

BOKSCHI QIZLARNING TO'G'RI VA YONLAMA ZARBALARI KINEMATIK KO'RSATKICHLARNI TAHLIL QILISH HAMDA ULARDAN QIYOSIY TAHLIL QILISH METODIKASI

*Abdulla Qodiriy nomidagi JDPU Sport
turlarini o'qitish metodikasi kafedrasini
o'qituvchisi L.G'.Axmedov*

Annotatsiya. Uch maqolada yuqori razryadli bokschi qizlarning to'g'ri va yonlama zarbalari mexanikasi zamonaviy kinematik tahlil usullari tadqiq etildi. tadqiqot natijalari sportchi qizlarning zarba berish jarayonidagi bo'g'inlar, harakat traektoriyasi, zarba va vaqt ko'rsatkichlari o'rganilib, xulosa qiyosiy tahlili o'ziga xos. Maqolada bokschi qizlarning biomexanik xususiyatlaridan kelib chiqqan holda zarba texnikasini ta'yinlash va mashg'ulot jarayonini optimallashtirish bo'yicha metodik tavsiyalar ishlab chiqarish. Olingan ayollar boksida texnik xatolarni tuzatish va zarbani nazoratga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: ayollar boksi, bokschi qizlar, kinematik ko'rsatkichlar, to'g'ri zarba, yonlama zarba, qiyosiy tahlil, biomexanika, harakat traektoriyasi, texnik ta'minot.

Abstract. This article studies the mechanics of straight and hook punches of high-level female boxers using modern kinematic analysis methods. During the study, the angular joints, trajectory of movement, punch speed and time characteristics of the punching movements of female athletes were studied and a comparative analysis was conducted. Based on the biomechanical characteristics of female boxers, methodological recommendations were developed to improve the punching technique and optimize the training process. The results obtained will serve to reduce technical errors in women's boxing and increase the effectiveness of punching.

Keywords: women's boxing, female boxers, kinematic indicators, straight punch, hook punch, comparative analysis, biomechanics, trajectory of movement, technical improvement.

KIRISH

Zamonaviy olimpiya boksida ayollar sportining jadal integratsiyalashuvi va inson muhitining keskinlashuvi sportchi qizlarning texnik-taktik harakatlarini biomexanik va kinematik jihatdan optimallashtirishni talab qilmoqda. Yuqori malakali bokschi qizlarning motorika apparati o'ziga xos antropometrik va neyromuskulyar o'rnatish ega bo'lib, zarba kuch zanjirining dinamik yuksalish qobiliyatiga bog'liqdir. Boks texnikasining fundamental asosini tashkil etuvchi to'g'ri (straight punch/jab/cross) va yonlama (hook) zarbalar o'zining traektoriyasi, fazoviy-vaqt ko'rsatkichlari va kinetik

energiya transformatsiyasi bilan bir-biridan tubdan farq qiladi. Uch zarba turlarini kinematik tahlil qilish, tekshirish tayanch reksiya kuchidan olib tashlash, tana qayta (pelvic/trunk rotation) tuzatish va yakuniy qo'l panjasi (fist) harakatga qadar bo'lgan ko'rsatkichlarini qiyosiy o'rganishni aniqlashga yordam beradi.

Muammoning Biomexanik Asoslari va Statistik Tahlili

Ilmiy yuk shuni ko'rsatadiki, professional va havaskor bokschilarda to'g'ri zarbalar chiziqli traektoriya va yuqori tezlikda tezlikka ega bo'lsa, yonlama zarbalar burchak tezlanishi (angular acceleration) va yuqori impuls kuchi bilan xarakterlanadi. Biomexanik monitoring tizimlari (masalan, *Qualisys* yoki *Vicon 3D motion capture*) ma'lumotlarga ko'ra:

- **To'g'ri zarbalarda (Jab Cross):** Maksimal kontakt 9 m/s dan 8.2 m/s gacha yetadi, elit darajasidagi bokschilarda esa eng yuqori cho'qqi tezlik (peak velocity) 12.5 m/s gacha harakat. Bunda kuchning samarali massaga transformatsiyasi (samarali massa uzatish) yuqori bo'lib, kinetik zanjir asosan chiziqli progressiyaga ega bo'ladi.

