

Дмитар Марчета

УДК 796.422.433.1.093(043.2)

ДИНАМИКА ТАКМИЧАРСКИХ РЕЗУЛТАТА И МОДЕЛИ ТЕХНИЧКО ТАКТИЧКЕ АКТИВНОСТИ НАЈБОЉИХ БАЦАЧА КУГЛЕ У СВЕТУ (извод из магистарског рада)

Сажетак

У истраживању које је имало карактер екс пост факто студије спроведене на основу фактографских података о 1.004 најбоља резултата постигнутих од стране 74 такмичара у бацању кугле на такмичењима признатим од ИААФ, испитани су и индивидуални стилови техничко-тактичке активности бацача кугле у условима такмичења, анализом 267 такмичарских серија. Поред тога, истраживањем је обухваћено утврђивање секуларног тренда најбољих резултата у такмичарској сезони спроведено над 30 резултата које је постигло 15 бацача кугле, затим испитивање индивидуалног кретања спортске форме у току такмичарске сезоне, што је спроведено на 83 такмичарске сезоне код 29 такмичара и утврђивање вишегодишњег индивидуалног тренда спортске форме што је спроведено на 115 такмичарских сезона код 16 такмичара.

Варијабле истраживања су омогућиле остваривање увида у динамику врхунских резултата у вишегодишњем интервалу у свету, динамику резултата у такмичарској каријери, динамику резултата у такмичарској години и карактеристике техничко тактичке активности врхунских бацача кугле у условима такмичења.

Факторским анализама су кондензоване корелационе матрице које су укупно садржале 401 коефицијент корелације између 36 варијабли истраживања. Формирана су два факторска модела која су била састављена од укупно 13 фактора. Сви фактори су анализом садржаја варијабли које су сатурирали добили основ за рационалну експликацију, што указује на степен валидности добијених латентних просторних структура.

Резултати истраживања указују на сложеност испитиване проблематике и дају квалитетну основу за даља испитивања у домену бацања кугле, али и у домену других спортских грана и дисциплина у којима је могуће мерити, односно на други начин објективно квантификовати такмичарски резултат.

Овакав приступ омогућава рационалније планирање и програмирање, како такмичарске каријере, тако и годишњих трендова развоја такмичара - бацача кугле. Поред тога се стварају сви неопходни предуслови за креирање квалитетних индивидуалних стратегија наступа на такмичењима у смислу оптимизације планског алоцирања расположивих психо физичких капацитета којима у датом тренутку такмичар располаже. У сваком случају је потребно нагласити да спроведено истраживање представља само иницијални приступ овом проблему, који даје још много простора за даља истраживања.

Кључне речи: /бацачи кугле, такмичарски резултати, модели, техничко - тактичке активности/

1. УВОД

У процесу развоја човека појавили су се и усавршили покрети ходања, трчања, скокова и бацања, што је било животно неопходно у борби за опстанак. Та природна кретања користила су се у животу и играма, лову и ратовима. Атлетска вежбања са циљем физичке припреме, а такође и у облику такмичења, спроводила су се и у најдавнија времена. Али, историја атлетике, како је опште прихваћено, има свој почетак са такмичењима у трчању на Олимпијским играма древне Грчке (776. године пре наше ере).

Сматра се да су почеци историје савремене атлетике постављени на такмичењу у трчању око 2 км дугој стази студенти колеца Регби 1837. године, после чега су се таква такмичења почела одржавати и у другим школама Енглеске. Касније су у програм такмичења почели укључивати трчања на кратке дистанце, трчање преко препона, бацање тежина, а од 1851. године - скокови у даљ и висину са залетом.

Део атлетике су и бацања кугле, диска копља и кладива на даљину. Она су у програму од школских такмичења до светских првенстава и олимпијских игара. Форма, размере и тежина морају одговарати одређеним параметрима прихваћених међународним правилима. Резултати се мере метрима и сантиметрима.

Бацања се одликују кратковременим, али максималним напрезањима мишића целог тела. Да би далеко бацали ове спортске реквизите неопходан је висок степен развоја снаге, брзине, окретности и умење – концентрисати своја максимална напрезања у кратком временском интервалу. Бацање кугле, као основни предмет овог рада се као атлетска дисциплина појавила се средином 19. века из народних игара – бацања тежина, камена, брвна, гире. Први забележени резултат односи се на 1839. годину. Тада је Канађанин Т. Карадис бацио куглу 8,61 м. Први рекорд поставио је Енглец Фразер 1866. године са резултатом 10,62 м.

Имајући у виду значај који атлетски спорт има у свету и код нас, као и чињеницу да је већи број наших спортиста - бацача кугле заузимао највиша места у свету, овај рад жели да допринесе научном сагледавању и унапређењу технологије стручног рада у овом спорту.

2. ПРОБЛЕМ, ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Такмичарски резултати који се постижу у групи спортова у којима се резултат мери, представља подручје које дозвољава да се стандардним методама научно истраживачког рада дође до законитости којима се покорава развој и динамика врхунских такмичарских постигнућа. Атлетска бацања, а међу њима бацање кугле, као једна од дисциплина са најдужом традицијом, дозвољава због стабилности резултата који се постижу, да се са великим степеном поузданости доносе релевантни судови везани за динамику развоја резултата у овој атлетској дисциплини. Дакле, предмет овог истраживања чине показатељи такмичарског постигнућа врхунских светских бацача кугле који су својим нивоом заслужили да буду трајно записани у историји светске атлетике.

Проблем истраживања се везује за егзактно утврђивање законитости развоја спортских резултата у зони врхунских индивидуалних достигнућа, која истовремено

представљају и најзначајнија достигнућа у свету свих времена. Наиме, један од аспеката проблема је везан за утврђивање узрасног периода такмичара у којем се постижу најбољи такмичарски резултати, што би могло имати значајне реперкусије на иницијалну и етапну селекцију у атлетским бацањима, али и у другим спортовима у којима доминира снага извођења покрета. Поред тога, анализом спортских резултата врхунских светских бацача кугле остварио би се увид и у законитости које владају у динамици постизања најбољих резултата у својим такмичарским каријерама, стабилности ових резултата и периода у којима је могуће одржавати висок ниво такмичарске форме. Поред наведених проблема истраживања, потребно је указати и на проблем утврђивања индивидуалних стилова техничко тактичких активности такмичара у условима најзначајнијих такмичења. Овде се у првом реду мисли на феноменолошке аспекте техничко- тактичких активности везане за стабилност, ефикасност и динамику постизања резултата у оквиру серије резултата који се манифестују на једном такмичењу.

