



OLIIY TA'LIM MUASSASALARI TALABALARINI OMMAVIY SPORT FAOLIYATIGA JALB ETISHDA RAQAMLI MONITORING TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGI

O'zbekiston davlat sport akademiyasi huzuridagi
Jismoniy tarbiya va sportda ilmiy tadqiqotlar instituti
Pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Bobomuradov Abdurafiq Egamuradovich

E-mail: bobomurodov0709@gmail.com

Annotatsiya- Talabalarni ommaviy sportga jalb etishda jismoniy holatini obyektiv va uzluksiz nazorat qilish muhim ahamiyatga ega. Maqolada raqamli monitoring vositalari- kiyiladigan soatlar, bioimpedans analizatorlari va mobil ilovalar-samaradorligi adabiyotlar tahlili asosida o'rganildi. Garmin smart soatlari qadam sonini yuqori aniqlikda (xato 2%dan kam), yurak urishini esa nisbiy aniqlikda o'lchaydi. Tana tarkibini bioimpedans usulida aniqlash va kunlik faollikni real vaqtda kuzatishni birlashtiruvchi raqamli monitoring modeli ishlab chiqildi. Model individual yondashuvni va mashg'ulotlar samaradorligini baholashni ta'minlaydi. O'zbekiston OTM tizimi uchun amaliy tavsiyalar berildi.

Kalit so'zlar: *raqamli monitoring; kiyiladigan qurilmalar; Garmin; bioimpedans analizi; mobil ilova; talabalar; ommaviy sport; jismoniy faollik.*

Аннотация- При вовлечении студентов в массовый спорт важное значение имеет объективный и непрерывный контроль их физического состояния. В статье на основе анализа литературы была изучена эффективность цифровых средств мониторинга- носимых часов, анализаторов биоимпеданса и мобильных приложений. Смарт-часы Garmin измеряют количество шагов с высокой точностью (ошибка менее 2%), а пульс — с относительной точностью. Разработана модель цифрового мониторинга, объединяющая определение состава тела методом биоимпеданса и мониторинг суточной активности в режиме реального времени. Модель обеспечивает индивидуальный подход и оценку эффективности обучения. Даны практические рекомендации для системы вузов Узбекистана.

Ключевые слова: цифровой мониторинг; носимые устройства; Garmin; анализ биоимпеданса; мобильное приложение; студенты; массовый спорт; физическая активность.



Abstract- Objective and continuous monitoring of students' physical condition is of great importance in involving them in mass sports. The article examined the effectiveness of digital monitoring tools — wearable watches, bioimpedance analyzers, and mobile applications- based on a literature analysis. Garmin smartwatches measure step count with high accuracy (error less than 2%) and heart rate with relative accuracy. A digital monitoring model has been developed that combines the determination of body composition using the bioimpedance method with real-time monitoring of daily activity. The model provides an individual approach and assesses the effectiveness of training. Practical recommendations were provided for the higher education system of Uzbekistan.

Key words: *digital monitoring; wearable devices; Garmin; bioelectrical impedance analysis; mobile application; university students; mass sport; physical activity.*

Dolzarbliqi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, dunyo bo'yicha tavsiya etilgan jismoniy faollik darajasiga rioya qilmaydigan kattalar ulushi 2000-yildagi 23,4 foizdan 2022-yilga kelib 31,3 foizga ko'tarildi. Bu tendensiya jismoniy faollik bo'yicha global harakat rejasida belgilangan, 2030-yilga qadar passivlik darajasini 15 foizga kamaytirish maqsadiga erishishni murakkablashtirmoqda. Talaba-yoshlar guruhida vaziyat yanada og'irroq: 23 davlatni qamrab olgan tadqiqotda talabalarning 41,4 foizi yetarli jismoniy faollikka ega emasligi, 22 davlatni qamrab olgan boshqa tadqiqotda esa talabalarning 22 foizi ortiqcha vazn yoki semizlikka ega ekanligi aniqlangan. Bunday holat talabalarni ommaviy sport faoliyatiga jalb etishning samarali, obyektiv ma'lumotlarga asoslangan usullarini izlashni dolzarb vazifaga aylantiradi.

