайлы.



- Тағамның калориялығы оның құрамындағы ақуыздар, майлар, көмірсулар және басқа да қоректік заттардың мөлшеріне байланысты. Әрбір осы макронутриенттің өзіндік калориялығы бар:
- 1 г көмірсулар – 4 ккал;
- 1 г ақуыздар – 4 ккал;
- 1 г майлар – 9 ккал.




СЪЕШЬ
100 ККАЛ
30Г
СЫРА
20Г
ЧИПСОВ
20Г ТЕМНОГО
ШОКОЛАДА
700Г ОГУРЦОВ
СТАКАНЧИК
МОЛОЧНОГО
МОРОЖЕНОГО
1 БАНАН
1,5 ЯБЛОКА
6 СУШЕК
1 ЧУПА-ЧУПС
1/2 АВОКАДО
14 ШТУЧЕК МИНДАЛЯ
3
МАНДАРИНКИ
CHIPS



- Сонымен, 1000 калория = 1 килокалория, қысқартылған түрі ккал. Бұл термин тамақтану саласында жиі қолданылады.
- Екі өлшем бірлігінің айырбастау коэффициенті:
- 1 ккал = 4,1855 кДж
- 1 кДж = 0,239 ккал.
- Үш макронутриенттің калориялылығын, сондай-ақ алкоголь мен талшықтың калориялылығын білу әсіресе маңызды:
- 1 г май = 9,3 ккал (39 кДж)
- 1 г көмірсулар = 4,1 ккал (17 кДж)
- 1 г ақуыз = 4,1 ккал (17 кДж)
- 1 г спирт = 7,1 ккал (30 кДж)
- 1 г клетчатка = 1,5 ккал (4,2 кДж).

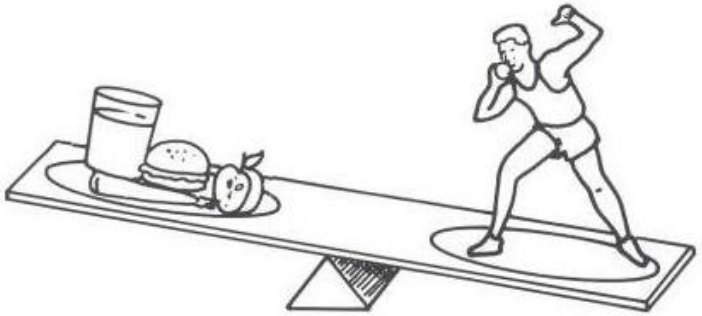
НЕГІЗГІ АЛМАСУ МЕН КАЛОРИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҚ АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА БАЙЛАНЫС:

Энергетикалық қажеттіліктер: Негізгі алмасу ағзаның тіршілік әрекетін қолдау үшін қажетті калориялар санын анықтайды. Негізгі алмасу деңгейін біле отырып, физикалық белсенділікті ескере отырып, жалпы энергетикалық қажеттіліктерді есептеуге болады.

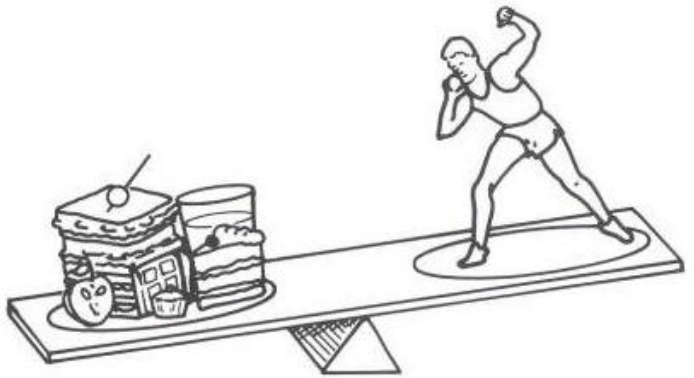
Калориялық баланс: Тұрақты салмақты сақтау үшін тұтынылатын калориялар саны негізгі алмасу мен физикалық белсенділіктің нәтижесінде жұмсалатын калорияларға сәйкес келуі тиіс. Егер тағамның калориялық құндылығы негізгі алмасу және энергия шығынынан асып кетсе, бұл дене салмағының артуына әкелуі мүмкін. Керісінше, калориялар жетіспесе, салмақ жоғалуы орын алуы мүмкін.