Основни циљ истраживања се може сагледати кроз потребу рационалног планирања и програмирања, како селекције и тренажног процеса, тако и наступа бацача кугле на такмичењима, како би се прикупили релевантни моделски показатељи рационалног креирања оптималних тренажних и такмичарских планова и програма.

У том смислу потребно је посебно идентификовати оптималне узрасне периоде такмичара за испољавање врхунске спортске форме, као и карактеристике динамике резултата у делу спортске каријере у којој се постижу врхунски резултати.

Основни подаци на основу којих је могуће извршити рационалан приступ планирању и програмирању тренажног рада представљају предикције понашања тренда најбољих резултата који се у одговарајућој спортској дисциплини постижу у свету. Показатељи секуларног тренда најбољег резултата у корелацији са показатељима хомогенизације резултата, омогућавају формирање јасног критеријума у односу на који је могуће прилагодити планско програмске активности, те је из тог разлога потребно егзактно одређивање ових параметара у истраживању.

3. ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

На основу резултата истраживања доступних преко извора литературе, као и на основу емпиријских сазнања присутних у спортској пракси, могуће је поставити као генералну хипотезу истраживања:

X_r Систематско праћење и анализа резултата које постижу врхунски светски бацачи кугле дозвољава извођење значајних закључака у погледу избора варијанте технике бацања, као и идентификације законитости индивидуалног и секуларног развоја резултата.

Операционализација генералне хипотезе претпоставља испитивање заснованости следећих хипотеза истраживања:

X_1 Динамика резултата коју приказују врхунски светски бацачи кугле, дозвољава да се идентификују оптимални узрасни периоди за постизање најбољих спортских резултата.

- X₂ Динамика резултата коју приказују врхунски светски бацачи кугле, дозвољава да се идентификују законитости индивидуалног развоја спортских резултата у зони врхунских такмичарских достигнућа.
- X₃ Динамика најбољих резултата коју у календарској години приказују врхунски светски бацачи кугле дозвољава да се установи секуларни тренд развоја светског рекорда.
- X₄ Динамика резултата коју у календарској години приказују врхунски светски бацачи кугле дозвољава да се установи секуларни тренд постизања најбољег резултата у календарској години у атлетској дисциплини бацање кугле.
- X₅ Динамика резултата коју у календарској години приказују врхунски светски бацачи кугле дозвољава да се установи секуларни тренд хомогенизације најбољих резултата.
- X₆ Динамика резултата коју у календарској години приказују врхунски светски бацачи кугле дозвољава да се утврде законитости индивидуалног тренда постизања спортске форме.
- X₇ Динамика резултата у серијама постигнутим на такмичењу указује на карактеристичне моделе техничко такмичарске активности код најбољих бацача кугле у свету.
- X₈ На основу функционалних релација између података који се односе на 1000 најбољих резултата свих времена, као и информације о такмичарима који су их постигли, могуће је идентификовати латентне просторне структуре у којима се ове информације позиционирају.

4. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање је спроведено екс пост факто анализом фактографских података о преко 1.000 најбољих резултата свих времена који су званично признати од стране ИААФ. Коришћена је метода теоријске анализе, дескриптивна метода, каузална метода и статистичка метода.

Испитивање индивидуалног стила техничко тактичке активности бацача кугле у условима такмичења спроведена је анализом такмичарских серија резултата које су такмичари постигли на такмичењима.

4.1. Узорци истраживања

Истраживање је спроведено на два основна узорка:

- Основни узорак истраживања над којим је спроведено испитивање општег секуларног тренда врхунских резултата је обухватио 1004 резултата које су постигли 73 бацача кугле.
- Основни узорак истраживања над којим је спроведено испитивање индивидуалног стила техничко тактичке активности бацача кугле у условима такмичења (такмичарске серије), спроведено је анализом такмичарских серија резултата које је постигао 31 такмичар на 267 наступа.

- Из основних узорака су формирани субузорци истраживања према критеријуму испитивања заснованости хипотеза истраживања. Тако су били формирани и следећи субузорци истраживања:
- Истраживање секуларног тренда најбољих резултата у такмичарској сезони је спроведено над 30 резултата које је постигло 15 баџача кугле.
- Испитивање индивидуалног кретања спортске форме у току такмичарске сезоне је спроведено над 83 такмичар/сезоне код 29 такмичара.
- Истраживање вишегодишњег индивидуалног тренда спортске форме је спроведено над 115 такмичар/сезона код 16 такмичара.

4.2. Варијабле истраживања

Варијабле обухваћене овим истраживањем обезбеђују информације о:

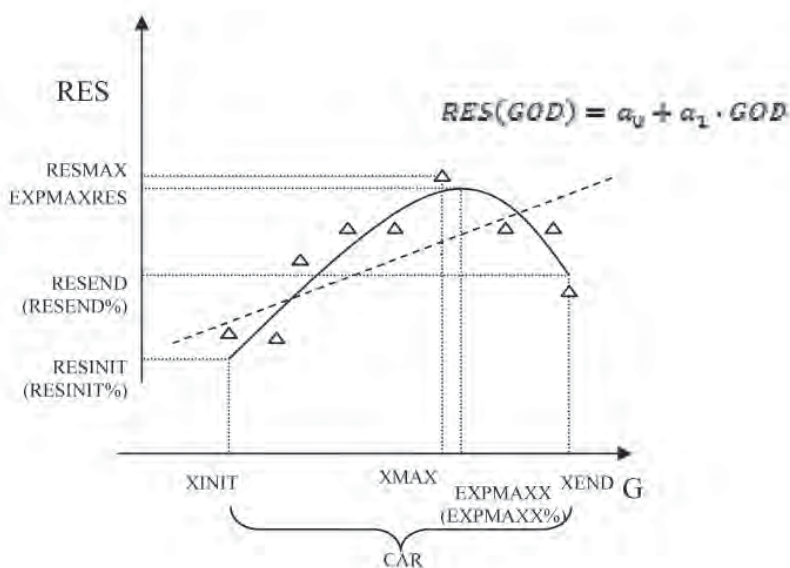
- динамици најбољих и осталих врхунских резултата у вишегодишњем интервалу у свету
- динамици резултата у такмичарској каријери
- динамици резултата у такмичарској години
- карактеристикама техничко тактичке активности

