*Турдубекова А.С.*

# СПОРТЧУЛАРДЫН БУЛЧУҢ ИШТӨӨСҮНҮН БИОЭНЕРГЕТИКАСЫ

*Турдубекова А.С.*

# БИОЭНЕРГЕТИКА РАБОТЫ МЫШЦ СПОРТСМЕНОВ

*A.S. Turdubekova*

# BIOENERGY WORK MUSCLES OF ATHLETES

*УДК: 373.167.1:796*

*Макалада булчундардын иштөөсүн камсыздаган креатинофосфаттык жана и аденилаткиназалык жана гликолиз жолу менен АТФдин ресинтезинин мааниси жана жолдору ачыкталып берилет.*

***Негизги сөздөр:*** *булчуңдар, биоэнергетика, глоколиз, ресинтез, "кальцийлүү насос", креатинфосфат, кубаттуулук критериясы.*

*В данной статье рассматриваются вопросы деятельности источников энергии мышечной деятельности, креатинофосфатные и аденилаткиназные пути ресинтеза, а также ресинтез АТФ в процессе гликолиза.*

***Ключевые слова:*** *мышцы, биоэнергетика, глоколиз, ресинтез, "кальциевый насос", креатинфосфат, критерии мощности.*

*This article discusses the issues of the energy sources of muscle activity, createnamespace and adenylatecyclase path resynthesis, and a resynthesis of ATP during glycolysis.*

***Key words:*** *muscle, bioenergetics, glocals, resynthesis, "calcium pump", creatine phosphate, rating criteria.*

Механикалык жумуш учурунда булчуңдун жыйрылуу процессинде энергия бөлүнүп чыгат. Булчуңда уруктуу сакталат. АТФтин концентрациясы болжол менен 1кг булчуң массасынын 5 мм түзөт (б.а.0,25%).

Булчуң АТФти чоң көлөмдө сактай албайт, анткени бул учурда миозиндүү АТФаза субстраттык басаңдатууга учурайт, жана ал миофибрилдеги актин, миозин жибчелеринин спайка пайда кылуусуна тоскоол болот, жана булчуңдун жыйрылуу жөндөмдүүлүгүн жоготот. Ошондой эле АТФ тин концентрациясы булчуң тканынын 1кг массасында 2мм ден төмөн боло албайт, анткени "кальцийлүү насос" иштебей калат жана булчуң АТФтин бардык запасын түгөнткөнчө жыйрылат ригордун өрчүүсү күчөйт (булчуң жыйрылуусу туруктуу бойдон кала берет).

Булчуңдагы АТФтин запасы максималдуу күчтүн 3-4 жалгыз жыйрылуусуна жетет. Ошол эле учурда булчуңдарды микробиопсияны колдонуу менен изилдеген кезде булчуңдардын иштөө процессинде АТФтин концентрациясынын төмөндөшү байкалган эмес. Бул булчуңдардын жыйрылуу процессинде АТФ кандай ылдамдыкта ажыраса ошондой эле ылдамдыкта булчуңдардын иш аракетинде АТФ продукталардын ажыроосу аркылуу калыбына келип турушу менен түшүндүрүлөт.

АТФтин ресинтезинде колдонулучу макроэргикалык бирикмелер организмде дайыма кездешет (мисалы: креатинфосфат), же болбосо ар түрдүү заттардын кычкыл айлануу иштеринде пайда болот, (Мисалы: дифосфоглицерин жана фосфопировиноград кислотасы). АТФтин ресинтези булчуң иш-аракети учурунда реакциянын кычкылтексиз жүрүшү менен же клеткада $O_2$ ти колдонуу менен кычкыл айлануунун эсебинен иш жүзүнө ашырылат. Жөнөкөй шартта АТФтин ресинтези аэробдук айлануу жолу менен жүрөт, ал эми булчуң иш аракети учурунда $O_2$ ти булчуңга жеткирүү кыйын болгон кезде ткандарда бир эле учурда АТФтин ресинтезинин анаэробдук процесси да күчөйт.

Адамдын сөөк булчуңдарында дайыма 3 негизги жол менен АТФтин ресинтези өтөт (анаэробдук процесстин):

**1. Креатинфосфокиназдык жолу.** (фосфогендүү же алактаттуу анаэробдук процессс).

**2. Аденилаткиназалык (миокиназа) жолу.** АТФ тин кээ бир өлчөмү, аденилаткиназа реакциясынын негизинде ресинтезделет .

**2ÀÄÔ ⇄ ÀÒÔ + ÀÌ Ô**

**àäåí èëàòêèí àçà**

**3. Гликолиз** (лактациддүү анаэробдук процесс) АТФтин ресинтези углеводдордун ферментативдүү анаэробдук ажыроосунан сүт кислотасынын келип чыгышы менен жүрөт.

Булчуңдун иштөөсүндө аэробдук жана анаэробдук процесстин негизинде пайда болгон энергияны сандык баалоо үчүн 3 негизги критерия колдонулат:

Кубаттуулук критериясы: берилген процессте пайда болгон энергиянын ылдамдыгын баалоо.

