

VILNIAUS PEDAGOGINIS UNIVERSITETAS

Algimantas Kepežėnas

SPORTO BIOMECHANIKA

MOKYMO PRIEMONĖ
KŪNO KULTŪROS SPECIALYBĖS STUDENTAMS



Vilnius, 2006

UDK 612.7:796(075.8)

Ke-119

Apsvarstyta ir rekomenduota spausdinti Vilniaus pedagoginio universiteto Sporto ir sveikatos fakulteto Kūno kultūros teorijos katedroje 2006 m. balandžio 6 d. (protokolo Nr. 9).

Recenzavo:

doc. dr. Audronius Vilkas

doc. dr. Darius Radžiukynas

ISBN 9955-20-081-2

© Algimantas Kepežėnas, 2006
© Vilniaus pedagoginis universitetas, 2006

TURINYS

ĮVADAS	5
1. ĮVAIRIŲ SPORTO ŠAKŲ JUDESIŲ BIOMECHANINIAI ASPEKTAI	7
1.1. Lengvoji atletika	7
1.1.1. Vidutinių ir ilgų nuotolių bėgimas	7
1.1.2. 400 m barjerinis bėgimas	10
1.1.3. 3000 m kliūtinis bėgimas	12
1.2. Plaukimas	14
1.2.1. Judėjimą vandenyje veikiantys faktoriai	14
1.2.2. Plaukimo technikos biomechaninės charakteristikos	17
1.2.3. Specialaus lankstumo ir sąnarių paslankumo reikšmė plaukimo technikai	20
1.2.4. Plaukimo kraulių judesių biomechanika	22
1.3. Stalo tenisas	27
2. SPORTO TAKTIKOS BIOMECHANINIAI ASPEKTAI	31
2.1. Sporto taktikos ir biomechanikos sąveika	31
2.1.1. Pagrindiniai terminai	31
2.1.2. Taktikos optimizavimo kriterijai	34
LIETRATŪRA	39

IVADAS

Visos sporto šakos yra glaudžiai susijusios su sportininko kūno ir atskirų kūno dalių judėjimu. Išimtį sudaro tik tokios sporto šakos kaip šaškės, šachmatai, radijo sportas ir panašios į jas.

Įvairių sporto šakų pagrindinis judantysis objektas yra pats sportininkas, arba jis priverčia judėti sporto įrankius. Vienus sporto įrankius jis priverčia judėti tiesioginiu būdu (diską, rutulį, ietį, kamuolį), kitus – panaudodamas specialią sporto įrangą (beisbolo lazda, teniso raketę, šaudymo lanką). Kai kurių sporto šakų sportininkai savo fizinių pastangų dėka priverčia judėti ir valdo techninę sporto priemonę (valti, dviratį, jachtą).

Visoms sporto šakoms, kurios siejamos su sportininko kūno, sporto įrankių bei techninių sporto priemonių judėjimu, didelę įtaką daro natūralios pasipriešinimo jėgos, trukdančios judėjimo vyksmą. Svarbiausios iš šių jėgų yra gravitacija, trinties ir fizinio pasipriešinimo jėgos, trukdančios judėti vandenyje ir ore.

Viena iš pagrindinių šiuolaikinių biomechanikos tyrimų kryptų yra racionalus sporto technikos parengimas tam, kad sportininko organizmo sukuriama energija efektyviai transformuotųsi į jo judamąją funkciją.

Be sporto technikos aspektų, nemažiau svarbu sportininko kūno masė ir sandara. Žmogaus organizmą sudaro įvairūs skirtingi audiniai, tačiau biomechanika nagrinėja tik du pagrindinius komponentus – riebalų ir neriebalinę masę. Didelę neriebalinio komponento dalį sudaro raumenų masė, kuri 70 proc. sudaryta iš vandens. Todėl vandenį galima laikyti trečiu komponentu, lemiančiu kūno masę. Staigus kūno masės sumažėjimas (svorio metimas) gali sumažinti sportininko darbingumą, ypač tų sporto šakų, kurioms reikia išstvermės. Tačiau atliekant sprogstamojo pobūdžio sportinius pratimus, kurių metu sportininko raumenų jėga nukreipta į jo kūno perkėlimą erdvėje, kaip antai šuoliai į aukštį, staigus vandens sumažinimas organizme (metant svorį) gali teigiamai veikti sporto rezultatus.

Taigi sporto biomechanika yra įvairiapusis mokslas, aprėpiantis įvairius sportininkų sporto veiklos aspektus.

1. ĮVAIRIŲ SPORTO ŠAKŲ JUDESIŲ BIOMECHANINIAI ASPEKTAI

1. 1. Lengvoji atletika

1.1.1. Vidutinių ir ilgų nuotolių bėgimas

Bėgimas yra vienas iš natūraliausių žmogaus judėjimo erdvėje būdų. Tai yra ciklinis pratimas, kurio ciklą sudaro du žingsniai. Po dviejų žingsnių bėgikas kojų, rankų bei liemens judesius toliau kartuoja ta pačia tvarka. Taigi analizuojant bėgimo judesių biomechaniką pakanka išnagrinėti judesius, kurie atliekami vieno ciklo metu, t. y. per du žingsnius.

Vidutinių ir ilgų nuotolių bėgimo technika skirstoma į pradžę (aukštas startas), startinį įsibėgėjimą, bėgimą distancijoje ir finišavimą. Vidutinius ir ilgus nuotolius sportininkai pradeda bėgti iš aukšto starto. Sportininkai pribėga prie starto linijos ir sustoja startinėje padėtyje. Į priekį prie starto linijos statoma atraminė koja, ji sulenкта per kelį 130° – 160° kampų, kita koja truputį sulenкта remiasi į bėgimo taką 1,5–2 pėdų atstumu nuo atraminės kojos. Liemuo palinkęs į priekį ir fiksuotas 20° – 40° kampų. Ranka nuleista žemyn, šiek tiek sulenкта per alkūnę, šiek tiek sugniaužtas delnas laikomas ties kelio sąnariu. Kita ranka, sulenкта per alkūnę 100° – 110° kampų, nukreipta atgal. Galva kūno atžvilgiu tiesi, žvilgsnis nukreiptas 2–3 m į priekį.

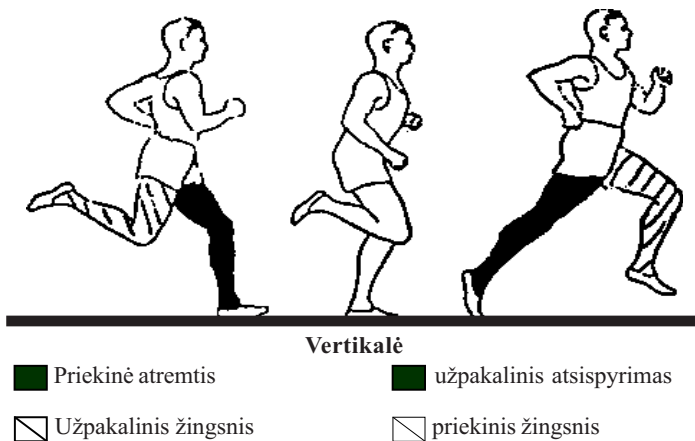
Startinio įsibėgėjimo greitis yra didesnis už vidutinį distancinį, kadangi sportininkai stengiasi užimti geresnę bėgimo padėtį prie kairiojo bėgimo tako krašto. Startinio įsibėgėjimo ilgis yra nuo 60 iki 110–130 metrų. Įveikiant šią atkarpą, sportininko kūnas būna palinkęs pirmyn 5° – 8° , sudarydamas optimalias sąlygas galingesniam atsispyrimui. Po startinio spurto distancijoje sportininko kūnas mažiau pasviręs į priekį (2° – 3°). Tokia bėgiko padėtis lemia mažesnę nugaros raumenų apkrovimą. Bėgimo metu, keičiantis polėkio (mažėja) ir atremties (didėja) fazėms, kūno pasvirimo kampas kinta 2° – 3° . Per mažas kūno pasvirimo kampas sudaro blogesnes sąlygas atsispyrimui, tačiau palengvina šlaunies mosto pirmyn-aukštyn galimybes bei lemia liemens atlošimą atgal. Bėgimo metu galva laikoma tiesiai, lyderio žvilgsnis nukreiptas 10–15 metrų į priekį, o bėgantys grupėje stebi varžovus ir taką.

Bėgimo metu svarbų vaidmenį atlieka rankų judesiai. Jie ritmiškai derinami su kojų judesiais. Tiesiaiegiai rankų judesiai padeda išlaikyti

kūno pusiausvyrą, išvengti liemens svyravimo į šonus. Rankos bėgimo metu būna sulenktos per alkūnes maždaug 90° kampu, pirštai šiek tiek sugniaužti į kumštį. Bėgant rankomis atliekami švytuokliniai judesiai. Vienas iš svarbesnių reikalavimų – neįtempti pečių raumenų. Rankų judesiai turi būti laisvi, be papildomų akcentuotų pečių judesių. Tai sukeltų papildomus svyravimus į šonus bei sumažintų technikos ekonomiškumą. Rankomis mojant pirmyn svarbu nesiekti ašinės krūtinės linijos, mojant atgal – plaštaka neturėtų praeiti toli už liemens. Mojant pirmyn, ranka per alkūnę lenkiama apytiksliai iki 70°, atgal – iki 100°–110°. Kuo didesnis bėgimo greitis, tuo didesne amplitude atliekami mojamieji judesiai.

Bėgant posūkyje, sportininkas truputį pasvyra į kairę (manieže – labiau), dešinės kojos pėdą stato šiek tiek pirštais pasuktą kairėn, dešinė ranka atliekamas mostas didesne amplitude. Įveikiant tiek vidutinius, tiek ilgus nuotolius bėgikas įkvepia ir iškvepia kas du žingsnius.

Dviejų žingsnių cikle (1 pav.) koja būna atremties ir mosto (atraminė ir mojamoji). Koja atremties padėtyje: a) remdamasi į žemę, amortizuoja kūno kritimą žemyn; b) padeda kūnui judėti į priekį ir laiko jį vertikaliajame padėtyje; c) ištiesiama didina kūno judėjimo greitį tam tikra kryptimi. Koja mosto padėtyje: a) sudaro optimalias sąlygas atraminei kojai atsispirti; b) trumpiausiu keliu pernešama iš užpakalinės į priekinę atraminę padėtį; c) dauguma jos raumenų atpalaiduojami ir pailsi.



1 pav. Dviejų žingsnių ciklo fazės

Atremties ir mosto padėtyse išskiriamos kelios fazės. Atremties padėtyje: a) priekinė atremtis. Ji prasideda, kai mojamoji koja paliečia bėgimo taką prieš bendrą kūno masės centrą (BKMC) ir tęsiasi iki vertikalios padėties; b) užpakalinis atsispyrimas, kai atraminė koja lieka už BKMC. Ši fazė prasideda po vertikalios padėties ir tęsiasi, kol koja, baigiant atsispyrimą, atitrūksta nuo bėgimo tako.

Mosto padėtyje: a) užpakalinis žingsnis. Ši fazė prasideda, kai koja atitrūksta nuo tako, sulenkama per kelio sąnarį ir juda pirmyn iki vertikalės; b) priekinis žingsnis, kai mojamoji koja juda už vertikalės į priekį ir tęsiasi, kol išsitiesdama paliečia taką. Viena svarbiausių dviejų žingsnių ciklų fazių – atsispyrimas. Jo metu atraminė koja, išsitiesdama per dubens, kelio ir čiurnos sąnarius, atsispiria nuo bėgimo tako atitinkamai smailiu kampu pirmyn ir sportininkas juda reikiama kryptimi.

Kiekvienam bėgimui būdingi bendri bėgimo technikos pagrindai. Bėgikai neturi nuolatinio sąlyčio su žeme. Bėgant dvigubo žingsnio ciklu pirmoji, atraminė, padėtis kaitaliojasi su neturinčia atramos – polėkio faze. Bėgikas pagrindą liečia viena koja, atsispyręs lekia ore, paskui liečia pagrindą kita koja ir t. t.