У оквиру наведених сегмената прикупљени су следећи показатељи:

1. Динамика резултата у такмичарској каријери:

- дужина трајања врхунске форме
- локализација карактеристичних тачака функције (границе домена и екстрими - минимуми и максимуми криве), која оптимално описује вишегодишњу динамику резултата

Слика 1



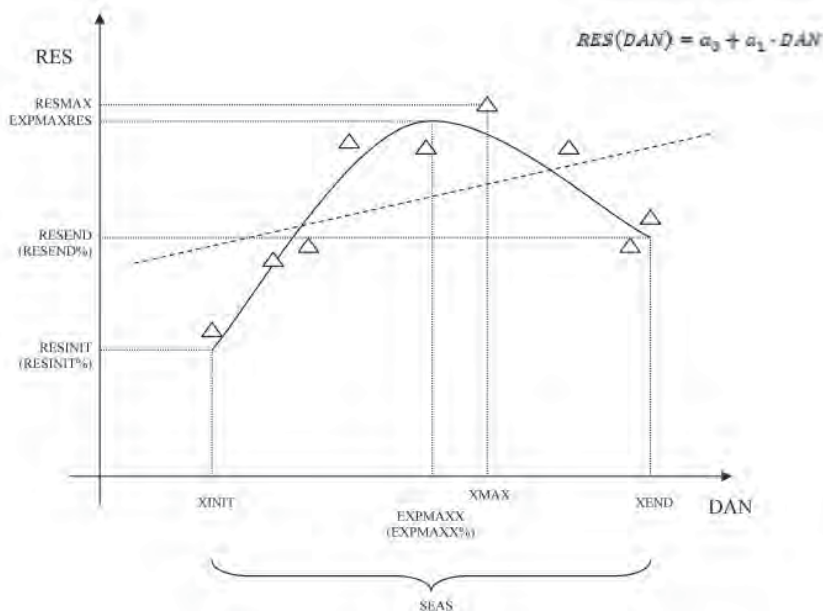
Табела 1 Варијабле којима се описује динамика резултата у такмичарској каријери

Р. БР.	ВАРИЈАБЛА	СКРАЋЕНИЦА	ЈЕД.МЕРЕ
1.	Година у којој је постављен лични рекорд	XMAX	год
2.	Лични рекорд	RESMAX	м
3.	Нагиб праве која описује тренд резултата у каријери	SLOPE	%
4.	Година у којој је такмичар постигао 1. резултат у 1000 најбољих	XINIT	год
5.	Први резултат у 1000 најбољих	RESINIT	м
6.	Први резултат у процентима најбољег резултата	RESINIT%	%
7.	Година у којој је такмичар постигао последњи резултат у 1000 најбољих	XEND	год
8.	Последњи резултат у 1000 најбољих	RESEND	м
9.	Последњи резултат у процентима најбољег резултата	RESEND%	
10.	Временски интервал између првог и последњег резултата у 1000 најбољих у каријери	CAR	год
11.	Очекивани максимални резултат у каријери	EXPMAXRES	м
12.	Очекивана година у којој се постиже максимални резултат у каријери	EXPMAXX	год
13.	Очекивана година у којој се постиже максимални резултат у каријери у процентима временског интервала између првог и последњег резултата у 1000 најбољих	EXPMAXX%	%

2. Динамика резултата у такмичарској години:

- дужина трајања врхунске форме
- локализација карактеристичних тачака функције (границе домена и екстреми - минимуми и
- максимуми криве), која оптимално описује годишњу динамику резултата

Слика 2



Табела 2 Варијабле којима се описује динамика резултата у такмичарској години

Р. БР.	ВАРИЈАБЛА	СКРАЋЕНИЦА	ЈЕД. МЕРЕ
1.	Дан такмичарске сезоне у којем је постављен најбољи резултат	XMAX	дан
2.	Најбољи резултат сезоне	RESMAX	м
3.	Нагиб праве која описује тренд резултата у сезони	SLOPE	
4.	Дан такмичарске сезоне у којем је такмичар постигао први од 1000 најбољих резултата	XINIT	дан
5.	Први од 1000 најбољих резултата у такмичарској сезони	RESINIT	м
6.	Први од 1000 најбољих резултата у такмичарској сезони у процентима најбољег резултата	RESINIT%	%
7.	Дан такмичарске сезоне у којем је такмичар последњи од 1000 најбољих резултата	XEND	дан
8.	Последњи од 1000 најбољих резултата у такмичарској сезони	RESEND	м
9.	Последњи од 1000 најбољих резултата у такмичарској сезони у процентима најбољег резултата	RESEND%	%
10.	Временски интервал између првог и последњег резултата у 1000 најбољих у сезони	SEAS	дан
11.	Очекивани максимални резултат у сезони	EXPMAXRES	м
12.	Очекивани дан сезоне у којем се постиже максимални резултат у сезони	EXPMAXX	дан
13.	Очекивани дан сезоне у којем се постиже максимални резултат у процентима временског интервала између првог и последњег резултата у 1000 најбољих у сезони	EXPMAXX%	%

3. Карактеристике најбољих регистрованих резултата:

Анализирани најбољи резултати свих времена у бацању кугле су као јединица посматрања били описани преко скупа од 6 варијабл (табела 3).

