



## **ŞCOALA DOCTORALĂ INTERDISCIPLINARĂ**

**Facultatea: Educa ie Fizică şi Sporturi Montane**

**Prof. Petrescu Tomina -Dana**

**STUDIU EXPERIMENTAL ASUPRA OPTIMIZĂRII TEHNICII STARTULUI DE JOS ŞI EFICIENTIZĂRII  
VITEZEI DE ACCELERARE ÎN PROBELE ATLETICE DE SPRINT**

**EXPERIMENTAL STUDY ON THE OPTIMIZATION OF THE STARTING START TECHNIQUE AND  
EFFICIENCY OF ACCELERATION SPEED IN ATHLETIC SPRINT**

**REZUMAT / ABSTRACT**

**Conducător ştiinţific**

**Prof. univ. dr. Dragoş IONESCU BONDOC**

**BRAŞOV, 2021**



D-lui (D-nei) .....

## COMPONENȚA

Comisiei de doctorat

Numită prin ordinul Rectorului Universității Transilvania din Braşov

Nr. .... din .....

PREȘEDINTE:	Conf.univ.dr. Turcu Ioan Președinte, Universitatea Transilvania din Braşov
CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:	Prof.univ.dr. Bondoc Ionescu Dragoș Universitatea Transilvania din Braşov
REFERENȚI:	Prof. univ. dr. Țifrea Corina U.N.E.F.S București
	Prof.univ. dr. Rață Gloria , Universitatea Vasile Alecsandri din Bacău
	Prof. univ. dr. Mereuță Claudiu, Universitatea Dunărea de Jos din Galați

Data, ora și locul susținerii publice a tezei de doctorat: .....,ora ....., sala .....

Eventualele aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării vor fi transmise electronic, în timp util, pe adresa .....

Totodată, vă invităm să luați parte la ședința publică de susținere a tezei de doctorat.

Vă mulțumim.



## CUPRINS

LISTĂ NOTAȚII FIGURI.....	pag. 7	
LISTĂ NOTAȚII TABELE.....	pag. 11	
LISTĂ NOTAȚII ABREVIERI.....	pag. 13	
INTRODUCERE.....	pag.14	
<b>1.CAPITOLUL 1. FUNDAMENTAREA TEORETICĂ ȘI METODOLOGICĂ ÎN LITERATURA DE SPECIALITATE CU PRIVIRE LA STARTUL DE JOS ȘI ALERGAREA PE PARCURS ÎN PROBELE ATLETICE DE SPRINT.....</b>		
1.1.Antrenamentul sportiv privit ca un concept teoretic și metodologic de pregătire pentru probele de sprint.....	pag. 20	7
1.1.1.Orientări privind antrenamentul și criteriile de selecție pentru alergările de viteză .....	pag. 20	7
1.1.1.1.Orientări privind antrenamentul și criteriile de selecție pentru alergările de viteză .....	pag. 21	
1.1.2. Obiectivele antrenamentului sportiv pentru probele de sprint.....	pag. 24	
1.1.3. Metodologia pregătirii și procedeele antrenamentului de performanță.....	pag. 25	
1.2. Antrenamentul sportiv proces pe termen lung de adaptare și reglare a efortului specific.....	pag. 26	
1.2.1 Conceptul procesului de adaptare în antrenamentul sportiv.....	pag. 26	
1.2.2. Antrenamentul sportiv specific alergării de viteză .....	pag. 28	
1.2.3. Fenomenul de adaptare fiziologică a funcțiilor organismului .....	pag. 32	
1.3.Antrenamentul sportiv, proces de transformare.....	pag. 33	8
1.3.1. Adaptarea la nivel de performanță sportivă .....	pag. 33	
1.3.2 Aspecte privind învățarea motrică în antrenamentul sprinterilor .....	pag. 34	
1.3.3. Memoria motrică și retenția motrică în antrenamentul sportiv.....	pag. 35	



1.3.4 Antrenamentul proces de dezvoltare motrică, și perfecționare tehnică de durată.....	pag. 36	
1.4. Conceptul de pregătire tehnică și rolul său în cadrul procesului de antrenament.....	pag. 37	8
1.4.1 Învățarea procedurilor tehnice specifice probei de sprint.....	pag. 37	8
1.4.2. Conținutul pregătirii tehnice specifice alergării de viteză .....	pag. 38	9
1.4.3. Importanța pregătirii tehnice în cadrul antrenamentului .....	pag. 39	
1.4.4. Pregătirea tehnică specifică alergărilor de viteză .....	pag. 40	
1.4.5. Conceptul de modelare în startul de jos specific alergărilor de viteză.....	pag. 41	
1.5. Conceptul de monitorizare - proces de evaluare a principiilor abordării antrenamentului la sprint .....	pag. 42	9
1.5.1. Obiectivizarea monitorizării prin tehnici, teste și probe de evaluare specifice probelor de sprint .....	pag. 45	10
1.6. Perfecționarea execuțiilor tehnice prin tehnologii moderne de investigare biomecanică, bază de corectare tehnică .....	pag. 45	10
1.7. Analiza mecanicii musculare și a lanțurilor cinematice specifice startului de jos, accelerării și lansării de la start.....	pag. 46	
1.8. Echilibrul corpului în mișcare în timpul acțiunilor dinamice specifice pasului de alergare .....	pag. 52	
1.9. Biomecanica alergării ca probă athletică de viteză.....	pag. 54	11
1.10. Specificitatea efortului în probele de sprint .....	pag. 60	
1.11. Despre start în literatura de specialitate .....	pag. 62	
1.12. Concluzii capitol 1.....	pag. 67	14

<b>2.CAPITOLUL 2. DEMERSUL METODOLOGIC DE CERCETARE ŞTIINIFICĂ PRIVIND PREMISELE BIOMECHANICE ŞI TEHNICE ALE STARTULUI DE JOS, ACCELERĂRII ŞI LANSĂRII DE LA START ÎN PROBELE DE SPRINT.....</b>	<b>pag.69</b>	<b>14</b>
2.1. Premisele cercetării tehnicii şi biomecanicii startului de jos, accelerării şi lansării de la start în probele de sprint .....	pag.69	14
2.2. Scopul cercetării, ipotezele şi obiectivele cercetării preliminare.....	pag.71	16
2.3. Metodologia cercetării.....	pag.71	17
2.3.1. Tehnicile de înregistrare utilizate în cercetare.....	pag.73	
2.4. Etapele cercetărilor preliminare .....	pag.73	
2.5. Desfăşurarea experimentului preliminar .....	pag.74	
2.5.1. Analiza datelor cercetării.....	pag.74	
2.5.2. Timpul de contact (contact time).....	pag.76	
2.5.3. Timpul de zbor (flight time).....	pag.77	
2.5.4. Înălţimea zborurilor (height).....	pag.77	
2.5.5. Puterea (power).....	pag.78	
2.5.6. Ritmul paşilor (step/s).....	pag.79	
2.5.7 Punctele de contact.....	pag.79	
2.6. Analiza parametrilor specifici pasului alergător.....	pag.82	
2.6.1 Parametri de lungime a paşilor de alergare.....	pag.82	
2.6.2 Parametrii fazelor specifice paşilor de alergare.....	pag.83	
2.7 Analiza tehnicii plecării din startului de jos.....	pag.85	
2.7.1. Analiza tehnicii plecării din startul de jos văzută din lateral .....	pag.85	
2.7.2. Impulsia în blocstart.....	pag.87	
2.7.3. Contactul cu solul în faza premergătoare pasului doi .....	pag.88	
2.7.4. Finalizarea impulsiei din pasul al doilea.....	pag.89	



2.7.5 Aterizarea în pasul trei de alergare .....	pag.89	
2.7.6 Impulsia în pasul trei de alergare .....	pag.90	
2.7.7 Aterizarea la finalul pasului trei de alergare .....	pag.91	
2.7.8 Momentul finalizării impulsiei din pasul patru .....	pag.91	
2.8. Analiza plecării din startul de jos vizualizată din planfrontal.....	pag.92	
2.9 Controlul echilibrului general și al nivelului de excitabilitate a musculaturii membrelor inferioare.....	pag. 95	
2.10 Propunerea unui model biomecanic prin care să se eficientizeze plecarea din blocurile de start la probele de sprint .....	pag.100	
2.11. Concluzii capitolul 2.....	pag.101	
<b>3. CAPITOLUL 3. MONITORIZAREA ȘI EVALUAREA ÎN CADRUL DEMERSULUI OPERATIONAL AL CERCETĂRII DE BAZĂ.....</b>	pag.102	18
3.1. Argumentarea cercetării de bază .....	pag.102	18
3.2 Premisele cercetării de bază .....	pag.103	19
3.3 Ipotezele cercetării de bază .....	pag.104	19
3.4. Metodologia cercetării de bază .....	pag.104	19
3.4.1. Metoda experimentului de bază și analiza comparativă .....	pag.104	20
3.4.2 Propunerea unui model biomecanic care să eficientizeze startul la probele de sprint .....	pag.106	21
3.5. Organizarea și desfășurarea cercetării de bază.....	pag.107	22
3.5.1 Monitorizarea parametrilor înregistrați în cadrul cercetării de bază .....	pag.107	22
3.5.2 Desfășurarea cercetării de bază folosind testele cercetării.....	pag.108	23
3.6 Analiza testării inițiale din punct de vedere biomecanic a grupei experimentale de subiecți.....	pag.109	24



3.6.1. Analiza biomecanică a testării inițiale a subiectului 1.....	pag.109	24
3.6.2. Analiza biomecanică a testării inițiale a subiectului 2 .....	pag.113	
3.6.3. Analiza biomecanică a testării inițiale a subiectului 3.....	pag.116	
3.7. Analiza testării finale din punct de vedere biomecanic a grupei experimentale de subiecți.....	pag.121	27
3.7.1. Analiza biomecanică a testării finale a subiectului 1.....	pag.121	27
3.7.2. Analiza biomecanică a testării finale a subiectului 2.....	pag.124	
3.7.3. Analiza biomecanică a testării finale a subiectului 3.....	pag.128	
3.8. Analiza testării inițiale din punct de vedere tehnic startului de jos a grupei experimentale de subiecți.....	pag.132	30
3.8.1 Analiza inițială a tehnicii startului de jos a subiectului 1 .....	pag.132	31
3.8.2 Analiza inițială a tehnicii startului de jos a subiectului 2.....	pag.138	
3.8.3 Analiza inițială a tehnicii startului de jos a subiectului 3.....	pag.144	
3.9 Analiza testării finale din punct de vedere tehnic a grupei experimentale de subiecți .....	pag.149	36
3.9.1 Analiza finală a tehnicii startului de jos a subiectului 1 .....	pag.149	36
3.9.2 Analiza finală a tehnicii startului de jos a subiectului 2.....	pag.153	
3.9.3 Analiza finală a tehnicii startului de jos a subiectului 3.....	pag.159	
3.10 Interpretarea statistică a datelor alergării după plecarea din bloc-start.....	pag.164	41
3.11 Concluzii capitolul 3.....	pag.181	56
3.12. Propunere pentru abordarea unei plecări din startul de jos, mai eficientă decât cea folosită în prezent .....	pag.181	56
3.13 Diseminarea rezultatelor cercetării.....	pag.187	62
<b>4. CAPITOLUL 4. CONCLUZII FINALE ȘI RECOMANDĂRI.....</b>	<b>pag.188</b>	<b>62</b>



**BIBLIOGRAFIE** ..... pag.191 65

**ANEXE**..... pag.196

Anexa 1 Evoluția recordului mondial

Anexa 2 Planuri de pregătire

Anexa 3 Propunerea noastră de exerciții suplimentare specifice perfecționării startului de jos, accelerării și lansării de la start

Anexa 4 Ansamblu blocului de start cu reglare fină

Anexa 5 Blocul de start cu reglare fină

Anexa 6 Sistemul de reglare a înălțimii blocului

Anexa 7 Optojump – dispozitiv de măsurare a parametrilor de dinamică a mișcării

Anexa 8 Certificate de participare la Conferințe științifice internaționale



## Introducere

În ceea ce priveşte startul de jos, la începutul folosirii lui se foloseau nişte gropi, în care atleţii fixau vârful picioarelor astfel încât la pocnetul pistolului să se reducă la maxim tendinţa de alunecare spre înapoi a piciorului de impulsie.

Ulterior, după comanda „pe locuri”, atleţii au introdus sprijinul pe braţe pentru a optimiza realizarea unui unghi eficient al vectorului de impulsie, care să îndeplinească cerinţele unei plecării cu viteză mare. Ca o consecinţă a noii poziţii a fost introdusă comanda “gata”, premergătoare pocnetului de pistol.

Această nouă abordare ne face să credem că, deşi adoptarea acestei poziţii a adus un plus valoric performanţelor în probele de viteză, dar şi faptul că există încă posibilităţi de îmbunătăţire a tehnicii plecării din startul de jos.

Argumentarea problematicei temei cercetate

Actualitatea temei rezidă din simpla comparaţie a performanţelor realizate de sprinterii români şi performanţele realizate de cei mai buni sprinteri pe plan mondial. Diferenţele constatate sunt generate de modul deficitar de pregătire şi în alegerea tehnicii alergării de viteză. Pentru a corecta deficienţele este nevoie de investigaţii realizate cu tehnici, programe şi analize video speciale pentru depistarea erorilor care apar la fiecare secvenţă de mişcare.

Scopul cercetării este determinarea parametrilor cinematici şi cinetici, pentru eficientizarea execuţiilor în momentul plecării din startul de jos şi a accelerării pe parcurs.

Pentru aceasta am pornit în cercetare de următoarea ipoteză:

Ipoteza cercetării propriu-zise. Determinarea parametrilor biomecanici care pot determina realizarea celor mai eficiente execuţii la momentul plecării din startul de jos la pocnetul de pistol şi accelerarea, în momentele imediat următoare, prin realizarea unor reglări fine a unghiurilor la nivelul gleznelor, genunchilor şi bazinului.

Sarcinile cercetării

Optimizarea pregătirii tehnice a startului de jos pe baza unui model biomecanic din studii de specialitate.

Corectarea erorilor tehnice pe baza analizei cinematice şi cinetice.

Obiectivul cercetării este orientat pe identificarea parametrilor cinematici ai startului de jos, prin realizarea unor studii de caz şi compararea acestora cu un model biomecanic bazat pe studii de specialitate, care urmăresc optimizarea pregătirii tehnice a sportivilor. Vorbind de corectarea deprinderilor greşite trebuie să înţelegem corectitudinea biomecanică, pentru a putea imagina şi realiza modelul cel mai eficient.

## CAPITOLUL I

### FUNDAMENTAREA TEORETICĂ ŞI METODOLOGICĂ ÎN LITERATURA DE SPECIALITATE CU PRIVIRE LA STARTUL DE JOS ŞI ALERGAREA PE PARCURS ÎN PROBELE ATLETICE DE SPRINT

### **1.1. Antrenamentul sportiv privit ca un concept teoretic și metodologic de pregătire pentru probele de sprint**

Cercetarea pe care ne-am propus-o încercăm să argumenteze anumite aspecte tehnico-metodice specifice antrenamentului sprinterilor și cu precădere a startului și accelerării pe primii metri ai cursei.

Pentru a avea o bază solidă, ca termen de comparație, ne-am propus să depistăm pentru început o documentație teoretică bazată pe cât mai multe surse din literatura de specialitate, pe care o vom folosi ca argumentare teoretică în cercetarea noastră.

Pentru perfecționarea tehnicii startului de jos, se lucrează permanent și la orice vârstă, pentru dezvoltarea calității ilor motrice specifice necesare realizării celei mai eficiente plecări. Aceste probleme pot fi rezolvate doar printr-un antrenament corect orientat și planificat pentru a atinge forma maximă la competiția de obiectiv.

Bompa, T., [2001, p. 4], definește antrenamentul ca fiind o – "activitate sportivă sistematică de lungă durată, gradualizată, în mod progresiv și individual."

Dragnea, A., și Teodorescu, S., [2002, p. 18], definesc antrenamentul sportiv ca fiind – "proces bio-psiho-pedagogic, planificat, desfășurat sistematic, gradat, și continuu de adaptare a organismului sportivului la eforturi fizice și psihice intense, necesare obținerii performanței în competiții".

### **1.3. Antrenamentul sportiv, proces de transformare**

Pregătirea sportivă se realizează, în timp, pe termen lung, planificat și sistematic, având ca scop creșterea randamentului la capacitatea maximă posibilă. Adaptările generate de antrenamente sunt validate de performanțele sportive maxime obținute și de componenta sa structurală.

Performanța sportivă este rezultatul îmbunătățirii potențialului individual al sportivului, manifestat și validat în competiție. Acest lucru este posibil datorită solicitărilor din antrenament, care acționează diferențiat în funcție de nivelul valoric pe care îl posedă sportivul.

Transformările somatice, funcționale, tehnice și psihice sunt rezultatul adaptărilor succesive ale comportamentului sportivului de la o perioadă la alta.

### **1.4. Conceptul de pregătire tehnică și rolul său în cadrul procesului de antrenament**

#### **1.4.1. Învățarea procedurilor tehnice specifice probei de sprint**

Pregătirea tehnică – asigură învățarea și consolidarea tehnicii specifice probei, precum și perfecționarea deprinderilor motrice proprii.

În prima etapă – pregătirea tehnică – vizează asimilarea mecanismelor de bază, ale tehnicii specifice probei sportive studiate.

În concepția specialiștilor învățarea mecanismului de bază specific fiecărei secvențe din tehnica probei este obligatorie, pentru a o putea adapta particularităților individuale ale sportivului, cu respectarea tuturor legilor biomecanicii.

A doua etapă în pregătirea tehnică se referă la asimilarea individuală a tehnicii probei, prin "valorificarea interacțiunii dintre tehnica standard (modelul de referință), calitățile motrice specifice probei sportive și implicit de particularitățile biomecanice" [Ariel, G., 1985, p. 33].

Pregătirea tehnică, trebuie să țină cont de faptul că „tehnica exercițiilor nu trebuie apreciată numai din punct de vedere cinematic, ci și cinetic, după forțele care intervin în desfășurarea ei, forțele care nu sunt vizibile din afară, deci după dinamica acestora” [Ifrea, C., 2002, p. 97].

Antrenamentul de tehnică se organizează în funcție de "aptitudinile psihomotrice și de asemănările psihofizice ale sportivului, care în majoritate sunt ereditare, acestea putând fi perfecționate prin antrenament, atunci când se acționează cu mijloace specifice" [Raș, G., Raș B. C., 2006, p. 12].

#### **1.4.2. Conținutul pregătirii tehnice specifice alergării de viteză**

Pregătirea tehnică are ca obiectiv principal atingerea unui nivel ridicat de complexitate a manifestării atitudinilor specifice probei sportive.

"Cu cât tehnica este mai aproape de perfecțiune, cu atât are nevoie de mai puțină energie pentru a realiza un anumit rezultat ceea ce înseamnă că o tehnică bună = eficiență mare" [Bompa T.O., 2002, p. 52].

În 1983 Tatu, T.; Alexandrescu, D.; și Ardelean, T.; [p. 28] au enunțat trei obiective ale pregătirii tehnice:

- valorificarea maximală a capacităților fizice de care dispune atletul;
- valorificarea optimă a particularităților morfo-somatice și psihice ale atletului.
- respectarea prevederilor regulamentului de concurs."

Pentru a realiza o bună pregătire tehnică, antrenamentul trebuie să îndeplinească unele obiective specifice cum ar fi:

- Reprezentarea corectă a biomecanicii startului de jos și a pasului alergător de viteză.
- Repetarea deprinderilor motrice specifice startului de jos.
- Învățarea corectă a tehnicii prin coordonarea mișcărilor cu angajarea simultană a calităților specifice startului de jos.
- Valorificarea vitezei de deplasare și vitezei de execuție specifice calității motrice viteza.
- Controlul echilibrului corpului în toate fazele plecării din start.

- Perfecţionarea tehnicii startului de jos cu accent pe reacţie, accelerare, reducerea momentelor de frânare şi realizarea unei traiectorii lineare a C.G.M. printr-un număr mare de repetări.
- Învăţarea eficientă a deprinderii de execuţie a startului de jos, accelerării şi lansării de la start.
- Depistarea şi corectarea greşelilor tehnice prin analize cinematice.

### **1.5. Conceptul de monitorizare – proces de evaluare a principiilor abordării antrenamentului la sprint**

Monitorizarea se referă la analiza parametrilor, specifici în desfăşurarea probelor de sprint, ca un sistem de analiză şi interpretare a acestora, evaluându-se în mod analitic toate datele culese.

Monitorizarea antrenamentului athletic specific alergării de viteză, referitor la startul de jos, accelerarea şi lansarea de la start, se face din ce în ce mai mult pe baza analizelor înregistrărilor video, telemetriei, cronometrarea, măsurarea performanţei şi răspunsurile atletului.

Datele adunate sunt stocate într-un mod organizat pentru a putea fi analizate şi folosite ca termen de comparaţie cu alte date recuperate ulterior.

Monitorizarea antrenamentului sportiv realizat prin colectarea de date şi informaţii, obţinute prin utilizarea unor sisteme de măsurare şi analiză de ultimă generaţie, după care rezultatele obţinute, sunt arhivate, pentru ca în final să fie calculate, analizate şi interpretate pentru a determina valorile parametrilor specifici urmăriţi, iar pe baza lor să se facă în final o serie de evaluări şi aprecieri obiective.

În evaluarea procesului de antrenament se ţine cont de cei trei factori implicaţi direct: antrenor, sportiv şi pregătirea sportivă.

#### **1.5.1. Obiectivizarea monitorizării prin tehnici, teste şi probe de evaluare specifice**

##### **probelor de sprint**

Activitatea de monitorizare asigură obţinerea unor date suplimentare faţă de activitatea de evaluare, oferind posibilităţi de comparare în cadrul unei suite de rezultate şi ierarhizări.

Principalele repere ale antrenamentului specific probelor de sprint se vor baza pe monitorizarea parametrilor cinematiци, care generează performanţa în probele de sprint.

Monitorizarea parametrilor cinematiци ai startului de jos, accelerării şi lansării de la start reprezintă un proces complex de supraveghere şi de înregistrare sistematică a valorilor parametrilor implicaţi.

Obiectivizarea procesului de monitorizare depinde de criteriile de clasificare a parametrilor cinematiци cercetaţi, de aceea primul demers care trebuie realizat este cel al identificării acestor parametri şi implicit al criteriilor pe baza cărora se pot realiza departajări şi clasificări.

Determinarea acestor parametri determinaţi cu ajutorul unor tehnici, aparate, şi instalaţii specializate, permite o monitorizarea atentă şi detaliată a evoluţiei plecării din startul de jos, a accelerării şi a lansării de la start, asigurând astfel interpretarea corespunzătoare procesului de evaluare.

Evaluarea pregătirii tehnice a plecării din startul de jos a accelerării și lansării de la start este un proces care cere din partea atletului cu un grad mare de tehnicitate fiind relevat de precizia, cursivitatea, viteza și coordonarea fină a acțiunilor pe care le face și de aceea o pondere mare din efortul general al antrenamentului sportiv revine pregătirii tehnice.

Evaluarea startului de jos, a accelerării și a lansării de la start, trebuie realizată periodic prin probe și norme de control specifice, modelului preconizat. Tehnicile video sunt instrumentele de analiză biomecanică prin care se obțin cele mai utile informații prin care să se poată realiza evaluările cele mai obiective și apoi retrimise sportivului cu scopul ce a crește eficacitatea execuțiilor tehnice.

#### **1.6. Perfecționarea execuțiilor tehnice prin tehnologii moderne de investigare biomecanică, bază de corectare tehnică**

Direcțiile în care trebuie orientată cercetarea de către specialiștii domeniului sunt cele care privesc aspecte precum:

- creșterea capacității de efort, fie prin stimularea corectă a substraturilor energetice și a puterii musculare, fie prin prelungirea duratei efortului;
- valorificarea maximă a capacității de efort în competiții prin adaptarea solicitărilor la particularitățile sportivului;
- individualizarea pregătirii sportive;
- valorificarea aptitudinilor „înnăscute” ale sprinterului cum ar fi: mobilitatea articulară, elasticitatea musculară, dimensiunile segmentelor, etc.
- aplicarea corectă a aspectelor biomecanice pentru evitarea accidentelor, musculare sau osoase, etc.

Biomecanica, privită ca o aplicare a legilor mecanicii la specificul mișcării umane, privit ca un organism pluriarticulat, se bazează pe scopul și limitările paradigmatelor și modelelor folosite pentru înțelegerea corectă a activității sportive.

Înțelegerea corectă a principiilor fizicii mecanice (legea gravitației, legea pendulului, legea inerției, legea compensării maselor, etc.) aplicate pe scară largă, corpul uman înțeles ca o mașină pluriarticulată, ne permit să apelăm la metodele fizico-matematice care au determinat progresul general al cercetării sportive.

#### **1.9. Biomecanica alergării ca probă athletică de viteză**

Etimologic, noțiunea provine de la cele două cuvinte grecești, bios – care înseamnă viață și mehane – care înseamnă mașină.

„Biomecanica este disciplina științifică care studiază mișcarea structurilor biologice, produsă în principal de forțele lor interne” [Gagea A., 2002].

“Biomecanica este și va rămâne o disciplină practică, pe care medicii o asociază anatomiei funcționale, iar inginerii o consideră o aplicație a mecanicii la bios” [Gagea A., 2006, p. 5].



Biomecanica este considerată o știință interdisciplinară, care studiază actele motrice din activitatea sportivă, raportate la execuția tehnică a mișcărilor care pot duce la economie energetică, și eficiență mecanică, la rezultate de valoare, la estetică și spectaculozitate.

Apreciem că din punct de vedere al principiilor bazate pe legile fizicii, biomecanica forței Newtoniene poate fi convertită în putere musculară prin măsurarea accelerației ("a") primită de o masă corporală ("m") raportată la unitatea de timp ("t").

I. Prima lege a mecanicii (legea inerției) spune că: Orice corp își menține starea de repaus sau de mișcare rectilinie și uniformă, dacă nu este obligat de forțe aplicate asupra lui să și-o modifice.

Omul rămâne imobil dacă forța musculară nu-l face să se deplaseze. Cauza care determină menținerea stării de repaus sau de mișcare poartă numele de inerție. Ea acționează constant asupra corpurilor, atât în repaus cât și în mișcare.

II. A doua lege a mecanicii (legea accelerației) spune:

Mărimea forței care acționează asupra unui corp îi imprimă o anumită accelerație - egală cu produsul dintre masa corpului și mărimea accelerației.

Când o forță acționează asupra unui corp, de cele mai multe ori ea îl pune în mișcare, sau după caz deformarea - schimbarea formei sau volumului.

Când asupra unui corp acționează forțe diferite, accelerațiile sunt direct proporționale cu intensitățile acestora.

III. A treia lege a mecanicii (legea interacțiunii) - Acțiunile reciproce a două corpuri sunt totdeauna egale ca mărime și de sens contrar.

Forțele interne implicate în mișcarea corpului sunt reprezentate de contracția musculară și pârghiile osteo-articulare.

Pârghiile osteo-articulare. Segmentele osoase asupra cărora acționează mușchii se comportă, la prima vedere, ca pârghiile din fizică.

Forțele externe implicate în mișcarea corpului

a) gravitația - este manifestarea unei legi universale valabile în natură.

b) greutatea corpului - acționează vertical spre în jos, asupra corpului sau al segmentului.

c) presiunea atmosferică - formă de acțiune indirectă a gravitației.

d) rezistența mediului - mediul extern în care sunt practicate exercițiile: aer liber sau apă.

e) inerția - forța care tinde să prelungească starea de repaus a unui corp. Astfel, un corp în repaus tinde să rămână în repaus, iar un corp în deplasare tinde să se deplaseze în continuare.



f) for a de frecare - este propor ională cu greutatea corpului (G) care alunecă pe o suprafa ă de sprijin și cu coeficientul de frecare (K)  $F = G * K$ .

Toate efectele pe care le generează acțiunea forțelor interne și externe în activitățile fizice specifice studiului nostru, sunt caracterizate de aspecte specifice mecanicii, printre care mai frecvent întâlnite ar fi:

Cinematica: acea parte a mecanicii care studiază mișcarea corpurilor materiale fără a lua în considerare forțele și masele corpurilor.

Cinetica: acea parte a mecanicii care descrie efectul maselor asupra mișcării corpurilor materiale.

Lanț cinematic: un ansamblu de corpuri materiale înlănțuite prin legături (articula ii) cinematice, care transmite interacțiunile mecanice dintre corpuri, circular în jurul unui punct de pivotare sau în jurul unei axe de rotație.

Segment cinematic: acea parte a corpului sau membrilor umane care are o mișcare, independenta sau în interdependentă cu alte mișcări.

Pârghie: ansamblul format dintr-un corp rigid sprijinit pe un reazem simplu și supus acțiunii a două forțe, una motoare și cealaltă rezistentă.

Rotație: mișcarea unghiulară în care un corp rigid se mișca pe o traiectorie.

Forfecare: solicitarea produsă într-un corp de două forțe, paralele, egale și de sens contrar, acționând perpendicular pe axa longitudinală a corpului (transversal), lucrând similar unei foarfece.

Centru de masa: punctul în care este concentrată întreaga masă a corpului sau punctul în jurul căruia corpul se echilibrează fără a avea tendin ă de rotație.

Cuplu de forțe: ansamblul a două forțe, egale în modul, cu direcțiile paralele și de sens contrar; acțiunea se produce un moment al cuplului, cu efect de rotație.

Compresiune: solicitarea.

Toate aceste forme de acționare sunt ceracterizate prin mărimi specifice biomecanicii, astfel:

Deplasarea (d), care exprimă schimbarea poziției corpului prin mișcare, sau doar a unui segment al acestuia;

Viteza (v) – care exprimă raportul dintre spațiu (traiectoria deplasării) (d) și timp (durata) (t):  $v = d/t$ .

Lucrul mecanic (L) sau activitatea care este: proporțional (nu egal), cu produsul dintre greutatea sportivului și distanța parcursă: adică –  $L = kxGxd$ , (unde k=coeficient de proporționalitate (care, include și rezistența aerului). Se măsoară în – Joule (J);

Puterea (P), - este debitul de lucru mecanic, efectuat în timp :  $P = kx(Gxd)/t$ , sau  $P = kxGxv$ . se măsoară Watt (W) =  $Nxm/s-1$  (la puterea minus unu);

Energia (E), - puterea dezvoltată în timp:  $E = kxFxvxt$ , se măsoară în Joule (J).