Bėgant kojos atremties trukmė daug trumpesnė už polėkio trukmę. Kai bėgimo technika tobula, horizontalus ir vertikalus BKMC svyravimas nedidelis. Vertikaliai aukščiausiai kūnas pakyla neatraminėje – polėkio fazėje, žemiausiai – atraminėje vertikalioje padėtyje. Ekonomiškai bėgant, vertikaliai BKMC svyruoja 8–12 cm. Vertikalus svyravimas mažėja, jei: 1) atsispiriama smailėniu kampu (45° – 55°); 2) pėda statoma ant žemės stesniu kampu, arčiau BKMC projekcijos, nuo pėdos priekio.

Bėgant atsispyrimo kampas keičiasi atsižvelgiant į bėgimo greitį. Greitai bėgant, atsispiriama smailėniu kampu, lėčiau bėgant, atsispyrimo kampas didėja, ir bėgiko kūnas polėkio fazėje pakyla aukščiau nuo žemės.

Bėgimo greitis priklauso nuo žingsnių ilgio ir dažnio. Kadangi bėgimo metu atsispiriant dalyvauja ir kelio sąnarys, atsispiriama galingiau negu einant, bėgikų žingsniai yra ilgesni ir dažnesni. Vidutinių nuotolių bėgikų kinematiniai bėgimo rodikliai: žingsnių ilgis – 1,90–2,20 m, žingsnių skaičius – 190–220 per minutę (3,2–3,7 per sekundę). Ilgų nuotolių kinematiniai bėgimo rodikliai: žingsnių ilgis – 1,70–2,00 m, žingsnių skaičius – 180–200 per minutę (3,0–3,3 per sekundę). Tokį skirtumą lemia bėgikų ūgis, bėgimo greitis, nuovargis, aplinkos bei kitos sąlygos. Bėgimą galima greitinti didinant žingsnio ilgį arba dažnį. Tačiau didi-

nant žingsnio ilgį žymiai padidėja energetinės organizmo sąnaudos. Ekonomiškiau didinti žingsnių dažnį išlaikant vienodą jų ilgį. Bėgant polėkio fazės trukmė 135 ± 15 m/s, atremties fazės trukmė 122 ± 12 m/s. Kuo trumpesnė atremties fazė, tuo ekonomiškesnė ir efektyvesnė bėgimo technika. Nuvargus atremties trukmės laikas didėja, ilgų nuotolių bėgimo technika beveik nesiskiria nuo vidutinių nuotolių bėgimo technikos. Vertėtų išskirti tai, kad ilgus nuotolius bėgikai bėga trumpesniu žingsniu, ilgiau trunka atremties fazę, koja ant pagrindo statoma visa pėda ir arčiau BKMC vertikalės, mažesnė rankų mosto amplitudė, liemuo beveik vertikalus.

1.1.2. 400 m barjerinis bėgimas

400 m barjerinis bėgimas yra sunki ir sudėtinga lengvosios atletikos rungtis, reikalaujanti iš sportininko labai aukšto fizinio bei techninio pasirengimo. Techninis barjerininko potencialas reikšmingas tuo, kad sportininkas optimaliai arba idealiai (biomechaniniu požiūriu) įveikdamas barjerą turi didesnes galimybes išlaikyti bėgimo ritmą visoje distancijoje. Tai yra vienas svarbiausių aspektų.

Pagrindiniai 400 metrų barjerinio bėgimo biomechaninės analizės komponentai yra šie:

- 1) žingsnių skaičius iki pirmojo barjero;
- 2) žingsnių ilgis iki pirmojo barjero;
- 3) bėgimo laikas iki pirmojo barjero;
- 4) žingsnių skaičius tarp pirmo ir dešimto barjero;
- 5) žingsnių ilgis tarp pirmo ir dešimto barjero;
- 6) bėgimo laikas tarp barjerų (nuo 1-o iki 2-o, nuo 2-o iki 3-o ir t. t.);
- 7) žingsnių skaičius nuo dešimto barjero iki finišo.

Didelio meistriškumo sportininkai atstumą iki pirmojo barjero (45 m) nubėga 20–21 žingsniu. Duotu atveju sportininko žingsnio ilgis yra 225–220 cm, o tarpus tarp barjerų – 15 žingsnių, žingsnio ilgis yra 215–220 cm. Labai didelio meistriškumo sportininkai 35 m atkarpa nubėga padarydami 13 žingsnių, tokiu atveju žingsnio ilgis yra 240–250 cm.

Tačiau svarbiausias analizės objektas yra barjero įveikimo biomechaninė charakteristika. Optimalus barjero įveikimas laiduoja anksčiau minėtų 400 m barjerinio bėgimo atskirų komponentų optimalų ir nuoseklų sujungimą ir galutinį rezultatą. Neracionalus barjero įveikimas išderina bėgimo ritmą ir sugriauna visą tolimesnę barjerinio bėgimo dinamiką.

Barjero įveikimas skirstomas į tris fazes:

1. Atremties-atsispyrimo (prieš barjerą);
2. Polėkio;
3. Atremties (už barjero).

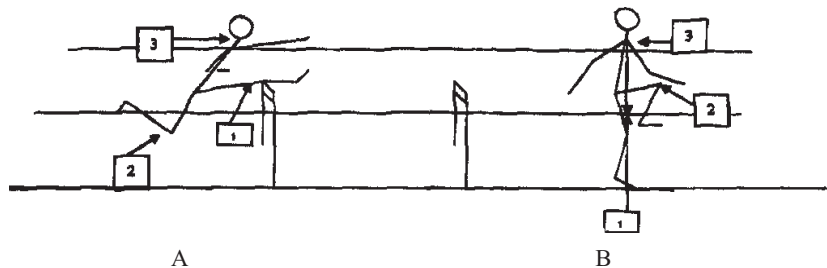
Didelio meistriškumo sportininkų atremties-atsispyrimo (prieš barjerą) fazė trunka 0,10–0,12 s, polėkio – 0,35–0,38 s ir atremties (už barjero) – 0,09–0,01 s. Bendras barjero įveikimo laikas – 0,57–0,59 s.

Atremties-atsispyrimo fazės metu labai svarbu parinkti optimalų atstumą iki barjero, nes nuo to daug priklauso atsispyrimo efektyvumas ir kūno polėkio trajektorija.

Polėkio fazės metu (2 pav.) reikia atkreipti dėmesį į tris svarbiausius momentus, lemiančius optimalų barjero įveikimą:

1. Mojamoji koja polėkio fazės metu turi būti ištiesta;
2. Atsispiriamosios kojos kelis turi būti už pečių juostos linijos.
3. Polėkio metu liemuo, pečiai negali būti vertikaloje padėtyje, jie turi būti pasvirę barjero link.

Jei šie trys pagrindiniai elementai yra efektyviai įgyvendinami, tai kita, atremties už barjero fazė (2 pav. B), turėtų būti taip pat optimali.



2 pav. Barjero įveikimo polėkio (A) ir atremties už barjero (B) fazės

Šios fazės svarbiausi komponentai yra šie:

1. Atremties metu pėdos sąlyčio taškas su žeme turi sudaryti vieną liniją su pečių juosta – tokiu atveju žymiai palengvėja bendro kūno masės centro pernešimas per vertikale ir tai lemia pirmo žingsnio už barjero efektyvumą (t. y. žymiai sumažinamos atremties reakcijos jėgos);

2. Labai svarbus momentas atremties metu yra atsispiriamosios kojos kelio kampas, bei jos mostas blauzda ir pėda į priekį, pralenkiant atrami-

nę koją. Tokia atremties pozicija už barjero leidžia efektyviai atlikti pirmą (platų) žingsnį ir neišderina tolimesnio bėgimo ritmo.

3. Pečiai atremties metu turi būti šiek tiek pasvirę pirmyn. Tai reikšminga todėl, kad pečių atlošimas atremties metu lemia bendro kūno masės centro atsilikimą nuo atremties taško, t. y. BKMC atsiranda už atremties taško ir susidaro didelis momentinis pasipriešinimas.

1.1.3. 3000 m kliūtinis bėgimas

Bėgant 3000 m su kliūtimis bėgikai turi įveikti 35 kliūtis, iš jų 7 vandens duobes. Taigi išskirtinė šio bėgimo judesių technikos savybė yra specifinis bėgimo ritmas.

Bėgimo judesių biomechaninės charakteristikos bėgant tarp kliūčių praktiškai niekuo nesiskiria nuo vidutinių ir ilgų nuotolių bėgimo judesių biomechaninių charakteristikų. Vienas iš svarbiausių bėgimo technikos elementų yra atsispyrimas. Atsispiriant smailesniu kampu, kūnui suteikiama didesnė jėga horizontalia kryptimi ir kartu mažesnė – vertikalia kryptimi. Tokiu atveju didėja bėgimo greitis ir mažėja kūno masės centro vertikalūs svyravimai.

Kliūties įveikimo technika yra dvejopa – užšokant ant jos arba peršokant. Pastaroji yra taikoma dažniausiai. Pirmąjį būdą daugiausiai naudoja pradedantieji sportininkai, arba įveikdami paskutines kliūtis. Šis būdas reikalauja mažiau jėgos bei energijos eikvojimo, bet ilgina kliūties įveikimo laiką. Šią techniką įveikiant kliūtį naudodamas sportininkas atsispiriamąją koją stato 90–120 cm atstumu nuo kliūties. Kitą koją, sulenktą per kelį, moja virš kliūties. Polėkio fazės metu sportininkas palenkia liemenį į priekį, nuleisdamas BKMC į žemesnę trajektoriją. Atraminė koja, sulenкта per kelį, mojamą virš kliūties. Polėkio fazės metu sportininkas palenkia liemenį į priekį, nuleisdamas BKMC į žemesnę trajektoriją. Atraminė koja sulenкта per kelį 75–90° kampu. Kai atsispiriamoji koja, sulenкта per kelį, greitai pernešama virš kliūties, atramine atsispiriama. Atsispyrimo jėga prilygsta atsispyrimo jėgai bėgant. Norėdami įveikti kliūtį per ją peršokant bėgikai atbėga prie kliūties beveik nekeisdami bėgimo žingsnių ritmo ir bėgimo greičio. Paskutinis žingsnis prieš atsispyrimą yra šiek tiek trumpesnis. Atsispiriamoji koja statoma 140–180 cm atstumu nuo kliūties. Atsispiriant liemuo šiek tiek palenkiamas į priekį, o sulenкта mojamąją koją greitai mojamą keliu pirmyn ir aukštyn. Polėkio

metu mojamoji koja ištiesiama, liemuo dar daugiau palenkiamas į priekį, o atsispiriamoji koja sulenkiami ir pritraukiama prie liemens. Šokant per kliūtį, pėda pasukama į išorę. Priešingai mojamajai kojai, ranka tuo metu yra sulenkiami per alkūnės sąnarį ir ja mojama žemyn ir atgal. Kitapus kliūties mojamoji koja laisvai nuleidžiama ant žemės. Atsispiriamoji koja statoma į priekį ir ruošiasi atlikti pirmą žingsnį už kliūties. Atstumas nuo kliūties iki tos vietos, kur mojamoji koja paliečia taką, svyruoja nuo 100 iki 130 cm. Įveikiant kliūtį šiuo būdu būtina žinoti pagrindinius racionalių technikos elementus:

1. Išlaikyti normalų bėgimo ritmą artėjant prie kliūties ir sutrumpinti paskutinį žingsnį prieš atsispiriant;
2. Tiksliai pastatyti atsispiriamąją koją 140–160 cm atstumu iki kliūties;
3. Energingai atsispirti išvengiant žymesnio greičio nuostolio, palenkti liemenį į priekį;
4. Viena koja moti, o atsispiriamąją – atitraukti nuo bėgimo tako;
5. Greitai nuleisti mojamąją koją ir pastatyti ant bėgimo tako statmenai BKMC projekcijai;
6. Staigiai pernešti sulenktą per kelį atsispiriamąją koją per kliūtį ir pastatyti į priekinės atremties taško projekciją;
7. Koordinuoti rankų judesius;
8. Įveikti kliūtį išvengiant didesnio BKMC vertikalaus svyravimo.

Šiuo būdu įveikęs kliūtį sportininkas nusileidžia 100–150 cm už jos. Kad sportininkas, įveikdamas kliūtį, nepatirtų žymesnių greičio ir energijos nuostolių, 10–15 m prieš ją padidinamas bėgimo greitis.

