



<https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i05.057>

UO'K 612.015.32:612.766.1

QON GLYUKOZASI DARAJASINING JISMONIY YUKLAMA INTENSIVLIGIGA BOG'LIQ O'ZGARISHI

Niyozov Qahramon Adashaliyevich¹

¹Namangan davlat universiteti, Anatomiya va fiziologiya kafedrasi katta o'qituvchisi.

niyozovqahramon@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-8692-3886>

Pulatov Orifxon Rustamxon o'g'li²

²Namangan davlat universiteti, 4-kurs biologiya yo'nalishi talabasi.

orifxonpolatov34@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-0225-8212>

Annotatsiya. Ushbu maqolada jismoniy yuklama intensivligining qon glyukozasi darajasiga ta'siri o'rganilgan. Tadqiqotda sog'lom yosh erkaklarda turli intensivlikdagi jismoniy yuklamalar sharoitida qon glyukozasi darajasining o'zgarish dinamikasi baholandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, past intensivlikda glyukoza darajasi nisbatan barqaror saqlangan, o'rta intensivlikda pasaygan, yuqori intensivlikda esa vaqtincha oshgan. Tiklanish davrida glyukoza darajasi yana kamaygan. Aniqlangan U-simon dinamik model jismoniy yuklama ta'sirida glyukoza homeostazi metabolik ehtiyoj, gormonal boshqaruv va periferik to'qimalar faolligi bilan bog'liq holda o'zgarishini ko'rsatadi. Olingan natijalar sport fiziologiyasi, sog'lomlashtirish mashg'ulotlari va metabolik profilaktika amaliyotida muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: jismoniy yuklama, qon glyukozasi, glyukoza dinamikasi, yuklama intensivligi, uglevod almashinuvi, metabolik moslashuv, tiklanish davri, sport fiziologiyasi.

Аннотация. В данной статье изучено влияние интенсивности физической нагрузки на уровень глюкозы в крови. В исследовании у здоровых молодых мужчин была оценена динамика изменения уровня глюкозы крови в условиях физических нагрузок различной интенсивности. Полученные результаты показали, что при низкой интенсивности уровень глюкозы оставался относительно стабильным, при средней интенсивности снижался, а при высокой интенсивности временно повышался. В восстановительном

периоде уровень глюкозы вновь снижался. Выявленная U-образная динамическая модель показывает, что при физической нагрузке гомеостаз глюкозы изменяется в зависимости от метаболических потребностей, гормональной регуляции и функциональной активности периферических тканей. Полученные данные имеют важное значение для спортивной физиологии, оздоровительных тренировок и метаболической профилактики.

Ключевые слова: физическая нагрузка, глюкоза крови, динамика глюкозы, интенсивность нагрузки, углеводный обмен, метаболическая адаптация, восстановительный период, спортивная физиология.

Abstract. This article examines the effect of physical exercise intensity on blood glucose levels. The study assessed the dynamics of blood glucose changes in healthy young men under different intensities of physical exercise. The results showed that blood glucose remained relatively stable at low intensity, decreased at moderate intensity, and temporarily increased at high intensity. During the recovery period, glucose levels decreased again. The identified U-shaped dynamic pattern indicates that glucose homeostasis under exercise conditions changes depending on metabolic demand, hormonal regulation, and the functional activity of peripheral tissues. The obtained findings are important for sports physiology, health-oriented training, and metabolic prevention.

Keywords: physical exercise, blood glucose, glucose dynamics, exercise intensity, carbohydrate metabolism, metabolic adaptation, recovery period, sports physiology.

KIRISH

Jismoniy yuklama inson organizmida sodir bo‘ladigan eng muhim fiziologik jarayonlardan biridir. U faqat mushaklar faoliyatini kuchaytiribgina qolmay, balki yurak-qon tomir, nafas olish, asab-endokrin va modda almashinuvi tizimlarida ham sezilarli funksional o‘zgarishlarni yuzaga keltiradi [1, 2]. Har qanday jismoniy faollik vaqtida organizmning energiyaga bo‘lgan talabi ortadi. Ushbu ehtiyojni qondirishda esa uglevodlar, ayniqsa glyukoza asosiy energiya manbalaridan biri sifatida ishtirok etadi [3, 4]. Shu sababli qondagi glyukoza miqdorining jismoniy yuklama ta’sirida qanday o‘zgarishini o‘rganish fiziologiya va biokimyo nuqtai nazaridan muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Ma’lumki, sog‘lom organizmda qon glyukozasi ma’lum me’yor doirasida saqlanadi. Bu barqarorlik gormonal boshqaruv tizimlari, xususan insulin, glyukagon, adrenalin va boshqa regulyator mexanizmlarning o‘zaro uyg‘un faoliyati bilan ta’minlanadi [5, 6]. Tinch holatda ushbu tizimlar glyukoza gomeostazini nisbatan barqaror ushlab turadi. Biroq jismoniy mashq boshlanishi bilan organizmning energetik talabi ortadi, mushak hujayralarida glyukozaning o‘zlashtirilishi tezlashadi, jigar glikogen zaxiralari safarbar qilinadi va natijada qondagi glyukoza miqdorida o‘zgarishlar yuz beradi [3, 7]. Demak, jismoniy yuklama sharoitida

