NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-10]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

03.00.00-BIOLOGIYA
journal.namdu.uz
BIOLOGICAL

UO‘K 796.01:612

# SPORTCHILARNING FUNKSIONAL HOLATI, TIKLANISH DINAMIKASI VA ADAPTATSION ZAXIRALARINI KOMPLEKS FIZIOLOGIK BAHOLASH

**Nazarov Sobir Usmonovich**
Psixologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Jismoniy tarbiya va sport bo‘yicha mutaxassislarni qayta tayyorlash
va malakasini oshirish instituti
E-mail: sobirnazar623@gmail.com;
ORCID: 0009-0000-0563-1256
**Shaxnoza Elmuratovna Xaydarova**
Qarshi davlat universiteti, Fiziologiya kafedrasi o‘qituvchisi
E-mail: xshaxnoza711@gmail.com;
ORCID: 0009-0007-1799-7694

***Annotatsiya:*** *Sportchining funksional holatini bitta puls o‘lchovi yoki alohida funksional sinama bilan baholash organizmning yuklamaga javobi, vegetativ boshqaruvi va tiklanishini to‘liq aks ettirmaydi. Ushbu ilmiy-analitik sharhning maqsadi yuqori malakali sportchilarda joriy funksional holat, tiklanish dinamikasi va adaptatsion zaxiralarni baholashda klassik funksional sinamalarni zamonaviy fiziologik monitoring bilan uyg‘unlashtirishdir. Tahlilga 19 ta manba, jumladan 2024–2026-yillarda e’lon qilingan 10 ta zamonaviy tadqiqot va sharh kiritildi. YuUCh, HRR, HRV, RMSSD/LnRMSSD, faol ortostatik va Rufye sinamalari, submaksimal testlar, RPE, uyqu, laktat, ayrim biokimyoviy ko‘rsatkichlar hamda tanaga taqiladigan qurilmalarning axborot qiymati qiyoslandi. Natijalar sportchini yagona guruh me’yori bilan emas, avvalo uning individual bazaviy diapazoni, sport ixtisosligi va mashg‘ulot sikli bosqichi fonida baholash maqsadga muvofiqligini ko‘rsatdi. Rufye sinamasi tezkor skrining vositasi sifatida foydali, biroq uni HRV, HRR va standartlashtirilgan yuklama sinamalari bilan birga talqin qilish zarur.*

***Kalit so‘zlar:*** *funksional holat, adaptatsion zaxira, tiklanish, yurak ritmi variabelligi, HRV, HRR, Rufye sinamasi, faol ortostatik sinama.*

## КОМПЛЕКСНАЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ, ДИНАМИКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И АДАПТАЦИОННЫХ РЕЗЕРВОВ СПОРТСМЕНОВ

***Аннотация:*** *Функциональное состояние спортсмена нельзя полноценно оценить по разовому измерению частоты сердечных сокращений или одной функциональной пробе, поскольку реакция на нагрузку, вегетативная регуляция и восстановление представляют взаимосвязанные физиологические процессы. Цель обзора - объединить классические функциональные пробы с современными показателями мониторинга для оценки текущего состояния, восстановления и адаптационных резервов высококвалифицированных спортсменов. Проанализировано 19 источников, включая 10 публикаций 2024–2026 гг. Сопоставлена информативность ЧСС, HRR, HRV, RMSSD/LnRMSSD, активной ортостатической и пробы Руфье, субмаксимальных тестов, RPE, сна, лактата, отдельных биохимических показателей и носимых устройств. Показано, что продольная оценка относительно индивидуального базового диапазона физиологически обоснованнее механического сравнения с единой групповой нормой. Проба Руфье сохраняет значение доступного скринингового метода, но ее результаты следует интерпретировать совместно с HRV, HRR и стандартизированными нагрузочными тестами.*

***Ключевые слова:*** *функциональное состояние, адаптационные резервы, восстановление, вариабельность сердечного ритма, HRV, HRR, проба Руфье, активная ортостатическая проба.*

## COMPREHENSIVE PHYSIOLOGICAL ASSESSMENT OF ATHLETES’ FUNCTIONAL STATUS, RECOVERY DYNAMICS, AND ADAPTIVE RESERVES

***Abstract:*** *Athlete functional status cannot be adequately assessed from a single resting heart-rate value or one functional test because exercise response, autonomic regulation, and recovery are interrelated physiological processes. This scientific-analytical review aimed to integrate classical functional tests with contemporary monitoring indicators for evaluating current functional status, recovery*

*dynamics, and adaptive reserves in highly trained athletes. Nineteen sources were analyzed, including ten publications from 2024–2026. The physiological utility of heart rate, HRR, HRV, RMSSD/LnRMSSD, active orthostatic and Ruffier tests, submaximal exercise tests, RPE, sleep, lactate, selected biochemical indicators, and wearable devices was compared. The evidence supports longitudinal within-athlete interpretation against an individual baseline range rather than mechanical comparison with a single group norm. The Ruffier test remains useful for rapid screening, but its findings are more informative when interpreted together with HRV, HRR, and standardized exercise-response measures.*

***Keywords:*** *functional status, adaptive reserve, recovery, heart rate variability, HRV, HRR, Ruffier test, active orthostatic test.*

## Kirish

Yuqori malakali sportchilarda bir xil tashqi yuklama turlicha ichki fiziologik javobni yuzaga keltiradi, ayni sportchining oʻzida ham bu javob uyqu, oldingi mashgʻulot, ruhiy zoʻriqish, iqlim, mikrotsikl bosqichi va sogʻliq holatiga qarab oʻzgaradi. Shu sababli masofa, ogʻirlik, mashgʻulot davomiyligi yoki tashqi quvvatning oʻzi joriy funksional holatni yetarli tavsiflamaydi [1, 11, 14].