Jismoniy faollikni obyektiv o'lchash g'oyasi yangilik emas. 2003-yilda o'tkazilgan klassik tadqiqotda oddiy elektron pedometrlarning qadam sonini, masofani va energiya sarfini o'lchashdagi validligi birinchi marotaba keng qamrovli tarzda baholangan edi. O'tgan yigirma yildan ortiq davr mobaynida bu soha sezilarli evolyutsiyani bosib o'tdi: oddiy mexanik pedometrlardan tortib, bugungi kunda GPS, optik fotopletizmografiya (PPG) sensorlari va sun'iy intellekt algoritmlariga ega ko'p funksiyali "smart" sport soatlarigacha (Garmin, Fitbit, Apple Watch va boshqalar) rivojlanish yuz berdi. Bunday qurilmalar yurak urish tezligi (YUT), qadam soni, faol daqiqalar, energiya sarfi va, ba'zi modellarda, hatto yurish/yugurish masofasini real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi.

Shu bilan birga, kiyiladigan qurilmalar faqat harakat faolligini qayd etadi, ammo foydalanuvchining tana tarkibi (yog' va mushak massasi nisbati) haqida ma'lumot bermaydi. Tana tarkibini obyektiv baholashning keng tarqalgan usuli- bioelektrik



impedans tahlili (BIA)- ESPEN ishchi guruhi tomonidan ishlab chiqilgan uslubiy tavsiyalarga asoslanib, arzon, tezkor va noinvaziv tarzda yog'siz tana massasi va tana suvini aniqlash imkonini beradi. Demak, to'liq va individuallashtirilgan jismoniy monitoring uchun ikkita texnologik yo'nalishni- real vaqt harakat monitoringi (kiyiladigan qurilmalar) va davriy tana tarkibi diagnostikasi (BIA)- birlashtirish maqsadga muvofiqdir. Bunday integratsiyani amalga oshirish vositasi sifatida mobil ilovalar markazlashtirilgan ma'lumotlar bazasi va tahlil platformasi vazifasini bajaradi.

Tadqiqotning maqsadi. Raqamli monitoring texnologiyalarining talabalarni ommaviy sport faoliyatiga jalb etishdagi samaradorligini aniqlash hamda talabaning tana tarkibi va kundalik jismoniy faolligini birgalikda kuzatib boruvchi integratsiyalashgan raqamli monitoring modelini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi. Integratsiyalashgan raqamli monitoring modelini ishlab chiqish uchun quyidagi uskunaviy yondashuv tahlil qilindi: 1) Garmin turkumidagi kiyiladigan sport soati- yurak urish tezligi, qadam soni, faol daqiqalar va energiya sarfini real vaqtda qayd etish uchun; 2) Tanita turkumidagi bioelektrik impedans analizatori- tana tarkibini (yog' massasi, mushak massasi, tana suvi) davriy (masalan, har oyda bir marta) baholash uchun; 3) mobil ilova- ikkala manbadan kelgan ma'lumotlarni markazlashtirilgan tarzda yig'ish, tahlil qilish va foydalanuvchiga hamda murabbiyga vizual hisobot shaklida taqdim etish uchun. 1-jadval raqamli monitoring qurilmalarining validligi va ishonchliligini tasdiqlovchi tadqiqotlar (2003–2026) model komponentlarining o'zaro bog'liqligi nazariy sintez usuli yordamida, o'z-o'zini belgilash nazariyasi va yopiq sikl (closed-loop) qaytar aloqa kontsepsiyasiga asoslanib ishlab chiqildi.