glyukoza almashinuvi organizmning funksional moslashuvini ifodalovchi muhim ko‘rsatkichlardan biri bo‘lib xizmat qiladi.

Qon glyukozasi darajasining jismoniy yuklamaga javobi bir xil kechmaydi. Bu, avvalo, yuklamaning intensivligi, davomiyligi va organizmning individual tayyorgarlik darajasiga bog‘liq bo‘ladi [2, 8]. Yengil jismoniy faollik paytida organizm energiya manbalaridan nisbatan tejamkor foydalanadi va glyukoza ko‘rsatkichlari odatda keskin o‘zgarmaydi. O‘rta intensivlikdagi mashqlarda esa mushaklar tomonidan glyukozaning faol o‘zlashtirilishi kuchayadi, natijada uning qondagi darajasi pasayishi mumkin [3, 7]. Yuqori intensivlikdagi yuklamalarda esa organizmda stressga xos javob mexanizmlari kuchayadi, kontrinsulyar gormonlar sekretiysasi ortadi va jigar tomonidan qonga qo‘shimcha glyukoza chiqarilishi kuzatiladi [4, 6]. Shu bois ayrim hollarda glyukoza miqdori vaqtincha oshishi ham mumkin.

Aynan mana shu holat jismoniy yuklama va qon glyukozasi o‘rtasidagi bog‘liqlikni ilmiy jihatdan muhim masalaga aylantiradi. Chunki glyukozaning kamayishi yoki ortishi faqat bitta omil bilan emas, balki bir vaqtning o‘zida bir necha fiziologik mexanizmlarning birgalikdagi ta’siri bilan yuz beradi [4, 8]. Shuning uchun jismoniy yuklama ta’sirida kuzatiladigan glyukemik o‘zgarishlarni to‘g‘ri baholashda yuklama intensivligini alohida e’tiborga olish zarur. Ko‘plab ilmiy ishlarda jismoniy mashqning umumiy ta’siri yoritilgan bo‘lsa-da, aynan turli intensivlik darajalarida qon glyukozasi ko‘rsatkichlarining ketma-ket o‘zgarishi yetarli darajada qiyosiy tahlil qilinmagan [7, 8]. Shu jihatdan ushbu mavzu o‘z dolzarbligini saqlab qolmoqda.

Hozirgi vaqtda sog‘lom turmush tarzi, jismoniy faollik va metabolik salomatlik masalalariga e’tibor tobora ortib bormoqda. Ayniqsa, yoshlar orasida kamharakat turmush tarzi, noto‘g‘ri ovqatlanish, ortiqcha tana vazni va modda almashinuvi bilan bog‘liq ayrim buzilishlarning ko‘payib borayotgani jismoniy yuklamaning organizmga ta’sirini chuqurroq o‘rganishni talab etmoqda [5, 6]. Shu nuqtai nazardan qaraganda, qon glyukozasi jismoniy faollikning organizmga ta’sirini baholashda qulay va muhim biomarkerlardan biri hisoblanadi. Uning dinamikasini kuzatish orqali yuklamaning qaysi darajasi organizm uchun samaraliroq, qaysi holatda esa ehtiyotkorlik zarurligini aniqlash mumkin bo‘ladi.

Mazkur tadqiqotning dolzarbligi shundaki, unda jismoniy yuklama intensivligi oshib borishi sharoitida qon glyukozasi darajasida yuz beradigan o‘zgarishlar izchil ravishda baholanadi. Bu masala sport fiziologiyasi, sog‘lomlashtirish mashg‘ulotlari va profilaktik tibbiyot uchun muhim nazariy hamda amaliy ahamiyatga ega [1, 2]. Chunki jismoniy mashqlarni to‘g‘ri rejalashtirishda faqat yuklama hajmi emas, balki uning intensivligi ham hal qiluvchi omillardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, mashg‘ulotlarni individuallashtirish, jismoniy faollikni sog‘liqni saqlash bilan uyg‘unlashtirish va metabolik holatni nazorat qilishda bunday ma’lumotlar amaliy jihatdan katta ahamiyat kasb etadi.