Įveikdami kliūtį su vandens duobe, sportininkai jau 15–25 m prieš ją didina bėgimo greitį. Ant kliūties patartina statyti silpnesniąją koją, nes:

1. Sportininkui įveikiant 366 cm ilgio duobę, užšokus ant kliūties bėgant apytiksliai 5,88 m/s greičiu (8.30 min. – 3000 m kl/b), labai didelės atsipyrimo jėgos nereikia. Juolab kad taupant jėgas, rekomenduojama nusileisti 30–50 cm atstumu iki galinio duobės krašto;

2. Bėgikas šokdamas iš 1 m aukščio (polėkio + greitis, laisvo kritimo pagreitis + sportininko masė) turi atlaikyti nemažą atremties reakcijos jėgą, kuri siekia 550–600 kg.

Taigi sportininkas, nusileisdamas ant stipresnės kojos, galės lengviau pernešti minėtą krūvį, išlaikyti natūralų bėgimo ritmą ir išvengti žymesnių horizontalaus judėjimo greičio nuostolių. Šuolis per duobę atlieka-

mas panašiai kaip trišuolio žingsnis. Nusileidžiama ant mojamąsios kojos. Palietus pagrindą, atsispiriamoji sulenкта per kelį koja energingai mojama pirmyn. Pirmas žingsnis trumpiausias (100–120 cm), antras ilgesnis ir po 5–9 m sportininkas jau pasiekia optimalų žingsnio ilgį ir bėgimo greitį. Pats racionaliausias nusileidimas peršokant vandens duobę su kliūtimi yra, kada sportininkas nusileidžia pačiame duobės pakraštyje, kur nelabai gilu. Vanduo tarsi amortizuojanti pagalvė sušvelnina smūgį. Galima vandens duobę peršokti, bet ilgas šuolis išseikvoja daug energijos, sugaištama laiko, tai vėliau pakenkia ir rezultatui.

Labai svarbu, kad nusileidimo metu, kūnas neišsilenktų atgal, nes tuomet horizontalusis greitis stipriai sumažėja ir bėgimas vėl prasideda iš vietos, būna didesnė perkrova. BKMC nusileidimo metu turi būti nusileidimo taško vietoje, ar truputį priekyje. Tik tada galima greitai pernešti atsispiriamąją koją ir greičiau išbėgti iš duobės.

Apibūdinant 3000 m kliūtinio bėgimo judesių biomechaniką akivaizdu, kad didžiausią reikšmę sportiniam rezultatui turi kliūčių įveikimo technikos racionalumas.

1.2. Plaukimas

1.2.1. Judėjimą vandenyje veikiantys faktoriai

Vandens aplinka specifiškai veikia žmogaus organizmą. Kitaip negu judėdamas sausumoje, plaukikas vandenyje visada plaukia horizontalioje padėtyje. Tokioje padėtyje kraujas lengviau teka kraujagyslėmis, pagerėja širdies darbas, kraujo apytaka rankų ir kojų raumenyse. Kvėpavimo sistema, atvirkščiai, funkcionuoja sunkesnėmis sąlygomis. Įkvėpiama per gana trumpą laiką vandens paviršiuje, o iškvėpiama po vandeniu. Kadangi vandens tankumas gerokai didesnis nei oro, įkvėpimo ir iškvėpimo metu papildomai įtempiami krūtinės ląstos raumenys, dalyvaujantys kvėpavimo procese. Palyginus su kitomis sporto šakomis, plaukimo metu vyksta labai intensyvi energijos apykaita. Tai viena iš daugiausiai energijos reikalaujančių sporto šakų.

Vandens lyginamasis svoris. Vandens kokybė nevienoda. Žmonės maudosi gėlame (upės, ežerai) ir sūriame (jūros, vandenynai) vandenyje. Sūriame vandenyje žmogui lengviau išsilaikyti paviršiuje. Kai druskos koncentracija didelė, vandens svoris gerokai didesnis, todėl kūnas pakyla aukščiau nei gėlame vandenyje. Sportininko aukštesnė kūno padėtis turi

įtakos plaukimo rezultatui. Palyginę vandens lyginamąjį svorį, suprantame, kodėl plaukimo varžybos vyksta ir rezultatai registruojami tik gėlame vandenyje. Tokio vandens, tiksliau distiliuoto, vandens lyginamasis svoris 4°C temperatūroje $1,00\text{ g/cm}^3$, o jūros vandens – $1,02\text{--}1,03\text{ g/cm}^3$.

Vandens tankumas maždaug 816 kartų didesnis nei oro. Todėl plaukiant laisvuju stiliumi, peteliške, nugara parengiamuosius judesius rankomis tikslinga atlikti virš vandens.

Vandens klampumas. Dėl vandens klampumo plaukikas patiria kūno paviršiaus ir vandens dalelių trintį, t. y. vandens pasipriešinimą, todėl reikia žinoti vandens klampumo priklausomybę nuo temperatūros. Tai rodo vidinis trinties koeficientas, kuris 0°C temperatūroje yra 1,83; 10°C – 1,33; 20°C – 1,03; 30°C – 0,84, Kai vandens temperatūra 25°C , vidinis trinties koeficientas 30 proc. mažesnis nei 10°C temperatūroje. Keičiantis vandens temperatūrai, ypač pereinant iš atviro baseino į uždara, iš šaltesnio į šiltesnį, plaukikui pablogėja „vandens jutimas“, praslysta grybšnis. Dėl to plaukimo varžybos vyksta, kai vandens temperatūra baseine $25\text{--}27^{\circ}\text{C}$, o vaikai mokomi plaukti $28\text{--}29^{\circ}\text{C}$ temperatūroje.

Vandens šilumos impulsas ir pralaidumas. 1 g vandens pašildyti 1°C suvartoja ma 4 kartus daugiau šilumos nei sušildyti orą. Šilumos perdavimas vandenyje 25 kartus didesnis nei ore. Išilęs kūnas vandenyje atšąla daug greičiau nei ore. Net ir šiltame vandenyje iš žmogaus organizmo atimama daug energijos. Planuojant plaukimo trukmę, reikia atsižvelgti į vandens temperatūrą.

Šviesos spindulio lūžis vandenyje. Vandens paviršius laužia šviesos spindulį, todėl vaizdas vandenyje, matomas nuo kranto, yra iškreiptas. Plaukiko technikos klaidas analizuoti galima žiūrint pro povandeninį baseino langą arba pasinėrus, užsidėjus specialius plaukimo akinukus arba akvalangą.

Plūdrumas ir pusiausvyra vandenyje. Gulintį vandenyje žmogų veikia dvi jėgos: sunkio ir hidrostatinė (keliamoji). Hidrostatinė jėga nukreipta vertikaliai aukštyn, lygi panardinto kūno išstumto skysčio svoriui, o jos atstatomoji eina per kūno masės centrą (Archimedo dėsnis). Sunkio, t. y. žemės traukos jėga, priklauso nuo sportininko svorio. Plūdrumas yra kūno savybė išsilaikyti vandens paviršiuje. Plūdrumas nustatomas pagal kūno ir vandens lyginamųjų svorių santykį.

Kadangi vandens lyginamasis svoris lygus $1,00\text{ g/cm}^3$, tai pakanka palyginti kitų kūnų lyginamąjį svorį, kad išaiškintume jų plūdrumą. Žmogaus lyginamasis svoris (vidutiniai duomenys) visiškai iškvėpus yra lygus

0,976, normaliai įkvėpus – 0,993, maksimaliai įkvėpus 0,038 g/cm³. Todėl įkvėpę orą į plaučius daugelis žmonių ir ramybės būsenoje išsilaiکys vandens paviršiuje, turės teigiamą plūdrumą. Visiškai iškvėpę iš plaučių orą, žmonės grimzta į dugną. Žmogaus kūnas nėra vienalytis pagal savo sudėtį; raumenų lyginamasis svoris lygus 1,04–1,05 g/cm³, riebalų – 0,92–0,94 g/cm³, kaulų – 1,7–1,9 g/cm³. Žmogaus lyginamasis svoris kinta atsižvelgiant į amžių, lytį ir individualias anatomines savybes. Berniukų lyginamasis svoris mažėja nuo 7–8 metų ir mažiausias 11–13 metų amžiuje, po to vėl didėja. Mergaičių – mažėja iki 13–14 metų, po to didėja iki 15 metų, po to vėl mažėja. Moterų lyginamasis svoris mažesnis nei vyrų. Žmogaus kūnas vandenyje tesveria 0,5–2,0 kg. Anatomiciniai tyrimai rodo, kad sporto šakos, kuriose ugdoma jėga (sunkioji atletika, kultūrizmas, dvikovės sporto šakos, rutulio stūmimas, kūjo metimas ir pan.) didina skeleto svorį. Kadangi raumenų lyginamasis svoris didesnis negu vandens, šių sporto šakų atstovų plūdrumas mažesnis.

Vandens pasipriešinimas. Žmogus juda vandenyje dėl varomosios jėgos ir vandens pasipriešinimo sąveikos. Varomoji jėga – tai plaukiančiojo rankų ir kojų raumenų, atliekant atsistūmimo judesius, pastangos. Vandens pasipriešinimas mažina plaukimo greitį ir yra proporcingas greičiui kvadratu. Bendras pasipriešinimas gali būti išreikštas formule:

$$R = K \cdot V^2,$$

čia V – plaukimo greitis (m/s);

K – pasipriešinimo koeficientas, kurio dydis priklauso nuo morfologinių plaukiko ypatumų.

Bendrą vandens pasipriešinimą sudaro: bangų, trinties ir sukūrinis pasipriešinimas. Bangų pasipriešinimas didėja atsižvelgiant į kūno padėtį. Plaukiant priekinė kūno dalis skiria vandenį sukeldama bangas. Plaukiant ir atliekant įvairius judesius, kūnas turi gulėti kuo horizontaliau, o priekinė kūno dalis kuo mažiau išjudinti vandens.

Už plaukiančiojo nugaros iš karto susidaro sukūriai. Šioje dalyje vandens slėgis krinta lyg traukdamas kūną atgal. Sukūriniam pasipriešinimui įtakos turi kūno forma ir dydis, kūno skerspjūvio plotas, kūno pasvirimo kampas ir kiti ypatumai. Kai plaukikas visiškai išsitiesęs, guli horizontalioje padėtyje, rankos ištiestos pirmyn, galva suspausta tarp rankų, rankų plaštakos uždėtos viena ant kitos, kojos suglaustos, pėdos ištiestos, yra aptakiausia padėtis. Plaukiant kūno aptakumas blogėja, kai kūnas išsilenkęs, dubuo nuleistas, neištiesiamos kojos.

Trintis vandenyje atsiranda dėl jo klampumo. Kūnui judant vandenyje, jo paviršiuje vyksta vandens dalelių ir atskirų sluoksnių trintis. Judančios vandens dalelės ir sluoksniai apgaubia kūną lyg maišas, kurį plaukikas tempia. Aplink kūną išjudinamas apie 0,5 m, o už plaukiančiojo iki 2–3 m vandens sluoksnis. Jei šis vandens maišas liečia baseino sienelę arba dugną, susidaro papildomos trinties jėgos, kurios stabdo plaukiką. Negilūs baseinai, neturintys prie šoninių per visą ilgį ištiestų takų, „nėra greitai“. Manoma, kad gilesniame negu 2 m gylio baseine ir tokiu pat atstumu nuo sienelės plaukiančiojo rezultatui papildoma trintis neturi įtakos. Plaukiko kostiumas, pagamintas iš lygios, gerai prie kūno priglundusios, vandens nesugierančios medžiagos, mažina trintį. Tinkamai panaudojus žinias, vandens pasipriešinimą galima sumažinti, tačiau visai išvengti neįmanoma.