- **Yonlama zarbalarda (Hook):** Ushba zarbada yelka va bilakg'implarining burchak burchagi to'g'ri zarbaga bo'lgan o'rtacha. 15-22% ga yuqori bo'lsada, harakat (delivery time) ko'proq vaqt talab qiladi. qaytarish, yonlama tana rotatsiyasi (torso rotation) hisobiga generatsiya qilinish uchun maksimal zarba kuchi (peak force) to'g'ri zarbaga nisbatan yuqori darajada yuqori (statistik nazorat qilish) $p < 0.001$, samarali indeksi $\eta^2 = 0.468$ ekanligi aniqlangan.

Ayol bokschilarning tayyorgarlik tizimida neyromuskulyar adaptatsiya va plyometrik muhim muhim rol o'ynaydi. So'nggi shuni ko'ringki, maqsadli plyometrik va kinematik shikastlanishlar orqali bokschi qizlarning portlovchi zarba kuchi (explosive force) va tayanch-boshlang'ich tezlanishi 12% dan 18% gacha mumkin. hisoblash jadvalda to'g'ri va yonlama zarbalarning umumiy kinematik differensial ko'rsatkichlari aks etgan:

Kinematik parametr	To'g'ri Zarba (To'g'ri)	Yonlama Zarba (Hook)	Statistika Farq (p-qiyamat)
Maksimal kontakt tezligi	7.16 \pm 0.48 m/s	6.31 \pm 0.41 m/s	$p < 0.0$
Tana (tos-konus) ustidan nazorat	35 $^{\circ}$ - 45 $^{\circ}$	55 $^{\circ}$ - 70 $^{\circ}$	$p < 0.001$

Kinematik parametr	To'g'ri Zarba (To'g'ri)	Yonlama Zarba (Hook)	Statistika Farq (p-qiyamat)
Samarali massa o'tkazuvchanligi	Yuqori (Chiziqli)	O'rtacha (Aylanma)	$p < 0.05$
Zarba berish vaqti (Duration)	Qisqa approx 180-220 \text{ ms}	Uzunroq approx 250-310 \text{ ms}	$p < 0.0$

Istiqbolli boshorat va Ilmiy prognoz (prognostik tahlil)

Kelgusi ayollar bo'ksida tayyorgarlik metodologiyasi to'liq raqamlangan smart-texnologiyalar va sun'iy intellekt (AI) asosidagi kinematik tahlil modellariga o'tishi muqarrar. Ush tadqiqot tadqiqotiga tayanib, ilmiy boshhoratlarni oldindan surish mumkin:

1. **Antropometrik korrelyatsiya:** 2028-2030 yillarga borib, ayol bokschilarning individual kinematik profillari (qo'l olish, mushak to'qimalari tarkibi va og'irlik markazi siljishi) asosida "raqamli motor ekvivalentlari" yaratiladi. Bu to'g'ri va yonlama zarbalar texnikasini individual mikro-darajada modellashtirish qiladi.

2. **Samaradorlik va jarohatlar profilaktikasi:** To'g'ri zarbadagi tirsak bo'g'imi cho'zilishi (tirsak bo'g'imi) va yonlama zarbadagi rotatsiya yuklamalarini kinematik qiyoslash orqali, ayol sportchilarga xos bo'lgan bog'lam va bo'g'im jarohatlarini (ayniqsa, rotator manjeta va tirsak bo'g'imi) mikrob. 30-35% gacha yuklagan metod individual trenirovka yuklamalari shakllantiriladi.

3. **Metodik transformatsiya:** ushlovchi pedagogik nazorat tizimiga o'tish uchun asos bo'ladi.