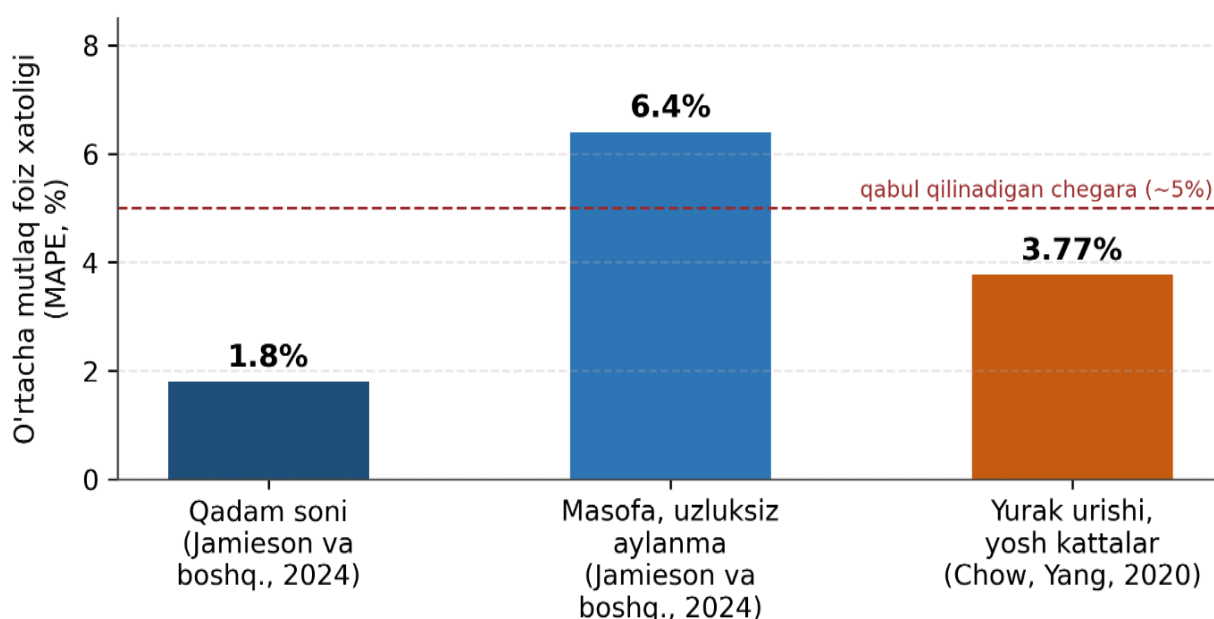
1-jadval. Raqamli monitoring qurilmalarining validligi va ishonchliligini tasdiqlovchi tadqiqotlar (2003–2026)

Muallif(lar), yil	Qurilma / usul	Tadqiq etilgan guruh	Asosiy natija
Crouter va boshq., 2003	10 ta elektron pedometr	Sog'lom kattalar	Qadam sonini o'lchashda yuqori validlik tasdiqlandi (tarixiy asos)
Evenson va boshq., 2015	Kiyiladigan faollik trekerlari (tizimli sharh)	Kattalar (umumiy)	Qadam soni yuqori, energiya sarfi/masofa past validlikka ega
Chow, Yang, 2020	Garmin Vivosmart HR+ (YUT)	Yosh va keksa kattalar (n=40)	YUT MAPE: yoshlarda 3,77%, keksalarda 4,73%



Muallif(lar), yil	Qurilma / usul	Tadqiq etilgan guruh	Asosiy natija
Evenson, Spade, 2020	Garmin qurilmalari (tizimli sharh)	Kattalar (umumiy)	Qadam soni yuqori validlikka, YUT/energiya sarfi past validlikka ega
Jamieson va boshq., 2024	Garmin Vivoactive4 vs Fitbit Sense	Sogʻlom yosh kattalar (n=16)	Garmin qadam soni MAPE=1,8%, masofa MAPE=6,4%
D. Leon va boshq., 2026	Garmin Vivoactive4	Jismonan faol talabalar (n=18, 19–29 yosh)	Qadam soni qabul qilinadigan, YUT/energiya sarfi past aniqlikka ega

Kiyiladigan qurilmalarning ishonchliligi boʻyicha tizimli sharhlarga koʻra, ular qadam sonini yuqori, energiya sarfi va masofani esa nisbatan past validlik bilan oʻlchaydi. Garmin qurilmalariga bagʻishlangan sharhda ham xuddi shu naqsh tasdiqlangan: qadam soni boʻyicha validlik barqaror yuqori, yurak urish tezligi va energiya sarfida esa MAPE chegaradan oshgan. Bir tadqiqotda Garmin Vivosmart HR+ yurak urish tezligini 3,77% MAPE bilan (10% chegaradan past, yaʼni yuqori aniqlikda) oʻlchagan. Boshqa tadqiqotda Garmin Vivoactive4 qadam sonini Fitbit Senseʼga nisbatan aniqroq oʻlchagan (MAPE: 1,8% va 8,0%), aylanma yoʻnalishda masofa xatoligi esa 6,4% boʻlgan (1-rasm). Kollej yoshidagilar ishtirokidagi soʻnggi tadqiqotda Vivoactive4 qadam sonini qabul qilinadigan aniqlikda (MAPE<10%) oʻlchagan, biroq yurak urish tezligi va energiya sarfida aniqligi past (mos ravishda >5% va >10%) boʻlgan.