Altfel spus, toate secvenţele de mişcare ale omului, respectă : legea pendulului, şi legea compensării inerţiilor maselor specifice ale fiecărui segment implicat în mişcare.

Interacţiunea dintre inerţiile fiecărui segment pendulant al corului, în timpul execuţiilor diferitelor secvenţe tehnice, poate fi dedusă din fig. 11 în care secvenţele prin care trec cele două pendule numai sub acţiunea gravitaţiei.

Se observă că cele două pendule a căror lungimi sunt în raport de  $\frac{1}{2}$ , care pornesc amândouă din acelaşi punct, au viteze unghiulare proporţionale cu lungimea braţului propriu.

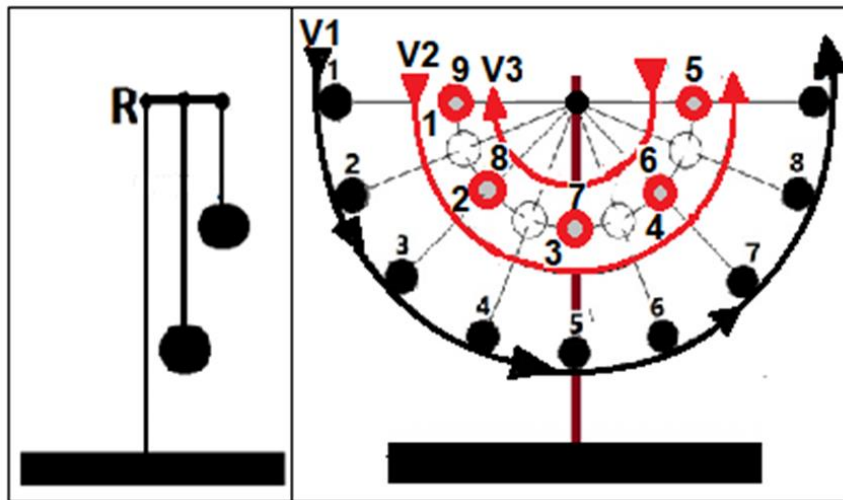


Fig. nr. 11. Cum acţionează comparativ două pendule  
a căror lungime diferă în raport de  $\frac{1}{2}$ .

Dacă extrapolăm acest principiu la fazele startului de jos, a accelerării şi lansării de la start - piciorul care finalizează impulsia, începe "forfecarea", concomitent cu flexia gambei pe coapsă, în acelaşi timp ce piciorul care a finalizat avântarea şi se întinde pentru a lua contactul cu solul, cât mai aproape de proiecţia centrului general de masă (CGM) pe sol.

Important pentru eficienţa maximă a "forfecării" picioarelor în fazele de zbor, este direcţia (traectoria) pe care acţionează inerţiile maselor segmentelor pendulante (braţe şi picioare).

Concret, în momentele de sprijin pe sol, toate segmentele pendulante trebuie să acţioneze spre înainte şi în sus, pentru ca împreună cu forţa de impulsie să imprime masei corporale o inerţie cât mai mare spre înainte, iar în partea a doua a fazelor de zbor, când inerţia ascensională ale aceloraşi segmente pendulante devine egală cu gravitaţia, vor acţiona spre în jos antigravitaţional şi spre înapoi, pentru a menţine inerţia masei corporale.

Pentru a înţelege mai bine acest mecanism prezentăm în fig. 12, principiul de acţiune a două pendule articulate, care au aceeaşi masă, dar cu lungimile în raport de  $\frac{1}{2}$ .



Pentru ca balansul celor două pendule să aibă aceeași viteză unghiulară, dar în direcții diferite, (asemenea "forfecării" în faza de zbor a pasului de alergare) punctul de rotație (R) al sistemului, se deplasează spre în jos pe brațul pendulului lung, astfel că în timpul pendulării, punctul de articulație inițial din A1, se deplasează în timpul pendulării în punctul A2.

Această distanță (A1 – A2) va fi în funcție de amplitudinea și corectitudinea cu care se realizează forfecarea prezentată mai sus, și proporțională cu lungimea segmentelor (membrelor inferioare).

Pornind de la cele arătate mai sus, și de la faptul că organismul uman este un corp multiarticulat, care respectă toate legile fizicii și ale mecanicii, ținând cont permanent de gravitație.

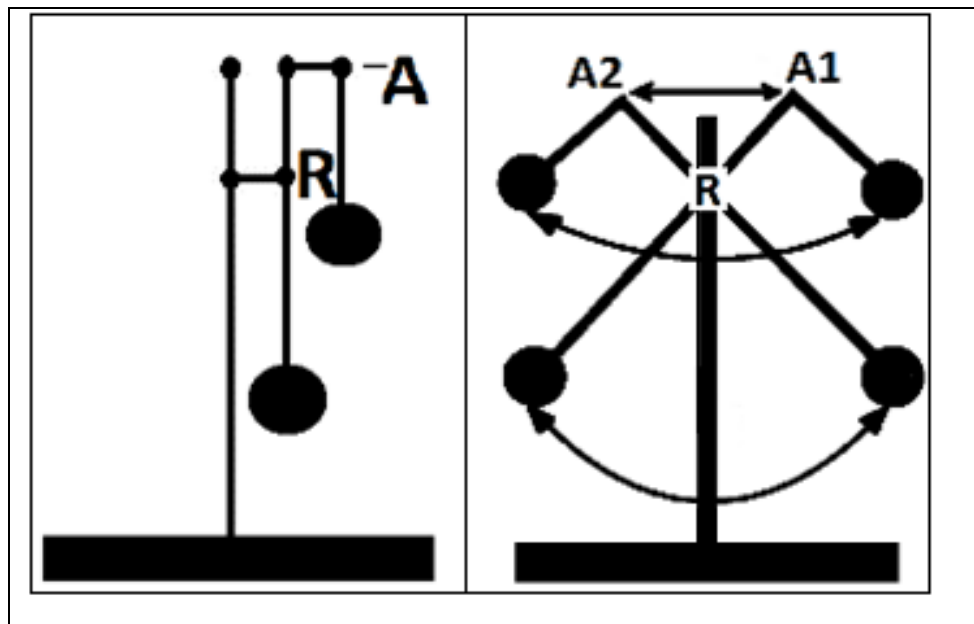


Fig.nr. 12. Ansamblul pendul scort-pendul lung articulat la unul din capete (A), cu mase egale, și aceeași viteză unghiulară

### 1.12. Concluzii capitol 1

Antrenamentul necesită cunoștințe metodice de finețe specifice, atât din punct de vedere al tehnicii alergării de viteză cât și al dezvoltării calităților motrice, dintre care enumerăm:

controlul relaxării ca o condiție esențială a alternanței rapide între contracție și relaxare aspect important pentru valorificarea la maxim a frecvenței pașilor;

dezvoltarea echilibrată a forței și elasticității musculare în care cel mai important aspect fiind distanța dintre capetele mușchiului între contracție și relaxare;

coordonarea, care se bazează pe relația dintre primele două enunțuri de mai sus.

Considerăm că este necesară o analiză biomecanică complexă a tehnicii tuturor fazelor componente ale plecării din startul de jos, pentru a evidenția detaliile, cărora antrenorii și sprinterii români, nu le acordă atenția cuvenită, considerând că este suficientă pregătirea fizică specifică și de forță, ignorând pregătirea tehnică.

Pentru ca activitatea musculară să se desfășoare în condiții cât mai bune, cu intensitate mare și pe durate cât mai lungi, trebuie să se asigure substratul energetic necesar.

Pentru asigurarea substratului energetic specific contracției musculare trebuie să se respecte principiile procesului luat în considerație, inându-se seama de : dificultatea solicitărilor (durata, intensitatea, pauzele, numărul repetărilor).

## CAPITOLUL 2

### DEMERSUL METODOLOGIC DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ PRIVIND PREMISELE BIOMECHANICE ȘI TEHNICE ALE STARTULUI DE JOS, ACCELERĂRII ȘI LANSĂRII DE LA START ÎN PROBELE DE SPRINT

#### 2.1. Premisele cercetării tehnicii și biomecanicii startului de jos, accelerării și lansării de la start în probele de sprint

Descrierea teoretică și metodologică realizată în prima parte a lucrării, a încercat să facă o prezentare ale unora dintre cele mai importante aspecte referitoare la nivelul problemelor și cunoștințelor care privesc înțelegerea și modalitățile de abordare a pregătirii pentru startul de jos în probele de sprint.

Pe baza cunoștințelor existente care stabilesc nivelul cunoștințelor referitoare la tema noastră, am putut enunța câteva premise pe baza cărora să formulăm ipotezele cercetării prezentate în lucrare, astfel:

- tehnica startului de jos este o componentă importantă în antrenamentul sprinterilor, bazat pe un conținut științific, referitor la o structura biomecanică a probelor de viteză.

- startul de jos specific probelor de sprint poate fi considerat deosebit de complex din punct de vedere metodic.

- antrenamentul specific probei de sprint este un proces permanent, supus mecanismelor reglării, specifice tehnicii probei, de tip feed-back.

Perfecționarea tehnicii startului de jos se poate realiza prin metoda evaluării și monitorizării parametrilor cinematici, ca modalitate obiectivă de identificare și corectare a greșelilor tehnice și precizarea cauzelor acestora.

- constatarea greșelilor tehnice a startului de jos, au drept scop depistarea cauzelor cinematice care trebuie corectate.

- aplicațiile biomecanice, pot permite elaborarea modalităților de perfecționare a execuției tehnice a startului de jos, prin formularea unor indicații metodice specifice pentru fiecare fază.

- studiile cinematice ale tehnicii specifice startului de jos vor constitui modelele operative care pot duce la eficientizarea pregătirii.

Cercetarea preliminară a startului de jos. Cercetarea preliminară încercă să determine eficiența programelor de pregătire, prin care se va realiza cercetarea de bază. Aceasta se va face cu ajutorul înregistrărilor cinematice, analizate și interpretate prin softuri specializate. Se vor stabili astfel parametrii fiecărei faze din execuția startului

de jos și pe baza analizelor biomecanice din cercetarea preliminară, se va elabora programul de lucru pentru cercetarea de

bază. Aceasta care va cuprinde câțiva dintre cei mai buni sprinteri români ai momentului, pentru a vedea ce anume se poate corecta pentru a îmbunătăți rezultatele în competiții.

Cercetarea noastră se bazează pe un studiu anterior realizat pe această temă, cu similitudini în cercetarea noastră, a cărei schemă o prezentăm în fig.nr.15.

„Tensiometric determination of the pushing forces developed by the sprinters during the start, through the use of a block-start records the ipulsion forces through hodograf curvers p.14 / International Scientific Conference ” from Creativity Competition European Atributes of Scientific and Sporting Manifestation [Primul Simpozion Național de Tensiometrie, Iași 25-28 – 08 – 1977, p. 219].

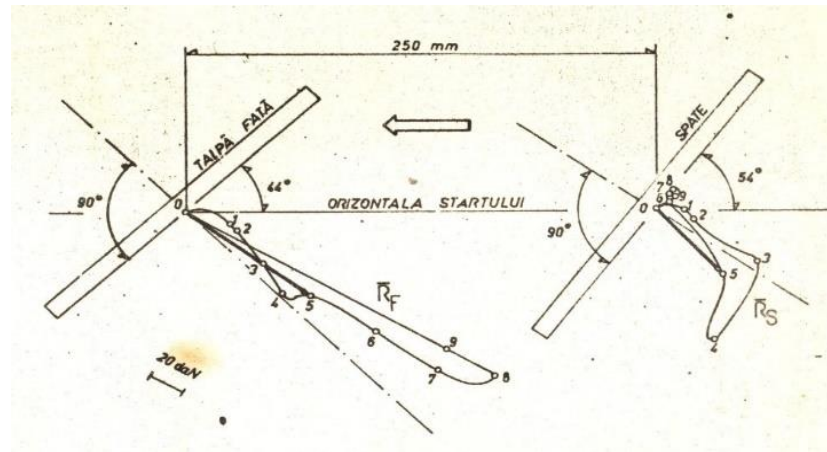


Fig.nr. 15. Schema startului de jos cu blocul de start experimental și ajustarea forțelor înregistrate pe baza unor traductori

[Bondoc- Ionescu, D.; Bobancu, Ș.; Samoilă, C.; 1977]

Cercetarea încearcă într-un fel să aducă unele îmbunătățiri ale modului de abordare a plecării din startul de jos, realizat cu mulți ani în urmă la - Universitatea Transilvania Braşov, de prof.univ.dr. Bondoc-Ionescu Dragos, prof.univ.dr.ing. Bobancu Serban, prof.univ.dr.ing. Samoila Cornel, considerat ca o perioadă de timp cât se realizează accelerația întregului corp în condițiile în care tălpile ambelor picioare ale atletului sunt în contact cu suprafața de start (fig. nr. 15).

Momentul inițial al startului este în general declanșat de un semnal acustic. Momentul final al startului este constituit de momentul desprinderii totale a tălpile ambelor picioare de suprafața de start. Timpul total de start se împarte în două perioade distincte:

a) perioada de inerție neuro-musculară, perioada în care la tălpile atletului forțele de împingere rămân constante (practic nu se înregistrează vreo variație a lor); forțele de împingere constante sunt constituite de niște forțe de rezemare care pentru întregul corp se distribuie între brațe și picioare;

b) perioada de accelerare propriu-zisă, care se încheie cu momentul destinderii.

Referitor la aceste aspecte ne propunem unele considerații asupra acestei a doua perioade a startului:

1. blocstartul experimental are posibilitatea de a măsura cu precizie și prima perioadă de timp a inerției neuro-musculare;
2. înregistrează forța de împingere și variația ei în timp, dezvoltată de fiecare picior în parte, forța ce se descompune în două componente, una perpendiculară și una tangențială la suprafața blocstartului.
3. poate fi reglată (în mod continuu, nu în trepte) distanța longitudinală și cea transversală dintre suprafețe precum și unghiul fiecărei suprafețe, în funcție de calitățile psiho-motrice și biomecanice ale sprinterului

În urma rezultatelor preliminare, se va stabili scopul și obiectivele experimentului de bază precum și verificarea ipotezei generale propriu-zise privind parametrii plecării din startul de jos, accelerarea și lansarea.

## **2.2. Scopul cercetării, ipotezele și obiectivele cercetării preliminare**

*Scopul cercetării.* Cercetarea constă în stabilirea parametrilor de bază cu ajutorul unor mijloace tehnologice de înregistrare și analiză avansate, pentru reglarea execuțiilor tehnice a startului de jos, din toate punctele de vedere (distanțe, unghiuri, poziții, inerții) și la toate nivelurile (masculin sau feminin, seniori sau juniori).

*Scopul cercetării preliminare.* Scopul cercetării preliminare este de a determina cele mai bune metode și mijloace pe care le putem folosi pentru analiza celor mai importante momente ale alergării de viteză, cu ajutorul cărora să se poată perfecționa tehnica startului de jos, astfel încât în momentul plecării atletul să realizeze o sincronizare perfectă între inerțiile segmentelor pendulante și forțele de impulsie ale picioarelor, în blocurile de start, cât mai rapid posibil, după recepționarea pocnetului pistolului de start.

În urma studierii acestor parametri se poate determina o proiecție a programării pregătirii, iar pe baza monitorizării parametrilor studiați o adaptare a tehnicii în funcție de capacitățile motrice și coordinative ale fiecărui sprinter, și realizarea unui blocstart cu reglare fină care să se potrivească oricărui atlet indiferent de gabarit și particularități proprii.

### **Ipotezele cercetării preliminare**

1. Evaluarea parametrilor unghiulari la nivelul articulațiilor membrilor inferioare și coxofemorale la comanda gata, permit valorificarea potențialului de care dispune atletul la cel mai înalt nivel posibil.
2. Poziția adaptată la comanda "gata", permite dezvoltarea inerțiilor maxime ale segmentelor pendulante (trunchi și brațe) generate de tripla extensie, cu punctele de sprijin pe blocurile de start, asigură o eficiență optimă duratei fazelor de zbor pe primii pași.

### 2.3. Metodologia cercetării

Pentru realizarea studiului în cadrul cercetării noastre s-au utilizat metode consacrate precum: studiul literaturii de specialitate, experimentul pedagogic; observația pedagogice, prelucrarea și interpretarea datelor prin metode statistico matematice.

Studiul literaturii de specialitate se referă la realizarea unei sinteze asupra cercetărilor realizate în prealabil de către cercetătorii și specialiștii dintr-un anumit domeniu, care se concretizează în cadrul lucrării în fundamentarea teoretică de specialitate.

În fundamentarea teoretică de specialitate s-au analizat comparativ conceptele existente în literatura de specialitate referitor la abordarea startului de jos, a vitezei de manifestare a forței, a unghiurilor pe care le formează segmentele membrilor inferioare pentru a folosi cât mai eficient forța tuturor grupelor musculare în momentul plecării.

Experimentului pedagogic este cunoscut și folosit ca metodă de cercetare științifică încă de la începutul epocii moderne. Este constituit ca un sistem complex pentru cunoașterea realității utilizând un raționamentului experimental care prelucrează datele obținute în urma observației pedagogice a grupei experimentale de subiecți.

Grupul experimental de subiecți în cazul nostru este format din atleți care fac parte din elita sprinterilor români, având rezultate notabile în competițiile la nivel național atât în competițiile de sală cât și în cele desfășurate în aer liber.

Metoda studiului de caz reprezintă un instrument folosit în cercetarea unui caz, întrebunțind mijloace utilizate de observația pedagogică, studierea unor documente etc. Studiul de caz este o metoda a metodologiei cercetării științifice care scoate în evidență latura calitativă a cercetării.

În activitatea sportivă, metoda studiului de caz, urmărește să aprofundeze înțelegerea unei situații sau a unui fenomen.

Observația pedagogică, considerată ca fiind cea mai veche și indispensabilă metodă de cercetare, face posibilă depistarea celor mai mici erori ale execuțiilor tehnice specifice oricărei mișcări. Pentru a reuși acest lucru, cel care realizează observația trebuie să aibă experiența și pregătirea necesară pentru a putea face o analiză corectă a fiecărei secvențe de mișcare, după cele mai mici detalii ale biomecanicii.

Perfecționarea sistemelor de înregistrare și analiză au făcut posibilă în ultima vreme detectarea la "miime" de secundă a celor mai mici erori din evoluția tehnică a mișcărilor specifice activităților corporale.

Analiza observațională ne permite analize prin metoda comparativă, care facilitează evaluarea rezultatelor obținute în urma testărilor realizate pe parcursul cercetării, ale modelului de referință cu alte modele din literatura de specialitate, parcurgând mai multe etape succesive.

Pe baza datelor obținute se pot evidenția acele aspecte pe baza cărora se poate eficientiza execuția tehnicii globale a startului în probele de sprint.

Pe baza datelor obținute se pot determina acele aspecte pe baza cărora se poate eficientiza execuția tehnicii globale a startului în probele de sprint.

Statistica matematică "este ramura matematicii care se ocupă cu culegerea, gruparea, analizarea și interpretarea datelor referitoare la anumite fenomene, precum și unele previziuni privind desfasurarea acestor fenomene în viitor." [Academia Română, Institutul de Lingvistică Iorgu Iordan Dicționarul explicativ al limbii române (DEX), București: Editura Univers Enciclopedic, 1998].

## CAPITOL 3

### MONITORIZAREA ȘI EVALUAREA ÎN CADRUL DEMERSULUI OPERAIONAL AL CERCETĂRII DE BAZĂ

Tehnicile de înregistrare și analiză pentru monitorizarea tehnicii startului de jos, accelerării și a lansării de la start, sunt multiple și în continuă perfecționare, și toate acestea nu fac altceva decât să ușureze sarcinile specialiștilor și a antrenorilor, în determinarea celor mai mici detalii și ale momentelor "cheie" din execuția tehnică specifică fiecărui atlet, prin determinarea principalilor parametri caracteristici celor mai eficiente execuții tehnice.

Prin realizarea acestor studii și analize se pot descoperi, cele mai mici detalii tehnice, pe bazele cărora se vor putea corecta erorile care apar în aplicarea deficitară a vectorilor diferitelor forțe motrice, ușurând astfel corectarea rapidă a acestora.

Datele astfel obținute în urma acestor măsurători, înregistrări și analize sunt folosite pentru proiectarea unor programe analitice detaliate prin care să se elimine posibilele erori din evoluția gestuală a sportivului. Majoritatea posibilelor erori constatate în urma acestor analize au fost dobândite în principal în perioadele de formare și inițiere când, pe fondul unei pregătiri insuficiente și mai puțin echilibrate, și din dorința de a obține rapid rezultate, a avut loc formarea unor automatisme care sunt cu atât mai dificil de corectat cu cât sunt depistate mai târziu.

#### 3.1. Argumentarea cercetării de bază

Startul de jos, este prima secvență a uneia dintre cele mai spectaculoase probe atletice prin încărcătura emoțională pe care o provoacă atât în rândul sportivilor cât și în rândul spectatorilor.

Atunci când vine vorba de corectitudinea tehnicii alergării de viteză și a startului de jos, apar discuții în ceea ce privesc: pozițiile, unghiurile, distanțele față de linia de plecare, păreri legate de talia și gabaritul fiecărui atlet, și multe alte aspecte, dar nici unele dintre acestea nu sunt argumentate, biomecanic în totalitate.

Toate acestea au dus la lipsa unei viziuni cât de cât unitare, a modului în care ar trebui executat startul de jos, și probabil nu se va întâmpla acest lucru niciodată, atâta timp cât nu se va înțelege și interpreta corect din punct de vedere biomecanic al fiecărui detaliu.

Pregătirea unilaterală a multora dintre antrenorii noştri, specializaţi de regulă în proba pe care au practicat-o, nu le permite să îşi formeze o viziune corect argumentată a tehnicii probei pe care o antrenează, şi asemenea probleme se regăsesc şi în viziunea referitoare la alergarea de viteză.

Mulţi dintre aceşti antrenori, nefiind iniţiaţi în cele mai mici detalii specifice probelor atletice, în cazul de faţă al probelor de sprint, aşa cum probabil sunt pregătiţi pentru proba pe care au practicat-o, lasă toată evoluţia pe calitatea nativă a sportivului şi din această cauză mulţi atleţi dezvoltă o serie de automatisme (reflexe condiţionate), pe care cu greu le va putea corecta mai târziu, când ajung seniori, uneori chiar deloc.

De aceea, informaţiile obţinute prin analizele experimentale sunt importante şi recomandate pentru corectarea greşelilor tehnice. Aceste cercetări sunt importante la toate categoriile de vârstă, pentru a depista deficienţele tehnice şi ideal ar fi ca toate acele erori tehnice să fie depistate cât mai rapid pentru a nu deveni automatisme, care vor fi mult mai greu de corectat.

Cercetările biomecanice asigură baza perfecţionării şi consolidării deprinderilor motrice specifice tehnicii secvenţiale şi globale pentru toate structurile motrice, în cazul nostru conform aptitudinilor şi calităţilor psihomotrice ale alergătorilor de viteză, cum ar fi: timp de reacţie redus, forţa explozivă, alternanţă rapidă între excitaţie şi inhibiţie la nivel cerebral.

Analiza noastră îşi propune să evidenţieze unele aspecte, cum ar fi cele privind unghiurile realizate la nivelul articulaţiilor triplei extensii (articulaţia coxo-femurală, articulaţia genunchiului şi articulaţia gleznei) care determină înălţimea la care se ridică bazinul faţă de nivelul axei umerilor.

Pentru ca plecarea din start să fie realizată cu maximum de eficienţă, trebuie ca forţa explozivă să fie generată aproape simultan de toate grupele musculare extensoare mari şi puternice, şi finalizate de musculatura articulaţiei gleznei "în mod exploziv", adică într-o manifestare maximă a puterii triplei extensie.

### **3.2. Premisele cercetării de bază**

Au fost deja efectuate şi studiate, multe afirmaţii bazate pe analiza cinematică a unor parametri biomecanici, care au dus la dezvoltarea bazei teoretice corecte, de către o serie de cercetători care se regăsesc citaţi în literatura de specialitate, cum ar fi: Zatsiorki V. [2002] sau Dapena J. [1990] sau Gedeon A. [1977]etc.

Pe baza datelor obţinute în urma cercetării preliminare şi a concluziilor legate de ipotezele de la care s-a pornit în cercetare, pot fi evidenţiate o serie aspecte biomecanice specifice momentelor şi fazelor critice, ale tehnicii. Acestea pot fi abordate la orice vârstă, din oricare altă perspectivă faţă de ceea ce se discută în lucrările citate mai sus.

Scopul general al cercetării de bază. Cercetarea încearcă să stabilească parametrii de bază, cu ajutorul unor mijloace tehnologice de monitorizare, înregistrare şi analiză, pentru a perfecţiona execuţiile tehnice ale startului de jos, din toate punctele de vedere (distanţe, unghiuri, poziţii, inerţii).

Obiectivul general al cercetării de bază asupra startului de jos specific probelor de sprint, este cel de a determina direcţia de acţionare a vectorilor de forţă şi cauzele care generează eventualele erori ale execuţiilor tehnice, prin care să se asigure îndeplinirea obiectivelor intermediare şi operaţionale.

Obiectivul operațional al cercetării de baza este acela de a obiectiviza tehnica startului de jos, a accelerării și lansării de la start, prin analiza biomecanică a înregistrărilor parametrilor tehnici, spațio-temporali și de forță-putere ale startului de jos, prin evaluarea comparativă a evoluției de la testările inițiale la cele finale.

Obiectivele operaționale specifice:

- înregistrarea și analizarea parametrilor cinematici și spațio-temporali ai startului de jos și a accelerării de la start;
- determinarea parametrilor de forță-putere și evaluarea comparativă a subiecților studiați;
- pe baza înregistrărilor, determinarea analitică a greșelilor tehnice ;

### 3.3. Ipotezele cercetării de bază

Pornind de la analiza parametrilor obținuți prin programele de analiză ale OPTOJUMP, se pot depista cu mare exactitate erorile de execuție care vor obiectiviza execuția tehnicii în urma unei cercetări biomecanice:

1. Adaptarea unghiurilor la nivelul articulațiilor membrelor inferioare, printr-o poziție care să permită angrenarea corectă a grupelor musculare pentru folosirea eficientă a capacităților de forță disponibile la cel mai înalt nivel;
2. Se presupune că prin adaptarea unor poziții diferite la comanda "gata" va permite găsirea celei mai bune poziții pentru ruperea accelerației "0" cu eficiență maximă, și cu consumul minim de energie.

Considerăm că este necesară elaborarea unui model pe care să-l poată lua în considerare și F.R.A. în scopul de a îmbunătăți metodologia pregătirii sprinterilor noștri la toate nivelele.

### 3.4. Metodologia cercetării de bază

Pentru a ne realiza scopul propus, s-a apelat la metode specifice pentru pregătirea performanței sportive, prin care să se poată realiza cercetări complexe și obiective valabile pentru alergările pe distanțe scurte.

Acestea pot determina eficiența activităților necesare pentru atingerea scopului propus și influența pe care aceste activități o va avea asupra nivelului de pregătire.

#### 3.4.1. Metoda experimentului de bază și analiza comparativă

Cercetarea experimentală este cea care asigură cunoașterea în profunzime a mecanismelor specifice startului de jos iar observația rămâne cea mai importantă pentru enunțarea ipotezelor de la care s-a pornit în cercetare, având ca sursă informațiile provenite din înregistrările și analizele cinematice, ale execuțiilor tehnice.

Dacă observația generează într-un fel sau altul ipoteza, experimentul realizează obiectivarea propriu-zisă a tehnicii startului de jos, accelerării și lansării de la start, prin crearea condițiilor concrete de analiză complexă a evoluției tehnice. Raționamentul și metoda experimentală pe care se bazează cunoașterea realității concrete, sunt caracterizate de prelucrarea superioară a datelor obținute pe baza observației, cât și prin experiment.

Experimentul trebuie să asigure verificarea fenomenului cercetat, în aceleași condiții în care s-a desfășurat inițial.



Prin metoda experimentală de baza se urmăreşte stabilirea relaţiilor şi legăturilor de cauzalitate dintre aspectele care determină evoluţia fenomenului studiat, generând în acest fel căi noi de cercetare.

Etapele cercetării experimentale de bază, stabilite de majoritatea specialiştilor sunt de regulă universal valabile:

Stabilirea direcţiilor de cercetare în funcţie de cerinţele cercetării preliminare.

Conceperea variabilelor experimentale pentru cercetarea ipotezelor.

Stabilirea locului de desfăşurare a experimentului.

Stabilirea subiecţilor participanţi la experimentul de bază.

Efectuarea experimentului şi măsurarea variabilelor.

Înregistrarea rezultatelor şi prelucrarea datelor.

Analiza rezultatelor şi enunţarea concluziilor.

Rezultate şi recomandări obţinute din cercetare.

Înregistrările video au devenit cele mai folosite modalităţi de analiză ale execuţiilor tehnice, înregistrările cu frecvenţe din ce în ce mai mari ale "cadrelor", dau posibilitatea antrenorilor să constate în timp real, cele mai mici erori din execuţia tehnică a sportivilor.

La nivel mult mai operativ în cercetare, s-au dezvoltat metode şi programe – cum este şi instalaţia OPTOJUMP şi a unor înregistrări video care vizează monitorizarea şi evaluarea parametrilor tehnici a execuţiilor şi a momentelor "cheie" specifice startului de jos şi accelerării, din care enumerăm următoarele:

1. timpul de reacţie la semnalul sonor, prin durata dintre semnul de start (sonor) şi durata până la reacţia motrică.
2. duratele fiecărei faze ale execuţiei tehnice a startului de jos, fază de impulsie, timp de contact cu solul separat pentru durata amortizării până la momentul verticalei şi impulsiei până la finalizarea impulsiei, faza pendulului posterior, şi a pendulului anterior, durata fazelor de zbor cu toate caracteristicile lor.
3. dimensiunile unghiurilor la nivelul articulaţiilor segmentelor pendulante, şi viteza de execuţie a fiecărei mişcări a membrilor inferioare.
4. deviaţiile şi mărimea vectorilor de impulsie generaţi de forţele de impulsie şi cumulara lor cu inerţiile generate de mişcările compensatorii ale maselor segmentelor pendulante, care acţionează în direcţie opusă forţelor de impulsie.
5. Ariile acoperite de punctele de contact pe sol.
6. Analiza capacităţii de echilibru.
7. Controlul al lucrului mecanic pentru fiecare membru inferior.
8. Distanţa dintre braţe la comenzile "pe locuri" şi "gata", şi cât de mult depăşeşte proiecţia axei umerilor, spre înainte, linia de plecare.