1.2.2. Plaukimo technikos biomechaninės charakteristikos

Sporto biomechanikos tikslas – surasti optimalų technikos variantą atsižvelgiant į individualias sportininko savybes. Nors skirtumas tarp plaukimo stilių ne toks ryškus, geriausi rezultatai pasiekiami plaukiant laisvuju stiliumi. Pastoviam rezultatų kilimui turi įtakos įvairūs veiksniai: taisyklių pakeitimai, baseinų ir plaukikų skaičiaus didėjimas, treniruočių sąlygų ir metodų gerėjimas, mažinantys vandens pasipriešinimą maudimosi kostiumai, vandens takelių įrengimas, starto technikos tobulinimas ir panašiai.

Pagrindines plaukiko judesių charakteristikas erdvės ir laiko atžvilgiu sudaro kūno segmentų trajektorija, žingsnis, tempas ir greitis. Jie lemia judesių formą ir pobūdį. Kūno dalių trajektorija – tai įsivaizduojamas kokios nors kūno dalies kelias erdvėje. Visapusią trajektorijos supratimą parodo kelias, pavaizduotas trijose plokštumose – frontalyje, šoninėje ir horizontalioje.

Plaukiko žingsnis – tai atstumas, per kurį jis pasislinko pirmyn, atlikęs vieną judesių ciklą. Norint apskaičiuoti žingsnio ilgį reikia suskaičiuoti ciklų skaičių nuotolyje ir padalyti nuotolio ilgį iš ciklų skaičiaus.

Judesių tempas. Tai judesių ciklų skaičius per laiko vienetą. Kalbant apie plaukiko greitį išskiriamas poslinkio greitis cikle ir greitis nuotolyje. Poslinkio greitis cikle padidėja darbinių judesių ir sumažėja paruošiamųjų judesių metu. Greičio svyravimai cikle neišvengiami, nes juos lemia

plaukiko judesių struktūra. Tačiau reikia stengtis, kad greičio kitimas būtų kuo mažesnis.

Plaukiko greitis įveikiant nuotolį glaudžiai susijęs su judesių tempu ir žingsnio ilgiu. Optimalus tempo ir žingsnio dydis priklauso visų pirma nuo technikos varianto, varžybų nuotolio ilgio, plaukiko amžiaus ir individualių ypatybių. Kad esant optimaliam judesių tempui pasiektų didesnę greitį, plaukikas turi stengtis amplitudės ir grybšnio jėgos dėka padidinti žingsnio ilgį.

Vidutinis greitis. Padaliję nuotolio ilgį iš rezultato, gautume vidutinį sportininko greitį tame nuotolyje. Pavyzdžiui, plaukikas nuplaukia 100 m laisvu stiliumi. (50 m baseinas) per 55 s, vidutinis šio nuotolio greitis – 1,82 m/s. Tačiau tikrasis vidutinis plaukiko greitis mažesnis, nes starto ir posūkio greitis didesnis nei viso nuotolio.

Įrodyta, kad plaukikai, plaukdami krauliu, vidutiniškai 7 metrus iš starto pozicijos ir pirmus 5 metrus po posūkio įveikia per 2,5 s (laikas skaičiuojamas nuo momento, kai plaukikas pasiekia baseino sienelę ranka arba nuo kūlversčio pradžios greito posūkio metu). Daug tiksliau apskaičiuojamas plaukiko vidutinis greitis neskaiciuojant atkarpų, kai plaukikas slenka po starto ar posūkio. Pateiktame pavyzdyje plaukikas, įskaitant startą ir posūkį, praplaukęs krauliu 100 m (visas nuotolis) – 7 m (startas) – 5 m (posūkis), iš viso – 88 m.

Plaukdamas šį nuotolį plaukikas užtruks 55 s (visas laikas) – 2,5 s (startas) – 2,5 s (posūkis) = 50 s. Taigi jo vidutinis greitis lygus:

$$V = \frac{88}{50} = 1,76 \text{ m/s.}$$

Tokiu būdu galima apskaičiuoti vidutinį plaukiko greitį 200, 400 ir 1500 m nuotoliuose, plaukiant laisvu stiliumi.

Lyginant visus keturis plaukimo būdus (krauliu, nugara, krūtine (brašu), peteliške (delfinu)) pastebėta, kad pastoviausias greitis yra plaukiant nugara. Nė vieno iš plaukimo būdų dar nenustatyta priklausomybė tarp plaukiko greičio ir greičio cikle. Teoriškai mažesni greičio svyravimai turėtų būti didelio meistriškumo sportininkų, nes jie moka efektyviau naudoti jėgą.

Kaip žinoma, plaukiko greitį lemia jėgų sąveika, kurią sudaro sportininko yriniai judesiai (varomosios jėgos) ir hidrodinaminio pasipriešinimo kūno judėjimui pirmyn jėgos. Eksperimentinis šių jėgų registravimas ir teorijos plėtojimas, leidžiantis atskleisti jų reikšmę, yra esminės sporti-

ninko plaukimo biomechanikos problemos. Optimalių technikos variantų, atsižvelgiant į individualiąsias sportininko ypatybes, pasirinkimas – tai tas realus tikslas, kurį bando pasiekti šiuolaikinė biomechanika.

Plaukiko judėjimą pirmyn stabdo pasipriešinimas. Pasipriešinimą, kurį patiria plaukiko kūnas, judėdamas pirmyn, teoriškai galima suskirstyti į odos trinties pasipriešinimą – „turbulentinį“ pasipriešinimą ir banguojantį pasipriešinimą. Kartu jie sudaro bendrą stabdančią jėgą, kuri vadinama priešpriešiniu kūno pasipriešinimu.

Odos trinties pasipriešinimas. Kai skysčio dalelės juda pro plaukiką, tai dėl jų klampumo atsiranda jėga, liečiamoji odos atžvilgiu (vieno paviršiaus trinčiai slenkant kitu). Kūno judėjimas pirmyn didele dalimi priklauso nuo dinaminių jėgų, o ne nuo trinties jėgų: odos pasipriešinimas nedidelis, palyginus su klampumo, spaudimo pasipriešinimu, ir sudaro nežymią bendro pasipriešinimo dalį.

Klampumo spaudimo pasipriešinimas. Spaudimo pasipriešinimas atsiranda dėl jėgų, pasiskirsčiusių kūno paviršiuje, sukkelto ribinio sluoksnio atotrūkio, kuris yra plona skysčio juosta, susiliečianti su kūno paviršiumi. Skysčio dalelės ribiniame sluoksnyje, tekėdamos pro plaukiką, praranda greitį. Kai galų gale dėl trinties jų kinetinės energijos neužtenka įveikti priešpriešinį kryptingą spaudimą, dalelės, esančios arčiau kūno, sustoja ir pakeičia judėjimo kryptį. Greitai po to įvyksta ribinio sluoksnio atitrūkimas ir už kūno atotrūkio taško atsiranda sūkurinis srautas, vadinamas pėdsaku. Spaudimas už kūno žymiai mažesnis, nei prieš jį ir šis skirtumas, kurį lengva pastebėti traukiant irklą vandeniui, atspindi klampumo spaudimo pasipriešinimą. Pagerinus kūno formos aptakumą, ribinio sluoksnio atotrūkio plotą ir perkėlus vandens atotrūkio vietą arčiau liemens užpakalinės dalies galima sumažinti šį priešpriešinį pasipriešinimą.

Kūno, panardinto į vandenį, pasipriešinimas. Pasipriešinimas, veikiantis kūną, panardintą į vandenį, yra odos trinties pasipriešinimo ir klampumo spaudimo pasipriešinimo suma.

Banguojantis pasipriešinimas. Kai plaukikas skrodžia nejudantį vandenį, vandens lygis prieš jį pakyla, o už jo susidaro įgriuva, tai lemia bangų susidarymą. Tokia vandens paviršiaus deformacija dėl kūno spaudimo sudaro papildomą pasipriešinimą, vadinamą banguojančiu. Tam, kad kūnas judėtų pirmyn, vanduo turi būti stumiamas atgal. Vienu iš veiksmų, leidžiančių padidinti judėjimo pirmyn efektyvumą, yra rankų iriamojo paviršiaus padidinimas.

Jeigu varomoji jėga atsiranda tik dėl priešpriešinio pasipriešinimo, tai rankos delno paviršius turi būti orientuotas statmenai srautui ir judėti priešinga kūno judėjimo kryptimi. Negalima pasiekti efektyvaus grybšnio stumiant vandenį tiesia linija atgal. Kadangi frontalinis pasipriešinimas proporcingas kūno segmento judėjimo vandens atžvilgiu greičio kvadratui, tai jeigu vanduo ir kūno segmentas juda viena kryptimi, jų santykinis greitis krenta, ir atitinkamai pastebimai sumažėja varomoji jėga, veikianti plaukiką. Tai patvirtina didelio meistriškumo plaukikų stebėjimas, kurių ranka juda vandenyje kreivės forma. Didelę reikšmę sudarant varomąją jėgą turi hidrostatinė keliamoji jėga, kuri veikia statmenai vandens srauto kryptčiai ir gali būti varomųjų jėgų plaukiant sudedamąja dalimi.

1.2.3. Specialaus lankstumo ir sąnarių paslankumo reikšmė plaukimo technikai

Specialusis tam tikrų sąnarių lankstumas ir paslankumas turi įtakos pasirenkant pagrindinį plaukimo būdą ir pačią specializaciją. Individualios savybės gali iš esmės turėti įtakos sportininko plaukimo technikai.

Pastebėta, kad plaukikai, kurių sąnarių paslankumo rodikliai yra palyginti žemi, dažniau renkasi dvismūgį ar ketursmūgį plaukimo krauliu būdą, o tie, kurių rodikliai yra aukštesni – šešiasmūgį. Tai aiškinama tuo, kad rankų judesiai ir visa kūno koordinacija turi įtakos kojų darbui. Esant mažam blauzdos ir pėdos sąnario paslankumui kojų darbas sumažėja. Žingsnio ilgio netekimas kompensuojamas padidėjusiu rankų judesių tempu. Dažnai plaukikų, kurių mažai paslankios pėdos, taip pat yra nepakankamai paslanki pečių juosta, kurios paslankumas kompensuojamas peties nuleidimu žemyn.

Paprastai plaukikai, kurių pėdos lenkimas ties blauzdos ir pėdos sąnariu sudaro daugiau kaip 180° ir pečių juostos sukimosi plokštuma 200° , gerai įvaldo šešiasmūgio kraulio plaukimo techniką. Galima išskirti šiuos sąnarių paslankumo rodiklius, nuo kurių priklauso technikos varianto pasirinkimas plaukiant krauliu:

- 1) užnugario paslankumas, kuris priklauso nuo pečių sąnarių ir pečių juostos paslankumo;
- 2) pečių juostos sukimosi paslankumas;
- 3) pėdų lenkimas per čiurnos sąnarį.

Ypač didelis pečių juostos ir pečių bei čiurnos sąnarių paslankumo

laipsnis būdingas plaukiantiems nugara. Tai pagrindžiama kūno padėtimi vandenyje ir ribotomis galimybėmis įjungti raumenų grupes grybšnio metu. Todėl jie renkasi šešiasmūgį plaukimo būdą. Plaukikams, kurie pasirenka plaukimo nugara būdą, keliami aukšti reikalavimai. Pavyzdžiui, pėdų lenkimas per čiurną – 190°, o pečių sąnarių sukimosi paslankumas – apie 220°. Plaukiant nugara dažnai reikalinga aukšta alkūnės padėtis. Tai susiję su tokiomis viršutinių galūnių konstruktyvių ašių savybėmis kaip x sulenktos rankos.

Plaukimo peteliške būdas pagal galūnių judesių struktūrą labai panašus į plaukimą krauliu. Plaukiant peteliške ir krauliu specialus pečių juostos lankstumas lemia paruošiamųjų judesių rankomis atlikimo efektyvumą. Tai yra svarbiau plaukiant peteliške, nes čia sąnarių paslankumo trūkumas nekompensuojamas. Todėl kompensacija vyksta, kai padidinamas judesys aplink frontalią kūno ašį. Kadangi plaukiant peteliške būdingi svyruojantys kūno judesiai, svarbu žinoti visas biokinematinės grandinės judančias grandis: pėda-blauzda-dubuo-pečių juosta. Čia vėl išskiriamos lankstumo matavimo formos:

- 4) liemens palinkimas į priekį;
- 5) kelių sąnarių išlenkimas.