Sport fiziologiyasida funksional holat organizmning muayyan vaqtda jismoniy vazifani bajarish, gomeostatik barqarorlikni saqlash va yuklamadan soʻng tiklanish imkoniyatlarini birlashtiruvchi integrativ holatdir. Bu jarayonda markaziy nerv, yurak-qon tomir, nafas olish, nerv-mushak va endokrin tizimlar hamda energiya almashinuvi yagona funksional tizim sifatida ishlaydi. Adaptatsion zaxira esa alohida indeks emas; u yuklama vaqtida zarur tizimlarni safarbar qilish, ishni barqaror davom ettirish va keyinchalik individual bazaviy holatga qaytish imkoniyatida namoyon boʻladi [11, 12].

Shoshilinch adaptatsiya jismoniy ish boshlanishi bilan yuzaga keladigan tezkor funksional javoblarni, uzoq muddatli adaptatsiya esa muntazam mashgʻulotlar natijasidagi barqaror morfofunksional qayta tashkil topishni anglatadi. Shu bois bir kunlik ogʻish uzoq muddatli tayyorgarlikning pasayishini, yaxshi bir martalik natija esa toʻliq tiklanish yoki yuqori adaptatsion zaxirani oʻz-oʻzidan isbotlamaydi.

Zamonaviy monitoringning vazifasi koʻp maʼlumot yigʻish emas, balki ishonchli, takrorlanuvchi va amaliy qarorga xizmat qiladigan koʻrsatkichlarni tanlashdir [1]. Shu nuqtai nazardan klassik sinamalarni HRV, HRR, faol ortostatik sinama, submaksimal testlar va subyektiv holat koʻrsatkichlari bilan bir tizimda baholash dolzarbdir.

Tadqiqotning maqsadi – sportchilarning joriy funksional holati, jismoniy yuklamadan keyingi tiklanish dinamikasi va adaptatsion zaxiralarini baholashda qoʻllaniladigan klassik funksional sinamalarni zamonaviy koʻp komponentli fiziologik monitoring yondashuvlari bilan uygʻunlashtirish hamda yuqori malakali sportchilar nazorati uchun ilmiy-uslubiy tavsiyalarni asoslash.

## MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI

Zamonaviy sportchi monitoringi alohida nazorat kunidagi bitta natijadan vaqt boʻyicha takroriy kuzatuvga oʻtmoqda. Rebelo va hammualliflar monitoringni tashqi va ichki yuklama, sportchining joriy holati hamda mashgʻulotga javobini birgalikda kuzatadigan qarorlarni qoʻllab-quvvatlash tizimi sifatida tavsiflaydi [1]. Bunda absolyut qiymatdan koʻra individual fon va vaqt boʻyicha dinamika muhimroqdir.

Yurak ritmi variabelligi (HRV) vegetativ boshqaruvni invaziv boʻlmagan usulda kuzatish imkonini beradi. RMSSD va LnRMSSD qisqa qaydlarda nisbatan barqaror va parasimpatik modulyatsiyaga sezgir koʻrsatkichlardir [2]. Biroq HRVni «tayyor» yoki «tayyor emas» degan avtomatik hukmga aylantirish toʻgʻri emas, ketma-ket oʻlchovlar va individual variabellik ustuvor ahamiyatga ega.

Faol ortostatik sinama tana holati oʻzgarganda yurak-qon tomir tizimi va vegetativ boshqaruvning tezkor qayta tashkil topishini baholaydi. YuUCh va HRVning ortostatik reaktivligi charchoq hamda yuklamaga moslashuv haqida qoʻshimcha maʼlumot berishi mumkin [3], ammo buning uchun kun vaqti, oldingi faollik, tana holati, qayd davomiyligi va nafas sharoiti standartlashtirilishi kerak.

Lamberts va hammualliflar submaksimal velosiped sinamasidan keyingi 60 soniyalik LnRMSSDning yuqori takrorlanuvchanligini va uning tayyorgarlik koʻrsatkichlari bilan bogʻliqligini koʻrsatgan [4]. Bu tiklanish davridagi HRVni qoʻshimcha funksional marker sifatida qoʻllash mumkinligini koʻrsatadi, biroq bir sport turidagi bogʻliqlikni boshqa ixtisoslikka bevosita koʻchirish mumkin emas.