**Креатинфосфокиназ реакциясындагы АТФтин ресинтези. Креатинкиназдык жолу.** Булчуңда АТФ менен бирге башка макроэргикалык фосфордук бирикме креатинфосфат (КрФ), кездешет. Бул зат жыйрылуудагы миофибрилла белокторунан адсорбцияланган (бөлүнүп алынган) же SR мембранасы менен байланышкан.

АТФтин ресинтези АДФ жана креатинфосфаттын ортосундагы кайра фосфорлошуунун негизинде келип чыгат, креатинфосфокиназа ферменти катализдейт;

Êðåàòèí ô î ñô àò + ÀÄÔ ⇄ Êðåàòèí +ÀÒÔ

êðåàòèí êèí àçà

АТФтин ресинтезинин креатинкиназдык жолу кырдаалдуу тез жана максималдуу эффективдүү (креатинфосфаттын ар бир молекуласынан АТФтин молекуласы пайда болот) болуп саналат.

Булчуң иш-аракет учурунда булчуңдун алгачкы жыйрылуусу үчүн энергиянын булагы болуп креатинфосфат саналат, анткени креатинфосфат АТФ тен айрымаланып жеңил пайда болот (мобилизируется). Биринчи 10секунда булчуң креатинфосфат энергиясын колдонот андан соң АТФке кирет.

Адамдын сөөк булчуңдарында КфК жогорку активдүүлүкө ээ, ал эми КрФ жана АДФ – реакциясынын баштапкы (алгачкы) заты болуп саналат.

Булчуңда АТФке салыштырмалуу КрФ 3эсеге көбүрөөк кармалат (кездешет). Булчуң ткандарында фосфогендин жалпы запасы 840 кДж энергияны пайда кылат 10-15 сек. ичинде. КрФ тын ажыроо ылдамдыгы булчуңдун иштөөсүндө (булчуң иштеп аткан учурда) аткарылып аткан көнүгүүнүн интенсивдүүлүгүнө же булчуңдун чыңалуу көлөмүнө түздөн-түз көз каранды. Жумуш (кыймыл аракет) башталгандын алгачкы секундасында, булчуңда КрФ концентрациясы жогору болот, КФК активдүүлүгү жогору болот, бул реакция АТФтин ажыроосунан пайда болгон АДФтин санын көбөйтөт жана муну менен башка энергия пайда кылуучу процесстерине тоскоол болот.

Булчуңдагы КрФ тын запасынын 1/3 бөлүгү иштетилгенден кийин, креатинфосфокиназ реакциясынын ылдамдыгы төмөндөй баштайт, жана АТФтин ресинтез процессинде көбүнчө сөөк булчуңундагы саркоплазмада жана митохондрияда жайланышкан гликолиз жана дем алуу, ферменттүү системалар иштей баштайт.

Креатинфосфокиназ реакциясы калыбына оңой эле келет. Көнүгүү аткарып аткан учурда АТФ жана креатин пайда боло турган түз реакция жүрөт бирок кыймыл-аракет токтогондо булчуңда АТФ тин көбөйгөнү байкалат жана тескери реакция күчөйт. КрФ запасы калыбына келе баштайт.

Булчуңдун локалдуу (өзүнчө) чыдамкайлуулугун биохимиянын негизи болгон креатинфосфокиназ реакциясы түзөт. Ал жогорку кубаттуулуктагы кыска мөөнөттүү көнүгүүлөрдү жасоо учурунда организмди энергия менен камсыз кылууда чечүүчү ролду ойнойт. Мисалы: кыска аралыкка чуркоо, секирүү, ыргытуу (метание) оор атлетикалык көнүгүүлөр ж.б. Бул реакция тынч абалдан жумуш абалына тез өтүүгө мүмкүндүк берет же күтүүсүз жерден аны аткарып атканда ылдамдыгын өзгөртүп, жана мараалык (фиништик) ылдамдыка алып келет.

**Гликолиз процессиндеги АТФтин ресинтези**. Булчуңда креатинфосфаттын запасы аз, ошондуктан керектелген энергия дайыма гликолизде жана кычкылдануу фосфорлошууда АТФ тин биосинтези аркылуу калыбына келип турат. Эң негизги жана эффективдүү экинчи процесс болуп саналат. Булчуң аз иштеген учурда, колдонулган энергия аэробдук метоболизм аркылуу $O_2$ менен жабдуу мүмкүнчүлүгү болбой калат, ошондуктан булчуң аргасыздан анаэробдук жол менен алынган энергияны колдонот, анын негизинде лактат чогула баштайт. Булчуң лактатты колдонбойт, кан аны боорго алып келип, глюконеогенезге кирет (Кори цикли). Глюкоза болсо кайрадан булчуңга барып, гликолиз процессинде толук кычкылданат (же $CO_2$, $H_2O$-га чейин). Булчуңдарга караганда жүрөктө АТФтин жана креатинфосфаттын саны төмөн, бирок АТФтин чыгымы жогору болот. Ушуга байланыштуу АТФтин ресинтези миокардада интенсивдүү жүрөт. Адамдын жүрөк булчуңдары үчүн энергиянын негизги булагы-кычкылдануу фосфорлошуу болуп саналат, ал кислородду сиңирүүсү менен байланыштуу. Гликолиздин анаэробдук процессинде, адамдын жүрөгүндө АТФтин регенерациясынын мааниси жок. Ошондуктан, кислороддун жетишсиздигин жүрөктүн булчуңдары өтө тез сезет. Нормада жүрөк кислороддун 30-35%тин сиңирип алып, ал глюкозанын кычкылданышына иштетилет. Жүрөктүн дем алуусунун негизги субстраты болуп, май кислоталары саналат. Углеводдук эмес заттардын кычкылданышы миокардада 65-70% энергияны камсыз кылат.