Shunday qilib, qon glyukozasi darajasining jismoniy yuklama intensivligiga bog‘liq o‘zgarishini o‘rganish organizmning energetik ta‘minoti va moslashuv mexanizmlarini chuqurroq tushunishga yordam beradi. Mazkur tadqiqotning maqsadi jismoniy yuklama intensivligi ortib borishi sharoitida qon glyukozasi darajasida kuzatiladigan o‘zgarishlarni aniqlash va ularning fiziologik mohiyatini baholashdan iborat.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Mavzuga oid ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, jismoniy yuklama vaqtida organizmning energetik ta‘minoti, eng avvalo, uglevod almashinuvi bilan chambarchas bog‘liq bo‘ladi [1, 2]. Mushak faoliyati kuchaygan sari glyukozaga bo‘lgan talab ortadi, natijada uning hujayralar tomonidan o‘zlashtirilishi tezlashadi, jigar glikogen zaxiralari safarbar qilinadi va glyukoza gomeostazini saqlashga qaratilgan fiziologik mexanizmlar ishga tushadi [3, 4]. Shu sababli qon glyukozasi darajasi jismoniy yuklamaning metabolik ta‘sirini baholovchi muhim ko‘rsatkich sifatida qaraladi.

Adabiyotlarda jismoniy yuklama intensivligi oshgani sari glyukemik javob ham o‘zgarib borishi qayd etilgan [5, 6]. Past intensivlikdagi mashqlarda organizm energiya ta‘minotida ko‘proq yog‘ almashinuviga tayanadi, shu bois qon glyukozasi nisbatan barqaror saqlanadi [9, 15]. O‘rta intensivlikdagi yuklamalarda esa mushaklar tomonidan glyukozaning faol utilizatsiyasi kuchayadi va bu uning qondagi miqdorining kamayishiga olib kelishi mumkin [7, 14]. Yuqori intensivlikdagi jismoniy faollikda esa organizmning stressga moslashuv reaksiyasi ustunlik qiladi, kontrinsulyar gormonlar sekretsiyasi kuchayadi va natijada glyukozaning qonga chiqarilishi ortadi [6, 10, 16]. Demak, qon glyukozasi darajasining jismoniy yuklamaga javobi bir xil emas, balki intensivlik darajasi va metabolik moslashuv xususiyatlariga bog‘liq holda shakllanadi.

Shu bilan birga, mavjud ilmiy manbalarda jismoniy mashqning umumiy metabolik ta‘siri haqida ma‘lumotlar ko‘p uchrasa-da, turli intensivlik bosqichlarida qon glyukozasi darajasining ketma-ket o‘zgarishini bir xil metodik sharoitda qiyosiy baholagan tadqiqotlar nisbatan kam uchraydi [8, 14]. Ayniqsa, sog‘lom yoshlar organizmida jismoniy yuklama intensivligi oshib borishi bilan glyukoza ko‘rsatkichlarining qanday dinamik o‘zgarishini aniqlash nazariy va amaliy jihatdan dolzarbdir. Shu sababli mazkur tadqiqotda aynan yuklama intensivligi bilan qon glyukozasi darajasi o‘rtasidagi bog‘liqlikni izchil o‘rganishga e‘tibor qaratildi.

Tadqiqot prospektiv, eksperimental va taqqoslovchi yondashuv asosida tashkil etildi. Unda 18–25 yosh oralig‘idagi 30 nafar sog‘lom erkak talaba ishtirok etdi. Ishtirokchilarni tanlashda yurak-qon tomir tizimi, endokrin tizim va modda almashinuvi bilan bog‘liq surunkali kasalliklarning mavjud emasligi, professional sport bilan muntazam shug‘ullanmaslik hamda tadqiqotdan oldin yuqori intensivlikdagi jismoniy yuklamalarni bajarmagan bo‘lishi asosiy

mezonlar sifatida belgilandi [1, 2]. Barcha ishtirokchilardan yozma ongli rozilik olinib, tadqiqot bioetika tamoyillariga muvofiq olib borildi.