1-rasm. Garmin qurilmalarining turli fiziologik va harakat ko'rsatkichlarini o'lchashdagi aniqligi

Klaster-randomizatsiyalangan tadqiqotda kiyiladigan trekerlar yordamida talabalarining kunlik qadam soni nazorat guruhiga nisbatan sezilarli oshgani aniqlangan. Gamifikatsiyaga bag'ishlangan tizimli sharhda mHealth ilovalaridagi o'yin elementlari (ball, reyting, mukofot) jismoniy faollikni rag'batlantirishda samarali vosita ekanligi ko'rsatilgan. Sakkiz tadqiqotni birlashtirgan meta-tahlilga ko'ra, raqamli sog'liqlik aralashuvlari talabalarining kunlik qadam sonini ishonchli oshirgan ($SMD=0,64$; $p<0,001$), biroq o'rta/yuqori intensivlikdagi faollikka ta'siri ahamiyatsiz bo'lgan. Xitoyda 1286 talaba ishtirokidagi so'rovnomada kiyiladigan jihozlardan foydalanish mashq motivatsiyasi orqali sodiqlikni oshirgani, bu ta'sir ijtimoiy qo'llab-quvvatlashga bog'liq ekanligi aniqlangan. 160 talaba ishtirokidagi randomizatsiyalangan tadqiqotda gamifikatsiyalashgan mHealth platformasi jismoniy faollik, aralashuvga rioya qilish va tana tarkibi ko'rsatkichlarini sezilarli yaxshilagani aniqlandi (2-jadval).

2-jadval. Raqamli monitoring va gamifikatsiya asosidagi aralashuvlarning talabalar sport faolligiga ta'siri

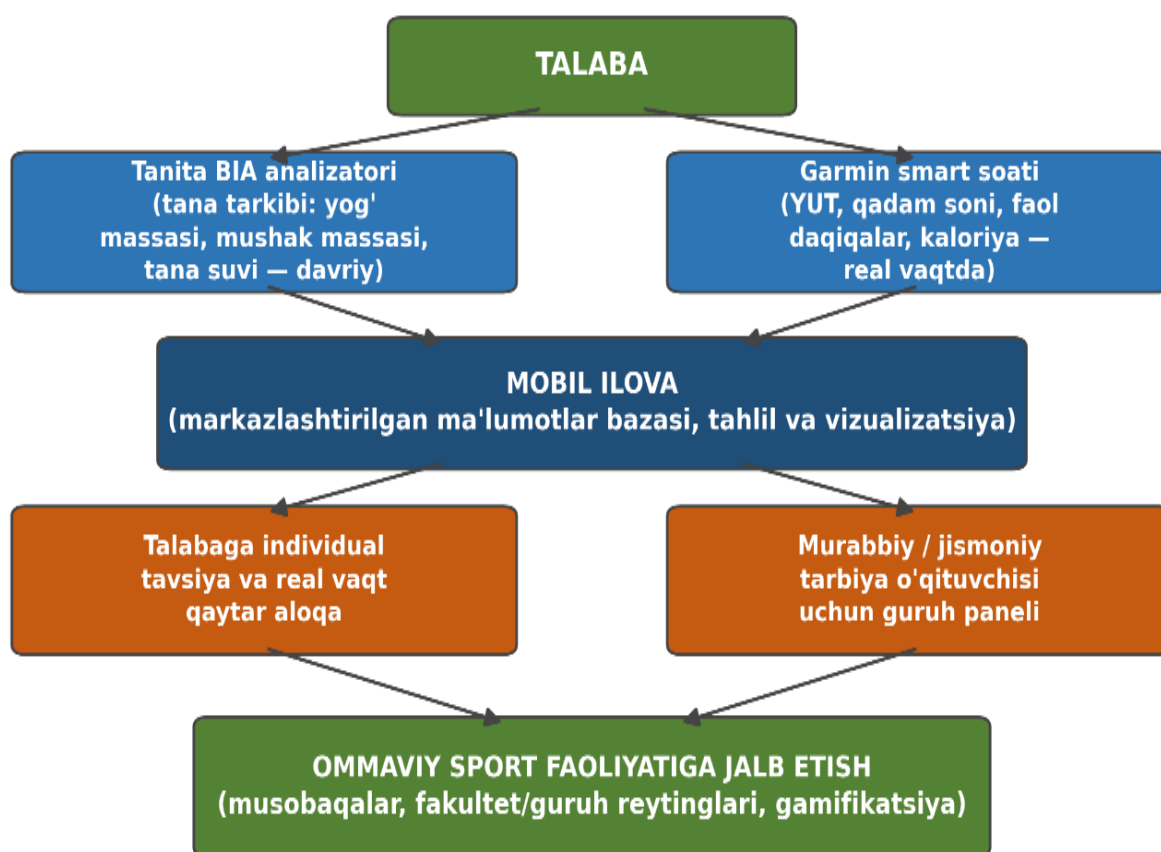
Muallif(lar), yil	Namuna (n)	Vosita / yondashuv	Asosiy natija
Kim va boshq., 2018	187	Kiyiladigan faollik trekeri	Kunlik qadam sonining sezilarli oshishi
Xu va boshq., 2022	50 tadqiqot (sharh)	mHealth gamifikatsiya elementlari	Jismoniy faollikka qatnashishni rag'batlantiruvchi samarali vosita
Bi va boshq., 2024	569 (8 tadqiqot)	Raqamli sog'liqlik aralashuvlari (meta-tahlil)	Qadam soni sezilarli oshdi ($SMD=0,64$; $p<0,001$)
Han va boshq., 2025	1286	Kiyiladigan sport jihozlari	Motivatsiya orqali mashqqa sodiqlik oshishi tasdiqlandi
Yang va boshq., 2026	160	Gamifikatsiyalashgan mHealth ilovasi	Faollik, sodiqlik va tana tarkibi ko'rsatkichlari yaxshilandi