Tiklanish koʻp omilli jarayon: uning samarasi mashgʻulot turi, individual xususiyatlar va baholanayotgan natijaga bogʻliq [5]. Kreatinkinaza, kortizol, yalligʻlanish va immun koʻrsatkichlari yuklama stressiga sezgir boʻlishi mumkin, ammo individual variabelligi yuqori [6]. Laktat yuqori intensiv ishning metabolik xususiyatini tavsiflaydi, biroq uning pasayishi organizmning barcha tizimlari toʻliq tiklanganini anglatmaydi [7].

Tanaga taqiladigan qurilmalar YuUCh, HRV, uyqu va harakat faolligini tez-tez qayd etib, individual vaqt qatorini shakllantirishga yordam beradi [8, 9]. Biroq sensor turi, signal sifati, artefaktlarni filtrlash, algoritm va qurilma validligi nazorat qilinmasa, koʻp sonli oʻlchovlarning oʻzi ishonchli xulosa bermaydi [8, 10].

## TADQIQOT METODOLOGIYASI

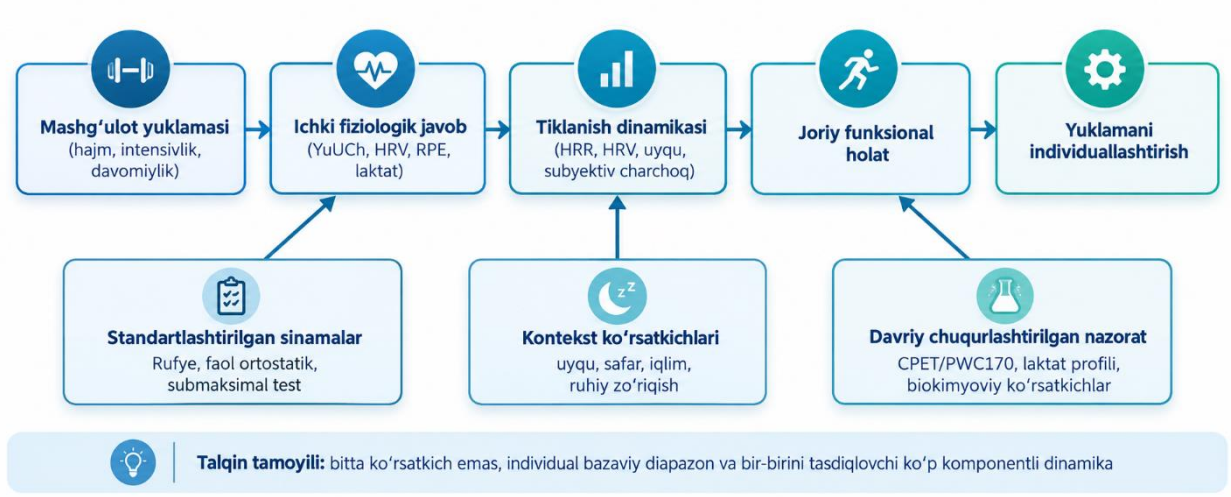
Maqola ilmiy-analitik narrativ sharh va qiyosiy fiziologik tahlil tamoyilida tayyorlandi. Tahlilga 19 ta manba kiritildi: ulardan 10 tasi 2024–2026-yillarda e'lon qilingan original tadqiqot, sharh, konsensus va amaliy monitoring materiallari [1–10], qolganlari sport va mashq fiziologiyasi, tiklanish, yuklama nazorati hamda Rufye sinamasining metodik-tarixiy asoslariga oid fundamental va klassik manbalardir [11–19]. Ish tizimli sharh yoki meta-tahlil emas. Maqsad tanlangan manbalarni fiziologik mazmun va amaliy qo'llanish nuqtai nazaridan tanqidiy sintez qilishdan iborat.

Manbalar to'rt blok bo'yicha qiyoslandi: *yurak-qon tomir va vegetativ ko'rsatkichlar, standart yoki submaksimal yuklamaga javob, yuklamadan keyingi tiklanish, monitoring natijalarini amaliy qarorga aylantiruvchi kontekst ko'rsatkichlari*. Har bir usulning fiziologik mazmuni, takrorlanuvchanligi, o'lchovga ta'sir qiluvchi omillar, sport turiga xosligi va talqin chegaralari baholandi.

Terminologik aniqlik uchun «reaksiya» muayyan ta'sirga tezkor javob, «reaktivlik» tizimning javob berish xususiyati, «tiklanish» funksional ko'rsatkichlarning yuklamadan keyin individual bazaviy diapazonga qaytishi, «adaptatsiya» esa takroriy jismoniy ta'sirlar fonidagi barqaror funksional va morfofunksional qayta tashkil topish sifatida qo'llandi. YuUCh, HRV, HRR va RMSSD/LnRMSSD qisqartmalari matnda yagona shaklda saqlandi.

## NATIJALAR VA TAHLIL

Tahlil funksional holat, tiklanish dinamikasi va adaptatsion zaxira o'zaro bog'liq, ammo aynan bir tushuncha emasligini ko'rsatdi. Funksional holat ma'lum vaqt nuqtasidagi ish bajarish imkoniyatini, tiklanish oldingi yuklamadan keyingi qayta barqarorlashishni, adaptatsion zaxira esa safarbar bo'lish va gomeostazni qayta tiklash imkoniyatini ifodalaydi. Shu sababli absolyut qiymatdan ko'ra ko'rsatkichning vaqt bo'yicha yo'nalishi va boshqa markerlar bilan uyg'unligi muhimroqdir.