Табеле 3 Варијабле за анализу најбољих резултата

Р. БР.	ВАРИЈАБЛА	СКРАЋЕНИЦА	ЈЕД. МЕРЕ
1.	Националност	NAT	
2.	Година рођења	YOB	год
3.	Такмичарски резултат	RES	м
4.	Постигнут пласман на такмичењу	PLAS	
5.	Година постизања резултата	YOR	год
6.	Старост такмичара у години у којој је постигао резултат	AGE	год

4. *Карактеристике најбољих бацача кугле свет.*

Најбољи бацачи кугле свих времена, као јединица посматрања, описани скупом од 17 варијабли (табела 4)

Табела 4 Варијабле најбољих бацача кугле

Р. БР.	ВАРИЈАБЛА	СКРАЋЕНИЦА	ЈЕД.МЕРЕ
1.	Број резултата у првих 1000	RESNO	
2.	Националност	NAT	
3.	Година рођења	YOB	год
4.	Рекордни резултат	RESREC	м
5.	Пласман на такмичењу када је постигнут лични рекорд	PLASREC	
6.	Година постизања рекордног резултата	YOEC	год
7.	Старост такмичара у години у којој је постигао лични рекорд	AGEREC	год
8.	Први резултат којим је такмичар ушао у првих 1000 резултата	RESEN	м
9.	Постигнут пласман такмичара на такмичењу када је постигао резултат којим је ушао у првих 1000 резултата	PLASEN	
10.	Година постизања првог резултата којим је такмичар ушао у првих 1000 резултата	YOEN	год
11.	Старост такмичара у години у којој је ушао у првих 1000 резултата	AGEEN	год
12.	Последњи резултат којим је такмичар био присутан у првих 1000 резултата	RESEX	м
13.	Постигнут пласман такмичара на такмичењу када је постигао последњи резултат којим је био присутан у првих 1000 резултата	PLASEX	
14.	Година постизања последњег резултата којим је такмичар био присутан у првих 1000 резултата	YOEX	год
15.	Старост такмичара у години у којој је постигао последњи резултат којим је био присутан у првих 1000 резултата	AGEEX	год
16.	Интервал у годинама у којем је такмичар био присутан у првих 1000 резултата	Y1000	год
17.	Година присуства такмичара у 1000 најбољих резултата када је постигнут лични рекорд	YREC	год

5. *Карактеристике техничко тактичке активности:*

- локализација карактеристичних тачака функције (границе домена и екстреми - минимуми и максимуми криве), која оптимално описује динамику резултата на такмичењу

Табела 5 Варијабле којима су индивидуално описане карактеристике техничко тактичке активности

Р.БР.	ВАРИЈАБЛА	СКРАЋЕНИЦА	ЈЕД.МЕРЕ
1.	Број серија такмичара	SERNO	
2.	Број резултата у првих 1000	RESNO	
3.	Такмичар	NAME	
4.	Националност	NAT	
5.	Година рођења	YOB	год
6.	Пласман на такмичењу на којем је постигнут рекордни резултат	RANGREC	
7.	Рекордни резултат	RESREC	м
8.	Постигнут пласман на такмичењу када је постигнут лични рекорд	PLASREC	
9.	Година постизања рекордног резултата	YOEC	год
10.	Старост такмичара у години у којој је постигао лични рекорд	AGEREC	год
11.	Пласман на такмичењу на којем је постигнут први резултат у 1000 најбољих	RANGEN	
12.	Први резултат којим је такмичар ушао у првих 1000 резултата	RESEN	м
13.	Постигнут пласман такмичара на такмичењу када је постигао резултат којим је ушао у првих 1000 резултата	PLASEN	
14.	Година постизања првог резултата којим је такмичар ушао у првих 1000 резултата	YOEN	год
15.	Старост такмичара у години у којој је ушао у првих 1000 резултата	AGEEN	год
16.	Пласман на такмичењу на којем је постигнут последњи резултат у 1000 најбољих	RANGEX	
17.	Последњи резултат којим је такмичар био присутан у првих 1000 резултата	RESEX	м
18.	Постигнут пласман такмичара на такмичењу када је постигао последњи резултат којим је био присутан у првих 1000 резултата	PLASEX	
19.	Година постизања последњег резултата којим је такмичар био присутан у првих 1000 резултата	YOEX	год

20.	Старост такмичара у години у којој је постигао последњи резултат којим је био присутан у првих 1000 резултата	AGEEX	год
21.	Интервал у годинама у којем је такмичар био присутан у првих 1000 резултата	Y1000	год
22.	Година присуства такмичара у 1000 најбољих резултата када је постигнут лични рекорд	YREC	год
23.	Резултат у 1. серији	SER_1	м
24.	Резултат у 2. серији	SER_2	м
25.	Резултат у 3. серији	SER_3	м
26.	Резултат у 4. серији	SER_4	м
27.	Резултат у 5. серији	SER_5	м
28.	Резултат у 6. серији	SER_6	м
29.	Најбољи резултат	RES	м
30.	Број исправних хитаца	VAL	
31.	Серија у којој је постигнут најбољи резултат (категоријално)	MAXK	
32.	Серија у којој је постигнут најбољи резултат (ранг)	MAXR	
33.	Серија у којој је постигнут најлошији резултат (категоријално)	MINK	
34.	Серија у којој је постигнут најлошији резултат (ранг)	MINR	
35.	Најлошији резултат	MIN0	м
36.	Распон од најлошијег до најбољег резултата	RANGE	м
37.	Просек резултата у серији	AVRG	м
38.	Стандардна девијација резултата у серији	STDV	м
39.	Коефицијент варијације резултата у серији	VAR	
40.	Слободан члан у линеарном моделу	FRELN	
41.	Линеарни члан у линеарном моделу	LINLN	
42.	Слободан члан у параболичном моделу	FREPA	
43.	Линеарни члан у параболичном моделу	LINPA	
44.	Квадратни члан у параболичном моделу	SQUPA	
45.	Екстрем параболичног модела (ранг)	EXTR	
46.	Вредност аргумента у екстрему	LOCEX	
47.	Постизање екстрема у анализираном домену (категоријално)	DOMEXK	
48.	Постизање екстрема у анализираном домену (ранг)	DOMEXR	
49.	Тенденција резултата	TEND	

50.	Индивидуално стандардизован резултат у 1. серији	ISTD_1	
51.	Индивидуално стандардизован резултат у 2. серији	ISTD_2	
52.	Индивидуално стандардизован резултат у 3. серији	ISTD_3	
53.	Индивидуално стандардизован резултат у 4. серији	ISTD_4	
54.	Индивидуално стандардизован резултат у 5. серији	ISTD_5	
55.	Индивидуално стандардизован резултат у 6. серији	ISTD_6	
56.	Групно стандардизован резултат у 1. серији	GSTD_01	
57.	Групно стандардизован резултат у 2. серији	GSTD_02	
58.	Групно стандардизован резултат у 3. серији	GSTD_03	
59.	Групно стандардизован резултат у 4. серији	GSTD_04	
60.	Групно стандардизован резултат у 5. серији	GSTD_05	
61.	Групно стандардизован резултат у 6. серији	GSTD_06	

4.3. Методе обраде података

Сви прикупљени подаци су за потребе истраживања бити подвргнути примарној обради која је имала за циљ да идентификовање карактеристичне функције која оптимално описује анализирану појаву. Након тога је спроведена статистичка анализа прикупљених и изведених показатеља у својим стандардним модалитетима - дескриптивном, инференцијалном и функционалном.