9. Unghiurile optime pe care le realizează fiecare subiect în articulații (bazin, genunchi, gleznă) la comanda gata, din care efectuează primele reacții după recepționarea pocnetului de pistol;

Pornind de la aceste aspecte, lucrarea noastră încearcă să realizeze o analiză biomecanică amănunțită, pentru a putea face apoi o argumentare cât mai corectă a fazelor și pozițiilor specifice tehnicii startului de jos, accelerării și a lansării de la start, evidențiate și argumentate în cercetarea preliminară, acestea fiind prezentate pe larg în partea a doua a lucrării noastre.

Tehnica acțiunilor specifice startului de jos, a accelerării și lansării de la start, pot fi studiate atât din punct de vedere cinematic, cât și din punct de vedere cinetic, în funcție de sportiv.

Aceste analize se vor referi atât la dezvoltarea somatică, cât și la dezvoltarea calităților motrice, indiferent de categoria de vârstă. Nivelul la care au ajuns la ora actuală performanțele sportive, confirmă faptul că cercetarea și-a spus cuvântul. Metodele și tehnicile de pregătire sportivă atât din punct de vedere al dezvoltării calităților motrice, dar mai ales din punct de vedere al elaborării și perfecționării execuțiilor tehnice, au devenit din ce în ce mai importante.

Dacă din punct de vedere biochimic, adică al stimulării substraturilor energetice specifice contracțiilor musculare, lucrurile au ajuns deja la un oarecare numitor comun, din punct de

vedere al pregătirii tehnice, nu toată lumea a înțeles că atunci când se fac analize "video" ale execuțiilor tehnice, - este important să vezi în ele, "ceea ce trebuie, -nu- ceea ce știi"! Huvion, M.

De aceea, cercetarea în domeniul sportului de performanță a început să se bazeze din ce în ce mai mult pe aparatură de ultimă oră din ce în ce mai sofisticată, cu metode și modalități speciale utilizate pentru determinarea celor mai importanți parametri de mișcare, prin care să se poată obiectiva și perfecționa mai bine performanța.

Numai așa se poate ajunge la eliminarea erorilor de execuție, pentru a se înregistra progresele dorite în execuția tehnică, studiată.

Prin folosirea unor programe și instalații speciale, a evoluției dinamicii execuțiilor tehnice, se vor putea obține date din ce în ce mai complete din punct de vedere al tuturor parametrilor biomecanici și de forță, iar pe baza lor să se elaboreze modelul biomecanic cât mai corect.

### **3.4.2 Propunerea unui model biomecanic care să eficientizeze startul la probele de**

#### **sprint.**

În urma analizelor preliminare s-a constatat că diferențele dintre repetările succesive ale testărilor pe care le-au făcut subiecții noștri, abordând poziții diferite la comanda "gata", ne-a făcut să credem că blocurile de start folosite actualmente în competițiile atletice, pot suferi unele modificări în ceea ce privește reglarea fină a unghiurilor, la nivelul blocurilor de start dar și al distanței dintre acestea, lucru care la blocurile de start actuale nu se poate realiza decât - din 5 în 5 cm.

Chiar dacă s-au făcut multe studii care fac referire la pozițiile de plecare din startul de jos, nu se poate spune că s-a ajuns la o concluzie clară în ceea ce privește această problemă. Considerăm că aceste analize, care s-au făcut în mare

parte doar pe baza comparării unor timpi realizați pe distanțe de până la 10 – 15 m de la start, unde diferențele de circa 2 – 4 sutimi de secundă nu pot fi considerate relevante, sau după senzațiile pe care le-au declarat că le-au avut subiecții participanți la testări, care în proporție de peste 90% sunt subiective.

În acest sens propunem realizarea unui model de blocstart care, să permită atletilor să își valorifice potențialul de care dispune într-un procent mai mare decât o pot face din blocstarturile actuale, - acesta fiind elaborat pe baza unor parametri biomecanici specifici pregătirii de moment al acestora.

Comparativ cu toate modelele și experimentele prezentate în capitolele anterioare, credem că în alegerea pozițiilor la plecarea din startul de jos în special la comanda "gata", sportivul trebuie să știe să folosească eficient pregătirea acumulată, printr-o abordare corectă din punct de vedere biomecanic a unghiurilor pe care le realizează la nivelul articulațiilor .

Din punct de vedere al - mecanicii umane, sportivul trebuie să știe că pentru a dezvolta o inerție cât mai mare masei corporale în momentul "ruperii accelerației 0" din poziția "gata", este necesar să se respecte succesiunea corectă a momentelor în care sunt angrenate grupele musculare (în cazul nostru tripla extensie).

Pentru a valorifica la maxim pregătirea dobândită, atletul trebuie să abordeze la comanda "gata" o poziție corectă, care în viziunea noastră trebuie să respecte următoarele condiții:

1) Odată cu recepționarea comenzii "gata", atletul va ridica bazinul peste nivelul axei umerilor, astfel încât unghiul format la nivelul genunchiului piciorului din primul bloc de start, să ajungă la o valoare de  $\pm 100^\circ$ . Unghiul flexiei genunchiului piciorului din înapoi va varia în funcție de distanța la care este fixat față de primul bloc de start, dar ar fi recomandat să se apropie de unghiul piciorului din înapoi.

2) Concomitent cu ridicarea axei bazinului peste nivelul umerilor, proiecția axei umerilor pe sol se va deplasa spre înainte, atât cât atletul poate menține un echilibru stabil în așteptarea semnalului de start (fără să-i tremure mâinile).

3) Ruperea accelerației (0), începe după recepționarea semnalului de start și va fi făcută de musculatura extensoare a trunchiului (posteroară), printr-un "plonjon energetic spre înainte" care provoacă desprinderea sprijinului pe brațe.

4) Concomitent cu plonjonul înainte spre linia de sosire, brațele care s-au desprins de pe sol trebuie să realizeze la rândul lor, printr-o mișcare cât mai energetică o "forță inerțială" cât mai mare, care să se compună pozitiv cu inerția trunchiului, facilitând astfel tripla extensie a picioarelor fixate în blocurile de start.

5) Musculatura extensoare a trunchiului și picioarelor deja pretensionate în așteptarea pocnetului, va realiza plonjonul spre înainte, acționând asupra atletului cu efectul unui "arc întins" în prealabil, între cele patru puncte de sprijin.

Avantajele acestui mod de abordare sunt date de faptul că, - ea permite valorificarea "instinctului de conservare" al atletului, care sunt mult mai rapide, mai economice, și cu un debit de forță pe unitatea de timp mai mare decât mișcările voluntare, este un aspect pe care prea puțin îl înțeleg.

6) Alt aspect al plecării este modul în care după recepționarea semnalului de start, este asigurat spațiul de mișcare necesar realizării primilor pași.

Din studiile și analizele abordate în numeroase cercetări, se desprind două variante în care se consideră că se poate pleca din startul de jos așa cum sunt prezentate în capitolul I, pag. 65–71.

În afară de cele două modalități de abordare a startului prezentate anterior, în care distanțele dintre blocuri, a nivelului la care este ridicat bazinul comparativ cu nivelul axei umerilor și a distanței dintre brațe, propunem o abordare tehnică aparte pe care am folosit-o în perioada în care participam în competițiile de juniori, și pe care o propunem pentru a fi folosită de cei care se antrenează pentru probele de sprint.

### **3.5. organizarea și desfășurarea cercetării de bază**

#### **3.5.1. Monitorizarea parametrilor înregistrați în cadrul cercetării de bază**

Cercetarea noastră s-a bazat pe o analiză cinematică și cinetică a unor parametri spațio-temporali înregistrați, cum ar fi :

- timpul aferent reacției motrice la recepționarea semnalului de start exprimat în milisecunde;
- poziția cea mai comodă pentru comanda "pe locuri", din care să se treacă ușor în poziția optimă la comanda "gata";
- trecerea pe brațe a unei părți cât mai mari din masa corporală la comanda "gata", prin deplasarea proiecției axei umerilor, spre înainte, peste linia de plecare;
- poziția adoptată la comanda "gata", trebuie să permită realizarea unei inerții cât mai mari a masei corporale, în momentul finalizării impulsiei prin mobilizarea maximă a musculaturii triplei extensii, - aferente spatelui, coapsei și gambei piciorului fixat în primul bloc de start;
- analiza timpului de reacție, a duratei fazei de pendulare spre înainte a piciorului din blocul din înapoi, astfel încât inerția maximă a acestuia să se "compună" perfect cu inerția masei corporale generată de plonjonul spre înainte să se compună perfect cu forța generată de impulsia piciorului din primul bloc de start.
- durata fazelor de zbor a primilor pași să nu diminueze accelerarea.

#### **3.5.2 Desfășurarea cercetării de bază folosind testele cercetării**

Cercetarea de bază a fost realizată printr-o testare inițială în care s-au făcut măsurători la finalul perioadei competiționale în aer liber, iar măsurătorile finale s-au făcut la începutul perioadei competiționale de sală 2019.

Având în vedere că atletismul este un sport individual, excepție făcând probele de ștafetă, iar pregătirea atleților este una individualizată, grupul experimental de subiecți este numeric mai mic decât în sporturile de echipă unde grupele experimentale pot cuprinde un număr mai mare de subiecți.

Grupul experimental a fost alcătuit din trei sprinteri componenți ai lotului național de atletism, care s-au arătat dispuși să participe la cercetarea experimentală propusă de noi.

Datele somatice și performanțele subiecților cuprinși în cercetare. Informațiile legate de studiul experimental asupra datelor antropometrice și performanțele individuale sunt prezentate în tabelul următor:

Tabelul 7. - Datele somato-antropometrice și evoluția performanțelor subiecților experimentului de bază:

	S1: BD	S2: NI	S3: RR
Înălțime	172	182	185
Greutate	81	78	79
Performanță	10,47	10,43	10,86

Pentru că ne-a interesat strict modalitatea prin care alergătorul de viteză își poate valorifica potențialul pregătirii fizice acumulat în antrenamente, am urmărit în mod deosebit poziția pe care o realizează alergătorii de viteză în fiecare dintre secvențele startului de jos.

Testarea inițială a fost realizată prin înregistrări ale unor plecări din startul de jos, pentru trei atleți de valori diferite performanțiale între 10,40sec și 10,80sec și cu parametri de forță diferiți și cu dezvoltare fizică diferită.

Testările inițiale s-au realizat în condițiile oferite de pista stadionului Iolanda Balaș – Soter din București, în luna iunie 2018, în colaborare cu Centrul de Cercetare al U.N.E.F.S. București, reprezentat prin Prof. univ. dr. Țifrea C., folosind instalația și programul OPTOJUMP – Anexa 7.

Testările finale s-au realizat în condițiile oferite de sala de atletism din Complexul Sportiv Lia Manoliu București, în luna ianuarie 2019, în colaborare cu Centrul de Cercetare al U.N.E.F.S. București.

Pe baza datelor obținute la testări, în organizarea testărilor finale s-a ținut cont de potențialul pregătirii fizice și de autocontrolul fiecărui subiect în momentul testărilor, pentru a determina poziția și unghiurile cele mai eficiente, pe care fiecare sportiv ar trebui să le adopte la comanda "gata".

Fiecare dintre subiecți au realizat plecări din diferite poziții, în care blocurile de start au fost reglate diferit "particularizat" pentru fiecare subiect, (fiecare dintre aceștia având parametri fizici - înălțime, greutate – diferiți), astfel încât folosind o anumită - reglare a blocurilor de start, care să permită fiecăruia să folosească la maxim pregătirea acumulată, în momentul reacției motrice la semnalul de start, care să determine o evoluție care să genereze o accelerare și o lansare de la start cu eficiență maximă.

Facem precizarea că subiecții și-au realizat programul propriu de antrenament, excepție făcând unele antrenamente de tehnică a plecărilor din startul de jos, acestea realizându-se în principal în finalul perioadelor precompetiționale și în perioada competițională. Spunem aceasta deoarece numai în aceste perioade execuțiile acestei faze complexe se pot realiza și analiza corect, datorită gradului de pregătire atins, în condițiile tehnice cele mai bune, apropiate de condițiile de concurs.

Datele obținute în urma studiului realizat și prezentat de noi în analizele secvențiale, ale fazelor importante din evoluția la start, ale fiecărui atlet, și din analiza realizată cu ajutorul programului OPTOJUMP, le prezentăm în continuare.

Activitatea de corectare și optimizare a aspectelor tehnice considerate a fi eronate s-a făcut atât cât a fost posibil în limita nivelului de acceptare a unor sugestii care au încercat să țină cont de individualizarea aptitudinilor coordinative.

Aceste aspecte se regăsesc mai ales în planificarea dinamicii efortului din antrenamentele specifice alocate pregătirii tehnice, cât și în dinamica efortului pentru dezvoltarea fizică dar și a supleței și coordonării stimulată de analizatori.

### 3.6. Analiza testării inițiale din punct de vedere biomecanic a grupei experimentale de subiecți

#### 3.6.1 Analiza biomecanică a testării inițiale a subiectului 1

Urmărind tabelul nr.8 putem observa analiza parametrilor biomecanici ai subiectului 1.

Tabelul 8. Parametri biomecanici inițiali - de forță, durată, viteză -S1

*Report B D*  
28.06.2018 14.32.45

**OPTO JUMP**  
WWW.OPTOJUMP.COM next

**5M SPEED RUNNING COPY**

Data		Test data	
<b>Athlete</b>		<b>Athlete's weight [Kg]:</b>	81,0
Last name:	D	<b>Athlete height [cm]:</b>	170
First name:	B	<b>Time effective:</b>	00:14.20
Birth date:	1994	<b>Total time:</b>	02:23.98
Gender:	M	<b>Specific energy [J/Kg]:</b>	0,321
Sport:	Athletics	<b>Total energy [J]:</b>	23,441
Discipline:	100m	<b>Explosivity rate [%]:</b>	128,524 %

Test Data						
#	TCont.	TFlight	Height	Power	Pace	RSI
	[s]	[s]	[cm]	[W/Kg]	[step/s]/s	[m/s]
1		0,498	17,8			
2	0,580	0,394	17,0	14,26	1,02	0,30
3	0,679	0,507	28,8	21,29	1,00	0,45
4	0,607	0,502	28,3	22,27	1,07	0,51
5	0,683	0,493	27,3	21,07	1,06	0,47
6						
Minimum	(#2) 0,580	(#2) 0,394	(#2) 17,0	(#2) 14,26	(#3) 1,02	(#2) 0,30
Maximum	(#5) 0,683	(#3) 0,507	(#3) 28,8	(#4) 22,27	(#2) 1,22	(#4) 0,51
Avg	0,637	0,478	23,8	19,72	1,04	0,44
Std dev	0,042%	0,049%	0,048%	2,72%	0,11%	0,08%
CV	6,8%	11,7%	21,6%	16,2%	9,7%	27,3%

28.06.2018 14.32.45 Page. 1

MICROGATE TIMING AND SPORT

4 YOUR SPIN

OPTO JUMP WWW.OPTOJUMP.COM next

VIA STADIVAR, 4 | BOLZANO | ITALY | TEL. +39 0471 501532 | FAX +39 0471 501524 | INFO@MICROGATE.IT

**Timpii de zbor (Flight time - s)** – duratele fazelor de zbor la trecerea din sprijinul de pe un picior pe celălalt au avut valori cuprinse între 0,394sec, cel mai scurt timp realizat în pasul al doilea și 0,507sec, cea mai mare valoare realizată în pasul al treilea. Pe baza valorilor determinate pentru cei cinci pași de alergare s-a calculat pentru fazele de zbor o

medie aritmetică (Avg) de 0,478sec, o deviație standard (Std.dev) de 0,049%, și un coeficient de variabilitate (CV) de 11,7%.

Și aceste valori evidențiază faptul că există mici diferențe între aceste faze ceea ce înseamnă că, ori sincronizarea avântărilor cu impulsile nu sunt bine echilibrate, ori impulsile pe unul dintre segmente sunt mai echilibrate decât la celălalt, ori există mici diferențe în ambele faze, care atunci când este vorba de viteză înseamnă mult.

**Înălțimea zborurilor. (Height - cm)** – Pentru această fază s-au determinat valori cuprinse între cea mai mică valoare 17,0cm pentru pasul doi, și 28,8cm cea mai mare valoare pentru pasul trei. Calculându-se media generală a fazelor de zbor s-a obținut valoarea de 23,8cm, din care s-a calculat o deviație standard (Std dev) de 0,048%, și un coeficient de variabilitate CV de 21,7%. Aceste valori au scos în evidență dezechilibre între lucrul muscular al membrelor inferioare.

**Puterea (Power - W/kg)** – dezvoltată pe fiecare pas a atins valori cuprinse între 14,26W/kg în pasul al doilea și 22,27W/kg în pasul al patrulea. Pe baza celor patru valori determinate pentru fiecare pas s-a calculat o medie aritmetică (Avg) de 19,72W/kg, din care a rezultat o abaterea standard (Std dev) de 2,72% și un coeficient de variabilitate (CV) de 16,2%. Și în această fază apar diferențe între modul în care lucrează musculatura membrelor inferioare pe ambele faze.

**Ritmul pașilor (Pace – [steps/s]/s)**– pentru cadența pașilor de alergare pe secundă s-a încadrat între 1,02 [steps/s]/s, cea mai mică valoare în pasul al treilea și 1,22 [steps/s]/s în pasul al patrulea, ceea ce înseamnă că în pasul doi valoarea timpului de contact pe sol a fost mai mare din cauza lipsei de inerție pe care ar fi trebuit să o imprime masei corporale în momentul plecării, iar media aritmetică (Avg) a fost de 1.04, din care s-a dedus o deviație standard (Std dev) de 0,11%, și coeficient de variabilitate (CV) de 9.7%.

**Analiza secvențială a pașilor de alergare.** - Analizând parametrii înregistrați (tabelul nr.9) din analiza evoluției subiectului 1 la alergarea din startul de jos. Pentru început au fost determinate valori ale lungimilor pașilor pentru fiecare picior în parte, precum și o lungime totală a distanței parcurse în cei pentru pași de alergare.

Aceste valori au fost de  $135 \pm 21$  (CV 15,7%) pentru piciorul stâng, și  $350 \pm 296$  (CV 15,7%) pentru piciorul drept din care a rezultat o diferență de (-158,9%). Distanța totală încadrându-se în circa  $410 \pm 234$  (CV 57.0%).

Sunt analizați parametrii de timp pentru fiecare fază a pasului de alergare, atât pe faza de sprijin, care prezintă momente distincte, - de amortizare și de impulsie, cât și pentru piciorul pendulant, care trece și el prin două faze după desprinderea din sprijinul pe sol, - de tracțiune și avântare, care durează până când piciorul de sprijin (contact) finalizează impulsia.

Tabelul 9. Parametri inițiali ai fazelor specifice pașilor

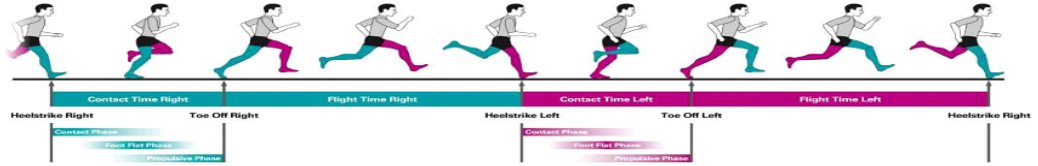
**B. D.**

28. 06. 2018 14. 32. 45

**OPTO JUMP**  
WWW.OPTOJUMP.COM next

**5M SPEED RUNNING COPY**

Run Report



Lengths		Step length [cm]	Right	135±21 (CV 15,7%)	
		Left	350±296 (CV 84,8%)		
		Diff.	-158,9%		
		Step length [cm]	410±234 (CV 57,0%)		
Time parameters					
Flight time	Right	0,091±0,010 (CV 11,0%) [33,6%]			
	Left	0,081±0,000 (CV 0,0%) [35,1%]			
	Diff.	11,0%			
Contact time	Right	0,183±0,041 (CV 22,4%) [66,4%]			
	Left	0,143±0,011 (CV 7,7%) [64,9%]			
	Diff.	21,9%			
Contact phase	Right	0,018±0,025 (CV 138,9%) [11,9%]			
	Left	0,012±0,015 (CV 125,0%) [9,2%]			
	Diff.	33,3%			
Foot flat	Right	0,152±0,077 (CV 50,7%) [80,6%]			
	Left	0,118±0,032 (CV 27,1%) [82,6%]			
	Diff.	22,4%			
Propulsive phase	Right	0,012±0,011 (CV 91,7%) [7,5%]			
	Left	0,012±0,006 (CV 50,0%) [8,3%]			
	Diff.	0,0%			
	Pace [steps/min]		233,51±28,79 (CV 12,3%)		
Height	Right	1,0±0,2 (CV 20,0%)			
	Left	0,8±0,0 (CV 0,0%)			
	Diff.	20,0%			
Stride angle	Right	1,725±0,104 (CV 6,0%)			
	Left	1,316±0,000 (CV 0,0%)			
	Diff.	23,7%			
Speed parameters					
Speed [m/s]	Right	5,00±1,34 (CV 26,8%)			
	Left	6,06±0,00 (CV 0,0%)			
	Diff.	-21,2%			
	Average speed [m/s]		5,36±1,13 (CV 21,6%)		

28. 06. 2018 14. 32. 45

Page 2

**Timpul total de zbor (Flight time)** – Pentru fazele în care impulsurile sunt realizate de piciorul drept, fost determinate valori ale piciorului drept cuprinse între 0,091sec±0,010sec, cu un coeficient de variabilitate (CV 11,0%) [33,6%], iar pentru piciorul stâng pendularea a avut determinate valori cuprinse între 0,081sec±0,000sec, cu un coeficient de variabilitate de (CV0,0 %) [35.1%] - diferența dintre ele fiind de 11,0%. Aceasta ne arată că există rezerve prin aducerea valorilor ambelor picioare la același nivel.

**Timpul de sprijin (Contact time)** – pentru piciorului drept au fost calculate valori de circa 0,183sec±0,041sec, cu valori ale coeficientului de variabilitate de (CV-22,4%) [66,4%], iar pentru piciorul stâng valori ale timpului de circa



0,143sec±0,011sec, din care s-a calculat un coeficient de variabilitate de (CV-7,7%) [64,9%]. Diferența dintre cele două segmente a fost de 21,9%, ceea ce sugerează că trebuie lucrat mai mult pentru dinamica piciorul stâng pentru a echilibra impulsurile ambelor picioare.

**Faza de amortizare – (Foot flat)**– Momentele de contact cu solul realizate inițial printr-o amortizare mai întâi pe piciorul drept, pentru care au fost determinate până la momentul verticalei valori de circa 0,152sec±0,077sec, din care a rezultat un coeficient de variabilitate (CV– 50,7%) [80,6%], în timp ce pentru piciorul stâng au fost determinați timpi cu valori de 0,118sec±0,032sec, din care a rezultat un coeficient de variabilitate de (CV– 27,1% ) [82,6%]. Diferența dintre valorile celor două segmente fiind de 22,4%.

**Faza de impulsie – (Propulsive phase)** – După proiecția centrului de greutate trece spre înainte și pe verticală au fost determinate pentru piciorul drept valori de 0,012sec±0,011sec, din care s-a calculat un coeficient de variabilitate de (CV-91,7%) [7,5%], iar pentru piciorul stâng, după ce C.G.M. a trecut de punctul de contact pe sol începând impulsia, au rezultat timpi de 0,012sec±0,006sec, din care s-a determinat un coeficient de variabilitate (CV50,0%) [8,3%], și o diferență de 0,0. Putem spune că există o oarecare diferență între cele două valori ale impulsiei.

**Ritmicitatea alergării – (Pace-step/min)** – Luând în considerare frecvența pașilor de alergare pe minut, a fost calculată valoarea de 233,51±28,79 de pași/minut, din care a fost determinat un coeficient de variabilitate (CV13,3%). Aceste valori sunt totuși destul de mari dacă le raportăm la numărul redus de pași pentru care au fost determinate.

**Înălțimea zborurilor (Height - cm)** – Oscilațiile pe care le descrie centrul general de masă (CGM) în raport de punctul maxim al înălțimii în momentul zborului, și momentul sprijinului. Înălțimea momentului de sprijin pe piciorul drept a fost determinată o valoare de 1,0cm±0,2cm, cu un coeficient de variabilitate (CV ) de 20,0%, iar pentru piciorul stâng a fost calculată la o valoare de 0,8cm±0,0cm cu un coeficient de variabilitate (CV) de 0,0%, cu o diferență de 20,0%.

**Unghiul de impulsie (Stride angle)** - Unghiul pe care se realizează impulsia trebuie să asigure dezvoltarea unei accelerări progresive și rapide din momentul ruperii accelerației 0, printr-o traiectorie cât mai liniară și progresiv ascendentă a CGM. a atins valori de 1,725°±0,104° la un CV 6,0%, iar pentru piciorul stâng valorile au fost de 1,316°±0,000° cu un CV0,0%, care au dat o diferență de 23,7%.

**Parametrii vitezei de deplasare (Speed m/s).** Au fost realizate valori pentru piciorul drept de 5,00m/s+1,3m/s (CV26,8) și 6,06m/s+0,00m/s pe piciorul stâng (CV 0.00%) diferența dintre cele două valori a fost 21,2%.

**Viteza medie (Average speed -m/s)** - dezvoltată pe primii pași la plecarea din startul de jos a fost determinată la valoarea de 5.36m/s±1,13m/s (CV 21,6%).

### 3.7 Analiza testării finale din punct de vedere biomecanic grupei experimentale de subiecți

#### 3.7.1 Analiza biomecanică a testării finale a subiectului 1

Analiza biomecanică de forţă, durată, viteză alergării a parametrilor măsurati și analizați de programul OPTOJUMP se numără, media aritmetică (avg.) a lungimii pașilor de alergare, și coeficienții variabilitate (CV), referitori la toate fazele pașilor de alergare (tabelul14).

Astfel, au fost determinați:

**Timpii de contact (T.Cont. - s)** – care au avut valori de cuprinse între 0,204sec cea mai slabă, realizată în pasul doi și cel mai bun timp de 0,231sec realizat în pasul trei. Din valorile acestor pași s-au calculat – media aritmetică (Avg) cu valoarea de 0,215sec, abaterea standard (Std dev.) cu valoarea de 0,016% și coeficientul de variabilitate (CV) cu valoarea de 2,6%.

**Timpii de zbor (T.Flight - s)** – cu valori cuprinse între 0,135sec cel mai scurt timp și 0,174sec cea mai mare valoare. Pe baza acestor valori s-a determinat o medie aritmetică (Avg) de 0,156sec o deviație standard (Std dev) de 0,012sec, și un coeficient de variabilitate (CV) de 2,9%.

**Înălțimea zborurilor (Height - cm)** – cu valori cuprinse 10,3cm în pasul doi și 13,8cm în pasul al patrulea. Calculând media generală a zborurilor s-a obținut valoarea (Avg) de 11,5cm, cu o deviație standard (Std dev) de 2,22cm și un coeficient de variabilitate (CV) de 7,3%.

**Puterea (Power – W/kg)** - dezvoltată pe fiecare pas a avut valori cuprinse între 14,26 W/kg și 18,85 W/kg, determinând o medie aritmetică totală de 16,55W/kg, cu abaterea standard de 2,43W/kg și un coeficient de variabilitate de 6,8%.

**Ritmul pașilor (Pace – step/s)** - pe secundă se încadrează într-o medie de sub 0,65sec cu un coeficient de variabilitate (CV) de 5,11%.

Tabelul 14. Parametrii biomecanici finali - de forță, durată, viteză - S1

**Report B. D.**

09.01.2019 15:42:33



**5M SPEED RUNNING COPY**

**Data**

**Athlet**

Last name: Daniel  
First name: Budin  
Birth date: 1994  
Gender: M  
Sport: Atletism  
Discipline: 100m

**Test data**

Athlete's weight [Kg]: 81  
Athlete height [cm]: 172  
Time effective: 00:08.39  
Total time: 01:12.36  
Specific energy [J/Kg]: 0,126  
Total energy [J]: 10,214  
Explosivity rate [%]: 114,570 %

**Test Data**

#	TCont. [s]	TFlight [s]	Height [cm]	Power [W/Kg]	Pace [step/s]/s	RSI [m/s]
1		0,135	11,1			
2	0,204	0,134	10,2	14,26	0,65	0,20
3	0,231	0,174	13,8	16,84	0,63	0,33
4	0,207	0,170	11,1	16,25	0,64	0,34
5	0,217	0,169	11,0	18,85	0,66	0,31
6						
Minimum	(#2) 0,204	(#2) 0,135	(#2) 10,2	(#2) 14,26	(#3) 0,63	(#2) 0,20
Maximum	(#3) 0,231	(#3) 0,174	(#3) 13,8	(#4) 18,85	(#5) 0,66	(#4) 0,34
Avg	0,215	0,156	11,5	16,55	0,65	0,30
Std dev	0,016%	0,012%	2,22%	2,43%	0,06%	0,06%
CV	2,6%	2,9%	7,3%	6,8%	5,11%	6,7%

09.01.2019 13:42:33

Pag.1



VIA STADIVARI, 4 | BOLZANO | ITALY | TEL. +39 0471 501532 | FAX +39 0471 501524 | [INFO@MICROGATE.IT](mailto:INFO@MICROGATE.IT)

**Analiza secvențială a pașilor de alergare S1 (tabelul 15)** - adică parametri referitori la media aritmetică (Avg.) și coeficienții variabilitate (CV) a lungimii pașilor de alergare, dar și al fiecărei secvență a pașilor de alergare.