**1-rasm.** Sportchi funksional holatini kompleks fiziologik monitoring qilish modeli

Funksional holat va adaptatsion zaxiraning fiziologik mazmuni. Jismoniy yuklama boshlanishi bilan markaziy nerv tizimi harakat dasturini tashkil etadi, vegetativ boshqaruv yurak-qon tomir va nafas olish faoliyatini ish talabiga moslashtiradi, mushaklarda ATF resintezi va substrat almashinuvi tezlashadi, termoregulyatsiya hamda endokrin javob faollashadi. Bu tizimlarning tiklanish sur'atlari bir xil emas; shu bois funksional holatni faqat YuUCh, laktat yoki HRV bilan ifodalash fiziologik jarayonni soddalashtiradi [11, 12].

Adaptatsion zaxira standart ishni tejamkor bajarish, zarur tizimlarni yetarli safarbar qilish, funksional barqarorlikni saqlash va yuklamadan so'ng bazaviy holatga qaytish xususiyatlari orqali bilvosita baholanadi. «Yuqori HRV doimo yaxshi» yoki «past YuUCh doimo yuqori tayyorgarlikni bildiradi» kabi hukmlar asossiz: suvsizlanish, issiqlik, infeksiya, ruhiy zo'riqish yoki kuchli yuklama bloki ushbu ko'rsatkichlarni turli yo'nalishda o'zgartirishi mumkin [1, 2, 14].

Yurak urish chastotasi va yuklamadan keyingi tiklanish. Yurak urish chastotasi (YuUCh) ichki yuklamani kuzatishning qulay ko'rsatkichidir. Bir xil tashqi ishda YuUChning odatdagidan yuqori bo'lishi issiqlik, suvsizlanish, uyqu yetishmasligi, ruhiy zo'riqish yoki to'liq tiklanmaganlik bilan, sust xronotrop javob esa charchoq, dori vositalari yoki vegetativ boshqaruvdagi o'zgarishlar bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Shu sababli YuUCh yuklama o'lchash tartibii va individual tarix bilan birga baholanadi.

Yuklamadan keyingi yurak urish chastotasining tiklanishi (HRR) dastlabki daqiqalarda vagal-parasimpatik faollikning qayta kuchayishi va simpatik ta'sirning pasayishi bilan bog'liq [15, 16]. Uning axborot qiymati bir xil test, tana holati va vaqt nuqtalarida takroran o'lchanganda ortadi; faol va passiv tiklanish yoki turli vaqt nuqtalaridagi HRRni bevosita qiyoslash metodik xatoga olib kelishi mumkin.

Yurak ritmi variabelligi va vegetativ boshqaruv. Yurak ritmi variabelligi (HRV) ketma-ket normal yurak sikllari oralig‘idagi intervallarning tebranishini aks ettirib, vegetativ boshqaruv haqida bilvosita ma’lumot beradi. RMSSD qisqa yozuvlarda nisbatan barqaror va parasimpatik modulyatsiyaga sezgir; LnRMSSD esa RMSSDning logarifmik ko‘rinishi bo‘lib, vaqt bo‘yicha qiyoslashni qulaylashtiradi [2].

HRVni talqin qilishda o‘lchov sharoiti standart bo‘lishi zarur. Bir xil tana holati, qayd davomiyligi, kun vaqti va sifatli signalda olingan natijalar taqqoslash uchun yaroqliroq; bir kunlik qiymatdan ko‘ra haftalik o‘rtacha, individual variabellik va trend axborotliroqdir [2]. Submaksimal sinamadan keyingi 60 soniyalik LnRMSSDning yuqori takrorlanuvchanligi HRVni tiklanish bosqichida ham qo‘shimcha marker sifatida qo‘llash mumkinligini ko‘rsatadi [4].

Faol ortostatik sinama va vegetativ reaktivlik. Faol ortostatik sinamada tik turish venoz qaytish va zarba hajmini qisqa muddat kamaytiradi. Baroreflektor mexanizmlar yurak urishini tezlashtirib va periferik tomirlar tonusini oshirib arterial bosimni barqarorlashtiradi; keyin simpatik va parasimpatik ta’sirlar muvofiqlashadi [3]. Sinamaning amaliy afzalligi vegetativ reaktivlikni dinamik vazifada baholashidir, biroq u alohida tashxis bermaydi. Kun vaqti, gidratatsiya, kofein, oldingi mashg‘ulot, tana holatida turish muddati va nafas ritmi natijaga ta’sir qiladi. Shu bois ΔYuUCh yoki HRV reaktivligi faqat standart sharoitda takroran o‘lchanib, individual baza bilan qiyoslanganda mazmunli bo‘ladi [3].

O‘lchovlarni standartlashtirish va individual bazaviy diapason. Monitoringdagi o‘zgarishni talqin qilishdan oldin texnik xato bilan tabiiy biologik variabellik ajratilishi kerak. Bir xil qurilma va o‘lchash tartibida ham YuUCh, HRV va subyektiv holat kunma-kun tebranadi; shu sababli bitta kichik og‘ishni charchoq yoki adaptatsiyaning isboti deb qabul qilish noto‘g‘ri. O‘lchovning tipik xatosi, kunlararo variabellik va individual diapazon hisobga olinishi lozim [1, 2].