Наведене технике примарне и статистичке обраде података усмерене су на добијање одговора о:

- индивидуалним и секуларним трендовима праћених показатеља,
- квантитативним разликама у праћеним показатељима између бацача који припадају одговарајућим субузorcима формираним под различитим критеријумима, и
- функционалним зависностима између праћених показатеља.

4.3.1. Математичке методе примарне обраде података

У примарној обради података серије резултата се у циљу идентификације облика анализираних података извршила апроксимација одговарајућим функцијама под критеријумом минимизације вредности функције грешке (Anderson, T. W. , 1971. ; Vox, G. E. P. i G. M. Jenkins, 1968. ; Brown, R. G. , 1963. ; Kendall, M. G. i A. Stuart, 1976.). Од функција су се користити полиноми m -тог степена са циљем добијања информација о облику и екстремима временских серија које ће се анализирати. Поред техника полиномијалне апроксимације која се спроводила интерполацијом ортонормалних полинома, коришћене су апроксимације анализираних података најчешће коришћеним функцијама (експоненцијалне, степене, логаритамске, разломљене итд.).

$$P_m(x) = \sum_{i=0}^m a_i \cdot x^i$$

где су a_i – коефицијенти полинома.

Примењена је техника прилагођавања ортонормалним (Forsytheovim) полиномима, при чему је степен полинома био одређен под критеријумом значајног успоравања смањења стандардне девијације података од прилагођавајућег полинома.

Због захтева за идентификацијом карактеристичних тачака на функцији којом се апроксимирају анализирани подаци (границе домена и екстреми - минимуми и максимуми криве), израчунаване су координате карактеристичних тачака као вредности функције за вредности аргумента у којима је први извод анализиране функције једнаки нули. Нуле првог извода су се одређивале Newton - Bairstow методом за одређивање корена реалног полинома (Anderson, T. W., 1971. ; Box, G. E. P. i G. M. Jenkins, 1968. ; Brown, R. G. , 1963. ; Kendall, M. G. i A. Stuart, 1976.).

Код свих интерполација и апроксимација тачност метода се због нумеричког карактера обраде података побољшавала интерним транслирањем истраживаних података по абциси и ординати и рескалирањем у смислу минимизације грешке рачунања превођењем изворних података у стандардизовану форму (Anderson, T. W. , 1971. ; Box, G. E. P. i G. M. Jenkins, 1968. ; Brown, R. G. , 1963. ; Kendall, M. G. i A. Stuart, 1976.).

Претходне технике (апроксимација ортонормалним полиномима) су по правилу неупотребљиве за поуздану екстраполацију, те је због тога за предвиђање понашања резултата ван анализираног периода примењена техника апроксимације релевантних података функцијама чији аналитички облик гарантује интерну логику предвиђања. У том смислу се за предвиђање понашања основних резултата ван анализираног интервала употребљавала степена функција облика:

$$y(x) = a_0 \cdot x^{-a_1} \quad 6.3.1.-2$$

где су a_0 и a_1 , - параметри функције која има хоризонталну асимптоту у $y=0$ за $x \rightarrow \infty$.

У ситуацијама у којима је дистрибуција података указивала на још увек присутан *status nascendi* тренд којег карактерише убрзан пораст анализираних резултата, користила се експоненцијална функција облика:

$$y(x) = a_0 \cdot e^{a_1 \cdot x} \quad 6.3.1.-3$$

где су a_0 и a_1 – параметри функције; e – основа природног логаритма (2.71...).

За предвиђање резултата се употребљавала експоненцијална функција због претпоставке да се пораст резултата одвија успореним трендом и тенденцијом

постизања коначних (асимптотских) вредности када вредност аргумента тежи у бесконачност. Избор је пао на функцију облика:

$$y(x) = \left(a_0 + a_1 \cdot \left(1 - e^{-a_2 \cdot \left(a_3 + \frac{x - \bar{x}}{\delta_x} \right)} \right) \right) \cdot \delta_y + \bar{y}$$

$$y(x) = \left(a_0 + a_1 \cdot \left(1 - e^{-a_2 \cdot \left(a_3 + \frac{x - \bar{x}}{\delta_x} \right)} \right) \right) \cdot \delta_y + \bar{y} \quad 6.3.1.-4$$

где су a_1, a_1, a_2, a_3 - параметри функције; $\bar{x}, \bar{y}, \bar{x}, \bar{y}$ - средње вредности аргумента, односно резултата, а $\delta_x, \delta_y, \delta_x, \delta_y$ - одговарајуће стандардне девијације.

У ситуацијама када је тип података доводио до акумулације грешке рачунања, резултати су побољшавани превођењем изворних резултата у стандардизовану форму (као у формули 6.3.1.-4).

С обзиром да се наведене експоненцијалне и степене функције не могу аналитички прилагодити подацима под критеријумом “најмањих квадрата”, примењен је алгоритам за нумеричко одређивање локалног минимума функције грешке. Од расположивих алгоритама изабрана је итеративна схема коју су развили Powell i Zangwill (Anderson, T. W. , 1971. ; Box, G. E. P. i G. M. Jenkins, 1968. ; Brown, R. G. , 1963. ; Kendall, M. G. i A. Stuart, 1976.).

4.3.2. Статистичке методе

У овом истраживању су биле примењене следеће статистичке методе:

- дескриптивна статистичка анализа,
- инференцијална статистичка анализа и
- функционална статистичка анализа.

У дескриптивној статистичкој анализи одређени су стандардни показатељи централне тенденције као што су средња вредност, модус, медијана, геометријска и хармонијска средина. Поред тога, одређени су и показатељи дисипације помоћу одређивања минималних и максималних вредности, доњег и горњег квантила, варијансе и стандардне девијације анализираних резултата.

Облик дистрибуције резултата је био одређен преко Пирсонових коефицијената облика, док се слагање дистрибуције са Гаусовом расподелом испитало тестом Shapiro-Wilka.