Jismoniy yuklama yugurish yo‘lakchasida bosqichma-bosqich oshirib borish tamoyili asosida o‘tkazildi. Yuklama intensivligi maksimal yurak urish chastotasiga nisbatan belgilandi: past intensivlik — HRmax ning 40–50% darajasida 10 daqiqa, o‘rta intensivlik — 60–70% darajasida 10 daqiqa, yuqori intensivlik — 80–85% darajasida 5 daqiqa [1, 2, 11]. Mazkur ketma-ketlik organizmning har bir intensivlik darajasiga bo‘lgan metabolik javobini qiyosiy baholash imkonini berdi. Bosqichlar orasida tanaffus berilmagani sababli glyukoza darajasidagi uzluksiz dinamik o‘zgarishlarni kuzatish uchun qulay sharoit yaratildi.

Qon glyukozasi kapillyar qon namunasi asosida aniqlandi. Namuna barmoq uchidan aseptik sharoitda olinib, portativ glyukometr yordamida o‘lchandi. O‘lchovlar yuklama boshlanishidan oldin, har bir bosqich yakunida va yuklama tugaganidan 15 daqiqa o‘tgach amalga oshirildi [12, 13]. Har bir ko‘rsatkich ikki marta aniqlanib, tahlil uchun o‘rtacha qiymat qabul qilindi. Bunday yondashuv natijalarning aniqligi va takrorlanuvchanligini oshirishga xizmat qildi.

Tadqiqot davomida tashqi omillar ta‘sirini kamaytirishga ham alohida e‘tibor berildi. Barcha tekshiruvlar ertalab, bir xil vaqt oralig‘ida, kamida 8 soat ochlik holatidan keyin o‘tkazildi. Shuningdek, ishtirokchilarga tadqiqotdan oldin kofeinli ichimliklar, shakarli mahsulotlar va ortiqcha jismoniy faollikni cheklash tavsiya qilindi [12, 17]. Bu talablar qon glyukozasi ko‘rsatkichlariga tashqi omillarning ta‘sirini kamaytirish va natijalarni obyektivroq baholash imkonini berdi.

Olingan ma‘lumotlarga statistik ishlov berish IBM SPSS Statistics dasturining 26-versiyasi yordamida amalga oshirildi. Natijalar o‘rtacha qiymat va standart og‘ish shaklida ifodalandi ($M \pm SD$). Yuklama bosqichlari o‘rtasidagi farqlarni baholash uchun takroriy o‘lchovlar bo‘yicha Student t-testi qo‘llanildi va $p < 0,05$ ishonchlilik darajasi sifatida qabul qilindi [12, 13]. Ushbu metodologik yondashuv jismoniy yuklama intensivligi ortishi bilan qon glyukozasi darajasidagi o‘zgarishlarni ilmiy asosda qiyosiy tahlil qilish imkonini berdi.

Shunday qilib, tanlangan metodologiya jismoniy yuklama intensivligi va qon glyukozasi darajasi o‘rtasidagi bog‘liqlikni izchil o‘rganish, metabolik javob xususiyatlarini aniqlash hamda olingan natijalarni sport fiziologiyasi, sog‘lomlashtirish mashg‘ulotlari va profilaktik amaliyotda qo‘llash uchun yetarli ilmiy asos yaratadi.

NATIJA VA MUHOKAMA

Tadqiqot natijalari jismoniy yuklama intensivligi ortishi bilan qon glyukozasi darajasida statistik va fiziologik jihatdan ahamiyatli o‘zgarishlar yuz berishini ko‘rsatdi. Boshlang‘ich holatda ishtirokchilarning qon glyukozasi darajasi fiziologik me‘yor doirasida bo‘lib, o‘rtacha $4,9 \pm 0,4$ mmol/L ni tashkil etdi. Ushbu ko‘rsatkich guruh ishtirokchilarining metabolik holati

nisbatan bir xil ekanini ko‘rsatadi va keyingi bosqichlarda aniqlangan tafovutlarni jismoniy yuklama ta’siri bilan izohlash uchun asos yaratadi.

Past intensivlikdagi yuklama bosqichidan so‘ng qon glyukozasi darajasi $4,8 \pm 0,3$ mmol/L ni tashkil etdi. Boshlang‘ich ko‘rsatkich bilan taqqoslanganda statistik jihatdan ishonchli farq aniqlanmadi ($p > 0,05$). Mazkur holat past intensivlikdagi jismoniy faollik sharoitida energiya ta‘minoti asosan aerob metabolizm va lipid substratlar hisobiga amalga oshishini, glyukoza gomeostazi esa barqaror saqlanishini ko‘rsatadi. Shunday qilib, yengil yuklamalarda glyukemik javobning minimal darajada namoyon bo‘lishi organizmning metabolik barqarorligini ifodalaydi.