Pagrindinis judesys plaukiant krūtine yra pastumiamasis darbas kojomis, todėl čia ypač svarbus kojų sąnarių paslankumas. Plaukiant krūtine judesys atliekamas kojų padais, todėl plaukikams yra svarbus blauzdos ir pėdos sąnario užnugarinis lenkimas. Rankų ir viršutinės kūno dalies judesiai plaukiant krūtine kažkuo panašūs į rankų ir liemens judesius plaukiant peteliške. Plaukiant krūtine ir esant svyruojantiems kūno judesiams aplink frontalią ašį daug svarbesnis liemens palinkimas. Išskiriami šie sąnarių paslankumo rodikliai:

- 1) kelio sąnario sukimas išorėn;
- 2) dubens sąnarių sukimas išorėn;
- 3) blauzdos ir pėdos sąnario užnugarinis lenkimas;
- 4) blauzdos ir pėdos sukimosi supinacija;
- 5) pečių juostos sukimosi lankstumas;
- 6) liemens lenkimas atgal.

Plaukiant krūtine svarbiausiais rodikliais yra laikomi kojų judesių technikos įvaldymas, jų ir dubens-šlaunų sąnarių sukimas išorėn.

Nežiūrint į tai, kad treniruojant plaukikus pagrindinis dėmesys sutelkiamas ištvėrmės ir jėgos ugdymui, sąnarių paslankumo klausimas lieka

aktualus. Didinant plaukimo tempą ir grybšnio stiprumą, rezultatai auga, bet iki tol, kol paslankumas yra optimalaus lygio. Geresnių rezultatų pasiekia tas sportininkas, kurio yra geresnis sąnarių paslankumas.

1.2.4. Plaukimo krauliu judesių biomechanika

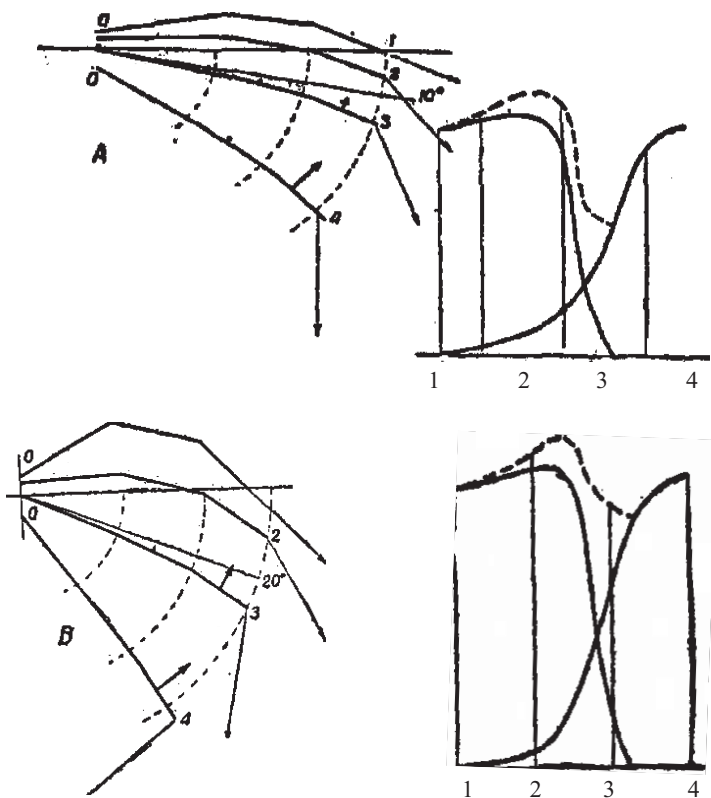
Judesiai rankomis. Pagal plaštakos trajektoriją rankų judesiai skirstomi į penkias fazes:

1. Užgriebio fazė;
2. Pagrindinė grybšnio fazė:
 - a) pritraukimas;
 - b) atstūmimas;
3. Iškelimas iš vandens;
4. Nešimas virš vandens;
5. Įdėjimas į vandenį.

Užgriebio fazė prasideda įdėjus ranką į vandenį. Pirštai suglausti, vanduo ne spaudžiamas, o užgriežiamas. Plaštaka leidžiama į vandenį, alkūnė laikoma aukštai, fiksuojama. Šioje fazėje dažnai sumažėja traukos jėga. Tai atsitinka todėl, kad užgriebio fazė tęsiasi per ilgai, todėl šioje fazėje užgriebį plaštaka būtina trumpinti. Tai siūloma padaryti įdedant ranką į vandenį ne horizontaliai, bet tam tikru kampu. Atrama į vandenį sumažės ir judesys ranka bus atliekamas greičiau. Toliau pateiktame paveiksle (3 pav.) akivaizdžiai matosi, kaip kinta užgriebio fazės efektyvumas esant skirtingam (10° ir 20°) rankos įdėjimo į vandenį kampui.

Užgriebio pradžia esant 20° kampui efektyvesnė nei esant 10° kampui, nes tolygiau išsilaiko greitis tarp atskirų ciklų. Plaštakos įdėjimo į vandenį kampas taip pat lemia grybšnių tempą – kuo kampas didesnis, tuo tempas dažnesnis. Tačiau reikia pastebėti, kad pradinės grybšnio fazės greitis, palyginus su kitomis fazėmis, yra mažesnis, todėl nenaudinga per daug pagreitinoti grybšnių tempą, nes plaštaka „neužsikabins“ už vandens, bet praslys.

Pagrindinė grybšnio fazė susideda iš dviejų dalių: pritraukimo ir atstūmimo. Pritraukimas pradedamas, kai žemyn lenkiama plaštaka, o toliau – ir dilbis. Pritraukimo fazės pradžioje plaštaka nukreipiama į vandens paviršių 45° kampui, o fazės pabaigoje 90° kampui. Plaštaka po vandenių juda atgal ir į vidurį, o alkūnės sąnarys trumpam lieka toje pačioje padėtyje kaip fazės pradžioje. Kada plaštaka bus nukreipta į vandens



3 pav. A – užgriebio pradžia esant 10° kampui; B – užgriebio pradžia esant 20° kampui. Punktyrinė linija – greičio kitimas tarp ciklų.

paviršių 90° kampui, prasidės atstūmimo fazė. Tai pati energingiausia grybšnio dalis. Plaštaka, aplenkdamą alkūnę, greitai stumia vandenį iš priekio atgal, ranka per alkūnę palaipsniui ištiesiama. Grybšnis užbaigiamas, kai plaštaka pasiekia šlaunį. Žiūrint iš apačios (4 pav.) plaštakos trajektorija primena raidę S.

Efektyviausias grybšnis (5 pav.) atliekamas tuomet, kada ranka vandenyje per alkūnę yra sulenkta 45° .



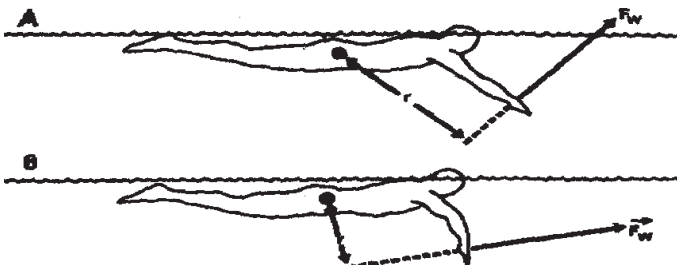
4 pav. Plaukimo krauliu
plaštakos judėjimo trajektorija

5 paveiksle pavaizduota, kad atliekant grybšį tiesia ranka traukos jėga (F_w) daugiau nukreipta vertikalia kryptimi, o atliekant grybšnį sulenkta ranka – daugiau horizontalia kryptimi. Tyrimais nustatyta, kad grybšnio, atliekamo tiesia ranka, efektyvumas 25,8 proc. mažesnis nei sulenkta ranka. Dilbio-žasto padėtis vandenyje taip pat turi didelės įtakos grybšnio galingumui. Stebint didelio meistriskumo plaukikų rankos padėtį vandenyje nustatyta, kad plaštakos-dilbio-žasto linija ne tiesi, bet panaši į vėjo išlenktą burę.

Didelę įtaką grybšnio ilgiui ir galingumui turi peties sąnario paslankumas. Galima skirti tris sąnarių paslankumo tipus: laisvą, aktyvų ir pasyvų. Būtent laisvo paslankumo dydis lei-

džia plaukikui atlikti ekonomiškus judesius, kurių metu raumenys aktyviai dirba ne visą judesio ciklą, o tik kai kuriose vietose, kitose – judesys atliekamas iš inercijos. Tokie ekonomiški judesiai pastebimi atliekant parengiamuosius rankų judesius. Svarbūs yra du peties sąnario paslankumo rodikliai: 1) peties sąnario paslankumas žąsto-mentės atžvilgiu; 2) peties sąnario sukamasis paslankumas.

Atstūmimo fazės pabaigoje ranka juda maksimaliu greičiu. Iš vandens iškeliami sulenkta per alkūnės sąnarį. Rankos padėtis ir sulenkimo kampas per alkūnę priklauso nuo sportininko fiziologinių ypatumų, grybšnio tempo, technikos varianto. Pagal šešiasmūgio plaukimo krauliu techni-

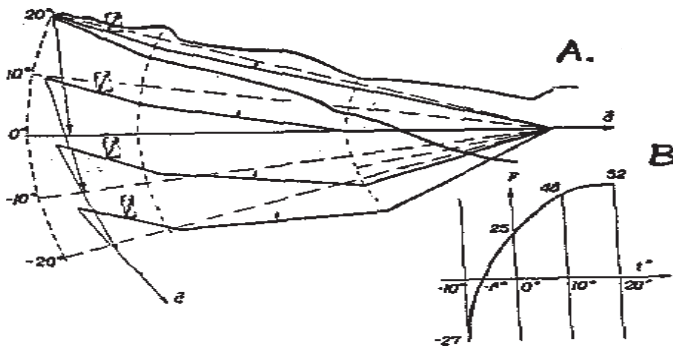


5 pav. A – grybšnis atliekamas tiesia ranka; B – grybšnis atliekamas sulenkta ranka

kos variantą atliekant ilgą ir galingą grybšnį, ranka nešama energingiau, mažiau sulenkta per alkūnę, fiksuota, plaštakos trajektorija arčiau vandens. Pagal dvismūgio ir ketursmūgio kraulio techniką geriau tinka aukšta rankos padėtis virš vandens, dilbis atpalaiduotas kabo, alkūnė iškelta aukštai.

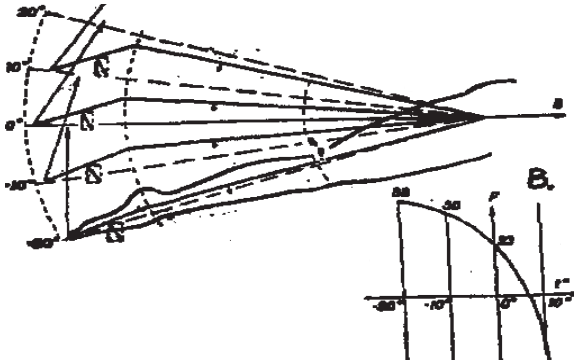
Judesiai kojomis. Jie svarbūs palaikant kūną horizontalioje padėtyje, stabilizuojant pusiausvyrą plaukimo metu. Judesiai atliekami pakaitomis iš viršaus žemyn, ir atvirkščiai. Palyginus su rankomis, kojų darbo nauda plaukimo metu maža ir priklauso nuo sportininko kojų sąnarių paslankumo, judesio koja pradžios ir pabaigos kokybės, kampo tarp viršutinės ir apatinės kojų bei sulenkimo per kelio sąnarį kampo. Tyrimais nustatyta, kad tinkama atskirų kojos dalių padėtis judesyje iš viršaus žemyn, ir atvirkščiai, gali sukurti stumiančiąją jėgą. Pateiktame paveiksle (6 pav.) matome, kaip pasiskirsto stumiančiosios jėgos, kai judesys atliekamas iš viršaus žemyn.