У анализама разлика између субузорака истраживања коришћена је Kruskal-Wallisova непараметријска анализа варијансе и Mann-Whitneyev т-тест за независне узорке. Код утврђивања квантитативних разлика и функционалних између података који су се исказивали на номиналним и биномним скалама, коришћена је контингенциона анализа. У том циљу је примењиван Пирсконов Ни-квадрат тест, односно његова модификација по Yatesу у случају испитивања односа између биномних варијабли.

Функционалне везе између праћених показатеља у којима су резултати исказани на сразмерним скалама и скалама ранга, утврђене су на основу корелационе анализе. Израчунати су за сваки од парова варијабли Спирманови коефицијенти корелације ранга.

Извршена је кондензација корелационе матрице методом факторске анализе која се спровела методом главних компоненти и где се иницијално факторско решење ротирало у складу са Варимакс критеријумом у најинтерпретабилнији облик.

Све математичко статистичке обраде су извршене помоћу следећих програмских пакета:

- OriginPro 8 SR2 v8.0891 (B891)
- SPSS v16.0.1
- STATISTICA (data analysis software system), version 8.0.
- PASS (Power Analysis and Sample Size) 2008 8.0.6
- NCSS (Statistical Analysis and Graphics) 2007 6.1.3
- Wolfram Mathematica v.6.0.14.

5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У оквиру наведених сегмената истраживања, прикупљени су показатељи о дужина трајања врхунске форме и локализацији карактеристичних тачака функције (границе домена и екстреми - минимуми и максимуми криве), која оптимално описује вишегодишњу динамику резултата (13 варијабли).

Динамика резултата у такмичарској години је одређена преко дужине трајања врхунске форме и локализације карактеристичних тачака функције (границе домена и екстреми - минимуми и максимуми криве), која оптимално описује годишњу динамику резултата (13 варијабли).

Анализа најбољи резултати свих времена у бацању кугле су као јединица посматрања били описани преко скупа од 6 варијабли, док су карактеристике најбољих бацача кугле свих времена као јединица посматрања биле описане преко скупа од 17 варијабли.

Карактеристике техничко тактичке активности врхунских бацача кугле су одређене преко локализације карактеристичних тачака функције (границе домена и екстреми - минимуми и максимуми криве), која оптимално описује динамику резултата на такмичењу (61 варијабла).

У истраживању је укупно посматрано 104 варијабле.

Сви прикупљени подаци су за потребе истраживања бити подвргнути примарној обради, која је имала за циљ да идентификује карактеристичне функције које оптимално описују анализирану појаву.

Наведене технике примарне и статистичке обраде података биле су усмерене на добијање одговора о индивидуалним и секуларним трендовима праћених показатеља, квантитативним разликама у праћеним показатељима између бацача који припадају одговарајућим субзорцима формираним под различитим критеријумима, и функционалним зависностима између праћених показатеља. Од статистичких метода у истраживању су примењене дескриптивна статистичка

анализа, инференцијална статистичка анализа и функционална статистичка анализа. Генералном хипотезом истраживања је било претпостављено да ће систематско праћење и анализа резултата које постижу врхунски светски бацачи кугле дозволити извођење значајних закључака у погледу избора варијанте технике бацања, као и идентификације законитости индивидуалног и секуларног развоја резултата. Операционализацијом генералне хипотезе истраживања добијено је 8 хипотеза чија је заснованост испитана.

- У односу на прву хипотезу истраживања којом је било претпостављено да динамика резултата коју приказују врхунски светски бацачи кугле, дозвољава да се идентификују оптимални узрасни периоди за постизање најбољих спортских резултата, добијени резултати су дозволили да се закључи како се најбољи резултату постижу са 28.817 година, чиме се ова хипотеза може сматрати потврђеном.
- Другом хипотезом истраживања је претпостављено да динамика резултата коју приказују врхунски светски бацачи кугле, дозвољава да се идентификују законитости индивидуалног развоја спортских резултата у зони врхунских такмичарских достигнућа. Резултати указују да се у врхунској форми бацачи налазе релативно дуг временски интервал (у просеку 8.875 година) у којем постижу најбољу резултат од 21.89 м у просеку. У овај сегмент своје такмичарске каријере спортисти улазе са резултатима који у просеку износе 97.792% од најбољег резултата (у просеку резултат 21.43 м), а друштво елитних бацача напуштају са резултатом од 97.979% свог личног рекорда (у просеку 21.47 м). Добијени резултати дозвољавају да се ова хипотеза може сматрати потврђеном.
- Претпоставке да динамика најбољих резултата коју у календарској години приказују врхунски светски бацачи кугле дозвољава да се установи секуларни трендови постизања светског рекорда и најбољег резултата у календарској години, представљале су трећу и четврту хипотезу истраживања. Испитивање заснованости ових хипотеза је спроведено апроксимацијом анализираних резултата сложенем експоненцијалном функцијом, чије је понашање дозволило да се закључи како ће крајњи домети бацача кугле у даљој будућности (након 2042. године) са вероватноћом постизања једнаком 1% бити 23.77 м, док је вероватноћа постизања крајњег резултата од 24.21 м једнака једном промилу. С обзиром да се у овом домену вероватноћа налази и вероватноћа постизања светског рекорда, овим се трећа хипотеза истраживања може сматрати потврђеном.
- Петом хипотезом истраживања је било претпостављено да динамика резултата коју у календарској години приказују врхунски светски бацачи кугле дозвољава да се установи секуларни тренд хомогенизације најбољих резултата. Заснованост ове хипотезе је испитана интерполацијом степене функције кроз податке о учесталости остваривања појединих резултата, која је указала на изражену хомогенизацију, али која се не може генерализовати, јер још нису досегнуте тачке инфлексције потребне да би утврђена зависност имала предиктивно кохерентну структуру. Због тога се пета хипотеза истраживања може сматрати само деломично потврђеном.