Individual bazaviy diapazon sportchi nisbatan tiklangan va sog‘lom davrda bir xil sharoitda ketma-ket o‘lchovlar yig‘ish orqali shakllantiriladi. 2–4 haftalik ma’lumot boshlang‘ich orientir berishi mumkin, biroq universal muddat emas. Bazaviy qiymat bir martalik «eng yaxshi» natija emas, balki sportchiga xos odatiy tebranish oralig‘idir; og‘ishning kattaligi, davomiyligi va boshqa markerlar bilan yo‘nalishdoshligi birga baholanadi.

Standartlashtirishda HRV uchun tana holati, qayd davomiyligi va qurilma; HRR uchun yuklama o‘lchash tartibii, tiklanish turi va vaqt nuqtalari; ortostatik sinama uchun dastlabki holat va tik turish muddati o‘zgarmas bo‘lishi kerak. RPE ham mashg‘ulotdan keyin bir xil vaqt oralig‘ida va yagona shkala asosida olinadi.

Rufye sinamasi: o‘lchash tartibi, hisoblash va fiziologik talqin. Rufye sinamasi maxsus laboratoriya jihozlarisiz qisqa standart yuklamaga yurak-qon tomir javobi va dastlabki tiklanishni baholash imkonini beradi. Sinama James-Edward Ruffier nomi bilan bog‘liq. J. Dickson 1950-yilda undan tibbiy-sport nazoratida foydalanishni tavsiflagan [17]. Keyinchalik 45 soniyada 30 marta o‘tirib-turishga asoslangan o‘lchash tartibi turli guruhlarda o‘rganilgan [18, 19].

Tadqiqotda tekshiriluvchi kamida 5 daqiqa tinch o‘tiradi, so‘ng 15 soniyada puls sanalib P1 qayd etiladi. Keyin 45 soniyada 30 marta o‘tirib-turiladi, tiklanishning 0–15-soniyalarida P2, 45–60-soniyalarida P3 olinadi [17, 18]. P2 tezkor xronotrop javobni, P3 dastlabki tiklanish dinamikasini bilvosita aks ettiradi.

Agar P1, P2 va P3 15 soniyada sanalgan urishlar soni bo‘lsa, Rufye indeksi IR = [4 × (P1 + P2 + P3) - 200] / 10 formula bilan hisoblanadi. Agar qiymatlar bir daqiqalik YuUChga aylantirilgan bo‘lsa, 4 koeffitsiyenti qayta qo‘llanmaydi. Shu bois puls sanash oralig‘i va formula ilmiy matnda birga ko‘rsatilishi shart.

Rufye indeksini yurakning «kuchi», $VO_2max$ yoki adaptatsion zaxiraning bevosita o‘lchovi deb talqin qilish asoslanmagan. Natijaga tinch YuUCh, xronotrop javob, zarba hajmi, vagal qayta faollashuv, yosh, sport ixtisosligi, gidratatsiya va test texnikasi ta’sir qiladi. Shuning uchun Rufye sinamasi tezkor skrining vositasi, ammo kompleks monitoringning yagona mezoni emas.

1-jadval.

**Rufye sinamasining standartlashtirilgan amaliy o‘lchash tartibi**

| Bosqich | Bajarilish tartibi | Ko‘rsatkich | Fiziologik mazmun |
|---|---|---|---|
| Tinch holat | Kamida 5 daqiqa o‘tirib dam olish, so‘ng 15 s puls sanash | P1 | Boshlang‘ich yurak urish chastotasi |
| Standart yuklama | 45 s ichida 30 marta bir maromda o‘tirib-turish | – | Qisqa standart mushak va kardiorespirator yuklama |
| Darhol keyingi javob | Tiklanishning 0–15-soniyalarida puls sanash | P2 | Yuklamaga tezkor xronotrop javob |
| Dastlabki tiklanish | Tiklanishning 45–60-soniyalarida puls sanash | P3 | Dastlabki tiklanish dinamikasi |
| Hisoblash | 15 s qiymatlar uchun IR = [4×(P1+P2+P3)–200]/10 | IR | Standart yuklama va tiklanishga integral javob |

Tiklanishning ko‘p omilli tabiati va metabolik ko‘rsatkichlar. Tiklanishni YuUChning me’yorlashuvi bilan tenglashtirish mumkin emas: yurak-qon tomir, nerv-mushak tizimi va glikogen zaxiralari turli tezlikda tiklanadi. Uyqu,

ovqatlanish, suyuqlik-elektrolit muvozanati va ruhiy zo‘riqish ham tiklanish tezligi va sifatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [5, 13]. Qondagi laktat yuqori intensiv ishning glikolitik-metabolik xususiyatini tavsiflaydi, ammo uning tez kamayishi to‘liq tiklanishni anglatmaydi. Laktat klirensi oksidativ imkoniyat, faol tiklanish, qon oqimi va substrat almashinuvi bilan bog‘liq bo‘lib, nerv-mushak yoki vegetativ tiklanishni to‘liq aks ettirmaydi [7]. Kreatinkinaza, kortizol va ayrim yallig‘lanish-immun ko‘rsatkichlari qo‘shimcha axborot berishi mumkin, biroq individual variabelligi yuqori bo‘lgani uchun ular maqsadli chuqurlashtirilgan nazoratda qo‘llanadi [6].