Judesio pradžioje, kai kojos padėtis yra 20° virš horizonto linijos, stumiančioji jėga yra didžiausia, kojai leidžiantis žemyn nuo 0° stumiančioji jėga mažėja. Judesys koja žemyn turi prasidėti iš dubens. Impulsas perduodamas keliui ir pėdai. Taip atsiranda banguojantys judesiai kojomis. Judesio žemyn metu kampas tarp šlaunies ir blauzdos sudaro $150\text{--}160^\circ$. Judesių metu pėda truputį pasukta į vidų, visiškai atpalaiduota. Judesių kojomis metu susidaro dvi jėgos: viena nukreipta vertikaliai žemyn – keliamoji, kita nukreipta horizontaliai – stumiančioji. Pastaroji plaukimo metu naudingesnė. Didėjant plaukimo greičiui stumiančioji jėga mažėja, todėl būtina atlikti dažnesnius judesius kojomis.



6 pav. A – judesio koja iš viršaus žemyn amplitudė; B – stumiančiosios jėgos kitimas

Atliekant kojos judesį iš apačios aukštyn (7 pav.), stumianti jėga atsiranda tik dėl tinkamo pėdos padėties kampo, nes per kelio sąnarį koja, judėdama aukštyn, gali tik išsitiesti. Kojai pakilus virš 0° padėties, stumiančios jėgos sumažėja.



7 pav. A – judesio koja iš apačios aukštyn amplitudė; B – stumiančiosios jėgos kitimas

Judesių ir kvėpavimo derinimas. Atsižvelgiant į smūgių skaičių kojomis per vieną rankų ciklą, skiriami dviejų, keturių ir šešių smūgių variantai. Plaukiant trumpus nuotolius judesiai kojomis ir rankomis atliekami maksimaliai intensyviai. Kojos juda didele amplitude, maksimaliu greičiu, stengiamasi išgauti kuo didesnes varančiąsias jėgas, neatsižvelgiant į darbo ekonomiškumą. Ilgų nuotolių plaukikai judesius kojomis atlieka ne taip intensyviai, todėl mažesnis judesių tempas, amplitudė ir varančiosios jėgos. Dauguma plaukikų, gerai mokančių įvairius kojų ir rankų derinimo variantus, juos naudoja pagal taktines aplinkybes. Pvz: ilgų nuotolių plaukikai, plaukiantys dvismūgiu arba ketursmūgiu krauliu, finišuodami arba atlikdami posūkį gali panaudoti šešiasmūgį judesių derinimo variantą.

Plaukimo metu įkvepiama galvą pasukant į šoną, o ranka toje pusėje iškeliamą iš vandens. Pradėjus ranką nešti oru, plaukiko burna yra vandens paviršiuje. Oras įkvepiamas pro burną šiek tiek pasukus galvą, nes plaukiko burna yra vandens paviršiuje už priekinės bangos susidariusioje duobutėje. Tuo metu liemens pasukimas pagal išilginę ašį pats didžiausias ir siekia iki 45° . Staigiai įkvėpus galvą pasukama žemyn, oras iškvepiamas pro nosį ir burną. Dažniausiai vieną kartą įkvepiama ir iškvepia-

ma vienam rankų ir kojų judesių ciklui. Didesnio meistriškumo sportininkai įkvėpimą taiko kas trečiam rankos grybšniui ir įkvėpia pasukdami galvą į bet kurią pusę.

Pasukus galvą, kartu truputį pasisuka ir kūnas, padidindamas vandens pasipriešinimo jėgą. Tuo metu mažėja greitis, todėl trumpų nuotolių plaukikai (50, 100 m) po starto 25 m ir daugiau plaukia be įkvėpimo. Atstumas, nuplauktas užlaikant kvėpavimą, priklauso nuo sportininko trenirotumo.

1.3. Stalo tenisas

Stalo tenise atliekamų judesių esmė – smūgiai į kamuoliuką, todėl kiekvieną smūgį galima laikyti atskira struktūra, ir atitinkamai stalo tenisininko judėjimo struktūra, suprantama kaip smūgiuojamojo veiksmo, t. y. smūgio, kinematika ir dinamika.

Atliekant biomechaninę analizę, įprasta išskirti sudedamąsias dalis, vadinamas grandimis, o jų atlikimo seką – fazėmis.

Kiekvieno smūgio vyksmą galima dalyti į dvi dalis:

- 1) kai raketė greitėdama atmuša kamuoliuką, jo greitį sumažindama iki nulio;
- 2) kai kamuoliukas po smūgio nutolsta nuo raketės.

Baigiamoji fazė, atrodytų, neturi jokios praktinės reikšmės, tačiau ji svarbi tuo, kad nebūtų pavėluota pasirengti kitam smūgiui.

Stipriems smūgiams atlikti būdingi trys modeliai:

- 1) lėta pradžia ir didelis raketės greitėjimas prieš pat smūgį (santykis 1 : 100 ar net 1 : 120);
- 2) tolygus raketės greitėjimas;
- 3) didelis greitis pradžioje ir jo mažėjimas prieš pat raketės sąlytį su kamuoliuku.

Pirmasis modelis yra geriausias, nes leidžia įvertinti galimus atšokimo netikėtumus, varžovo padėties prie stalo kaitą, koreguoti judesį ir kt. Antrojo modelio judesys nesudaro smūgio efekto, kamuoliukas tarsi stumiamas, o trečiojo modelio atveju neišgaunamas reikiamas kamuoliuko greitis ar smarkus įsukimas.

Svarbi ir raketės gražinimo į pradinę (parengties) padėtį trajektorija. Ji po smūgio neturi sudaryti pirmyn-atgal linijos, o, pavyzdžiui, sukamųjų smūgių metu raketė grįžta kilpos judesiu žemyn atgal, t. y. trumpiausia trajektorija.

Apskritai veiksmo fazių santykis nulemia veiksmo ritmą. Veiksmo vaizdą erdvės ir laiko atžvilgiu atskleidžia kinematinė veiksmo struktūra. Kūno dalių judėjimo erdvėje amplitudė, kryptis ir judesio trukmė, taip pat greitis ir pagreitis nustatomi remiantis erdvės, laiko ir erdvės-laiko kinematinėmis charakteristikomis.

Erdvinė judesio charakteristika padeda nustatyti sportininko kūno ir atskirų jo taškų pradinę bei galutinę padėtį, kiek jos pasikeitė judesio metu ir kokios buvo tarpinės padėtyt. Kiekvieną technikos veiksmą sudaro kelios pagrindinės padėtyt, jų žinojimas pagreitina veiksmo mokymąsi.

Judesio laiko charakteristikos rodo: judesio trukmę, t. y. laiko tarpinį nuo judesio pradžios iki pabaigos, judesio tempą, t. y. judesio dažnį, ir judesio ritmą, t. y. fazių santykį.

Judesio erdvės ir laiko charakteristikos apibūdina kūno arba kūno dalių greitį ir pagreitį. Dinaminės charakteristikos apibūdina veikiančias jėgas, kurios lemia veiksmo techniką. Jų analizei naudojamos inercinės ir jėgos charakteristikos.

Inercijos esmę nusako pirmasis Niutono dėsnis, teigiantis, jog kūnas išlaiko rimties arba tolygaus tiesiaieigio judėjimo būseną tol, kol veikiančios išorės jėgos priverčia kūną pakeisti šią būseną. Kūno svoris – tai kūno inertiškumo matas slenkamojo judėjimo metu, matuojamas veikiančios jėgos ir jo sukulto pagreičio santykiu. Judesiui įtakos turi ne tik kūno masė, bet ir jos pasiskirstymas kūne (kūno masės centro padėtis). Jėgos matavimas grindžiamas antruoju Niutono dėsniu: jėga, veikianti kūną, gali suteikti jam pagreitį.

Kiekvieno raumens susitraukimas sukuria jėgos momentą tam tikro sąnario atžvilgiu. Atliekant bet kurį judesį, kinta kūno grandžių tarpusavio išsidėstymas, jų masių centrų padėtyt ir beveik visada – bendro kūno masės centro (BKMC) padėtis.

Pasikeitus kūno padėčiai, tačiau nepakitus atramai, padėtį pakeičia visos kūno grandys, išskyrus glaudžiai susijusias su atrama. Todėl visų kūno grandžių masės centrai ir BKMC pakinta. Išlaikydamas pusiausvyrą žmogaus kūnas šiek tiek svyruoja, todėl BKMC nėra fiksuotas viename taške. Optimalią jo zoną lemia atramos ploto dydis.

Kiekvienai pagrindinei žaidėjo užimamai padėčiai būdingi tam tikri sąnarių (darbiniai) kampai, nuo kurių priklauso atskirų kūno grandžių padėtis, jų paslankumas ir t. t.

Fazinė technikos veiksmų sandara. Smūgiuodamas tenisininkas atlieka slenkamuosius ir sukamuosius kūno grandžių bei raketės judesius. Nors smūgiuojant eikvojama daug kinetinės energijos, bet kamuoliukui perduodama tik maža jos dalis. Kiek energijos suvartojama naudingai, nusako judesio kiekis:

$$K = MV_o,$$

čia M – kinematinės grandies masė; V_o – tos grandies masės centro greitis ir kitas vektorinis dydis – smūgio (jėgos) impulsas į kamuoliuką.

$$P = m (v_2 - v_1),$$

čia m – kamuoliuko masė; v_2 ir v_1 – jo greičiai po smūgio ir prieš jį.

Reguliuojant kinematinės grandies (pvz., žastas-dilbis-riešas-raketė) standumą, kinta ir kamuoliuko greičiai, o smūgiuojant trumpąjį smūgį laisva, atpalaiduota ranka, gaunamas amortizacijos efektas.

Parengiamoji fazė (raketės judesys atgal) prasideda nuo pagrindinės stovėsenos ir baigiasi užsimojimu, nors dažnai vieno smūgio baigiamoji fazė susilieja su pasirengimu kitam.

Kuo trumpesnis užsimojimas, tuo mažesnė smūgio amplitudė ir tuo daugiau reikia pastangų raketės greičiui pasiekti. Užsimojant pasukamas liemuo. Tai padeda raketės eigai kamuoliuko link. Didžiausi užsimojimai yra smūgiuojant *topšpino* būdu.

Priešsmūginė fazė (raketės eigos kamuoliuko link) prasideda užsimojimo pabaiga ir baigiasi prieš pat raketei paliečiant kamuoliuką. Jos metu stengiamasi raketei suteikti optimalų greitį.

Smūgio fazė yra svarbiausia, nors trunka vos 0,001 sekundės. Smūgiuojant dėl raketės gumos ir kamuoliuko deformacijos jį galima reikiamai valdyti. Pastebime tokį dėsningumą: kuo didesnis raketės greitis, palginti su atskriejančio kamuoliuko greičiu, tuo mažiau reikšmingas kamuoliuko sukimasis ir susitikimo su rakete kampo poveikis. Tikslumas būna didesnis tada, kai į įstrižą smūgį atsakoma įstrižu, į tiesų – tiesiu, į sukamąjį – sukamuojų, į pjaunamąjį – pjaunamuojų, nes susidaro didesnė raketės ir kamuoliuko trintis, ilgiau trunka sąveika.

Baigiamoji fazė – inercijos, kamuoliuko atsiskyrimas nuo raketės. Judesiai jos metu turi būti skiriami kitam veiksmui atlikti, unikaliausiai pozicijai ir pozai pasirinkti. Norint veiksmingai atlikti smūgį, būtina labai gerai paskirstyti atskirų smūgio fazių trukmę.

Smūgiavimo laiko ir erdvės charakteristikos, kinematika, dinamika

Kamuoliuko trajektorijai ir greičiui turi įtakos šie parametrai: išskrie-

jimo greitis, masė, išskriejimo kampas, smūgio jėgos į kamuoliuką kryptis, oro pasipriešinimas.

Besisukančio kamuoliuko (*topspin*) atšokimo greitis yra didesnis už išskriejimo po smūgio greitį, nes dalis kinetinės įsukimo energijos pereina į slenkamojo judėjimo energiją. Kamuoliuko greitis po smūgio tuo didesnis, kuo didesnis raketės greitis prieš smūgį.

Kamuoliuko skriejimo greitis vidutiniškai sudaro 70 proc. skriejimo (po sąlyčio su rakte) greičio. Ore kamuoliukas skrieja 0,3–0,5 s.