- Претпоставка да ће динамика резултата коју у календарској години приказују врхунски светски бацачи кугле дозволити да се утврде законитости индивидуалног тренда постизања спортске форме, представљала је шесту хипотезу истраживања. Интерполацијом полинома другог степена, кроз податке о постигнутим резултатима током такмичарске сезоне, дошло се до модела тренда постизања врхунске форме, чиме се шеста хипотеза истраживања може сматрати у потпуности потврђеном.
- Седмом хипотезом истраживања је било претпостављено да динамика резултата у серијама постигнутим на такмичењу указује на карактеристичне моделе техничко такмичарске активности код најбољих бацача кугле у свету. Резултати обимне инференцијалне анализе прикупљених података у потпуности потврђује ову хипотезу истраживања.
- Последњом хипотезом истраживања је било претпостављено да је на основу функционалних релација између података који се односе на 1000 најбољих резултата свих времена, као и информације о такмичарима који су их постигли, могуће идентификовати латентне просторне структуре у којима се ове информације позиционирају. Заснованост ове хипотезе је проверена спровођењем две експлоративне факторске анализе које су продуковале четвродимензионалан и деветодимензионалан простор респективно. Екстраховани фактори су интерпретирани у првој анализи као:
 - латентна димензија хронолошког узраста такмичара,
 - латентна димензија такмичарског квалитета,
 - латентна димензија такмичарске успешности - пласмани и
 - латентна димензија стабилности врхунске такмичарске форме.

У другој анализи испитивани простор има структуру дефинисану преко следећих латентних димензија:

- латентна димензија хронолошког узраста такмичара,
- латентна димензија такмичарског квалитета,
- латентна димензија дистрибуције резултата у такмичарским серијама,
- латентна димензија тренда резултата у такмичарским серијама,
- латентна димензија стабилности резултата у такмичарским серијама,
- латентна димензија ризика такмичарске технике,
- латентна димензија такмичарске успешности - пласмани,
- латентна димензија такмичарске стратегије и
- латентна димензија квалитета такмичарских серија.

Интерпретабилност добијених латентних факторских структура омогућава да се осма хипотеза истраживања може сматрати у потпуности потврђеном.

6. ЗАКЉУЧЦИ

У истраживању које је имало карактер *екс пост факто* студије спроведене над фактографским подацима о 1.004 најбоља резултата постигнутих од стране 74 такмичара у бацању кугле на такмичењима признатим од ИААФ, испитани су и индивидуални стилови техничко тактичке активности бацача кугле у условима такмичења анализом 267 такмичарских серија. Поред тога, истраживањем је обухваћено утврђивање секуларног тренда најбољих резултата у такмичарској сезони спроведено над 30 резултата које је постигло 15 бацача кугле, затим испитивање индивидуалног кретања спортске форме у току такмичарске сезоне, што је спроведено над 83 такмичар/сезоне код 29 такмичара и утврђивање вишегодишњег индивидуалног тренда спортске форме што је спроведено над 115 такмичар/сезона код 16 такмичара.

Варијабле истраживања су омогућиле остваривање увида у динамику врхунских резултата у вишегодишњем интервалу у свету, динамику резултата у такмичарској каријери, динамику резултата у такмичарској години и карактеристике техничко тактичке активности врхунских бацача кугле у условима такмичења.

Резултати истраживања указују на сложеност испитиване проблематике и дају квалитетну основу за даља испитивања у домену бацања кугле, али и у домену других спортских грана и дисциплина у којима је могуће мерити, односно на други начин објективно квантификовати такмичарски резултат. Очигледно је да овакав приступ омогућава рационалније планирање и програмирање, како такмичарске каријере, тако и годишњих трендова развоја такмичара - бацача кугле. Поред тога се стварају сви неопходни предуслови за креирање квалитетних индивидуалних стратегија наступа на такмичењима у смислу оптимизације планског алоцирања расположивих психо физичких капацитета којима у датом тренутку такмичар располаже. У сваком случају је потребно нагласити да спроведено истраживање представља само иницијални приступ овом проблему, који даје још много простора за даља истраживања.

LITERATURA

1. **Anderson, T. W.** (1971): *The Statistical Analysis of Time Series*, John Wiley & Sons, Inc., New York
2. **Анохин, П. К.** (1968): Биологија и нејрофизиологија условног рефлекса. Медицина, Москва, стр.665.
3. **Ашмарин И. П.** (1977): Молекуларнаја биологија. Л: ЛГУ стр.245.
4. **Асратјан Е. А.** (1981): Двухсторонаја свјазка копошћенејрофизиологическиј принцип. Журнал вишеј нервнoј дејателности имени И.П. Павлова, Москва, Но1, стр.3.
5. **Бакаринов, Ју. М., Квитков, А., Пензиков, В.А.** (1991): Легкоатлетские метанија. X: Федерација легкој атлетике СССР, стр.104.
6. **Бернштејн, Н. А.** (1947): О построении движениј. Медгиз, Москва, стр. 370.

7. **Бернштејн, Н. А.** (1966): Очерки по физиологији движеніј и физиологији активности. Медицина, Москва, стр. 250.
8. **Бондарчук, А. П. и др.** (1984): Легкоатлетическије метанија. Здравовија, Кијев, стр.168.
9. **Box, G. E. P. and Jenkins, G. M.** (1968): Time Series Analysis: Forecasting and Control, Holden Day, San Francisko.
10. **Brown, R. G.** (1963): Smoothing, Forecasting and Prediction of Time Series, Prentice - Hall, New York.
11. **Бутченко А. Н.** (1974): Измене ЕЕГ спортиста у зависности од пола и усмерености спортског тренинга, Теорија и практика физическој култури, Москва, стр. 22–25.
12. **Донској Д. Д.** (1965): Движеніја спортсменов. Фискултура и спорт, Москва, стр. 275.
13. **Енциклопедија физичке културе** (1977): Југословенски лексикографски завод, Загреб.
14. **Гориневскиј В. В.** (1992): Научније основи тренировки. Физическаја култура, Москва, № 4-5, стр. 7-8
15. **Kamper, E.** (1978): Lexikon der 1200 Olimpniken, Munchen.
16. **Карлајл, Ф.** (1973): Пливање - савремени тренинг, СФКЈ и Спорт ИНДОК центар ИФК ЈЗФК, Београд.
17. **Kendall, M. G. and Stuart A..** (1976): The Advanced Theory of Statistics. Vol. 3, Design and Analysis, and Time Series, 3rd Edition, Charles Grifftin & Co. Ltd., London.
18. **Косилов, С. А.** (1965): Очерки по физиологији труда. Медицина, Москва, стр. 96.
19. **Крестовников, А. Н.** (1951): Очерки по физиологији физических упражнениј. Фискултура и спорт, Москва, стр. 531.
20. **Крјаж, В. Н.** (1970): Експериментално – теоретическое исследование динамики преноса, Теорија и практика физическој култури, Москва, №5, стр. 10-15.
21. **Летунов, С. П., Мамиљанскаја, П. Е.** (1965): О взаимодејствији соматических и вегетативних функциј при силових нарузкама. Теорија и пракса физическој култури, стр. 12-19.
22. **Малацко, Ј.** (1986): Основе спортског тренинга - кибернетички приступ. Спортска књига, Београд.
23. **Матвејев, Е. Н., Зациорскиј, В. Н.** (1964): Скоростно-силоваја значимост в метанијама в свјази с вибором тренировачних и контролних отјагошћениј. Теорија и пракса физическој култури, Москва, №8, стр.24-28.
24. **Матвејев, Ј. П.** (1977): Основи спортивној тренировки, Москва, Фискултура и спорт, стр. 260.
25. **Матвејев, Ј. П.** (1977): Проблема периодизации спортивној тренировки, Фискултура и спорт, Москва, стр. 260.