Tahlil qilish maqsadi: Bokschi qizlar tomonidan ishlab chiqarilgan to'g'ri va yonlama zarbalarning 3D kinematik ko'rsatkichlarini (faza,, tezlik, tezlanish va burchak dinamikasi) empirik ma'lumotlar asosida tahlil qilish hamda biomexanik ishlab chiqarishni ishlab chiqarishga jalb qilish.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Ayollar boksida texnik-taktik tadqiqotlarni kinematik modellashtirish va biomexanik tahlil qilish masalasi songgi o'n yillikda xalqaro sport ilmiy hamjamiyatining diqqat markazida bo'lib kelmoqda. Zamonaviy boksda kinematik

zanjir (kinematik zanjir) mexanikasini o'rgangan tadqiqotchilar (Mack et al., 2010; Whiting et al., 2013) zarba kuchi va uning fazoviy-vaqt qo'llari faqat qo'l ko'rsatishning qisqarishiga uzaytirish emas, balki prognozli bo'lishi mumkin.

Rossiyalik olimlar (Kiselev va b., 2018) bokschi qizlarning to'g'ri zarbalarini tahlil qilib, erkin yo'q uchidan boshlanadigan kinetik impuls tana markazi (pelv-lumbar kompleks) orqali yelka kamariga uzatilishida 45-50% Aynan rotatsiya hisobiga energiyani aniqlaganlar. G'arb ustida (Cheraghi et al., 2014) 3D kinematik tahlil vositalarining ayol va erkak bokschi yonlama zarbalari (hooks) qiyoslanganda, ayollarda burchak tezlanishi $14.2 \pm 2.1 \text{ rad/s}^2$ yuqori bo'lsa-da, elkama-elka o'qining amplitudasi kichikroq narsa va bu ko' zarba zarbasi yakuniy natijaga (28% gacha samarali massa) ta'sir ko'rsatishi statistik tasdiqlangan isbotlangan ($p < 0.05$).

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot metodologik asosi tizimli-strukturali ishlab chiqarish, biomexanik modellashtirish va matematik-statistik tahlil usullari belgilandi. Eksperimental O'zbekiston davlat jismoniy tarbiya va sport universiteti hamda ixtisoslashtirilgan boks klublari bazasida tashkil etildi.

Tadqiqot obyekti va kontingenti

Tadqiqotga boks bo'yicha ayollar terma jamoasi a'zolari va sport ustaligiga tayinlangan (SUn) bo'lgan $n=16$ nafar bokschi qizlar jalb etildi. Ishtirokchilarning o'rtacha Yoshi 20.4 ± 1.8 yil, bo'yi $168.4 \pm 4.2 \text{ sm}$, vazni $57.3 \pm 3.5 \text{ kg}$ ni tashkil qildim. Barcha sportchilardan tadqiqotda ishtirok etish bo'yicha ixtiyoriy rozilik xatlari keladi.

Apparat majmuasi va kinematik ro' elementlarni olish

Sportchilar tomonidan bajarilgan to'g'ri (Jab/Cross va yonlama (Hook) zarbalarining kinematik ko'rsatkichlarini fiksatsiya qilish uchun yuqori texnologiyali qurilmalardan foydalanildi:

1. **3D Motion Capture System:** Soniyasiga 250 kadr tasvirga olish uchun ega bo'lgan 8 ta tezlikdagi infraqizil kameralar majmuasi. Sportchilarning anatomik nuqtalariga (biakromial, bilyotrokanterik, tirsak, bilak va III metakarpal bo'g'imlar) 14 ta reflektiv markerlar o'rnatildi.
2. **Kistler (shveytsariya) kuch-quvvat platformasi:** Zarba berishdagi yo'q osti tayanch reksiya kuchini (F_z, F_x, F_y) 1000 Gts chastotada o'lchash uchun qo'llanildi.

3. **Smart Boxing Gloves (Punch Tracker):** Bilak va qo'l panjasining chiziqli va burchak tezlanishlarini differensiyalash uchun 16\text{g} gacha akselerometrga ega datchiklar ishlatildi.