O‘rta intensivlikdagi yuklama bosqichida qon glyukozasi darajasi $4,4 \pm 0,4$ mmol/L gacha pasaydi. Boshlang‘ich holat va past intensivlik bosqichi bilan solishtirilganda ushbu kamayish statistik jihatdan ishonchli bo‘ldi ($p < 0,05$). Ushbu natija o‘rta intensivlikda mushak to‘qimalarining energetik talabi ortishi, glyukozaning periferik utilizatsiyasi kuchayishi va hujayra ichiga tashilishi faollashishi bilan tushuntiriladi. Mazkur bosqichda glyukoza asosiy energetik substratlardan biri sifatida yetakchi o‘rin egallaydi. Natijada o‘rta intensivlikdagi jismoniy yuklama glyukoza almashinuvini faollashtiruvchi va metabolik moslashuvni kuchaytiruvchi muhim fiziologik omil sifatida namoyon bo‘ladi.

Yuqori intensivlikdagi yuklama bosqichida esa qon glyukozasi darajasining qayta oshishi kuzatildi va u $5,5 \pm 0,5$ mmol/L ni tashkil etdi. O‘rta intensivlik bosqichi bilan taqqoslanganda ushbu oshish statistik jihatdan ahamiyatli bo‘ldi ($p < 0,05$). Mazkur o‘zgarish yuqori intensivlikdagi yuklamaning stressor sifatida ta’sir ko‘rsatishi bilan izohlanadi. Bunday sharoitda kontrinsulyar gormonlar, jumladan adrenalin va kortizol sekretsiyasi ortadi, jigar glikogenolizi va glyukoneogenez faollashadi, natijada glyukoza qon oqimiga ko‘proq chiqariladi. Shu sababli yuqori intensivlik bosqichida kuzatilgan giperglikemik javob patologik holat emas, balki organizmning keskin ortgan energetik ehtiyojga nisbatan kompensator moslashuv reaksiyasi sifatida baholanishi mumkin.

Tiklanish davrida, ya’ni yuklama tugaganidan 15 daqiqa o‘tgach, qon glyukozasi darajasi $4,3 \pm 0,4$ mmol/L gacha pasaydi. Ayrim ishtirokchilarda ushbu ko‘rsatkich boshlang‘ich darajadan past bo‘lgan bo‘lsa-da, klinik jihatdan xavfli gipoglikemiya holatlari kuzatilmadi. Mazkur pasayish mashqdan keyingi davrda mushak to‘qimalarida glikogen zaxiralarini tiklash uchun glyukozaning faol sarflanishi bilan tushuntiriladi. Demak, tiklanish bosqichida kuzatilgan glyukemik pasayish organizmning energetik resurslarni qayta tiklashga qaratilgan fiziologik javobidir.

Natijalarni umumlashtirish asosida qon glyukozasi darajasining jismoniy yuklama intensivligiga nisbatan U-simon dinamik model bo‘yicha o‘zgarishi aniqlandi. Bunda past intensivlikda glyukoza darajasi nisbatan barqaror saqlanadi, o‘rta intensivlikda pasayadi, yuqori

intensivlikda vaqtincha oshadi va tiklanish davrida yana kamayadi. Ushbu model glyukoza gomeostazi jismoniy yuklama ta’sirida bir yo‘nalishli tarzda emas, balki metabolik talab, gormonal regulatsiya va periferik to‘qimalarning funksional faolligi o‘rtasidagi murakkab o‘zaro ta’sir asosida boshqarilishini ko‘rsatadi.

Olingan natijalar ilmiy adabiyotlarda keltirilgan ma’lumotlar bilan uyg‘unlikda baholanadi. Xususan, past intensivlikda lipid almashinuvi ustunligi, o‘rta intensivlikda glyukoza utilizatsiyasining kuchayishi hamda yuqori intensivlikda kontrinsulyar mexanizmlarning faollashuvi haqidagi nazariy qarashlar ushbu tadqiqotda empirik jihatdan tasdiqlandi [9, 10, 15, 16]. Shu bilan birga, mazkur tadqiqot sog‘lom yoshlar organizmida glyukemik javobning chiziqli emasligini, balki yuklama intensivligiga bog‘liq differensial xarakterga ega ekanini ko‘rsatgani bilan ilmiy ahamiyatga ega.