Качан гана булчуңдун иштөө процессинде креатинфосфокиназ реакциясы АТФтин калыбына-келүү ылдамдыгын камсыз кылбай калганда жыйрылуу учурунда миофибрилде ажыроочу жана саркоплазмада эркин молекуладагы АДФ тин концентрациясы көбөйөт, жана АТФтин ресинтезинин негизги ролун анаэробдук гликолиз ойнойт. Гликолиз процессинде ички булчуңдагы гликогендин жана глюкозанын кандан клеткага келип түшүүчү запасы ферментативдүү жол менен сүт кислотасына чейин ажырайт. Гликолиз реакциясын катализдөөчү көпчүлүк ферменттер субстраттын мембранасында жайланышкан же булчуң клеткаларынын саркоплазмасында чачырап жайланышкан.

Анаэробдук шартта гликолиздин акыркы продуктасы болуп сүт кислотасы пайда болот. Ошондой эле гликолиз $O_2$ катышуусу менен да иш жүзүнө аша берет. Бирок бул учурда пирожүзүм кислотасы пайда болгон стадияда бүтөт, жана ал андан ары булчуңдун митохондриясында кычкылданууга дуушар болот. Пирожүзүм кислотасынын концентрациясы жогору болсо анын жарымы аланинге айланат жана булчуңдан канга өткөндө глюкоза-аланин циклине кирип углеводдордун боордогу жана булчуңдагы айлануударында катышат.

Булчуңдун чыңалуусунда бул цикл жардамчы катары гана маанилүү, гликолитикалык жол менен ажыраган углеводдун негизги саны сүт кислотасына айланат. Анаэробдук жумуш учурунда жыйналган сүт кислотасы көнүгүүнүн кубаттуулугуна жана жалпы узартылганына түздөн-түз көз каранды.

Булчуңдун саркоплазмалык мейкиндигинде сүт кислотасынын санынын көбөйүшү осмотикалык басымдын өзгөрүүсүнө алып келет. Аны менен бирге клетка аралык чөйрөдөгү суу булчуңдардын ички жибчесине келип түшөт, жана алардын көөп

кетишине жол берет. Булчуңдагы осмотикалык басымдын белгилүү өзгөрүүсү ооруксунуп калуунун себеби боло алат. Сүт кислотасы клеткалык мембрана аркылуу жеңил өтөт. Иштеп аткан булчуңдан канга келип түшүп ал бикорбанат буфер системасы менен аракеттенип “метаболикалык эмес” $CO_2$ бөлүнүп чыгышына алып келет. Сүт кислотасынын топтолушу $CO_2$ нын көбүрөөк пайда болушу, pH чөйрөнүн өзгөрүшү жана өпкөнүн гипервентиляциясы, булчуңдагы гликоиздин күчөшүнө таасир этет, бул аткарылган көнүгүүнүн тынымсыздуулугу максималдуу аэробдук кубаттуулуктун 50% түзөт.

**Адабияттар:**


1. Алиев М.А. Медициналык терминдердин орусча-кыргызча сөздүгү / М.А.Алиев, Т.А.Тыналиев, М.С.Мамбетов. Русско-киргизский словарь медицинских терминов. – Фрунзе: Илим, 1983.
2. Биохимия:учебник для ИФК / под редакцией В.В. Меньшикова, Н.И Волкова. – М: Физкультутра и спорт, 1986. – 384 с.
3. Бозумова К.А. Биохимия / К.А.Бозумова, А.С.Турдубекова, Б.М. Дюшеева, Н.Ж. Баатырова // Учебное пособие для студентов медицинских вузов на кыргызском языке. – Бишкек, 2009. - С. 319.
4. Ершов Ю.А. Общая биохимия и спорт: учебное пособие / Ю.А.Ершов. – М.:Инфра-М. – С.368.
5. Михайлов С.С. Спортивная биохимия / С.С.Михайлов // Учебник для вузов и колледжей физической культуры. – М.: Советский спорт, 2004. – 220 с.


**Рецензент: к.биол.н., доцент Абдырахманова Д.О.**