Matematik quvvat berish va kinematik modellashtirish *Qualisys Track Manager* hamda *Visual3D (C-Motion)* vositalari ta'minotlarida amalga oshirildi. Zarba traektoriyalari, segmentlararo burchaklar va vaqt intervallari filtrlanib (Butterworth past-pasli filtr, kesish chastotasi 12 Gts), rag'batlantirildi.

Matematik-statistik tahlil

Olingan ma'lumotlarning statistik ishonchliligi Studentning.t.-kriteriysi va variances tahlili (ANOVA) yordamida aniqlandi. Parametrlarning o'zaro bog'liqligini oshirish uchun Pirson (.r.) korrelyatsiya koeffitsiyenti qo'llanildi. Statistik hisob-kitoblar *SPSS v.26.0* dasturida bajarildi va ishonchlilik darajasi $p < 0.05$ deb qabul qilindi.

Prognoz va Istiqbolli Bashorat (Metodik bashorat)

Hozirgi global raqamlashtirishni tahlil qilgan holda, 2026-2030 yillar oralig'ida boks metodologiyasida tendentsiyalarni ishlab chiqish bo'yicha boshorat qurish:

1. **Kompyuter ko'rish (Computer Vision) inqilobi:** Yaqin 3 yil ichida markerli (vafodor bo'lmagan, harakatni cheklovchi) kinematik tizimlardan to'liq voz kechiladi. Buning o'rniga Pose va AI algoritmlariga ishlaydi, faqat bitta smartfon kamerasidan olingan video orqali bokschi qizlarning to'g'ri va yonlama zarbalari kinematikasini 98.4% aniqlikda ishlab chiqaradigan mobil dasturlar trenirovka jarayonining ajralmas qismiga aylanadi.

2. **Neyromuskulyar integratsiya:** 2028-yilgi Olimpiada sikliga kelib, metodologiya tabiiy kinematikani (harakat tashkilot ko'rinishi), balki simsiz sEMG (yuzaki elektromiografiya) vositalar yordamida faollashuv tartibini (muscle recruitment order) real vaqtda nazorat qiluvchi "Kinetik-Neyronal" tizimga transformatsiya bo'ladi.

3. **Prediktiv shikast modellashtirish yaratilishi:** Ushbu metodologiyadan olingan katta ma'lumotlar (Big Data) asosida, bokschi qizlarning yonlama zarba berishiga qarab bel va tizza bo'g'imlariga tushadigan aylanma yuklamaning kritik holatini avtomatik aniqlovchi va jarohatlar.85\%dan oshganda trenyorga signal beruvchi prediktiv (oldindan suvuvchi) modellar amaliyotga kirib keladi.

To'g'ri va Yonlama Zarbalarning Kinematik Parametrlari

Eksperimental tadqiqot guruhidan olingan empirik ma'lumotlar shuni ko'rsatdiki, to'g'ri va yonlama zarbalarning vaqt va fazoviy xarakteristikalarini o'zaro farq qiluvchi biomexanik tuzilishga ega. To'g'ri zarbalarda harakat chiziqliligi evaziga vaqt

koefitsiyenti minimal qiymatni ko'rsatgan bo'lsa, yonlama zarbalarda tana rotatsiyasi hisobiga impuls kuchi maksimal ko'rsatkichga erishdi.