Yuqoridagi tahlil natijalariga asoslanib, talabalarni ommaviy sport bilan muntazam shug'ullanishga jalb etish uchun integratsiyalashgan raqamli monitoring modeli ishlab chiqildi (2-rasm). Model ikki o'zaro to'ldiruvchi monitoring yo'nalishini birlashtiradi: birinchisi — Garmin turkumidagi kiyiladigan sport soati orqali yurak urish tezligi, qadam soni, faol daqiqalar va energiya sarfini real vaqt rejimida kuzatib borish; ikkinchisi — Tanita turkumidagi bioimpedans analizatori orqali talabaning tana tarkibini (yog', mushak massasi, tana suvi) davriy tarzda baholash. Ikkala manbadan kelgan ma'lumotlar

mobil ilova darajasida markazlashtirilgan tarzda yig'iladi, tahlil qilinadi va dinamik grafiklar shaklida vizuallashtiriladi.

2-rasm. Tana tarkibi va real vaqt jismoniy faollik monitoringini birlashtiruvchi integratsiyalashgan raqamli monitoring modeli

Mobil ilova ikki yo'nalishda qaytar aloqa generatsiya qiladi: talabanning shaxsiy hisobiga- individuallashtirilgan tavsiyalar, kunlik/haftalik maqsadlar va taraqqiyot dinamikasi shaklida; jismoniy tarbiya o'qituvchisi yoki murabbiy paneliga- guruh darajasidagi umumlashtirilgan monitoring ma'lumotlari shaklida. Bu, o'z navbatida, talabalarni fakultet va guruhlar o'rtasidagi gamifikatsiyalashgan musobaqalar, reytinglar



va ommaviy sport-sog'lomlashtirish tadbirlariga jalb etish uchun asos yaratadi. Ushbu model, an'anaviy yondashuvlardan farqli o'laroq, nafaqat harakat faolligini, balki uning tana tarkibiga ta'sirini ham birgalikda kuzatib borish, demak sport mashg'ulotlari samaradorligini yanada to'liq baholash imkonini beradi.

Taklif etilgan modelning samaradorligi bir qator nazariy mexanizmlar bilan izohlanadi. O'z-o'zini belgilash nazariyasiga ko'ra, real vaqt qaytar aloqasi foydalanuvchining kompetentlik va avtonomiya ehtiyojlarini qondiradi, bu esa ichki



motivatsiyani kuchaytiradi. Yopiq tsikl (closed-loop) monitoring-qaytar aloqa kontsepsiyasi shuni ko'rsatadiki, shaxsiy ma'lumotlarga asoslangan tavsiyalar umumiy tavsiyalarga nisbatan ancha yuqori sodiqlikni ta'minlaydi. Gamifikatsiya nazariyasi esa ball, reyting va yutuq nishonlari orqali foydalanuvchining tizimdan uzoq muddat foydalanishini rag'batlantiradi, ijtimoiy qo'llab-quvvatlash mexanizmi esa kiyiladigan qurilmalarning samaradorligini kuchaytiruvchi moderator omil sifatida namoyon bo'ladi.