Kamuoliuko vidutinis įsukimo greitis svyruoja nuo 151,3 aps./s (vyrų) iki 134,9 aps./s (moterų), *topspin* ir sukamųjų smūgių – atitinkamai 73,4 aps./s ir 55,6 aps./s, maksimalus apatinio sukimo (plovimo) greitis yra 15–30 proc. mažesnis (mažiau įsukama) nei viršutinio sukimo.

Stalo teniso technikai labai reikšminga viso kūno, jo dalių judesių harmonija. Judėjimo kojomis principai daugeliui smūgių beveik tokie patys, o kitų kūno dalių įvairuoja. Liemens judesiai vertikaloje ir horizontalioje plokštumose skirtingai smūgiuojant yra skirtingi. Pavyzdžiui, prieš atakos smūgius (*topspin*) pritūpiama, liemuo pasukamas į šoną ir atgal, o smūgiuojant juda į priekį ir aukštyn – smūgių kryptimi ir galiausiai pasukamas priešinga pasirengimo smūgiuoti kryptimi. Nuo kojų ir šlaunies kylantys greiti posūkiai patikslina smūgį, suteikia jam jėgos. Liemens užfiksavimas, stabili stovėseną ir pan. trukdo techniškai greitai ir stipriai atlikti veiksmą.

Skirtingos ir abiejų rankų funkcijos. Raketę laikančioji neturi būti prispausta prie kūno, svarbu jos neįtempti, rankos judesio harmonija įvairiems smūgiams atlikti tobulinama per pratybas. Laisvoji ranka dažnai sudaro problemų dėl jai mažai skiriamo dėmesio. Jos funkcijos dvi ir abi priešingos. Ji turi didinti smūgio galingumą ir, antra vertus, atlikti stabdžio vaidmenį atsveriant, subalansuojant žaidžiamosios rankos ir kūno energiją. Smūgiuojant laisvoji ranka laikoma kiek sulenkta per alkūnę ir juda smūgio kryptimi, o po smūgio atlieka inercijos stabdymo funkciją. Visiškai priešingą judesį (kryžminant rankas) kartais daro vertikalaus raketės laikymo šalininkai.

Didelę įtaką smūgiams daro pečių juostos judesiai. Tėnisininko galva juda smūgių kryptimi, o akys nuolat seka kamuoliuką ir varžovą.

Žaidėjų judesiams registruoti taikomi optiniai ir optroniniai metodai. Smūgiams analizuoti praktiškai gana dažnai naudojamos kinogramos, tačiau tikslesnis metodas – kino ciklogramų analizė.

2. SPORTO TAKTIKOS BIOMECHANINIAI ASPEKTAI

Sporto vyksmas – sudėtingas ir įvairiapusis, tad šį vyksmą tyrinėja, studijuoja daug mokslų, kurie sąveikauja su sporto mokslu. Ne išimtis yra ir biomechanikos mokslas, kurio pagrindinis tikslas – tirti sporto taktikos optimizavimo biomechaninius aspektus.

Sporto taktika yra visuma fizinių, psichinių, ypač techninių, sportinių gebėjimų ir jėgos panaudojimo formų ir būdų konkrečiose varžybose pagal praktinius varžovų ir partnerių veiksmus geriausiems rezultatams ar pergalei pasiekti. Psichologiniu požiūriu, taktika yra psichinis motorinių veiksmų reguliavimas, vykstantis aukščiausiuoju sąmonės lygiu.

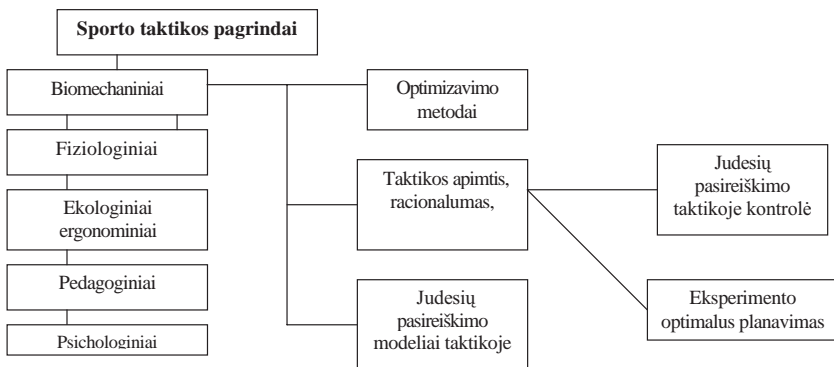
Varžybinės veiklos taktika – tai tikslingi technikos veiksmų ir jų derinių naudojimo būdai varžybų uždaviniams įgyvendinti atsižvelgiant į varžybų taisykles, sąlygas, sportininkų parengtumą. Sportininkas turi vadovautis sudarytu taktiniu planu, tinkamai panaudoti savo psichologinį ir teorinį parengtumą. Sportinė taktika yra menas panaudoti visas sportinės kovos formas ir būdus kovojant dėl pergalės varžybose, gebėjimas patiriant mažiausiai nuostolių nugalėti varžovą.

2.1. Sporto taktikos ir biomechanikos sąveika

Analizuojant sporto taktikos priklausomybę nuo vieno ar kitų sąlygų, sunku išskirti vieną, todėl čia negali būti monopolijos. Mokslinis sporto taktikos pagrindimas turi formuotis kartu sąveikaujant skirtingoms sritims, disciplinoms (8 pav.). Biomechanikos vaidmuo šiuo atveju pasireiškia analizuojant ir optimizuojant taktikos judesių pasireiškimą.

2.1.1. Pagrindiniai terminai

Sporto taktika (iš graikų k. – kareivių rikiavimo menas) – geriausios, optimaliausios formos ir būdai kovojant, siekiant pergalės, varžantis. Taktikos esmė susideda iš tokių elementų, kurie leidžia sportininkui efektyviausiai realizuoti savo sugebėjimus (fizinius, techninius, psichinius) ir patiriant mažiausius nuostolius įveikti varžovą, naudojimo. Kai kurie iš sporto taktikos įvardijimų pabrėžia biomechanikos reikšmę. Sporto taktika – optimaliausių technikos būdų panaudojimas varžybų sąlygomis.



8 pav. Sporto taktika kaip tarpdisciplininė problema

Taktikos samprata glaudžiai siejasi su varžybine veikla, t. y. sportininko veikla varžybų sąlygomis. Žinoma, kad žmogaus veikla turi psichinį (tikslą formuojantį) ir motorinį (vykdomąjį) komponentus. Tarpusavio sąveika tarp šių komponentų ir sporto taktikos pavaizduota 9 paveiksle.

MOTORINĖ VEIKLA		TIKSLŲ FORMAVIMAS	
JUDESIAI	JUDĖJIMO VEIKSMAI	DINAMINĖ VEIKLA	DINAMINĖS VEIKLOS PLANAVIMAS
TECHNIKA	TAKTIKA		STRATEGIJA

9 pav. Psichikos ir motorikos komponentų sąveika sporto taktikoje

Taktika užima tarpinę vietą tarp sporto judesių technikos ir sporto kovos strategijos.

Judesių pasireiškimo hierarchiškumą sporto taktikoje sudaro:

- 1) taktinis variantas,
- 2) taktinė kombinacija,
- 3) taktinis ėjimas.

Paprasčiausias iš jų yra taktinis ėjimas – vienas judesys arba judėjimo persijungimas, vienkartinis tikslingai nukreiptas judamosios veiklos režimo pakeitimas. Taktinių variantų, kombinacijų ir ėjimų naudingumas, ku-

riuos taiko sportininkas ar komanda, vadiname taktikos apimtimi.

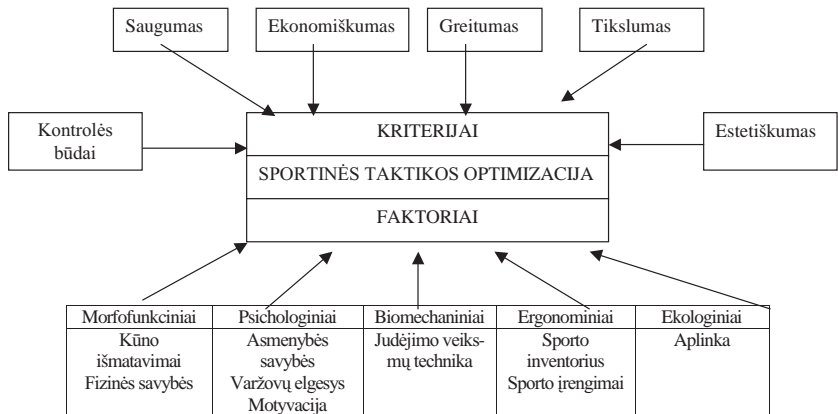
Sporto taktikos pagrindas – su judėjimu susiję reiškiniai. Be to, biomechanikos tyrinėjimai turi prisidėti prie sporto taktikos tobulinimo. Šiuolaikinė biomechanika pereina nuo judesių tyrinėjimo prie sąmoningų, tikslingų judesių, dinaminės veiklos kaip veiklos sistemos taikymo. Tikslingumo akcentas biomechanikai atvėrė naujus teorinius bei praktinius tyrinėjimo horizontus. Žmogaus judamosios veiklos optimizavimas, šnekanant analizuojamos temos aspektu – sporto taktikos optimizavimas, gavo principinį pagrindimą.

Optimizavimu vadiname optimalaus varianto paiešką. Optimizuoti taktiką – reiškia rasti kiekvienos situacijos optimalų taktinį variantą, taktinę kombinaciją ir taktinį ėjimą.

Pagrindiniai optimizavimo problemos aspektai yra šie:

1. Optimalumo kriterijai – kokybiniai rodikliai, kurie naudojami įvertinant skirtingus taktikos variantus ir pasirenkant iš jų geriausią;
2. Optimizavimo faktoriai – sportininko ar supančios aplinkos savybės, kurių atžvilgiu gali būti nukreipta optimizuota sporto taktika ir netikėti pasikeitimai, galintys pakeisti optimizavimo sąlygas.

Optimalumo kriterijai ir sporto taktikos optimizavimo faktoriai schematiškai pateikti 10 paveiksle.



10 pav. Optimalumo kriterijai ir sporto taktikos optimizavimo faktoriai

Reikia skirti sporto taktikos efektyvumą ir racionalumą.

Taktikos efektyvumas – konkretaus sportininko pasirinktų taktikos kriterijų optimizacijos atitikimas, t. y. labiausiai efektyvus bei optimaliai individualus taktikos variantas.

Skirtingai nuo efektyvumo, racionalumas apibūdina taktinį variantą (kombinaciją, ėjimą) neatsižvelgiant į atlikėjo asmenybę.

Kai kalbama, kad sportinės veiklos vienas variantas racionalesnis už kitą, ne visada aišku, kas yra pasakoma. Galima rinktis:

- 1) lyginti geriausius rezultatus, pasiektus didelio meistriškumo sportininkų taikant vieną ir kitą variantą;
- 2) lyginti vidutines daugelio sportininkų pasiektų rezultatų reikšmes.

Pirmu atveju kalbama apie efektyvumo potencialą, kuris gali pasireikšti tuo atveju, jei atsiras sportininkas, valdantis konkretų taktikos variantą ir idealiai prie jo prisitaikęs. Todėl labiau pagrįstas antrasis variantas, kuris traktuoja racionalumo sampratą kaip efektyvumo vidurkį. Racionalusis variantas kaip etalonas pasirenkamas mokant pradedančiuosius sportininkus.

Taktikos racionalumas – tai jos efektyvumas, kurį gali demonstruoti skirtingo amžiaus, kvalifikacijos ar regioninės grupės vidutinis sportininkas. Savaiame suprantama, kad labiausiai racionalus (t. y. geriausias daugumai) taktikos variantas gali iš esmės skirtis nuo labiausiai efektyvaus, t. y. individualiai optimalaus varianto.

2.1.2. Taktikos optimizavimo kriterijai

Pagrindiniai optimalios sporto taktikos (efektyvumas ir racionalumas) kriterijai yra:

- 1) greitumas;
- 2) ekonomiškumas;
- 3) tikslumas;
- 4) estetiškumas;
- 5) kitų optimizavimo kriterijų sąveika.