ЭНЕРГИЯ БАЛАНСЫ





КАЛОРИЯ ТҰТЫНУ, КАЛОРИЯ ЖАҚҚАННАН ЖОҒАРЫ.
САЛМАҚ АЗАЯДЫ



КАЛОРИЯ ТҰТЫНУ, ОНЫ ЖҰМСАҒАННАН
ЖОҒАРЫ. САЛМАҚ ҰЛҒАЯДЫ

ЖАСҚА БАЙЛАНЫСТЫ ТӘУЛІКТІК КАЛОРИЯ НОРМАСЫ

Возраст (лет)	Малоподвижный (сидячий) образ жизни (ккал)		Умеренная активность (ккал)		Высокая активность (ккал)	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
0-3	1000	1000	1000-1400	1000-1400	1000-1400	1000-1400
4-8	1200-1400	1200-1400	1400-1600	1400-1600	1600-2000	1400-1800
9-13	1600-2000	1400-1600	1800-2200	1600-2000	2000-2600	1800-2200
14-18	2000-2400	1800	2400-2800	2000	2800-3200	2400
19-30	2400-2600	1800-2000	2600-2800	2000-2200	3000	2400
31-50	2200-2400	1800	2400-2600	2000	2800-3000	2200
От 51	2000-2200	1600	2200-2400	1800	2400-2800	2200

ҚОРЫТЫНДЫ

- Зат және энергия алмасу процестері тірі организмдердің өмір сүруіне қажетті негізгі механизмдер болып табылады. Олар организмнің барлық жасушаларында үздіксіз жүріп, әртүрлі қоректік заттарды өңдеп, энергияға айналдыруды қамтамасыз етеді. Бұл процестер тек энергия өндірумен шектелмей, организмнің өсуі, жаңаруы, жасушалардың қалпына келуі және физиологиялық тұрақтылықты (гомеостаз) сақтауға көмектеседі.
- Негізгі зат алмасу процесі белоктар, майлар, көмірсулар және нуклеин қышқылдарының синтезі мен ыдырауы сияқты күрделі химиялық реакцияларды қамтиды. Осы процестің арқасында организмде өмірлік маңызды құрылымдық элементтер мен энергия қорлары қалыптасады. Энергия алмасу процесінде қоректік заттардан алынған энергия АТФ (аденозинтрифосфат) молекуласы түрінде жинақталады және барлық биохимиялық реакцияларды жүргізуге пайдаланылады.
- Қорыта айтқанда, зат және энергия алмасу процестері барлық тірі организмдердің тіршілігін қамтамасыз ететін негізгі биохимиялық процестер болып табылады. Олардың үйлесімді жұмысы арқасында организм тұрақты дамып, сыртқы ортаның өзгерістеріне бейімделеді, бұл эволюциялық тұрғыдан тіршілікке бейімділікті арттырады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Негізгі алмасу дегеніміз не?
2. Негізгі алмасуды анықтаудың стандартты шарттарын атаңыз.
3. Негізгі алмасу мөлшеріне қандай факторлар әсер етеді?
4. Негізгі алмасуды неліктен таңертең, аш қарынға зерттейді?
5. Негізгі алмасуды есептеу үшін қандай формулалар қолданылады?
6. Тамақтың арнайы динамикалық әсері дегеніміз не?
7. Жалпы алмасу, негізгі алмасу және жұмыс алмасуы қалай байланысады?
8. Калория мен килокалорияның айырмашылығы неде?

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- Hall J. E., Hall M. E. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. – 14th Edition. Philadelphia: Elsevier, 2020.
- Nelson D. L., Cox M. M., Hoskins A. A. Lehninger Principles of Biochemistry. – 8th Edition. New York: Macmillan Learning, 2021.
- Rodwell V. W., Bender D. A., Botham K. M., Kennelly P. J., Weil P. A. Harper's Illustrated Biochemistry. – 32nd Edition. New York: McGraw Hill, 2023.
- Berg J. M., Tymoczko J. L., Gatto G. J., Stryer L. Biochemistry. – 9th Edition. New York: W. H. Freeman, 2019.
- Harris J. A., Benedict F. G. A Biometric Study of Human Basal Metabolism // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 1918. – Vol. 4, No. 12. – P. 370–373.
- Mifflin M. D., St Jeor S. T., Hill L. A., Scott B. J., Daugherty S. A., Koh Y. O. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals // The American Journal of Clinical Nutrition. – 1990. – Vol. 51, No. 2. – P. 241–247.
- OpenStax. Biology 2e. Energy and Metabolism. https://openstax.org/books/biology-2e/pages/6-1-energy-and-metabolism