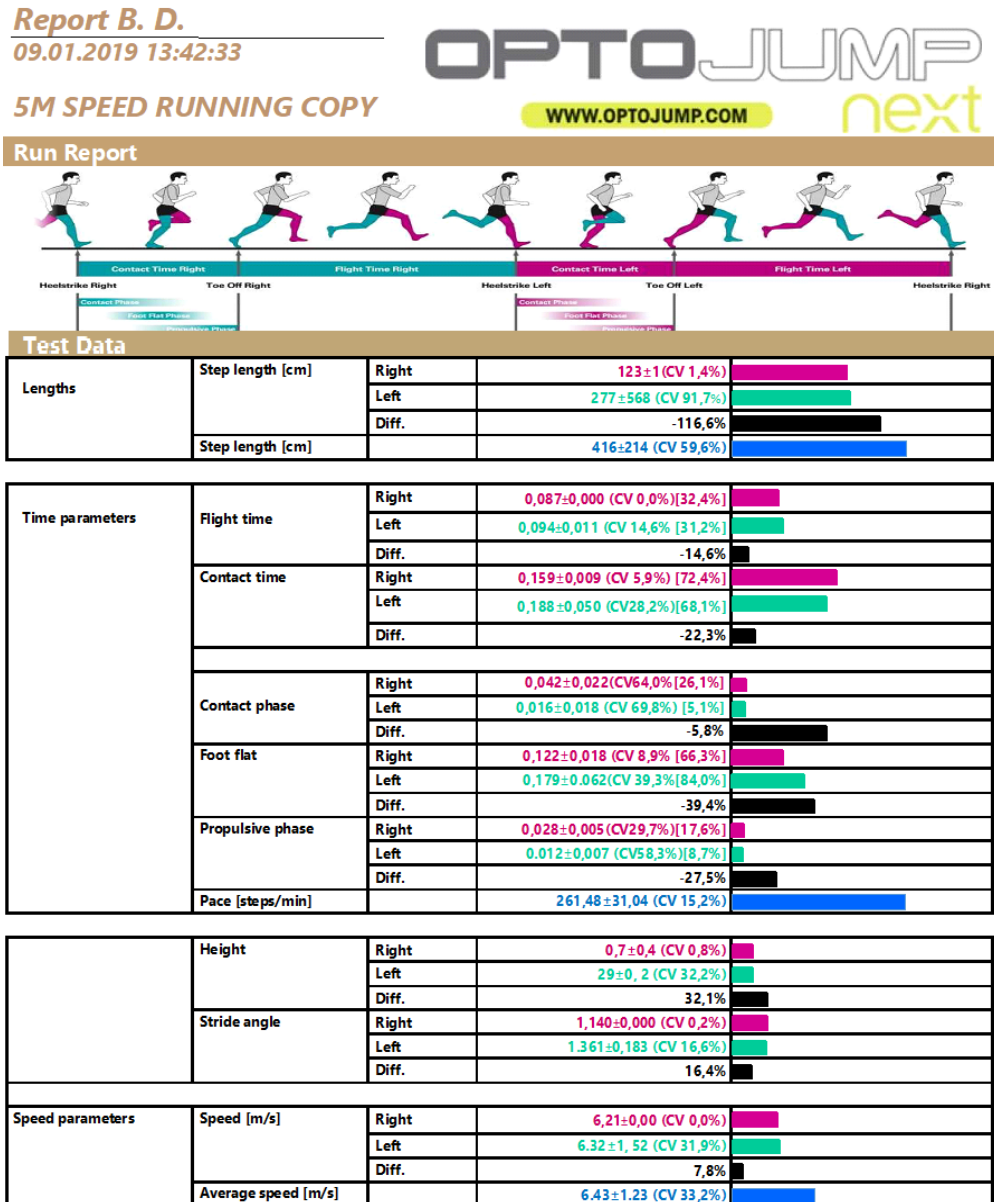
Analizând parametrii înregistrați din evoluției sportivului 1 la alergarea din startul de jos, constatăm că în prima secvență sunt înregistrați timpi și viteze, pentru fiecare fază a dinamicii pașilor de alergare.

Aceste valori au fost de  $123 \pm 1 \text{cm}$  (CV 0,4%) pentru piciorul stâng, și  $277 \pm 568 \text{cm}$  (CV 91,7%) pentru piciorul drept. Cu o diferență de (-116,6%). Distanța totală încadrându-se în circa  $416 \text{cm} \pm 214 \text{cm}$  (CV 56,6%). Sunt luate în considerare toate momentele - de amortizare, până când proiecția centrului general de greutate trece de punctul de sprijin spre înainte, și - de impulsie, cât și pentru piciorul pendulant, care trece și el prin două faze după desprinderea din sprijinul pe sol, începând cu perioada de pendulare posterioară - de tracțiune, în care trece de verticală, începe pendularea anterioară - de avântare.

**Timpul total de zbor (Flight time)** - Pentru fazele în care impulsile sunt realizate de piciorul drept, fost determinate valori ale piciorului drept cuprinse între  $0,087 \text{sec} \pm 0,000 \text{sec}$ , cu un coeficient de variabilitate (CV 0,000%) [32,4%], iar pentru faza de impulsie pe piciorul stâng și pendulare a piciorului drept au fost determinate valori cuprinse între  $0,094 \text{sec} \pm 0,011 \text{sec}$ , din care a rezultat un coeficient de variabilitate de (CV 14,6 %) [31.2%] - diferența dintre aceste

două momente fiind de 14,6%, ceea ce ne arată că există rezerve prin aducerea valorilor ambelor picioare la acelaşi nivel.

Tabelul 15. Parametri finali ai fazelor specifice paşilor de alergate S1



**Faza de sprijin (Contact phase)** – Din analiza timpilor de contact realizați de piciorul drept a fost de determinate valori de 0,042sec±0,021sec, pe baza cărora s-au determinat pentru fiecare pas valori ale coeficientului de variabilitate de (CV.64,0%) [26,1%], în timp ce pentru faza de sprijin pe piciorul stâng au fost determinați timpi cuprinși între

0,016sec±0,018sec din care s-a calculat un coeficient de variabilitate (CV– 69,8%) [5,1%], - diferența dintre cele două secvențe fiind de 22,3%.

**Faza de amortizare – (Foot flat)** – Momentele de contact cu solul realizate inițial printr-o amortizare mai întâi pe piciorul drept, pentru care au fost determinate până la momentul verticalei valori de circa 0,122sec±0,008 sec, din care a rezultat un coeficient de variabilitate (CV– 8,9%) [66,3%], în timp ce pentru piciorul stâng au fost determinați timpi cu valori de 0,179sec±0,008sec, din care a rezultat un coeficient de variabilitate de (CV– 39,3% ) [84,0%]. Diferența dintre valorile celor două segmente fiind de (-39,4%). Rezultă că în această fază valorile mai bune au fost cele realizate de piciorul drept.

**Faza de impulsie – (Propulsive phase)** – După ce dinamica pasului de alergare trece proiecția centrului de greutate spre înainte și trece de momentul verticalei au fost determinate pentru piciorul drept valori de 0.028sec±0,005 sec, din care s-a calculat un coeficient de variabilitate de (CV29,7%) [17,6%], iar pentru piciorul stâng, după ce C.G.M. a trecut de punctul de contact pe sol începând impulsia, au rezultat timpi de 0,012sec±0,007sec, din care s-a determinat un coeficient de variabilitate (CV58,3%) [8,7%], generând o diferență de 27,8.

**Ritmicitatea alergării – (Pace -steps/min)** – Luând în considerare frecvența pașilor de alergare pe minut, a fost calculată valoarea de 261,48 ±31,04 de pași pe minut, din care a fost determinat un coeficient de variabilitate (CV15,2%). Aceste valori sunt totuși destul de mari dacă le raportăm la numărul redus de pași pentru care au fost determinate.

**Înălțimea traiectoriei – (Height)** Oscilațiile centrului masă (CGM) sunt, calculate în raport de punctul maxim al înălțimii în momentul zborului, cu momentul sprijinului pe fiecare picior. Raportate la înălțimea minimă a momentului sprijinului pe piciorul drept au fost determinate valori de 0,67±0,4, cu un CV 0,8%, iar în raport cu punctul minim atins de centrul de masă pe piciorul stâng a fost calculată la o valoare de 29±0,2 cu un coeficient de variabilitate (CV) de 32,2%, din care a rezultat o diferență de 32,4%.

**Unghiul de impulsie (Stride angle):** – Unghiul pe care se realizează impulsii pe piciorul drept a atins valori de 1,140°±0,000° la un CV 0,2%, iar pentru piciorul stâng valorile au fost de 1,361°±0,183° cu un coeficient de variabilitate CV de 16,6%, care au dat o diferență de 16,4%, și trebuie să asigure o traiectorie cât mai liniară și progresiv ascendentă a CGM.

Parametrii vitezei de deplasare (Speed m/s). Au fost realizate valori pentru piciorul drept de 6,21m/s±0,00m/s (CV0,0) și 6,32±1,52 (CV 31,9%) pentru piciorul stâng.

**Viteza medie (Average speed [m/s])** - dezvoltată pe primii pași la plecarea din startul de jos a fost determinată la valoarea de 6.4m/s±1.23m/s (CV 33,2%).

### 3.8. Analiza testării inițiale din punct de vedere tehnic a startului de jos a grupei experimentale de subiecți

Analiza tehnicii plecărilor din startul de jos, a succesiunii secvenţelor filmate cu frecvenţă mare care ne dă posibilitatea de a depista erorile pe care trebuie să le corectăm, şi să evidenţiem aspectele (secvenţele) pe care trebuie să le perfecţionăm.

Deoarece cercetarea noastră se referă la tehnica plecării din startul de jos prin perfecţionarea blocului de start, astfel încât să permită o reglare cât mai fină atât a distanţelor dintre blocurile de start, cât şi a unghiurilor de înclinare a acestora în funcţie de gradul de mobilitate a articulaţiilor membrelor inferioare dar şi al capacităţii de forţă de care dispune fiecare atlet.

Adică :

- momentul impulsiei executată de piciorul din faţă în primul bloc de start;
- timpul aferent fazei de pendulare a piciorului din spate - tracţiune–avântare;
- înălţimea traiectoriei pe care o descrie piciorul pendulant faţă de sol până la contactul următor;
- timpul de zbor între fazele de sprijin succesiv pe sol ale fiecărui pas;
- timpii de contact pe sol, adică fazele de amortizare şi de impulsie al fiecărui pas;
- pentru fiecare dintre acestea calculându-se valori în limita unor erori minimale.

Pentru ca plecarea din blocstart să fie cât mai eficientă trebuie ca sportivul să realizeze o plecare corectă, în aşa fel încât după comanda "gata" să adopte poziţia cea mai eficientă, din care la semnalul de start, să poată executa concomitent cu plonjonul rapid al corpului spre înainte, extensia rapidă şi maximă în articulaţiile piciorului din primul bloc de start şi cu avântarea piciorului din înapoi într-un pendul scurt, rapid spre înainte.

### 3.8.1 Analiza iniţială a tehnicii startul de jos a subiectului 1

**Poziţia "gata" de aşteptare a semnalului de start.** Subiectul 1 realizează la nivelul genunchiului piciorului din primul bloc un unghi (1), din fig. 47, de  $980 \pm 3^\circ$ , mai mic comparativ cu testarea preliminară care a fost de aproximativ  $1070 \pm 3^\circ$ .

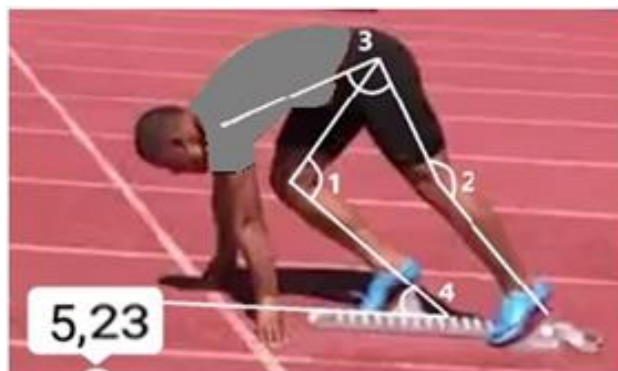


Figura 47. Parametrii unghiulari ai comenzii "gata"

Nu aceeaşi evoluţie a avut-o unghiul (2) format de articulaţia genunchiului piciorului din blocul din spate, care se deschide mult până la  $1670\pm 3$ . Această abordare i-a permis să deplaseze proiecţia axei umerilor spre înainte peste linia de start, având în acest fel o poziţie mai avântată. Din această poziţie gamba piciorului din faţă, formează cu suprafaţa de alergare un unghi (4) de impulsie de  $370\pm 3$ .

Unghiul (3) dintre trunchi şi piciorul din spate a fost de  $910\pm 3$ . Această poziţie permite sportivului să înalţe mai mult nivelul bazinului astfel că la semnalul de start va putea efectua un plonjon eficient spre înainte astfel încât plecarea sa fie mult mai eficientă.

Este logic faptul că dacă se imprimă trunchiului o inerţie mare, picioarele vor putea lucra într-o frecvenţă mai mare şi cu o creştere progresivă a lungimii primilor paşi.

**Finalizarea impulsiei din blocul de start.** Analizând poziţia şi unghiurile plecării în primul pas în figura 48, se constată că abordarea pe care o etalează subiectului 1, se bazează pe o "rezultantă" generată de vectorul de impulsie cu vectorul generat de inerţia plonjonului energetic spre înainte a masei corporale, după recepţionarea semnalului de start.

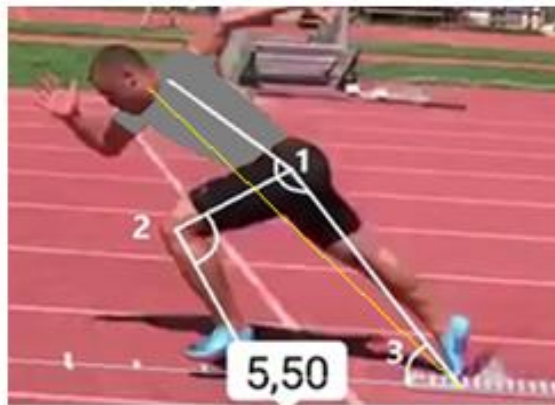


Fig.nr. 48. Parametrii unghiulari ai impulsiei din blocul de start. (0,27sec)

Considerăm că această abordare, poate fi mai eficientă decât abordarea, în care vectorul de impulsie este identic cu axul longitudinal al corpului atletului, deoarece în prima variantă există un spaţiu mai mare de manevră, pentru picioare, între corpul atletului şi suprafaţa de alergare, dar şi pentru că poate genera o creştere a frecvenţei paşilor pe care o dă instinctul de conservare de a evita "căderea".

Din punct de vedere biomecanic unghiurile care au fost generate, la nivelul bazinului (1) figura 48 de  $1750\pm 3$  şi nivelul atins de avântarea genunchiului piciorului pendulant (2) figura 48 de  $90^\circ\pm 3$ , îi permit să realizeze o ciclicitate bună şi bine coordonată pe lansarea de la start, plecarea fiind realizată pe un unghi (3) figura 48, de  $480\pm 3$ .

Durata totală de la recepţionarea semnalului de start până la finalizarea impulsiei a fost de  $0,27\text{sec}\pm 0,033\text{sec}$ , valoare care confirmă faptul că poziţia adoptată la comanda "gata" a fost corectă.



**Contactul cu solul după primul zbor .** Această fază a durat circa  $0,07\text{sec} \pm 0,033\text{sec}$  și s-a realizat la aproximativ  $60\text{cm} \pm 5\text{cm}$  de la linia de start -fig.nr. 49 (puțin cam prea pe vârful piciorului stâng, ceea ce din punct de vedere biomecanic nu este corect, deoarece favorizează o prelungire a contactului pe sol).

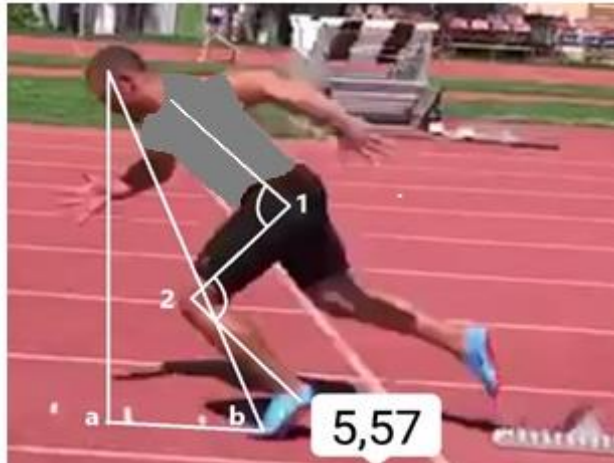


Fig.nr. 49. **Parametrii unghiulari ai aterizării în primul pas**  
(0,07sec)

Poziția din figura 49 în care a aterizat atletul după terminarea primului zbor, favorizează trecerea rapidă peste punctul de sprijin pentru efectuarea pasului următor.

Unghiurile formate la nivelul articulațiilor genunchiului (2) de circa  $880 \pm 3$  și la nivelul bazinului de piciorul de contact (1)  $900 \pm 3$ , permit o angrenare rapidă a tuturor grupelor musculare extensoare aferente triplei extensii.

Pentru ca impulsia fie realizată pe cel mai bun vector, distanța dintre proiecția pe sol a capului și punctul de contact al piciorului de sprijin (impulsie) este de aproximativ  $50 \pm 5$  cm, asigurând în acest fel menținerea masei corporale în vectorul de impulsie.

**Finalizarea impulsiei pe piciorul stâng.** Trecerea în pasul al doilea s-a derulat pe durata a  $0,16\text{sec}$ , inerția masei corporale fiind generată de extensia maximă a piciorului de impulsie pe un unghi de  $560 \pm 3$  (fig.nr. 50).

Deja cumului de viteză începe să forțeze înălțarea ținutei de alergare, și acest aspect se observă în creșterea cu circa  $100 \pm 3$  a unghiului de impulsie, care la rândul său va influența și creșterea fuleului. Aceste acțiuni s-au cumulat cu inerția masei corporale generată de extensia musculaturii trunchiului care a generat la nivelul articulației coxofemorale un unghi mai mare decât în faza precedentă de impulsie, de  $1830 \pm 3$ .





Fig.nr. 50. Parametrii unghiulari ai impulsiei din primul pas

(0,16sec)

Inerția piciorului pendulant generată de avântarea spre înainte, cu genunchiul flectat într-un unghi de  $720 \pm 3$ , amplifică și ea dezvoltarea vitezei maxime posibile, dacă atinge punctul maxim al avântării în momentul extensiei maxime a piciorului de impulsie.

Toți acești factori cumulați vor asigura faza de zbor a trecerii în pasul trei următor. Pentru a asigura echilibrul necesar articulațiilor, brațele sunt flectate la aproximativ  $90^\circ \pm 3$ , și pendulează simultan dar în sens contrar, fără a genera însă rotații ample ale trunchiului, în ax longitudinal.

**Momentul contactului cu solul după aterizarea din al doilea zbor.** Analizând această fază în care subiectul 1 realizează al doilea contact cu suprafața de alergare, într-o ținută ceva mai înaltă decât faza de contact a pasului precedent (fig.nr. 51).

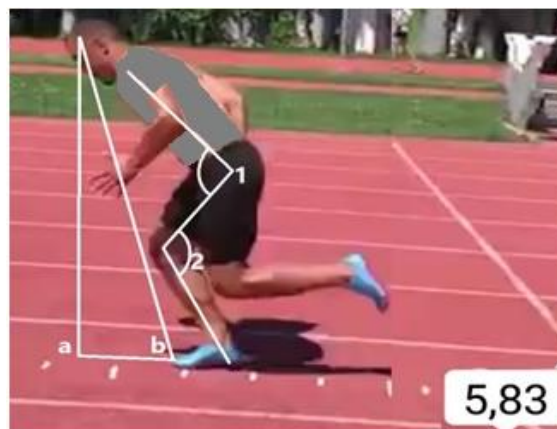


Fig.nr. 51. Parametrii unghiulari ai aterizării în pasul doi

(0,10sec)

Afirmația este confirmată de creșterea unghiurilor realizate la nivelul genunchiului față de faza anterioară. După perioada de zbor a pasului al doilea, de  $0,10 \pm 0,033$  sec, mai mică decât zborul precedent care a fost de la

0,13±0,033sec, se evidențiază o creșterea vitezei de execuție a segmentelor corpului, aspect confirmat de apropierea genunchiului piciorului pendulant de piciorul de sprijin, și de reducerea distanței dintre proiecția capului pe suprafața de alergare (a) și punctul de contact pe sol al piciorului de contact (b), care s-a redus la circa 50cm±5 cm la 35cm±5cm momentul de sprijin precedent, de la 900±3 la 1150±3, iar la nivelul articulației coxofemorale de la 880±3 la 1000±3.

Creșterea rapidă a vitezei de alergare, ar trebui să se regăsească automat în timpul de contact pe care piciorului de sprijin îl realizează cu suprafața de alergare, aspect care în nu s-a întâmplat.

Mișcarea naturală a brațelor respectă legile compensatorii ale maselor segmentelor pendulante. Adică, brațul de pe partea opusă piciorului pendulant este într-o flexie mai mare, în timp ce brațul de pe partea opusă piciorului de sprijin execută pendularea spre înapoi într-un pendul mai lung.

**Finalizarea impulsiei pe piciorul drept.** Creșterea vitezei de alergare de la un pas la altul se reflectă în evoluția dinamicii pasului trei, care a început printr-un unghi (2), fig.nr. 52 de impulsie de 480±3. Analizând poziția și unghiurile momentului de impulsie în al patrulea pas, se observă că execuția pe care o face subiectul, se suprapune peste axul longitudinal al atletului.

Este o execuție care permite continuarea accelerării rapide pentru a ajunge cât mai repede la viteza maximă în cât mai scurt timp.



Fig.nr. 52. Parametrii unghiulari ai impulsiei din pasul doi  
(0,14sec)

Unghiul pe care îl face cu coapsa piciorului pendulant (de avântare), cu piciorul de impulsie, în extensie maximă, a crescut la 1100±3. Acesta a fost generat de o viteză unghiulară derulată pe durata a 0,14±0,033sec. Mișcarea brațelor este realizată într-o flexie de circa 900±3 la articulația cotului drept, și ceva mai mare la cotul brațului stâng, de peste 1000±3, mai amplă decât la pasul precedent, dar care prin întinderea cotului reduce o parte din inerția spre înaintea a acestuia Lungimea pasului prezintă și el o progresie naturală.

**Momentul contactului cu solul după aterizarea din al treilea zbor.** După terminarea celui de-al treilea zbor aterizarea se face pe piciorul stâng, aproape în punctul proiecţiei pe sol a C.M. (centrului de masă), la o distanţă de circa 125 cm, faţă de punctul de sprijin precedent, pe care l-a parcurs în  $0,13 \pm 0,033$  sec (fig.nr. 53).



Fig.nr. 53. Parametrii unghiulari ai aterizării în pasul trei  
(0,13sec)

Parametrii momentului de contact cu solul, în figura 53, se apropie de cei specifici pasului lansat de alergare. Contactul cu solul se face pe pingea, cu călcâiul aproape de sol, cu o flexie a genunchiului sub un unghi (2) de  $1160 \pm 3$ , identic cu unghiul (1) realizat în articulația coxofemurală.

**Finalizarea impulsiei pe piciorul stâng.** Este momentul finalizării impulsiei la plecarea din pasul patru (fig.nr. 54), care a avut o evoluție ce a durat 0,13sec.

Lucrul brațelor este bine coordonat, cu flexii la ambele brațe de  $900 \pm 3^\circ$ . Aceasta poate fi considerată o evoluție mai corectă decât în pasul precedent, care combinate cu valorificarea eficientă a extensiei picioarelor, prin împărțirea masei corporale la aproape 50% pe fiecare.



Fig.nr. 54. Parametrii unghiulari impulsiei din pasul trei  
(0,13sec)

Ambele flexii, atât la genunchi cât și la articulația coxofemurală sunt realizate cu valori de  $1160 \pm 3$ . În această fază apare pentru prima dată o schimbare a unghiului format la nivelul articulației coxofemurale, în plan anterior între trunchi și piciorul de impulsie care a crescut de la  $1830 \pm 3$  la pasul doi, la  $2000 \pm 3$  în pasul patru.

Impulsia pentru pasul 4, este realizată pe un unghi de  $47^\circ \pm 3$  în timp ce piciorul pendulant execută avântarea genunchiului spre înainte flectat într-un unghi de  $81^\circ \pm 3$ .

**Momentul contactului cu solul după aterizarea din al patrulea zbor.** Analizând faza în care subiectul 1 realizează al patrulea contact cu suprafața de alergare fig. 55, într-o ținută aproape identică cu cea realizată la finalul zborului trei.

Unghiurile realizate la nivelul genunchiului se încadrează în parametri similari celui din pasul precedent.

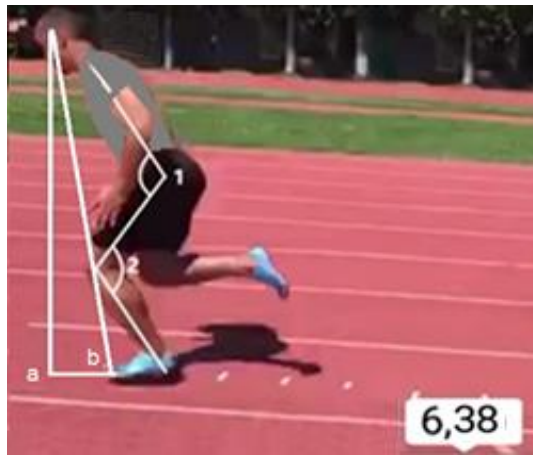


Fig.nr. 55. Parametrii unghiulari ai aterizării în pasul patru  
(0,15sec.)

După perioada de zbor, de  $0,15 \pm 0,033$ sec, mai mare decât zborul precedent care a fost de  $0,13 \pm 0,033$ sec. această creștere ar trebui să se vadă în durata lungimea pasului favorizată și de creșterea vitezei de execuție.

Parametrii tehnici ai segmentelor pendulante raportate la piciorul de sprijin evidențiază dorința de a crește viteza forfecării pentru a trece proiecția centrului de masă mai rapid peste punctul de sprijin.

Chiar dacă reducerea distanței dintre proiecția capului pe suprafața de alergare (a) și punctul de contact pe sol al piciorului de contact (b), s-a redus insesizabil față de pasul precedent  $33\text{cm} \pm 5\text{cm}$ , unghiurile segmentelor tind să lucreze de la  $900 \pm 3$  la  $1150 \pm 3$ , la fel și la nivelul articulației coxofemurale de la  $88^\circ \pm 3$  la  $100^\circ \pm 3$ .

După încheierea activității de măsurare a parametrilor testării inițiale a subiecților noștri, cu acordul atât al atleților cât și al antrenorilor acestora am trecut la aplicarea mijloacelor alese de noi.

Antrenorii, pentru că nu am intervenit în planul lor de pregătire, au acceptat ca în trei din cinci antrenamente, subiecții să execute 5- 6 plecări din startul de jos folosind poziționarea propusă de noi.

Atleţii au efectuat recomandările noastre timp de 4 luni, în lunile iulie și august în sezonul competițional desfășurat în aer liber și în lunile noiembrie și decembrie premergătoare sezonului competițional de sală conform microciclului prezentat în Anexa 2, dar și unele exerciții prezentate în Anexa 3.

### 3.9. Analiza testării finale din punct de vedere tehnic a grupei experimentale de subiecți

#### 3.9.1 Analiza finală a tehnicii startului de jos a subiectului 1

**Poziția "gata" de așteptare a semnalului de start.** În fig.nr. 74, observăm că proiecția axei umerilor este deplasată circa 15 cm spre înainte, peste linia de start, asigurând în acest fel unghiurile necesare ruperii accelerației 0 de către musculatura spatelui printr-un plonjon energic spre înainte.

Din această poziție se asigură o inerție inițială a masei corporale, care în faza imediat următoare va fi accelerată mai ușor de musculatura picioarelor.

În așteptarea semnalului de start proiecția axei umerilor este deplasată spre înainte asigurând în acest fel la nivelul genunchiului piciorului din primul bloc de start un unghi de  $830\pm 3$ , iar la nivelul articulației bazinului cu coapsa piciorului din înapoi un unghi de  $700\pm 3$ .



Fig.nr. 74. Parametrii unghiulari la comanda "gata"

Pentru ca musculatura să lucreze echilibrat și cu eficiență maximă în momentul recepționării semnalului de start, poziția adoptată la comanda „gata” ar trebui să asigure realizarea unor flexii cât mai apropiate ca mărime, la nivelul articulației genunchiului piciorului din primul bloc de start, cu cel dintre coapsa piciorului din spate cu axa trunchiului.

**Finalizarea impulsiei din blocul de start** (fig.nr. 75) o face pe un unghi de circa  $430\pm 3$ . În lucrul brațelor se observă o avântare spre înainte a brațului stâng, care contribuie eficient la creșterea inerției masei corporale cât timp piciorul de impulsie acționează în primul bloc de start.



Fig.nr. 75. Parametrii unghiulari ai impulsiei în blocul de start (0,320sec)

Avântarea genunchiului drept spre înainte este activă, piciorul în flexie plantară maximă, iar braţul drept cu cotul în flexie de circa  $900\pm 3$  acţionează şi el spre înainte compunându-se eficient cu celelalte mase inerţiale care lucrează spre înainte.

O problemă a sportivului este faptul că bazinul nu este proiectat spre înainte pentru a creşte vectorul de impulsie a coapsei piciorului drept (pendulant) pe bazin, ba din contră, el este proiectat spre înapoi compensator. Această mică eroare are ca efect scurtarea primului pas şi contactul cu solul mai pe vârf, aspect ce se va observa în secvenţa următoare, cu articulaţia cotului braţului drept în flexie la  $900\pm 3$ , generează un vector inerţial care se va compune pozitiv cu impulsia.

Analizată din plan frontal, secvenţa finalizării impulsiei din blocul de start, arată un lucru linear al picioarelor la ieşirea din blocul de start, braţele lucrează echilibrat, iar dinamica de pendulare a piciorului drept păstrează direcţia blocului de start, fără devieri laterale.

**Contactul cu solul după primul zbor** (fig.nr. 76) care se realizează pe piciorul drept într-un unghi de circa  $580\pm 3$ , această fază a durat circa  $0,1000\pm 0,33$ sec.

Fig.nr. 76. Parametrii unghiulari ai aterizării în primul pas



(0,100sec)

Contactul cu solul s-a realizat la o distanţă de circa 60 cm peste linia de plecare, iar de la primul bloc de start la o distanţă de circa 115cm. Avântarea masei corporale a generat o proiecţie pe sol a capului la circa 60 cm spre înainte, faţă de punctul de contact pe sol al piciorului drept.

Braţele lucrează compensator şi alternativ cu picioarele, încercând să păstreze un echilibru cât mai bun pentru eficientizarea impulsiei.

**Finalizarea impulsiei pe piciorul drept.** Fig. nr. 77 analizată din plan frontal se constată dorinţa de a valorifica la maxim inerţiile segmentelor pendulante, aspect care pe parcurs se va vedea că nu îl reuşeşte în totalitate.

Analizată din lateral secvenţa din figura 77, scoate în evidenţă o finalizare a impulsiei pe un unghi de circa  $520\pm 3$ , în care atletul încearcă să eficientizeze cât mai bine impulsia pe piciorul drept.