Greitumas – tai žmogaus fizinė ypatybė, sugebėjimas greitai atlikti atskirų kūno dalių judesį

ar jų kompleksą, greitai pernešti visą kūno masę iš vienos vietos į kitą, išvystyti didelį kūno masės judėjimo greitį per trumpą laiką.

Greitumas judant distancijoje – pagrindinis ciklinių sporto šakų optimalios taktikos kriterijus. Objektivi distancijos įveikimo greičio kontrolė, norint dirbti remiantis tikslesniais metodais. Vienas iš perspektyviausių metodų laikomas dvikontūrinis sportininko būsenos reguliavimas – tai greitojo treniruočių efekto nustatymas matuojant širdies susitraukimų dažnį, kartu naudojant vieną iš biomechaninių charakteristikų, dažniausiai judėjimo tempą, o akademiniam irklavimui – irklautojo atliekama darbą yrio ciklo metu. Kartu matuojamas judėjimo greitis distancijoje. Sportininkas empiriškai pasirenka tą technikos arba taktikos variantą, kuris padeda pasiekti greitumo padidėjimo eikvojant tiek pat energijos ir pastangų, arba greitumas pasilieka pirminiame lygmenyje, tačiau mažėja energetiniai išteklių ir pastangos. Sąlyga, leidžianti sporte pasiekti didelį vidutinį greitį, yra judėjimo ekonomiškumas. Stipriausių sportininkų energetinės galimybės yra panašios, todėl prioritetą atliekant ilgai trunkančius pratimus (ilgų nuotolių bėgimas ir pan.) įgyja ekonomiškumas, kaip taktikos optimizavimas.

Ekonomiškumas. Ekonomiškumas kiekybiškai charakterizuoja veiklos rezultato sąveiką ir išteklius šiam rezultatui pasiekti. Ekonomiškumas yra svarbus norint patikimai ir pastoviai aprūpinti gyvybiškai svarbias sistemas esant apribotam energijos kiekiui. Ši biologinė taisyklė atspindi energijos išteklių minimumo principą, kuris teigia, kad psichiškai normali būtybė pasirenka tą veiklos režimą, kuriame mažiausios energijos sąnaudos. Energetinių sąnaudų minimumo principas ne kartą patvirtintas eksperimentiniais duomenimis, gautais tiriant ciklinius žmogaus judesius. Ir treniruotas, ir netreniruotas žmogus nevalingai pasirenka tą ėjimo ar bėgimo režimą, kuris sutampa ir su eksperimentų rezultatais.

Analizuojant taktinius variantus tikslinga skirti ekonomiškumą ir jo sudedamąsias dalis: mechaninį efektyvumą ir mechaninės energijos efektyvų naudojimą. Sportininko naudojama energija virsta į veiklos rezultata, pavyzdžiui, judėjimą distancijoje.

Mechaninio darbo efektyvumas – tai atlikto mechaninio darbo priklausomybė nuo išnaudotos energijos, o mechaninės energijos naudojimo efektyvumas – veiklos rezultato priklausomybė nuo mechaninio darbo. Skirtingai nuo mechaninio efektyvumo, mechaninės energijos naudojimo efektyvumas nepriklauso nuo metabolinių procesų efektyvumo.

Labiau paplitęs ekonomiškumo rodiklis – energetinė kelio metro vertė. Padalijus energetinių išteklių kiekį (dydį) iš laiko ir judėjimo greičio,

gauname energijos sąnaudas vienam kelio metrui arba kitaip „kelio konstantą“. „Kelio konstanta“ tuo mažesnė, kuo didesnis ekonomiškumas. Galima apskaičiuoti pagal formulę:

$$DV = VO_2 / 60v$$

DV – deguonies vertė kelio metrui (ml/m).

VO₂ – deguonies naudojimas (ml/min).

v – vidutinis judėjimo greitis (m/s).

Judesių veiklos ekonomiškumo kiekybinio įvertinimo metodika supaprastėtu, jeigu vertintume energetinę judėjimo vertę ne pagal išnaudotą energiją (kalorijas) ir ne pagal deguonies sunaudojimą, o pagal širdies susitraukimų dažnį (ŠSD).

Pulso vertės ir panašių rodiklių naudojimas sietinas su tuo, kaip atskiro žmogaus, atliekančio fizinį darbą naudojant normalią, didelę arba maksimalią santykinę raumenų galią, ŠSD glaudžiai koreliuoja su deguonies poreikiais.

Judamosios veiklos ekonomiškumas didėja kartu su sportine kvalifikacija, taip pat ją lemia judėjimo įgūdžiai.

Lokomocinės veiklos ekonomiškumas priklauso ir nuo skirtingos raumenų sudėties. Žmogus, kurio raumenų skaidulos yra lėtojo tipo, demonstruoja aukštesnį ekonomiškumą esant tolygiam darbo tempui, tačiau žmogus, kurio raumeninės skaidulos greitojo tipo (a ar b), geresnius rodiklius pademonstruoja, kai padidėja darbo tempas. Šie duomenys iliustruoja, jog nesutampa sprinterių ir stajerių judėjimo ekonomiškumas.

Tikslumas. Tikslingai nukreiptų techninių-taktinių judesių, o ypač užbaigiančio judesį (šūvio, smūgio, metimo ir t. t.), tikslumas gali būti traktuojamas kaip sportinių žaidimų ir dvikovinės sporto šakų taktikos optimizavimo kriterijus. Tikslumas vertinamas:

1) pagal pataikymo į taikinį faktorių arba sėkmingo veiksmo atlikimo faktorių;

2) pagal nukrypimą nuo taikinio.

Kiekybiniam tikslumo vertinimui naudojami matematiniai statistiniai rodikliai: tikimybė pataikyti į taikinį arba rezultato pasiskirstymas, lyginant su tikslu. Amžiui didėjant ir kartu didėja ir judesių tikslumas, t. y. kvalifikacija.

Estetiškumas. Judesių estetiškumas gali būti vienas iš techninių-estetinių sporto šakų: sportinės ir meninės gimnastikos, dailiojo čiuožimo ir t. t., taktikos optimizavimo kriterijų. Estetiškumas gali būti analizuoja-

mas kaip kinematinių judesių atitikimas ideala, imant kažkurį konkretų laiko tarpą.

Kiti optimizavimo kriterijai, jų sąveika. Optimizuojant sporto taktiką gali būti naudingi duomenys, gauti analizuojant sudėtingas biologines sistemas. Itin paplitusi nuomonė, jog biologinių struktūrų formavimosi evoliucijos analizė gali atskleisti ne tik greitumo, ekonomiškumo, bet ir kitus fizinių ypatybių rodiklių kriterijus.

Greta minimalaus energijos naudojimo, keliamos ir kitos idėjos, prielaidos apie tai, kuo vadovaujasi gyvosios sistemos, atsirinkdamos savo veiklos režimus, taip pat tai, kokią struktūrą turi turėti optimaliai funkcionuojanti sistema. Ne išimtis, jog „gyvųjų sistemų taktikos“ analizavimas padės rasti optimalius žmogaus judamosios veiklos taktikos variantus, tarp jų ir sporto taktikos.

Plačiai paplitę kompleksiniai optimizavimo kriterijai. Juos naudojamas sportininkas turi optimizuoti savo veiklą remdamasis vienu metu dviem ar keliais kriterijais: remdamasis greitumu ir ekonomiškumu (bėgant vidutinius ir ilgus nuotolius), greitumu, ekonomiškumu ir tikslumu (biatlone) ir pan.

Taktikos veikslių kombinacijos vadinamos taktikos variantais. Skiriamą individualioji, grupinė, komandinė taktika. Kiekvienai sporto šakai būdingi tam tikri taktikos veiksmi arba elementai ir taktikos variantai. Sportinės taktikos veiksmus ir variantus nusako taktikos apimtis ir įvairiapusiškumas, racionalumas, efektyvumas ir pastovumas. Taktine mąstysena vadinama sportininko ypatybė greitai vertinti esamą situaciją ir pasirinkti tinkamą taktikos variantą. Sportinės taktikos apimtimi vadinamas bendras kiekis taktikos veikslių ar variantų, kuriuos yra įvaldęs sportininkas ar komanda. Sportinės taktikos apimtis varžybų metu yra mažesnė nei bendra apimtis, įvaldyta treniruočių metu. Sportininko ar komandos taktikos įvairiapusiškumas parodo įvaldytų taktikos veikslių įvairumą. Įvairių sporto šakų taktikos veiksmi gali būti skirtingai klasifikuojami. Sportinės taktikos racionalumą apibūdina taktikos elemento ar varianto galimybė realizuoti siekiamą tikslą nesiejant tai su sportininko ar komandos galimybėmis. Konkretaus sportininko taktikos meistriškumas vertinamas jos naudojimo efektyvumu. Taktinė mąstysena grindžiama taktikos veikslių ir variantų išmanymu ir gebėjimu juos naudoti varžybų sąlygomis. Taktikos žinios paprastai patikrinamos apklausos būdu ir nagrinėjant atitinkamas varžybų situacijas. Pačią taktinę mąstyseną gali vertinti eksper-

tai, stebėdami sportininko veiksmus varžybų metu. Svarbiausi vertinimo kriterijai čia yra taktikos veiksmų originalumas ir nenuspėjamumas, sąveika su partneriais, jų taktikos veiksmų suvokimas ir taktikos veiksmų realizavimo efektyvumas.

Šiuo metu konkrečių sporto šakų taktikos veiksams analizuoti, modeliuoti siekiant juos, optimizuoti vis dažniau naudojami kompiuteriai, tam kuriamos specialios programos.

LIETRATŪRA

1. Bogušas V., Mieželytė A. Stalo tenisas. – Vilnius: Elgada, 1999.
2. Karoblis P. Lengvoji atletika. – Vilnius: Mintis, 1985.
3. Karoblis P. Sportinio rengimo teorija ir didaktika. – Vilnius: Inforastras, 2005.
4. Lagunavičienė N., Zuožienė I. Sportinio plaukimo technikos pagrindai. Plaukimas / sud. G. Sokolovas. – Vilnius, 1996.
5. Radžiukynas D. Trumpų nuotolių bėgimo ir šuolių treniruočių teorija ir didaktika. – Vilnius, 1997.
6. Steckis V., Mamkus G. 100 ir 10 metrų barjerinis bėgimas. Mokomoji priemonė. – Kaunas: LKKA, 2002.
7. Зациорский В. М., Арунин А. С., Селуянов В. Н. Биомеханика двигательного аппарата человека. – Москва: Физкультура и спорт, 1981.
8. Зациорский В. М. Биомеханика плавания. – Москва: Физкультура и спорт, 1981.
9. Зациорский В. М., Алешинский С. Ю., Якунин Н. А. Биомеханические основы выносливости. – Москва: Физкультура и спорт, 1982.
10. Кряжев В. Д. и др. Биомеханический анализ техники бега сильнейших спортсменов мира // Теория и практика физической культуры. – Но 10, с. 30–32.
11. Уткин В. Л. Биомеханические аспекты спортивной тактики. – Москва: Физкультура и спорт, 1984.

ALGIMANTAS KEPEŽĖNAS

Ke-119 Sporto biomechanika. – Vilnius: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2005. – 40 p.

ISBN 9955-20-081-2

Mokymo priemonė skiriama kūno kultūros specialybės bakalauro studijų studentams, klausantiems bendrąjį biomechanikos kursą. Nagrinėjami įvairių lengvosios atletikos bėgimo rungčių, plaukimo ir stalo teniso judesių biomechaniniai rodikliai. Pateikta sporto taktikos biomechaninė charakteristika bei jos optimizavimas sportinėje veikloje. Ši mokymo priemonė gali būti naudinga treneriams, kūno kultūros mokytojams ir kitiems, besidomintiems žmogaus judesių biomechanika.

UDK 612.7:796(075.8)

Redagavo Danguolė Kopūstienė
Maketavo Laura Barisienė
Viršelio dailininkė Eglė Varankaitė

SL 605. 2,5 Sp. 1. Tir. 150 egz. Užsak. Nr. 06-054
Išleido Vilniaus pedagoginis universitetas, Studentų g. 39, LT-08106 Vilnius
Spausdino VPU leidykla, T. Ševčenkos g. 31, LT-03111 Vilnius
Kaina sutartinė