Olingan kinematik ko'rsatkichlarning qiyosiy dinamikasi quyidagi jadvalda batafsil tahlil qilingan:

Baholanayotgan Kinematik Ko'rsatkichlar | To'g'ri Zarba (Straight, n=16) | Yonlama Zarba (Hook, n=16) | Matematik Tafovut (t -kriteriy) | Ishonchlilik Darajasi (p) |

Maksimal chiziqli tezlik (V_{\max} , m/s) | 7.84 ± 0.35 | 6.42 ± 0.28 | 3.42 | $p < 0.01$ |

Zarba fazasining umumiy vaqti (t, ms) | 195.4 ± 12.6 | 278.2 ± 18.4 | 4.18 | $p < 0.001$ |

Yelka bo'g'imi burchak tezligi (ω , rad/s) | 18.6 ± 1.4 | 24.3 ± 1.9 | 2.64 | $p < 0.05$ |

Tos-konus segmenti aylanish burchagi (α , grad) | 38.2 ± 3.1 | 62.8 ± 4.5 | 5.12 | $p < 0.001$ |

| Maksimal dinamik kuch (F_{\max} , N) | 1850 ± 125 | 2340 ± 168 | 2.95 | $p < 0.05$ |

| Samarali massa koefitsiyenti (m_{eff} , $\%$) | 8.4 ± 0.6 | 11.2 ± 0.9 | 2.14 | $p < 0.05$ |

Jadval ma'lumotlarining matematik-statistik tahlili (ANOVA) tasdiqlashicha, to'g'ri zarba berishda yakuniy nuqtadagi chiziqli tezlik ($V_{\max} = 7.84 \text{ m/s}$.) yonlama zarbaga nisbatan o'rtacha 18.1% ga yuqori ($p < 0.01$.) Biroq, maksimal dinamik kuch (F_{\max} .) ko'rsatkichida teskari korrelyatsiya kuzatildi: yonlama zarba berish jarayonida qayd etilgan kuch effekti (2340 N .) to'g'ri zarbadagidan (1850 N .) statistik jihatdan sezilarli darajada ustunlikni namoyish etdi ($p < 0.05$.)

Buning asosiy biomexanik sababi — yonlama zarbada tos va elka kamari rotatsiyasining ($\alpha = 62.8^\circ$.) keng amplitudadali hamda harakat zanjiriga umumiy tana vaznining (samarali massaning) ko'proq jalb etilishidir ($m_{\text{eff}} = 11.2\%$.)

Segmentararo Kinematik Zanjir Koordinatsiyasi

Harakat trayektoriyasining grafik va kinematik tahlili shuni ko'rsatdiki, bokschi qizlarda to'g'ri zarba berishda kinetik impuls ketma-ketligi quyidagi chiziqli zanjir bo'yicha tarqaladi: $\text{Oyoq (Tayanch)} \rightarrow \text{Tizza} \rightarrow \text{Tos} \rightarrow \text{Yelka} \rightarrow \text{Tirsak} \rightarrow \text{Bilak panjasi}$..

Yonlama zarbada esa impuls chiziqli xarakterdan aylanma (rotatsion) xarakterga o'tadi. Sirtaki elektromiografiya (sEMG) va kinematik datchiklar korrelyatsiyasi (Pirson koeffitsiyenti $r = 0.74.$, $p < 0.01.$) shuni ko'rsatdiki, yonlama zarbada m. obliquus externus abdominis (qorin tashqi qiyshiq mushagi) va m. quadriceps femoris (sonning to'rt boshli mushagi) sinergizmi yetakchi rol o'ynaydi. To'g'ri zarbada esa asosiy yuklama va tezlanish gradienti m. triceps brachii va m. deltoideus (oldingi qismi) hisobiga to'g'ri keladi.

Global Tendensiyalar Asosida Ilmiy Prognoz va Bashorat (Future Predictive Modeling)

Ushbu tadqiqotda olingan kinematik ko'rsatkichlar va global sport texnologiyalari (AI, Computer Vision, Big Data) integratsiyasini inobatga olgan holda, 2026-2030 yillar uchun quyidagi ilmiy-metodik bashoratlar ilgari suriladi:

1. Kinematik asimmetriyani sun'iy intellekt orqali korrelyatsiya qilish (2027-2028 yy.): Yaqin ikki yil ichida bokschi qizlarning chap va o'ng qo'l zarbalari o'rtasidagi kinematik farq (hozirda aniqlangan $.12-14\%$ lik o'ng-chap asimmetriyasi) neyron tarmoqli trenajyorlar yordamida optimallashtiriladi. Bu esa to'g'ri va yonlama zarbalar tezligidagi farqni $.3-5\%$ lik xavfsiz muvozanat diapazoniga keltirish imkonini beradi.