Fig.nr. 77. Parametrii unghiulari ai impulsiei din primul pas  
(0,128sec)

Trecerea din momentul aterizării peste momentul verticalei până la finalizarea impulsiei s-a realizat pe durata a circa  $0,128 \pm 0,033$ sec. Execuția tehnică evidențiază dorința de a crește eficiența impulsiei dar pierde într-o oarecare măsură, sincronizarea avântărilor cu impulsia, cum ar fi pendularea prematură a gambei spre înainte, care însă are ca efect un ușor recul al bazinului spre înapoi, iar brațul stâng are un pendul mai lung care orientează o parte din inerția pe care o generează spre înapoi.

Privită din plan frontal, nu se observă tendințe de deviere laterală a impulsiei, alergarea fiind liniară. Singurele probleme fiind amplitudinea prea mare de pendulare a brațului drept spre înapoi și reculul bazinului spre înapoi determinat de flexia coapsei pe bazin a piciorului pendulant.

**Momentul contactului cu solul după aterizarea din al doilea zbor** (fig.nr. 78) care s-a derulat pe durata de  $0,116 \pm 0,033$ sec și a parcurs o distanță de circa 115cm de la sprijinul precedent pe sol, circa 175cm de la linia de start și circa 230cm de la primul bloc de start.

Analizând dinamica membrelor la momentul în care se realizează contactul cu solul se constată faptul că "forfecarea" pe faza de zbor a fost activă, fapt dovedit de faptul că genunchiul piciorului pendulant a depășit spre înainte piciorul de sprijin.

Contactul cu solul s-a făcut la o distanță de circa 35cm înapoia proiecției capului pe sol într-un unghi de circa  $670 \pm 3$ . La contactul cu solul călcâiul este mai coborât decât la faza precedentă, dar mai are rezerve pentru a reduce la maxim timpul de contact pe sol (amortizarea).



Fig.nr. 78. Parametrii unghiulari ai aterizării în pasul doi (0,100sec)

Analizată din plan frontal nu se observă tendințe de oscilații laterale ale segmentelor pendulante, sau ale direcțiilor de impulsie, păstrând direcțiile blocurilor de start.

**Finalizarea impulsiei pe piciorul stâng** (fig.nr. 79) s-a derulat pe durata a  $0,091 \pm 0,33$  sec, mai rapid decât în faza de impulsie precedentă. Ne referim la perioada de sprijin care a avut în vedere amortizarea, trecerea peste momentul verticalei până la finalizarea impulsiei. Impulsia s-a finalizat pe un unghi de circa  $50^\circ$ , încercând să crească viteza de alergare.

Ca și în faza precedentă a impulsiei pe piciorul stâng, segmentele pendulante piciorul drept, și brațele generează inerții care se compun pozitiv cu forța de impulsie a piciorului de impulsie.

Și în această fază se observă o tendință de recul a bazinului compensator cu flexia coapsei piciorului drept pe bazin. Analizată din plan frontal în figura nr. 79 nu se observă tendințe de oscilații laterale ale segmentelor pendulante, sau ale direcțiilor vectorilor de impulsie, păstrând linia blocurilor de start.



Fig.nr. 79. Parametrii unghiulari ai impulsiei din pasul doi

(0,091 sec)

**Momentul contactului cu solul după aterizarea din al treilea zbor** (fig.nr. 80) s-a derulat pe durata de  $0,135 \pm 0,33$  sec, parcurgând o distanță de circa 125 cm de la contactul precedent cu solul, de circa 300 cm raportată la linia de start, și circa 355 cm de la primul bloc de start.



Fig.nr. 80 Parametrii unghiulari ai aterizării în pasul trei (0,135sec)

Contactul cu solul este realizat mult prea pe "vârful" piciorului, la circa 35 cm în spatele proiecției capului pe sol, pe un unghi de circa  $720 \pm 3$ . Contactul pe vârf are ca efect creșterea duratei amortizării.



Analizată din plan frontal nu sunt evidențiate oscilații laterale ale segmentelor pendulante față de direcția de alergare.

**Finalizarea impulsiei pe piciorul drept** (fig.nr. 81), respectiv perioada de sprijin care a avut în vedere amortizarea, trecerea peste momentul verticalei până la finalizarea impulsiei s-a derulat pe durata a  $0,114 \pm 0,33$ sec, ceva mai eficientă decât faza sprijinului precedent.

Impulsia s-a finalizat pe un unghi de circa  $540 \pm 0,3$ , printr-o atitudine ceva mai eficientă decât faza precedentă, piciorul pendulant acționând mai eficient decât în impulsia precedentă avântarea genunchiului spre înainte, a acționat asupra bazinului care nu mai prezintă acea rămânere înapoi. Pierde însă și aici controlul brațului drept, care produce inerție negativă spre înapoi.

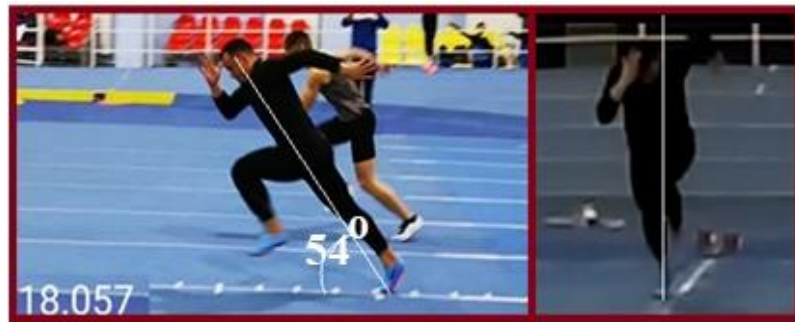


Fig.nr. 81. Parametrii unghiulari ai impulsiei din pasul trei (0,24sec)

**Momentul contactului cu solul după aterizarea din al patrulea zbor** (fig.nr. 82) s-a derulat pe durata de  $0,082 \pm 0,33$ sec, parcurgând o distanță de circa 135 cm de la faza de contact precedent iar raportată la linia de start la 435 cm, și circa 490 cm de la primul bloc de start. I.



Fig.nr. 82. Parametrii unghiulari ai aterizării în pasul patru

(0,086sec)

Această fază a fost diferită de precedentele faze de zbor, mai ales prin durata ei, în care contactul cu solul a fost cu circa  $0,050 \pm 0,33$ sec mai rapidă, dar "forfecarea picioarelor" a fost mai lentă, la momentul contactului cu solul, piciorul pendulant fiind mult rămas în urmă. Avântarea peste punctul de sprijin a fost realizat la circa 20 cm față de proiecția capului pe sol.

Distanţa dintre proiecţia capului pe sol şi punctul de contact al piciorului stâng pe sol este şi ea mai mare – peste 40 cm.

Analizată din plan frontal, piciorul stâng nu mai are deviaţie spre stânga, contactul fiind realizat aproape de axul central al alergării.

### 3.10. Interpretarea statistico-matematică a datelor alergării după plecarea din startul de jos

#### Analiza timpilor primului zbor

Tabelul 20. Timpuri de zbor 1

Indicatori statistici	T.I.	T.F.	Indicatori statistici diferenţe rezultate		
Media	0.073	0.112	Diferenţă medii (TF-TI)	0.039	52.7%
Mediana	0.070	0.100	95% C.I. Diferenţă	(0.008 ; 0.070)	
Abatere standard	0.025	0.037	Test t dependent bilateral	t - critic	df
Minim	0.050	0.083		4.303	2
Maxim	0.100	0.153		T	P
Amplitudine	0.050	0.070		5.356	0.033
Coef. Variaţie	34.3%	32.6%	Mărime efect		3.09

Timpul mediu la zborul 1 a crescut cu 0.039 sec (52.7%), de la 0.073 la testarea iniţială, la 0.112 sec la testarea finală. Cu o încredere de 95% diferenţa a mediilor se află în intervalul (0.008 ; 0.070).

Rezultatele sunt dispersate neomogen în cazul ambelor testări. Conform testului de semnificaţie t dependent, creşterea este semnificativă statistic,  $p=0.033 < 0.05$ ,  $t=5.356 > 4.303$  (t critic),  $df=2$  şi  $\alpha=0.05$ .

Indicele de mărime a efectului indică o creştere a mediei mare spre foarte mare la testarea finală.

Valorile medii şi diferenţele individuale dintre rezultate determinate la cele două testări sunt redată grafic în fig.nr.101, respectiv fig. 102.

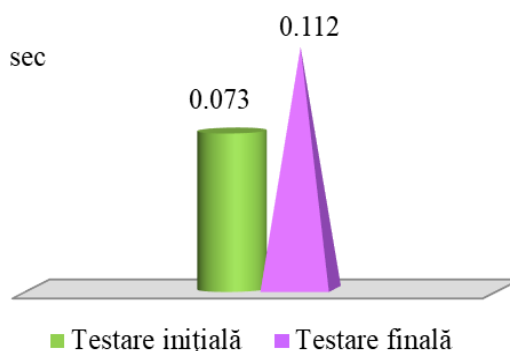


Fig. nr. 101. Evoluţia grafică a mediei timpilor la primul zbor

Tabelul 21. Sinteza timpilor de zbor 1

Diferență Medii	Încadrare CV	Semnificație p	Mărime Efect	Ipoteza de nul
0.039 (52.7%)	Dispersie neomogenă în cazul ambelor testări.	diferență mediilor este semnificativă statistic	Diferență mare spre foarte mare	se respinge

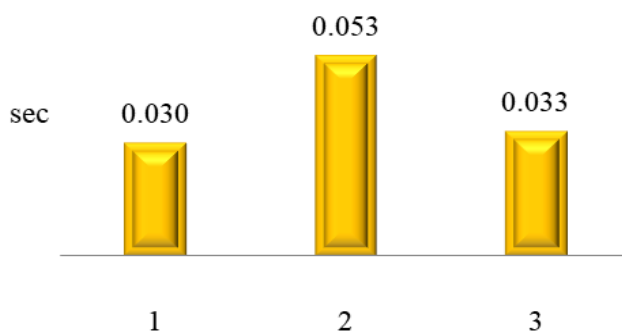


Fig.nr. 102. Diferențele dintre rezultatele individuale (TF-TI) la primul zbor

### Concluziile analizei timpilor primului zbor

Datele rezultate din analiza statistică a primului zbor evidențiază o creștere importantă a fazei de zbor, după desprinderea din blocul de start, ceea ce confirmă faptul că abordarea tehnică propusă de noi pentru plecarea din startul de jos este mai eficientă.

Creșterea valorilor obținute la testarea finală comparativ cu valorile inițiale, ne arată faptul că trecerea unui procent important din sarcina "ruperii accelerației "0" a masei corporale de pe musculatura picioarelor, care în unele cazuri ajungea până la peste 70% din masa corporală, în sarcina musculaturii spatelui și a musculaturii fesiere, iar musculaturii coapselor și gambelor revenindu-le sarcina de a crește eficiența desprinderii finale din impulsie.

Ridicarea axei bazinului mai mult peste nivelul axei umerilor, concomitent cu trecerea greutății corporale peste linia de start, pe bra e, a avut ca efect creșterea frecvenței și lungimii pasului.

### Analiza timpilor zborului al doilea

Tabelul 22. Timpuri de zbor 2

Indicatori statistici	T.I.	T.F.	Indicatori statistici diferențe rezultate		
Media	0.077	0.102	Diferență medii (TF-TI)	0.025	33.5%
Mediana	0.070	0.112	95% C.I. Diferență	(-0.032 ; 0.083)	
Abatere standard	0.021	0.020	Test t dependent bilateral	t – critic	df
Minim	0.060	0.079		4.303	2
Maxim	0.100	0.116		T	p
Amplitudine	0.040	0.037		1.927	0.194
Coef. Variație	27.2%	19.8%	Mărime efect		1.11

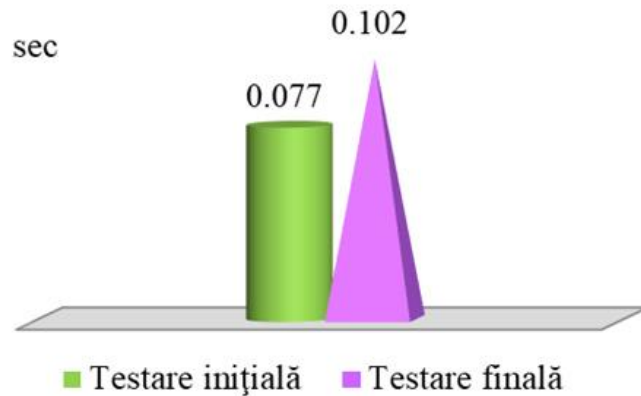


Fig.nr. 103. Evoluția grafică a mediei timpilor la zborul al doilea

La zborul 2 timpul mediu a crescut cu 0.025 sec (33.5%), de la 0.077 la testarea inițială, la 0.102 sec la testarea finală. În intervalul (-0.032 ; 0.083) se află diferența mediilor în 95% din cazuri.

Rezultatele sunt dispersate relativ omogenă în cazul ambelor testări. Potrivit testului de semnificație t dependent, creșterea este ne semnificativă statistic,  $p=0.194 > 0.05$  pentru  $t=1.927 < 4.303$  (t critic),  $df=2$  și  $\alpha=0.05$ .

Indicele de mărime a efectului arată o creștere mare spre foarte mare a mediei la testarea finală. Mediile timpilor de zbor la cele două testări și progresul individual al sportivilor sunt redată grafic în fig. nr.103, respectiv fig.nr.104.

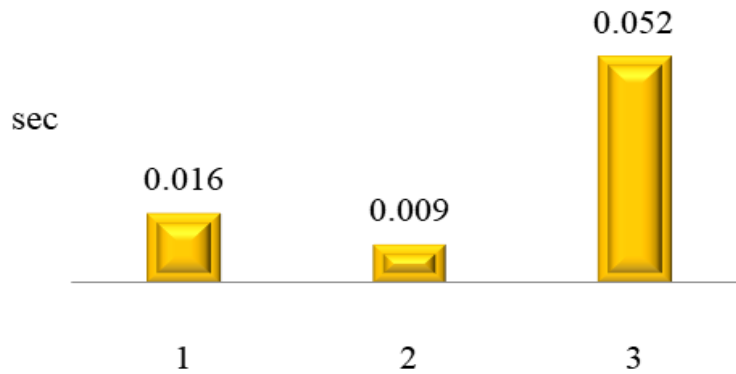


Fig.nr.104. Diferențele dintre rezultatele individuale (TF-TI) la zborul 2.

Tabelul 23. Sinteza timpilor de zbor 2

Diferență medii	Încadrare CV	Semnificație p	Mărime efect	Ipoteza de nul
0.025 (33.5%)	dispersie relativ omogenă în cazul ambelor testări.	diferența mediilor este ne semnificativă statistic	diferență mare spre foarte mare	se acceptă

### Concluziile analizei timpilor zborului doi

Creşterea mediilor dintre iniţial şi final, confirmă faptul că abordarea tehnică a celor trei subiecţi la plecarea din startul de jos este eficientă.

Creşterea valorilor obţinute la testarea finală comparativ cu valorile iniţiale, ne arată faptul că trecerea unui procent important din sarcina "ruperii acceleraţiei "0" a masei corporale de pe musculatura picioarelor, care în unele cazuri ajungea până la peste 70% din masa corporală, în sarcina musculaturii spatelui şi a musculaturii fesiere, iar musculaturii coapselor şi gambelor revenindu-le sarcina de a creşte eficienţa desprinderii finale din impulsie.

Datele rezultate din analiza statistică a celui de-al doilea zbor evidenţiază aceleaşi creşteri a zborurilor, confirmând faptul că abordarea tehnică propusă de noi pentru plecarea din startul de jos este eficientă.

Ridicarea axei bazinului mai mult peste nivelul axei umerilor, concomitent cu trecerea greutăţii corporale peste linia de start, pe bra e, a avut ca efect creşterea frecvenţei şi lungimii pasului.

Comparativ cu celelalte zboruri această fază prezintă cele mai mari progresii.

### Analiza timpilor zborului al treilea

Tabelul 24. Timpuri zbor 3

Indicatori statistici	T.I.	T.F.	Indicatori statistici diferenţe rezultate		
Media	0.100	0.120	Diferenţă medii (TF-TI)	0.020	19.7%
Mediana	0.100	0.114	95% C.I. Diferenţă	(-0.033 ; 0.072)	
Abatere standard	0.030	0.013	Test t dependent bilateral	t - critic	df
Minim	0.070	0.110		4.303	2
Maxim	0.130	0.135		T	p
Amplitudine	0.060	0.025		1.605	0.250
Coef. Variaţie	30.0%	11.2%	Mărime efect		0.93

Timul mediu a crescut la zborul 3 cu 0.020 sec (19.7%), de la 0.100 la testarea iniţială, la 0.120 sec la testarea finală. Intervalul de încredere pentru diferenţa mediilor este (-0.033;0.072).

Dispersia timpilor de zbor este relativ omogenă la testarea iniţială şi omogenă la testarea finală.

Rezultatele testului t dependent arată o creştere a timpului mediu de zbor nesemnificativă statistic,  $p=0.250>0.05$  pentru  $t=1.605<4.303$ (t critic),  $df=2$  şi  $\alpha=0.05$ .

Mărimea efectului indică o creştere mare a mediei la testarea finală. Timpii medii de zbor la cele două testări şi progresul individual al sportivilor sunt redate grafic în fig.nr.105, respectiv fig.nr.106.

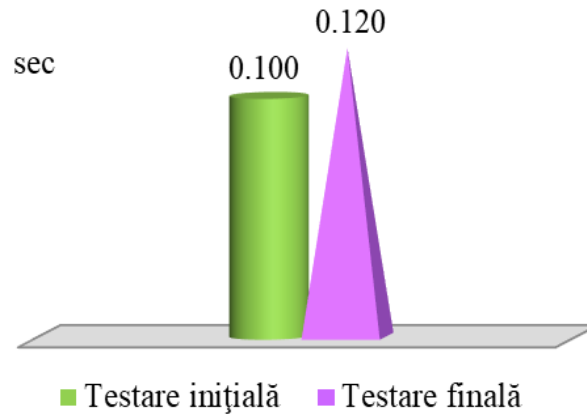


Fig. 105. Evoluția

grafică a mediei timpilor la

zborul 3.

Tabelul 25. Sinteză Timpi de zbor 3

Diferență medii	Încadrare CV	Semnificație p	Mărime efect	Ipoteza de nul
0.020 (19.7%)	dispersie relativ omogenă inițial și omogenă la final.	diferența mediilor este nesemnificativă statistic	diferență mare	se acceptă

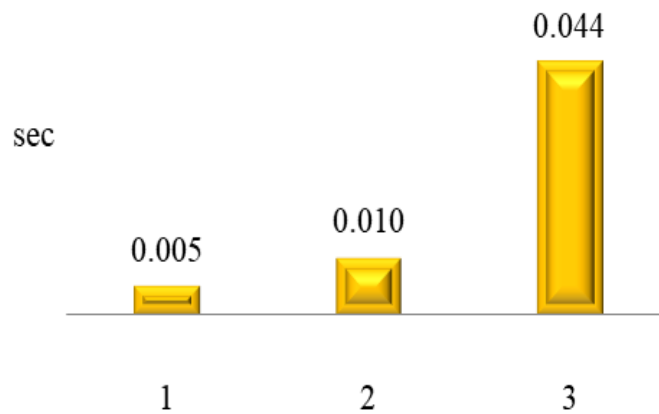


Fig.nr.106. Diferențele dintre rezultatele individuale (TF-TI) la zborul 3

### *Concluziile analizei timpilor zborului trei*

Datele rezultate din analiza statistică a celui de-al treilea zbor evidențiază creșterea zborurilor asemănătoare pasului precedent.

Creşterea mediilor dintre iniţial şi final, continuă să confirme faptul că abordarea tehnică la plecarea din startul de jos este eficientă, mai ales la primii doi subiecţi, care sunt sprinteri specializaţi, şi mai puţin la subiectul trei care, fiind decatlonist, nu are aceeaşi cursivitate a lansării de la start.

Pasul realizat de subiectul trei, pe o traiectoriei mai înaltă a CGM, a avut ca efect o realizare mai puţin eficientă a relaţiei optime între lungimea şi frecvenţa pasului..

Primii doi subiecţi reuşesc evoluţii mai echilibrate decât subiectul trei, prezentând creşteri echilibrate pe această fază de zbor realizând valori de 0,016 sec. subiectul 1, şi 0,009 sec, care reflectă o foarte bună coordonare a alergării.

### Analiza timpilor zborului al patrulea

Tabelul 26. Timpuri de zbor 4

Indicatori statistici	T.I.	T.F.	Indicatori statistici diferenţe rezultate		
Media	0.097	0.111	Diferenţă medii (TF-TI)	0.014	14.8%
Mediana	0.100	0.103	95% C.I. Diferenţă	(-0.074 ; 0.102)	
Abatere standard	0.006	0.030	Test t dependent bilateral	t – critic	df
Minim	0.090	0.086		4.303	2
Maxim	0.100	0.144		T	P
Amplitudine	0.010	0.058		0.702	0.556
Coef. Variaţie	6.0%	26.9%	Mărime efect		0.41

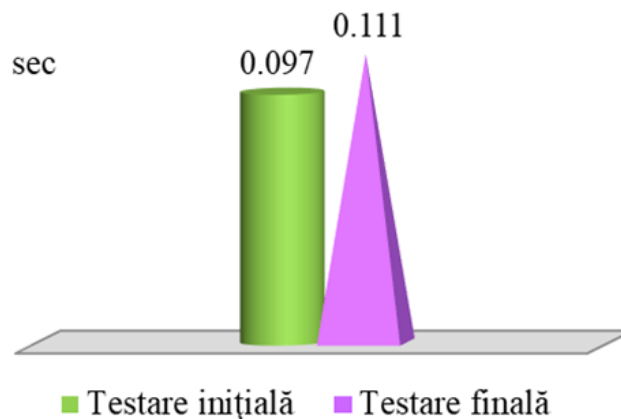


Fig. nr. 107. Evoluția grafică a mediei timpilor la zborul 4

Timpul mediu la zborul 4 a scăzut cu 0.012 sec (10.0%), de la 0.123 la testarea inițială la 0.111 sec la testarea finală. Cu o încredere de 95% diferența mediilor se află în intervalul (-0.162 ; 0.138).

Timpii la zborul 4 sunt dispersați relativ omogen în cazul ambelor testări. Testul t dependent arată o diferență între cele două medii ne semnificativă statistic,  $p=0.757 > 0.05$  pentru  $t=0.354 < 4.303$  (t critic),  $df=2$  și  $\alpha=0.05$ . Scăderea indicată de valoarea indicelui de mărime a efectului la testarea finală este mică.

Timpii medii la zborul 4 realizați la cele două testări și progresul individual al sportivilor sunt redată grafic în fig.nr.107, respectiv fig.nr.108.

Tabelul 27. Sinteza timpilor de zbor 4

Diferență medii	Încadrare CV	Semnificație p	Mărimea efect	Ipoteza de nul
0.014 (14.8%)	dispersie omogenă inițial și relativ omogenă la final.	creșterea este ne semnificativă statistic	diferență mică spre mijlocie	se acceptă

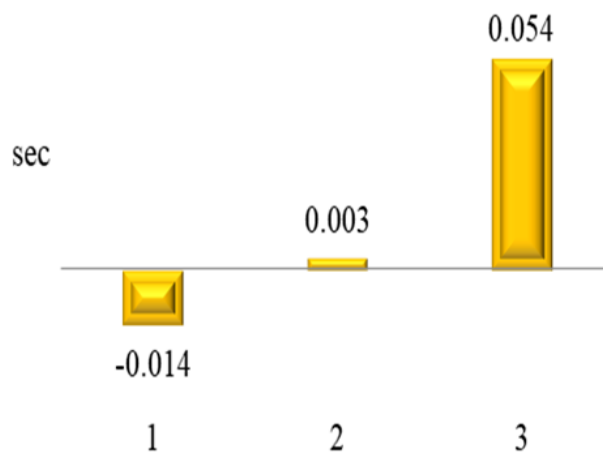


Fig. nr. 108. Diferențele dintre rezultatele individuale (TF-TI) la zborul 4

### *Concluziile analizei timpilor zborului patru*

Datele rezultate statistic evidențiază și de această dată o creștere a mediei în zborul 4, după desprinderea din pasul precedent.

Efectele inerției imprimată masei corporale după prima fază de zbor pe care le realizează subiectul al treilea, concomitent cu înălțarea traiectoriei - centrului general de masă (CGM), au ca efect o diminuare a lungimii pasului de alergare.



**Analiza timpilor primului sprijin**

Tabelul 28. Timp de sprijin 1

Indicatori statistici	T.I.	T.F.	Indicatori statistici diferențe rezultate		
Media	0.180	0.144	Diferență medii (TF-TI)	-0.036	20.2%
Mediana	0.180	0.128	95% C.I. Diferență	(-0.105 ; 0.033)	
Abatere standard	0.020	0.040	Test t dependent bilateral	t - critic	df
Minim	0.160	0.114		4.303	2
Maxim	0.200	0.189		T	p
Amplitudine	0.040	0.075		2.267	0.152
Coef. Variație	11.1%	27.8%	Mărime efect		1.31

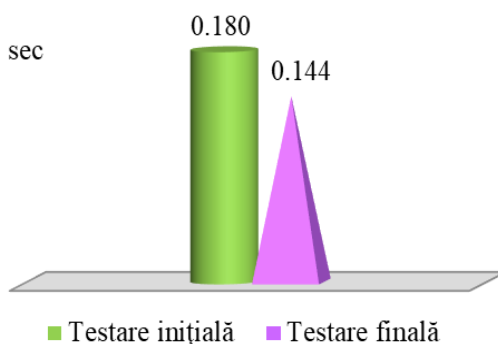


Fig. nr. 109. Evoluția grafică a mediei timpilor la primul sprijin

Timpul 1 de sprijin a scăzut cu 0.036 sec (20.2%), de la 0.180 la testarea inițială, la 0.144 sec la testarea finală. Intervalul de încredere pentru diferența mediilor este (-0.105 ; 0.033).

Dispersia timpilor de sprijin este omogenă la testarea inițială și relativ omogenă la testarea finală. Conform testului de semnificație t dependent, scăderea este nesemnificativă statistic,  $p=0.152 > 0.05$  pentru  $t=2.267 < 4.303$  (t critic),  $df=2$  și  $\alpha=0.05$ .

Diferența mediilor este mare spre foarte mare potrivit valorii indicelui de mărime a efectului. În graficele din fig.nr.109 și fig.nr. 110 sunt prezentate mediile respectiv diferențele individuale dintre timpii obținuți de sportivi la cele două testări.

Tabelul 29. Sinteză timp de sprijin 1

Diferență medii	Încadrare CV	Semnificație p	Mărime efect	Ipoteza de nul
-0.036 (20.2%)	dispersie omogenă inițial și relativ omogenă la finală.	diferența mediilor este nesemnificativă statistic	diferență mare spre foarte mare	se acceptă

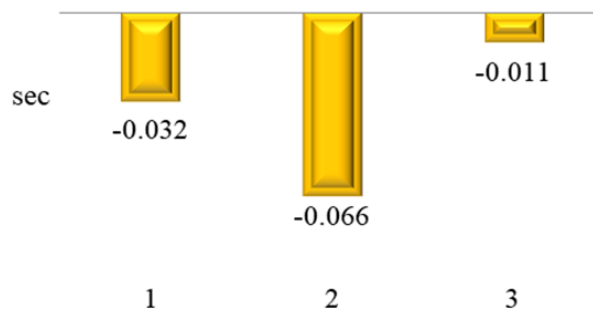


Fig.nr.110. Diferențele dintre rezultatele individuale (TF-TI) la primul sprijin

### *Concluziile analizei timpilor primului sprijin*

Datele rezultate din analiza statistică a aterizării la finalul primului zbor, sunt în principal influențate de faza precedentă de zbor.

De regulă orice creștere importantă a fazei de zbor, după desprinderea din blocul de start, are ca efect o creștere a fazei de sprijin următor.

Creșterea valorilor obținute la testarea finală, comparativ cu valorile inițiale, ne arată faptul că, repartizarea echilibrată a masei corporale pe grupele musculare puternice, cresc eficiența pașilor de alergare.

### **Analiza timpilor celui de al doilea de sprijin**

Tabelul 30. Timpuri de sprijin 2

Indicatori statistici	T.I.	T.F.	Indicatori statistici diferențe rezultate		
Media	0.147	0.114	Diferență medii (TF-TI)	-0.033 22.5%	
Mediana	0.140	0.117	95% C.I. Diferență	(-0.079 ; 0.013)	
Abatere standard	0.021	0.021	Test t dependent bilateral	t - critic	df
Minim	0.130	0.091		4.303	2
Maxim	0.170	0.133		T	p
Amplitudine	0.040	0.042		3.118	0.089
Coef. Variație	14.2%	18.6%	Mărime efect		1.80

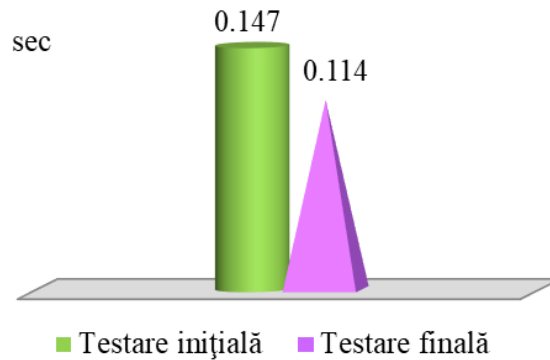


Fig.nr. 111. Evoluția grafică a mediei timpilor la sprijinul 2

Timpul mediu la sprijin 2 a scăzut cu 0.033 sec (22.5%), de la 0.147 la testarea inițială, la 0.114 sec la testarea finală. Diferența a mediilor se află în intervalul (-0.079 ; 0.013). În 95% din cazuri.

Dispersia timpilor este omogenă la testarea inițială și relativ omogenă la testarea finală. Testul t dependent arată o diferență a mediilor nesemnificativă statistic,  $p=0.089>0.05$  pentru  $t=3.118<4.303$  (t critic),  $df=2$  și  $\alpha=0.05$ .

Indicele de mărime a efectului indică o diferență mare spre foarte mare între cele două medii. La sprijin 2 timpii medii obținuți la cele două testări și progresul individual al sportivilor de la o testare la alta sunt redată grafic în fig.111, respectiv fig.112.