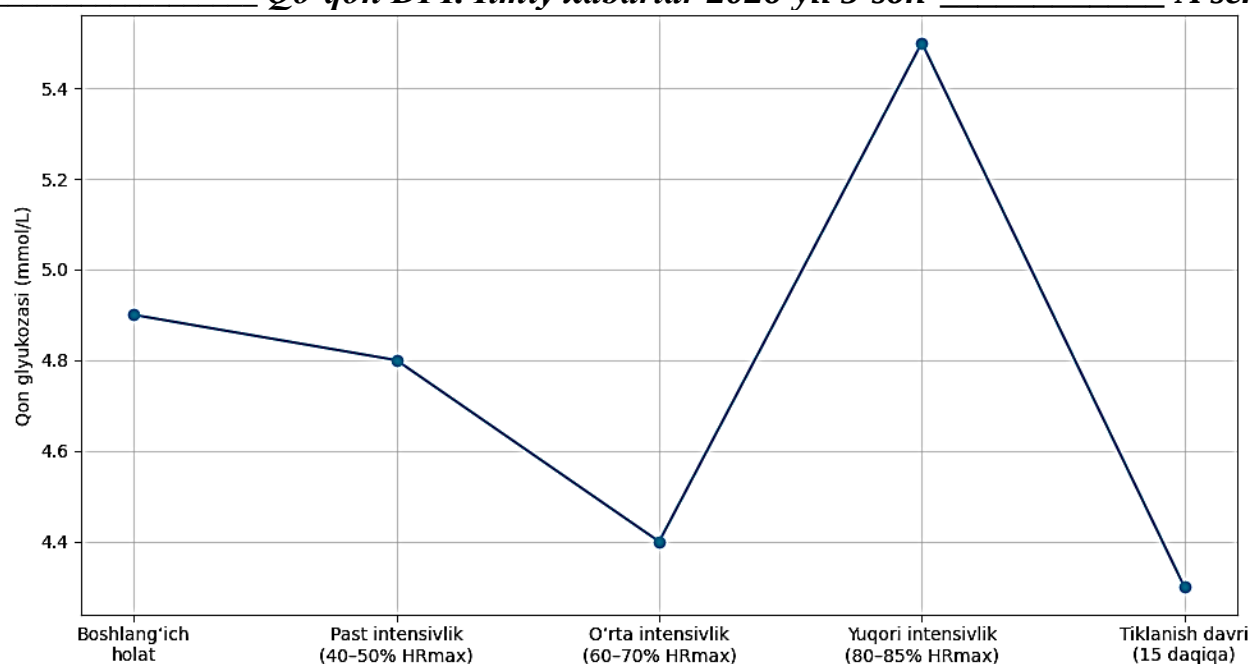
Amaliy nuqtai nazardan, olingan natijalar jismoniy mashg‘ulotlarni rejalashtirishda yuklama intensivligini individual funksional holatga mos ravishda tanlash zarurligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, o‘rta intensivlikdagi yuklamalar glyukoza almashinuvini optimallashtirish, metabolik moslashuvni kuchaytirish va sog‘lomlashtirish maqsadlarida samaraliroq bo‘lishi mumkin [18, 19]. Yuqori intensivlikdagi yuklamalar esa kuchli kompensator javob chaqirishi sababli ularni me‘yorlash va nazorat ostida qo‘llash maqsadga muvofiqdir. Shu jihatdan mazkur natijalar sport fiziologiyasi, sog‘lomlashtirish amaliyoti hamda metabolik profilaktika yo‘nalishlari uchun muhim ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi [17, 18].

Jadval 1. Jismoniy yuklama intensivligiga bog‘liq holda qon glyukozasi darajasining o‘zgarishi

Jismoniy yuklama bosqichi	Qon glyukozasi (mmol/L, M ± SD)
Boshlang‘ich holat	4,9 ± 0,4
Past intensivlik (40–50% HRmax)	4,8 ± 0,3
O‘rta intensivlik (60–70% HRmax)	4,4 ± 0,4
Yuqori intensivlik (80–85% HRmax)	5,5 ± 0,5
Tiklanish davri (15 daqiqa)	4,3 ± 0,4

Shunday qilib, tadqiqot natijalari jismoniy yuklama intensivligi bilan qon glyukozasi darajasi o‘rtasida aniq va qonuniy bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatdi. O‘rta intensivlikda glyukozaning faol sarflanishi, yuqori intensivlikda esa kompensator oshish kuzatilgani ushbu tadqiqotning asosiy ilmiy xulosalari sifatida e’tirof etilishi mumkin. Kelgusida ushbu yo‘nalishda insulin, laktat, kortizol va boshqa metabolik biomarkerlarni birgalikda o‘rganish tadqiqotning ilmiy qamrovini yanada kengaytiradi.