Olib borilgan tahlil shuni ko'rsatadiki, zamonaviy kiyiladigan monitoring qurilmalari, jumladan Garmin smart soatlari, talabalar uchun qadam soni va umumiy harakat faolligini kuzatishning ishonchli vositasi hisoblanadi, biroq yurak urish tezligi va energiya sarfi ko'rsatkichlarini faqat taxminiy ko'rsatkich sifatida talqin qilish lozim. Aynan shu sababli, faqat kiyiladigan qurilmaga asoslangan monitoring tizimi talabaning haqiqiy jismoniy holati (tana tarkibi) haqida to'liq tasavvur bera olmaydi. Bu cheklov mazkur tadqiqotda taklif etilgan integratsiyalashgan modelning asosiy ilmiy asoslanmasini tashkil etadi: real vaqt harakat monitoringini davriy BIA diagnostikasi bilan birlashtirish orqali, har ikki texnologiyaning kuchli tomonlari (harakat faolligini kuzatishdagi yuqori aniqlik va tana tarkibini baholashdagi yuqori validlik) bir-birini to'ldiradi.

Gamifikatsiya va ijtimoiy qo'llab-quvvatlash mexanizmlarini o'z ichiga olgan tadqiqotlarda qayd etilgan yuqori samaradorligi shuni ko'rsatadiki, taklif etilgan model faqat texnik monitoring vositasi sifatida emas, balki fakultet va guruhlar darajasidagi ijtimoiy sport faoliyatini rag'batlantiruvchi platforma sifatida ham loyihalashtirilishi kerak. Murabbiy/o'qituvchi paneli orqali guruh darajasidagi monitoring ma'lumotlarini taqdim etish, individual ma'lumotlar maxfiyligini saqlagan holda, jismoniy tarbiya jarayonini ma'lumotlarga asoslangan boshqarishga (data-driven management) o'tkazish imkonini beradi.

O'zbekiston oliy ta'lim muassasalari, xususan jismoniy tarbiya yo'nalishidagi universitetlar, uchun bu natijalar amaliy ahamiyatga ega: sport majmualarida Garmin turkumidagi soatlar va Tanita turkumidagi BIA analizatorlarini birgalikda joriy etish, ularni yagona mobil ilova orqali integratsiya qilish, talabalarning semestr davomidagi jismoniy holati dinamikasini kuzatib borish va shu asosda ommaviy sport tadbirlariga individuallashtirilgan tarzda jalb etish imkonini yaratadi.

Mazkur tahlilning bir qator cheklovlari mavjud. Birinchidan, kiyiladigan qurilmalarning validligiga oid tadqiqotlar asosan G'arb mamlakatlarida va nisbatan kichik namunalarda (16 dan 77 tagacha ishtirokchi) o'tkazilgan, bu natijalarning



O'zbekiston talabalari uchun to'g'ridan-to'g'ri ko'chirilishini cheklaydi. Ikkinchidan, taklif etilgan integratsiyalashgan model nazariy sintez asosida ishlab chiqilgan bo'lib, uning amaliy samaradorligini O'zbekiston talabalari ishtirokidagi pilot loyihalar orqali tasdiqlash zarur. Uchinchidan, kiyiladigan qurilmalar va BIA analizatorlarining narxi ba'zi oliy ta'lim muassasalari uchun moliyaviy cheklov bo'lishi mumkin.

Xulosa va tavsiyalar. Tadqiqotda talabalarning jismoniy holati va jismoniy faolligini baholash uchun tana tarkibini bioimpedans usulida aniqlash hamda kundalik jismoniy faollikni real vaqt rejimida monitoring qilishni o'zaro integratsiyalovchi raqamli monitoring modeli ishlab chiqildi. Mazkur model talabalarni ommaviy sport bilan muntazam shug'ullanishga jalb etishda individual yondashuvni ta'minlaydi va sport mashg'ulotlari samaradorligini baholash imkonini beradi. Ushbu natijalar asosida, eng avvalo, oliy ta'lim muassasalarining sport majmualarida Garmin turkumidagi kiyiladigan sport soatlari va Tanita turkumidagi BIA analizatorlarini birgalikda joriy etish maqsadga muvofiqdir. Bunda ikkala manbadan- ya'ni kiyiladigan qurilma va bioimpedans analizatoridan- kelgan ma'lumotlarni yagona mobil ilova orqali markazlashtirilgan tarzda yig'ish, tahlil qilish va vizuallashtirish tizimini yaratish lozim, chunki ma'lumotlarning yagona platformada birlashtirilishi talaba holatini yaxlit tasavvur etish imkonini beradi.