Tabelul 31. Sinteză timpi de sprijin 2

Diferență medii	Încadrare CV	Semnificație p	Mărimea efect	Ipoteza de nul
-0.033 (22.5%)	dispersie omogenă inițial și relativ omogenă la final.	diferență mediilor este nesemnificativă statistic	diferență mare spre foarte mare	se acceptă

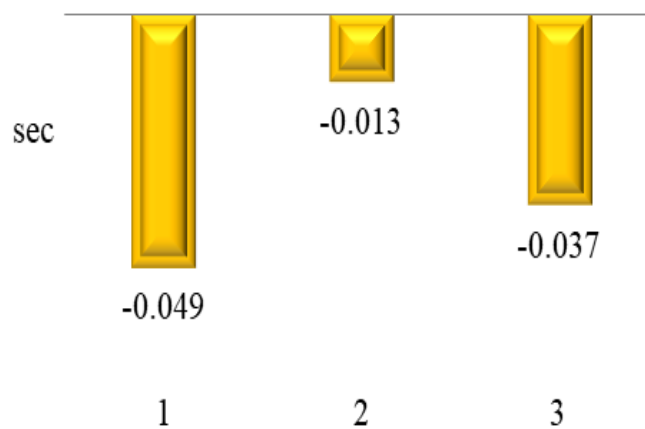


Fig.nr. 112. Diferențele dintre rezultatele individuale (TF-TI) la sprijinul 2

### Concluziile analizei timpilor celui de al doilea sprijin

Datele statistice rezultate ale sprijinului 2 evidențiază o scădere a mediei perioadei de sprijin.

Evoluția descendentă a mediilor dintre inițial și final, deși este pozitivă, eficiența a avut o diminuare a valorilor, la subiectul trei care, nu are aceeași cursivitate a lansării de la start.

Datele rezultate din analiza statistică a celui de-al treilea sprijin evidențiază creșteri asemănătoare sprijinului precedent.

### Analiza timpilor al treilea de sprijin

Tabelul 32. Timpuri de sprijin 3

Indicatori statistici	T.I.	T.F.	Indicatori statistici diferențe rezultate		
Media	0.133	0.119	Diferență medii (TF-TI)		-0.014    11.0%
Mediana	0.130	0.120	95% C.I. Diferență		
Abatere standard	0.015	0.004	(-0.050 ; 0.020)		
Minim	0.120	0.114	Test t dependent bilateral	t – critic	df
Maxim	0.150	0.122		4.303	2
Amplitudine	0.030	0.008		T	p
Coef. Variație	11.5%	3.5%	Mărime efect		1.04

La sprijinul 3 timpul mediu a scăzut cu 0.014 sec (11.0%), de la 0.133 la testarea inițială, la 0.119 sec la testarea finală. Cu o încredere de 95% diferența mediilor se află în intervalul (-0.050 ; 0.020).

Timpii de sprijin sunt dispersați omogen în cazul ambelor testări. Potrivit testului de semnificație t dependent, diferența mediilor este ne semnificativă statistic,  $p=0.212 > 0.05$  pentru  $t=1.808 < 4.303$  (t critic),  $df=2$  și  $\alpha=0.05$ . Mărimea efectului arată o diferență între medii mare spre foarte mare.

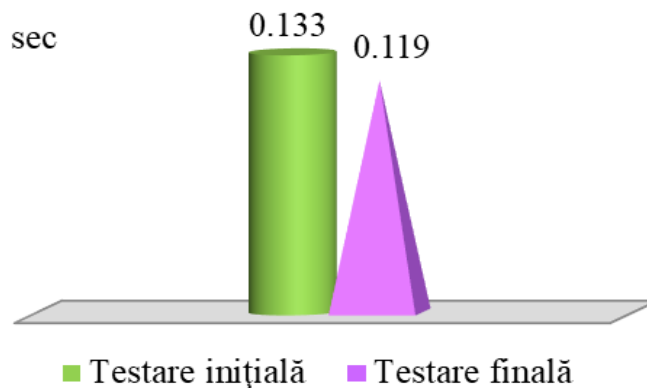


Fig. nr. 113. Evoluția grafică a mediei timpilor la la sprijinul 3

Timpii medii obşinuţi de sportivi la sprijin 3 şi progresul individual al acestora la cele două testări sunt reda i grafic în fig.nr.113, respectiv - fig.nr. 114.

Tabelul 33. Sinteză timpi de sprijin 3

Diferenţă medii	Încadrare CV	Semnificaţie p	Mărime efect	Ipoteza de nul
-0.014 (11.0%)	dispersie omogenă în cazul ambelor testări.	scăderea este ne semnificativă statistic	diferenţă mare spre foarte mare	se acceptă

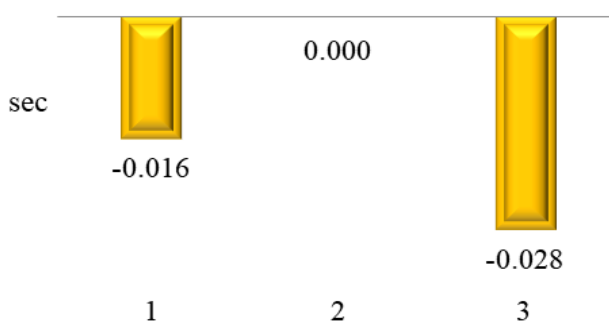


Fig.nr.114. Diferenţele dintre rezultatele individuale (TF-TI)

### Concluziile analizei timpilor celui de al treilea sprijin

Datele statistice rezultate ale sprijinului 3 evidenţiază o scădere ne semnificativă a mediei perioadei de sprijin.

Evoluţia descendentă a mediilor dintre iniţial şi final, deşi este pozitivă, eficienţa a avut o diminuare a valorilor, la subiectul trei care, nu are aceeaşi cursivitate a lansării de la start.

Datele rezultate din analiza statistică a celui de-al treilea sprijin evidenţiază creşteri asemănătoare sprijinului precedent.

### Evoluţia individuală a timpilor fazelor de zbor

Tabel nr. 34 Evoluţia valorilor ratelor de progres a fazelor de zbor

Sportivi	Progres individual in secunde si în procente					
	Zbor 1	Zbor 2	Zbor 3	Zbor 4	Media	Rata de progres
S1	0.030 / 42.9%	0.016 / 16.0%	0.005 / 3.8%	-0.014 / 14.0%	0.009	9.25%
S2	0.053 / 53.0%	0.009 / 12.9%	0.010 / 10.0%	0.003 / 3.0%	0.019	20.27%
S3	0.033 / 66.0%	0.052 / 86.7%	0.044 / 62.9%	0.054 / 60.0%	0.046	67.78%

Subiectul 1. Primul zbor realizat de subiectul 1, a fost determinat la valoarea de 0,030sec care reprezintă 42,9% la sută din traviul personal, pentru zborul al doilea a fost determinată valoarea de 0,016 sec care reprezintă 16% din

travaliul personal, pentru zborul trei a fost determinat o durată în valoare de 0,005sec, care reprezintă 3,8% din travaliul personal, iar zborul 4 a avut valoarea de -0,014 sec, pentru care s-a calculat o valoare procentuală de 14,0%.

Pe baza acestor valori s-a determinat o rată de progres finală de 9,25%.

Subiectul 2. Primul zbor realizat de subiectul 2, a fost determinat la valoarea de 0,053sec care reprezintă 53,0% la sută din travaliul personal, pentru zborul al doilea a fost determinată valoarea de 0,009 sec care reprezintă 12,9% din travaliul personal, pentru zborul trei a fost determinată o durată în valoare de 0,010 sec, care reprezintă 10,0% din travaliul personal, iar zborul 4 a avut valoarea de 0,003 sec, pentru care s-a calculat o valoare procentuală de 3,0%.

Pe baza acestor valori s-a determinat o rată de progres finală de 20,27%

Subiectul 3. Primul zbor realizat de subiectul 3, a fost determinat la valoarea de 0,033 sec care reprezintă 66,0% la sută din travaliul personal, pentru zborul al doilea a fost determinată valoarea de 0,052 sec care reprezintă 86,7% din travaliul personal, pentru zborul trei a fost determinată o durată în valoare de 0,044 sec, care reprezintă 62,9% din travaliul personal, iar zborul 4 a avut valoarea de 0,054 sec, pentru care s-a calculat o valoare procentuală de 60,0%.

Pe baza acestor valori s-a determinat o rată de progres finală de 67,78%.

#### Evoluția individuală a timpilor fazelor de sprijin

Tabelul nr. 35 Evoluția valorilor ratelor de progres a fazelor de sprijin

Sportiv i	Progres individual in secunde si în procente				
	Sprijin 1	Sprijin 2	Sprijin 3	Media	Rata de progres
S1	-0.032 / 20.0%	-0.049 / 35.0%	-0.016 / 12.3%	-0.027	20.19%
S2	-0.066 / 36.7%	-0.013 / 10.0%	0.000 / 0.0%	-0.025	22.50%
S3	-0.011 / 5.5%	-0.037 / 21.8%	-0.028 / 18.7%	-0.011	11.00%

Subiectul 1. Primul sprijin realizat de subiectul 1, a fost determinat la valoarea de -0,032 sec care reprezintă 20,0% la sută din travaliul personal, pentru sprijinul al doilea a fost determinată valoarea de -0,049 sec care reprezintă 35,0 % din travaliul personal, iar pentru zborul trei a fost determinată o durată a sprijinului în valoare de -0,016 sec, care reprezintă 12,3% din travaliul personal. S-a determinat o rată de progres finală de 20,19%

Subiectul 2. Primul sprijin realizat de subiectul 2, a fost determinat la valoarea de -0,066 sec care reprezintă 36,7% la sută din travaliul personal, pentru sprijinul al doilea a fost determinată valoarea de -0,013 sec care reprezintă 10,0 % din travaliul personal, iar pentru zborul trei a fost determinată o durată a sprijinului în valoare de -0,000 sec, care reprezintă 0,0% din travaliul personal. S-a determinat o rată de progres finală de 22,50%

Subiectul 3. Primul sprijin realizat de subiectul 3, a fost determinat la valoarea de -0,011 sec care reprezintă 5,5% la sută din travaliul personal, pentru sprijinul al doilea a fost determinată valoarea de -0,037 sec care reprezintă 21,8% din travaliul personal, iar pentru zborul trei a fost determinată o durată a sprijinului în valoare de -0,028 sec, care reprezintă 18,7% din travaliul personal. S-a determinat o rată de progres finală de 11,00%.

### Analiza statistică a timpilor de zbor

Tabel nr. 36 .Calculul indicatorilor statistici ai fazelor de zbor

Indicatori statistici								
Zbor	Testarea inițială			Testare finală			T	p
	media $\pm\sigma$	Mediana	CV	media $\pm\sigma$	Mediana	CV		
Zbor 1	0.073 $\pm$ 0.025	0.070	34.3%	0.112 $\pm$ 0.037	0.100	32.6%	5.356	0.033*
Zbor 2	0.077 $\pm$ 0.021	0.070	27.2%	0.102 $\pm$ 0.020	0.112	19.8%	1.9268	0.194
Zbor 3	0.100 $\pm$ 0.030	0.100	30.0%	0.120 $\pm$ 0.013	0.114	11.2%	1.6052	0.250
Zbor 4	0.097 $\pm$ 0.006	0.100	6.0%	0.111 $\pm$ 0.030	0.103	26.9%	0.7015	0.556

t critic = 4.303 (valoarea din tabelele Student, pentru  $\alpha = 0.05$  și  $df = 2$  grade de libertate); t = statistica t calculată cu testul t dependent bilateral; p = pragul de semnificație determinat cu testul t bilateral (\*  $p < 0.05$ ); cv = coeficient variație

$\sigma$  = abaterea standard

Zborul 1. – a avut la testarea inițială valoarea medie de 0.073 $\pm$ 0.025 iar la testarea finală valoarea medie de 0.112 $\pm$ 0.037.

Progresul mediu între cele două testări a fost de -( 0.033)

Abaterea standard la cele două testări a fost de – ( $\pm$ 0,025 inițial și  $\pm$  0.037 final)

Valoarea testului  $t_f$  – a fost de – (5,356) pentru  $p > 0.05$

Mărimea efectului a fost (3,09)

Zborul 2 – a avut la testarea inițială valoarea de 0.073 $\pm$ 0.025, iar la testarea finală valoarea de 0.112 $\pm$ 0.037.

Progresul mediu între cele două testări a fost de –(-0.033)

Abaterea standard la cele două testări a fost de – ( $\pm$ 0.025 inițial și  $\pm$ 0.037 final)

Valoarea testului  $t_f$  – a fost de – (1,927) pentru  $p > 0.05$

Mărimea efectului a fost (1,11)

Zborul 3 – a avut la testarea inițială valoarea de 0.100 $\pm$ 0.025, iar la testarea finală valoarea de 0.120 $\pm$ 0.013.

Progresul mediu între cele două testări a fost de  $-(-0.033)$

Abaterea standard la cele două testări a fost de  $-(-0,01)$

Valoarea testului  $t_f$  – a fost de  $-(1,6052)$  pentru  $p > 0.05$

Mărimea efectului a fost (0.93)

Zborul 4 – a avut la testarea inițială valoarea de  $0.097 \pm 0.006$ , iar la testarea finală valoarea de  $0.111 \pm 0.030$ ,

Progresul mediu între cele două testări a fost de  $-(-0.033)$

Abaterea standard la cele două testări a fost de  $-(\pm 0.006, \text{și } \pm 0.030)$

Valoarea testului  $t_f$  – a fost de  $-(1,702)$  pentru  $p > 0.05$

Mărimea efectului a fost (0.41)

### Analiza statistică a timpilor de sprijin

Tabel nr. 37. Calculul indicatorilor statistici ai fazelor de sprijin

Indicatori statistici								
Sprijin	Testarea inițială			Testare finală			T	p
	media $\pm\sigma$	Mediana	CV	media $\pm\sigma$	median a	CV		
Sprijin 1	$0.180 \pm 0.020$	0.180	11.1%	$0.144 \pm 0.040$	0.128	27.8%	2.267	0.152
Sprijin 2	$0.147 \pm 0.021$	0.140	14.2%	$0.114 \pm 0.021$	0.117	18.7%	3.1182	0.089
Sprijin 3	$0.133 \pm 0.015$	0.130	11.5%	$0.119 \pm 0.004$	0.120	3.5%	1.8084	0.212

$t_{\text{critic}} = 4.303$  (valoarea din tabelele Student, pentru  $\alpha = 0.05$  și  $df = 2$  grade de libertate);

$t$  = statistica  $t$  calculată cu testul  $t$  dependent bilateral;

$p$  = pragul de semnificație determinat cu testul  $t$  bilateral (\*  $p < 0.05$ )

$cv$  = coeficient variație;  $\sigma$  = abaterea standard

Sprijin 1. – a avut la testarea inițială valoarea medie de  $0.180 \pm 0.020$  iar la testarea finală valoarea medie de  $0.144 \pm 0.040$ .

Progresul mediu între cele două testări a fost de (0.152)

Abaterea standard la cele două testări a fost de  $(\pm 0.020 / \pm 0.040)$

Valoarea testului  $t_f$  – a fost de (2,267) pentru  $p > 0.05$



Mărimea efectului a fost (1,31)

Sprijin 2 – a avut la testarea inițială valoarea de  $0.133 \pm 0.015$ , iar la testarea finală valoarea de  $0.114 \pm 0.021$ .

Progresul mediu între cele două testări a fost de  $-(-0.089)$

Abaterea standard la cele două testări a fost de  $(\pm 0.015 / \pm 0.021)$

Valoarea testului  $t_f$  – a fost de  $- (3,118)$  pentru  $p > 0.05$

Mărimea efectului a fost (1,80).

Sprijin 3 – a avut la testarea inițială valoarea de  $0.100 \pm 0.025$ , iar la testarea finală valoarea de  $0.133 \pm 0.015$ .

Progresul mediu între cele două testări a fost de (0.112)

Abaterea standard la cele două testări a fost de  $(\pm 0.015 / \pm 0.004)$

Valoarea testului  $t_f$  – a fost de  $- (1,808)$  pentru  $p > 0.05$

Mărimea efectului a fost (1,04)

#### Confirmarea ipotezei 2 a cercetării experimentale

Conform datelor rezultate din cercetarea de bază, și a analizei rezultatelor obținute în urma testărilor inițiale și finale interpretate prin prelucrare statistică-matematică, se constată că rezultatele obținute atât individual, cât și în grup, prezintă rate de progres în care ( $t_f$ ) este mai mare decât pragul de semnificație ( $> 0.05$ ), ceea ce confirmă ipoteza a doua.

#### Analiza statistică a unghiurilor de impulsie în blocstart

Se cere calcularea valorilor individuale ale testului Student ( $t$ ) din tabelul nr. 38, de mai jos, pentru evoluția unghiurilor de impulsie în primul pas, de la testarea inițială - la testarea finală.

Tabelul nr. 38. Unghiurile de impulsie realizate la testarea inițială și testarea finală

	INIȚIAL		FINAL	PROGRESIA
Subiect 1	$380 \pm 3$	Subiect 1	$450 \pm 3$	-70
Subiect 2	$370 \pm 3$	Subiect 2	$470 \pm 3$	-100
Subiect 3	$410 \pm 3$	Subiect 3	$450 \pm 3$	-40
media	$48,70 \pm 3$	Media	$45,70 \pm 3$	-70

Tabelul nr. 39. Evoluția testului  $t$  de la testarea inițială la testarea finală a unghiului impulsiei

	INIȚIAL	Valoare( $t_i$ )	FINAL		Valoare( $t_f$ )	( $t_f - t_i$ )	PROGRESIA
Subiec 1	$380 \pm 3$	$0,066 \pm 0.02$ 5	Subiect 1	$450 \pm 3$	$0,032 \pm 0.03$ 7	$0,034 \pm 0.03$ 7	$-70 \pm 3$

Subiec 2	370±3	0,069±0.02 5	Subiect 2	470±3	0,056±0.03 7	0,013±0.03 7	-100 ±3
Subiec 3	410±3	0,054±0.02 5	Subiect 3	450±3	0,035±0.03 7	0,019±0.03 7	-40 ±3
Media	38,70±3	0,089±0.02 5	media	45.70 ±3	0,041±0.03 7	0.027±0.03 7	-70 ±3

Subiectul 1. A realizat la testarea inițială, o impulsie pe un unghi cu valoare de  $380 \pm 3$ , din care s-a determinat o valoare a lui (ti) de  $0,66 \pm 0,025$ , iar după testarea finală a realizat o impulsie pe un unghi cu valoarea de  $450 \pm 3$ , pentru care s-a calculat o valoare a lui (tf) de  $0,032 \pm 0,037$ , din care a rezultat o progresie de  $-70 \pm 3$ .

Subiectul 2. A realizat la testarea inițială, o impulsie pe un unghi cu valoarea de  $370 \pm 3$ , din care s-a determinat o valoare a lui (ti) de  $0,069 \pm 0,025$ , iar după testarea finală subiectul 2 a realizat (tf) de  $0,056 \pm 0,037$ , iar din diferența dintre aceste unghiuri a rezultat o progresie de  $0,0350 \pm 3$ , care la rândul ei a determinat un unghi de impulsie cu valoarea de  $-100 \pm 3$ .

Subiectul 3. A realizat la testarea inițială o impulsie al cărui unghi a avut valoarea de  $410 \pm 3$ , din care s-a calculat o valoare a lui (ti) de  $0,054 \pm 0,025$ , iar după testarea finală subiectul 3 a realizat o valoare a unghiului de impulsie de  $450 \pm 3$ , din care a rezultat o valoare a lui (tf) de  $0,035 \pm 0,037$ , din care a rezultat o progresie de  $0,0190$ , acestea generând o progresie de  $-30$ .

Tabelul 40. Analiza evoluției unghiurilor de impulsie a grupei experimentale, la plecarea din blocul de start

Zbor	Testarea inițială			Testare finală			t	p
	media±σ	Mediana	CV	media±σ	mediana	CV		
Zbor 1	0.063±0.025	0.060	29,6%	0.096±0.037	0.085	27,9%	4.532	0,028*

Ținând cont de faptul că subiecții analizați sunt sportivi profesioniști valorile unghiurilor de impulsie nu pot prezenta creșteri prea mari.

Facem precizarea că sprinterii studiați de noi sunt profesioniști, ajunși la stadiul în care - cele mai mici detalii pot face diferența între învingător și învins.

Studiul nostru nu analizează "acumulările" ci "corecțiile" tehnice referitoare la detaliile tehnice care pot genera eficiență mai mare a mișcărilor. (subiectul 2 a cărui creștere a fost de  $10^\circ$  efect - a ocupat locul doi în proba de 60 m plat la CN de sală, iar în aer liber a câștigat proba de 100m la CN, subiectul 1 care a avut o progresie de 70, a ocupat locul al treilea la CN de sală, iar subiectul 3 a cucerit titlul de Campion Național la probe combinate.

### ***Concluziile analizei statistice a unghiurilor de impulsie în blocstart***

Imprimarea unei inerţii cât mai mari masei corporale în momentul startului, depinde de unghiul pe care acţionează vectorul de impulsie, care trebuie să permită sportivului să dezvolte atât forţa maximă posibilă cât şi creşterea rapidă a indicele de frecvenţă maxim posibil.

Pentru a imprima masei corporale inerţia cea mai mare vectorii de impulsie trebuie să acţioneze pe cât posibil în Centrul General de Masă, dar şi cel mai eficient Indice de Frecvenţă, şi unghiurile cele mai permisive.

Sunt două modalităţi de rezolvare a acestor unghiuri – prima în care impulsia coincide cu axul longitudinal al corpului şi - a doua – în care vectorul de impulsie acţionează pe "rezultanta" dintre vectorul de impulsie a piciorului din primul bloc de start - cu vectorul generat de inerţia masei corporale de "plonjonul" spre înainte, dintr-o poziţie în care bazinul se ridică mai sus faţă de axa umerilor, iar proiecţia umerilor pe sol va depăşi mai mult linia de start la comanda "gata".

### Confirmarea ipotezei 1 a cercetării experimentale

Conform datelor rezultate din cercetarea de bază, şi a analizei rezultatelor obţinute în urma testărilor iniţiale şi finale interpretate prin prelucrare statistică-matematică, a valorilor unghiulare la poziţia "gata", se constată că rezultatele obţinute atât individual, cât şi în grup, prezintă rate de progres în care (tf) este mai mare decât pragul de semnificaţie ( $>0.05$ ), ceea ce confirmă prima ipoteză .

### 3.11. Concluzii capitolul 3

Pentru învăţarea şi perfecţionarea execuţiei unui element tehnic este nevoie de asigurarea unui număr cât mai mare de repetări.

Pentru a menţine un grad mare de eficienţă a elementelor tehnice de fineţe, dar şi a mecanismelor specifice asigurării substraturilor energetice, aceste elemente trebuie exersate şi repetate neîntrerupt.

Startul de jos, prin specificul lui este o acţiune motrică de mare tehnicitate care pentru a fi automatizat trebuie să i se asigure un număr mare de repetări.

Creşterea unghiului de impulsie, prin ridicarea planului orizontal al axei bazinului deasupra planului orizontal al axei umerilor şi trecerea proiecţiei axei umerilor pe sol spre înainte, peste linia de plecare, permite o finalizare mai rapidă a impulsiei, asigurând în acelaşi timp un spaţiu mai mare între trunchi şi sol.

Cu cât "plonjonul" spre înainte este mai eficient cu atât inerţia acumulată de masa corporală va permite o accelerare mai rapidă pe primii paşi.

Chiar dacă cercetarea noastră se analizează secvenţe de mişcare specifice startului de jos ale unor subiecţi "profesionişti" progresiile rezultate arată creşteri ale "mărimii efectului" pe fiecare pas 3,09, 1,11; 0,93; 0,41; pe fazele de zbor şi 1,31; 1,80; 1,04.

Rata de progres calculată pentru fazele de zbor individual a fost- pentru subiectul 1 - 9,25%, pentru subiectul 2 - 20,27%, pentru subiectul 3 - 67,78%.

Rata de progres calculată pentru fazele de sprijin individual a fost- pentru subiectul 1 - 20,19%, pentru subiectul 2 - 22,50%, pentru subiectul 3 - 11,00%.

### 3.12. Propunere pentru abordarea unei plecări din startul de jos, mai eficientă decât cea folosită în prezent

Când se doreşte alegerea poziţiei de plecare din blocurile de start trebuie să se țină cont câteva aspecte cum ar fi:

În primul rând, nu trebuie impusă ci să convingă atletul de faptul că este cea mai eficientă din toate punctele de vedere, cum ar fi:

- să permită asigurarea celor mai bune unghiuri la nivelul articulațiilor și genunchilor gleznelor, pentru a efectua extensiile succesive cu maxima eficiență, ținând cont de toate aspectele biomecanice:
- durata timpului de împingere în primul bloc de start este mai mare - când bazinul este mai coborât și cu cât primul bloc este mai apropiat de linia de plecare;
- poziția bazinului (înaltă sau joasă) și modul în care lucrează trunchiul în momentul plecării, condiționează forța de impulsie (nivelul solicitării);
- distanța dintre sol și trunchi trebuie să asigure spațiul optim necesar pentru mișcarea picioarelor. Se spune că alegerea unei anumite poziții depinde în mare măsură de calitățile morfologice și funcționale ale sportivului.

Poziția corespunzătoare comenzii "pe locuri" - sunt în contact cu blocurile de start, astfel încât genunchiul piciorului din spate să atingă solul, undeva înaintea piciorului din față;

- trunchiul este aplecat înainte și se sprijină pe brațe;
- brațele sunt paralele (la lățimea umerilor), cu mâinile așezate la linie, dar fără să o atingă;
- proiecția axei umerilor pe sol poate fi - înaintea liniei, pe linie, sau înapoia ei.

Poziția - corespunzătoare comenzii "gata" - premergătoare pocnetului de pistol, - bazinul se ridică spre în sus, până când planul orizontal al bazinului "depășește destul de mult planul orizontal al umerilor, iar unghiul realizat în articulația genunchiului atinge valoarea de  $\pm 100^\circ$ , iar axa umerilor se deplasează spre înainte peste linia de start.

Această poziție permite repartizarea masei corporale a atletului, pe cele două mari grupe musculare și puternice (musculatura picioarelor și musculatura spatelui).

Axa umerilor se deplasează spre înainte, astfel încât proiecția umerilor pe sol, să cadă spre înainte față de linia de plecare, asigurând o dezechilibrare, importantă în momentul desprinderii brațelor de pe sol.

Propunerea noastră este realizarea unui model de bloc-start care să permită o reglare fină a distanțelor și înălțimilor, iar ca poziție brațele se așează la distanțe egale față de piciorul din primul bloc-start.

Așezarea în poziția specifică pentru comanda de start „gata”, se va face în așa fel încât, între piciorul așezat în primul bloc de start și cele două brațe așezate pe sol, formează un triunghi isoscel. Pentru a avea echilibrul stabil de care

am amintit mai sus, în condițiile în care "bazinul" este ridicat mai sus, iar axa umerilor este deplasată mai mult spre înainte, trebuie ca sprijinul pe care îl realizează picioarele pe blocurile de start, să se realizeze ca în fig. nr 115 A.

Aceasta asigură o presiune a călcâielor pe blocurile de start, eliminând total mișcarea de „recul” în momentul impulsiei. Această abordare realizează pretensionarea musculaturii extensoare a membrelor inferioare și a spatelui, care, la pocnetul pistolului, desprind mâinile de pe sol, proiectarea corpului atletului spre înainte realizându-se mai eficient.

Din păcate actualele blocuri de start nu permit această așezare a piciorului din înapoi, deoarece din cauza mobilității reduse în articulația gleznei nu poate fi așezat complet pe blocul de start, din care cauză propunem ca la acestea să se atașeze placă fixă care asigure contactul cu blocul de start permanent. – Anexa 3. Bloc placă.

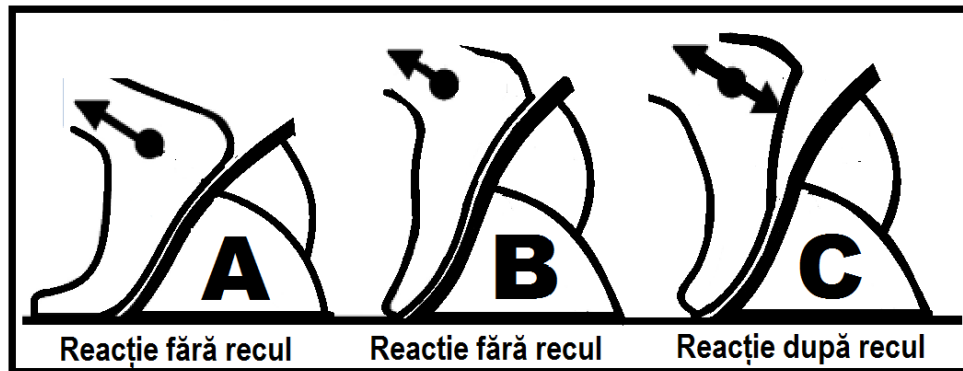


Fig.nr. 115. Așezarea picioarelor în blocurile de start

Pentru o mai bună înțelegere considerăm că exemplificarea prin imagini a ceea ce dorim să propunem, prezentăm în figura nr.116, așezarea în poziția "pe locuri" - a unui atlet, în care sprijinul brațelor pe sol, la linia de start, alcătuiesc cu piciorul așezat pe primul bloc de start. un triunghi isoscel .

În această poziție se așteaptă comanda gata, într-o atitudine cât se poate de relaxată, se așteaptă comanda "gata".



Fig. nr. 116. Poziția corespunzătoare comenzii "pe locuri"

La comanda "gata" atletul ridică genunchiul piciorului din înapoi, concomitent cu ridicarea bazinului, până când planul orizontal al umerilor, depășește destul de mult planul orizontal al umerilor. (fig.117).

În același timp, proiecția axei umerilor pe sol este deplasată spre înainte, menținând o presiune constantă a călcâielor pe blocurile de start.

Presiunea călcâielor este importantă în momentul plecării la semnalul de start, pentru că atunci când începe accelerarea spre înainte la prima reacție se va face fără fără reculul.

Distanța dintre blocuri este importantă la "comanda gata", fig. nr. 117 pentru ca în așteptarea semnalului de start, să permită realizarea unui plonjon energetic spre înainte, cu eficiență maximă.



Fig. nr. 117. Poziția specifică pentru comanda "gata"

În acest moment, este importantă asigurarea unghiurilor favorabile realizării triplei extensii, pentru a folosi la capacitate maximă, toate grupele musculare puternice, inclusiv musculatura spatelui.

În acest fel, se va realiza un echilibru care să permită avântarea spre înainte a masei corporale peste linia de start, fără ca brațele "să tremure" în așteptarea semnalului de start.