26. **Менхин, Ј. В.** (1985): Принцип сопряженности в тренировке гимнастов. Теорија и пракса физическој култури, Москва, №9, стр.5-7.
27. **Милановић, Д.** (1989): Анализа трендова олимпијских резултата у бацању кугле. Физичка култура, Београд, 43, 4:34-38.
28. **Павлов, И. В.** (1951): Полное собрание сочинениј. Тоскомиздат, Москва, К.И-ИИ.
29. **Павлов, И. П.** (1973): Физиологические механизмы так называемых произвольных движений. Наука, Москва, стр.481.
30. **Платонов, В. Н.** (1984): Теорија и методика спортивној тренировки. Вишњаја школа, Кијев, стр.352.
31. **Розанов, Н. И. и др.** (1980): Некаорие особености спинално-соматосимпатическог рефлехторног ответа. Материали 8. Внесојужној конференцији по електрофизиологији ЦНС, Ереван: АН АрмССР, стр.28-29.
32. **Сафаријан, Ј.** (1980): Методика тренинга пливача, НИП "Партизан", Београд.
33. **Сатори, Ј.** (1983): Развој пливачких дисциплина, Пливање, свеска 6, ЈЗФКМС - ООУР ЗФК - Спорт ИНДОК центар, Београд.
34. **Стрижак А. П. и др.** (1989): Лакоатлетски скокови. Здравје, Кијев, стр.168.
35. **Тханопулос, В.** (1985): Анализа тренда развоја резултата дисциплина краула на Олимпијским играма, Дипломски рад, ФФК, Београд.
36. **Торндајк Е. Ј.** (1930): Принципи обученија, основани на психологији. Наука, Москва, стр.124.
37. **Важни, З.** (1978): Систем спортског тренинга. НИП "Партизан", Београд.
38. **Верхошанскиј, Ј. В.** (1998): Организација сложних двигателних дејствиј спортименов, Наука в олимпијском спорте. Москва, стр.8-22.
- Верхошанскиј, Ј. В.** (1977): Основи специјалној силовој подготовки в спорте. Фискултура и спорт, Москва, стр.215.
39. **Веведенскиј, Н. Е.** (1951): Избранние произведенија. Наука, Москва, стр.660.
40. **Воробјев А. Н.** (1977): Тјажелоатлетическиј спорт: очерки по физиологији спортивној тренировки. Фискултура и спорт, Москва, стр.255.
41. **Зациорскиј В. М.** (1970): Физические качества спортименов. Фискултура и спорт, Москва, стр.200.
42. **Зациорскиј В. М.** (1965): Вопросы переноса тренированности с двигательных дејствиј // Координација двигателних и вегетативних функциј при мишичној дејателности човека. Фискултура и спорт страна, Москва, стр.117-135.
43. **Зациорскиј, В. М.** (1973): Математика, кибернетика и спорт, НИП "Партизан", Београд.

44. **Зациорскиј В. М., Рајцин Л. М.** (1974): Перенос кумулативног тренировочног ефекта в силових упражњенијах. Теорија и пракса физическој култури, Москва, №6, стр. 8-13.
45. **Zatsiorsky, V. M.** (1995): Science and Practice of Strength Training, Human Kinetics, Champaign.
46. *** Материјали 8. савезне конференције о електрофизиологији ЦНС – Ереван: АН АРМССР, 1980. страна 28 - 29

DYNAMICAL ANALYSIS OF COMPETITORS' PERFORMANCES AND TECHNICAL-TACTICAL ACTIVITY MODELS OF THE WORLD'S BEST SHOT PUT COMPETITORS

Abstract

In the *ex post facto* study type of research, realized with factographic data about 1.004 best results accomplished by 74 shot put competitors, participants of competitions recognized by IAAF, individual styles of technical tactical activity of the performers in conditions of competition have been examined by analyzing 267 competition series. Also, the research involved the determination of the secular trend of the best results in the season, realized using 30 results achieved by 15 athletes, also, the study of individual variations of physical form during the competition season, implemented on 83 performer/seasons of 29 athletes and determination of an individual trend implemented on 115 performer/seasons of 16 athletes.

Research variables have permitted the insight into the dynamics of the multiannual top results in the world, the dynamics of the results in the athletes' career, the dynamics of the results in the competition year and the characteristics of the technical tactical activity of the top shot put performers in conditions of competition.

By using methods of factor analysis, the correlation matrices containing 401 coefficients of correlation between 36 variables of research were condensed. Two factor models were formed, consisting of 13 factors in total. All the factors became suitable for rational explanation by analysing the variables they saturated, which pointed to the validity grade of latent spatial structures obtained.

The results of the research point out the complexity of the research subject and provide a good base for further studies about the shot put, and also about other sports fields in which is possible to measure or quantify by another objective mean the competitive results.

This kind of approach enables more rational planning and programming of the competitors' career and determination of annual trends of shot put performers' development. Also, all the necessary conditions were made to create a good individual strategies of performance in competitions, by optimizing the planned allocation of the presently available psycho-physical capacities of the athletes. It is necessary to emphasize that this research represents only the initial approach to this problem, which gives much more space for further investigation of the matter.

Keywords: /Competitive results, Modules of technical tactical activity, Shot put performers/