Tanaga taqiladigan qurilmalar va mobil monitoring. Ko‘krakka taqiladigan datchiklari, optik yurak urish monitorlari va aqlli soatlar YuUCh, HRV, uyqu va harakatni tez-tez qayd etib, individual trendni ko‘rish imkonini beradi [2, 8]. Biroq elektr signaliga asoslangan ko‘krak datchigi va fotopletizmografik bilak qurilmasining aniqligi bir xil emas. Harakat artefaktlari, teri perfuziyasi, qurilma joylashuvi va algoritm farqlari hisobga olinishi kerak.

Ter laktatini uzluksiz o‘lchaydigan biosensorlar istiqbolli [9], ammo ter va qon laktati o‘rtasidagi bog‘liqlik, kalibrlash va ter ajralish tezligi ta’siri to‘liq standartlashmagan. Hozircha ular laborator yoki kapillyar qon tahlilini almashtiruvchi emas, qo‘shimcha monitoring vositasi sifatida qaraladi.

2-jadval

**Funksional holat va tiklanishni kompleks monitoring qilishda asosiy ko‘rsatkichlarning axborot qiymati**

| Yo‘nalish | Ko‘rsatkich | Asosiy fiziologik axborot | Talqindagi asosiy ehtiyot chorasi |
|---|---|---|---|
| Kardial | Tinch YuUCh, HRR | Ichki yuklama va dastlabki yurak-qon tomir tiklanishi | Uyqu, issiqlik, suvsizlanish va o‘lchash tartibi ta’sirini hisobga olish |
| Vegetativ | HRV: RMSSD/LnRMSSD | Parasimpatik modulyatsiya va tiklanish dinamikasi | Bir kunlik qiymat emas, individual vaqt qatori muhim |
| Ortostatik | ΔYuUCh, HRV reaktivligi | Postural yuklanishga vegetativ-kardiovaskulyar javob | Kun vaqti, gidratatsiya va o‘lchash tartibi standart bo‘lishi kerak |
| Rufye | P1, P2, P3, IR | Qisqa standart yuklamaga javob va dastlabki tiklanish | Formula va puls sanash birligi mos bo‘lishi shart |
| Submaksimal test | Standart ishda YuUCh, quvvat, HRR/HRV | Bir xil tashqi ishga fiziologik javob va funksional tayyorgarlik | Sport turiga mos, takrorlanuvchi o‘lchash tartibi talab qilinadi |
| Subyektiv | RPE/sRPE, uyqu, charchoq, kayfiyat | Sportchining umumiy holati va yuklamani subyektiv qabul qilishi | Obyektiv ko‘rsatkichlar va kontekst bilan birga baholash |
| Biokimyoviy | Laktat, CK, kortizol va boshqalar | Metabolik talab, mushak shikastlanishi va stress javobi | Maqsadli qo‘llash; individual variabellik yuqori |
| Taqiladigan qurilmalar | YuUCh/HRV, uyqu, harakat | Tez-tez yoki uzluksiz kuzatuv | Qurilma validligi, signal sifati va algoritm farqlarini hisobga olish |

Adaptatsion zaxiralarni qiyosiy baholash tamoyillari. Turli sport ixtisosliklaridagi sportchilarni yagona fiziologik «norma» bilan baholash metodik jihatdan to‘g‘ri emas. Chidamlilik sportlarida aerob quvvat va vegetativ iqtisodiylik, kuch-tezlik yo‘nalishida esa qisqa muddatli yuqori quvvat, fosfagen-glikolitik imkoniyatlar va nerv-mushak safarbarligi ustun. Shu sababli bir xil YuUCh, HRV yoki Rufye indeksi turli sport turlarida bir xil mazmunni anglatmaydi.

Guruh o‘rtacha qiymati ham individual sportchi uchun qat’iy me’yor emas. Yuqori malakali sportchida o‘z bazaviy diapazoni, mikrotsikl va mezotsiklga xos tebranishlar hamda bir nechta markerlarning yo‘nalishdosh o‘zgarishi ko‘proq axborot beradi [1, 2]. Masalan, ertalabki YuUCh oshishi, LnRMSSD pasayishi, uyqu yomonlashuvi va submaksimal ishda HRR sekinlashuvi bir vaqtda kuzatilsa, bu bitta markerga qaraganda asosliroq signal hisoblanadi.