Distanța dintre blocuri trebuie să permită sincronizarea finalizării extensiei maxime a spatelui și a genunchiului din primul bloc de start cu momentul avântării maxime a genunchiului piciorului din înapoi

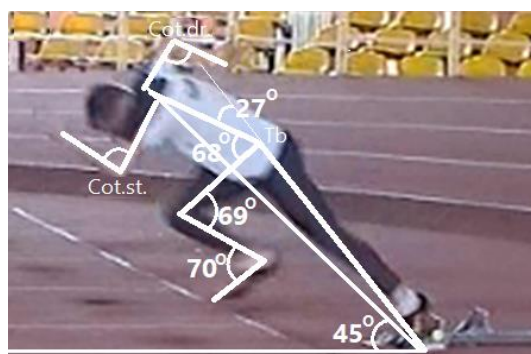


Fig.nr. 118. Unghiurile realizate la finalizarea plecării din blocstart

Distanţa dintre blocurile de start, va fi în funcţie de gabaritul şi capacitatea de forţă a sportivului. Cu cât atletul are musculatura spatelui şi braţelor este mai puternică, cu atât primul bloc de start poate fi aşezat mai aproape de linia de plecare.

Considerăm că abordarea unei asemenea tehnici poate determina o creştere a lungimii paşilor pe primii 10 m, fără a diminua frecvenţa, aceasta rămânând aproximativ aceeaşi (4,2 – 4,4 paşi/sec.) pe primii 30m.

Piciorul din înapoi, care părăseşte primul blocstartul, este avântat rapid în spre înainte în primul pas, astfel încât genunchiul să atingă punctul maxim spre înainte într-o flexie optimă, în acelaşi timp cu finalizarea extensiei maxime a piciorului de impulsie din primul bloc de start fig. 118.

Este o abordare pe care o considerăm mai accesibilă şi la care dacă se va putea aplica unele modificări la nivelul unghiurilor de înclinare ale blocurilor spre înapoi (în jos), plecarea poate deveni mult mai controlabilă şi mai eficientă.



Fig.nr. 119. Momentele finalizării primilor trei paşi fără  
deviaţii laterale de la axul central al alergării

În ceea ce priveşte distanţa dintre blocurile de start, şi distanţe de la primul bloc la linia de start, reglarea este de regulă influenţată de înălţimea sportivului, şi de posibilităţile braţelor de a susţine proiectarea umerilor spre înainte peste linia de plecare.

Credem că la nivelul la care au ajuns performanţele actuale, singurele care mai pot face uneori diferenţa sunt "micile detalii – şi un asemenea detaliu poate fi şi acesta" – al modului în care este abordat startul de jos - ținând cont de câteva aspecte, cum ar fi:

Atletul fixează - primul bloc de start pe mijlocul culoarului de alergare, diferit de cum se practică în mod curent în competiţiile atletice.

Distanţa dintre linia de start şi primul bloc de start va fi determinată prin coborârea genunchiului piciorului din primul bloc de start, pe linia de plecare, după ce în prealabil a fost fixat în bloc.

Fixarea piciorului în blocul de start se va face în așa fel încât - primele două cuie ale pantofului să "prindă" suprafaţa pistei de alergare.

Din această poziţie genunchiul "trebuie să cadă exact pe linia de start" - nu "la" limita liniei" de start. (apelăm la acest gen de măsurătoare deoarece între segmentele corpului există o relaţie direct proporţională cu înălţimea corporală).

Braţele se sprijină la linia de start distanţate la lăţimea umerilor, vor realiza cu piciorul din primul bloc de start, un triunghi isoscel – fig. nr. 116.

Aceasta înseamnă că distanţa de la linia de start primul bloc de start, va fi de o lungime de gambă.

Considerăm că acest mod de fixare a piciorului în blocul de start, dă posibilitatea sportivului să desprindă braţele de pe sol fără dificultate, deplasarea proiecţiei umerilor pe sol mai mult peste linia de start şi realierea unui plonjon activ spre înainte.

Unghiurile formate la fixarea poziţiei "gata" pentru articulaţiile triplei extensii (şold, genunchi, gleznă) vor depinde de nivelul la care se va ridica planul orizontal al bazinului deasupra planului orizontal al umerilor.

Pentru a realiza un echilibru controlabil în momentul recepţionării semnalului de start trebuie îndeplinite două condiţii:

Prima condiţie se referă: - coborârea (înclinarea) călcâiului piciorului din primul bloc de start "spre înapoi", - dar acest lucru nu poate fi rezolvat din cauza modului în care sunt construite actualele blocuri de start actuale (figura nr.120), care nu permit acest lucru, reglarea unghiurilor de înclinare făcându-se din 2 în 2 cm, iar al distanţelor dintre blocuri din 5 în 5 cm.



Fig.nr. 120. Posibilitatea

blocuri de start

de reglare a actualelor

[<https://www.youtube.com/watch?v=mWAjpbTjUuQ>]

Dacă se reușește coborârea călcâiului piciorului din primul bloc de start, atunci se va deschide cu câteva grade a unghiul dintre coapsa piciorului și trunchi pe de o parte iar pe de altă parte se poate deplasarea mai mult proiecția umerilor spre înainte față de linia de start, fără a crește presiunea solicitării sprijinului pe brațe, favorizând ruperea accelerației 0 a masei corporale mai rapidă.

Coborârea piciorului din primul bloc de start, cu primele două cuie din vârful pantofului pe pistă, asigură un echilibru mult mai stabil sprijinului pe brațe, și implicit o liniște în așteptarea semnalului de pistol.



Dar pentru a elimina suspiciunile arbitrilor de start pentru plecarea anticipată, va trebui ataşată o placă rigidă acoperită cu un material sintetic asemănător cu cel de pe blocul de start (figura 120) care permite o reglare foarte fină a unghiului de înclinare a "blocului".

A doua condiție - deplasarea proiecției umerilor spre înainte față de linia de plecare, care să ușureze realizarea rapidă a plonjonului (distanța dintre punctele A-B) - figura 117 - în momentul plecării este asigurarea spațiului de mișcare necesar realizării primilor 3-5 pași după recepționarea semnalului de start, pași care trebuie executați cu frecvența maximă și în același timp cu amplitudine cât mai mare, .

Asemenea abordare prezentată în fig. 117, în care unghiul format la nivelul articulației gleznei care este de  $70^{\circ} \pm 3^{\circ}$ , ar fi avut posibilitatea să devină mai ascuțit, atunci unghiurile formate la nivelul bazinului și genunchiului s-ar fi deschis proporțional cu micșorarea unghiului de la nivelul gleznei.

Acest lucru nu poate fi însă posibil acum deoarece prin construcție blocurile de start folosite nu pot fi coborâte mai mult. Conform legilor mecanicii, extensia unei flexii articulare este cu atât mai ușoară și mai rapidă cu cât unghiul dintre cele două pârghii este mai deschis ruperea accelerației "0" este mai rapidă. În acest fel dezvoltarea inerției masei corporale poate fi controlată din primul pas, pentru ca pe următorii pași să poată fi dezvoltată repede la nivelul maxim posibil. Acest lucru se poate realiza numai dacă se vor asigura condițiile deschiderii unghiurilor formate la nivelul bazinului, între trunchi și coapsa piciorului din înapoi și a unghiului format în articulația genunchiului din față și limitarea reculurilor la nivelul călcâielor în momentul declanșării impulsiei.

Pornind de la această ipoteză, trebuie ca în momentul plecării să se asigure grupelor mari musculare și puternice posibilitatea de a asigura masei corporale o inerție cât mai mare spre înainte până la desprinderea din blocul de start.

Dacă se ține cont de distanța dintre blocuri care se pot deplasa din 5cm în 5cm, concomitent cu înclinarea planului fiecărui bloc pot apărea de multe ori probleme de reglare fină, între acești doi parametri .

În fig. nr. 121 și fig. nr. 122 vă prezentăm propunerea noastră de bloc-start cu reglare fină prezentate fiecare în detaliu în Anexa 4 și Anexa 5.

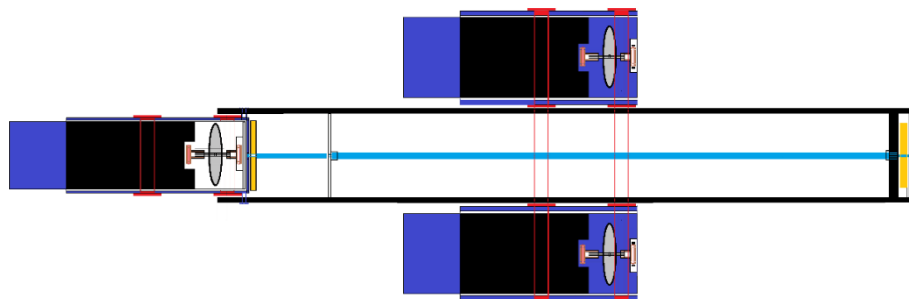


Fig. nr. 121. Blocul de start cu "reglare fină" pe care îl propunem (vedere de sus)(Anexa 4)

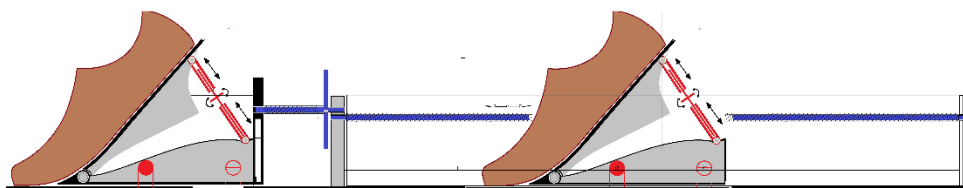


Fig. nr. 122 Propunere blocstart cu reglare fină (vedere din lateral) pe care îl propunem

(Anexa 5)

Efectul logic, conform legilor mecanicii – este că – extensia flexiilor articulare, este cu atât mai rapidă și mai economică, cu cât unghiurile formate la nivelul bazinului și genunchiului piciorului din primul bloc de start sunt mai mari dar aproximativ egale, cu un plus de câteva grade la genunchiul piciorului din primul bloc de start, față de unghiul dintre trunchi și coapsa piciorului din înapoi .

În funcție de aceste aspecte, trebuie ca în momentul plecării să se asigure grupelor mari musculare și puternice, posibilitatea de a imprima masei corporale o inerție cât mai mare spre înainte la momentul desprinderii complete din blocurile de start.

### 3.13 Diseminarea rezultatelor cercetării

Diseminarea rezultatelor cercetării a fost confirmată prin următoarele publicații :

1. **Small details with great effects on speed running**, Drd. Tomina-Dana Petrescu, Phd Bondoc-Ionescu Dragoș, Discobolul Volume 60, Issue 1 - March 2021, pp.13-24. <https://doi.org/10.35189/dpeskj.2021.60.1.2>

2. **Biomechanical details regarding the efficacy of start in sprinting events**, Drd. Petrescu Tomina-Dana, Phd, Bondoc-Ionescu Dragoș, The Annals of "Dunarea De Jos" University of Galati, Physical Education and Sport Management, FASCICLE XV, CNCSIS CODE 644, ISSN 1454 – 9832, Vol. 1, 2019 pp. 38-42. <http://www.efms.ugal.ro/index.php/archiva/2019/119-volumul-1-2019>

3. **Method and the machine for training the running speed**, Drd. Tomina-Dana Petrescu, Phd Bondoc-Ionescu Dragoș, The Annals of "Dunarea De Jos" University of Galati, Physical Education and Sport Management, FASCICLE XV, CNCSIS CODE 644, ISSN 1454 – 9832, Vol. 2, 2019, pp. 40-42,

<http://www.efms.ugal.ro/index.php/archiva/2019/120-volumul-2-2019>

4. **Biomechanical details regarding the start efficacy in sprinting events**, Drd. Petrescu Tomina-Dana, Phd, Bondoc-Ionescu Dragoș, Bulletin of the Transilvania University of Brasov ■ VOL. 12 (61) No.1 – 2019 SERIES IX - Sciences of Human Kinetics, ISSN 2344–2026, pp 113-120. <https://doi.org/10.31926/but.shk.2019.12.61.9>

Certificate de participare la conferințe științifice internaționale Anexa 8.

## CAPITOLUL 4

## CONCLUZII FINALE ŞI RECOMANDĂRI

### Concluzii teoretice

1. Realizarea contactului cu pista de alergare, cu articulaţia gleznei blocată, pe primii paşi este un aspect pe care atletul nostru trebuie să-l corecteze.
2. Aceasta ne arată că se perpetuează încă ideea că dacă nu ai senzaţia că "munceşti ", să simţi efortul pe care îl depui, nu ai un start bun.
3. Se lucrează foarte mult pentru dezvoltarea forţei extensoare, şi mai puţin pe dezvoltarea analitică specifică startului şi pasului alergător de viteză.
4. Dezvoltarea forţei maxime consumă o mare parte din timpul care ar trebui folosit pentru a realiza controlul corect al relaxării, considerată un factor esenţial în realizarea unei frecvenţe mai mari a paşilor de alergare, dar şi al economisirii resurselor energetice specifice contracţiei musculare.
5. Analizând poziţiile pe care aceştia le au la plecările din blocurile de start, se va observa că sunt puţini cei care la poziţia specifică comenzii "gata" încearcă să depăşească mai mult, cu proiecţia axei umerilor, linia de plecare.
6. Un aspect important al plecării din startul de jos o constituie adoptarea celei mai corecte poziţii la comanda gata, care să-i permită atletului să valorifice la maxim potenţialul de care dispune.
7. Pentru ca aceste probleme să poată fi rezolvate, credem că blocurile de start ar trebui să permită fiecărui atlet să poată regla blocul de start, după dimensiunile corporalele, mobilitatea articulară, - unghiurile cele mai convenabile posibilităţilor sale.
8. În final credem că pentru a realiza plecări eficiente din startul de jos, trebuie ca blocul de start să permită reglarea cât mai fină a unghiurilor fiecărui bloc de start, şi a distanţelor dintre acestea.

### Concluzii experimentale

1. Înălţimea traiectoriilor, mai ales a primului pas, generează uşoare pierderi de timp, pe fiecare secvenţă.
2. Cea mai mică valoare de numai 17,30 waţi a fost realizată în pasul trei, fapt ce ne face să presupunem că înălţimea zborului din pasul trei nu a fost din dorinţa de a face un pas mai razant, ci mai degrabă o pierdere a controlului mecanismelor care au dus la diminuarea forţelor musculare în acel moment.
3. Acesta este un parametru pentru care trebuie lucrat cu atenţie, prin învăţarea corectă a mecanismelor prin care să se asigure cumulearea tuturor vectorilor de forţă, pe o rezultantă care să imprimă masei corporale în prima fază o inerţie cât mai mare, pentru ca în final să se obţină ca efect accelerarea mai rapidă pe următorii paşi.
4. Din simpla analiză a valorilor determinate de programul instalaţiei OPTOJUMP şi prezentate în graficele elaborate de acesta, ne putem da seama că alergătorul analizat de noi are valori care îl situează în elita sprinterilor din ţara noastră.

5. Au fost evidențiate unele rezerve în ceea ce privește lucrul pentru perfecționarea tehnicii, orientat spre valorificarea mai bună a potențialul acumulat în urma pregătirii de forță (2x120kg) genuflexiune, raportate la o greutate corporală de circa 80 kg, care raportat la performanțele realizate, evidențiază posibilități mari de progres.

6. Această micșorare a unghiurilor la nivelul articulațiilor genunchilor ambelor membre inferioare înseamnă:

- creșterea duratei pentru realizarea extensiei maxime, a membrului inferior drept;

- creșterea cantității de energie necesară pentru realizarea extensiei maxime;

- reducerea "spațiului de manevră" al membre inferioare între trunchi și sol.

- de la momentul (0) al recepționării semnalului, până în momentul desprinderii din sprijinul brațelor de pe sol, care a fost determinat a fi egal cu  $0,039\text{sec} \pm 0,033\text{sec}$ , rezultă că numai din corectarea acestei mici erori, se poate recupera din diferența care l-a separat de locul I la CN de sală.

Analiza statistică a datelor pentru fazele specifice primilor pași după plecarea din startul de jos realizate de subiecții analizați au dat următoarele date:

7. Din analiza statistică a datelor primului zbor se evidențiază o creștere importantă a fazei de zbor, după desprinderea din blocul de start, ceea ce confirmă faptul că abordarea tehnică propusă de noi pentru plecarea din startul de jos este mai eficientă.

8. Datele rezultate din analiza statistică a celui de-al doilea zbor evidențiază aceleași creșteri a zborurilor, lucru care confirmă faptul că abordarea tehnică propusă de noi pentru plecarea din startul de jos este eficientă.

9. Din analiza statistică a datelor celui de al treilea zbor se evidențiază o creștere asemănătoare a fazei de zbor precedent, ceea ce confirmă de asemenea faptul că abordarea tehnică propusă de noi pentru plecarea din startul de jos este mai eficientă.

### Concluzii metodice

1. Actualele blocuri de start folosite în competiții, pot fi reglate pe înălțime din 3cm, în 3cm, iar pe distanțe orizontale din 5cm în 5cm.

2. Poziția corespunzătoare comenzii "gata" trebuie să asigure o avântare eficientă, spre înainte, a masei corporale după recepționarea semnalului de start.

3. Pentru a fi eficienta avântarea spre înainte a masei corporale, tripla extensie, trebuie să se realizeze mai întâi angrenarea explozivă și simultană a musculaturii spatelui și a musculaturii fesiere asemenea unui "plonjon cu cădere în sprijin pe brațe"..

4. După ce a fost imprimată inerţia masei corporale spre înainte, extensia genunchilor și în final a articulațiilor gleznelor realizează accelerarea maximă a masei corporale.
5. O astfel de coordonare va influența frecvența primilor pași care va fi influențată de "instinctul de conservare al organismului de a nu cădea".
6. Pentru a automatiza această succesiune a angrenării grupelor musculare trebuie lucrat analitic pentru fiecare articulație în parte.
7. Pentru ca plecarea din blocurile de start să atingă eficiența maximă, inerțiile acumulate de segmentele pendulante trebuie să genereze, vectori care să se cumuleze cu vectorul de impulsie (a se vedea finalizările mișcărilor brațelor a căror vectori sunt finalizați spre înapoi).
8. În momentul plecării trebuie să se asigure între trunchi și suprafața de alergare, spațiul de manevră optim pentru realizarea rapidă a pașilor.
9. Poziția capului trebuie să asigure o "rigiditate" a spatelui care va genera o inerție mai rapidă a masei corporale la momentul ruperii - accelerației (0).

### **Recomandările noastre în urma cercetării**

Pe baza observațiilor realizate la antrenamente și în competiții se pot enunța câteva recomandări privind pregătirea pentru plecarea din startul de jos, a subiecților care au luat parte la cercetarea noastră, astfel:

Urmăriți pe o perioadă de peste 60 de zile de antrenament, subiecții cuprinși în cercetarea noastră, cum de altfel toți sportivii care s-au antrenat pentru sezonul de sală în probele de sprint nu au avut în planificare mai mult de două antrenamente de viteză, în care să exerseze startul de jos.

Numai după ce au fost conștientizați că este important să crească numărul plecărilor din startul de jos, au început să exerseze suplimentar plecările pe distanțe de 50-60 m cu stat de jos, fapt ce s-a reflectat în creșterea eficienței dinamicii pașilor pe primii 10-15 m de la start.

Bazându-ne pe cele arătate mai sus dar și pe o experiență personală, în direcția celor arătate recomandăm, celor care vor să facă performanță în sprint, următoarele:

1. Creșterea numărului de plecări din startul de jos pentru a perfecționa și a automatiza eficiența dinamică a pașilor de alergare până la trecerea în pasul lansat de viteză.
2. Această creștere se poate face prin creșterea numărului de alergări cu intensitate de peste 90%, de până în 9 secunde, pentru dezvoltarea capacității anaerobe lactacide care conform cercetărilor biochimice revine la 0 într-o perioadă de regresie reziduală de circa 3- 5 zile.
3. Chiar dacă nu se lucrează zilnic capacitatea lactacidă, 4-5-plecări din start de jos după încălzire, pentru tehnică, nu afectează cu nimic antrenamentul ce urmează.



4. Singurul exercițiu pentru tehnica plecării din startului de jos, pe care îl fac toți sprinterii noștri este plecarea la comandă sonoră, și "săniuța" pentru primii 10-15m, la cronometru.
5. Pentru o eficientizare a momentului zero noi am dat exemplu în finalul luctării câteva exerciții – trecerea din poziția "gata" în sprijin înainte pe brațe (flotare), din poziția specifică comenzii "gata" plonjonul cu desprindere, cu aterizare pe saltea bureți, din poziția "gata" – plonjon cu plecare în pas sărit (Anexa 3).
6. Ținând cont că sprintul este o probă în care fiecare mișcare are finalizare explozivă este de preferat să se lucreze cu elastice cât mai puțin posibil, acestea având efecte care reduc amplitudinea și finalizările explozive ale segmentelor corpului.

### BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- 1.Abernethy, P., Wilson, G., & Logan, P., (1995).Strength and power assessment. Sports Medicine, 19, 401-417.
- 2.Alexandrescu, D., Neamtu, M. (2000). Atletism. Editura Omnia Univ.SAST, Braşov, p.23-51; 207-213; 268; 276-277.
- 3.Anderson, D. D., (1996). Analiza biomecanică a unui program de exerciții pentru forță și solicitări ale articulației șoldului și axei femurale. Journal of applied biomechanics, nr. 3, p.292.
- 4.Apostol, I., (1998). Ergofiziologie. Editura Universității „Al.I.Cuza”, Iași, p.48.
- 5.Ardelean, T., (1982). Particularitățile dezvoltării calităților motrice în atletism. I.E.F.S., București.
- 6.Ariel, G., (1985). Biofeedbackul și biomecanica în formarea atletică, Biofeedbackul și Știința sportului, plenul Publishing Corp,
- 7.Balint, L., (2002). Didactica educației fizice școlare. Editura Universității Transilvania Braşov, pp. 45-46.
8. Baumann, W. (1976). Kinematic and dynamic characteristics of the sprint start. In Biomechanics V-B, Edited by: Komi, P. V. 194–199. Baltimore: University Park Press.
- 9.Behncke, H., (1994). Mici efecte ale alergării. Journal of applied biomechanics, vol.10 nr.3, p. 270.

10. Bergamini, E., Guillon, P., Camomilla, V., Pillet, H., Skalli, W., & Cappozzo, A. (2013). Trunk inclination estimate during the sprint start using an inertial measurement unit: A validation study. *Journal of Applied Biomechanics*, 29(5), 622-627.  
<https://doi.org/10.1123/jab.29.5.622>
11. Bezodis, N. E., Salo, A. I., & Trewartha, G. (2010). Choice of sprint start performance measure affects the performance-based ranking within a group of sprinters: which is the most appropriate measure? *Sports Biomechanics*, 9(4), 258-269.  
<https://doi.org/10.1080/14763141.2010.538713>
12. Bezodis, N. E. (2009). *Biomechanical investigations of sprint start technique and performance*. University of Bath.
13. Bezodis, N. E., Salo, A. I., & Trewartha, G. (2010). Choice of sprint start performance measure affects the performance-based ranking within a group of sprinters: which is the most appropriate measure? *Sports Biomechanics*, 9(4), 258-269.  
<https://doi.org/10.1080/14763141.2010.538713>
14. Bezodis, N.E., Salo, A.I., & Trewartha, G. (2015). Relationships between lower-limb kinematics and block phase performance in a cross section of sprinters. *European Journal of Sport Science*, 15(2), 118-124. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.928915>
15. Bobancu, S., Samoila, C., Sperchez, Fl., Ionescu-Bondoc D., Lox A., (1977), Determinarea tensiometrică a forţelor de împingere dezvoltate de sprinteri în timpul startului, prin utilizarea unui bloc-start, care înregistrează forţele de ipulsie prin curbe hodografice. *Lucrarile Simpozionului National de Tensometrie*, vol.3, pag.217, Iaşi.
16. Bobancu, S.; Samoila, C.; Sperchez, Fl.; Ionescu-Bondoc D.; Lox A., (1980), Determinarea tensiometrică a forţelor de împingere dezvoltata de sprinteri la start. *Al II-lea Simpozion National de Tensometrie cu participare internaţională*, pag.91-96, 11-14 iunie, Cluj-Napoca.
17. Bompă, T.O., (2002). Teoria și metodologia antrenamentului. *Periodizare*. *Ex Ponto*, p.3, p.11-12, p.13, p.24, p.52, p.164.



18. Bompă, T., și Carrera, M., (2006). Periodizarea antrenamentului sportiv, Planuri științifice pentru forță și condiția fizică pentru 20 de discipline sportive. Editura Tana, București, 2006, p.15-59, p.176.
19. Bondoc-Ionescu D, (2006). Tehnica probelor de atletism, curs practic intern. Univ. Transilvania din Brasov, p.31-49.
20. Bondoc-Ionescu, D., (2008). Bazele antrenamentului sportiv, Note de curs intern. FEFSM Universitatea Transilvania Braşov, p.61, p.73-74, p.83.
21. Bondoc-Ionescu, D., (2007). Pregătire specializată în atletism. Editura Universităţii Transilvania Braşov, p.8, p.10-18, p.41-45, p.46-55, p.74, p.81, p.144-153.
22. Bondoc-Ionescu, D., Nechita, Fl., Bondoc-Ionescu, Al., (2018). Tehnica și metodică predării probelor de atletism cu noțiuni de regulament competițional. Ed. Universitatea Transilvania Braşov.
23. Bondoc-Ionescu D. și colab. (2018). Antrenamentul proprioceptiv individualizat pe baza informațiilor analizatorilor în activitatea motrică specifică sportului. Ed. Universităţii Transilvania
24. Bosco, C., (1983). Relația forță – viteză și performanță. Scuola dello Sport, 2, Roma (traducere în ) Sportul de performanță. 174-180, 237.
25. Boso, C., Vittori, C., Matteucci, (1986). Considerații privind variațiile dinamice ale unor parametri biomecanici în cadrul alergării. Sportul de performanță nr. 249, București, p. 24-35.
26. Bradshaw, E.J., Maulde, P.S., & Keogh, J.W.L. (2007). Biological movement variability during the sprint start: Performance enhancement or hindrance?. Sports Biomechanics, 6(23), 246 -260. <https://doi.org/10.1080/14763140701489660>
27. Brazil, A., Exell, T., Wilson, C., Willwacher, S., Bezodis, I., & Irwin, G. (2017). Lower limb joint kinetics in the starting blocks and first stance in athletic sprinting. Journal of Sports Sciences, 5(16), 1629-1635. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1227465>





28. Brazil, A. , Exell, T. , Wilson, C. , Willwacher, S. , Bezodis, I. N. , & Irwin, G. (2018). Joint kinetic determinants of starting block performance in athletic sprinting. *Journal of Sports Sciences* , 36(14), 1656–1662. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1409608>
29. Burges, R., (2004). Identificarea talentului-identificarea aptitudinilor. ANS-INCS, Bucureşti, p. 5-14.
30. Caldwell, G. E., (1995). Elasticitatea și Antrenament: lungimea relativa a tendoanelor: efecte asupra modelului muscular cu doua componente al lui Hill. *Journal of applied biomechanics*–nr. 1, S. U. A. p. 1.
31. Cavedon, V. , Sandri, M. , Pirlo, M. , Petrone, N. , Zancanaro, C. , & Milanese, C. (2019). Anthropometry-driven block setting improves starting block performance in sprinters. *PloS One* , 14(e0213979), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213979>
32. Cîrstea, G., (2000). Teoria și metodică educației fizice și sportului. Universul, Bucureşti, p.72.
33. Cîrstea, G., (1993). Teoria și metodică educației fizice și sportului. Editura universul, Bucureşti.
34. Cîrstea G., (1997). Educația fizică: Teoria și bazele metodicii. ANEFS, Bucureşti.
35. Charalambous, L., Irwin, G., Bezodis, I. N., & Kerwin, D. G. (2012). Lower limb joint kinetics and ankle joint stiffness in the sprint start push-off. *Journal of Sports Sciences*, 30, 1–9. doi:10.1080/02640414.2011.616948
36. Ciacci, S., Merni, F., Bartolomei, S., & Di Michele, R. (2017). Sprint start kinematics during competition in elite and world-class male and female sprinters. *Journal of Sports Sciences*, 35(13), 1270-1278. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1221519>
37. Cihaidze, V., (1967). Probleme privind reglarea centrală a structurii biomecanice a deprinderilor motrice ale omului. *Sportul peste hotare* nr. 33, C. N. E. F. S., Bucureşti, p. 7-15.
38. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence

Erlbaum Associates

39. Colyer, S. L., Graham-Smith, P., & Salo, A. I. T. (2019). Associations between ground reaction force waveforms and sprint start performance. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 14(5), 658–666. <https://doi.org/10.1177/1747954119874887>
40. Colyer, S. L., Nagahara, R., & Salo, A. I. T. (2018). Kinetic demands of sprinting shift across the acceleration phase: Novel analysis of entire force waveforms. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(7), 1784–179. <https://doi.org/10.1111/sms.13093>
41. Conroy, B., Earle, W.R., (2005). Efort și adaptare. Editura ANS – INCS București, B. An 12/2005, p.22, p.27.
42. Debaere, S., Delecluse, C., Aerenhouts, D., Hagman, F., & Jonkers, I. (2013). From block clearance to sprint running: Characteristics underlying an effective transition. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 137–49. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.722225>
43. Debaere, S., Delecluse, C., Aerenhouts, D., Hagman, F., & Jonkers, I. (2015). Control of propulsion and body lift during the first two stances of sprint running: A simulation study. *Journal of Sports Sciences*, 33, 2016–2024. doi:10.1080/02640414.2015.1026375
44. Denischi, A., Marin, I. G., Antonescu D., (1989). Biomecanica. Edit. Academiei R. S. R.-București, p.255.
45. Dickinson, A. D. (1934). The effect of foot spacing on the starting time and speed in sprinting and the relation of physical measurements to foot spacing. *Research Quarterly*, 5(1), 12–19. doi; 10.1080/23267402.1934.10761653
46. Dintiman, G. B., Ward, R.D.,(1988). Sport speed. Program de îmbunătățire a vitezei. 1999. SDP 410-412.
47. Donskoi D.D., (1966). Probleme de biomecanica a Exercițiilor fizice~Unele probleme privind biomecanica biochimia și psihologia sportului, București, p. 5-37.
48. Dragnea, A., (1996). Antrenamentul sportiv: teorie și metodică. Editura didactică și pedagogică R. A., București, pag.64-70.