Rasm 1. Jismoniy yuklama intensivligiga bog‘liq qon glyukozasi dinamikasi.



Umuman olganda, ushbu tadqiqot jismoniy yuklama intensivligi va qon glyukozasi o‘rtasidagi murakkab va ko‘p bosqichli munosabatlarni ochib beradi hamda jismoniy faollikni ilmiy asosda individuallashtirish zaruratini yana bir bor tasdiqlaydi. Ushbu xulosalar keyingi tadqiqotlarda gormonal ko‘rsatkichlar va boshqa metabolik biomarkerlar bilan kompleks tahlil olib borish uchun mustahkam ilmiy poydevor yaratadi.

XULOSA

Mazkur tadqiqot natijalari jismoniy yuklama intensivligi bilan qon glyukozasi darajasi o‘rtasida aniq va qonuniy bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatdi. Aniqlanishicha, yuklama intensivligi oshib borishi bilan glyukemik javob bir yo‘nalishda emas, balki bosqichma-bosqich va differensial tarzda shakllanadi. Past intensivlikdagi jismoniy yuklamada qon glyukozasi darajasi nisbatan barqaror saqlanib, organizmda metabolik muvozanatning izdan chiqmasligi kuzatildi. O‘rta intensivlikda esa glyukoza darajasining pasayishi mushak to‘qimalarida uning faol utilizatsiyasi kuchayganini va aynan shu bosqichda uglevod almashinuvi jismoniy faollikni energiya bilan ta‘minlashda yetakchi o‘rin egallashini ko‘rsatdi. Yuqori intensivlikdagi yuklamada glyukoza darajasining qayta oshishi esa organizmning ortgan energetik ehtiyojga nisbatan kontrinsulyar gormonal mexanizmlar orqali javob berishini tasdiqladi. Tiklanish davrida glyukozaning yana pasayishi esa energetik zaxiralarning, xususan mushak glikogeni resintezining faollashuvi bilan izohlandi.

Tadqiqot davomida qon glyukozasi darajasining jismoniy yuklama intensivligiga nisbatan U-simon dinamik model bo‘yicha o‘zgarishi aniqlandi. Ushbu holat glyukoza gomeostazi organizmda oddiy chiziqli mexanizm asosida emas, balki metabolik talab, gormonal boshqaruv va periferik to‘qimalarning funksional faolligi o‘rtasidagi murakkab

o‘zaro bog‘liqlik asosida tartibga solinishini ko‘rsatadi. Shu jihatdan olingan natijalar jismoniy yuklama ta‘sirida yuz beradigan metabolik moslashuv jarayonlarini chuqurroq tushunish imkonini beradi.

Amaliy nuqtai nazardan, tadqiqot natijalari jismoniy mashg‘ulotlarni rejalashtirishda yuklama intensivligini individual xususiyatlarga mos ravishda tanlash zarurligini asoslaydi. Ayniqsa, o‘rta intensivlikdagi yuklamalar glyukoza almashinuvini faollashtirish, metabolik moslashuvni kuchaytirish va sog‘lomlashtirish maqsadlarida eng maqbul daraja sifatida baholanishi mumkin. Yuqori intensivlikdagi mashqlar esa kuchli kompensator javob chaqirishi sababli ularni me‘yorlash va nazorat ostida qo‘llash maqsadga muvofiqdir. Shu bois mazkur tadqiqot natijalari sport fiziologiyasi, sog‘lomlashtirish amaliyoti hamda metabolik profilaktika yo‘nalishlari uchun muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Shunday qilib, tadqiqot natijalari jismoniy yuklama intensivligi bilan qon glyukozasi darajasi o‘rtasida aniq bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatdi. Ayniqsa, o‘rta intensivlikda glyukozaning faol sarflanishi, yuqori intensivlikda esa kompensator oshish kuzatilgani ushbu tadqiqotning asosiy ilmiy natijalari sifatida baholanishi mumkin. Olingan ma‘lumotlar jismoniy yuklama ta‘sirida qondagi boshqa biokimyoviy ko‘rsatkichlar ham sezilarli o‘zgarishini ko‘rsatgan mahalliy kuzatuvlar bilan ham mos keladi [20]. Kelgusida ushbu yo‘nalishda insulin, laktat, kortizol va boshqa metabolik biomarkerlarni birgalikda o‘rganish tadqiqotning ilmiy qamrovini yanada kengaytiradi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. American College of Sports Medicine. (2021). *ACSM’s guidelines for exercise testing and prescription* (11th ed.). Wolters Kluwer. <https://acsm.org/education-resources/books/guidelines-exercise-testing-prescription/>
2. Astrand, P. O., & Rodahl, K. (1994). *Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise* (4th ed.). Human Kinetics. https://catalog.nlm.nih.gov/discovery/fulldisplay/alma9911583733406676/01NLM_INST:01NLM_INST
3. Bergman, B. C., Butterfield, G. E., Wolfel, E. E., Casazza, G. A., Lopaschuk, G. D., Horning, M. A., & Brooks, G. A. (1999). Muscle net glucose uptake and glucose kinetics after endurance training in men. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 277(1), E81–E92. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1999.277.1.E81>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10409131/>
4. Brooks, G. A. (2018). The science and translation of lactate shuttle theory. *Cell Metabolism*, 27(4), 757–785. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.03.008>
[https://www.cell.com/cell-metabolism/fulltext/S1550-4131\(18\)30186-4](https://www.cell.com/cell-metabolism/fulltext/S1550-4131(18)30186-4)

5. Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., Horton, E. S., Castorino, K., & Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065–2079. <https://doi.org/10.2337/dc16-1728> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27926890/>
6. DeFronzo, R. A., Ferrannini, E., Zimmet, P., & Alberti, G. (Eds.). (2015). *International textbook of diabetes mellitus* (4th ed.). Wiley-Blackwell. <https://www.wiley.com/en-br/International%2BTextbook%2Bof%2BDiabetes%2BMellitus%2C%2B2%2BVolume%2BSet%2C%2B4th%2BEdition-p-9780470658611>
7. Richter, E. A., & Hargreaves, M. (2013). Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiological Reviews*, 93(3), 993–1017. <https://doi.org/10.1152/physrev.00038.2012> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23899560/>
8. Hawley, J. A., Hargreaves, M., Joyner, M. J., & Zierath, J. R. (2014). Integrative biology of exercise. *Cell*, 159(4), 738–749. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.10.029> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25417152/>
1. Jeukendrup, A. E., & Gleeson, M. (2019). *Sport nutrition: An introduction to energy production and performance* (3rd ed.). Human Kinetics. ISBN: 9781492572299.
2. Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: The physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 586(1), 35–44. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.143834> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17901124/>
3. Karvonen, M. J., Kentala, E., & Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate: A longitudinal study. *Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae*, 35(3), 307–315. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13470504/>
4. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (8th ed.). Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins. https://books.google.com/books/about/Exercise_Physiology.html?id=L8UfnQEACAAJ
5. Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (10th ed.). McGraw-Hill Education. <https://accessphysiotherapy.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2460§ionid=193998798>
6. Romijn, J. A., Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Gastaldelli, A., Horowitz, J. F., Endert, E., & Wolfe, R. R. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *American Journal of Physiology*, 265(3 Pt 1), E380–E391. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1993.265.3.E380> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8214047/>

7. Wasserman, D. H. (2009). Four grams of glucose. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 296(1), E11–E21. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.90563.2008>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18840763/>

8. World Health Organization. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. World Health Organization.
<https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/faa83413-d89e-4be9-bb01-b24671aef7ca/content>

9. Viru, A., & Viru, M. (2001). *Biochemical monitoring of sport training*. Human Kinetics.

https://catalog.nlm.nih.gov/discovery/fulldisplay?adaptor=Local+Search+Engine&context=L&docid=alma9911312533406676&lang=en&mode=advanced&offset=120&query=lds56%2Ccontains%2CSports+--+physiology%2CAND&tab=LibraryCatalog&vid=01NLM_INST%3A01NLM_INST

10. American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2023). Introduction and methodology: Standards of care in diabetes—2023. *Diabetes Care*, 46(Suppl. 1), S1–S4. <https://doi.org/10.2337/dc23-SINT>
https://diabetesjournals.org/care/article/46/Supplement_1/S1/148054/Introduction-and-Methodology-Standards-of-Care-in

11. American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2023). Summary of revisions: Standards of care in diabetes—2023. *Diabetes Care*, 46(Suppl. 1), S4–S5. <https://doi.org/10.2337/dc23-SREV> https://diabetesjournals.org/care/issue/46/Supplement_1

12. Niyozov, Q. A., & Raxmonaliyeva, G. M. (2025). Dynamics of bilirubin levels in adolescents' blood under the influence of physical exercise. *International Journal of Medical Sciences*, 5(05), 371–377. <https://inlibrary.uz/index.php/ijms/article/view/104732>