Amaliy monitoring algoritmi. Amaliy monitoring kam sonli, ammo qarorga xizmat qiladigan ko‘rsatkichlarga tayanishi kerak. Bazaviy model: *tiklangan davrda individual diapazonni shakllantirish, ertalab YuUCh, HRV va uyquni kuzatish, mashg‘ulotdan keyin RPE/sRPE va tashqi yuklamani qayd etish, zarur hollarda HRR, haftalik standart submaksimal yoki faol ortostatik sinama, mezotsikl bosqichlarida CPET/PWC170, laktat profili yoki maqsadli biokimyoviy nazorat.*

Rufye sinamasi texnik imkoniyat cheklangan sharoitda ushbu tizimning oddiy skrining bo‘g‘ini bo‘lishi mumkin. Uni bir xil kun vaqti, dam olish, harakat amplitudasi va puls sanash usulida takrorlash lozim. Natija individual diapazondan keskin chetga chiqsa, darhol **«tayyorgarlik pasaydi»** degan xulosa emas, balki o‘lchov sifati, oldingi yuklama, uyqu, kasallik belgilari, gidratatsiya va boshqa monitoring ma’lumotlari tekshiriladi.

3-jadval.

**Monitoring chastotasi bo‘yicha tavsiya etiladigan minimal amaliy model**

| Chastota | Ko‘rsatkichlar | Asosiy maqsad |
|---|---|---|
| Har kuni / ertalab | Tinch YuUCh, HRV (RMSSD/LnRMSSD), uyqu, subyektiv charchoq | Joriy holat va tiklanish yo‘nalishini aniqlash |
| Har mashg‘ulotdan so‘ng | RPE/sRPE, davomiylik, tashqi yuklama; zarur hollarda HRR | Ichki va tashqi yuklama nisbatini baholash |
| Haftasiga 1–2 marta | Standart submaksimal test, faol ortostatik yoki Rufye sinamasi | Yuklamaga javob va vegetativ tiklanish dinamikasini kuzatish |
| Davriy, mezotsikl boshi/oxiri | CPET/PWC170, laktat profili, kengaytirilgan funksional va zarur biokimyoviy nazorat | Uzoq muddatli adaptatsiya yo‘nalishini baholash |

Natijalarni umumlashtiruvchi muhokama. Manbalar sportchi monitoringi alohida «nazorat testi»dan individual vaqt qatori va ko‘p omilli qaror tizimiga o‘tayotganini ko‘rsatadi [1, 2]. Bu klassik sinamalarning ahamiyatini kamaytirmaydi, balki ularning talqin chegarasini aniqlashtiradi. Rufye sinamasi boshlang‘ich puls, qisqa standart yuklamaga xronotrop javob va dastlabki tiklanishni bir o‘lchash tartibida birlashtiradi, ammo uni $VO_2max$, «vegetativ balans» yoki adaptatsion zaxiraning bevosita o‘lchovi deb qabul qilish mumkin emas.

HRV va faol ortostatik sinama vegetativ boshqaruvni, HRR dastlabki kardial tiklanishni, submaksimal test bir xil tashqi ishga fiziologik javobni, RPE va uyqu esa subyektiv yukni tavsiflaydi; biokimyoviy ko‘rsatkichlar zarur vaziyatlarda tahlilni chuqurlashtiradi. Monitoringning kuchi «eng yaxshi bitta test»da emas, turli darajadagi ma’lumotlarning bir-birini fiziologik jihatdan to‘ldirishidadir.

Ko‘rsatkichlar bir yo‘nalishda o‘zgarganda talqin ishonchliroq bo‘ladi. Masalan, RPE oshishi, HRR sekinlashuvi, uyqu yomonlashuvi va HRVning individual diapazondan barqaror og‘ishi birgalikda kuzatilsa, bitta markerga qaraganda asosliroq xulosa berishi mumkin, alohida qisqa muddatli o‘zgarish esa o‘lchov xatosi yoki tabiiy biologik tebranish bo‘lishi ehtimol [1, 10].

Tahlilning cheklovi – yangi eksperimental tanlanma bo‘yicha original ma’lumotlar va yagona statistik meta-tahlil yo‘qligidir. Shu sababli tavsiyalar sportchi, ixtisoslik va nazorat sharoitiga moslashtirilishi kerak. Kelgusida mahalliy yuqori malakali sportchilarda HRV, HRR, ortostatik reaktivlik, Rufye sinamasi va sportga xos submaksimal testlarni parallel prospektiv kuzatish ularning amaliy qaror qiymatini aniqlashtiradi.

**Xulosa**

1. Funksional holat va adaptatsion zaxirani bitta ko‘rsatkich bilan to‘liq baholab bo‘lmaydi; yurak-qon tomir, vegetativ, metabolik va subyektiv ma’lumotlarni integratsiya qilish zarur.

2. YuUCh, HRR, RMSSD/LnRMSSD va faol ortostatik reaktivlik standart sharoitda takroran o‘lchanganda joriy holat va tiklanish dinamikasi haqida ishonchliroq axborot beradi.

3. Rufye sinamasi 45 soniyada 30 marta o‘tirib-turishga asoslangan tezkor skrining vositasi bo‘lib, puls sanash oralig‘i va hisoblash formulasi o‘zaro mos bo‘lishi shart.

4. Rufye indeksini $VO_2max$, yurakning umumiy «kuchi» yoki adaptatsion zaxiraning bevosita o‘lchovi deb talqin qilish to‘g‘ri emas; u HRV, HRR va standart yuklama sinamalari bilan birga axborotliroq.