49. Dragnea, A., (1984). Măsurarea și evaluarea în educație fizică și sport. Editura Sport Turism, București, p.10-31.
50. Dragnea, A., Teodorescu, S.M., (2002). Teoria sportului. Editura Fest, București, p.16, 18, 87, p.155, p.156-157, p.159, p.161, p.162, p.202, p.281, p.284-286, p.417-423, p.452-474.
51. Dragnea, A., Bota, A., (1999). Teoria activităților motrice. Editura Didactică și Pedagogică, București, p.9-13, p.152, p.215.
52. Dragnea, A., Teodorescu, S.M., (2002). Teoria sportului. Editura Fest, București, p.16, 18, 87, p.155, p.156-157, p.159, p.161, p.202, p.281, p.284-286, p.417-423, p.452-474.
53. Drăgan, I. și colab., (1994). Medicina sportivă aplicată. Editura Editis, București, p.405
54. Dyson, G., H., (1995). Mecanica alergării. Atletism ieri, azi, mâine vol. II.
56. Epuran, M., (1992). Metodologia cercetării activităților corporale. Edit. A.N.E.F.S., vol. II, București, p.295, p.395, p.411.
57. Epuran, M., (2005). Metodologia cercetării activităților corporale. editia a II-a, Editura FEST, București.
58. Epuran, M.; Horghidan, V., (1994). Psihologia educației fizice. Ed. A.N.E.F.S., București.
59. Frohner, G., (1996). Orientări pentru aplicarea antropometriei în domeniul sportiv. Leistungssport nr. 2, Germania, p.12.
60. Gagea, A., (2002). Biomecanica teoretică. Editura Scrisul Gorjan, Craiova.
61. Gagea, A., (2006). Biomecanica analitică. Ed. A.N.E.F.S., București, p.5, 9, 105.
62. Gagnon, M., (1974). Implicațiile biomecanicii asupra metodicii de antrenament în alergare. Atletism ieri, azi, mâine vol. VIII, București, p. 3-31.
63. Giroud, M., (1995). Interpretarea biomecanică a genunchiului. Kinesitherapie scientifique, nr. 344, f. e., Franța, p. 23.
64. Graham-Smith, P., Natera, A., & Saunders, S. (2014, July). Contribution of the arms in the sprint start and their influence on force and velocity characteristics. In Proceedings of XXXII International Conference on Biomechanics in Sports, Tennessee, USA.

65. Guissard, N., Duchateau, J., & Hainaut, K. (1992). EMG and mechanical changes during sprint starts at different front block obliquities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24(1), 1257–1263. <https://doi.org/10.1249/00005768-199211000-00010>
66. Harland, M.J., & Steele, J.R. (1997). Biomechanics of the sprint start. *Sports Medicine* 23(1), 11–20. <https://doi.org/10.2165/00007256-199723010-00002>.
67. Hayes, B., (1999). Program de îmbunătățire a vitezei sportivilor. SDP 410-412, CCPS, București.
68. Henning, E. M., (1993). Folosirea parametrilor for ei de reac ie la contactul cu solul în prognozarea accelerarilor tibiale la alergători. *Journal of applied biomechanics*, nr. 4 (vol.9), Champaign: Human Kinetics PublishersInc., f. l., p. 306.
69. Henry, F. M. (1952). Force-time characteristics of the sprint. *Research Quarterly*, 23(3), 301–318. doi:10.1080/10671188.1952.10624871
70. Iliescu, A., (1975). Biomecanica Exerci iilor fizice și sportului. Ed. Sport-Turism.
71. Karas, V., Otahal, S., Tlapakova, E., Dvorakova, I., (1988). Câteva criterii de bază în aprecierea biomecanica a capacită ii musculare. *Sportul de performan ă*, nr. 280-281, f. e., București, p. 77.
72. Kistler, J. W. (1934). A study of the distribution of the force exerted upon the blocks in starting the sprint from various starting positions. *Research Quarterly*, 5(1), 27–32. doi:10.1080/23267402.1934.10761655
73. Korchemny, R. (1992). A new concept for sprint start and acceleration training. *New Studies in Athletics*, 7(4), 65–72.
74. Lai, A., Schache, A. G., Brown, N. A., & Pandy, M. G. (2016). Human ankle plantar flexor muscle-tendon mechanics and energetics during maximum acceleration sprinting. *Journal of the Royal Society Interface*, 13(20160391), 1–12 <https://doi.org/10.1098/rsif.2016.0391>
75. Lapham, A. C., (1995). Folosirea inteligenței artificiale în analiza performan ei



- sportive: aplicatii la analiza paşilor, şi viitoare direcţii în biomecanica sportului.  
Journal of sport rehabilitation, nr. 2 , S. U. A., p. 229.
76. Legros, L., (1980). La biochimie au service du sprinter. Sport Belgique.
77. Lapham, A. C., (1995). Folosirea inteligenţei artificiale în analiza performanţei sportive: aplicatii la analiza paşilor, şi viitoare direcţii în biomecanica sportului.  
Journal of sport rehabilitation nr. 2, S. U. A., p. 229.
78. Manno, R., (1996). Les bases de l'entraînement sportif. MTS-CCPPS-SDP 371-374,  
Bucureşti, p.90, p.94.
79. Mendoza, L. şi Schöllhorn, W. (1992). Training of the sprint start technique with  
biomechanical feedback.
80. Mero A, Luhtanen P, Komi PV. (1983). A biomechanical study of the sprint start. Scand J  
Sports Sci, 5: 20-28.
81. Mero, A. (1988). Force-time characteristics and running velocity of male sprinters during  
the acceleration phase of sprinting. Research Quarterly for Exercise and Sport, 59, 94–98.  
doi:10.1080/02701367.1988.10605484
82. Mero, A., Kuitunen, S., Harland, M., Kyrolainen, H., & Komi, P. V. (2006). Effects of  
muscle-tendon length on joint moment and power during sprint starts. Journal of Sports  
Sciences, 24(2), 165-173. <https://doi.org/10.1080/02640410500131753>
83. Mihăilescu, L. şi Mihăilecu, N., (2006). Atletism în sistemul educaţional, Editura  
Universităţii din Piteşti, Piteşti, p.34-37, 39, 40, 41, 46, 49, 55, 57, 59, 60, 62, 121-140, 180,  
183-184.
84. Milanese, C., Bertucco, M., & Zancanaro, C. (2014). The effects of three different rear knee  
angles on kinematics in the sprint start. Biology of Sport, 31(3), 209-215.  
<https://doi.org/10.5604/20831862.1111848>
85. Miller C, (2002), De la analiza biomecanică la dezvoltarea forţei musculare specifice.  
Atletism, Editura MTS-INCS, vol 1, Bucureşti, p.5-15.

- 86.Mitra, Gh., și Mogoș, A., Mitrea, Gh. și Mogoș, A., (1980). Metodica educației fizice școlare. Sport-Turism, București, p.278, p.287-290, p.464, p.469.
- 87.Moldovan, E., (2009). Aspecte cognitive și de evaluare multicriterială în educația fizică și sport. Editura Universității Transilvania Brașov, Brașov, p.11,12,52-58,61,106,107.
- 88.Monte, A. , & Zamparo, P. (2019). Correlations between muscle-tendon parameters and acceleration ability in 20 m sprints. PloS One , 14(e0213347), 1–13.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213347>
- 89.Morave,c P., Susanka, P.,(1989). Cercetarea biomecanica. Buletin metodi, nr. 4 .București.
- 90.Muraru, A., (A2005). Antrenarea puterii în funcție de specificul sportului. Ghidul antrenorului, Nr IV, CNFPA, Școala națională de antrenori, București, p.17.
- 91.Nagahara, R. , Mizutani, M. , Matsuo, A. , Kanehisa, H. , & Fukunaga, T. (2018b). Association of sprint performance with ground reaction forces during acceleration and maximal speed phases in a single sprint. Journal of Applied Biomechanics , 34(2), 104–110.  
<https://doi.org/10.1123/jab.2016-0356>
- 92.Nagahara, R. , & Ohshima, Y. (2019). The location of the center of pressure on the starting block is related to sprint start performance. Frontiers in Sports and Active Living , 1(20), pp1–6. <https://doi.org/10.3389/fspor.2019.00021>
- 93.Neagu, N., (2010). Teoria și practica activității motrice umane. University Press Targu Mures
- 94.Neamțu, M., Bondoc, I.D., Scurt, C. și Nechita, F., (2008). Atletismul pentru toți. Editura Universității. Transilvania din Brașov. p. 121.
- 95.Nicu, A., (1993). Antrenamentul sportiv modern, Editura Editis, București, p.35, p.47, p.95.
- 96.Nitescu, V., (1995). Anatomia functionala, biomecanica și antropologia aparatului Locomotor. Edit. didactica și pedagogic, București.
- 97.O'Connor ,B. J., (1995). Reducerea erorilor în efectuarea calculelor cinetice: sincronizarea optimizata dintre video și inregistrările forței de reacție la contactul cu



- solul. *Journal of applied biomechanics*, nr. 2 , S. U. A., p. 216.
- 98.Ohshima, Y. , Bezodis, N. E. , & Nagahara, R. (2019). Calculation of the centre of pressure on the athletic starting block. *Sports Biomechanics* , 1–14. [epub ahead of print].  
<https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1561933>
- 99.Otsuka, M., Kurihara, Isaka, T., (2015). Effect of a wide stance on block start performance in sprint running. *PLoS One*, 10(11): e0142230.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142230>
- 100.Peltola, E., (1992). Talent Identification. *Sport Psychology Bulletin*, 3(5), p.10-11.
- 101.Peter, G.J.M., Jamson, M.D., (2001). Lactate Threshold Trening. *Sport de înaltăperforman ă*. Bucureşti. S.D.I.P. Nr. 484. 2005.
- 102.Petrescu, T.,(2005). *Tehnica probelor atletice*, Ed. Tehnoplast Compani, Bucureşti.
- 103.Petrescu, T., (2005). *Aspecte tehnice și metode ale antrenamentului în probele de viteză*. Bucureşti: Editura Tehnoprint Grup.
- 104.Petrescu, T., & Petrescu, T. D. (2016). *Aspecte permissive și restrictive ale dezvoltării vitezei de alergare*. Ed. Pentru Sport, Bucureşti.
- 105.Petrescu, T., Petrescu, T. D., (2017). *Dezvoltarea vitezei de alergare*. Ed. Pentru Sport, Bucureşti.
- 106.Platonov, N.V., (1988). *Adaptarea în sport*. Editura Moscova, pp.5-40.
- 107.Prilutkii, B. I., Raitin, L. M., Poltorapavlov N. V., (1991). Aspecte biomecanice ale automatizării actului motric. *Sportul de performan ă*, nr. 318, Bucureşti, p. 50-68.
- 108.Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Saez-de-Villarreal, E., Couturier, A., Samozino, P., & Morin, J. B. (2015). Sprint mechanics in world-class athletes: A new insight into the limits of human locomotion. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25, 583–594.
- 109.Rață, G., (2005). *Psihopedagogia sportului de performan ă*, note de curs. Bacău, p. 26, p.36-39.
- 110.Rață, G., Rață, B.C., (2006). *Aptitudinile în activitatea motrică*. Editura Edusoft, Bacău,

p.12.

- 111.Rodano, R., (1995). Evaluarea biomecanica a piciorului în atletica usoara. *Atleticastudi*, nr. 1, Italia, p. 9.
- 112.Rodano, R., (1986). Metodologii și tehnologii folosite în analiza biomecanica a actului motric-Sportul de performanță nr. 259, București, p. 35-49.
- 113.Ross, A., Leveritt, M., & Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running. *Sports Medicine*, 31(6), 409–425. doi:10.2165/00007256-200131060-00002
- 114.Rusu, F., Baci, A., Șanta, C., (2009). Teoria și Metodica Antrenamentului Sportiv, Note de curs. F.E.F.S., U.B.B., Cluj-Napoca, p.23.
- 115.Schmidt, R.A., & Young, D.E, (1987). Transfer of movement control in motor skill learning. In S.M. Cormier & J.D. Hagman – *Transfer learning*, FL: Academic Press, Oelando, p.47-79;
- 116.Seagrave L, Mouchbahani R, O'Donnell K., (2009). Neuro-biomechanics of maximum velocity sprinting. *New Stud Athlet*, 24(1), 19-29.
- 117.Selbie, S. W., Hamill, J., & Kepple, T. M. (2014). Three-dimensional kinetics. In G. E. Robertson, G. E. Caldwell, J. Hamill, G. Kamen, & S. N. Whittlesey (Eds.), *Research methods in biomechanics* (pp. 151–176). Champaign, IL: Human Kinetics.
- 118.Schrödter, E. , & Brüggemann G-P, W. S. (2017). Is soleus muscle-tendon-unit behavior related to ground-force application during the sprint start?. *International Journal of Sports Physiology and Performance* , 12(4), 448–454. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0512>
- 119.Slawinski, J., Bonnefoy, A., Ontanon, G., Leveque, J. M., Miller, C., Riquet, A., Chèze, L., & Dumas, R. (2010). Segment-interaction in sprint start: Analysis of 3D angular velocity and kinetic energy in elite sprinters. *Journal of Biomechanics*, 43(8), 1494-1502. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2010.01.044>
- 120.Slawinski, J. , Dumas, R. , Cheze, L. , Ontanon, G. , Miller, C. , & Mazure-Bonnefoy, A. (2012). 3D kinematic of bunched, medium and elongated sprint start. *International Journal of Sports Medicine* , 33(7), 555–560. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1304587>





- 121.Slawinski, J., Dumas, R., Chèze, L., Ontanon, G., Miller, C., & Mazure-Bonnefoy, A. (2013).  
Effect of postural changes on 3D joint angular velocity during starting block phase.  
Journal of Sports Sciences, 31(3), 256-263. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.729076>
- 122.Siff, M.C., (2000). Biomechanical Foundations of Strength and Power Training.  
Biomechanics in sport: performance improvement and injury prevention, In Volume IX of the  
Encyclopedia of sports medicine, Blackwell Science, 103-139;
- 123.Steffen Willwacher, Volker Herrmann, Kai Heinrich, Gert Peter Brüggemann, (2013). Start  
bloks kinetics: what the best do different then the rest. 31st Conference of the  
International Society of Biomechanics in Sports, Taipei
- 124.Stock, M. (1962). Influence of various track starting positions on speed. Research  
Quarterly, 33(4), 607-614. doi: 10.1080/10671188.1962.10762114
- 125.Stroiescu V., Vasiliu A., (1989) - Selec ia și orientarea medico-sportivă. Editura Sport  
Turism, București, p.74-89.
- 126.Tatu, T., Alexandrescu, D. și Ardelean, T., (1983). Atletism. Editura Didactică și  
Pedagogică, București, p.28,134.
- 127.Tatu, T., Alexandrescu, D., Stănescu, I., -Buletin Metodic 1, 1989, p.10; 33, 75.
- 128.Tschiene, P., (2002). Aspecte ale pregătirii pentru antrenament și competi ie. ANS-INCS,  
București, p.22, p.44, 45-51
- 129.Tudor, V., (1999). Capacități condi ționale, coordinative și intermediare - component ale  
capacității mortice. Editura R.A.I., București, pp.19-20, p.24.
- 130.Țifrea, C., (2002). Teoria și Metodica Atletismului, Editura Dareco București, , p.97-107.
- 131.Van Coppenolle, H., Delecluse, C., Goris, M., Bohets, W., & Vanden Eynde, E. (1989).  
Technology and development of speed: Evaluation of the start, sprint and body  
composition of Pavoni, Cooman and Desruelles. Athletics Coach, 23(1), 82-90.
- 132.Van Gheluwe, B., (1995). Influen a contrarigidității calcaiului asupra miscării piciorului  
anterior în timpul alergării. Journal of applied biomechanics, nr. 1, S. U. A., p. 47.



133. Van Gheluwe, B. -Influen a contrarigiditatii calcaiului asupra miscarii piciorului anterior în timpul alergarii--Journal of applied biomechanics~nr. 1 -f. e. -S. U. A.-1995-p. 47.
134. Van Ingen Schenau, G. J., de Koning, J. J., & de Groot, G. (1994). Optimisation of sprinting performance in running, cycling and speed skating. *Sports Medicine*, 17(4), 259–275.  
doi:10.2165/00007256-199417040-00006
135. Vardaxis, V., Hoshizaki, T. B., (1989). Power patterns of the leg during the recovery phase of the sprinting stride for advanced and intermediate sprinters. *Journal of Applied Biomechanics* Volume 5: Issue 3, 32–349.
136. Verchosanski, I., Bellotti, P., (2001). Observa ii referitoare la coordonarea motrică în sport și problema Bernstein, Forme ale solicitării motrice și antrenarea lor. *Scuola dello sport*, Roma, XIX, 50- 2000, oct-dec, p.2-4, MTS-INCS, București, p.2-4.
137. Viitasako J. T. - Efectele biomecanice ale oboselii în timpul sariturilor continue peste obstacole--Journal of sport sciences~nr. 6 (vol. 11) -E & FN SPOON: An Imprint of Chapman & Hall-S. U. A.-dec. 1993-p. 501.
138. Wazny, Z., (2000). Dezvoltarea sistemului de antrenament sportiv. *Metodologia antrenamentului*, M.T.S. București, p. 51.
139. Willwacher, S., Feldker, M. K., Zohren, S., Herrmann, V., & Brüggemann, G. P. (2013). A novel method for the evaluation and certification of false start apparatus in sprint running. *Procedia Engineering*, 60, 124–129. doi:10.1016/j.proeng.2013.07.073
140. Willwacher, S., Herrmann, V., Heinrich, K., & Brüggerman, G. P. (2013, July). Start block kinetics: What the best do different than the rest. In *Proceedings of XXXI International Conference on Biomechanics in Sports*, Taipei, Taiwan.
142. Winter, D. A. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement*. Hoboken: John Wiley and Sons.
143. Winfreid, J. – Structura model pentru o Teorie a antrenamentului Sportiv, *Leistungssport*, Nr.4. C.C.P.S și S.D.P., 1995, p.4-29.



144. Zatsiorski, V. – Ştiinţa şi practica antrenamentului de forţă, INCS, Sportul de performanţă, nr. 444-446 februarie-aprilie 2002, Bucureşti, 2002, p.6-8, p.31, p.226, 230.
145. Yasuo Shinohara, Masato Maeda. (2013) Relationship between the forces applied to the starting blocks and block clearance in a sprint start. *Taiikugaku kenkyu (Japan Journal of Physical Education, Health and Sport Sciences)* 58:2, pages 585-597.
146. Zatsiorsky, V., Kraemer, W., - *Science and Practice of Strength Training-2nd Edition*, editura Human Kinetics, 2006.
147. Xxx - Evaluarea izometrică a funcţiei musculare: efectele unghiului articular - *Journal of applied biomechanics* - nr. 2, f. e., S. U. A., 1995, p. 205. 146.
148. <https://posemethod.com/usain-bolts-running-technique/#!event-list>
149. <http://www.scribub.com/timp-liber/sport/Startul-de-jos-si-lansarea-de-71879.php>
150. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0142230>
151. <http://www.rasfoiesc.com/hobby/sport/ATLETISM-ALERGAREA-DE-VITEZAm38.php>.
152. <https://journals.plos.org/plosone/article/figure?id=10.1371/journal.pone.0142230.g001>
153. <https://journals.plos.org/plosone/article/figure?id=10.1371/journal.pone.0142230.g002>
154. <https://journals.plos.org/plosone/article/figure?id=10.1371/journal.pone.0142230.g00>
155. [https://ro.wikipedia.org/wiki/Evolu%C8%9Bia\\_recorduluimondial\\_la\\_proba\\_de\\_100\\_m\\_b%C4%83ba%C8%9B](https://ro.wikipedia.org/wiki/Evolu%C8%9Bia_recorduluimondial_la_proba_de_100_m_b%C4%83ba%C8%9B)  
Bi

## **STUDIU EXPERIMENTAL ASUPRA OPTIMIZĂRII TEHNICII STARTULUI DE JOS ŞI EFICIENTIZĂRII VITEZEI DE ACCELERARE ÎN PROBELE ATLETICE DE SPRINT**

*Conducător științific:*

*Prof. Univ. Dr. Ionescu Bondoc Dragoş*

*Doctorand:*

Petrescu Tomina -Dana

### **REZUMAT**

Cercetarea noastră se bazează pe un studiu privind eficientizarea startului de jos în probele de sprint pe baza unor analize biomecanice ale momentelor "cheie" din evoluția la start a unor sprinteri componenți al lotului național. Studiul dorește să evidențieze o serie de detalii importante care în condițiile cele mai favorabile ar permite sportivului valorificarea superioară a potențialului disponibil în momentul startului. Cercetarea s-a bazat pe înregistrări filmate cu frecvență mare a cadrelor, ale unui alergător de top care s-a clasat pe locul trei la Campionatele Naționale de Atletism pe teren acoperit. În urma analizei și interpretării secvențelor principale ale fazelor fiecărui pas de alergare după plecarea din blocurile de start, s-au evidențiat unele aspecte tehnice care, s-au dovedit a fi restrictive asupra performanței realizate de sportiv în concurs. Aceste mici erori de tehnică evidențiate în cercetarea noastră, pot fi considerate a fi cele care au făcut diferența dintre subiectul nostru și câștigătorul competiției. Lucrarea face o analiză a momentelor de finalizare a impulsurilor pe primii pași de la desprinderea din blocul de start și a momentelor în care se realizează acontactul cu pista de alergare după finalizarea fiecărei faze de zbor.

**Cuvinte cheie:** start de jos, timp de contact, unghi de impulsie, timp de desprindere.

## **EXPERIMENTAL STUDY ON THE OPTIMIZATION OF THE STARTING START TECHNIQUE AND EFFICIENCY OF ACCELERATION SPEED IN ATHLETIC SPRINT**

*Scientific coordinator:*

*Prof. Univ. Dr. Ionescu Bondoc Dragoş*

*Candidate:*

Petrescu Tomina - Dana

### **SUMMARY**

Our research is based on a study on the efficiency of athletic start in sprinting events, based on biomechanical analyzes of the "key" moments from the start of a sprinter, component of the national athletic team. The study wishes to highlight a number of important details that, under the most favorable conditions, would allow the athlete a better use of the available potential at the start. The research was based on high-frequency footage recordings of a top runner who ranked third at the National Athletics Indoor Championships. After analyzing and interpreting the main sequence of the phases of each step after running out of the starting blocks, some technical aspects have been highlighted, which have proved to be restrictive on the performance of the athlete in the competition. These minor technical errors highlighted in our research may be considered to have made the difference between our subject and the winner of the competition.

The paper is an analysis of the moments of completion of pulses on the first steps of detachment from the starting block and the moments in which the contact is made with the runway after each phase of flight.

For each of these moments, the impulse angles of the first steps and their growth rate were analyzed, the ground contact angles at landing after each flight phase.

**Keywords:** start, contact time, impulse angle, time of detachment.



## CONTENT

LIST OF NOTATIONS FIGURES .....	pag. 7
LIST OF TABLES NOTATIONS .....	pag.11
LIST OF NOTES ABBREVIATIONS .....	pag.13
INTRODUCTION.....	pag. 14

<b>1.CHAPTER 1. THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FUNDAMENTALS IN THE SPECIALTY LITERATURE REGARDING THE DOWN START AND RUNNING ON THE COURSE IN THE SPORTS ATHLETIC TESTS.....</b>	<b>Pag.20</b>	<b>7</b>
1.1.Sports training seen as a theoretical and methodological concept of preparation for sprint events .....	Pag.20	7
1.1.1.Training guidelines and selection criteria for running speed.....	Pag.21	
1.1.2. The objectives of the sports training for the sprint events.....	Pag.24	
1.1.3. Training methodology and performance training procedures.....	Pag.25	
1.2. Sports training long-term process of adaptation and adjustment of specific effort.....	Pag.26	
1.2.1 The concept of the adaptation process in sports training.....	Pag.26	
1.2.2. Speed training specific to running.....	Pag.28	
1.2.3. The phenomenon of physiological adaptation of the body functions.....	Pag.32	
1.3.Sports training, transformation process.....	Pag.33	8
1.3.1. Adaptation to the level of sports performance.....	Pag.33	
1.3.2 Aspects regarding motor learning in sprinter training.....	Pag.34	
1.3.3. Motor memory and motor retention in sports training.....	Pag.35	
1.3.4 Training process of motor development, and technical improvement of duration.....	Pag.36	
1.4. The concept of technical training and its role in the process of training.....	Pag.37	8
1.4.1 Learning the technical procedures specific to the sprint test.....	Pag.37	8
1.4.2. The content of the technical training specific to speed running.....	Pag.38	9
1.4.3. The importance of technical training in training.....	Pag.39	
1.4.4. Technical training specific to speed running.....	Pag.40	
1.4.5. The concept of modeling in the low start specific to speed running.....	Pag.41	
1.5. The concept of monitoring - process of evaluating the principles		



of the approach sprint training.....	Pag.42	9
1.5.1. Objectification of monitoring through techniques, tests and evaluation tests specific to sprint events.....	Pag.45	10
1.6. Improving technical executions through modern investigative technologies biomechanics, basis for technical correction.....	Pag.45	10
1.7. Analysis of muscle mechanics and kinematic chains specific to the start of down, acceleration and launch from the start.....	Pag.46	
1.8. The balance of the body in motion during specific dynamic actions running step.....	Pag.52	
1.9. The biomechanics of running as an athletic speed events.....	Pag.54	11
1.10. The specificity of the effort in the sprint events.....	Pag.60	
1.11. About the beginning in the specialized literature.....	Pag.62	
1.12. Conclusions chapter 1.....	Pag.67	14
<b>2.CHAPTER 2. METHODOLOGICAL APPROACH TO SCIENTIFIC RESEARCH REGARDING THE BIOMECHANICAL AND TECHNICAL PREMISES OF DOWN START, ACCELERATION AND START LAUNCH IN SPRINT TESTS.....</b>	Pag.69	14
2.1. The premises of the technical research and biomechanics of the bottom start, acceleration and launch from the start in the sprint events..	Pag.69	14
2.2. The purpose of the research, the hypotheses and the objectives of the preliminary research.....	Pag.71	16
2.3. Research methodology.....	Pag.71	17
2.3.1. Recording techniques used in research.....	Pag.73	
2.4. Stages of preliminary research.....	Pag.73	
2.5. Conducting the preliminary experiment.....	Pag.74	
2.5.1. Research data analysis.....	Pag.74	
2.5.2. Contact time.....	Pag.76	
2.5.3. Flight time.....	Pag.77	
2.5.4. Flight height.....	Pag.77	
2.5.5. Power.....	Pag.78	
2.5.6. Rhythm of steps (step / s).....	Pag.79	
2.5.7 Contact points.....	Pag.79	
2.6. Analysis of the parameters specific to the running step.....	Pag.82	
2.6.1 Running step length parameters.....	Pag.82	
2.6.2 Phase parameters specific to running steps.....	Pag.83	
2.7 Analysis of the technique of starting from the bottom start.....	Pag.85	
2.7.1. Analysis of the starting technique from the bottom start ..... seen from the side.....	Pag.85	
2.7.2. Blockstart drive.....	Pag.87	
2.7.3. Ground contact in the phase preceding step two.....	Pag.88	

2.7.4. Completing the impulse in the second step.....	Pag.89	
2.7.5 Landing in step three of running.....	Pag.89	
2.7.6 Impulse in step three of running.....	Pag.90	
2.7.7 Landing at the end of step three running.....	Pag.91	
2.7.8 The moment of completion of the impulse in step four.....	Pag.91	
2.8. Analysis of the departure from the bottom start viewed from the front .....	Pag.92	
2.9 Control of general balance and level of muscle excitability lower limbs.....	Pag.95	
2.10 Proposing a biomechanical model to make the departure from starting blocks for sprint events prob.....	Pag.100	
2.11. Conclusions chapter 2.....	Pag.101	
<b>3. CHAPTER 3. MONITORING AND EVALUATION IN THE OPERATIONAL APPROACH OF THE BASIC RESEARCH.....</b>	Pag.102	18
3.1. Argumentation of basic research.....	Pag.102	18
3.2 The premises of the basic research.....	Pag.103	19
3.3 Basic research hypotheses.....	Pag.104	19
3.4. Basic research methodology.....	Pag.104	19
3.4.1. Basic experiment method and comparative analysis.....	Pag.104	20
3.4.2 Proposing a biomechanical model to streamline the start of the tests of sprint.....	Pag.106	21
3.5. Organizing and conducting basic research.....	Pag.107	22
3.5.1 Monitoring the parameters registered in the basic research.....	Pag.107	22
3.5.2 Conducting basic research using research tests.....	Pag.108	23
3.6 Analysis of the initial biomechanical testing of the experimental group of subjects.....	Pag.109	24
3.6.1. Biomechanical analysis of the initial testing of subject 1.....	Pag.109	24
3.6.2. Biomechanical analysis of the initial testing of subject 2.....	Pag.113	
3.6.3. Biomechanical analysis of the initial testing of subject 3.....	Pag.116	
3.7. Analysis of the final biomechanical test of the experimental group of subjects.....	Pag.121	27
3.7.1. Biomechanical analysis of the final test of subject 1.....	Pag.121	27
3.7.2. Biomechanical analysis of the final test of subject 2.....	Pag.124	
3.7.3. Biomechanical analysis of the final test of subject 3.....	Pag.128	30
3.8. Analysis of the initial testing from a technical point of view of the lower start of the group experimental subjects.....	Pag.132	
3.8.1 Initial analysis of the start technique of the subject 1.....	Pag.132	31
3.8.2 Initial analysis of the start technique of the subject 2.....	Pag.138	
3.8.3 Initial analysis of the start technique of the subject 3.....	Pag.144	



3.9 Analysis of the final technical testing of the experimental group of subjects.....	Pag.149	36
3.9.1 The final analysis of the technique of start of the subject 1.....	Pag.149	36
3.9.2 The final analysis of the technique of start of the subject 2.....	Pag.153	
3.9.3 The final analysis of the technique of start of the subject 3.....	Pag.159	
3.10 Statistical interpretation of running data after leaving the starting block.....	Pag.164	41
3.11 Conclusions chapter 3.....	Pag.181	56
3.12.Proposal for a more efficient approach to starting from the bottom than the one currently used.....	Pag.181	56
3.13 Dissemination of research results.....	Pag.187	62
<b>4. CHAPTER 4. FINAL CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS.....</b>	Pag.189	62
<b>BIBLIOGRAPHY.....</b>	Pag.191	65
<b>ANNEXES.....</b>	Pag.196	
Annex 1 Evolution of the world record		
Annex 2 Training plans		
Annex 3 Our proposal for additional training-specific exercises start, acceleration and launch from the start		
Annex 4 Fine adjustment start block assembly		
Annex 5 Finely adjustable starting block		
Annex 6 Block height adjustment system		
Annex 7 Optojump - device for measuring the parameters of dynamics movement		