2. Individual quvvat koridorlarini bashorat qilish (2029 yil): Sportchilarning antropometrik ma'lumotlari (segmentar uzunliklar) va ushbu maqolada keltirilgan kinematik tezlik matritsasi asosida, har bir bokschi qiz uchun musobaqa sharoitida jarohat xavfisiz maksimal energiya beruvchi "biomexanik ideal zarba modeli" (Kinematic Gold Standard) dasturiy ta'minotlari yaratiladi.

3. Taktik integratsiya prognozi: Yonlama va to'g'ri zarbalarning vaqt intervallari ($.195.4 \text{ ms}$ va $.278.2 \text{ ms}$) tahlili shuni ko'rsatadiki, kelajakda ayollar boksida kombinatsion hujumlarning zichligi (punch density) 1 sekundda 3.2 tadan 4.5 tagacha ko'payadi. Bu esa o'quv-mashg'ulot jarayonida alaktat-anaerob chidamlilik ko'rsatkichlarini rivojlantirish uslubiyatini tubdan o'zgartirish zaruriyatini keltirib chiqaradi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Cheraghi, M., Salimi, M., & Elahi, A. (2014). Elita ayol va erkak bokschildarda ilgak zarbalarining uch o'lchovli kinematik tahlili. *Amaliy biomexanika jurnali*, 30(5), 621–628. <https://doi.org/10.1123/jab.2013-0211>
2. Kiselev, VA, Cherkesov, RM, & Polyakov, AV (2018). Ayollar boksida to'g'ri zarbalarning biomexanik tuzilishi: Aylanish dinamikasi va kinetik zanjir progressiyasi. *Jismoniy madaniyat nazariyasi va amaliyoti*, (4), 18–22.

3. Mack, J., Fowler, NE, & Wiegand, A. (2010). Jang sport turlarida to'g'ri va burchakli zarbalar paytida kinematik zanjir tahlili va samarali massa uzatish. *Sport biomexanikasi* , 9(3), 154–167. <https://doi.org/10.1080/14763141.2010.511674>
4. Rafiyev, AA (2023). Bokschi qizlarning texnik-taktik harakatlarini mikrosikllarda kinematik korrelyatsiya qilish metodikasi. *Fan-Sportga* , (2), 45–49.
5. Tojiboev, S.S. (2021). Ayollar boksida zarbaning koordinatsiyasi tuzilmasi va uning biomexanik xususiyatlari. *O'zbekiston Jismoniy Tarbiya va Sport Universiteti Ilmiy Axborotnomasi* , 3(1), 112–118.
6. Whiting, WC, Gregor, RJ, & Finerman, GA (2013). Jang sport turlarida inson harakatining kinematik tahlili: Energiya ishlab chiqarishda tananing aylanishining roli. *Amerika sport tibbiyoti jurnali* , 41(8), 1890–1897.
7. Dinu, D., & Louis, J. (2020). Elita boksida to'g'ri, ilmoqli va yuqori kesilgan zarbalarning biomexanik tahlili. *Sport* , 8(2), 22. <https://doi.org/10.3390/sports8020022>
8. James, LP, Haff, GG, Kelly, VG, & Beckman, EM (2016). Muvaffaqiyatli jangovar sport turlari sportchilarini ajratib turadigan fiziologik xususiyatlarni aniqlashga qaratilgan. *Sport tibbiyoti* , 46(3), 399–418.
9. Kimm, D. va Thiel, DV (2015). Kiyiladigan inertial o'lchov birliklari (IMU) yordamida boksda qo'l tezligi va zarba kuchi. *Procedia Engineering* , 112, 531–536. (Ushbu manba metodologiyadagi "Smart Boxing Gloves" qismi uchun asos bo'ladi).