5. Yuqori malakali sportchini avvalo individual bazaviy diapazoni, sport ixtisosligi, mashg‘ulot sikli bosqichi, yoshi va o‘lchov sharoiti fonida baholash lozim.

6. Amaliy monitoring kam yukli, takrorlanuvchi, metodik xatosi nazorat qilinadigan va trener hamda sport shifokori qaroriga xizmat qiladigan ko‘rsatkichlarga tayanishi kerak.

**Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Rebelo A., Bishop C., Thorpe R.T., Turner A.N., Gabbett T.J. et al. Monitoring Training Effects in Athletes: A Multidimensional Framework for Decision-Making. Sports Medicine. 2026;56(7):1603–1624. DOI: 10.1007/s40279-026-02417-4.

2. Esco M.R., Fields A.D., Mohammadnabi M.A., Kliszczewicz B.M. Monitoring Training Adaptation and Recovery Status in Athletes Using Heart Rate Variability via Mobile Devices: A Narrative Review. Sensors. 2026;26(1):3. DOI: 10.3390/s26010003.

3. Gronwald T., Schaffarczyk M., Hoos O. Orthostatic testing for heart rate and heart rate variability monitoring in exercise science and practice. European Journal of Applied Physiology. 2024;124(12):3495–3510. DOI: 10.1007/s00421-024-05601-4.

4. Lamberts R.P., van Erp T., Javaloyes A., Eken M.M., Langerak N.G., Tam N. Reliability of recovery heart rate variability measurements as part of the Lamberts Submaximal Cycle Test and the relationship with training status in trained to elite cyclists. European Journal of Applied Physiology. 2024;124:1659–1668. DOI: 10.1007/s00421-023-05385-z.

5. Li S., Kempe M., Brink M., Lemmink K. Effectiveness of Recovery Strategies After Training and Competition in Endurance Athletes: An Umbrella Review. Sports Medicine - Open. 2024;10:55. DOI: 10.1186/s40798-024-00724-6.

6. Soler-López A., Moreno-Villanueva A., Gómez-Carmona C.D., Pino-Ortega J. The Role of Biomarkers in Monitoring Chronic Fatigue Among Male Professional Team Athletes: A Systematic Review. Sensors. 2024;24(21):6862. DOI: 10.3390/s24216862.

7. Huang T., Liang Z., Wang K., Miao X., Zheng L. Novel insights into athlete physical recovery concerning lactate metabolism, lactate clearance and fatigue monitoring: A comprehensive review. Frontiers in Physiology. 2025;16:1459717. DOI: 10.3389/fphys.2025.1459717.

8. Gajda R., Gajda J., Czuba M., Knechtle B., Drygas W. Sports Heart Monitors as Reliable Diagnostic Tools for Training Control and Detecting Arrhythmias in Professional and Leisure-Time Endurance Athletes: An Expert Consensus Statement. Sports Medicine. 2024;54(1):1–21. DOI: 10.1007/s40279-023-01948-4.

9. Yang G., Hong J., Park S.-B. Wearable device for continuous sweat lactate monitoring in sports: a narrative review. Frontiers in Physiology. 2024;15:1376801. DOI: 10.3389/fphys.2024.1376801.

10. Burger J., Henze A.-S., Voit T., Latzel R., Moser O. Athlete Monitoring Systems in Elite Men's Basketball: Challenges, Recommendations, and Future Perspectives. Translational Sports Medicine. 2024;2024:6326566. DOI: 10.1155/2024/6326566.

11. Kenney W.L., Wilmore J.H., Costill D.L. Physiology of Sport and Exercise. 7th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2020.

12. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 11th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2021.

13. Kellmann M., Bertollo M., Bosquet L., Brink M., Coutts A.J., Duffield R. et al. Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2018;13(2):240–245. DOI: 10.1123/ijspp.2017-0759.

14. Halson S.L. Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. Sports Medicine. 2014;44(Suppl 2):S139–S147. DOI: 10.1007/s40279-014-0253-z.

15. Daanen H.A.M., Lamberts R.P., Kallen V.L., Jin A., Van Meeteren N.L.U. A systematic review on heart-rate recovery to monitor changes in training status in athletes. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2012;7(3):251–260. DOI: 10.1123/ijspp.7.3.251.

16. Cole C.R., Blackstone E.H., Pashkow F.J., Snader C.E., Lauer M.S. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. New England Journal of Medicine. 1999;341(18):1351–1357. DOI: 10.1056/NEJM199910283411804.

17. Dickson J. Utilisation de l'indice cardiaque de Ruffier dans le contrôle médico-sportif. Médecine, Éducation Physique et Sport. 1950;2:65.

18. Sartor F., Bonato M., Papini G., Bosio A., Mohammed R.A., Bonomi A.G. et al. A 45-Second Self-Test for Cardiorespiratory Fitness: Heart Rate-Based Estimation in Healthy Individuals. PLoS ONE. 2016;11(12):e0168154. DOI: 10.1371/journal.pone.0168154.

19. Tumblety J. Rhetoric, Enterprise and Professional Authority: Dr James-Edward Ruffier and Physician-Writers in Twentieth-Century France. History. 2019;104(359):125–148. DOI: 10.1111/1468-229X.12725.