Jismoniy tarbiya jarayonini boshqarish samaradorligini oshirish nuqtai nazaridan, murabbiy yoki jismoniy tarbiya o'qituvchisi uchun guruh darajasidagi monitoring panelini ishlab chiqish o'rindir, biroq bunda talabalarning shaxsiy ma'lumotlari maxfiylikni ta'minlash zaruriy shart hisoblanadi. Shu bilan birga, talabalar motivatsiyasini kuchaytirish maqsadida mobil ilovaga gamifikatsiya elementlarini, jumladan, fakultetlar va guruhlar o'rtasidagi qadam yoki faollik musobaqalarini hamda yutuq nishonlarini joriy etish tavsiya etiladi.

Ayni paytda, taklif etilgan integratsiyalashgan modelning amaliy samaradorligini tasdiqlash uchun uni O'zbekiston talabalari ishtirokida pilot loyihalar orqali sinovdan o'tkazish zarur. Bundan tashqari, kiyiladigan qurilmalarning yurak urish tezligi va energiya sarfi ko'rsatkichlaridan foydalanishda ularning nisbiy aniqlik chegaralarini hisobga olish, shu bilan birga qadam soni kabi nisbatan yuqori validlikka ega ko'rsatkichlarga ustunlik berish maqsadga muvofiqdir, zero, barcha ko'rsatkichlarning o'lchov aniqligi bir xil darajada emas.

Yakun sifatida aytish mumkinki, real vaqt harakat monitoringi va davriy tana tarkibi diagnostikasini birlashtirgan integratsiyalashgan raqamli monitoring modeli- oliy ta'lim



tizimida talabalarni ommaviy sport faoliyatiga individuallashtirilgan va ilmiy asoslangan tarzda jalb etishning istiqbolli yoʻli boʻlib xizmat qiladi.

Adabiyotlar roʻyxati:

1. Crouter SE, Schneider PL, Karabulut M, Bassett DR Jr. Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance, and energy cost. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1455–1460.
2. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, Lilienthal Heitmann B, Kent-Smith L, Melchior JC, Pirlich M, Scharfetter H, Schols AMWJ, Pichard C (ESPEN Working Group). Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004;23(5):1226–1243.
3. Evenson KR, Goto MM, Furberg RD. Systematic review of the validity and reliability of consumer-wearable activity trackers. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2015;12:159.
4. Peltzer K, Pengpid S, Samuels TA, Özcan NK, Mantilla C, Rahamefy OH, Wong ML, Gasparishvili A. Prevalence of overweight/obesity and its associated factors among university students from 22 countries. *Int J Environ Res Public Health.* 2014;11(7):7425–7441.
5. Teixeira PJ, Carraça EV, Markland D, Silva MN, Ryan RM. Exercise, physical activity, and self-determination theory: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2012;9:78.
6. Pengpid S, Peltzer K, Kassean HK, Tsala Tsala JP, Sychareun V, Müller-Riemenschneider F. Physical inactivity and associated factors among university students in 23 low-, middle- and high-income countries. *Int J Public Health.* 2015;60(5):539–549.
7. Kim Y, Lumpkin A, Lochbaum M, Stegemeier S, Kitten K. Promoting physical activity using a wearable activity tracker in college students: a cluster randomized controlled trial. *J Sports Sci.* 2018;36(16):1889–1896.
8. Chow HW, Yang CC. Accuracy of optical heart rate sensing technology in wearable fitness trackers for young and older adults: validation and comparison study. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2020;8(4):e14707.
9. Evenson KR, Spade CL. Review of validity and reliability of Garmin activity trackers. *J Meas Phys Behav.* 2020;3(2):170–185.
10. Vasold KL, Parks AC, Phelan DML, Pontifex MB, Pivarnik JM. Reliability and validity of commercially available low-cost bioelectrical impedance analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2019;29(4):406–410.